

# Studie zur Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland

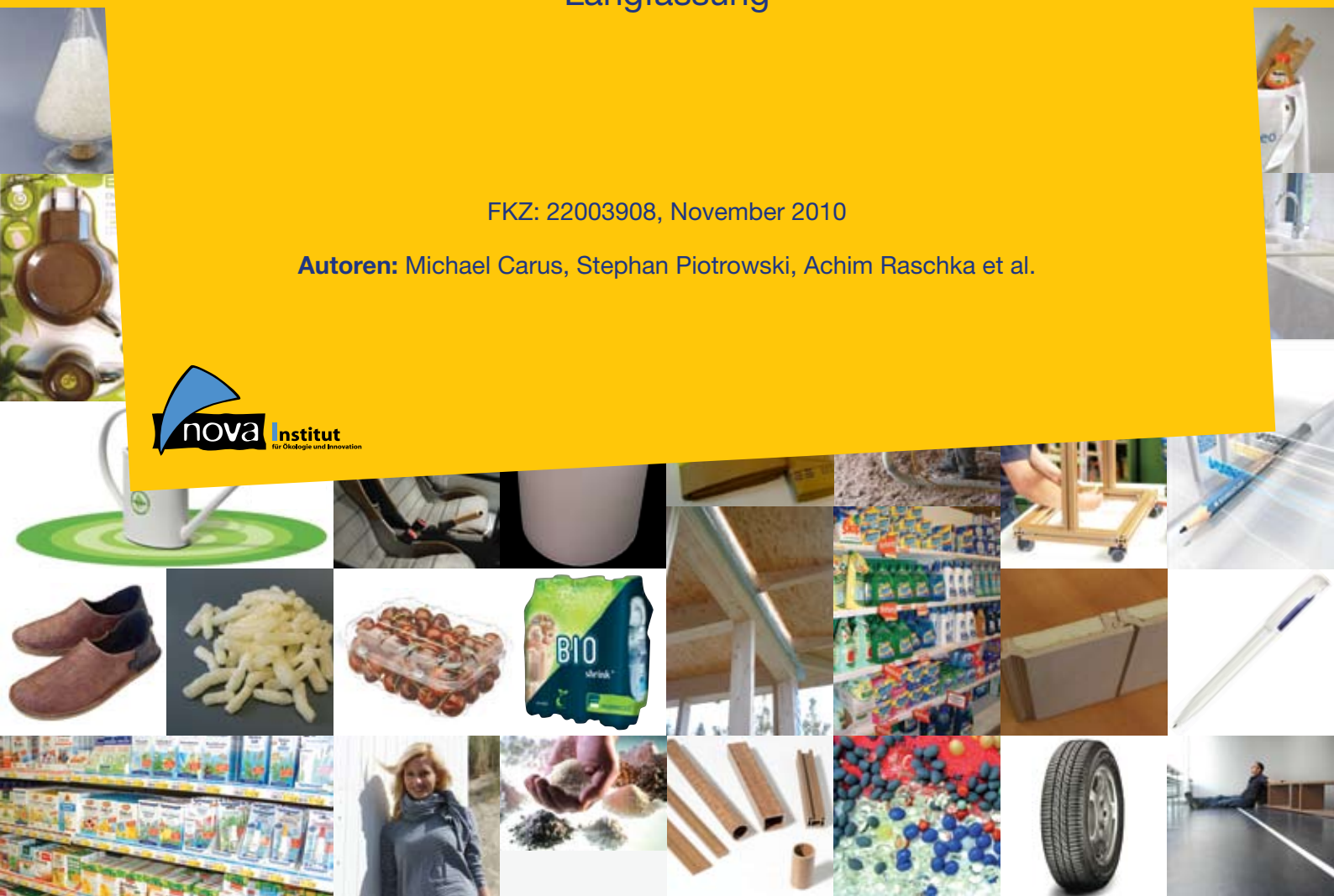
## Volumen, Struktur, Substitutionspotenziale, Konkurrenzsituation und Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie eine Entwicklung von Förderinstrumenten

Langfassung

FKZ: 22003908, November 2010

**Autoren:** Michael Carus, Stephan Piotrowski, Achim Raschka et al.

nova Institut für Ökologie und Innovation



**Download-Information**

Die Abbildungen und Tabellen der Zusammenfassung (Kapitel 0.2) sowie die Flussdiagramme des Kapitels 1 können kostenfrei heruntergeladen werden unter www.nova-institut.de/nr ➞ „nova-Grafiken“.

Die Studie selber sowie eine Kurzfassung auf Deutsch und Englisch sind ebenfalls kostenfrei erhältlich unter www.nova-shop.info.

All figures and tables of the summary (Chapter 0.2) as well as the flow diagrams of Chapter 1 can be found for download at www.nova-institut.de/nr ➞ "nova-Graphics".

The study itself as well as a summary in German and English is also available free of charge at www.nova-shop.info.

**Hauptautoren der Studie:**
Dipl.-Phys. Michael Carus
Dipl.-Biol. Achim Raschka
Dr. sc. agr. Stephan Piotrowski

**An der Studie haben zudem unmittelbar mitgewirkt AutorInnen des nova-Instituts:**
Dipl.-Ing. agr. Dirk Schubert
Dipl.-Ing. agr. Florian Gerlach
Dipl. Wirtsch.-Ing. Lena Scholz
Dipl.-Gwl. Christian Gahle
sowie:
Dipl.-Ing. Christin Schmidt (Moderation, Organisation)
Dipl.-Geogr. Nicklas Monte (Organisation)
Dipl.-Des. Marion Kupfer (Lektorat)

**Externe AutorInnen:**
MSc. Juliane Haufe (Utrecht/Wageningen)
MSc. Barbara G. Hermann und Dr. Martin Patel (Universität Utrecht)
Dr. Sebastian Elbe (Sprint – wissenschaftliche Politikberatung GbR, Darmstadt)
Dr. Ulrich März (ECO SYS Gesellschaft für Analytik und Projektmanagement mbH, Schopfheim)
Dr. Sabine Deimling und Dr. Michael Spielmann (PE International, Leinfelden-Echterdingen)
Dipl. Wirtsch.-Ing. Sebastian Meyer et al. (Ecofys Germany GmbH, Köln)
Dr. Michael Thöne (Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln)
Dr. Hans Korte (Innovationsberatung Holz & Fasern, Wismar)
B.Sc. Tim Huber und Prof. Dr. Jörg Müssig (Hochschule Bremen)
Friederike Goebbels (Universität zu Köln)

**Herausgeber:**
nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH
Chemiepark Knapsack
Industriestraße 300
50354 Hürth, Deutschland
Tel.: +49-(0)2233 - 4814 - 40
Fax: +49-(0)2233 - 4814 - 50
E-Mail: contact@nova-institut.de
www.nova-institut.de/nr

**Verlag:**
nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH, Hürth, ISBN: 978-3-9812027-3-1

Die Studie wurde finanziell unterstützt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), FKZ 22003908.

Die Ergebnisse der Studie geben die Einschätzung der Autoren wieder und widerspiegeln nur teilweise die des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und seines Projektträgers, der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

Erste Auflage (Langfassung), November 2010

Bilder: Alesco, Bark Cloth Tex, BASF, Biofront, Daimler AG, FKuR, FNR, Fraunhofer UMSICHT, Gala, GreenGran, Hempro, Henkel, Hiendl, Ingeo, iStockphoto, JRS, Lotus Cars, mehrwerk, Nature Works, nova-Institut, Novamont, NPSP Composites, Pitopia, Propper, Qingdao HuaSheng, Tecnaro, Werzalit, Wikipedia



# „Stoffliche Nutzung – wie cool ist das denn?“

## “Material use – how cool is that?”



# Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland

## Kapitel


**0 Vorwort und Zusammenfassung** 9

**0.1** Ziele und Thematik der Studie, Methotik und Schnellzugang zu den Ergebnissen 9
**0.2** Zusammenfassung der Ergebnisse 13

**1 Volumen, Struktur und Trends der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland** 48

**1.1** Einleitung, Definition und Methodik 48
1.1.1 Definition „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ 48
1.1.2 Methodik zur Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 50
**1.2** Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der EU im Überblick 51
**1.3** Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland im Detail: Volumen, Struktur und Trends 57
1.3.1 Öle und Fette 57
1.3.2 Proteine 63
1.3.3 Holz 67
1.3.4 Chemiezellstoff 74
1.3.5 Naturfasern 79
1.3.6 Zucker und Stärke 86
1.3.6.1 Aktueller Stand bei der stofflichen Verwendung von Zucker 86
1.3.6.2 Aktueller Stand bei der stofflichen Verwendung von Getreide und Kartoffeln 92
1.3.6.3 Ergänzungen zu Bioethanol 104
1.3.6.4 Trends bei der Zucker- und Stärkeverwendung 106
1.3.7 Sonstige nachwachsende Rohstoffe zur stofflichen Nutzung 108
1.3.7.1 Getreidestroh 108
1.3.7.2 Kautschuk 110
1.3.7.3 Farbstoffe 112
1.3.7.4 Harze und Wachse, Natürliche Gerbstoffe 112
1.3.7.5 Kork 112
1.3.7.6 Miscanthus 113
1.3.7.7 Arznei- und Gewürzpflanzen 113
**1.4** Zusammenfassung: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 116
1.4.1 Neue Ergebnisse gegenüber vorherigen Darstellungen 116
1.4.2 Gesamtergebnisse 119
1.4.3 Flächennutzung 121
1.4.4 Importmengen 123
1.4.5 Branchenverteilung 123

**2 Mengen- und Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland bis zum Jahr 2020** 126
**2.1** Biowerkstoffe 128
**2.2** Textilien 139
**2.3** Dämmstoffe 141
**2.4** Oleochemie und sonstige Pflanzenölanwendungen 142
**2.5** Chemische Industrie/Biotechnologie (ohne Oleochemie und Biowerkstoffe) 145
**2.6** Arzneipflanzen 148
**2.7** Flächenpotenzial für den heimischen Anbau stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe 150

**3 Agrarökonomische Analysen, makroökonomische Effekte, Flächenkonkurrenz und -Potenziale** 152

**3.1** Einleitung und Zielsetzung 152
**3.2** Ökonomische Analyse energetischer und stofflicher Nutzung nachwachsender Rohstoffe 153
3.2.1 Bedeutung der Förderung für die Wirtschaftlichkeit von NaWaRo-Produktlinien 153
3.2.1.1 Biogas und Festbrennstoffe (EEG) 153
3.2.1.2 Biokraftstoffe (Energiesteuer- und Biokraftstoffquotengesetz) 156
3.2.1.3 Stoffliche Nutzung 163
3.2.1.4 Zusammenfassung 164
3.2.2 Einflüsse der Bioenergieförderung auf die Rohstoffpreise 165
3.2.2.1 Beispiel: Mais 166
3.2.2.2 Beispiel: Raps 169
**3.3** Makroökonomische Effekte der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Vergleich 171
3.3.1 Methodik und Vorgehensweise 171
3.3.2 Ergebnisse der Studien 175
3.3.2.1 Fallstudien 175
3.3.2.2 Input-Output-Analysen 177
3.3.2.3 Branchenerhebungen und Industriedaten 183
3.3.3 Zusammenfassung 186
3.4 Potenzialanalysen und Flächenszenarien für nachwachsende Rohstoffe 188
3.4.1 Einleitung und Zielsetzung 188
3.4.2 Analyse und Bewertung vorliegender Studien 188
3.4.2.1 Fraunhofer ISI 2007: Makroökonomische Effekte des Ausbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen 188
3.4.2.2 Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt und Energie 2008: Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse 190
3.4.2.3 Deutsche Energieagentur 2006: BtL-Realisierungsstudie 192
3.4.2.4 Henze und Zeddies 2007: Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energiepflanzen der Landwirtschaft der Europäischen Union 193
3.4.2.5 A.T.Kearney 2008: Bioenergie und dezentrale Energieversorgung – Chancen in Deutschland und Europa 194
3.4.2.6 Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen 2008: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung 195
3.4.2.7 Zusammenfassung 196
**3.5** Flächenkonkurrenz und Flächenpotenziale für energetische und stoffliche Nutzung 198

3.5.1 Anbauentscheidungen in der Landwirtschaft 198
3.5.2 Flächenverschiebungen der letzten Jahre 200
3.5.3 Schlussfolgerungen 203
**3.6** Gesamtfazit Ökonomie 206

**4 Ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung** 208
**4.1** Ansätze zur vergleichenden Bewertung der stofflichen und energetischen Nutzung 208
**4.2** Ökobilanzen 211
4.2.1 Energie- und Treibhausgas-Einsparungen durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Langfassung) 211
4.2.2 Energie- und Treibhausgas-Einsparungen durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Kurzfassung) 232
4.2.3 Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in biogenen Nutzungen (stofflich und energetisch) in der Lebenszyklusanalyse nach ISO 14040/44 und neue Entwicklungen 235

**5 Besonderheiten der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe** 238

**5.1** Biochemischer Vergleich der stofflichen und energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen 238
5.1.1 Energetisches und stoffliches Potenzial von Biomasse 238
5.1.2 Energetische Nutzung 238
5.1.3 Organische Säuren 243
5.1.4 Biowerkstoffe 245
5.1.5 Tenside 249
5.1.6 Schmier- und Hydrauliköle 251
5.1.7 Zusammenfassung 251
**5.2** Verbände, Interessens- und Lobbystrukturen bei der energetischen und stofflichen Nutzung im Vergleich 254
**5.3** Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung 258
5.3.1 Kurzeinführung ländliche Entwicklung 259
5.3.2 Kurzeinführung regionale Wertschöpfung und Wertschöpfungsketten 261
5.3.3 Charakterisierung der wesentlichen strukturellen Unterschiede 263
5.3.4 Wertschöpfungseffekte stofflicher und energetischer Nutzung 267
5.3.5 Entscheidungsrelevante Faktoren für regionale Akteure 272
**5.4** Biodiversität und Naturschutz 275
**5.5** Image in Öffentlichkeit und Politik 285

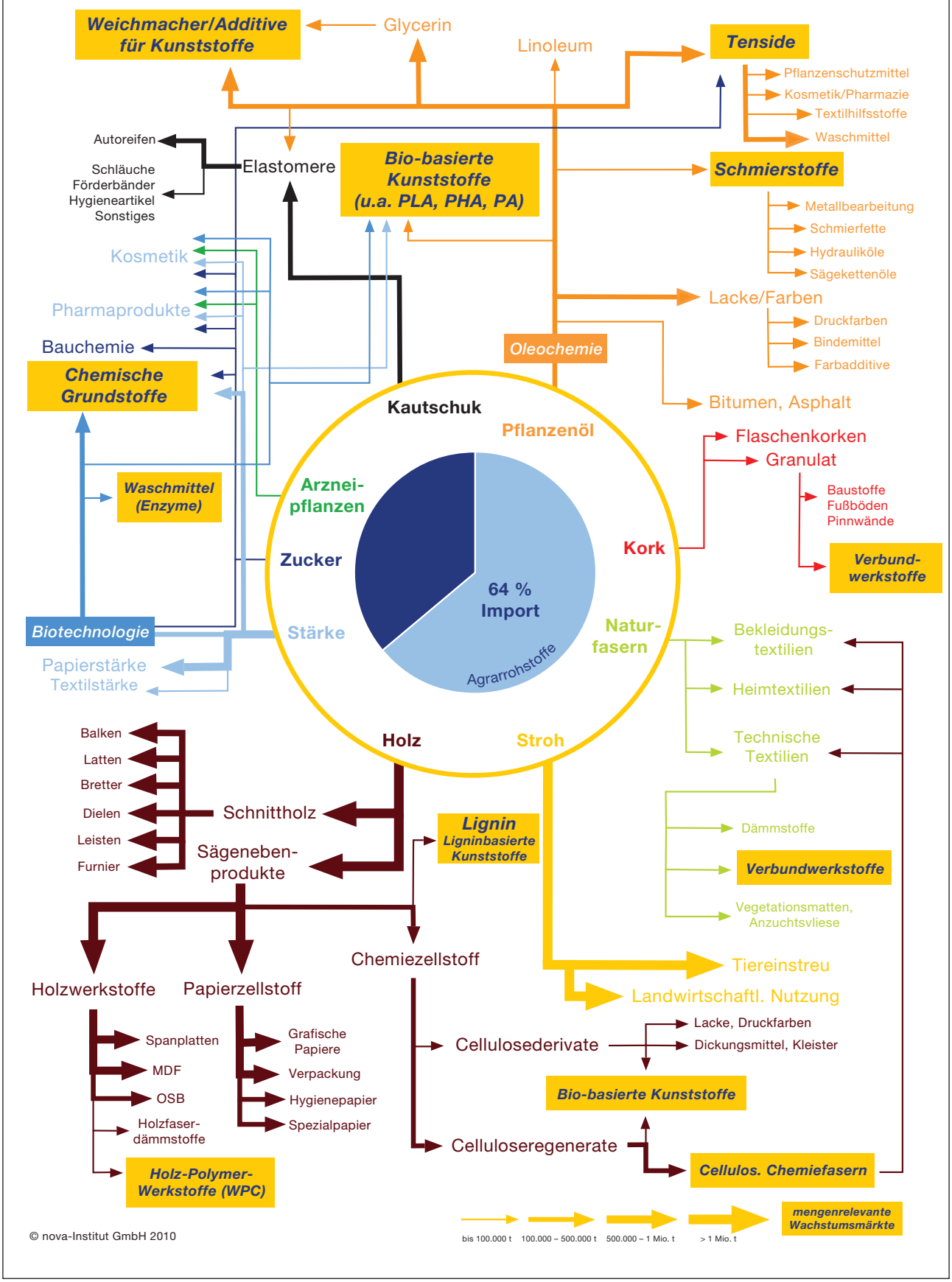
**6 Entwicklung und Diskussion von Instrumenten zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe** 291

**6.1** Bestandsaufnahme aktueller Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der stofflichen Nutzung 291
6.1.1 Situation in Deutschland 291
6.1.2 Situation in Europa 297
6.1.3 Situation in den USA 309
6.1.4 Situation in anderen Ländern außerhalb der EU und den USA 312
6.1.5 Schlussfolgerungen zu den bestehenden Regularien 315

**6.2** Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe 316
6.2.1 Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände e.V. (AGDW) 316
6.2.2 BIO Deutschland 317
6.2.3 DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. 318
6.2.4 DNV – Deutscher Naturfaserverband e.V. 319
6.2.5 Deutscher Forstwirtschaftsrat e.V. 320
6.2.6 european bioplastics 322
6.2.7 Fachverband der Stärke-Industrie e.V. 322
6.2.8 Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft e.V. (FNL) 323
6.2.9 German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform (FTP) 323
6.2.10 Hauptverband der Deutschen Holz und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige e.V. (HDH) 325
6.2.11 Verband der Chemischen Industrie (VCI) 326
6.2.12 Verband Deutscher Papierfabriken 329
6.2.13 Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI) 331
**6.3** Gruppierung und Bewertung verschiedener politischer Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung 333
6.3.1 Ordnungspolitische Instrumente 335
6.3.1.1 Gebote & Verbote sowie Sonderregelungen 335
6.3.1.2 Zielvorgaben/Quoten 342
6.3.1.3 $CO_2$-Handel 345
6.3.2 Steuerpolitische Instrumente 345
6.3.3 Direkte finanzielle Unterstützung 351
6.3.4 Freiwillige Selbstverpflichtungen 355
6.3.5 Fördermittel für Forschung und Entwicklung 357
6.3.6 Förderung Information & Kommunikation 360
6.3.7 Sonstige Instrumente/Maßnahmen 365
6.3.8 Exkurse und Stellungnahmen 367
6.3.8.1 Optionen der Einbeziehung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Klimaschutzinstrumente 367
6.3.8.2 Emissionsreduktion im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzregimes durch verstärkte stoffliche Nutzung? 374
6.3.8.3 Steuerpolitische Instrumente 378
**6.4** Übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe 392
6.4.1 Entwicklung der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland in den letzten drei Jahren 392
6.4.2 Besonderheiten und Bewertung der stofflichen Nutzung: Zusammenfassung 402
6.4.3 Anforderung und Erwartungen an ein übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung 417
6.4.4 Konkrete Ausgestaltung der Förderung anhand der flächenbezogenen Parameter vermiedener Primärenergie- und $CO_2$-Äquiv.-Emissionen 430
6.4.5 Optionen zum Aufbringen der Mittel für die Basisförderung 435
6.4.6 Gesamtstruktur des Fördeinstrumentariums 439
6.4.7 Aufstellung der wichtigsten Forderungen nach konkreten Veränderungen in der Ordnungs- und Förderpolitik 442

Literatur 445

# Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der verarbeitenden Industrie Deutschlands 2007



# 0 Vorwort und Zusammenfassung

*Autor: Michael Carus*

## 0.1 Ziele und Thematik der Studie, Methodik und Schnellzugang zu den Ergebnissen

Thematik und Gesamtziel des Projektes sind die umfassende Untersuchung, Prüfung und vergleichende Analyse der potenziellen Vorteilhaftigkeit und der Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie die „Entwicklung, Diskussion und Bewertung von Instrumenten zur Förderung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen“, um diesen Bereich rasch und effizient entwickeln zu können.

Zum Erreichen dieses Gesamtziels müssen zunächst Volumen und Struktur, Substitutionspotenziale sowie Konkurrenzsituationen der stofflichen Nutzung detailliert untersucht werden. Im Mittelpunkt der Studie steht dann die Frage nach den geeigneten Förderinstrumenten. Der stoffliche Sektor braucht neue Formen der Unterstützung, um nicht gegenüber der energetischen Nutzung sowie dem Nahrungs- und Futtermittelbereich immer weiter ins Hintertreffen zu geraten – was politisch auch nie gewollt war. Allein die Instrumente einer systematischen Förderung fehlen bislang; sie sollen mit dieser Studie entwickelt werden.

Der stofflichen Nutzung kommen zudem eine Reihe von Besonderheiten zu, die zum einen dazu geführt haben, dass dieser Bereich in Politik und Öffentlichkeit ins Hintertreffen geraten ist, die zum anderen aber diesen Bereich unter Gesichtspunkten wie Klima- und Ressourcenschutz und Beschäftigung besonders zukunftsträchtig erscheinen lassen. Diese potenzielle Vorteilhaftigkeit der stofflichen Nutzung wird in dieser Studie erstmalig umfassend untersucht, geprüft und vergleichend analysiert.

*Schnellzugang zu den Ergebnissen*
Ein opulentes Werk wie diese Studie mit seinen über 450 Seiten macht es dem interessierten Publikum nicht leicht, schnell das Gewünschte zu finden. Im Folgenden versuchen wir daher, sowohl dem Schnellleser, der sich nur für die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen interessiert, als auch dem Experten, der sich die Details, Analysen und Diskussionen ansehen möchte, einen leichten Einstieg zu verschaffen.

**Kapitel 1:** Umfassende und detaillierte Zusammenstellung sämtlicher stofflichen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, grafische Darstellung in Form von Stoffstromdiagrammen für alle relevanten nachwachsenden Rohstoffe. Pro Rohstoff(gruppe) gibt es ein eigenes Kapitel, eine längere Zusammenfassung findet sich in Kapitel 1.4, Seite 96, eine knappe Zusammenfassung in Kapitel 0.2, Seite 11.

**Kapitel 2:** Zukünftige Potenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland unter gleichbleibenden und verbesserten politischen Rahmenbedingungen durch Substitution fossiler Rohstoffe und importierter nachwachsender Rohstoffe. Zusammenfassungen finden sich in Kapitel 6.4.2, Seite 384, sowie in Kapitel 0.2, Seite 11.

**Kapitel 3:** Sämtliche ökonomische Analysen: Im Detail geht es um agrarökonomische Analysen (z.B. Anteil der Förderung am Erlös), makroökonomische Effekte (Beschäftigung, Wertschöpfung) sowie die daraus resultierende Flächenkonkurrenz und potenzielle Anbauflächen. Zusammenfassungen finden sich in Kapitel 3.6, Seite 186, sowie in Kapitel 6.4.2, Seite 384, sowie in Kapitel 0.2, Seite 11.

**Kapitel 4:** Ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung.

Kapitel 4.2.1 zeigt eine umfassende Meta-Analyse bisheriger Ökobilanzen, deren Ergebnis in Kapitel 4.2.2, Seite 212, zusammengefasst ist. Eine kurze Zusammenfassung findet sich in Kapitel 6.4.2, Seite 384, ein Exkurs zu Sonderaspekten bei Ökobilanzen stofflicher Nutzung findet sich in Kapitel 4.2.3, Seite 215.

**Kapitel 5:** Besonderheiten der stofflichen Nutzung in Biochemie, Lobbystrukturen, als Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung, in Biodiversität und Naturschutz sowie beim Image. Eine Zusammenfassung dieser unterschiedlichen Aspekte findet sich in Kapitel 6.4.2, Seite 384.

**Kapitel 6:** Zusammenführung der Ergebnisse aus Kapitel 3 bis 5 (ausführlich in Kapitel 6.4.2, Seite 384) sowie umfassende Darstellung der Förderinstrumente in Deutschland und anderen Ländern (Kapitel 6.1), Stellungnahmen der Verbände zu potenziellen Instrumenten (Kapitel 6.2), Gruppierung und Bewertung verschiedener Förderinstrumente (Kapitel 6.3) sowie die Entwicklung und Diskussion des in dieser Studie vorgeschlagenen Förderinstrumentariums (Kapitel 6.4). Ein Überblick über die Entwicklung der stofflichen und energetischen Nutzung findet sich in Kapitel 6.4.1, Seite 374. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Kapitels 6 findet sich in Kapitel 0.2, Seite 11.

Exkurse zum Thema $CO_2$-Handel und Steuerrecht sind Inhalt der Kapitel 6.3.8.1 bis 6.3.8.3 (ab Seite 349).

Das folgende **Kapitel 0.2** bildet die Zusammenfassung aller wichtigen Ergebnisse der Studie sowie des vorgeschlagenen Förderinstrumentariums.

*Methodik*

Neben der üblichen umfassenden Sichtung und Auswertung der Fachliteratur sowie Datenbankrecherchen wurden in hohem Maße Experten auf dem Gebiet der stofflichen Nutzung in die Bearbeitung integriert. Dies erfolgte in Form von Experten-Interviews, Unteraufträgen und in Form von sieben meist zweitägigen Experten-Workshops. Die Experten-Workshops haben sich dabei als ein sehr geeignetes Instrument der interaktiven und iterativen Arbeit bewährt. So konnten immer wieder Zwischenergebnisse aus sämtlichen Themenbereichen der Studie präsentiert und zur Diskussion gestellt, sowie in den Workshops selbst, bzw. in der Nachbearbeitung weiter ausgestaltet, vertieft und optimiert werden. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung geeigneter Förderinstrumente, die in engster Rückkopplung mit Experten aus dem gesamten Spektrum der stofflichen Nutzung in einem Feedback-Prozess entwickelt und ausgestaltet wurden. Es wurde als Novum sowie als besonders anregend und fruchtbar angesehen, dass auf diese Weise Experten aus den verschiedensten Branchen in intensiven Austausch miteinander kamen, was sonst im stofflichen Bereich mit seinen höchst unterschiedlichen Rohstoffen, Prozessketten und Anwendungen praktisch nie der Fall ist.

Insgesamt wurden auf die beschriebene Weise fast 60 Experten aus Unternehmen, Verbänden, Forschungs- und Fördereinrichtungen etc. aus dem Spektrum der stofflichen Nutzung in das Projekt integriert, wie folgende Tabelle zeigt.

| | Kick-Off Workshop 08-06-04 | Workshop Modul 1 u. 2 09-09-04 u. 09-09-05 | Workshop Modul 1, 2 u. 5 09-12-16 u. 09-12-17 | Workshop Holz 09-06-04 | Workshop Modul 5 09-06-05 | Workshop Modul 4 09-06-09 u. 09-06-10 | Endworkshop 09-07-02 u. 09-07-03 | Bilaterale Zusammenarbeit (Unterauftrag) | Zusammenarbeit / Kommentierung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elmar Baumann, Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. | | | | | | | | | X |
| Dr. Dirk Berthold, Fraunhofer WKI | | X | | | | | | | |
| Dr. Severin Beucker, Borderstep Institut | X | | X | | | | | | |
| Dr. Karsten Block & Dr. Joachim Matthias, Haus Düsse | X | | X | | | | | | X |
| Dr. Christian Bonten, FKuR | | | X | | X | | | | X |
| Jörg Bühler, Holzabsatzfond | | | | X | | | | | |
| Volker Capitain, Tate & Lyle | | X | | | X | X | X | | X |
| Thomas Decker, WZ Straubing | | | X | | | | | | |
| Dr. Sabine Deimling, PE International | X | | | | | | | X | |
| Francois Desanlis | | | X | | | | | | |
| Helmut Drechsler, BMELV | | X | X | | | | | | |
| Matthias Edel, Deutsches BiomasseForschungsZentrum | | | | | | X | | | |
| Dr. Sebastian Elbe, Sprint | X | | X | | | X | X | X | |
| Martin Fischer & Axel Jentsch, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung | | | | X | | X | | | |
| Bernd Frank, BAFA | | | X | | | | | | X |
| Uwe Fritsche, Öko-Institut | | | | | | X | | | |
| Friederike Goebbels, Universität zu Köln | | | | | | | | X | |
| Markus Götz & Meike Kammler, BIO PRO | | | | | | | X | | |
| Jens Günther & Almut Jering, Umweltbundesamt | | | | | | X | X | | |
| Juliane Haufe | | | X | X | X | X | | X | |
| Birgit Herrmann, FNR | | X | | | | | | | |
| Dr. Karlheinz Hill, Cognis GmbH | | | | | | | | | X |
| Birger Kerckow, FNR | | | X | | | | X | | |
| Dr. Klaus Kibat, VDP | | X | | X | | | | | X |
| Martina Kolarek | | | X | | | X | | | |
| Dr. Hans Korte | | | X | | | | | X | |
| Dr. Karsten Maier, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (WVZ) | | | | | | | | | X |
| Adrian Manoiu, Papiertechnische Stiftung | | | | | | X | | | |
| Dr. Ulrich März, ECO SYS | | | X | | | | X | X | X |
| Sebastian Meyer, Ecofys Germany GmbH | | | | | | | | X | |
| Carmen Michels, Fraunhofer UMSICHT | X | | X | X | X | X | | | |
| Dr. Andreas Müller, Phytowelt | | | | | | X | | | |
| Dr. Donal Murphy-Bokern, M.-B. Konzepte | X | X | X | | | | | | X |
| Prof. Dr. Jörg Müssig, HS Bremen | X | X | | | | | | X | X |
| Dr. Michael Nusser, Dr. Bärbel Hüsing, Dr. Frank Marscheider-Weidemann, Fraunhofer ISI | X | | X | | | | X | | |
| Dr. Gerald Oerkermann, AFC Management Consulting | | X | | | | | | | X |
| Dr. Martin Patel & Barbara Hermann, Utrecht University | X | | X | X | X | X | X | X | |
| Dr. Gabriele Peterek, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. | | | | | | | | | X |
| Dr. Dietmar Peters, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. | | | | | | | | | X |
| Dr. Jürgen Pfitzer, Tecnaro GmbH | | | | | | | | | X |
| Dr. Ulf Prüße & Andrea Rothe, von Thünen-Institut | | X | | | | | X | | |
| Prof. Dr. Dirk Prüfer, Westf. Wilhelms-Universität Münster | | | | | | | | | X |
| Dr. Guido Reinhardt & Susanne Köppen, IFEU | X | X | | | | | | | |
| Dr. Jöran Reske & Roland Scharathow & Dr. Harald Käb, European Bioplastics | | | X | | | | X | | |
| Dr. Jörg Rothermel & Tilman Benzing, VCI | | | X | | X | X | | | X |
| Dr. Peter Sauerwein, VHI | X | X | X | X | | | | | X |
| Thomas Schröer, Verband der deutschen Lederindustrie e.V. | | | | | | | | | X |
| Dr. Max-Georg Schütte | | | | X | X | X | X | | X |
| Dr. Helmut Schütz, Wuppertal Institut | | X | X | | | X | | | |
| Dr. Christine Stiehl, BASF | | | X | | | | | | |
| Christopher Straeter, 3N | | | X | | | | | | |
| Dilip Tambyrajah, Zylon International | X | | | | | | | | |
| Dr. Heinrich Theissen, Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) | | | | | | | | | X |
| Dr. Michael Thöne, Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln | | | | | | | | X | |
| Daniel Tigges, HDH | | | | X | | X | | | |
| Dr. Oliver Türk, POLYNT SpA | | X | | | | | | | X |
| Dr. Gernot H. Weber | | | | | | | | X | |
| Dietrich Wittmeyer, ERRMA | | | X | X | X | | X | | X |
| Joachim Wolpers, Landwirtschaftskammer NRW | | | X | | | X | X | | |

*Tabelle 1: Workshops und in das Projekt involvierte Experten aus dem Spektrum der stofflichen Nutzung*

*Danksagung*
Großer Dank gilt zunächst der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. und dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), die durch ihre Förderung das Projekt erst möglich gemacht haben, aber darüber hinaus durch intensive Diskussionen und Informationsaustausch maßgeblich zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Besonderer Dank gilt den knapp 60 Experten aus allen Bereichen der stofflichen Nutzung, die ihre Zeit und ihr Fachwissen in das Projekt eingebracht und an den lebhaften Diskussionen in den Workshops teilgenommen haben. Sie haben sichergestellt, dass das Projekt einen engen Bezug zur Realität der stofflichen Nutzung aufweist, die vorgeschlagenen Förderinstrumente konkret ausgearbeitet und im Sinne der Weiterentwicklung des stofflichen Bereiches von den unterschiedlichen Branchen als geeignet und praxisorientiert angesehen werden. Dass dabei Kompromisse zwischen den unterschiedlichen Branchen gefunden werden mussten und dies nicht immer einfach war, versteht sich von selbst. Für die konstruktive und offene Zusammenarbeit im Rahmen dieses Projekts möchte ich mich daher bei allen Beteiligten ganz besonders bedanken.

Abschließend bedanke ich mich ganz besonders bei allen externen Autoren, die das Projekt entscheidend geprägt und entwickelt haben und bei meinem nova-Team, das aufbauend auf den Arbeiten des nova-Instituts der letzten 15 Jahre im stofflichen Bereich mit hohem Engagement die Herausforderung gemeistert und die umfassendste Studie zum Thema „Stoffliche Nutzung“ im deutschsprachigen Raum (wenn nicht darüber hinaus) erarbeitet hat.

*Dipl.-Phys. Michael Carus, Geschäftsführer der nova-Institut GmbH*
*Im November 2010*



*Dr. Stephan Piotrowski, Dipl.-Phys. Michael Carus,*
*Dipl.-Biol. Achim Raschka (von links nach rechts)*

# 0.2 Zusammenfassung der Ergebnisse: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland – Volumen, Struktur, Substitutionspotenziale, Konkurrenzsituation und Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie Entwicklung von Förderinstrumenten

*Autor: Michael Carus*

## Einleitung

Thematik und Gesamtziel des Projektes sind die umfassende Untersuchung, Prüfung und vergleichende Analyse der potenziellen Vorteilhaftigkeit und der Besonderheiten der stofflichen Nutzung sowie die „Entwicklung, Diskussion und Bewertung von Instrumenten zur Förderung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen“, um diesen Bereich rasch und effizient entwickeln zu können.

Zum Erreichen dieses Gesamtziels wurden zunächst Volumen und Struktur, Substitutionspotenziale sowie Konkurrenzsituationen der stofflichen Nutzung detailliert untersucht. Im Mittelpunkt der Studie stand dann die Frage nach den geeigneten Förderinstrumenten. Der stoffliche Sektor braucht neue Formen der Unterstützung, um nicht gegenüber der energetischen Nutzung sowie dem Nahrungs- und Futtermittelbereich immer weiter ins Hintertreffen zu geraten – was politisch auch nie gewollt war. Allein die Instrumente einer systematischen Förderung fehlen bislang; die Studie liefert hierzu konkrete Vorschläge für zwei übergreifende Förderinstrumente sowie flankierende Instrumente und Maßnahmen.

Der stofflichen Nutzung kommen zudem eine Reihe von Besonderheiten zu, die zum einen dazu geführt haben, dass dieser Bereich in Politik und Öffentlichkeit ins Hintertreffen geraten ist, zum anderen aber diesen Bereich unter Gesichtspunkten wie Klima- und Ressourcenschutz und Beschäftigung besonders zukunftsträchtig erscheinen lassen. Diese potenzielle Vorteilhaftigkeit der stofflichen Nutzung wird in dieser Studie erstmalig umfassend untersucht, geprüft und vergleichend analysiert.

## Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2007 (vgl. Kapitel 1.1 und 1.4)

Bei der stofflichen Nutzung dient die Biomasse als Rohstoff für die (industrielle) Produktion von Gütern jeglicher Art sowie für jede Verwendung abseits der Energiegewinnung. In der Studie wurde folgende Definition verwendet:

> „Nachwachsende Rohstoffe sind die Gesamtheit pflanzlicher, tierischer und mikrobieller Biomasse, die – auch über Nahrungsketten – auf der photosynthetischen Primärproduktion basiert und vom Menschen zweckgebunden außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelbereiches stofflich oder energetisch verwendet wird. Bei der stofflichen Nutzung dient die Biomasse als Rohstoff für die (industrielle) Produktion von Gütern jeglicher Art.“

Ausgehend von dieser Definition und dem Fokus auf pflanzliche Rohstoffe wurde versucht, eine möglichst umfassende und zutreffende Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland durchzuführen. In der vorliegenden Studie stellen die bisherigen Erhebungen (Schmitz et al. 2006a und 2007a, Peters 2006 und FNR 2007) die Basis dar, die ihnen zugrundeliegende Me-

thodik der Literaturauswertung wurde im Wesentlichen beibehalten und vertieft – insbesondere wurde die Datenerhebung über die Verbandsebene hinaus durch Interviews mit Branchenexperten und Unteraufträge erweitert. Anders als in bisherigen Marktanalysen, in denen die Verwendungsbereiche als Struktur dienten, stellen in dieser Studie die verwendeten Rohstoffe die Basis der Erfassung und Darstellung dar. Die Ergebnisse der Erhebungen und Analysen werden in Form von Stoffstromdiagrammen für sämtliche relevante nachwachsende Rohstoffe dargestellt, von Anbau und Import bis hin zur Endanwendung. Ziel war es dabei, Vollständigkeit und Konsistenz in den Daten entlang der Wertschöpfungskette zu erreichen. (Die einzelnen Stoffstromdiagramme und weitere Grafiken zum Rohstoffeinsatz finden sich in Kapitel 1.3 bzw. im Anhang)

Bei der Mengenerfassung der Rohstoffe für die stoffliche Nutzung gibt es ein Abgrenzungsproblem, bis zu welcher Verarbeitungstiefe Rohstoffe, Halbzeuge oder Endprodukte erfasst werden sollen und wie Doppelzählungen vermieden werden können. In der vorliegenden Studie wurden sämtliche in der stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe (aus heimischem Anbau und Importen) und der zur weiteren Verarbeitung importierten Halbzeuge erfasst, die in der deutschen Industrie in der Produktion eingesetzt werden. Methodisch ist damit die Mengenerfassung klar definiert, die Erfassung weist dennoch aufgrund der unvollständigen Datenlage Lücken auf.

Insgesamt kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass in Deutschland im Jahr 2007 die Gesamtmenge der zur stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe in der verarbeitenden Industrie 3,6 Mio. t betrug (ohne Holz und Stroh), hinzu kommen 44,3 Mio. t Holz sowie bis zu 6 Mio. t Getreidestroh (vor allem im landwirtschaftlichen Bereich).

## Einsatz nachwachsender Rohstoffe in der verarbeitenden Industrie Deutschlands

Von den 3,6 Mio. t industriell genutzten Agrarrohstoffen werden 2,3 Mio. t (64 %) importiert und 1,3 Mio. t (36 %) in Deutschland auf einer Fläche von insgesamt 280.000 ha gewonnen. Dabei spielen vor allem die Einfuhrmengen im Bereich der Pflanzenöle (Palm-, Kokos-, Sojaöl) und die Importe von Naturkautschuk, Chemiecellulose, Naturfasern (insbesondere Baumwolle), Maisstärke sowie Arzneipflanzen eine bedeutende Rolle, während im Bereich der Proteine sowie beim Zucker bis 2008 kaum oder gar keine Importe stattfanden.

Im Holzbereich liegt die Importquote bei etwa 10 % (bezogen auf Rohholz für die verarbeitende Industrie). Fasst man die Gesamtmenge Agrar und Forst zusammen, ergibt sich durch die unverhältnismäßig große Holzmenge eine Gesamtimportquote von nur 14 % aller nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung – die Inlandsdeckung beträgt also 86 %.

| Rohstoffeinsatz in der verarbeitenden Industrie 2007 | | |
|---|---|---|
| **Rohstoff** | **Menge stoffliche Nutzung (in t)** | **Menge energetische Nutzung (in t)** |
| Holz | 44.300.000 | 32.600.000 |
| Öle/Fett<br>+ Glycerin | 1.450.000<br>+ 84.000 | 2.890.000 (für Biodiesel)<br>770.000 (für Pflanzenöl) |
| Zucker/Stärke | 1.040.000 | 460.000 (für Bioethanol) |
| Naturfasern | 160.000 | – |
| Sonstige | 850.000 | ca. 6.000.000 (für Biogas)* |
| **Gesamt:<br>90,6 Mio. t** | **~ 47,9 Mio. (53 %)<br>ohne Holz:<br>3,6 Mio. (26 %)** | **~ 42,7 Mio. (47 %)<br>ohne Holz:<br>10,1 Mio. (74 %)** |

© nova-Institut 2010

* Annahme von 12 t TM/ha Ertrag und 500.000 ha Anbaufläche

*Tabelle I: Vergleich nachwachsender Rohstoffe in der stofflichen und energetischen Nutzung in Deutschland 2007 (nova-Institut 2009/2010, Daten ohne Stroh)*

| Industrie | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (mit Holz, in t) | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (ohne Holz, in t) |
|---|---|---|
| Säge- und Holzwerkstoffindustrie | 36.300.000 | – |
| Papier- und Zellstoffindustrie | 7.060.000 | 661.000 |
| Chemische Industrie | 1.670.000 | 1.670.000 |
| Oleochemie | 979.000 | 979.000 |
| Textilindustrie* | 158.000 | 158.000 |
| Pharma-/Kosmetikindustrie | 74.000 | 74.000 |
| Andere | 1.640.000 | 40.000 |
| **Total** | **~ 47,9 Mio.** | **~ 3,6 Mio.** |

© nova-Institut 2010

* Cellulosefasern sind der chemischen Industrie zugeschlagen; die Textilindustrie umfasst sowohl Gewebe als auch Vliesstoffe (z.B. Dämmvlies)

*Tabelle II: Branchenverteilung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (dargestellt ist nur die erste Verarbeitungsstufe)*

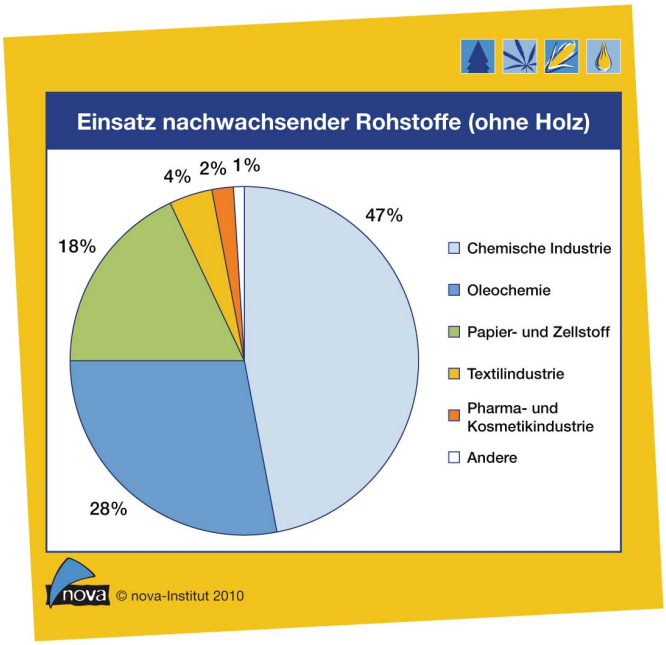



*Abbildung I: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe nach Industriebranchen (ohne Holzwirtschaft), Deutschland 2007*

## Entwicklung der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland in den letzten drei Jahrzehnten (vgl. Kapitel 6.4.1)

Der Anbau und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe wurde in den 1980er Jahren wiederentdeckt, um die Überschüsse der Lebensmittelproduktion in neue Anwendungen zu bringen, die Abwärtsspirale der Agrarpreise zu stoppen und Beschäftigungsalternativen für die Landwirtschaft zu finden. Sie kam aber erst richtig in Schwung, als gegen Ende der 1990er Jahre Versorgungssicherheit im Energiebereich und Klimaschutz große politische Themen wurden. Die extreme Abhängigkeit von Erdöl im Verkehrssektor bewirkte eine hohe Attraktivität für einfache Technologien wie Biokraftstoffe der ersten Generation. Die zentrale Frage war, wie man zukünftig Mobilität sichern könnte. Die dann folgende, starke und auch erfolgreiche Förderung der energetischen Nutzung passte perfekt zu den Anforderungen von Politik und Öffentlichkeit: Wenige und einfache politische Instrumente konnten hier im breiten „Regulierungskonsens“ eingesetzt werden und hohe Effekte („Massenströme“) generieren; mit wenigen Stellschrauben konnte (und wurde) viel erreicht werden. In stark regulierten Märkten wie den Energiemärkten waren und sind politische Steuerungen und Eingriffe einfacher möglich, akzeptierter und wirkungsvoller als im stofflichen Bereich mit seinen kaum regulierten Märkten und hohem globalem Wettbewerbsdruck. So war es naheliegend, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe erst aus dem Blickfeld und dann ins Hintertreffen geriet.

Um die Jahrtausendwende bis heute wurde mit EEG, Energiesteuergesetz, Biokraftstoffquotengesetz, Markteinführungsprogramm für Pelletheizungen, reduzierter Umsatzsteuer für Brennholz und vielen weiteren Maßnahmen ein umfassendes Förderinstrumentarium für die energetische Nutzung geschaffen, das zu einem Siegeszug der Bioenergie führte. Während sich die Anbauflächen für Energiepflanzen innerhalb von zehn Jahren um den Faktor zehn auf ca. 1,8 Mio. Hektar vergrößerten, stagnierte im selben Zeitraum die stoffliche Nutzung, die sich auf kein entsprechendes Förderpendant stützen konnte, bei etwa 300.000 Hektar.

So sinnvoll und erfolgreich die starke Förderung der Bioenergie im historischen Kontext auch war, hat sich doch inzwischen die gesamte Situation im Agrar- und Forstbereich grundlegend verändert, und es ist an der Zeit, sich die Folgen der einseitigen Förderung der energetischen Nutzung anzusehen und ggf. die gesamte Förderung im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe neu auszurichten.

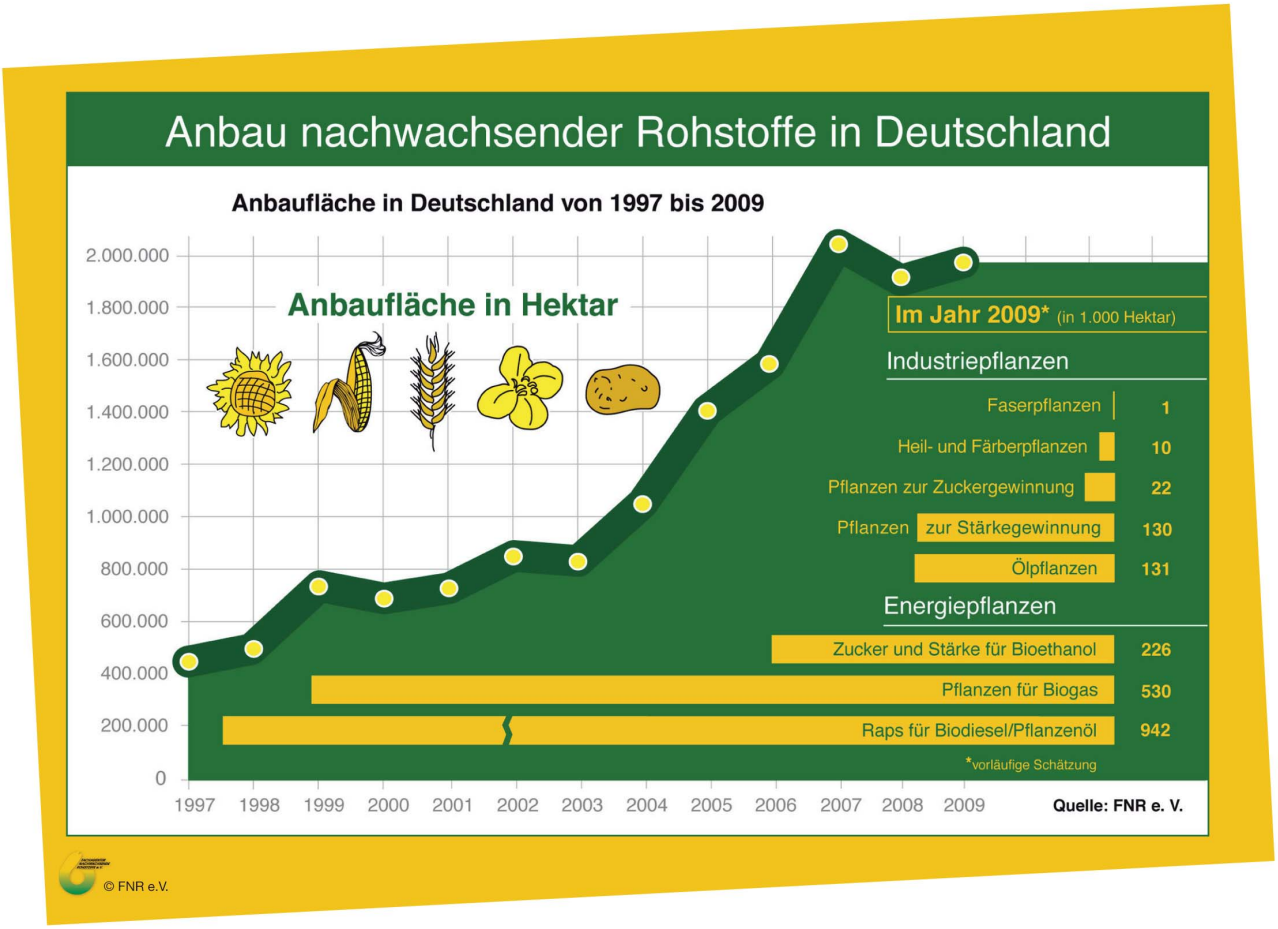



*Abbildung II: Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (Quelle: FNR)*

- Die Zeiten, in denen Agrarwirtschaft und Politik auf der Suche nach sinnvollen Verwertungen von Agrarüberschüssen waren, sind für die meisten Agrarrohstoffe Vergangenheit. Auf den Agrarmärkten herrscht eher Mangel, Bioenergie ist regional und global zu einem wichtigen Nachfrager geworden, der die Agrarmärkte und -preise beeinflusst und nicht mehr nur stabilisiert.
- Die hohen Renditen, die bei der energetischen Nutzung infolge der starken Förderung möglich waren, führten zu einem Anstieg der Rohstoff- und Pachtpreise und verdrängten andere Nutzungsoptionen, die nur geringere Deckungsbeträge erwirtschaften konnten. Hierdurch kam und kommt es im Agrar- und Forstbereich zu einer erheblichen Verschiebung von Landnutzungen, Kulturen und Rohstoffströmen, ohne Überprüfung, ob damit nicht die gewünschten Effekte der Bioenergie-Förderung konterkariert werden. Kritiker sprechen unter Gesichtspunkten wie Klimaschutz und Ressourceneffizienz von einer Ressourcen-Fehlallokation.
- Seit Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung stehen im Agrarbereich alle Nutzungen in unmittelbarer Konkurrenz zueinander. Da sich die Flächenbelegung vor allem an den erwarte-

ten Renditen orientiert, wird es für die wenig unterstützte stoffliche Nutzung schwer, gegenüber dem Lebensmittelbereich (speziell Weizen für Inland und Export) und dem stark geförderten Energiebereich Flächen zu akquirieren.

- Im Forstbereich entzieht vor allem die durch das EEG, das Markteinführungsprogramm für Pelletheizungen und die reduzierte Umsatzsteuer für Brennholz stark geförderte energetische Pelletnutzung der Holzwerkstoffindustrie zunehmend Rohstoffe. Verbände der Holzwerkstoff- und Zellstoff-/Papierindustrie ebenso wie Forschungsinstitute weisen wiederholt auf bereits existierende und zukünftige Engpässe hin, die aktuell lediglich durch die weltweite Wirtschaftskrise entschärft werden, in der die Nachfrage aus der Bau- und Möbelindustrie allgemein zurückgeht. Parallel dazu steigt der energetische Pelleteinsatz unaufhörlich weiter an; aus den heute schon 120.000 Pelletheizungen sollen laut Deutschem Energie-Pellet-Verband (DEPV) „spätestens im Jahr 2020“ 1 Million Pelletheizungen werden (Holz-Zentralblatt vom 31. Juli 2009). Sobald die Nachfrage aus der Bau- und Möbelindustrie wieder anzieht, sind unmittelbare Engpässe und weitere Preissteigerungen absehbar. Verschärft wird dies noch durch Vorhaben, Bioraffinerien und BTL-Anlagen mit Holz als Input zu betreiben. Das Deutsche Biomasse-Forschungszentrum (DBFZ) sieht für Deutschland bereits für 2020 eine Unterdeckung von knapp 20 % der zur Verfügung stehenden Holzmasse gegenüber der benötigten Holzmenge (EUWID Neue Energien, Nr. 21 v. 14.10.2009).
- Vor einer zunehmenden Konkurrenzsituation warnt auch die chemische Industrie: „Zwischen den verschiedenen Einsatzgebieten für Biomasse sind erhebliche Nutzungskonkurrenzen heute schon deutlich erkennbar. Bei einem zukünftig verstärkten Einsatz sind steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen dem stofflichen Einsatz in der Chemie und den ungleich größeren Sektoren Energieerzeugung und Treibstoffe zu erwarten. Politische Vorgaben in Form einer isolierten Förderung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe in einzelnen Sektoren drohen Nutzungskonkurrenzen noch zu verstärken. Aufgrund der vergleichsweise geringen Einsatzmengen gingen diese zwangsläufig zu Lasten der chemischen Industrie.“ (VCI 2009)
- Nach einer aktuellen Prognose der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) soll sich in Deutschland der Landbedarf für Bioenergie von heute 1,8 Mio. ha „auf 3,7 Mio. Hektar im Jahr 2020“ vergrößern (EUWID Neue Energien, Nr. 2 v. 27.01.2010). Fraglich ist, ob diese Fläche überhaupt verfügbar sein wird (s.u.).

Vor diesem Hintergrund entstand der „Aktionsplan zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ der Bundesregierung, welcher im September 2009 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, sowie die vorliegende Studie, die neue Förderinstrumente für die stoffliche Nutzung entwickelt, um die genannte und von der Politik so nie gewollte Konkurrenzsituation zwischen stofflicher und energetischer Nutzung zu überwinden.

„Ziel sollte heute sein, die begrenzte Biomasse so effizient wie möglich zu nutzen, so zu nutzen, dass die Nachhaltigkeitsziele optimal erreicht werden – und hier wird die stoffliche Nutzung oft Vorrang haben“; so Staatssekretär Gert Lindemann (BMELV) bei der Vorstellung des Aktionsplans (Lindemann 2009).

Die Studie hat sich vor diesem Hintergrund das Ziel gesetzt, ein übergreifendes Instrumentarium für alle industriellen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe zu entwickeln, das vor allem unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes die aktuellen Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen kurzfristig reduziert und mittelfristig überwindet.

## Agrarökonomische Analysen und makro-ökonomische Effekte (vgl. Kapitel 3.2 und 3.3)

Die Analysen haben gezeigt, dass die Fördermaßnahmen in der energetischen Nutzung in vielen Fällen 50 % bis 80 % der Umsatzerlöse ausmachen. Die Förderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette liegen umgerechnet auf die Anbaufläche zwischen 300 und 3.600 €/ha, wobei Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe (inzwischen) am unteren Ende liegen und kleine Biogasanlagen, Bioethanol und BTL am oberen Ende. Demgegenüber bestehen für stofflich genutzte nachwachsende Rohstoffe nur für einzelne wenige Produktlinien zeitlich begrenzte Fördermaßnahmen, die zudem weniger stark in die Wettbewerbsfähigkeit eingreifen.

**Makroökonomische Effekte: Ergebnisse je Stoffstrom bzw. Hektar**

| Studie | Inhalt | Faktor der direkten Bruttobeschäftigung: stofflich gegenüber energetisch | Faktor der Wertschöpfung (bzw. Umsatz): stofflich gegenüber energetisch |
|---|---|---|---|
| Fallstudie: Gothe und Hahne 2005 (eigene Neuberechnung) | Regionale Wertschöpfung am Beispiel eines deutschen Holzclusters | – | 4 bis 9 |
| Fallstudie: Hanfdämmstoff gegenüber Pflanzenölkraftstoff (Raps, eigene Berechnung) | Vergleich von 1 ha Hanf für Dämmstoff mit 1 ha Raps für Pflanzenölkraftstoff | ca. 8 | – |
| I/O-Analyse: Nusser et al. 2007a | Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe | (3–5) bis 19 | – |
| I/O-Analyse: Pöyry 2006 | Wertschöpfung und Beschäftigung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber energetischer Nutzung | ca. 10 | ca. 6 |
| Clusterstudie: Forst und Holz (Seintsch 2008a, eigene Berechnung) | Makroökonomische Effekte des Clusters Forst und Holz in Deutschland | ca. 7 | – |
| Industriedaten (eigene Berechnung) | Beschäftigung und Umsätze in deutschen Industrien | ≥ 6 | ≥ 8–9 |
| **Ergebnis** | | (3) **5 bis 10** (19) | **4 bis 9** |

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle III: Makroökonomische Effekte im Vergleich*

Weiter unten im Abschnitt „Zusammenfassung: Stoffliche und energetische Nutzung im Vergleich“ findet sich eine Zusammenstellung der detaillierten Ergebnisse aller ökonomischen Analysen in Tabelle V und Abbildung IV (energetische Nutzung) sowie Tabelle VI (stoffliche Nutzung).

Die erheblichen Anreize zur energetischen Nutzung treiben die Preise für entsprechende Rohstoffe sowie die Pachtpreise nach oben. Dies verdrängt andere Nutzungsoptionen dieser Rohstoffe von der verfügbaren Anbaufläche. Unter diesen Rahmenbedingungen können stoffliche Nutzungen kaum die Renditen erbringen, die den Anbau für den Landwirt attraktiv machen.

Die Auswertung neuerer Studien zu den makroökonomischen Effekten nachwachsender Rohstoffe sowie eigenen Erhebungen haben gezeigt, dass das Potenzial der stofflichen Nutzung für Beschäftigung und Wertschöpfung signifikant höher liegt als bei der energetischen Nutzung und zwar um etwa den Faktor 5 bis 10 (bei den direkten Bruttoarbeitsplätzen), bzw. 4 bis 9 (bei der Wertschöpfung) – jeweils bezogen auf den selben Stoffstrom (Masse) bzw. die selbe Anbaufläche. Der Grund hierfür liegt bei den deutlich komplexeren und längeren Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

### Flächenkonkurrenz und -potenziale (vgl. Kapitel 3.4 und 3.5)

Das Flächenpotenzial für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland liegt bei 2 bis maximal 3 Mio. Hektar, wenn man zugrunde legt, dass diese Fläche jedes Jahr, d.h. auch in Jahren hoher Weizenpreise auf dem Weltmarkt, der Industrie zur Verfügung stehen soll. Grundsätzlich kann diese Fläche rein energetisch, rein stofflich oder in einer beliebigen Mischung genutzt werden, wobei die politischen Rahmenbedingungen hier einen maßgeblichen Einfluss haben, da die meisten NaWaRo-Linien ohne Förderung nicht die im Food&Feed-Bereich gewohnten Renditen erbringen können.

Die realisierbaren Flächenpotenziale für die energetische und stoffliche Nutzung sind für Deutschland etwa gleich hoch, da sie ausschließlich von der zur Verfügung stehenden Fläche bestimmt werden und nicht von theoretischen Nachfragepotenzialen im energetischen und stofflichen Bereich.

Unter dem Gesichtspunkt der makroökonomischen Effekte haben stofflich genutzte NaWaRo nach der vorliegenden Analyse deutliche Vorteile. Eine verstärkte stoffliche Nutzung würde bei einer Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) zudem der energetischen Nutzung nicht einmal Biomasse entziehen, sondern dieser nur verzögert zufließen lassen und dabei die Agrarressourcen und -flächen besonders effizient, klimaschonend und mit maximaler Wertschöpfung nachhaltig nutzen.

### Verbände, Interessens- und Lobbystrukturen bei der energetischen und stofflichen Nutzung im Vergleich (vgl. Kapitel 5.2)

Im Energiebereich steht für die Verbände eine Marktsicherung durch politisches Lobbying für die geeignete Gestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderinstrumente im Mittelpunkt.

Der Erfolg im stofflichen Bereich kann aus Verbandssicht dagegen vor allem durch umfassende Marktanalysen und darauf aufbauende Marketingaktivitäten erzielt werden. Durch die Exportorientierung der Branche sind solche Aktivitäten, im Gegensatz zur Bioenergiebranche, nicht auf Deutschland oder Europa beschränkt.

Die Unterschiede liegen in der historischen Ausgangssituation und vor allem in den unterschiedlichen Marktstrukturen begründet. Der Energiebereich ist durch stark regulierte Märkte mit hoher Nachfrage nach standardisierten Produkten (Strom, Wärme, Kraftstoffe) gekennzeichnet, die in erster Linie politisch beeinflusst werden können. Im stofflichen Bereich findet man dagegen weitgehend unregulierte Märkte mit hohem globalem Wettbewerbsdruck.

Hieraus ergibt sich auch, dass eine systemische Förderung des stofflichen Bereiches für die Politik schwerer ist als in dem stärker regulierten Energiebereich.

### Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung (vgl. Kapitel 5.3)

Die höheren gesamtgesellschaftlichen Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung durch höherwertige Produkte und längere Wertschöpfungsketten sowie durch die Möglichkeit des Recyclings und der Kaskadennutzung werden in Bezug auf die regionale Wertschöpfung in den ländlichen Räumen strukturell durch andere entscheidungsrelevante Kriterien für regionale Akteure überlagert.

Aus regionaler Sicht kann die Wertschöpfung unter den aktuellen Rahmenbedingungen strukturell einfacher durch energetische Nutzung erhöht werden. Die strukturellen Unterschiede basieren zu einem wesentlichen Teil auf Subventionen und anderen Anreizen (insb. EEG), die in Deutschland, je nach

Verfügbarkeit und Art der nachwachsenden Rohstoffe, fast flächendeckend in den ländlichen Räumen wirken und absorbiert werden können.

Für die stärkere Hebung sowohl der gesamtgesellschaftlichen als auch der regionalen Wertschöpfungspotenziale im Bereich der stofflichen Nutzung bieten sich verschiedene Strategien an.

Besonders wichtig erscheint die Vermeidung von Rohstoff-Fehlallokationen auf der regionalen Ebene durch die Verdrängung bereits etablierter stofflicher Linien, bzw. die Behinderung des Aus- und Aufbaus stofflicher Linien infolge energetischer Nutzung. Hierzu sollte Transparenz über Wertschöpfungs-, Arbeitsplatz- und $CO_2$-Effekte hergestellt werden durch verbindliche Prüfungsvorgaben im Sinne eines regionalen Ressourcenmanagements für neue (größere) Energievorhaben (Analyse der lokalen Stoffströme und Konkurrenzsituationen, Auswirkungen neuer energetischer auf konkurrierende Nutzungen, Wertschöpfung und Arbeitsplätze), durch Förderung von regionalem Ressourcenmanagement und regionalen Biomassekonzepten für stoffliche und energetische Nutzung sowie durch gezielte Informationen der regionalen Akteure über die höheren Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung und deren Inwertsetzung.

Eine Verdrängung oder Gefährdung bestehender stofflicher durch neue energetische Nutzungslinien richtet gesamtgesellschaftlich und unter Umständen auch regional erheblichen Schaden bei Wertschöpfung und Arbeitsplätzen an. Dies ist vor allem deshalb kritisch, weil die Neuansiedlung komplexer stofflicher Linien so schwer ist. Der Erhalt bestehender stofflicher Linien ist daher von hoher Bedeutung, zumal diese Linien zum Fortbestehen entweder nur einen fairen Wettbewerb zum Energiesektor brauchen, oder aber eine Förderung weit unter der der energetischen Linien.

### Versorgungssicherheit durch stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (vgl. Kapitel 6.4.2)

Während es im Energiebereich mit erneuerbaren Energien wie Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft und Geothermie viele Alternativen gibt, wird die Situation bei der Rohstoffversorgung der Industrie prekärer. Sonne, Wind und auch Kernenergie liefern Energie, aber keine Materie und keine Rohstoffe für die (werk)stoffliche Nutzung.

Zur Sicherung der Rohstoffbasis der deutschen Industrie sind ein umfassendes Ressourcenmanagement und eine Rohstoffdiversifizierung unter Einbeziehung von Agrarrohstoffen unverzichtbar. Dabei ist der Einsatz von Agrarrohstoffen in der Industrie so unverzichtbar wie im Lebens- und Futtermittelbereich. Woher sollen sonst zukünftig, wenn das Erdöl neue Preisrekorde erzielen wird, die Rohstoffe für all die Produkte herkommen, die uns alltäglich umgeben? Die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist eine Schlüsseltechnologie zur sicheren Versorgung der Industrie mit Rohstoffen, und ihre Bedeutung wird kontinuierlich zunehmen.

Bei der Vorstellung des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe am 8. September 2009 sagte Frau Ministerin Ilse Aigner, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Sicherung der Rohstoffversorgung Deutschlands unverzichtbar sei. Weiter heißt es im Aktionsplan im Vorwort von Ministerin Ilse Aigner sowie im weiteren Text:

> „... die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe leistet einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz, zur Einsparung fossiler Ressourcen, zur Verbreiterung der heimischen Rohstoffbasis und zur Stärkung ländlicher Räume. ... Die chemische Industrie ist bei der Produktion organischer Verbindungen auf kohlenstoffhaltige Rohstoffquellen angewiesen. Nachwachsende Rohstoffe bilden die einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle.“ (BMELV 2009)

Der eigentliche Engpass bei pflanzlichen Lebens- und Futtermitteln betrifft weltweit Proteine, nicht Kohlenhydrate oder Pflanzenöle. Die Proteinversorgung kann aber gerade durch Biokraftstoffe der ersten Generation (Biodiesel, Bioethanol), durch entsprechende stoffliche Nutzungen sowie verschiedene Bioraffinerie-Konzepte gesichert werden: Hier fallen Proteine als Nebenprodukte an, die bei der Tierfütterung bereits eine wichtige Rolle spielen. Man könnte also an sich die NaWaRo-Nutzung von Raps, Mais oder Weizen als Nebenprodukt der Proteingewinnung verstehen. Die NaWaRo-Linien brauchen die Kohlehydrate, die Lebens- und vor allem Futtermittelindustrie braucht die Proteine. Bei richtigem Ressourcenmanagement gibt es keinen Konflikt zwischen Lebens- und Futtermitteln auf der einen und technischen Nutzungen auf der anderen Seite.

### Kaskadennutzung und Ressourceneffizienz (vgl. Kapitel 6.4.2)

Das Motto der Kaskadennutzung ist: „Erst stofflich, dann energetisch nutzen – verbrennen kann man nur einmal!“. Eine hohe Ressourceneffizienz bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist nur über eine Kaskadennutzung zu erreichen, bei der zunächst die einmalige oder mehrfache stoffliche Nutzung (Kreislaufwirtschaft) und am Lebensende erst die energetische Nutzung steht. Auch die Neben- und Abfallströme werden dabei möglichst umfassend stofflich und/oder energetisch genutzt. Eine höhere Ressourceneffizienz ist dabei unmittelbar mit höheren Treibhausgas-Einsparungen verbunden (s.u.).

Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft sind im Rahmen einer modernen Nachhaltigkeitsstrategie die Leitparameter für neue politische Rahmenbedingungen zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im stofflichen und energetischen Bereich.

### Ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung (vgl. Kapitel 4.2.2)

Die große Mehrheit der stofflichen Linien zeigt deutliche Energie- und Treibhausgas (THG)-Einsparungen gegenüber den fossilen Referenzprodukten. Ein Vergleich zwischen energetischer und stofflicher Nutzung ist nur indirekt über die Anbaufläche möglich: Welche THG-Einsparung ist auf 1 Hektar durch die energetische Nutzung und die Substitution fossiler Energieträger möglich und welche THG-Einsparung wird erzielt, wenn stattdessen auf 1 Hektar durch die stoffliche Nutzung ein petrochemisches Produkt substituiert wird?

Die meisten Studien sprechen den stofflichen Linien mindestens gleiche, häufig sogar deutlich größere Effekte im Vergleich zu Biokraftstoffen der ersten Generation zu (jeweils auf dieselbe Anbaufläche bezogen). Die stofflichen Linien mit den höchsten Energie- und THG-Einsparungen liegen dabei sogar deutlich über den Bilanzen der zweiten Generation von Biokraftstoffen. Im Durchschnitt über alle stofflichen Produktlinien kann eine Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) angesetzt werden.

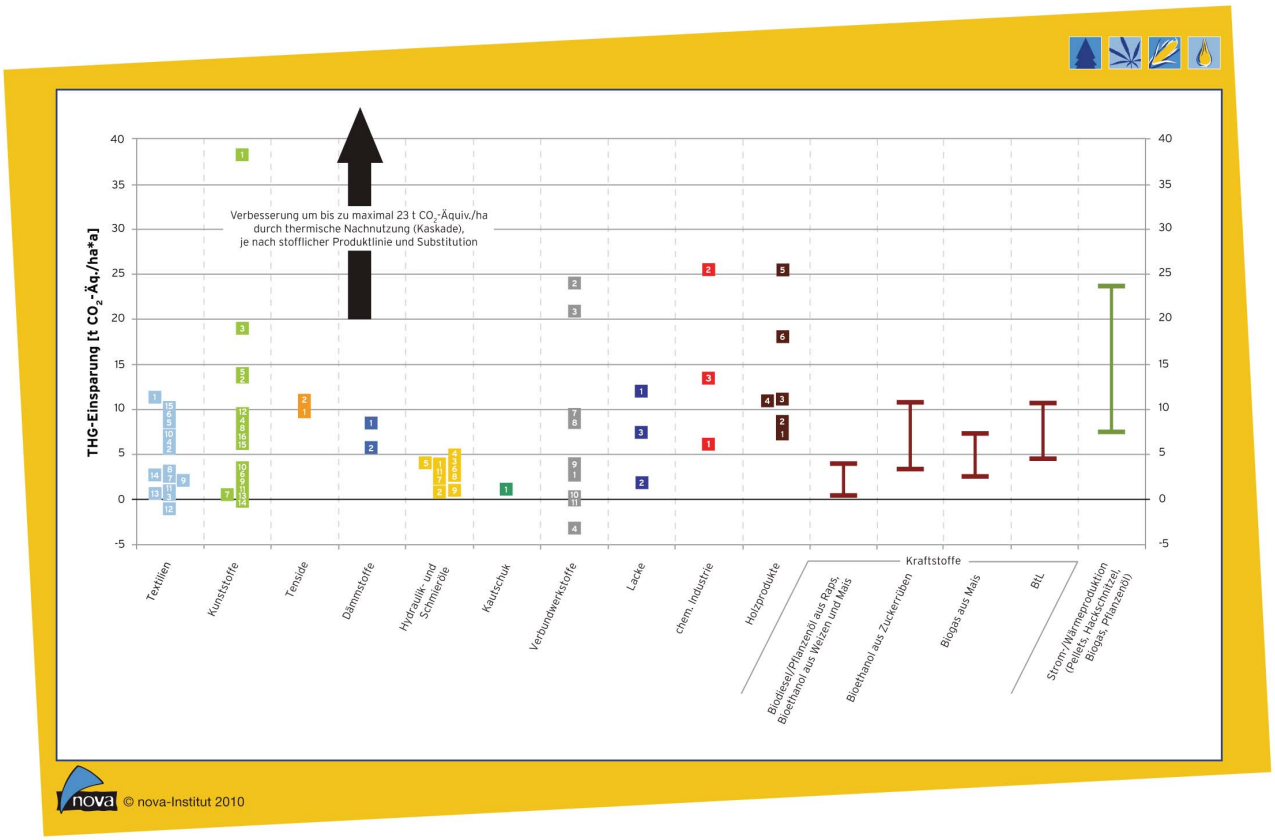



*Abbildung III: THG-Einsparungen in t $CO_2$-Äq./(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung. Der schwarze Pfeil deutet die zusätzliche maximale THG-Einsparung bei Kaskadennutzung an.*

Die ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung wird noch besser, wenn man die Effekte der längerfristigen Kohlenstoff-Speicherung und das Potenzial zur Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“, siehe Pfeil in Abbildung III) mit einbezieht; hierdurch kann im groben Mittel eine zusätzliche Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a) erzielt werden, bei einigen Produktlinien auch deutlich mehr.

Zudem werden in vielen Linien durch Skaleneffekte in der Produktion und technische Optimierung der Prozessketten zukünftig noch günstigere $CO_2$-Bilanzen erwartet: In vielen Fällen treten bislang neue, wenig optimierte NaWaRo-Produkte gegen über Jahrzehnte optimierte fossile Produkte an.

Unter dem Gesichtspunkt der Energie- und Treibhausgaseinsparungen pro Fläche macht es Sinn, sich künftig stärker mit den Potenzialen der stofflichen Nutzung zu beschäftigen. Und auch mit der Ökobilanzierung selber, die für die stoffliche Nutzung noch der methodischen Weiterentwicklung und Standardisierung bedarf, um auf das hohe Niveau der Bilanzierungen der energetischen Nutzung zu kommen und dann mit zukünftigen Ökobilanzen einen umfassenden und belastbaren Vergleich unterschiedlicher stofflicher und energetischer Nutzungen zu ermöglichen.

### $CO_2$-Speicherung durch langlebige Produkte der stofflichen Nutzung (vgl. Kapitel 6.4.2)

Die Speicherung von $CO_2$ über die Lebenszeit der Produkte, die zwischen Wochen und mehreren Jahrzehnten liegen kann, ist ein Spezifikum der stofflichen Nutzung, dessen Bedeutung für den Klimaschutz kontrovers diskutiert wird.

Es geht zunächst darum, auf Prozessketten und Anwendungen zu setzen, die möglichst effizient $CO_2$ durch Substitution fossiler Produkte einsparen. Hier zeigt die stoffliche Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung gute Ergebnisse (s.o.). Zusätzlich kann die stoffliche Nutzung große Mengen an $CO_2$, das die Pflanzen der Atmosphäre entzogen haben, über einen längeren Zeitraum binden. Durch eine verstärkte stoffliche Nutzung könnten so erhebliche Mengen an $CO_2$ gebunden und die Atmosphäre so, gerade in der für das Weltklima kritischen Zeitspanne der nächsten 20 Jahre, unmittelbar entlastet werden.

Unter Experten wird kontrovers diskutiert, ob die Speicherung von $CO_2$ über einen längeren Zeitraum durch Produkte der stofflichen NaWaRo-Nutzung einen relevanten Zusatznutzen zur Erreichung der Klimaschutzziele darstellt. Wenn dies der Fall wäre, sollte dies in künftigen politischen Regularien honoriert werden.

Auch die im Rahmen der Studie durchgeführten Unteraufträge konnten hier noch keine endgültige Klärung bringen. So sieht Ecofys (vgl. Kapitel 6.3.8.1) zwar deutliche Vorteile bei der stofflichen Kaskadennutzung, nicht aber durch die Speicherung an sich. Demgegenüber sieht PE International einen methodischen Handlungsbedarf, die $CO_2$-Speicherung in bestehende Verfahren adäquat zu integrieren: „Im Rahmen der gängigen Lebenszyklusanalyse werden in der Regel nur die Substitutionseffekte berücksichtigt, während der zeitliche Faktor unberücksichtigt bleibt. Die Notwendigkeit einer Erweiterung der gängigen Praxis der Lebenszyklusanalyse zur Berücksichtigung von Zeit/Speichereffekten ist bereits erkannt (siehe PAS 2050) und steht prinzipiell nicht im Widerspruch zur ISO 14040/44. Allerdings besteht noch kein Konsens über das „wie“; d.h. die Quantifizierung dieser Effekte.“ (vgl. Kapitel 4.2.3)

## Biodiversität und Naturschutz (vgl. Kapitel 5.4)

Im Gegensatz zur Bioenergie umfasst die stoffliche Nutzung eine Reihe wirtschaftlich genutzter Nischenkulturen mit großem Wert für die Agrobiodiversität. So zeigt die Verteilung der Anbauflächen zur stofflichen Nutzung in Deutschland neben einer Konzentration auf wenige Massenkulturen (Stärkepflanzen, Raps und Zuckerrübe) eine hohe Vielfalt an Nischenkulturen (Medizinal-, Färbe-, Öl- und Faserpflanzen) auf ca. 8 % der für Industriepflanzen genutzten Anbaufläche in Deutschland. Wo von der Natur bereitgestellte komplexe Moleküle und Strukturen stofflich genutzt werden, entsteht eine hohe Nutzpflanzenvielfalt.

Allein in Deutschland wird ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5 bis 30 % aller Tier- und Pflanzenarten für die nächsten Jahrzehnte als wahrscheinlich angesehen. Viele der stofflichen Nutzungswege leisten flächenbezogen einen deutlich höheren Beitrag zum Klimaschutz als die Nutzung von Energiepflanzen für Biokraftstoffe. Damit trägt die stoffliche Nutzung auch zu einer stärkeren Abmilderung des weltweiten klimaverursachten Artenschwunds bei.

Konkrete Vergleiche einzelner Nutzpflanzenarten zeigen die positiven Biodiversitätseffekte der Nischenkulturen aus dem Bereich der stofflichen Nutzung. Hauptgründe liegen in einem relativ geringen Nährstoff- und Pflanzenschutzbedarf vieler dieser Kulturen sowie in deren positiver Wirkung auf

die Folgefrüchte (z.B. geringerer Unkraut- und Schädlingsdruck, Humusanreicherung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit). Zudem werden häufig von den Massenkulturen abweichende Kulturzeiten (z.B. Sommerungen) und Anbauverfahren praktiziert, die zu einer höheren Vielfalt der Lebensbedingungen beitragen.

Zur Erzeugung von Zucker, Stärke und Pflanzenöl für Nahrungs- und Futtermittel, Bioenergie und die stoffliche Nutzung (u.a. Bioraffinerie) dienen jeweils die gleichen Nutzpflanzenarten (Weizen, Raps, Zuckerrübe). Wesentliche nutzungsspezifische Unterschiede in der Biodiversitätswirkung sind hier nicht zu erwarten.

Kurzumtriebsplantagen, die bisher vor allem für die energetische Nutzung von Interesse sind, aber künftig auch als Rohstofflieferanten für die Holzwerkstoffindustrie und für Bioraffinerien in Frage kommen, haben eine im Vergleich zu Ackerkulturen günstigere Wirkung auf die Biodiversität und könnten daher eine sinnvolle Ergänzung zum Anbau Stärke und Zucker liefernder Pflanzen werden.

### Image der stofflichen Nutzung in Politik, Industrie und Öffentlichkeit (vgl. Kapitel 5.5)

Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Form unterschiedlichster bio-basierter Produkte hat in Politik, Industrie und Öffentlichkeit insgesamt ein gutes Image, das vor allem auf folgenden Zuordnungen beruht: Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit, Gesundheit, Versorgungssicherheit durch Rohstoffdiversifizierung sowie Innovation und Beschäftigung. Bio-basierte Produkte sind wie geschaffen für die Herausforderungen der Zukunft.

Dieses positive Image kann von Unternehmen zur Platzierung ihrer NaWaRo-Produkte aktiv genutzt werden, was im Jahr 2009 sogar bei einigen größeren Unternehmen bereits umgesetzt wurde (z.B. „Zukunft hat nur, was nachwächst“ – unter diesem Motto startete Tetra Pak im Juli 2009 eine groß angelegte Umweltkampagne für Verbraucher und Meinungsbildner (Tetra Pak 2009)). Das positive Image stellt zudem eine gute Basis für eine Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen der stofflichen Nutzung dar, die in den letzten Jahren gegenüber der energetischen Nutzung immer mehr ins Hintertreffen geraten ist.

Es erscheint allerdings wenig sinnvoll, übergreifende Kampagnen für die stoffliche Nutzung zu fahren („Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz und auch noch Arbeitsplätze – Stoffliche Nutzung – wie cool ist das denn?“), sondern eher produkt- und branchenspezifische Maßnahmen zu entwickeln. Zu unterschiedlich sind die jeweiligen Wahrnehmungen und potenziellen Pluspunkte in den verschiedenen stofflichen Anwendungen.

Eine Ausnahme stellt dabei das potenzielle Negativ-Image infolge des vermeintlichen Konfliktes zum Foodbereich dar. Hier könnte eine übergreifende Kampagne mit guten Hintergrundinformationen zur Versachlichung der Diskussion nützlich sein.

Und schließlich sollte – auch übergreifend – das positive Image der stofflichen Nutzung in Bezug auf Nachhaltigkeit rasch durch eine Ausweitung der Nachhaltigkeitsverordnung abgesichert werden, die bislang nur für Biomassestrom und Biokraftstoffe gilt. Die Beispiele aktueller Marktplatzierungen von NaWaRo-Produkten zeigen, dass die Unternehmen das Thema bereits intensiv aufgreifen, ohne aber im stofflichen Bereich auf eine entsprechende Verordnung zurückgreifen zu können. Andernfalls könnte das positive Image spätestens bei der nächsten Food-Krise in Gefahr geraten.

## Zusammenfassung: Stoffliche und energetische Nutzung im Vergleich

Die folgende Tabelle IV fasst die Ergebnisse der Untersuchungen, die im bisherigen Text erläutert und diskutiert wurden, in einer Tabelle für die energetische und stoffliche Nutzung vergleichend zusammen.

Vertiefend fasst die folgende Tabelle V die Ergebnisse aller ökonomischen Analysen der verschiedenen Förderinstrumente für die energetische Nutzung und auch Photovoltaik sowie die entsprechenden $CO_2$-Einsparungen zusammen.

Aus den Daten der Tabelle V resultiert die folgende Abbildung IV, welche die Förderung – entlang der Wertschöpfungskette – in Euro je Tonne eingesparten $CO_2$-Äquivalenten zeigt. Nach den Reduzierungen der Steuerbefreiungen für Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff liegt nun die Förderung pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten am niedrigsten, während die Förderung von Bioethanol die höchsten Werte erreicht.

Der Vergleich zwischen Bioenergie und Photovoltaik mag überraschen: Die Förderung von PV-Freiflächenanlagen lag im Jahr 2009 pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten bereits unter der Förderung für Bioethanol durch die Beimischungsquote (Berechnungsmethode „max.“). Mit den weiteren Absenkungen der Förderung für PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2010 liegt die Solarförderung, abgesehen von der Förderung von Dachanlagen und der (in Abbildung IV nicht dargestellten) Förderung auf Konversionsflächen inzwischen sogar am unteren Ende der Förderung von Biokraftstoffen. PV-Anlagen auf Ackerflächen erhalten ab Juli 2010 gar keine Förderung mehr.

Zwar werden PV-Freianlagen immer noch pro Hektar deutlich stärker gefördert als Biokraftstoffe, dafür sparen die Anlagen aber auch entsprechend deutlich mehr $CO_2$-Äquivalente pro Hektar ein (siehe Tabelle V), so dass sich insgesamt pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten eine vergleichbare Förderung (außer für Anlagen auf Ackerflächen, die demnächst keinerlei Förderung mehr erhalten) ergibt (siehe Abbildung IV).

**Umfassender Vergleich zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe**

| Kriterium | Energie | Stofflich |
|---|---|---|
| Beschäftigung und Wertschöpfung je Stoffstrom bzw. Hektar | Kurze, einfache Wertschöpfungsketten (WSK) | Beschäftigung ca. um den Faktor 5–10 und Umsatz ca. um den Faktor 4–9 höher verglichen mit energetischer Nutzung; überwiegend lange, komplexe WSK |
| Biodiversität | Nur wenige große Kulturen wie Weizen, Raps, Mais und Zuckerrüben, hoher Nährstoff- und Pflanzenschutzbedarf; Risiko von Monokulturen | Auf über 10 % der Anbaufläche viele verschiedene Nischenkulturen mit geringem Nährstoff- und Pflanzenschutzbedarf; kein Unterschied im Fall von großen Kulturen |
| $CO_2$-/THG-Reduktion pro ha | Signifikante Reduktion verglichen mit fossiler Energie | Oft höhere Reduktion verglichen mit energetischer Nutzung; langfristige $CO_2$-Bindung |
| Nutzungskaskaden | Keine Nutzungskaskaden | Mehrfache stoffliche und abschließende energetische Nutzung möglich |
| Zukünftige Bedeutung | Gering – viele Alternativen (Solar, Wind) | Hoch – keine Alternativen! |
| Märkte | Hoch regulierte, standardisierte Produkte (außer Biokraftstoffe: lokale Märkte) | Vielfältige Produkte, unregulierte Märkte, globaler Wettbewerb |
| Politische Förderung | Hoch | Gering und zeitlich begrenzt |
| Wachstum der Anbaufläche in Deutschland | Verzehnfachung in den letzten 10 Jahren | Kein Wachstum im letzten Jahrzehnt |

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle IV: Stoffliche und energetische Nutzung im Vergleich*

| | Grundlage der Förderung | Förderung in ct/l oder ct/kWh | Ertrag in l/ha oder kWh/ha (Kraftstoff-äquivalent) | Förderung in €/ha | $CO_2$-Ein-sparung je Hektar (in t $CO_2$-Äquiv.) | Förderung in € je t eingesparten $CO_2$-Äquiv. | Anteil der Förderung am Umsatz bzw. Höhe der Preisstützung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Biodiesel (Raps) | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 28,75* | 1.450 | 417 | 3,0 | 139 | 20–35 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 20–50 (real) | 1.450 | 290–725 | 3,0 | 97–242 | 20–60 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60 (max.) | 1.450 | 870 | 3,0 | 290 | 50–80 % |
| Pflanzenölkraftstoff (Raps) | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 28,89* | 1.480 | 428 | 3,0 | 143 | 20–35 % |
| Bioethanol | | | | | | | |
| aus Getreide | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 65,45 | 1.660 | 1.086 | 3,7 | 294 | ca. 45 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60–85 (real) | 1.660 | 996–1.411 | 3,7 | 269–381 | 50–85 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 90 (max.) | 1.660 | 1.494 | 3,7 | 404 | 70–90 % |
| aus Zuckerrüben | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 65,45 | 4.054 | 2.653 | 9,4 | 282 | ca. 45 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60–85 (real) | 4.054 | 2.432–3.446 | 9,4 | 259–367 | 50–85 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 90 (max.) | 4.054 | 3.649 | 9,4 | 388 | 70–90 % |
| BtL | EnStG | 65,45 | 3.910 | 2.559 | 10,0 | 256 | k. A. |
| Biogas (Mais)** | EEG | 5–16 | 20.000 | 1.000–3.200 | 7,4 | 135–432 | 40–80 % |
| Freiflächen Photovoltaikanlage** | EEG | 23–29 | 270.000 | 62.100–78.300 | 185,0 | 336–423 | 70–90 % |

Quellen: nova 2009, Schmitz et al. 2009, *nach Minderung der Steuerreduktion, **vor Degression der Vergütungssätze zum 1.1.2010

© nova-Institut 2010

*Tabelle V: Förderung erneuerbarer Energien und $CO_2$-Minderungspotenziale pro Hektar (Deutschland 2009)*

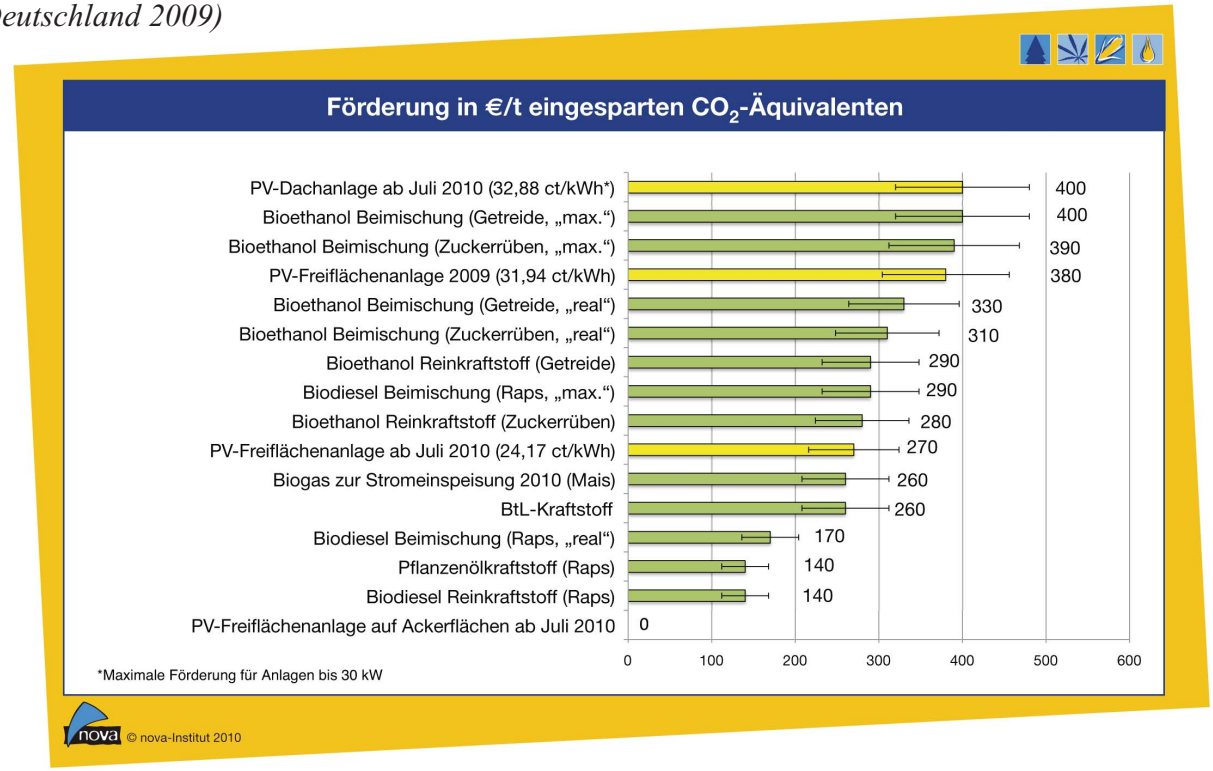



*Abbildung IV: Bioenergie und Photovoltaik: Förderung in Euro je Tonne eingesparten $CO_2$-Äquivalenten (Bezugsjahr 2009, wenn nicht anders angegeben; PV: Stand April 2010)*

### Stoffliche Nutzung

Bei der stofflichen Nutzung gibt es im Vergleich zur Bioenergie keine umfassenden oder langjährigen finanziellen Förderungen. Tabelle VI zeigt die wichtigsten Förderinstrumente, die seit 2001 für die stoffliche Nutzung in Deutschland zum Tragen kamen. Es handelt sich um Instrumente, die auf lediglich wenige ausgewählte Produktlinien zugeschnitten, zeitlich klar begrenzt sowie zur Hälfte bereits nicht mehr in Kraft sind: Die EU-Verarbeitungsbeihilfe für Hanf- und Flachskurzfasern, die Markteinführungsprogramme für Naturfaserdämmstoffe und Bioschmierstoffe sowie die Befreiung von Biokunststoffverpackungen von den Lizenzgebühren für das Duale System Deutschland (DSD).

Die Tabelle VI zeigt, dass die genannten stofflichen Fördermaßnahmen bei der Förderung pro Hektar und der Förderung pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten in derselben Größenordnung wie bei der energetischen Nutzung lagen, nicht jedoch beim „Anteil der Förderung am Umsatz“. Die Höhe der Preisstützung und damit einer möglichen Marktverzerrung war selbst bei den wenigen Fördermaßnahmen im stofflichen Bereich mit 7 bis 30 % deutlich geringer als bei den energetischen Linien mit 20 bis 90 % (vgl. Tabelle V).

## Bestandsaufnahme aktueller Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der stofflichen Nutzung (vgl. Kapitel 6.1)

In vielen Ländern und Regionen gibt es strategische Bekenntnisse, Aktionspläne und Initiativen für die Stärkung und den Ausbau der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Dennoch ist weltweit kein konsistentes, übergreifendes Konzept zur Unterstützung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung erkennbar.

Bisher wurden vor allem sektorale Maßnahmen mit begrenzter Wirkung umgesetzt, die auf ausgewählte Produktbereiche abzielen. Kunststofftragetaschen sind dabei die auffälligsten Produkte und werden vor allem wegen des Aspekts der unmittelbaren Umweltverschmutzung von Seiten der Abfallpolitik angegangen.

Während in vielen Ländern Forschung und Entwicklung sowie Information und Kommunikation als besonders wichtige Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen werden, gibt es in anderen Bereichen deutliche Unterschiede.

So nutzte Deutschland vor allem Verordnungen und Markteinführungsprogramme, um z.B. Biokunststoffe, Schmierstoffe oder Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu unterstützen. In vielen Ländern werden Steuern und Abgaben eingesetzt, um z.B. umweltfreundlichere Produktoptionen zu unterstützen, wovon auch bio-basierte Produkte profitieren (u.a. in Belgien, Frankreich, Irland, Italien, Malta, den Niederlanden, Rumänien, den USA, Japan, Taiwan sowie einigen afrikanischen Ländern). Fast ebenso oft werden Gebote und Verbote sowie zum Teil auch Quoten/Mindestanteile hierzu genutzt, wie z.B. in Japan, Frankreich, Großbritannien (regional), Schweiz, Spanien, den USA, afrikanischen Ländern, China, Indien, Taiwan und Türkei (regional).

Freiwillige Vereinbarungen, z.B. zwischen Handel und Verbrauchern, finden sich in Großbritannien, den Niederlanden, Australien und Japan. Programme für den öffentlichen Einkauf („public procurement“) werden in Großbritannien, den Niederlanden und vor allem den USA ernst genommen, um bio-basierte Produkte zu fördern. Maßnahmen zur Normung und Standardisierung bio-basierter Produkte findet man in den USA und der EU.

Eine Kosten-Nutzen-Bilanz kann für die meisten Instrumente und Maßnahmen nicht ermittelt werden,

da sie größtenteils erst in den letzten Jahren eingeführt wurden oder sich derzeit unmittelbar in der Einführung befinden und eine Evaluierung bisher nicht erfolgte.

Interessant ist, dass die meisten Instrumente und Maßnahmen beim privaten, industriellen oder öffentlichen Endverbraucher ansetzen und dabei der Marktzugang durch entsprechend gestaltete sektorale Steuern, Abgaben, Quoten, Gebote und Verbote erzielt werden soll. Wäre es nicht wirkungsvoller und nachhaltiger, nachwachsende Rohstoffe insgesamt auf der Ebene der produzierenden Industrien – die ja letztendlich über den Rohstoffeinsatz entscheiden – attraktiver zu gestalten?

**Genutzte Förderinstrumente für stoffliche Produktlinien (2001 bis 2012)**

| | Zeitraum der Förderung | Förderung in €/t | Ertrag in t/ha | Förderung in €/ha | $CO_2$-Einsparung je Hektar (in t $CO_2$-Äquiv.) | Förderung in € je t eingesparten $CO_2$-Äquiv. | Anteil der Förderung am Umsatz bzw. Höhe der Preisstützung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EU-Verarbeitungsbeihilfe für Hanf und Flachs | WJ 2001/02 bis WJ 2011/12* | 90 (Hanf- und Flachskurzfasern) | ca. 1,5 (Hanffasern) | ca. 135 | ca. 10 | 13,5 | ca. 15 % |
| Befreiung von Biokunststoffen von der Rücknahmepflicht gemäß § 16 der Verpackungsverordnung | 1.1.2009 bis 31.12.2012 | ca. 720 | ca. 2–6 t PLA (aus Weizen, Mais oder Zuckerrüben) | 1.440–4.320 | ca. 5–10 | ca. 144–864 | ca. 7–14 % |
| Markteinführungsprogramm Naturfaserdämmstoffe | 2003 bis 2007 | 998 €/t Fasern bzw. 35 €/$m^3$ Dämmstoff | ca. 1,5 (Hanffasern) | ca. 1.500 | ca. 5–10 | 150–300 | ca. 30 % |
| Markteinführungsprogramm für Bioschmierstoffe | 2001 bis 2008 | Förderung der Erstausrüstung und Umrüstung von Maschinen auf biogene Schmierstoffe in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses; Umrechnung auf Förderung je Stoffstrom oder Hektar nicht ohne weiteres möglich. | | | | | |

Quelle: nova 2009, *ein Wirtschaftsjahr (WJ) dauert vom 1.7. bis zum 30.6.

© nova-Institut 2010

*Tabelle VI: Genutzte Förderinstrumente für stoffliche Produktlinien (2001 bis 2012)*

## Das neue Förderinstrumentarium für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (vgl. Kapitel 6.4.3 und 6.4.6)

Im Mittelpunkt der Studie steht die Entwicklung eines übergreifenden Instrumentariums zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung. Die Entwicklung eines übergreifenden Instrumentariums anstelle vielfältiger sektoraler Maßnahmen steht in Einklang mit den Erfahrungen aus der Bioenergieförderung, der aktuellen politischen Diskussion in Brüssel und Berlin sowie den Stellungnahmen und Forderungen von Verbänden und Experten der stofflichen Nutzung.

Ziel ist es, zu einem übergreifenden Instrumentarium für alle industriellen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe zu kommen, das vor allem unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes die aktuellen Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen kurzfristig reduziert und mittelfristig überwindet.

Die Studie schlägt hierzu zwei Hauptinstrumente vor, die „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“ sowie den „Ausbau von Len-

kungssteuern“. Im Gegensatz zum Ausbau von Lenkungssteuern, die alle Rohstoffe erfassen, bezieht sich die Basisförderung nur auf den Agrarbereich. Der Forstbereich benötigt im Konsens mit Branchenvertretern keine entsprechende Basisförderung, sondern vor allem eine Ende der Bevorzugung der energetischen Nutzung von Holz in möglichst allen Regularien sowie eine Stärkung der Kaskadennutzung. (vgl. Kapitel 6.4.7)

Die Analysen zeigen, dass beide Ansätze – Förderung auf Basis der flächenbezogenen Vermeidung von $CO_2$-Äquiv.-Emissionen sowie der Ausbau von Lenkungssteuern auf fossile Kohlenstoffträger – gut mit den gesetzten Zielen harmonisiert.

Die Größe „Vermiedene $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“ führt die Förderung auf eine sachliche und nachvollziehbare Basis zurück, führt zu einem einheitlichen und kalkulierbaren Markteingriff, der unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes Marktverzerrungen überwindet, und lässt ansonsten die Kräfte des freien Marktes walten. Der Ansatz kommt auch dem Wunsch nach einfachen, klaren und praktikablen Regeln entgegen. Die Steuerungswirkung ist automatisch im Einklang mit entsprechenden politischen Zielvorgaben.

Durch den Ausbau von Lenkungssteuern sollen fossile Kohlenstoffträger auch in der stofflichen Nutzung teurer werden, wodurch der Einsatz nachwachsender Rohstoffe insgesamt an Attraktivität gewinnt.

Produktionskostenerstattung und Lenkungssteuer könnten sich dabei gegenseitig ergänzen. Bei konsequenter Umsetzung und entsprechender Höhe einer Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger kann zwar zunehmend auf andere Instrumente verzichtet werden. In einer Übergangsphase könnten aber die Einnahmen aus einer solchen Lenkungssteuer zur Finanzierung der Produktionskostenerstattung genutzt werden. Das bedeutet, dass beide Instrumente parallel und verzahnt zum Einsatz kommen könnten.

Bevor die beiden Hauptinstrumente (Handlungsebene 1) detailliert vorgestellt werden, soll das gesamte vorgeschlagene Förderinstrumentarium vorgestellt werden.

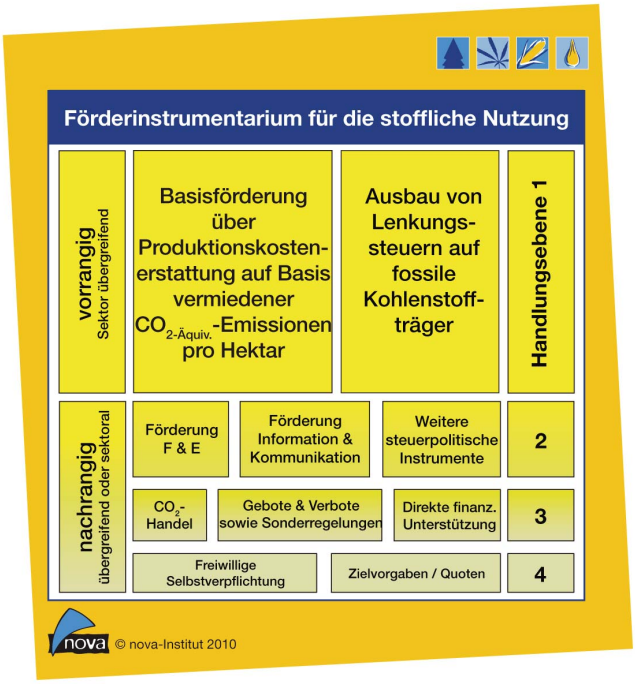



*Abbildung V: Struktur des erarbeiteten Förderinstrumentariums*

Vorrangig und Sektor übergreifend stehen auf Handlungsebene 1 die schon erwähnten Instrumente der „Basisförderung für die stoffliche Nutzung“ sowie der „Ausbau von Lenkungssteuern“. Auf den weiteren Handlungsebenen folgen flankierende Instrumente, die sektoral oder auch übergreifend sein können. Nachfolgend werden den Instrumenten der Handlungsebene 2 besondere Bedeutung beigemessen: „Förderung von Forschung und Entwicklung“ und „Förderung von Information & Kommunikation“, die beide auf einen breiten Konsens bei Politik, Verbänden, Industrie und Forschung stoßen, wie dies auch der „Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ zeigt (BMELV 2009).

Für ebenso wichtig halten die Experten der stofflichen Nutzung (weitere) steuerpolitische Instrumente, wie sie bereits in anderen Ländern oder auch bei der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu finden sind.

Auf Handlungsebene 3, also mit mittlerer Bedeutung, finden sich die Einbeziehung der stofflichen Nutzung in den $CO_2$-Handel (der sich allerdings methodisch als recht kompliziert erweist (vgl. Kapitel 6.3.8.1)), mit Sorgfalt ausgewählte Gebote & Verbote sowie Sonderregelungen und direkte finanzielle Unterstützungen – z.B. in Form von zeitlich begrenzten Markteinführungsprogrammen. (vgl. Kapitel 6.4.6)

Die Instrumente auf Handlungsebene 4 werden klar als nachrangig betrachtet, freiwillige Selbstverpflichtungen als kaum realisierbar angesehen und Zielvorgaben und Quoten von einigen Branchen sogar strikt abgelehnt. (vgl. Kapitel 6.4.6)

## Handlungsebene 1

### Basisförderung über Produktionskosten-erstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar (vgl. Kapitel 6.4.4)

Im Folgenden soll kurz skizziert werden, wie eine solche Basisförderung konkret aussehen könnte und wie die notwendigen finanziellen Mittel aufgebracht werden können.

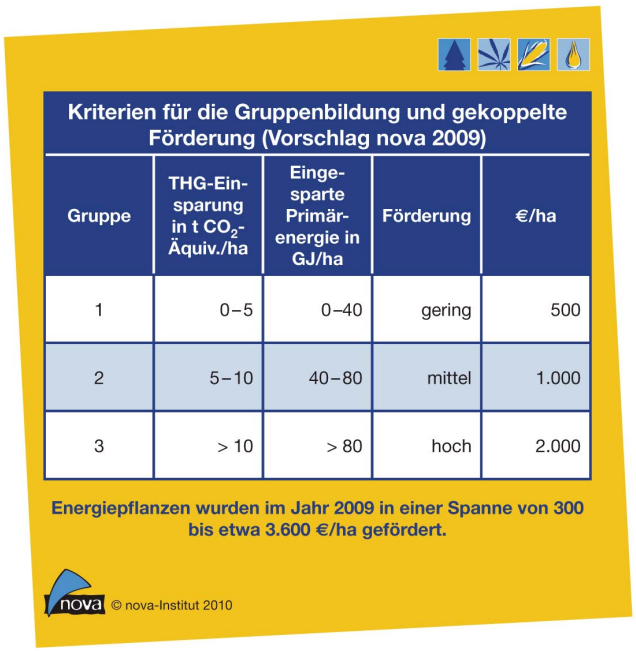
Das produzierende Unternehmen, das nachwachsende Rohstoffe in der Produktion einsetzen möchte oder bereits einsetzt, stellt einen Antrag auf finanzielle Förderung des Rohstoff-Einsatzes („Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“) in benannten stofflichen Produktlinien. Grundvoraussetzung für die Förderung ist dabei eine Nachhaltigkeitszertifizierung, wie sie bereits für Biomassestrom und Biokraftstoffe eingeführt wurde.

Das Unternehmen legt nun eine oder mehrere Ökobilanzen nach neuestem Standard für die betreffenden bio-basierten Produkte vor. Diese Ökobilanzen können unmittelbar auf die eingesetzten NaWa-Rohstoffe und das produzierte Produkt des Unternehmens bezogen sein oder auch auf die entsprechende Produktgruppe, die ein entsprechender Verband beauftragt hat.

Ein Expertengremium prüft die Güte der vorgelegten Ökobilanz(en) und nimmt die Einstufung in eine der drei Fördergruppen (siehe Tabelle VII) vor. Dabei werden mögliche Hochstufungen bei innovativen Produkten berücksichtigt. Damit liegt die Höhe der Förderung pro Hektar fest (500, 1.000 oder 2.000 €/ha); diese wird nun zu gleichen Teilen an den Landwirt, der die Agrarrohstoffe produziert hat, und an das Unternehmen, das die Rohstoffe einsetzt, ausgezahlt (Produktionskostenerstattung; hier wird die flächenbezogene Förderung auf die eingesetzte Rohstoffmenge umgerechnet).

Da das Anlaufen dieses Prozesses – auch infolge evtl. noch zu erstellender Ökobilanzen – Zeit braucht, soll eine Übergangsregelung greifen, die unmittelbar umgesetzt werden kann: Bis geeignete Ökobi-

lanzen vorgelegt werden können, soll eine generelle Förderung nach Gruppe 1 (500 €/ha) erfolgen, da nach den vorliegenden Ökobilanzen praktisch alle stofflichen Nutzungen die entsprechende Einsparung erreichen – wie auch alle Biokraftstoffe der ersten Generation.



**Kriterien für die Gruppenbildung und gekoppelte Förderung (Vorschlag nova 2009)**

| Gruppe | THG-Einsparung in t $CO_2$-Äquiv./ha | Eingesparte Primärenergie in GJ/ha | Förderung | €/ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0–5 | 0–40 | gering | 500 |
| 2 | 5–10 | 40–80 | mittel | 1.000 |
| 3 | > 10 | > 80 | hoch | 2.000 |

**Energiepflanzen wurden im Jahr 2009 in einer Spanne von 300 bis etwa 3.600 €/ha gefördert.**

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle VII: Vorschlag des nova-Instituts für Kriterien der Fördergruppenbildung sowie die gekoppelte Förderung*

Es ist zu überlegen, ob zur Vereinfachung des Verfahrens alle stofflichen Linien, deren Rohstoffe eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorweisen können, generell nach Gruppe 1 gefördert werden sollten. Eine Hochstufung in Gruppe 2 oder 3 erfolgt erst auf Antragstellung, die wie oben beschrieben ablaufen könnte.

Neben- und Koppelprodukte, wie auch Rohstoffe aus der stofflichen Kaskade werden zunächst auch in Gruppe 1 eingeordnet; die Umrechnung auf die Förderung pro Masse (Tonnen) kann nur bedingt über die Fläche erfolgen – die genauen Verfahren für alle möglichen Fälle müssen noch definiert werden. Bei Neben- und Koppelprodukten ist aber darauf zu achten, dass sich die Fördersumme insgesamt auf Hauptprodukte und Nebenprodukte aufteilen muss. In der Kaskade (und nur hier!) kann ein Rohstoff auch mehrfach gefördert werden, dies ist bewusst gewollt.

Parallel sollen, wie im Bioenergiebereich bereits umgesetzt, Standardwerte für alle wichtigen stofflichen Linien ermittelt und die Standardgruppen-Einstufung vorgenommen werden. Sobald diese vorliegt, werden die NaWaRo-Linien nicht mehr automatisch in Gruppe 1, sondern in ihre jeweilige Standardgruppe eingestuft. Eine Hochstufung erfolgt dann wiederum auf Antrag und bei entsprechendem Nachweis.

Beispielrechnungen zeigen, dass die hier vorgeschlagene Basisförderung nach Gruppe 1 weniger in den Markt eingreift als die heutige Bioenergieförderung, die sowohl pro Hektar, als auch prozentual in der Regel deutlich höher liegt. Während bei den meisten Bioenergie-Linien die Förderung zwischen 50 und 80 % des Erlöses beim Endprodukt ausmacht, liegt die Rohstoffstützung im stofflichen

Bereich bei Basisförderung nach Gruppe 1 bei etwa 30 % (die Anteile, die an den Landwirt und den industriellen Verarbeiter gehen, zusammen genommen).

Im Übrigen kann die hier skizzierte Basisförderung grundsätzlich auch auf die energetische Nutzung und sogar auf andere flächenrelevante erneuerbare Energien wie die Solarenergie übertragen werden (vgl. Abbildung IV).

### Optionen zum Aufbringen der Mittel für die Basisförderung (vgl. Kapitel 6.5.4)

In der Studie wurden verschiedene Optionen und Optionsvarianten für die Aufbringung der Mittel für die Basisförderung diskutiert. Im Folgenden soll nur der favorisierte Weg vorgestellt werden.

Bei einer Anbaufläche von etwa 300.000 ha für stofflich genutzte Kulturen und einer kompletten Einstufung aller Produktlinien in Gruppe 1 (500 €/ha) würden die Produktionskostenerstattungen bei maximal 150 Mio. €/Jahr liegen, bei einer kompletten Einstufung in Gruppe 2 (1.000 €/ha) wären dies maximal 300 Mio. €/Jahr. Da aber nur ein Teil der Betriebe einen Antrag auf Produktionskostenerstattung stellen wird, wird der reale Betrag deutlich tiefer liegen. Sicherheitshalber gehen wir davon aus, dass auch bei einer wachsenden Anbaufläche in den nächsten Jahren ein Betrag zwischen 200 und 400 Mio. € ausreichen sollte.

Die Fördersumme für die stoffliche Nutzung könnte mit der Erweiterung des EEG zum EERG (Erneuerbare-Energien-und-Rohstoff-Gesetz) aufgebracht werden. Hierzu bietet es sich an, den NaWaRo-Bonus im EEG nutzen, der aktuell etwa 625 Mio. € pro Jahr ausmacht. So könnte man den NaWaRo-Bonus nur noch zur Hälfte den entsprechenden Biomassestrom-Produzenten und die andere Hälfte entsprechenden Akteuren der stofflichen Nutzung zukommen lassen. Dies wäre auch deshalb attraktiv, weil die Umschichtung dann innerhalb der Biomassenutzung stattfinden würde und gerade der NaWaRo-Bonus in seiner jetzigen Form zu einer Marktverzerrung zwischen energetischer und stofflicher Nutzung führt.

Die Förderung der stofflichen Nutzung wird so wie bei der energetischen Nutzung vom Stromkunden finanziert, allerdings ohne eine Mehrbelastung gegenüber heute. Die Mehrkosten pro kWh blieben grundsätzlich unverändert, würden aber zunehmend auch für die Unterstützung der stofflichen Nutzung verwendet. Die Umschichtung vom energetischen zum stofflichen Bereich sollte so lange erfolgen, bis auch die energetische Nutzung auf dem Förderniveau der „3 Gruppen“ auf Basis eingesparter $CO_2$-Äquiv.-Emissionen/ha angekommen ist und damit eine vollständige Gleichbehandlung der stofflichen und energetischen Nutzung, entsprechend der Förderung auf Basis vermiedener THG-Emissionen/ha, erreicht ist. Für diesen Übergangsprozess ist ein Zeitrahmen von mindestens 10 Jahren anzusetzen.

Aber auch andere Wege der Finanzierung sind denkbar: Das Energiesteuergesetz mit seinen reduzierten Steuern für Biokraftstoffe (siehe Kapitel 6.1.1) könnte so umgestaltet werden, dass ein Teil der Steuerreduzierung nicht den Biokraftstoffen, sondern der stofflichen Nutzung zugute käme.

Die Fördersummen könnten auch direkt von den involvierten Ministerien BMU und BMELV aufgebracht werden – oder auf EU-Ebene aus dem Agrarhaushalt, aber auch hier durch haushaltsneutrale Umschichtung.

Als weitere Möglichkeit könnten die Verkaufserlöse aus den $CO_2$-Zertifikaten in einer Stiftung für stoffliche Nutzung angelegt werden, die dann die Produktionskostenerstattung vornehmen würde.

Die Auszahlung über die volle Integration der stofflichen Nutzung in bestehende Klimaschutzinstrumente (insb. $CO_2$-Handel) wäre zwar grundsätzlich sinnvoll, ist aber mit erheblichen methodischen und politischen Problemen behaftet (siehe Kapitel 6.3.8.1).

### Ausbau von Lenkungssteuern (vgl. Kapitel 6.3.8.3)

*Autor: Dr. Michael Thöne (Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln)*

Ausgangspunkt für den Ausbau geeigneter Lenkungssteuern ist ein zweifacher Wettbewerbsnachteil der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Der Wettbewerbsnachteil besteht dabei eigentlich nicht am Markt, sondern er ist Folge der gewählten, in dieser Hinsicht klar suboptimalen Instrumentierung der Klima- und Nachhaltigkeitspolitik. Der Nachteil kann in zweifacher Weise gesehen werden:

- gegenüber der durch EEG und ergänzende Instrumente subventionierten energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen sowie
- gegenüber der ressourcenökonomisch unzureichend belasteten stofflichen Nutzung nicht-erneuerbarer, insbesondere fossiler Rohstoffe.

Diese beiden Aspekte werfen die Frage nach der optimalen Besteuerung nachwachsender und nichtnachwachsender Rohstoffe auf.

Wie in Kapitel 6.3.8.3 deutlich geworden ist, sprechen viele Argumente dafür, den steuerlichen Nachteilsausgleich für die stoffliche Nutzung der NaWaRo zuerst über den Ausbau internalisierender Lenkungsbesteuerung zu suchen. Umweltsteuern, die in Richtung einer Internalisierung externer Schäden wirken, sind in doppelter Hinsicht gute Steuern. Wenn sie richtig ausgestaltet sind, können sie sehr effiziente, marktkonforme Instrumente einer ökologischen Nachhaltigkeitspolitik sein. Zudem sind sie auch finanzwissenschaftlich gute Steuern. Alle anderen in der Praxis anwendbaren Steuern haben den ungewollten Nebeneffekt, Faktor- und Güterpreise zu verzerren und ökonomisch erwünschte Aktivitäten wie beispielsweise Arbeiten und Investieren zu verteuern. Lediglich Internalisierungssteuern entzerren die Preise und verteuern die Aktivitäten, die wegen ihrer negativen Schadwirkungen reduziert werden sollen. Aufkommen, das aus einer Internalisierungsteuer stammt, ist damit immer dem Aufkommen aus einer sonstigen Steuer vorzuziehen.

Hinsichtlich der Verbesserung der Marktbedingungen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe heißt das zweierlei:

a. Erhöhung der bestehenden Umwelt-/Energiesteuern (bzw. Ausweitung der kostenpflichtigen Zertifikatsversteigerungen im Emissionshandelssystem), um parallel größere Spielräume für den dann möglichen und sinnvollen Subventionsabbau im Bereich der Bioenergieherstellung und -nutzung zu gewinnen.
b. Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz fossiler Rohstoffe. Um steuerliche Neutralität und Wettbewerbsgerechtigkeit zwischen den Nutzungen herzustellen, liegt ein breiterer, umfassenderer Ansatz nahe. Um schnelle Lenkungserfolge erzielen zu können, empfehlen sich Umweltsteuern hingegen dort zuerst, wo enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen entweder schon zur Verfügung stehen oder der Marktreife nahe sind.

### Ausbau der bestehenden Umwelt-/Energiesteuern

Im Bereich der Konkurrenz der stofflichen Nutzung mit suboptimalen Klimaschutzinstrumenten wäre, wie oben diskutiert, ein Umsteuern hin zur vollen Belastung der Prozesse mit negativem Klimaeffekt, und der parallele Abbau der kompensatorisch gemeinten Subventionen für Bioenergien die optimale Strategie. Konkret erfordert dies in EU-Ländern zuerst eine gemeinschaftliche Entscheidung, den Anteil der zu versteigernden Emissionszertifikate ab 2012 schnell und deutlich über die bis dahin zulässigen zehn Prozent zu steigern.

Sollte eine intensivierte Europäische Klimapolitik – trotz oder wegen der Ergebnisse des Kopenhagener Gipfels Ende 2009 – zu höheren Energiesteuern und $CO_2$-Zertifikatspreisen bei fossilen Brennstoffen führen, so hätte dies unmittelbare Folgen auch für einen großen Teil der Biotreibstoff-Subventionen. Im EEG wird Strom aus erneuerbaren Energien – so auch Biotreibstoffe – jeweils mit festen Einspeisevergütungen gestützt. Der Förderanteil ist dabei jeweils der Erstattungsanteil, der über den jeweils als Benchmark genutzten „Marktpreis“ hinausgeht. Steigen nun aufgrund verschärften klimapolitischen Instrumenteneinsatzes diese Marktpreise, sinkt der Subventionsbestandteil entsprechend. Verstärkte Lenkungsbesteuerung bei fossilen Energien kann perspektivisch das EEG insofern überflüssig machen, als die erneuerbaren Energien auch so am Markt wettbewerbsfähig werden und sich ihre Direktvermarktung lohnt.

In dem Ausmaß, in welchem die faktische Subventionierung der energetischen Nutzung von NaWaRo zurückginge, entfiele auch die Begründung, diesen Umstand kompensierender Subventionen auf Seiten der stofflichen Nutzung zu prüfen.

### Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-erneuerbarer Rohstoffe

Unabhängig davon stellt sich die Frage, ob – und wenn ja, wie – Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-nachwachsender Rohstoffe eingesetzt werden sollen. Einige praktische Vorschläge bzw. Vorbilder aus dem Ausland lassen sich in diesen Bereich einordnen. Das ist vor allem die Ausweitung der Energiebesteuerung auf die stoffliche Verwendung fossiler Brennstoffe (insbesondere Erdöl). Hinzu kommen ausgewählte Lenkungssteuern bei Produkten, die augenfällig einen nicht-nachhaltigen Konsumstil fördern und enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen haben (Verpackungssteuern, Einweggeschirrsteuern u.ä.).

Die Steuerbefreiung für die stoffliche Nutzung von Erdöl ist in § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes geregelt: „(1) Energieerzeugnisse nach § 4 dürfen steuerfrei verwendet werden zu anderen Zwecken als 1. zur Verwendung als Kraft- oder Heizstoff, (…)“. Formal handelt es sich hierbei nicht um eine Steuervergünstigung, d.h. nicht um eine gesetzliche Ausnahme von einer ansonsten regulär fälligen Besteuerung. Steuerobjekt des Energiesteuergesetzes ist regulär nur die Verwendung von *Energie*erzeugnissen als Heiz- oder Kraftstoff. Die maßgebliche europäische Energiesteuerrichtlinie vom 27. Oktober 2003 stellt dies in Artikel 2 Abs. 4 Buchstabe b) eindeutig fest. Insoweit dient § 25 Abs. 1 Nr. 1 EnergieStG vor allem zur Bestätigung dieser Regel und damit der Transparenz des Regelungsgegenstandes. Damit kann die Steuerbefreiung der stofflichen Nutzung nicht als Ausnahme von der Regel, also nicht als Steuersubvention, bezeichnet werden.

Was heißt das konkret? Die Steuerbefreiung § 25 Abs. 1 Nr. 1 EnergieStG kann in nationaler Autorität nicht abgebaut werden, da hier das deutsche Gesetz vor allem eine gemeinsame europäische Richtlinie umsetzt und konkretisiert. Will man die Befreiung hingegen auf europäischer Ebene abschaffen – was bei energie- und klimapolitischen Instrumenten ohnehin sinnvoll sein kann –, liefe

dies auf eine Generaldiskussion hinaus, was die Natur der Energiebesteuerung in Europa sein soll, wenn eben *nicht* nur Energie bzw. energetische Nutzungen besteuert würden. Diese Diskussion kommt angesichts des Spannungsverhältnisses von Energie- und Klimapolitik regelmäßig wieder auf; sie ist wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung auch sehr notwendig.

Aber diese Diskussion muss nicht zwingend geführt werden, wenn die Besteuerung der stofflichen Nutzung fossiler Rohstoffe geprüft wird. Die gemeinschaftliche Abschaffung der Steuerbefreiung würde zur Belastung der stofflichen Nutzung mit den *Normsätzen* der Energiesteuer führen. Wichtiger noch als die gerade angedeuteten, hohen prozeduralen Hürden dieses Weges erscheint ein anderer Vorbehalt: Wäre für die stoffliche Nutzung fossiler Brennstoffe die energiesteuerliche Normbelastung überhaupt angemessen? Oder böte nicht eine separate, die klimapolitische Lücke bei der stofflichen Nutzung eigenständig schließende, Lenkungsabgabe sehr viel mehr Möglichkeiten, d.h. den unter Umständen sachlich bzw. politisch notwendigen Differenzierungsspielraum? Rechtlich bietet die Energiesteuerrichtlinie in ihrer gegenwärtigen Form hier kein Hindernis, eben weil sie sich explizit *nicht* auf die stoffliche Nutzung bezieht: Sie verbietet es, stoffliche Nutzung mit der nationalen *Energie*steuer zu belegen. Sie verbietet es nicht, außerhalb des energetischen Bereichs neue Umweltsteuern zu implementieren.

Wie könnte eine solche Steuer auf stofflich genutzte fossile Energieträger aussehen? Naturgemäß kann ein derartiges Instrumentendesign nicht an dieser Stelle geboten werden. Die zentralen Fragen, die zur Gestaltung einer solchen Steuer zu stellen wären, können die Möglichkeiten und Grenzen einer solchen Abgabe aber schon umreißen:

- *Rechtfertigung* der Steuer und *Bemessungsgrundlage* – ressourcen- oder klimapolitisch? Wie oben schon skizziert, kann eine Abgabe auf stofflich genutzte fossile Rohstoffe entweder beim Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen ansetzen oder klimapolitisch begründet werden – mit Blick auf das auch bei stofflichem Einsatz i.d.R. am Ende der Nutzung freigesetzte $CO_2$.
- Beide Begründungsmuster schließen einander nicht zwingend gegenseitig aus. Da sie aber ggf. unterschiedliche Folgen für die Gestaltung der Bemessungsgrundlage und den Steuertarif haben können, muss die Wahl explizit erfolgen. Dabei wären im Zweifelsfall auch Mischmodelle denkbar – wenn das Mischungsverhältnis festgelegt wird.[1] Eine wichtige Rolle spielt hier auch die Einbettung der Steuer in das jeweilige nationale und europäische System zur pretialen Regulierung fossiler Energieeinsätze und Klimagas-Emissionen, d.h. eine doppelte Austarierung in Richtung der Energiesteuer und des Emissionshandelssystems.
- Einheitlicher oder differenzierter *Steuertarif*? Ein einheitlicher Steuersatz wäre die mögliche Schlussfolgerung aus der Entscheidung für eine ressourcenökonomische Steuerbegründung. Gleichgültig, in welche stoffliche Verwendung der fossile Rohstoff überführt wird, die Steuerbelastung ist gleich. Damit werden technische Entwicklungen in diesem Bereich nicht blockiert, zugleich bietet die Tarifform nur geringe Chancen, durch Steuergestaltung die Steuerlast (partiell) zu umgehen.

  Die Entscheidung für eine klimapolitische Begründung der Abgabe würde mitunter nahe legen, eine Tarifdifferenzierung nach Grad und Geschwindigkeit der Freisetzung des zunächst stofflich verwendeten fossilen Kohlenstoffs zu prüfen. Dies wäre ein mit Blick auf das Klimaschutzziel neutraler Tarif. Ob eine solche Differenzierung aber unter dem Aspekt der Steuereinfachheit, der Kontrolle und der Gestaltungsresilienz tatsächlich sinnvoll wäre, müsste geprüft werden. Hinzu kommt, dass auch noch andere Kriterien für eine Tarifdifferenzierung denkbar wären (z.B. der Grad der

[1] Analog zum Vorschlag der Europäischen Kommission für eine gemeinschaftsweite 50:50 $CO_2$/Energiesteuer von 1993.

Substituierbarkeit des fossilen Rohstoffs durch nachwachsende Rohstoffe in einer speziellen stofflichen Verwendung).

- *Steuerzugriff upstream oder downstream?* Je nach Lenkungsabsicht und unter steueradministrativen Erwägungen stellt sich bei einer Steuer auf stofflich verwendete fossile Rohstoffe die Frage nach dem besten Ort des Steuerzugriffs. In der Diskussion um Emissionshandelssysteme hat sich eine Aufteilung der petrochemischen Verwertungskette in *upstream* (ggf. *midstream*) und *downstream* etabliert. *Upstream* ist dabei nahe an der Entstehung (Steuerlager, Raffinerie), *downstream* nahe beim Verbraucher. Diese Begrifflichkeit ist in unserem Kontext hilfreich, insbesondere weil der „Strom" des fossilen Kohlenstoffs von der Quelle bis zur Mündung hier mitunter erheblich länger ist. Im Falle eines aus Erdölderivaten produzierten Kunststoffs beispielsweise wäre *upstream* das Steuerlager, bei dem wegen der stofflichen Verwendung die Ausnahme von der Energiesteuer festgestellt wird. *Downstream* wäre die Müllverbrennungsanlage, in welcher der Kunststoff – ggf. nach mehrmaligem Recycling – schließlich thermisch verwertet und Klimagas frei wird.[2]

In der Abwägung zwischen *up-, mid-* oder *downstream*-Steuerzugriffen spielen viele Faktoren eine Rolle:

- *Einfachheit:* Spricht vermutlich für *upstream*, denn eine steuertechnische Erfassung der fossilen Rohstoffe findet hier i.d.R. schon statt. Je weiter der Steuerzugriff *downstream* verlegt wird, desto schwieriger und administrativ aufwändiger wird er.
- *Differenzierung:* Ein *upstream*-Ansatz schon beim Steuerlager wäre nur dann möglich, wenn hier schon gewiss ist, in welche stoffliche Verwendung der fossile Rohstoff fließen wird. *Midstream*-Ansätze am Ort der stofflichen Verwendung dürften verwaltungsaufwändiger sein, dafür aber weniger gestaltungsanfällig.
- *Verursacherprinzip:* Bei der Implementierung einer klimapolitischen Begründung läge ein Steuerzugriff nahe bei der $CO_2$-Entstehung nahe, also *downstream*.
- *Lenkungsimpuls:* Je länger in technischer und zeitlicher Hinsicht der Strom von der erstmaligen Umwandlung des fossilen Kohlenstoffs in eine stoffliche Nutzung bis zur finalen $CO_2$-Emission ist, desto unwahrscheinlicher wird es, dass *downstream* angesetzte Steuern „dem Strom entgegen" zurückgewälzt werden und die Wettbewerbsverhältnisse zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen dort austarieren, wo sie technische Substitute sind, d.h. relativ weit oben (*upstream*) in der Produktion.
- *Internationale Aspekte:* Offensichtlich dürfte eine Steuer auf stofflichen Einsatz fossiler Rohstoffe je nach Ansatz *up-* oder *downstream* unterschiedliche Wirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit heimischer Unternehmen haben. Dabei sind Waren- und Stoffströme zwischen besteuerten und nicht besteuerten Standorten ins Auge zu fassen. Auch die Frage nach einer nationalen Abgabe mit oder ohne europäische Gemeinschaftsregeln bzw. Mindeststandards muss betrachtet werden. Mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit muss zudem im Blick behalten werden, dass nicht allein die Konkurrenzsituation der verschiedenen Nutzer fossiler Rohstoffe interessieren darf, sondern dass die Herstellung ausgewogener Wettbewerbsbedingungen zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen ein wichtiges Agens des Steuervorschlags ist.

[2] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass MVA in Deutschland explizit vom Emissionshandel ausgenommen sind; die „Zugriffslücke" bei stofflicher Nutzung fossiler Rohstoffe also auch am Ende des Nutzungsstroms nicht gestopft wird.

Angesichts dieser Fülle von zu beantwortenden Fragen wäre es wenig sinnvoll, hier schon ein konkretes Modell als wahrscheinlich bestes zu kennzeichnen. **Mit dieser Einschränkung erscheint ad hoc eine upstream angesetzte Steuer auf stofflich eingesetzten fossilen Kohlenstoff mit klarer Klimaschutzmotivation, jedoch ohne Differenzierung der Steuersätze als die Option, die vordringlich vertieft geprüft werden sollte.**

### Punktuelle Steuern auf einzelne Produktgruppen

Am anderen Ende des Prozesses der stofflichen Verwendung nicht nachwachsender Rohstoffe stehen *punktuelle Steuern auf einzelne Produktgruppen*. In einer Reihe von Ländern werden beispielsweise unterschiedliche Verpackungssteuern je nach Material (Niederlande), Steuern auf Wegwerfprodukte (Belgien, Frankreich), Steuern auf Kunststofftragetaschen u.ä. (mit oder ohne Unterscheidung zwischen biologisch abbaubaren – u.a. in Irland, Kanada, Malta, Rumänien, einigen afrikanischen Ländern und Taiwan) sowie Steuern auf Plastikwasserflaschen (Italien) erhoben.

In Deutschland wären diese Steuern nur zum Teil möglich. Konkret wurden vom Bundesverfassungsgericht kommunale Einwegverpackungssteuern (2 BvR 1991/95 und 2004/95) und bestimmte Abfallabgaben der Länder für verfassungswidrig erklärt (2 BvR 1876/91 u.a.). Die Verfassungswidrigkeit bezog sich dabei nicht auf die grundsätzliche Ablehnung von Steuern zu Lenkungszwecken, sondern darauf, dass die Kommunen bzw. Länder dabei den sachpolitischen Vorrang des Bundes missachtet hatten. Da der Bund bei den jeweiligen Regelungsobjekten im Rahmen der konkurrierenden Gesetzgebung aber schon tätig geworden war, ist den anderen föderalen Ebenen hier der zusätzliche Lenkungseingriff verwehrt.

Damit kommt als potenzieller Gesetzgeber derartiger Steuern nur der Bund in Frage. Dieser wäre in der Lage, die oben beispielhaft genannten Lenkungsteuern einzuführen – allerdings auch nicht voraussetzungslos. In den meisten der oben genannten Länder ist das Einwegpfand unbekannt. In Deutschland regelt die Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen (Verpackungsverordnung von 1991) das Zwangspfand auf die Einweggetränkeverpackungen. Mit der fünften Novellierung der Verpackungsverordnung vom 2. April 2008 (in Kraft seit 1. April 2009) wurden zudem die 2005 eingeführten, fördernden Sonderregeln für Kunststoffverpackungen, die aus biologisch abbaubaren Werkstoffen hergestellt sind, erweitert. Gemäß den Vorgaben des deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes werden alle weiteren Verkaufsverpackungen durch das Duale System haushaltsnah gesammelt und entsorgt. Diese beiden Regelungen müssten substanziell geändert bzw. abgeschafft werden, wenn stattdessen ähnlich gelagerte Lenkungsteuern erhoben werden sollten.

Diese Möglichkeit ist dem Bund prinzipiell gegeben. Es ist alledings fraglich, ob sich hier der Aufwand lohnen würde, da auch in Deutschland die gewünschte preisliche Differenzierung zum Teil schon stattfindet. Unbenommen davon bleiben punktuelle Verbrauchssteuern auf einzelne Produktgruppen außerhalb des Verpackungsbereichs dann eine Option, wenn die oben angesprochene Besteuerung auf der Inputseite nicht gangbar ist.

## Handlungsebene 2

### Förderung von Forschung und Entwicklung (Fazit aus Kapitel 6.3.5)

Weitere Förderung von Forschung und Entwicklung wird von Experten und Verbänden als ein Schlüsselinstrument zur verstärkten stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen. Wichtig sind vor allem die Optimierung der gesamten Prozesskette, die Verbesserung von Eigenschaften, die Ausweitung der Anwendungsgebiete, die Entwicklung von Normen und Standards sowie die Kostenreduktion.

Aufgrund der Komplexität der stofflichen Nutzung und der notwendigen Anpassungen an bestehende Prozessketten liegt der FuE-Bedarf höher als bei der energetischen Nutzung.

### Förderung Information & Kommunikation (Fazit aus Kapitel 6.3.6)

Informationskampagnen für Konsumenten, für industrielle Verarbeiter, Handwerk und Handel sowie öffentliche Entscheidungsträger können den Bekanntheitsgrad für NaWaRo-Optionen bei Rohstoffen, Werkstoffen und Produkten erhöhen und damit den Absatz fördern. Sie werden von Verbänden und Experten als sehr wichtig eingestuft. Als wichtig eingestuft wurde auch eine übergreifende Marketing-Unterstützung durch die Förderung der Erhebung und Aufbereitung von Marktdaten für die verschiedenen stofflichen Branchen.

Der Wissenstransfer aus Forschung und Entwicklung in die Praxis kann über Akteursnetzwerke aus Forschung und Entwicklung und industrieller Anwendung gestärkt werden.

Es konnte keine Einigkeit darüber erzielt werden, ob ein NaWaRo-Label/-Gütesiegel für Biowerkstoffe und entsprechende Produkte auf Basis des biogenen Anteils für die Marktdurchdringung nützlich wäre oder nicht. Wenn, dann sollte ein solches Label auf freiwilliger Basis genutzt werden können und für ganz Europa (EU) einheitlich gestaltet sein.

Eine Nachhaltigkeitszertifizierung für NaWa-Rohstoffe zur stofflichen Nutzung wurde einstimmig begrüßt. Die soeben beschlossenen Nachhaltigkeitszertifizierungen für die energetische Nutzung von Biomasse (ab 2010) sollten umgehend an die stoffliche Nutzung angepasst bzw. erweitert werden.

### Steuerpolitische Instrumente (vgl. Kapitel 6.3.2 und 6.3.8.3)

Die Steuerpolitik wird von Experten und Verbänden als ein sehr wichtiges Instrument angesehen, den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der stofflichen Nutzung positiv zu beeinflussen. Dabei geht es zum einen um den Abbau von Steuervorteilen für konkurrierende Nutzungen und Produkte und zum anderen um Steuervorteile für NaWa-Rohstoffe (für die stoffliche Nutzung), Biowerkstoffe sowie entsprechende Produkte.

Vorgeschlagen wurde u.a. eine Staffelung der Mehrwertsteuer und anderer Steuern (z.B. Verpackungsteuer) nach Höhe der $CO_2$-Einsparungen. Hierbei sollte auch die Kaskadennutzung eine besondere Berücksichtigung erfahren. Möglich wäre auch eine reduzierte Mehrwertsteuer auf Basis des biogenen Anteils im Werkstoff bzw. Produkt.

Die wichtigste und übergreifendste Steuerungswirkung wurde in der Gestaltung der Mehrwertsteuer gesehen, eine Reihe anderer Steuern könnte aber ebenso genutzt werden, wie auch ein Blick ins Ausland zeigt.

Der Abbau von EU-Zollbarrieren für nachwachsende Rohstoffe in Verbindung mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung wurde von den Experten und Verbänden einhellig als wünschenswertes Ziel genannt.

Eine Analyse verschiedener steuerpolitischer Instrumente durch Dr. Michael Thöne (Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln) innerhalb der Studie (vgl. Kapitel 6.3.8.3) führt zur Favorisierung des „Ausbaus von Lenkungssteuern“ (siehe Handlungsebene 1), während andere Optionen der Steuerpolitik zum Teil kritisch gesehen werden:

Die Diskussion des Nachteilsausgleichs für die stoffliche Nutzung von NaWaRo über steuerliche Subventionen produziert eine Reihe von Einzelvorschlägen, die an den unterschiedlichsten Steuern ansetzen. Aus verschiedenen Gründen ist die Einführung von Steuervergünstigungen gerade aktuell sehr problematisch, was sich auch in den betrachteten konkreten Vorschlägen niederschlägt.

– Ermäßigte Umsatzsteuer für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen: Der Weg für die Umsatzsteuerermäßigungen zugunsten der stofflichen Nutzung von NaWaRo ist auf absehbare Zeit versperrt, denn sie fallen nicht unter die Leistungen, für die europarechtlich eine Ermäßigung zulässig wäre.
– Selektive Begünstigungen von Unternehmen, die im Bereich der NaWaRo tätig sind, sind immer problematisch, denn sie sind regulär im Vergleich zu direkten Finanzhilfen das ungenauere und unflexiblere Instrument. Derartige Steuervergünstigungen unterminieren zudem die leistungsgerechte und gleichmäßige Besteuerung der Unternehmen und erhöhen die Intransparenz und die Befolgungskosten der Besteuerung.

Im Gegensatz zu Steuervergünstigungen bei den Unternehmenssteuern ist der Abbau von *Zollschranken* beim Import von NaWaRo eine viel versprechende Strategie, die *positive* Nebeneffekte mit sich bringt.

Auch ist der *Abbau* von Steuervergünstigungen ein guter Weg, die politisch geschaffenen Wettbewerbsnachteile der stofflichen Nutzung partiell wieder zu senken. Neben dem Füllen der Steuerlücke, welche die Steuerbefreiung nach § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes zulässt, steht hier vor allem der ermäßigte Umsatzsteuersatz für Brennholz zur Diskussion.

## Handlungsebene 3

### $CO_2$-Handel (Fazit aus Kapitel 6.3.8.1)

In den Stellungnahmen zum Entwurf des Aktionsplans stoffliche Nutzung sowie Diskussionen in den Experten-Workshops wurde immer wieder das Interesse geäußert, die stoffliche Nutzung durch eine Einbeziehung in den $CO_2$-Handel zu unterstützen. Wie dies aussehen könnte und ob das Instrument tatsächlich zu empfehlen ist, haben wir in dem Unterauftrag „Optionen der Einbeziehung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Klimaschutzinstrumente“ durch die Ecofys Germany GmbH untersuchen lassen (siehe Kapitel 6.3.8.1), deren Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst sind:

## Fazit zur Diskussion der Optionen im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System)

Die fehlende Berücksichtigung der direkten Emissionen, insbesondere der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen im gegenwärtigen EU-Emissionshandelssystem, gibt keinen Anreiz zur Verdrängung des fossilen Kohlenstoffs durch biogenen Kohlenstoff im Bereich der stofflichen Nutzung.

Die Einbeziehung der Emissionen aus der Gewinnung, bzw. dem Anbau sowie dem Transport von Rohstoffen und der Zersetzung von Schmierölen und Schmierstoffen wäre mit hohen Transaktionskosten verbunden und hätte voraussichtlich nur einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Verhältnis der Produktionsmengen biogener und fossiler Materialien. Die Einbeziehung der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen in den Emissionshandel ist voraussichtlich politisch schwer durchzusetzen und hätte zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die gewünschte Lenkungswirkung auf die Rohstoffverarbeitung. Eine Einbeziehung der aus der Einbringung biogenen Kohlenstoffs in den Stoffkreislauf resultierenden Emissionsminderungen auf der Ebene der Rohstoffverarbeiter wäre wünschenswert und würde zu einem direkten Anreiz zur verstärkten stofflichen Nutzung von Biomasse führen. Dieser Ansatz ist jedoch mit der bisherigen Systematik des Emissionshandelssystems nur begrenzt kompatibel und voraussichtlich ebenfalls politisch schwer durchzusetzen.

Es bleibt zu prüfen, ob andere politische Instrumente (z.B. die Besteuerung des Einsatzes fossiler Rohstoffe, Steuerreduktionen für die Verarbeitung biogener Rohstoffe, oder direkte Flächenprämien) besser geeignet sind, um einen verstärkten Einsatz von Biomasse im Bereich der stofflichen Nutzung in Deutschland und Europa zu erzielen.

## Optionen im Bereich CDM (Clean Development Mechanism), JI (Joint Implementation) sowie im Post-Kyoto Prozess

Wie im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System) werden in CDM- und in JI-Projekten nur direkte Emissionseinsparungen berücksichtigt. Somit kann die Einbringung biogenen Kohlenstoffs in den Stoffkreislauf nur auf der Ebene der Abfallverwertung und der Abfallbeseitigung honoriert werden. Da die Abfallverwerter wiederum nur einen geringen Einfluss auf die Rohstoffherstellung haben, stellt sich hier die Frage, ob die Projektentwickler plausibel darstellen können, dass ein erhöhter Anteil an nachwachsenden Rohstoffen in der Abfallverwertung (im Vergleich zur Baseline) auf die Projektaktivitäten zurückgeführt werden kann. Zudem müsste der Projektentwickler mit einem aufwändigen Monitoringsystem nachweisen, welcher Anteil biogener Abfälle in seiner Verwertungsanlage verbrannt wird. Es ist weiterhin anzumerken, dass der Projektentwickler die indirekten Emissionen aus Rohstoffgewinnung, Rohstofftransport und Rohstoffverarbeitung der biogenen und fossilen Materialien in die Berechung der Emissionsreduktionen mit einbeziehen müsste.

Im Post-Kyoto-Prozess werden in erster Linie die Emissionsminderungsziele der einzelnen Staaten verhandelt. Die konkrete Umsetzung von Emissionsminderungsinstrumenten bleibt in der Regel den einzelnen Staaten überlassen. Falls im Rahmen des Post-Kyoto-Prozesses jedoch „Sectoral Crediting Mechanisms“ in Non-Annex I Staaten eingeführt und dort in den Sektoren Abfallwirtschaft und Energiebereitstellung implementiert werden würden, wäre in diesen Ländern ein Anreiz zur stofflichen Nutzung von Biomasse gegeben: Die thermische Verwertung und die thermische Beseitigung von biogenen Rohstoffen würde die Emissionen der Sektoren Abfallwirtschaft bzw. Energiebereitstellung in

diesen Ländern reduzieren und – im Falle einer Emissionsreduktion unter die vereinbarten sektoralen Ziele – zu einer nationalen Zuteilung von Emissionszertifikaten führen.

### Gebote & Verbote sowie Sonderregelungen (Fazit aus Kapitel 6.3.1.1)

Neben dem übergreifenden Gebot der Gleichbehandlung (oder sogar der vorrangigen Behandlung) der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung, werden von der Mehrheit der Akteure einzelne sektorale Gebote in Bereichen wie Öffentlichem Auftragswesen, Einsatz von Bioschmierstoffen in umweltsensiblen Gebieten, Bau-/Wohnbereich und Abfallwesen für sinnvoll erachtet, um den verstärkten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im stofflichen Bereich zu unterstützen sowie die stoffliche Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung zu fördern.

Eine besondere Situation stellen auch bestehende oder zukünftige Regularien dar, die bereits eine Vielzahl an Sonderregelungen in Bezug auf Roh- und Werkstoffe, Verwertungswege oder Ökologie enthalten, bei denen aber eine Einbeziehung nachwachsender Rohstoffe fehlt oder diese sogar benachteiligt. Hier sollte entsprechend nachgebessert werden (z.B. EU-Altauto-Richtlinie).

Sektoralen bzw. produktspezifischen Geboten und Sonderregelungen werden aber grundsätzlich eine nur mittlere Priorität eingeräumt – vor allem wegen der Gefahr unerwünschter Nebeneffekte.

Wichtiger ist den Experten und Verbänden, Sonderregelungen in konkurrierenden Branchen, welche die stoffliche Nutzung erschweren, ausfindig zu machen und zu überwinden. Hierzu wurden konkrete Beispiele benannt.

Schließlich wurden übergreifende Sonderregelungen für bio-basierte Produkte auf Basis der Bindung biogenen Kohlenstoffs vorgeschlagen. Der Anteil biogenen Kohlenstoffs im Werkstoff oder Produkt könnte grundsätzlich honoriert werden. So könnte beim Abfall- und Altautogesetz der bio-basierte Anteil automatisch der stofflichen Verwertungsquote zugerechnet werden, unabhängig vom konkreten Verwertungspfad. Vorteil einer solchen Sonderregelung: Einfachere Umsetzung als über Ökobilanzen, unmittelbare Vorteile für bio-basierte Werkstoffe bzw. Produkte, verbunden mit dem Anreiz zum verstärkten Einsatz.

In anderen Ländern wird Geboten und Verboten eine vergleichsweise größere Bedeutung gegeben, insbesondere im Verpackungsbereich und Öffentlichen Auftragswesen.

### Direkte finanzielle Unterstützung (Fazit aus Kapitel 6.3.3)

Direkte finanzielle Unterstützungen der stofflichen Branche oder bestimmter NaWaRo-Produktlinien werden aufgrund befürchteter Wettbewerbsverzerrungen kritisch gesehen und daher nur als Ins-trument mit mittlerer Bedeutung angesehen. Primär werden zeitlich begrenzte und sorgfältig ausgestaltete Markteinführungsprogramme als sinnvolles Instrument empfunden.

Diskutiert wurde eine Gutschrift/Zuschuss für eingesetzte Agrarrohstoffe an den industriellen Verarbeiter im stofflichen Bereich – unabhängig von bestimmten Branchen und in Abhängigkeit von z.B. Klimaschutzeffekten. Beim Einsatz von heimischen und importierten NaWaRo sollte wie bei Biokraftstoffen eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen.

Dort, wo aber Wettbewerbsverzerrungen durch eine starke finanzielle Unterstützung der energetischen Nutzung entstehen, sollten die Unterstützungen beendet (NaWaRo-Bonus im EEG, Marktanreizprogramm für Pelletheizungen) oder ebenso für die stoffliche Nutzung geöffnet werden (z.B. Programme

im Baubereich, Ergänzung entsprechender Förderungen zur energetischen Sanierung bzw. Effizienzhäusern für umweltschonende und speziell für NaWaRo-Baustoffe), um die Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen zum Nachteil der stofflichen Nutzung zu reduzieren und das Klimaschutz-Potenzial der stofflichen Nutzung adäquat nutzen zu können.

## Handlungsebene 4

### Freiwillige Selbstverpflichtungen (Fazit aus Kapitel 6.3.4)

„Freiwillige Vereinbarungen/Selbstverpflichtungen" können bei richtiger Ausgestaltung ein schnelles und flexibles Instrument zur Förderung der stofflichen Nutzung sein. Mögliche Felder wären Standardisierung von Definitionen und Prüfmethoden sowie Labeling, Substitution bei bestimmten Produktgruppen (Rohstoff-Einsatz, Biowerkstoffquoten), Einbeziehung der stofflichen Nutzung in Selbstverpflichtungen zur $CO_2$-Emissionsreduzierung oder Vereinbarungen zur Kaskadennutzung.

Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Instrument tatsächlich wirkungsvoll eingesetzt werden kann, wird von der Mehrzahl der Verbände und Experten als eher gering eingestuft. Wenn es zu einer Umsetzung kommen sollte, macht diese nur in Verbindung mit einem Monitoring-System Sinn.

### Zielvorgaben/Quoten (Fazit aus Kapitel 6.3.1.2)

Konkrete Zielvorgaben und Quoten sind ein sehr mächtiges Instrument, das stark in die Wettbewerbsfähigkeit, Technologieentwicklung und auch ins Investitionswesen eingreift. Von wenigen Verbänden abgesehen, werden Quoten als nachrangiges Mittel zur Förderung der stofflichen Nutzung angesehen, einige Verbände lehnen Quoten oder entsprechende Vorgaben sogar grundsätzlich ab. In jedem Fall wären Quoten bei der Vielfältigkeit und Inhomogenität der stofflichen Branchen ein nur schwer zu handhabendes Instrument mit zudem kaum kalkulierbaren Nebeneffekten.

Zielvorgaben im Sinne einer vermehrten stofflichen Nutzung oder eines stärkeren Beitrags der stofflichen Nutzung zur $CO_2$-Minderung halten verschiedene Verbände und Experten aber für durchaus sinnvoll.

## Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland bis zum Jahr 2020 (vgl. Kapitel 2)

Die Nachfrage nach Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen (bio-based products) steigt weltweit und auch in Deutschland. Diese Nachfrage kann durch eigenen Anbau und Verarbeitung im Inland, durch Importe von nachwachsenden Rohstoffen und Verarbeitung im Inland oder auch durch eine Verlagerung der Produktion in andere Länder erfolgen.

Unter nur wenig veränderten wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen wird eine Stagnation auf einem Niveau von ca. 300.000 ha (untere Abschätzung) bis hin zu einer Fläche von maximal 780.000 ha (obere Abschätzung) erwartet (siehe Kapitel 2.7).

Unter günstigen Rahmenbedingungen (z.B. Produktionskostenerstattung, Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger, hoher Ölpreis) könnte die stoffliche Nutzung bis zum Jahr 2020 in Deutschland eine Fläche von über 1,8 Mio. ha belegen, was in derselben Größenordnung wie die aktuelle energetische Nutzung läge (siehe Kapitel 2.7). Die wichtigsten Rohstoffe sind Raps (905.000 ha), Weizen

(670.000 ha) und Zuckerrübe (175.000 ha), deren wichtigste Einsatzgebiete die chemische Industrie allgemein und im Speziellen der Bereich Biowerkstoffe sowie die Oleochemie (Tenside, Schmiermittel) sind. Daneben können Nischenkulturen wie Hanf, Miscanthus, Kurzumtriebsplantagen und Arzneipflanzen zusammen eine Fläche von bis zu 90.000 ha erreichen. Sie werden vor allem als Biowerkstoffe (Holzwerkstoffe, naturfaserverstärkte Kunststoffe, Dämmstoffe, Textilien) sowie im Pharmabereich eingesetzt.

Durch die skizzierte Nutzung auf etwa 1,8 Mio. ha Ackerfläche werden pro Jahr 9 bis 18 Mio. t $CO_2$-Äquiv. eingespart (durchschnittliche Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a), siehe Abbildung III). Werden die NaWaRo-Produkte nach der ersten Nutzungsphase recycelt und schließlich am Ende einer thermischen Nutzung zugeführt (Kaskadennutzung), kann sich die jährlich eingesparte Treibhausgasmenge etwa auf 18 bis 36 Mio. t $CO_2$-Äquiv. erhöhen (durchschnittliche Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a)).

**Szenario „Neue Politik/günstige Rahmenbedingungen" – Mengen und Flächen im Jahr 2020 (Deutschland)**

| Rohstoffe und Anwendungen | Mengen in t | Anbauflächen in ha |
|---|---|---|
| **Stärke und Zucker** in der Chemie/ Biotechnologie und Biowerkstoffen | 2.440.000 | 475.000 Weizen und 175.000 Zuckerrübe |
| **Stärke** in der Papier- und Wellpappenindustrie | 780.000 | 195.000 Weizen |
| **Pflanzenöle** in der Oleochemie und Biowerkstoffen | 1.660.000 | 905.000 Raps |
| **Naturfasern (Hanf), Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen** in Biowerkstoffen, Textilien und Dämmstoffen | 34.000 Hanf zzgl. Miscanthus, KUP und weitere | ca. 65.000–70.000 (vor allem) Hanf, Miscanthus und KUP |
| **Arzneipflanzen** | | 20.000 diverse |
| **Total** | – | **1.840.000 ha** |

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle VIII: Mengen- und Flächenpotenziale für den heimischen Anbau stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe in Deutschland*

Diese Zahlen beziehen sich allein auf die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen auf Ackerflächen. Die stoffliche Nutzung von Holz aus Waldflächen liegt um ein Mehrfaches höher (44,3 Mio. t Holz gegenüber 3,6 Mio. t Rohstoffen vom Acker im Jahr 2007) und führt in der Nutzung, vor allem aber auch in der Kaskadennutzung, zu insgesamt deutlich höheren Treibhausgaseinsparungen, deren Quantifizierung aber schwierig ist. (Bei einer Nutzwaldfläche von etwa 10 Mio. ha, die zu etwa 60 % stofflich genutzt wird, und einer durchschnittlichen Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) käme man rechnerisch auf etwa 30 bis 60 Mio. t $CO_2$-Äquiv.-Einsparung pro Jahr).

Eine gemeinsam vom Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft (BDE) und dem Umweltbundesamt (UBA) erstellte Studie kommt zu dem Ergebnis, dass allein die

Verwertung von Altpapier und Altholz zusammen jährlich 20,7 Mio. t $CO_2$-Äquivalente einspart. „Durch eine Ausweitung der erfassten Menge sowie optimierte technische Anlagen ließe sich ihr Beitrag bis 2020 um den Faktor 2,5 auf 53,6 Mio. t steigern, schätzen die Autoren der Studie ein." (Holz-Zentralblatt, Nr. 3 v. 22.01.2010, S. 62)

Legt man die oben genannten groben Schätzungen zugrunde, werden aktuell in Deutschland durch die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe auf Acker- und Forstflächen jährlich etwa 32 bis 63 Mio. t $CO_2$-Äquiv. eingespart (ohne Kaskadennutzung; die Kaskadennutzung, vor allem im Holzbereich, führt bereits heute zu weiteren Einsparungen in Höhe von etwa 20 bis 30 Mio. t $CO_2$-Äquivalente).

Dies sind verglichen mit den vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch erneuerbare Energien (Wasser, Sonne, Wind und Biomasse), die vom BMU für 2007 mit „rund 106 Mio. t" (EUWID Neue Energien, Nr. 21 v. 14.10.2009) angegeben werden, durchaus beachtliche Werte.

### Prognose für Holz

Bei der stofflichen Holznutzung kann man grundsätzlich mit einer kontinuierlichen Steigerung der Einsatzmenge um einige Prozent pro Jahr rechnen, wie dies auch in den letzten Jahren (mit Ausnahme der Wirtschaftskrise zweite Hälfte 2008 und 2009) der Fall war. Ob aber dieses weitere Wachstum auf Basis einheimischen Holzes tatsächlich realisierbar ist, hängt weniger von der Nachfrage ab, sondern davon, ob (a) genug Holz mobilisiert werden kann, und (b) wie sich die Konkurrenz zur stark wachsenden energetischen Nutzung (Pellets, Hackschnitzel) entwickeln wird. Sollten die durch einseitige Förderung der energetischen Nutzung aktuellen Marktverzerrungen durch Abbau dieser Förderungen überwunden werden, so kann die stoffliche Holznutzung dauerhaft weiter wachsen – sollte dies nicht geschehen, kann es auch zu einer Stagnation oder gar Verdrängung bei der stofflichen Nutzung einheimischen Holzes kommen.

Ein Bericht vom Winterkolloquium „Bioenergie – Chance oder Bedrohung für Forst und Holzwirtschaft" an der Albert-Ludwig-Universität in Freiburg über die Präsentation mehrerer aktueller Studien (ZS Holz, DBFZ, Pöyry), bringt die möglichen Folgen einer Fortsetzung der derzeitigen Politik auf den Punkt: „Zudem führe die finanzielle Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse zu einer weitreichenden Wettbewerbsverzerrung bei der Beschaffung von Biomasse. Darunter litten in erster Linie diejenigen Holz verarbeitenden Industriezweige mit der geringsten Wertschöpfung, darunter etwa die Säge- und die Spanplattenindustrie. Ein daraus möglicherweise resultierender Abbau von Verarbeitungskapazitäten würde die Beschäftigungsmöglichkeiten in den ohnehin strukturschwachen ländlichen Räumen negativ beeinflussen und damit erheblichen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen. ... Die wachsende Energieholznachfrage in Europa werde zunächst zu steigenden Preisen auf den örtlichen Märkten führen. Diese Preise könnten ab einem bestimmten Niveau aber nur noch von denjenigen Branchen bezahlt werden, die über eine entsprechend hohe Wertschöpfung verfügten oder, wie im Fall der Bioenergie oftmals zu beobachten sei, über staatliche Subventionen in eine entsprechende finanzielle Lage versetzt werden." (EUWID Neue Energien, Nr. 4 v. 24.02.2010)

## Ausblick

Da in Deutschland insgesamt nur eine Fläche von 2 bis maximal 3 Millionen Hektar zur Verfügung steht und die energetische Nutzung schon heute eine Fläche von ca. 1,8 Mio. ha belegt, wird auch unter günstigen Rahmenbedingungen sicherlich nicht das gesamte Potenzial der stofflichen Nutzung bis 2020 ausgeschöpft werden können.

Da sich nachwachsende Rohstoffe heute und auch in den nächsten Jahren in Deutschland nur dann in relevanten Mengen anbauen und produzieren lassen, wenn sie auf das von Lebens- und Futtermitteln vorgegebene Deckungsbeitrags-Niveau für den Landwirt gehoben werden, liegt es vor allem an der Politik, die zukünftige Förderung der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe entsprechend auszutarieren.

Es ist zu wünschen, dass dies in Zukunft stärker als bisher auf Basis der Kriterien Ressourceneffizienz, Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Beschäftigung geschieht und die unter diesen Kriterien besten Nutzungen ihren Platz auf dem Acker finden werden.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe unter den genannten Kriterien einen größeren Anteil an der Acker- und Forstfläche einnehmen sollte und das entsprechende Nachfragepotenzial besitzt. Mit dem dargestellten Förderinstrumentarium wurden Wege aufgezeichnet, wie dieses Ziel erreicht werden kann.

Dies steht auch in Einklang mit dem „Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ (BMELV 2009), dessen Ziel „ein Gesamtkonzept für eine deutliche und anhaltende Steigerung des Biomasseanteils und der Effizienz des Biomasseeinsatzes bei der Rohstoffversorgung in Deutschland unter Beachtung der Ziele und Anforderungen der nationalen und europäischen Nachhaltigkeitsstrategien“ ist.

Und auch im Einklang mit dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung vom Herbst 2009, der eine Ausrichtung der Förderung an den Klimaschutz vorschlägt, ohne allerdings die stoffliche Nutzung explizit mit einzubeziehen (was aber grundsätzlich methodisch einfach möglich wäre): „Die Höhe der Steuerbegünstigungen von Biokraftstoffen soll „spätestens 2013“ nach spezifischen $CO_2$-Reduktionspotentialen ausgelegt werden“ (EUWID Neue Energien, Nr. 17 v. 19.07.2009).

Letztendlich sollte es bei der zukünftigen Ausgestaltung von Förderinstrumenten um die Reduzierung bestehender Marktverzerrungen, welche Folge einer sektoralen Förderpolitik der letzten 20 Jahre sind, und einen künftig fairen Wettbewerb zwischen den unterschiedlichen Nutzungen von Biomasse gehen – auf Basis nachvollziehbarer Kriterien wie Klima- und Ressourcenschutz, Versorgungssicherheit und Beschäftigung. Um eine optimale Ressourcenallokation und eine möglichst effiziente Nutzung der Fläche zu erreichen, kann sich die Förderung an den vermiedenen $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar orientieren. Unter solch neuen und für alle Nutzungen gleichen Rahmenbedingungen werden sich am Markt die Prozessketten, Produktlinien und Technologien durchsetzen, die in idealer Weise ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit verbinden, die besonders effizient durch die Substitution fossiler Rohstoffe Kohlendioxid einsparen und gleichzeitig ökonomisch konkurrenzfähig sind.

In der Praxis wird dies bedeuten, dass die bislang vernachlässigte stoffliche Nutzung erheblich stärker gefördert werden wird, bis die stoffliche und energetische Nutzung das gleiche Förderniveau erreicht haben. Eine solche Angleichung der Förderhöhen auf Basis einer flächenbezogenen $CO_2$-Äquiv.-Minderung muss über einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren gestaltet werden, um den Marktteilnehmern ausreichend Spielraum für notwendige Anpassungen an die neuen, dann aber klar kalkulierbaren, politischen Leitplanken zu ermöglichen.

Nimmt man Ressourceneffizienz ernst, kommt man nicht umhin, nachwachsende Rohstoffe erst stofflich (evtl. ein zweites Mal stofflich) und dann erst energetisch, also in einer Kaskade, zu nutzen. Daran führt kein Weg vorbei. Die vorgeschlagenen Förderinstrumente tragen diesem Umstand Rechnung: Agrar- und Forstrohstoffe aus der Kaskade sind frei von der $CO_2$-Last der Vorstufen und damit – infolge einer entsprechend höheren Förderung – besonders attraktiv für die stoffliche und vor allem auch energetische Nutzung. Die energetische Nutzung von Agrar- und Forstrohstoffen aus der Kaskade sowie Neben- und Reststoffströmen sollte zukünftig stärker gefördert werden als die thermische Nutzung frischer Biomasse.

Die Diskussion um eine Neubewertung und Neujustierung der politischen Rahmenbedingungen für die energetische und stoffliche Nutzung, für unterschiedliche Wege der Nutzung von kurzen mechanischen Prozessketten bis hin zur Bioraffinerie, wird inzwischen weltweit geführt: Ob in Berlin, London oder Brüssel, in den USA, Kanada oder Thailand. Die Ergebnisse der Analysen und die Vorschläge an die Politik ähneln sich. So kommt die „Forest Products Association of Canada“ in ihrer Studie vom Februar 2010 zu ähnlichen Aussagen wie die vorliegende Studie:

> „This approach is a win for jobs, the national economy, rural communities, and the environment. Governments can support the industry by establishing a coherent policy framework for bio-energy and bio-products that is market-driven, technology neutral – all technologies are treated equally – and enables the forest products industry to compete on a level playing field with other sectors.“ (FPAC 2010)

Die Zeit ist reif für eine neue Politik.

# 1 Volumen, Struktur und Trends der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

*Hauptautor: Achim Raschka*

## 1.1 Einleitung, Definition und Methodik

Im Projekt-Modul „Volumen, Struktur und Trends der stofflichen Nutzung in Deutschland“ stand die Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Vordergrund. Dabei sollten ohne eigene Erhebung verfügbare Marktdaten aus aktuellen Studien zusammengestellt und ausgewertet werden. Nur in Einzelfällen sollten Lücken geschlossen und Daten aktualisiert werden. Eine neue, detaillierte Erhebung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe war dagegen nicht Gegenstand des Moduls. Auch nach der Zusammenstellung bleiben daher Lücken bestehen, die in Zukunft geschlossen werden sollten oder aufgrund fehlender Erfassungsinstrumente nicht geschlossen werden können.

Die aus der verfügbaren Literatur entnommenen Daten wurden ergänzt durch Veröffentlichungen verschiedener Fachverbände, statistische Daten des Statistischen Bundesamtes zum Außenhandel, Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zu Anbauflächen von Rohstoffpflanzen und Außenhandel sowie durch weitere Daten, die durch Publikationen und Experteninterviews ermittelt werden konnten.

In der Nachbearbeitung wurden insbesondere die Veröffentlichungen FNR 2010 (in Druck) und März 2009 verwendet, um weitere Lücken zu schließen oder Inkonsistenzen aufzulösen. Diese Veröffentlichungen wurden uns freundlicherweise durch Herrn Dr. Dietmar Peters, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., und Herrn Dr. Ulrich März zur Verfügung gestellt.

*Kooperationen*
Eine enge Zusammenarbeit bestand mit einer Reihe von externen Experten, die zu insgesamt drei mehrtägigen Workshops eingeladen waren und ihr Wissen in die Diskussion einbringen konnten. Insbesondere bestand eine enge Zusammenarbeit mit der AFC Management Consulting AG (Bonn), die im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. eine statistische Datenerhebung nachwachsender Rohstoffe erarbeitet und Datenmaterial aus eigener Recherche zur Verfügung stellen konnte.

Insbesondere im Bereich der Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie wurden eine Reihe von Lücken und Problemen identifiziert, die eine vertiefende Bearbeitung durch externe beauftragte Experten in Form von Unteraufträgen notwendig machten. Dies betraf vor allem die Bereiche Zucker und Stärke, deren Überarbeitung von Herrn Dr. Ulrich März (ECO SYS Gesellschaft für Analytik und Projektmanagement mbH) übernommen wurden. Weitere Zuarbeit wurde im Bereich der Naturfasern notwendig, da hier vor allem der Außenhandel für Baumwolle und andere Faserprodukte nicht abschließend analysiert werden konnte (übernommen von Prof. Jörg Müssig und Tim Huber, Hochschule Bremen), sowie im Bereich Holz und Chemiecellulose (übernommen von Dr. Hans Korte, Innovationsberatung Holz und Fasern Wismar).

### 1.1.1 Definition „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“

Zum Beginn des Projektes gilt es, eine Definition für den Begriff „Stoffliche Nutzung nachwachsen-

der Rohstoffe“ zu finden und anzuwenden, um den Betrachtungsraum der Studie festzulegen. Um diese Definition zu finden, ist es erforderlich, den Begriff „Nachwachsende Rohstoffe“ wiederum zunächst eindeutig zu definieren und davon ausgehend eine Definition für „Stoffliche Nutzung“ zu finden.

Für „Nachwachsende Rohstoffe“ existieren bereits eine Reihe von Beschreibungen und Definitionen. Die gebräuchlichsten seien hier kurz dargestellt:

> 1) „Unter dem Begriff ‚Nachwachsende Rohstoffe‘ werden land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe pflanzlichen und tierischen Ursprungs verstanden, die außerhalb des Ernährungsbereiches (Nahrungs- und Futtermittel) stofflich und energetisch genutzt werden können.“ (BMELV & FNR 2008)
>
> 2) „Der Terminus ‚Nachwachsende Rohstoffe‘ (NR) ist ein relativ junger Begriff, der sich erst im Zuge der Ölkrise in den Jahren 1973/74 bzw. 1979/81 in Deutschland etabliert hat. (…) Nachwachsende Rohstoffe sind organische Stoffe, die aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion stammen und anthropogen für weiterführende Anwendungszwecke im Nichtnahrungs- und Nichtgenussmittelbereich genutzt werden.“ (Kaup 2002)

In diesen Definitionen finden vor allem solche organischen Stoffe keine oder nur geringe Berücksichtigung, die abseits der Land- und Forstwirtschaft produziert, oder als Reststoffe bzw. Nebenprodukte anfallen und genutzt werden. Gerade diesen Ressourcen kommt jedoch – speziell durch die in den letzten Jahren aufbrandende Diskussion um Koppelnutzungen und Flächenkonkurrenz von Agrarkulturen zur energetischen Nutzung vs. Nahrungsmittelanbau – zunehmende Bedeutung zu, so dass sie in unsere Betrachtung nachwachsender Rohstoffe aufgenommen werden sollten. Enthalten sind diese Rohstoffe etwa in den folgenden Definitionen:

> 3) „Stoffe, die aus lebender Materie stammen und vom Menschen zielgerichtet für Zwecke außerhalb des Nahrungs- und Futterbereiches verwendet werden.“ (Mann 1998)
>
> 4) „Nachwachsende Rohstoffe sind die Gesamtheit pflanzlicher, tierischer und mikrobieller Biomasse, die – auch über Nahrungsketten – auf der photosynthetischen Primärproduktion basiert und vom Menschen zweckgebunden außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelbereiches im sog. ‚Non Food’-Sektor stofflich oder energetisch verwendet wird.“ (Karus et al. 2003)

Mann 1998 stellt bereits dar, dass es bei den unterschiedlichen Definitionen für nachwachsende Rohstoffe auch einige Konfliktpunkte gibt, die berücksichtigt werden müssen. Ein Konfliktpunkt ist beispielsweise, ob tierische Produkte wie Schafwolle oder Rindertalg als nachwachsende Rohstoffe bezeichnet werden sollten. Die obigen Definitionen bejahen mit der Formulierung nicht nur diese Frage, sie umschließen auch mikrobiell erzeugte Produkte wie verschiedene biotechnologisch hergestellte Biorohstoffe und Zwischenprodukte, die durch bakterielle Fermentation gewonnen werden. Dies gewinnt vor allem vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung der industriellen Biotechnologie eine zentrale Rolle.

Bei der stofflichen Nutzung dient die Biomasse als Rohstoff für die (industrielle) Produktion von Gütern jeglicher Art sowie für jede Verwendung abseits der Energiegewinnung. Auf der Basis dieser Betrachtung schlagen wir folgende Definition für die „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vor, die dieser Studie zugrunde liegen soll:

[1] Das Wort „industrielle“ steht in Klammern, da alle Produktionsweisen mit einbezogen werden sollen, also neben der eigentlichen industriellen Produktion z.B. auch die handwerkliche Herstellung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.

> „Nachwachsende Rohstoffe sind die Gesamtheit pflanzlicher, tierischer und mikrobieller Biomasse, die – auch über Nahrungsketten – auf der photosynthetischen Primärproduktion basiert und vom Menschen zweckgebunden außerhalb des Nahrungs- und Futtermittelbereiches stofflich oder energetisch verwendet wird. Bei der stofflichen Nutzung dient die Biomasse als Rohstoff für die (industrielle[1]) Produktion von Gütern jeglicher Art."

Trotz dieser allumfassenden Definition wird sich die Studie vor allem auf pflanzliche Rohstoffe konzentrieren und tierische und mikrobielle Rohstoffe nur am Rande behandeln.

Eine direkte und allgemein akzeptierte Entsprechung für den Begriff „Nachwachsende Rohstoffe" existiert in der englischen Sprache nicht, die Bezeichnung „renewable raw materials", abgekürzt RRM, setzt sich jedoch zunehmend durch, vor allem auch in Brüssel.

Neben dieser Bezeichnung sind die allgemeineren Bezeichnungen „renewable resources" (RR, entspricht häufig „Erneuerbare Rohstoffe/Energien" und umfasst neben nachwachsenden Rohstoffen zudem je nach Quelle auch alternative Energiequellen wie Fotovoltaik, Wasser- und Windkraft) sowie im stofflichen Bereich „renewable materials" bzw. „biobased products" oder „biomass chemicals" (bei Produkten für die chemische Industrie, Tokay 2005) gebräuchlich, während die stoffliche Verwendung selbst als „industrial material use" bezeichnet wird.

Zoebelein 2001 empfiehlt für „renewable resources" folgende Definition: „RR are products, originated from plants and animals, used for industrial purposes (energy, functional applications and chemical modification) and also include food products that are not used for nutrition, as well as wastes and co-products of food processing." Zur Abgrenzung der stofflichen Nutzung gegenüber der energetischen Nutzung schlägt er für letztere die Bezeichnung „renewable energy sources" vor, während „renewable resources" ausschließlich für die (industrielle) stoffliche Nutzung gebraucht werden sollte (Zoebelein 2001).

In Anlehnung an die oben dargestellte Definition der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe empfehlen wir für die internationale Kommunikation die Verwendung des Begriffs „renewable raw material" als:

> „Renewable raw materials are the whole plant, animal and microbial biomass, which are – also through food chains – based on the photosynthetic primary production and to be used by man excluding the food and feed area for industrial material or energy use.
>
> Material use of RRM is the use of biomass as raw material for the (industrial) production of goods of any kind".

### 1.1.2 Methodik zur Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

Ausgehend von der oben dargestellten Definition und dem Fokus auf pflanzliche Rohstoffe wurde versucht, eine möglichst umfassende und zutreffende Erfassung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland durchzuführen. Diese basiert auf den sehr guten Vorarbeiten durch verschiedene Autoren, darunter vor allem Schmitz et al. 2006a und 2007a sowie die Zusammenfassungen von Peters 2006 und FNR 2007 und für die Nacharbeit März 2009 und FNR 2010.

In der vorliegenden Studie stellen diese Erhebungen die Basis dar, die ihnen zugrundeliegende Methodik der Literaturauswertung wurde im Wesentlichen beibehalten und vertieft – insbesondere wurde

die Datenerhebung über die Verbandsebene hinaus durch Interviews mit Branchenexperten und Unteraufträge erweitert.

Anders als in den Marktanalysen Schmitz et al. 2006a und 2007a, in denen die Verwendungsbereiche als Struktur dienten, stellen in dieser Studie die verwendeten Rohstoffe die Basis der Erfassung und Darstellung dar. Die Ergebnisse der Erhebungen und Analysen werden in Form von Stoffstromdiagrammen für sämtliche relevanten nachwachsenden Rohstoffe dargestellt, von Anbau und Import bis hin zur Endanwendung. Ziel war es dabei, Vollständigkeit und Konsistenz in den Daten entlang der Wertschöpfungskette zu erreichen.

Bei der Mengenerfassung der Rohstoffe für die stoffliche Nutzung gibt es ein Abgrenzungsproblem, bis zu welcher Verarbeitungstiefe Rohstoffe, Halbzeuge oder Endprodukte erfasst werden sollen und wie Doppelzählungen vermieden werden können. In der vorliegenden Studie wurden sämtliche in der stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe (aus heimischem Anbau und Importen) und der zur weiteren Verarbeitung importierten Halbzeuge erfasst, die in der deutschen Industrie in der Produktion eingesetzt werden. Methodisch ist damit die Mengenerfassung klar definiert, die Erfassung weist dennoch aufgrund der unvollständigen Datenlage Lücken auf.

Als erster Schritt wurden die zu betrachtenden Rohstoffe sowie die verschiedenen Sektoren ihrer Anwendung identifiziert und strukturiert. Der nächsten Schritt beinhaltete eine Sichtung und Auswertung der bereits verfügbaren Daten aus verschiedenen Studien und sektorinternen Erfassungen, die den einzelnen Rohstoffen und Sektoren zugeordnet wurden. Auf diese Weise konnten die wichtigsten Studien, die sich in den vergangenen Jahren mit dem Thema der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe befasst haben, detailliert unter der hier vorhandenen Zielsetzung der vollständigen Erfassung der gesamten stofflichen Nutzung ausgewertet werden. Über weitere Literaturerfassungen wurden die Ergebnisse ergänzt und validiert, zusätzliche Daten wurden durch gezielte Experteninterviews und Workshops mit Akteuren und Spezialisten der verschiedenen Sektoren erhoben und zur Diskussion gestellt.

In einzelnen Bereichen wurden Unteraufträge an entsprechende Spezialisten zur Ergänzung, Validierung und teilweise auch zur Neuerfassung vergeben. Alle Ergebnisse wurden abschließend in mehreren Workshops vorgestellt und mit weiteren Experten diskutiert.

## 1.2 Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der EU im Überblick

Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen als Rohstoffquelle für die stoffliche Verwendung in Europa ist leider nur sehr lückenhaft oder gar nicht erfasst. Entsprechend existieren für die meisten Bereiche der stofflichen Nutzung nur grobe Abschätzungen, während entsprechende Daten nicht vorliegen. Eine umfassende Studie zur stofflichen Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Europa steht noch aus, um die entsprechenden Lücken zu schließen.

Thrän et al. 2006 stellten eine Untersuchung der „Sustainable Strategies for Biomass Use in the European Context“ mit einem Fokus auf die energetische Nutzung auf und identifizierten vor allem das Biomassepotenzial aus dem Bereich der Land- und Forstwirtschaft Europas für zukünftige Entwicklungen. Rothermel 2008 und Schmitz 2008 stellten Daten auf der Basis von Abschätzungen aus dem Jahr 2003 vor allem für die chemische Industrie auf – neuere Zahlen liegen aus diesem Bereich für Eu-

ropa derzeit nicht vor. Hinzu kommen Daten aus einzelnen Industriebereichen, vor allem aus der Papier- und Zellstoffindustrie (CEPI 2008) sowie aus der Holzindustrie insgesamt (Mantau 2008), die regelmäßig erfasst und aktualisiert werden.

Bis 2005 wurden im IENICA-INFORRM-Projekt (Interactive European Network for Industrial Crops and Applications; gefördert im Fifth Framework Programme of the European Commission im „Quality of Life"-Programm) Daten über die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in den EU-15-Staaten, den damaligen Beitrittsstaaten sowie einigen weiteren, assoziierten Staaten, erhoben. Einige der nationalen Studien wurden 1999 durchgeführt, nur für wenige existiert ein Update aus dem Jahr 2004 mit Daten bis 2003 (Holmes 2005). Darüber hinausgehende Daten sind nur für wenige Industrieregionen und Staaten verfügbar, vor allem für Frankreich (Hilaire et al. 2007), Großbritannien (Arthur D. Little 2008), die Niederlande (Nowicki et al. 2008) und Deutschland (Schmitz et al. 2006a, Schmitz et al. 2007a u.a.). Auch über den Kontakt zu internationalen Experten im Rahmen einer Kurzstudie des nova-Instituts (Jering et al. 2010) konnten kaum weitergehende Daten zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe ermittelt werden.

Einzelne Experten, u.a. Jean-Francois Dallemand aus der Europäischen Kommission, teilten uns mit, dass das Interesse an entsprechenden Daten sehr groß sei, dass ihnen selbst aber nur wenige oder kaum Daten vorlägen. In den meisten Staaten liegen vor dem Hintergrund der Einführung von Beimischungsquoten durch die Europäische Kommission Daten aus dem Bereich der energetischen Nutzung vor, während entsprechende Daten zur stofflichen Verwendung fehlen.

*Allgemeine Daten (ohne Holz)*
Im Jahr 2003 kamen Abschätzungen zufolge in der gesamten EU etwa 9 Mio. t nachwachsende Rohstoffe (ohne Holz) in der Industrie zur Anwendung, von denen in der chemischen 6,4 Mio. t und in der sonstigen Industrie 2,6 Mio. t (Schmitz 2008, Rothermel 2008) verarbeitet wurden. Die Rohstoffe teilen sich dabei auf in Pflanzenöle und -fette (31 %), Stärke (35 %), Zucker (14 %), Chemiecellulose und Naturfasern (16 %) und Sonstige (4 %) (Schmitz 2008).

Die Gesamtanbaufläche für nachwachsende Rohstoffe in der EU betrug 2005 ca. 5,07 Mio. ha und stellte einen Anteil von 5,2 % an der landwirtschaftlich genutzten Ackerfläche dar. Davon wurden 900.000 ha für Stärkepflanzen, 425.000 ha für Ölsaaten, 137.000 ha für Zuckerrüben, 113.000 ha für Arzneipflanzen, 460.000 ha für Baumwolle, 135.000 für sonstige Faserpflanzen sowie 2,8 Mio. ha für Energiepflanzen genutzt. Insgesamt stehen damit 2,27 Mio. ha für die stoffliche Nutzung (ohne Holz) 2,8 Mio. ha für die energetische Nutzung gegenüber (Schmitz 2008).

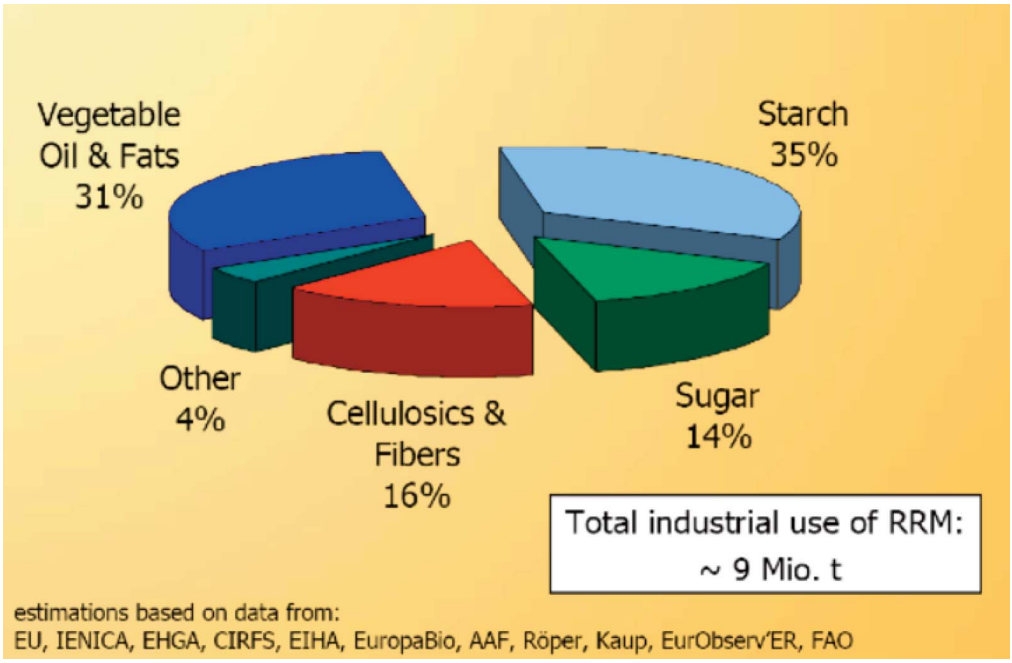



*Abbildung 1: Industrielle Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen in Europa. Quelle: Schmitz 2008*

Nach Rothermel 2008 stammten etwa 8 % der Rohstoffe der chemischen Industrie aus nachwachsenden Rohstoffen. Er schätzte für die EU-25 im Jahr 2003 die Menge der nachwachsenden Rohstoffe in der gesamten chemischen Industrie auf 6,4 Mio. Tonnen, die etwa 74 Mio. Tonnen fossilen Rohstoffen gegenüber stehen. Den größten Teil mit etwa 50 % der Gesamtmenge stellen Öle und Fette dar, gefolgt von Chemiezellstoff, Stärke und Zucker. In der deutschen Industrie liegt der Anteil mit etwa 10 % und 2,3 Mio. Tonnen nachwachsender gegenüber 17.5 Mio. Tonnen fossilen Rohstoffen deutlich über dem EU-Durchschnitt (Rothermel 2008).

Der Gesamtwert der europäischen Industrie, die auf vollständig oder teilweise bio-basierten Produkten aufbaut, beträgt nach vorsichtigen Schätzungen etwa 450 Mrd. Euro in der EU-25, kann jedoch nach optimistischerer Abschätzung bis zu 610 Mrd. Euro betragen. Der Markt der vollständig bio-basierten Produkte hat nach vorsichtiger Schätzung einen Wert von 250 Mrd. Euro und nach optimistischer Schätzung 315 Mrd. Euro (Nowicki et al. 2008).

*Pflanzenöle und Fette*

Zur Verwendung und zu Märkten von Pflanzenölen und Ölsaaten in Europa stellt die EU Oil and Proteinmeal Industry (FEDIOL) regelmäßig weltweite, europäische sowie nationale Daten zur Verfügung. Diese Daten werden allerdings nicht in die unterschiedlichen Verwendungszwecke unterteilt.

2007 betrug die Gesamtproduktion an Ölsaaten in der EU-27 24,26 Mio. Tonnen, angeführt von Frankreich (6,1 Mio. Tonnen), Deutschland (5,4 Mio. Tonnen), Großbritannien (2,1 Mio. Tonnen), Polen (1,9 Mio. Tonnen) und Ungarn (1,6 Mio. Tonnen). Die Pflanzenölproduktion aus produzierten und importierten Ölsaaten betrug 2007 etwa 12 Mio. Tonnen, in der Hauptsache Rapsöl (6,8 Millionen Tonnen), Sonnenblumenöl (2,2 Mio. Tonnen) und Sojabohnenöl (2,6 Millionen Tonnen). Die Hauptproduzenten waren Deutschland (3,6 Millionen Tonnen), Frankreich (1,5 Millionen Tonnen), und die Niederlande (ca. 1 Mio. Tonnen). Ein großer Teil des Rapsöls wurde für den Non-food Einsatz produziert,

dabei vorrangig für die Herstellung von Biodiesel (Rapsmethylester). Insgesamt wurden in der EU-27 fast 20 Mio. Tonnen Pflanzenöl verbraucht, entsprechend wird ein hoher Anteil des Gesamtöls importiert.

*Naturfasern*

In Europa werden als Faserpflanzen vor allem Flachs und Hanf sowie – im weltweiten Vergleich – geringe Mengen Baumwolle angebaut. Die Fasern werden zu 100 % stofflich genutzt, vor allem für die Produktion von Textilien (Bekleidung, Heimtextilien) und technische Textilien (Gewebe und Nonwovens) sowie für naturfaserverstärkte Kunststoffe.

Die Baumwollproduktion in Europa beträgt etwa 1,45 Mio. Tonnen Rohbaumwolle, von denen rund 76 % in Griechenland und die restlichen 24 % in Spanien sowie eine sehr kleine Menge in Bulgarien produziert werden. Portugal als ehemals vierter europäischer Baumwollproduzent hat seine Produktion eingestellt. Die Menge der europäisch erzeugten Baumwolle entspricht etwa 2 % der Weltproduktion. (Europäische Kommission 2008c).

In der EU-25 wurden nach Angaben der Europäischen Kommission (2009) im Jahr 2006 633.000 t Flachsstroh und 173.800 t Flachsfasern produziert, vor allem in Frankreich (486.000 t Stroh, 137.000 t Fasern) und den Niederlanden (31.800 t Stroh, 6.400 t Fasern). Hinzu kommen 81.600 t Hanfstroh zur Faserproduktion, hauptsächlich in Frankreich (49.000 t), der Tschechischen Republik (9.900 t), Deutschland (8.700 t), Polen (5.200 t) and Großbritannien (4.200 t).

*Kohlenhydrate: Zuckerrübe und Stärkepflanzen*

Stärkepflanzen, vor allem Weizen, Mais und Kartoffeln, werden in allen europäischen Staaten großflächig angebaut. Als einziger Zuckerlieferant wird in Europa die Zuckerrübe kultiviert. All diese Pflanzen dienen vor allem der Produktion von Nahrungsmitteln, während nur ein sehr geringer Anteil der Erträge in technische Anwendungen fließt.

Nach Angaben der Europäischen Kommission (2009) betrug die Gesamtproduktion an Weizen 2006 108,6 Mio. t in der EU-25, vor allem in Frankreich (33,3 Mio. t), Deutschland (22,4 Mio. t) und Großbritannien (14,7 Mio. t). Die Gesamtproduktion von Körnermais betrug 2006 44,8 Mio. t, Hauptanbauländer waren Frankreich (12,9 Mio. t), Italien (9,7 Mio. t), Rumänien (9 Mio. t) and Ungarn (8,3 Mio. t). Kartoffeln wurden in einer Menge von 52,3 Mio. t produziert, vor allem in Deutschland (10 Mio. t), Polen (9 Mio. t), Frankreich (6,4 Mio. t) und den Niederlanden (6,3 Mio. t). Die Zuckerproduktion (Zuckeräquivalenten, enthält Kristallzucker, Dicksaft und Melasse) betrug im Wirtschaftsjahr 2007/2008 17,9 Mio. t, Hauptproduzenten waren Frankreich (4,7 Mio. t) und Deutschland (4,1 Mio. t).

2006/07 wurden auf der Basis der Chemiezuckerregelung EU 1265/2001 mehr als 626.722 t Zucker (und Isoglucose auf Stärkebasis) durch die Europäische Kommission als Produktionserstattungen zum Ausgleich der Kosten bei Abnahme aus der EU gegenüber den Weltmarktpreisen refinanziert und in der chemischen Industrie eingesetzt (Barjol 2008).

*Holz*

Etwa 822 Mio. $m^3$ wurden im Jahr 2005 in Europa genutzt, davon 341 Mio. $m^3$ (41 %) für energetische und 481 Mio. $m^3$ (59 %) für stoffliche Anwendungen. Anteilig wurden von dem Gesamtaufkommen 26 % in der Sägeindustrie, 11 % in der Holzwerkstoffindustrie und 19 % in der Papier- und Zellstoffindustrie verwendet (Mantau 2008).

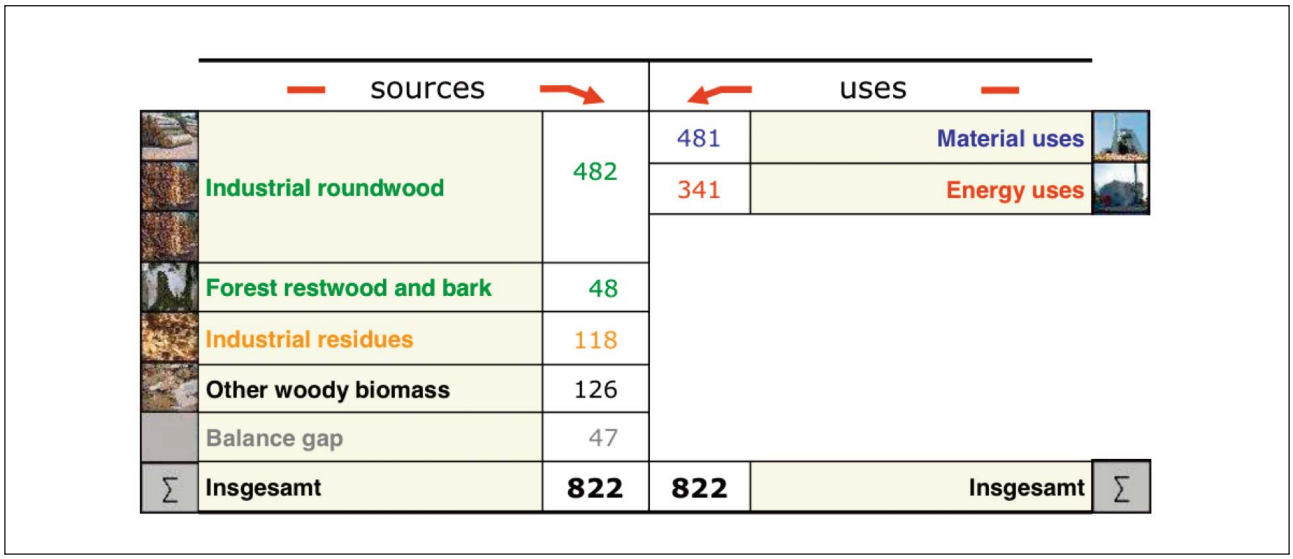



*Abbildung 2: Holzaufkommen und Holzverbrauch in Europa in Mio. m³. Quelle: Mantau 2008*

Im Jahr 2004 stellte der Sägeholz-Sektor 12 % der gesamten holzverarbeitenden Industrie in der Europäischen Union EU-15 mit etwa 85 Mio. m³ Sägeholzprodukten (etwa 77,7 Mio. m³ Nadelholz 6.9 Mio. m³ Laubholz). Die Holzwerkstoffindustrie hatte eine Gesamtproduktion von 45.6 Mio. m³ (29 Mio. m³ Spanplatten, 9.5 Mio. m³ MDF, 2.9 Mio. m³ Sperrholz, 2.4 Mio. m³ OSB und 1.8 Mio. m³ sonstige Holzwerkstoffe) (CEI-Bois 2009).

Die europäische Papier- und Zellstoffindustrie hatte 2007 einen Holzverbrauch von 119,3 Mio. t, die zu 43,5 Mio. t Zellstoff verarbeitet wurden. Daneben wurden 17 Mio. t Nichtfasermaterial sowie 49,6 Mio. t Altpapier verwendet, um eine Gesamtmenge von 102.6 Mio. t Papier und Pappen zu produzieren. Seit 2000 (91.7 Mio. t) stieg die Produktionsmenge für Papier um 11,8 %. 17,5 Mio. t wurden exportiert und 6,1 Mio. t importiert, so dass im Ergebnis 90,1 Mio. t Papier in den europäischen Staaten (CEPI-Mitgliedsstaaten) verbraucht wurden (CEPI 2008). Nach Angaben von CEPI handelte es sich um folgende Papiertypen:

| | **Produktion (Mio. t)** |
|---|---|
| Zeitungen | 10,4 |
| Andere grafische Papiere | 32,4 |
| Kartonverpackungen | 22,9 |
| Andere Verpackungen | 14,0 |
| Papiertaschentücher | 6,7 |
| Sonstige | 3,7 |

*Tabelle 2: Papierproduktion in Europa. Quelle: CEPI 2008*

Nach Angaben der vorläufigen Ergebnisse für 2008 ging die Produktion von Zellstoff um mehr als 4 % und die Produktion von Papier um etwa 2 % im Vergleich zum Vorjahr 2007 zurück (CEPI 2009b).

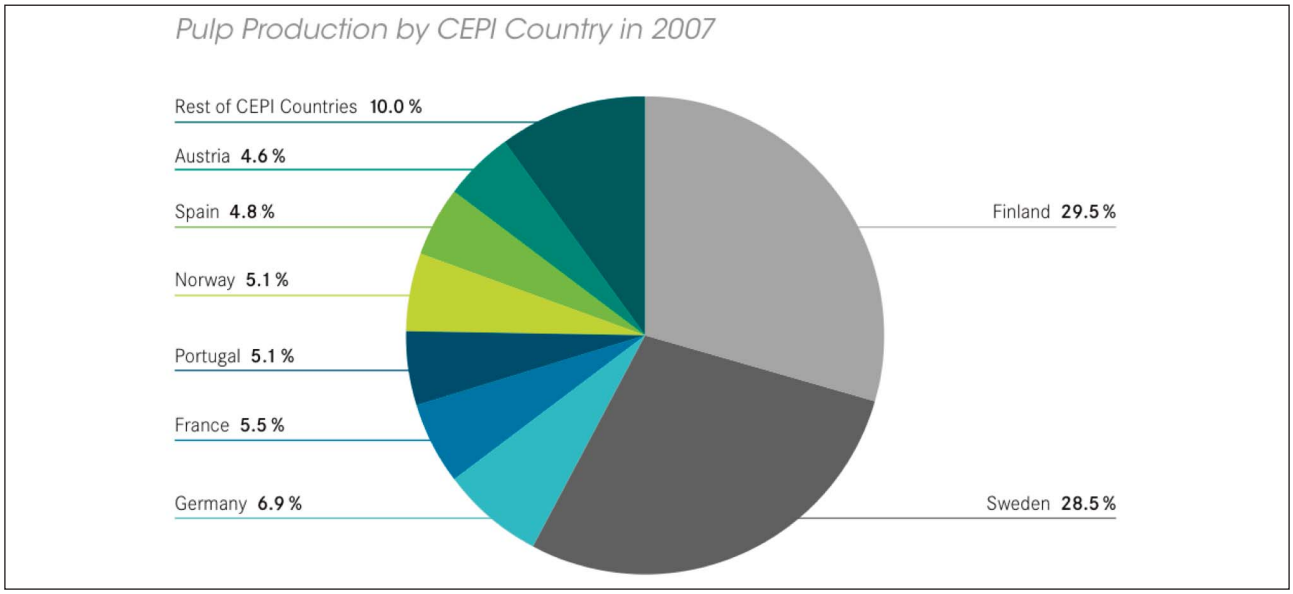



*Abbildung 3: Zellstoffproduktion in Europa nach Staaten. Quelle: CEPI 2008*

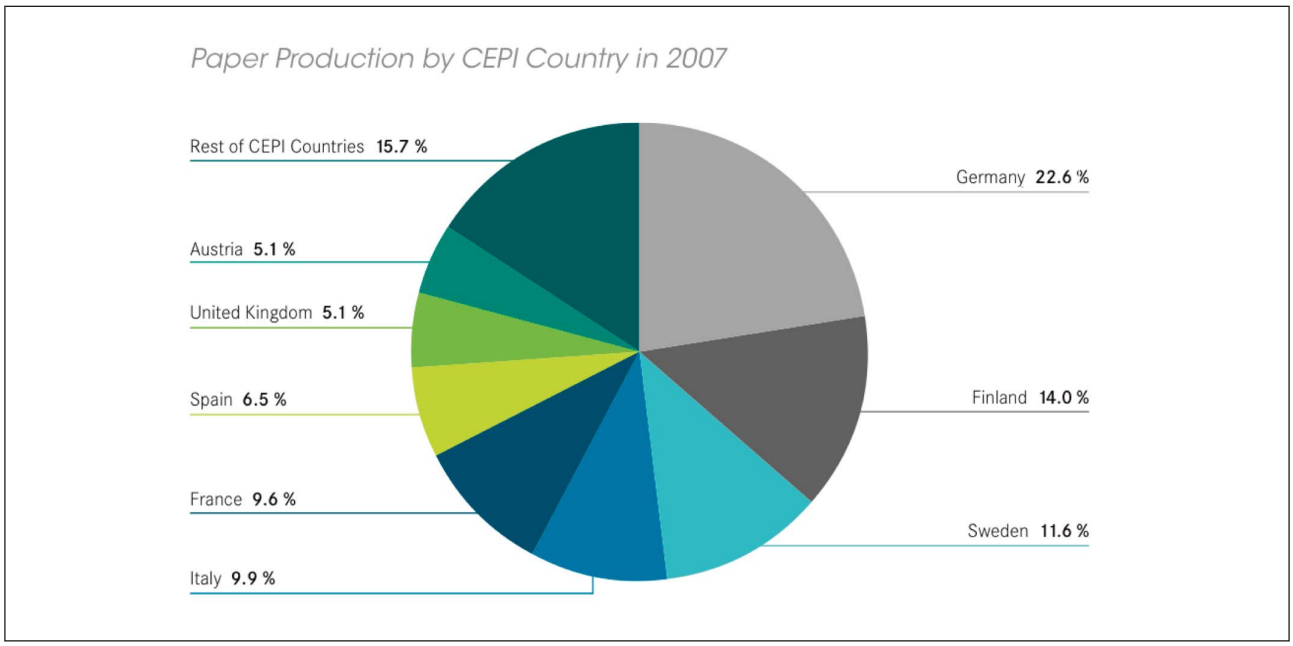



*Abbildung 4: Papierproduktion in Europa nach Staaten. Quelle: CEPI 2008*

## 1.3 Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland im Detail: Volumen, Struktur und Trends

### 1.3.1 Öle und Fette

Bei den Ölen und Fetten stehen Pflanzenöle im Fokus der Betrachtung, die im Vergleich zu den tierischen Fetten auch quantitativ stark überwiegen. Weltweit werden jährlich etwa 160 Mio. t natürliche Fette und Öle produziert, von denen etwa 125 Mio. t in der Nahrungsmittelindustrie eingesetzt werden. Nur etwa 16 Mio. t werden stofflich genutzt, weitere 9 Mio. t gehen in die Energieerzeugung und 10 Mio. t in die Futtermittelindustrie (Zahlen von 2007; Hill 2008).

*Ölsaaten*
In Deutschland werden nur drei Ölpflanzen in relevanten Mengen angebaut. Dabei handelte es sich 2007 um Raps mit einer Anbaufläche von etwa 1,5 Millionen ha, Sonnenblume mit etwa 20.000 ha und Öllein mit etwa 6.000 ha (Schmidt et al. 2008; nach FNR 2010 1,37 Mio. ha Raps, 25.000 ha Sonnenblume für 2008). In geringerem Maße bzw. auf Versuchsanbauflächen werden zudem Leindotter, Krambe, Mohn und andere Ölpflanzen kultiviert, aus denen vor allem Öle für die Nahrungsölproduktion gewonnen werden (u.a. Pude & Wenig 2005, Heyland et al. 2006). Von den Rapsanbauflächen werden etwa 5 Mio. t Rapssaat gewonnen (nach FNR 2010 für 2008 5,16 Mio. t), etwa 1,2 Mio. t werden zudem jährlich importiert (netto). 2008 wurden zudem etwa 50.000 t Sonnenblumensaat geerntet, für die Jahresgesamtmenge an Leinsamen liegen keine Zahlen vor. Neben Raps werden vor allem Sojabohnen (2,8 – 3,7 Mio. t, Baumann 2008; 2008: 3,5 Mio. t, OVID 2009) und Kokosnüsse (10.000 t) als Ölsaaten importiert (OVID 2008, Statistisches Bundesamt 2008), einen geringeren Anteil macht Rizinussaat aus (Daten werden statistisch nicht erfasst; Baumann 2008); die Importquote der Ölsaaten liegt somit bei etwa 49 %. In der Gesamtmenge resultieren 9 bis 11 Mio. t Ölsaaten, von denen etwa 250.000 t direkt als Nahrungsmittel verwendet werden (Kokosnüsse, Sojabohnen, Sonnenblumenkerne, Leinsamen).

*Ölproduktion*
Die Ölsaaten werden vor allem in den 19 großen Ölmühlen Deutschlands verarbeitet. Dabei werden aktuell jährlich etwa 6,0 bis 6,5 Mio. t Rapssaat (nach BLE 2009a: 6,5 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2007/08 und 6,2 Mio. t im Wirtschaftsjahr 2008/09) und 3,4 Mio. t Sojabohnen sowie 0,1 Mio. t Sonnenblumensamen und 0,2 Mio. t Leinsamen und Rizinussaat zu Pflanzenöl verarbeitet (Baumann 2008; nach BLE 2009a wurden im Wirtschaftsjahr 2007/08 3,15 Mio. t und 2008/09 2,95 Mio. t sonstige Saaten, alle außer Raps, verarbeitet). Es fallen etwa 3,2 – 4,0 Mio. t Pflanzenöl an (nach BLE 2009a im Wirtschaftsjahr 2007/08 3,26 Mio. t, davon 2,6 Mio. t Rapsöl, und im Wirtschaftsjahr 2008/09 3,28 Mio. t, davon 2,65 Mio. t Rapsöl; nach OVID 2009 4,0 Mio. t im Jahr 2008, davon 3,2 Mio. t Rapsöl), die Reststoffe (Raps- und Sojakuchen, Extraktionsschrot) werden aufgrund des sehr hohen Proteingehaltes mit annähernd 100 % zu Futtermitteln verarbeitet (nach BLE 2009a im Wirtschaftsjahr 2007/08 6,25 Mio. t, davon 3,8 Mio. t Raps, und im Wirtschaftsjahr 2008/09 5,8 Mio. t, davon 3,5 Mio. t Raps). Die jährliche Gesamtmischfutterproduktion beträgt in Deutschland etwa 20 Mio. t (2007: 21,31 Mio. t; FEFAC 2008), im europäischen Schnitt sind davon etwa 27 % Ölschrote und Ölkuchen (siehe Abschnitt Proteine; FEFAC 2008).

*Pflanzenöle*
Zu den 3,2 bis 4,0 Mio. t Pflanzenöl aus heimischer Produktion werden pro Jahr etwa 1 Mio. t Palmöl, 600.000 t Laurinöle (Kokosöl und Palmkernöl), 200.000 t Sojaöl sowie 800.000 bis 1 Mio. t

Rapsöl (netto) und 260.000 t Sonnenblumenöl (netto) importiert (Zahlen für 2007, Statistisches Bundesamt 2008b) – hinzu kommen weitere, vor allem in der Lebensmittelindustrie bedeutsame Öle und Fette. Es standen entsprechend etwa 6,5 Mio. t Pflanzenöle zur Verfügung (nach OVID 2008 für 2007; nach OVID 2009 5,6 Mio. t für 2008), die Importquote liegt bei über 70 %. Hinzu kommen etwa 950.000 t tierische Fette (OVID 2008).

*Nahrungsmittel und Kraftstoff*
Von der Gesamtmenge der Pflanzenöle werden bis zu 3,3 Mio. t in der Nahrungsmittelindustrie verbraucht (nach OVID 2008 für 2007; nach Kemnitz 2008 2,89 Mio. t; nach FNR 2010 im Jahr 2008 1,4 Mio. t Pflanzenöle), weitere ca. 2 Mio. t (nach OVID 2008) bis 3,6 Mio. t (Kemmitz 2008, UFOP 2009; nach FNR 2010 3,1 Mio. t im Jahr 2008) werden zur Erzeugung von Energie genutzt. Dabei entfielen in 2007 etwa 2,89 Mio. t auf die Biodieselproduktion und etwa 840.000 t auf die Herstellung von Pflanzenöl-Kraftstoff zur Direktnutzung (Kemmitz 2008, UFOP 2009). Bei der Produktion von Biodiesel fällt durch die Umesterung als Nebenprodukt Glycerin an, wobei bei 1 t Biodiesel grob 0,1 t Glycerin entstehen (Lünnemann 2008). Bei einer Biodiesel-Gesamtproduktion von 2,5 Mio. t würde dies der Produktion von etwa 250.000 t Glycerin entsprechen. Glycerin kommt in einer Reihe von Produkten der chemischen Industrie, z.B. zur Verseifung, in der Kosmetik-, Nahrungs-, Genussmittel- und Pharmaindustrie, sowie als Weichmacher u.ä. in der Kunststoffproduktion zur Anwendung.

Das in Deutschland produzierte Glycerin wird in großen Mengen exportiert, im Inland werden rund 84.000 t für die Produktion von Pharmaglycerin und verschiedene chemisch-technische Nutzungen wie beispielsweise die Produktion von Frostschutzmitteln und als Additiv bei der Herstellung von Kunststoffen und Kosmetika verwendet. Daneben werden auf der Basis von Glycerin jährlich etwa je 10.000 t Epichlorhydrin, Propylenglykol und Triacetin hergestellt. (FNR 2010)

*Stoffliche Nutzung*
In die stoffliche Nutzung fließen etwa 1,1 Mio. t Pflanzenöle sowie etwa 350.000 t tierische Fette (FNR 2010), die sich auf die Bereiche Schmierstoffe, Tenside, Lacke und Farben, Polymere oder sonstige Anwendungen aufteilen. Zum Einsatz kommen dabei vor allem die aus den Ölen und Fetten hergestellten Fettsäuren, Fettsäuremethylester und Fettalkohole, wobei nur etwa 30 % der verwendeten Pflanzenöle auf einheimische Öle entfallen.

*Schmierstoffe*
Bei den Schmierstoffen gibt es teilweise starke Abweichungen bei den verfügbaren Angaben. Die Angabe für die Gesamtmenge in Höhe von 46.500 t (Lenz & Weber 2006, Peters 2006) wird kritisch gesehen (Peterek 2008, Theissen 2008). Die Angabe für stationäre Verwendungen in Höhe von 9.000 t (Peters 2006) erscheint unrealistisch, da es sich hier nur um einige wasserbauliche Anlagen handeln kann, mit Ölwechselintervallen, die in die Jahrzehnte gehen (Theissen 2008). Biohydrauliköl geht überwiegend in die Mobilhydraulik, wegen des hohen Verlustrisikos und wegen der häufigen Ölwechsel aber nicht in stationäre Anlagen (Theissen 2008). Zweifel bestehen auch bei der Angabe zu den biogenen Metallbearbeitungsölen in Höhe von 11.800 t, hier werden etwa 3.300 t als realistisch betrachtet (Theissen 2006, Theissen 2008). Die Schmierfette betragen etwa 2.300 t. Für die Sägekettenöle werden etwa 6.000 t angegeben (Peters 2006), diese wurden von Theissen 2006 nicht vollständig erfasst; hier gibt es viele kleine und kleinste Hersteller, die nicht erfasst werden konnten. Ein Teil des Kettensägeöls wird von den Anwendern auch selbst gemischt oder gleich billiges Salatöl verwendet, diese Quantität entzieht sich also vollständig einer soliden Datenerfassung (Theissen 2008). Auch über Schalöle macht Theissen 2006 keine Angaben, die Menge von 2.500 t (Peters 2006) wird von ihm jedoch kritisch gesehen, da der biogene Anteil vernachlässigbar ist (Theissen 2008). Insgesamt nimmt Theissen eine Ge-

samtmenge der Schmierstoffe von insgesamt etwa 24.000 t an (Theissen 2006, Peterek 2008), von denen die Hydrauliköle mit etwa 11.000 t (Theissen 2006) den größten Teil ausmachen. FNR 2010 geht für 2008 weiterhin von 46.000 t Bioschmiermittel aus, betont jedoch den sehr unterschiedlichen biogenen Anteil mit teilweise weniger als 50 %. Der Einsatz von biogenen Ölen und Fetten wird auf 29.000 t geschätzt (FNR 2010).

*Tenside*

Für Tenside werden jährlich etwa 430.000 t Pflanzenöle, vor allem Laurinöle, gebraucht, sie machen entsprechend den größten Anteil der Produkte aus biogenen Ölen und Fetten aus. Dabei stellen die Waschmitteltenside mit einem Ölverbrauch von 265.000 t die größte Einzelproduktgruppe dar (Peters 2006, Angabe prozentual: ca. 64 %). Inwieweit diese Zahl tatsächlich die Realität spiegelt, gilt es in Zukunft noch zu klären, da die Angaben der Hersteller in dieser Hinsicht spärlich, bzw. nicht vorhanden sind. Neben den Waschtensiden gehen etwa 38.000 t der Tenside in die Pharma- und Kosmetikindustrie (u.a. Alkyl–polyglycoside) und etwa 33.000 t werden als Textil- und Lederhilfsstoffe verwendet (Peters 2006, Angaben prozentual: ca. 8 % und 9 % der Gesamtmenge). Die restlichen etwa 20 % gehen in sonstige Anwendungen, unter anderem in Tenside, die zur Formulierung von Pestiziden in Pflanzenschutzmitteln notwendig sind (Hill 2008). Die Gesamtmenge der jährlich in Deutschland verbrauchten Tenside liegt bei etwa 250.000 t, dabei entstammen etwa 50 % oleochemischen Grundstoffen; ein sehr großer Teil der in Deutschland hergestellten Tenside wird demnach exportiert (Peters 2006, FNR 2010).

*Lacke und Farbe, Kunststoffindustrie*

In Lacken und Farben werden jährlich etwa 170.000 t Pflanzenöle verwendet, wobei die Bindemittel mit etwa 83.000 t den größten Anteil ausmachen. Etwa 10.000 t werden als weitere Additive verwendet, vor allem Leinöl als selbsttrocknendes Öl, und in die Produktion von Druckfarben fließen 77.000 t (FNR 2007). Bei der Herstellung von Kunststoffen wurden nach FNR 2007 rund 322.000 t verbraucht, davon etwa 120.000 t als Weichmacher in erdölbasierten Kunststoffen (z.B. PVC: 80.000 t Soja- und 40.000 t erucasäurereiches Pflanzenöl) und 70.000 t im Herstellungsprozess von Polyurethanen (jeweils 35.000 t Rizinusöl und chemisch modifiziertes Sonnenblumenöl) (FNR 2007). Eine geringe Menge geht zudem in die Produktion von pflanzenölbasierten Bio-Duroplasten. Nach FNR 2010 liegt die Menge des für die Kunststoffproduktion verwendeten Öls mittlerweile bei etwa 400.000 t.

*Sonstige Anwendungen*

Neben diesen Verwendungen gibt es eine Reihe von sonstigen Verwendungen von Pflanzenölen und Tierfetten, die nur sehr ungenügend erfasst sind. Dabei handelt es sich bspw. um die Herstellung von Fußbodenbelägen (Linoleum) mit einer Jahresmenge von etwa 30.000 t (Müller 2008) oder die Produktion des Kautschukzusatzstoffes Faktis (Menge unbekannt), aber auch um eine Reihe von Nischenanwendungen wie den Einsatz von Rapsöl als Bitumenersatz in Rapsasphalt (5 % Beimischung) und Vegecol mit derzeit etwa 200 t bzw. 100 t Einsatz jährlich (Schmidt 2007, Lohmann 2008). Insgesamt schätzt FNR 2010 die Menge für sonstige Anwendungen auf etwa 420.000 t.

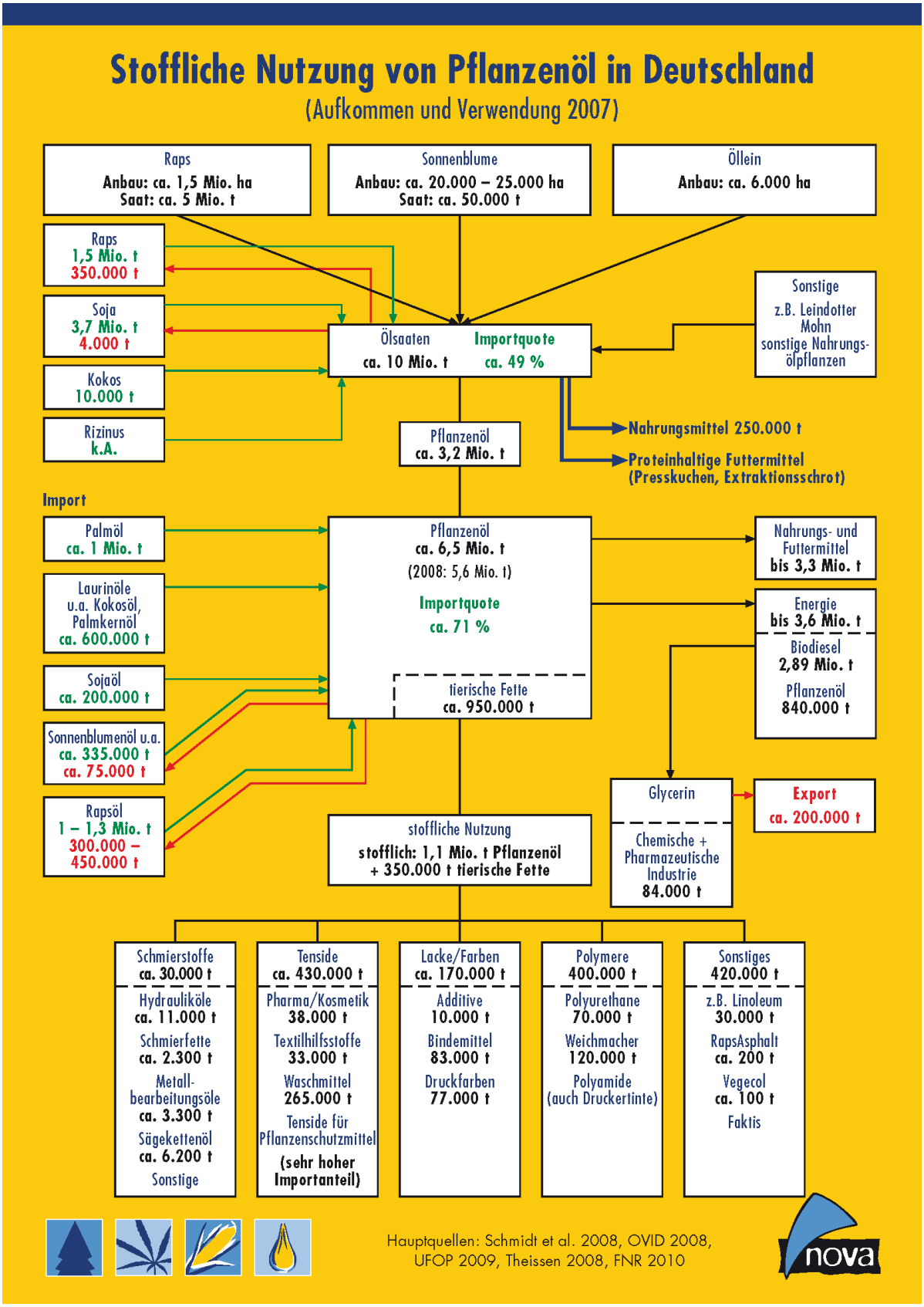



*Abbildung 5: Nutzung von Pflanzenöl in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

*Markttrends*

Die Pflanzenölproduktion steigt seit den 1990er Jahren mit jährlich bis zu 7 %, in den letzten Jahren betrug das Jahreswachstum etwa 5 bis 6 %. Dabei wächst vor allem der Anteil an Sojabohnenöl und, noch deutlicher, der Palmölanteil (Hill 2008, siehe Abbildung):

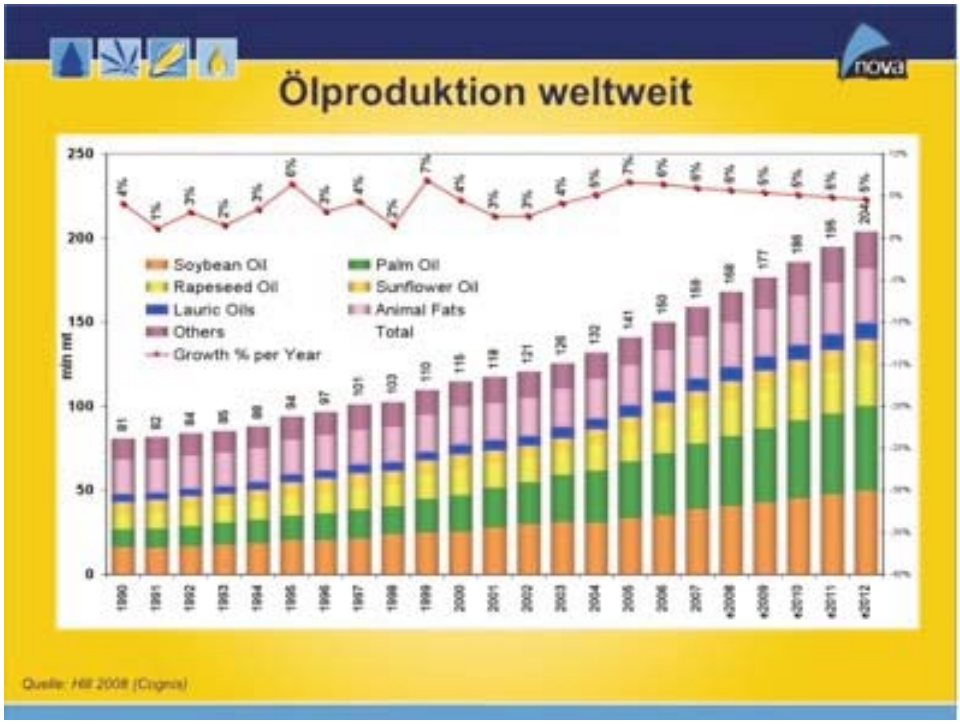



*Abbildung 6: Ölproduktion weltweit. Quelle: Hill 2008*

Ein großer Teil dieser Pflanzenölmenge wird in der chemischen Industrie zur Herstellung von Tensiden, Schmierstoffen und anderen Pflanzenölprodukten eingesetzt, der größte Teil wird allerdings für die Nahrungs- und Futtermittelindustrie verwendet. Ein weiterer großer Teil – international zunehmend – dient zur Herstellung von Biodiesel und anderen pflanzenölbasierten Brenn- und Kraftstoffen (z.B. NeXBTL).

*Kraftstoffe*

In Deutschland ist die Produktion und Nutzung von Biodiesel als Reinkraftstoff (B100) und Pflanzenölkraftstoff allerdings seit 2008 durch die Abschaffung von Steuervergünstigungen und die preisliche Angleichung an petrochemischen Dieselkraftstoff rückläufig (UFOP 2009), wodurch auch die Gesamtmenge der pflanzenölbasierten Kraftstoffe zurückgeht. Der Verbrauch betrug 2007 noch etwa 4,0 Mio. t (3,25 Mio. t Biodiesel, 750.000 t Pflanzenöl) und ging bereits 2008 auf etwa 3,0 Mio. t zurück (2,7 Mio. t Biodiesel, 0,4 Mio. t Pflanzenöl). 2009 lag der Verbrauch trotz einer Beimischungserhöhung zum Dieselkraftstoff auf 7 % bei 2,6 Mio. t (UFOP 2010). Hinzu kamen als negative Faktoren die sogenannte „Tank- und Teller-Diskussion“, die das Image von Biokraftstoffen in der Öffentlichkeit stark geschädigt hat, die drastische Zunahme der Importe von subventioniertem Biodiesel aus den USA (B99; 2007 Import von ca. 500.000 t Biodiesel) sowie die Steueranpassungen für

Biodiesel und Pflanzenöl-Kraftstoffe, die negative Effekte auf die Entwicklung hatten (Kahnau 2009, Baumann 2008).

Und selbst bei einer wachsenden Biodieselproduktion würde sich die Rohstoffbasis weiter zunehmend verschieben, da zertifiziertes Palmöl durch Preisvorteile immer größere Anteile am Markt übernehmen wird (Fritsche 2009a).




*Abbildung 7: Fettalkohole für die Tensidherstellung mit Anteilen synthetischer und natürlicher Fettsäuren*

*Tenside*

Vor allem im Bereich der Tenside spielt die Diversifizierung der Rohstoffbasis eine wesentliche Rolle. Erdöl-/erdgasbasierte Fettalkohole werden zunehmend durch Fettalkohole auf der Basis von natürlichen Fetten und Pflanzenölen ersetzt, weltweit stieg sowohl die Gesamtmenge der hergestellten Fettalkohole wie auch der Anteil natürlicher Fettalkohole von etwa 60 % im Jahr 2004 auf etwa 70 % 2007 (Hill 2008; siehe Abbildung).

*Farben und Lacke*

Im Bereich der Farben und Lacke findet dagegen kein oder kaum Wachstum statt. Obwohl die Gesamtinlandsproduktion der Farben und Lacke seit 2000 um etwa 200.000 t von etwa 2 Mio. t auf etwa 2,2 Mio. t im Jahr 2007 angestiegen ist, liegt der Anteil der Additive aus nachwachsenden Rohstoffen bei nur einem bis zwei Prozent mit einer fallenden Tendenz (VDL 2008). Die Markteintrittsbarrieren und die technischen Anforderungen sind vergleichsweise hoch und auch die Akzeptanz beim Verbraucher ist derzeit gering, so dass eine Zunahme nicht absehbar ist (Reineke & Graf von Armansperg 2006).




*Abbildung 8: Marktentwicklung der Farben und Lacke. Quelle: VDL 2008*

### 1.3.2 Proteine

Die Gesamtmenge der in der stofflichen Nutzung verwendeten Proteine beträgt nach unseren Erhebungen etwa 53.000 t im technischen Bereich – diese setzen sich fast ausschließlich aus tierischen Proteinen zusammen. Hinzu kommen die – häufig nicht in diesen Bereich eingeordneten – Verwendungen von Leder und Wolle sowie Kollagen zur Herstellung von Wursthüllen in vergleichsweise großer Menge (26 Mio. Meter pro Jahr weltweit, davon 20 Mio. Meter Naturdarm und 6 Mio. Meter künstliche Wursthüllen aus Kollagen) (Tuerk 2009). Detaillierte Erhebungen über die Herkunft von Proteinen für die stoffliche Nutzung liegen derzeit nicht vor, eine abschließende Klärung der Gesamtmenge ist im Rahmen dieses Projektes nicht vorgesehen.

*Pflanzliche Proteine*
Der Großteil pflanzlicher Proteine, der vor allem als Nebenprodukt bei der Gewinnung von Pflanzenöl aus der Ölpflanzenpressung (Raps- und Sojakuchen, Extraktionsschrot) sowie aus der Gewinnung von Stärke aus Getreide abfällt, wird für die Futtermittelindustrie aufgewendet. In Deutschland beträgt die jährliche Mischfutterproduktion etwa 20 Mio. t (2007: 21,31 Mio. t; FEFAC 2008). Im europäischen Schnitt sind davon etwa 27 % Ölschrote und Ölkuchen (vor allem Soja-, Sonnenblumen und Rapsschrote; FEFAC 2008), bzw. 40 % proteinhaltige Futtermittel (auch Hülsenfrüchte, Getreidekleber und Fischmehl; FEFAC 2008). Letztere haben einen durchschnittlichen Proteingehalt von etwa 20 % (FEFAC 2008; OVID 2008); es kann gleichem Anteil entsprechend von etwa 1,7 Mio. t Proteine für die Futtermittelindustrie in Deutschland ausgegangen werden.

Pflanzen, die speziell als Proteinpflanzen angebaut werden, wie bspw. Lupine, Eiweißerbse und Ackerbohne, haben nur eine geringe Bedeutung (Pude & Wenig 2005) – die Gesamtfläche für den Anbau dieser Pflanzen in Deutschland liegt bei etwa 30 ha pro Jahr (Vogt et al. 2005). Etwa 1.000 t Weizenproteine (Gluten) finden jährlich Einsatz in der chemischen Industrie (Schätzung nach Capitain 2008).

*Gelatine*

Von zentraler Bedeutung für die chemisch-technische und biotechnologische Industrie sind dagegen tierische Proteine. Dabei spielt vor allem die Gelatine eine zentrale Rolle, welche in Europa vor allem aus Rinderspalt, Schweineschwarten sowie Knochen von Rindern und Schweinen gewonnen wird. Dabei werden in Deutschland jährlich etwa 32.000 t Gelatine in Speisequalität hergestellt, die europäische Gesamtproduktion beträgt 120.000 t (70 % Schweineschwarten, 18 % Knochen, 10 % Rinderspalt, 2 % Sonstige) (Rappold 2004, GME 2008). Verwendet werden in Deutschland etwa 90.000 t, wobei 2/3 auf den Ernährungsbereich und von dem Rest etwa die Hälfte auf den Futtermittelbereich entfallen.

Etwa 15.000 t werden in der chemischen und pharmazeutischen Industrie verarbeitet. Dabei stellen Umhüllungen von Tabletten und Vitaminpräparaten (Hart- und Weichkapseln) sowie Gelatinezäpfchen die Haupteinsatzbereiche in der Pharmaindustrie dar. Außerdem wird Gelatine für blutstillende Schwämmchen sowie als Blutplasma-Ersatz eingesetzt. In der analogen Fotografie stellt Gelatine die Basis für die fotoempfindlichen Schichten auf dem Film und dem Fotopapier. Auch moderne Druckerpapiere zum Ausdrucken von Farbbildern sind mit Gelatine beschichtet (GME 2008).

*Casein*

Neben Gelatine stellt Casein eine wichtige Proteinquelle für die chemische Industrie dar. Das aus Milcheiweiß gewonnene Protein wird vornehmlich als Beschichtungsmaterial für Glanzpapiere sowie als Zusatz für Streichfarben verwendet (ca. 1–2 % je nach Hersteller). Zudem findet es Verwendung als Etikettenkleber auf Glasflaschen. Jährlich werden in Deutschland etwa 8.000 bis 10.000 t Casein (-ate) eingesetzt (Schätzung nach Capitain 2008).

*Hefeextrakte*

Etwa 6.000 bis 7.000 t Proteine sind Autolyseprodukte aus Hefen (Hefeextrakte). Diese finden vor allem Anwendung in der pharmazeutischen und der Nahrungsmittelindustrie sowie in der Biotechnologischen Industrie als Nährlösung für Mikroorganismen (Schätzung nach Capitain 2008).

*Leder und Pelze*

Die deutsche Lederindustrie ist der drittgrößte Lederproduzent in Europa – hinter Italien und Spanien – mit einem Branchenumsatz von etwa 500 Millionen € (davon 45 % Auslandsumsatz). Im Jahr 2003 wurden nach Verbandsangaben rd. 14 Mio. Quadratmeter Flächenleder produziert, das entspricht etwa 9.500 t Leder aus 135.000 t Rinderhäuten (ca. 3 Mio. Rinderhäute), die von Rinderspalt, Fett und Fell befreit werden.

70 % des Leders wird für Auto- und Möbelleder, 20 % für Schuhleder und 10 % für Leder für Lederwaren, Bekleidung oder den Reitsport- und Sattlerbereich verwendet (VDL 2009, Schröer 2009).

In Deutschland werden zudem pro Jahr etwa 8.250 t Pelze produziert, von denen etwa 3.000 t auch in Deutschland verarbeitet werden (Sixt 2009). Der Großteil der Pelze stammt dabei nach Angaben des Deutschen Pelzverbandes aus Pelztierzuchten und wird vor allem für die Produktion von Kleidungsstücken verwendet (Sixt 2009).

*Wolle*

Im Bereich der Wolle, die aufgrund ihres Aufbaus als Proteinfaser den pflanzlichen Naturfasern gegenübergestellt wird, existiert in Deutschland als einzig relevantes Nutztier das Schaf, wobei in Deutschland etwa 2,1 Mio. Schafe mit einer durchschnittlichen Woll-Jahresproduktion von 4 kg gehalten werden (Bolte 2009). In Deutschland werden entsprechend aktuell pro Jahr etwa 6.000 bis 8.000 t (IWTO 2008, Bolte 2009) bereitgestellt. 2007 wurden zudem über 71.000 t Rohwolle importiert und 44.000 t weiter exportiert (IWTO 2008), in Deutschland selbst wurden etwa 10.500 t Rohwolle weiterverarbeitet zu „wool top“ (IWTO 2008), hinzu kamen 21.000 t importierte wool top und 15.000 t wurden wieder exportiert. Auch im Bereich der Garne herrscht ein reger Außenhandel, der hier nicht weiter beleuchtet werden soll.

Nach Angaben von Bolte 2009 sind insbesondere die Handels- und Produktionszahlen mit Vorsicht zu behandeln, da Deutschland für den Handel in der Regel nur ein Durchgangsland ist. Für unsere Auswertung gehen wir entsprechend der bereitgestellten Rohwolle in Höhe von 8.000 t als Minimalmenge für die in Deutschland verwendete Wolle aus.

*Trends bei Proteinen*

Proteine werden als Rohstoffe vor allem im Nahrungsmittelsektor und der Futtermittelindustrie verwendet. Diese Rolle kommt den proteinreichen Rohstoffen auch in Zukunft zu, da der weltweite Bedarf an proteinreicher Nahrung und an Futtermitteln dem aktuellen Trend folgend weiter steigen wird und das Angebot knapper ist als z.B. bei Kohlehydraten. Als Rohstoffe für die stoffliche Nutzung werden dementsprechend auch in Zukunft nur vergleichsweise geringe Mengen an Proteinen zur Verfügung stehen, vor allem aber jene, die aus Nebenprodukten und Reststoffen gewonnen werden.

Proteinreiche Nebenprodukte aus pflanzlichen Quellen, die vor allem bei der Gewinnung von Pflanzenölen und Stärke anfallen, dürften auch in Zukunft zu fast 100 % im Bereich der Ernährung und der Futtermittelindustrie Verwendung finden. Somit verbleiben für die stoffliche Nutzung vor allem tierische Proteine, die traditionell auch aus Schlachtabfällen stammen und vor allem aus ethischen und gesundheitsrechtlichen Gründen nicht in die Futtermittelindustrie gehen; eine wichtige Ausnahme stellt hier das Fischmehl dar, das in nennenswerten Mengen in der Tierfutterindustrie verarbeitet wird (FEFAC 2008). Wachstumsbereiche für die Nutzung tierischer Proteine (vor allem Gelatine) wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht.

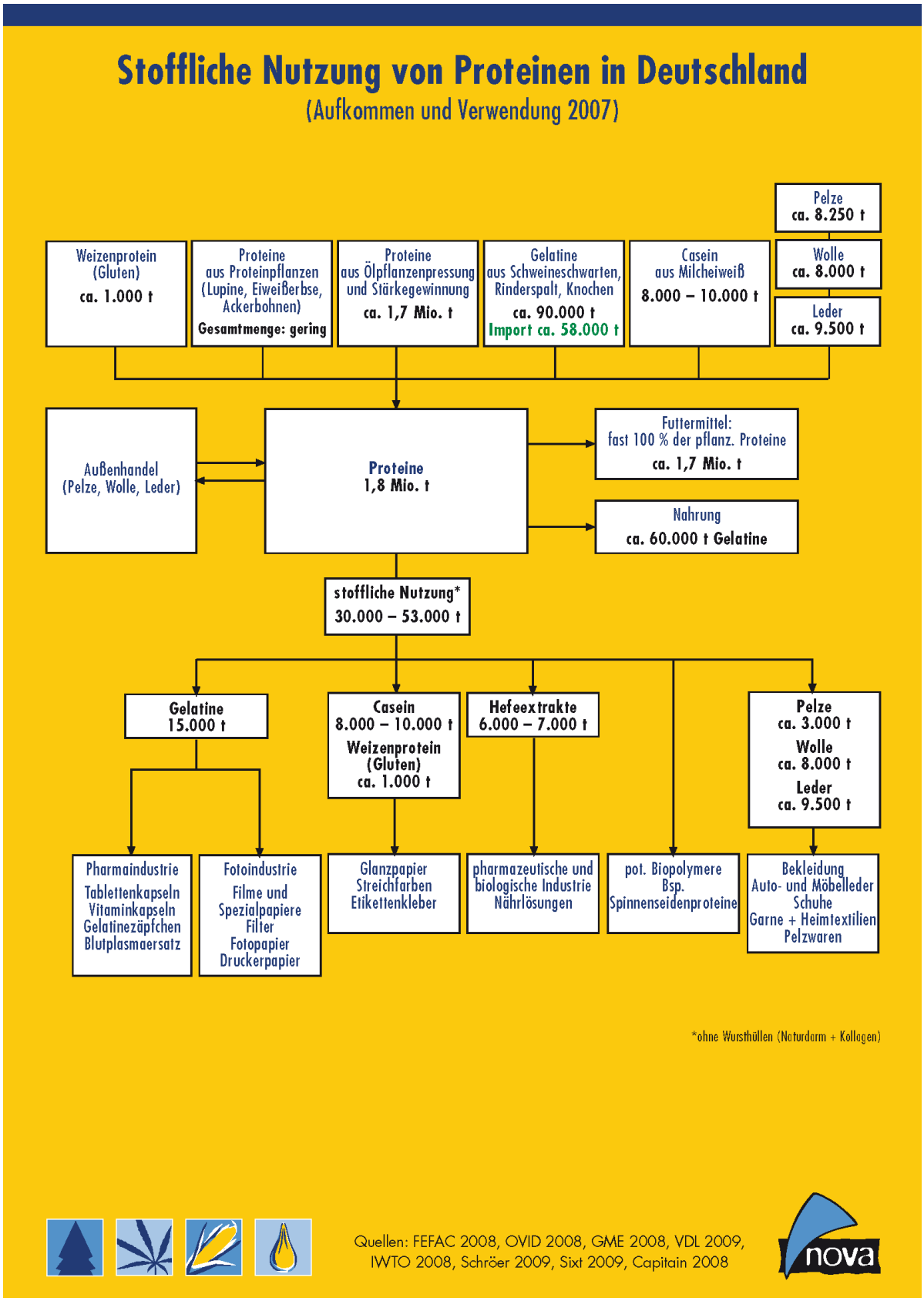



*Abbildung 9: Nutzung von Proteinen in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

### 1.3.3 Holz

Die Angaben für die stoffliche und energetische Verwendung von Holz basieren vor allem auf der sehr guten Erfassung von Prof. Dr. Udo Mantau aus dem „Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft“ an der Universität Hamburg. Diese Erfassung wird in der Branche als hochwertig, umfassend und ohne Alternative angesehen. Unserer Grafik liegen die Daten der Erfassung aus 2007 zugrunde (Mantau 2009). Der Holzbereich ist insgesamt sehr gut erfasst und demgemäß in beinahe jeder Tiefe erschlossen, hier beschränken wir uns entsprechend auf die Darstellung der Hauptverwendungswege.

Nach Mantau 2009 setzte sich im Jahr 2007 die Holzverfügbarkeit von insgesamt 128,1 Mio. Festmetern (ca. 76,9 Mio. t; Umrechnungsfaktor 0,6 nach FNR 2008) aus 44,1 Mio. FM (26,5 Mio. t) Stammholz, 35,5 Mio. FM (21,3 Mio. t) sonstigem Derbholz und Waldrestholz, 3 Mio. FM (1,8 Mio. t) Rinde, 4,4 Mio. FM (2,6 Mio. t) Landschaftspflegeholz sowie aus den Produktionsprozessen stammenden 17 Mio. FM (10,2 Mio. t), Sägenebenprodukten und 7,5 Mio. FM (4,5 Mio. t) sonstigem Industrieholz und 10,5 Mio. FM (6,3 Mio. t) Altholz zusammen. Die restlichen 6,1 Mio. FM (3,66 Mio. t) werden als Schwarzlauge und Energieprodukthersteller angegeben. Die Importmengen variieren je nach Produktebene sehr stark und machen auf allen Ebenen gemittelt etwa 10 % aus (Umfangreiche und detaillierte Daten liegen vor, bspw. Statistisches Bundesamt, Bitter et al. 2008, und sollen hier nicht vertieft werden). An tropischem Laubrohholz wurden 2007 etwa 100.000 FM (ca. 60.000 t) pro Jahr importiert, zusätzlich ca. 160.000 FM (96.000 t) tropisches Laubschnittholz (Bitter et al. 2008). Im Jahr 2008 gingen die Tropenholzimporte in der gesamten Europäischen Union stark zurück, vor allem aus Brasilien bzw. Südamerika. EU-weit verzeichnete der Rundholzimport ein Importminus von 27 % und der Schnittholzimport von 23 %, Furnierholz ging um 11 % und Sperrholz um 14 % zurück.

Von der Gesamtmenge wurden 54,3 Mio. FM (32,6 Mio. t) für die Energieerzeugung (Hausbrand sowie holzbetriebene Kraftwerksanlagen) und 73,8 Mio. FM (44,3 Mio. t) für die stoffliche Verwendung genutzt. Die stoffliche Verwendung liegt damit entsprechend mit etwa 60 % Anteil deutlich über der energetischen.

*Produkte der Sägeindustrie*
Von den 128,1 Mio. FM gingen 43,8 Mio. FM (26,3 Mio. t) in den Bereich der Sägeindustrie und wurden vorrangig zu Schnittholz (Bretter, Balken) und Furnierholz (Furnierholz wird in der Statistik unter der Rubrik Sägeindustrie geführt) verarbeitet. Der Markt des darin enthaltenen Thermoholzes liegt derzeit bei nur wenig über 60.000 $m^2$ (Holz-Zentralblatt, Nr. 30 v. 28.07.2008).

Als Sägenebenprodukte entstehen in der Sägeindustrie vor allem Sägespäne, sonstiges industrielles Restholz sowie Hackschnitzel, die großenteils im Bereich der Holzwerkstoffe und in der Zellstoffverarbeitung Verwendung finden. In neuerer Zeit werden Sägenebenprodukte zunehmend in der thermischen Nutzung, z.B. in Form von Pellets, eingesetzt.

*Holzwerkstoffe*
In der Holzwerkstoffindustrie wurden 2007 16,7 Mio. FM (10 Mio. t) (nach Sauerwein 19,5 Mio. FM) verarbeitet, der größte Teil wird zur Fertigung von Spanplatten verwendet. Dabei werden jährlich zwischen 8 Mio. und 9,5 Mio. $m^3$ (2004: 9,5 Mio. $m^3$, 2007: 8,1 Mio. $m^3$) bzw. 5,3 Mio. und 6,3 Mio. t (Umrechnungsfaktor von $m^3$ in t = 0,66) produziert. Hinzu kommen 4 Mio. bis 5 Mio. $m^3$ MDF-Platten (2007: 4,8 Mio. $m^3$; gehen teilweise nochmals in Furnierholz ein) und 0,9 bis 1,3 Mio. $m^3$ OSB-Platten (2007: 1,1 Mio. $m^3$) (FNR 2007, VHI 2008c). Die Sperrholzindustrie produziert jährlich etwa 150.000 $m^3$ Tischlerplatten (im Jahr 2007 ca. 151.000 $m^3$, während sie 2006 noch bei ca. 163.000 $m^3$ lag) und etwa 15.000 $m^3$ Furniersperrholz.

Holz-Polymer-Werkstoffe bzw. Wood Plastic Composites (WPC) machen in Deutschland derzeit noch einen sehr kleinen Markt aus, geschätzt werden 500.000 $m^2$ bzw. 20.000 bis 30.000 t WPC jährlich (VHI 2009), was einem Holzanteil von etwa 12.000 bis 15.000 t entspricht (Gahle 2008, VHI 2008c).

Die Produkte der Sägeindustrie und der Holzwerkstoffindustrie werden zum größten Teil im Bausektor eingesetzt, zu welchem primär der Hausbau und Innenausbauten (Dachstühle, Fassaden, Decken und Böden, Türen und Fenster etc.) gezählt werden. Dieser Bereich hat einen Anteil von etwa 50 bis 60 % (Sauerwein 2008) an der Gesamtallokation. Nach der Bauindustrie ist die Möbelindustrie mit etwa 6 Mio. t bzw. 20 und 40 % der zweitgrößte Abnehmer von Schnittholz und Holzwerkstoffen (Tischlerplatten, MDF-Platten).

Die Holzverpackungsbranche ist mit ca. 4,5 Mio. $m^3$ und etwa 10 % der Gesamtnutzung der zweitgrößte Abnehmer von Nadelschnittholz. Der gesamte Materialbedarf für Paletten, Kisten und Kabeltrommeln etc. lag 2006 bei geschätzten 5,3 Mio. $m^3$ (2005 4,9 Mio. $m^3$), wobei neben Vollholz auch Sperrhölzer und OSB Verwendung finden (Holzkurier, Heft 40, S. 11, 4.10.2007). Zwei Drittel des Schnittholzes werden aus heimischen Sägewerken bezogen, ein Drittel wird importiert. Die auf Basis einer Analyse von Pöyry Forest Industry Consulting erhobenen Daten, in welchen nur Betriebe mit

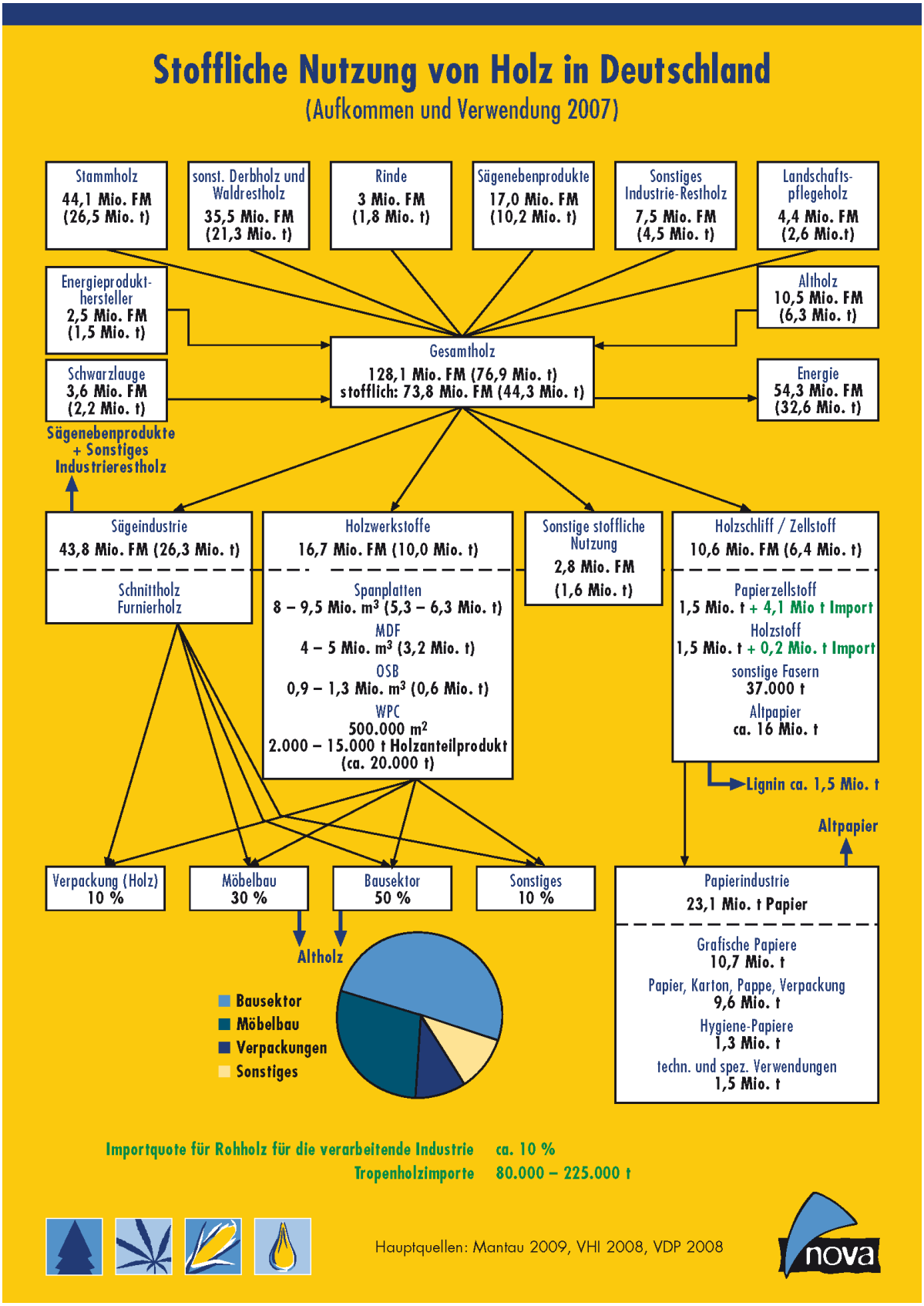



*Abbildung 11: Nutzung von Holz in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

mehr als 20 Mitarbeitern erfasst werden, weichen gegenüber den Daten des Statistischen Bundesamts um 70 % nach oben ab, womit die Branche nur sehr unzureichend erfasst ist. Im Jahr 2007 wurden 74 Mio. Holzpaletten im Wert von rund 590 Mio. Euro produziert, ein wertmäßiger Zuwachs gegenüber dem Vorjahr von 29 % (Holz-Zentralblatt, Nr. 7 v. 15.02.2008, S. 159). Für das Jahr 2008 wird ein weiteres Wachstum um 5 bis 8 % erwartet (Holz-Zentralblatt, Nr. 46 v. 14.11.2008, S. 1296).

Ein Restanteil von 10 bis maximal 20 % entfällt auf sonstige Anwendungen wie bspw. den Einsatz von Holzfaserdämmstoffen, Spezialfurnierplatten für den Trafo- oder Fahrzeugbau (Buchensperrholz 2007 bei ca. 22.000 m³) und Wood Plastic Composites in der Autoindustrie. Als Holzfasern werden 27.000 t für Formpressteile und andere Verbundwerkstoffe eingesetzt (FNR 2007, Carus et al. 2008b). Die Gesamteinfuhr für Furniersperrhölzer, z.B. für den Schalungsbau, lag gemäß BD Holz, Berlin, 2006 bei knapp 1,4 Mio. m³.

*Papier- und Zellstoffindustrie*

Ein Anteil von 10.6 Mio. FM (6,4 Mio. t) wurde 2007 in der Papier- und Zellstoffindustrie verwendet. Der Verband Deutscher Papierfabriken e.V. beziffert die Produktion von Papierzellstoff und Holzstoff auf jährlich jeweils etwa 1,5 Mio. t (2007: 1,545 Mio. t Papierzellstoff, 1,456 Mio. t Holzstoff) während der Verbrauch an Papierzellstoff etwa 5 Mio. t (2007: 5,144 Mio. t) und der an Holzstoff 1,7 Mio. t (2007: 1,636 Mio. t) beträgt, die Differenz zur Produktion wird importiert (VDP 2008a). Hinzu kommen etwa 16 Mio. t Altpapier (2007: 15,745 Mio. t), die zu neuem Papier recycelt werden. Insgesamt produziert die Zellstoffindustrie ca. 23 Mio. t Papier, (2007: 23,172 Mio. t), die sich aus 10,7 Mio. t grafischen Papieren, 9,6 Mio. t Papier, Karton und Pappe für die Verpackungsindustrie, 1,3 Mio. t Hygiene-Papieren und 1,5 Mio. t Spezialpapieren für technische und andere Anwendungen zu-

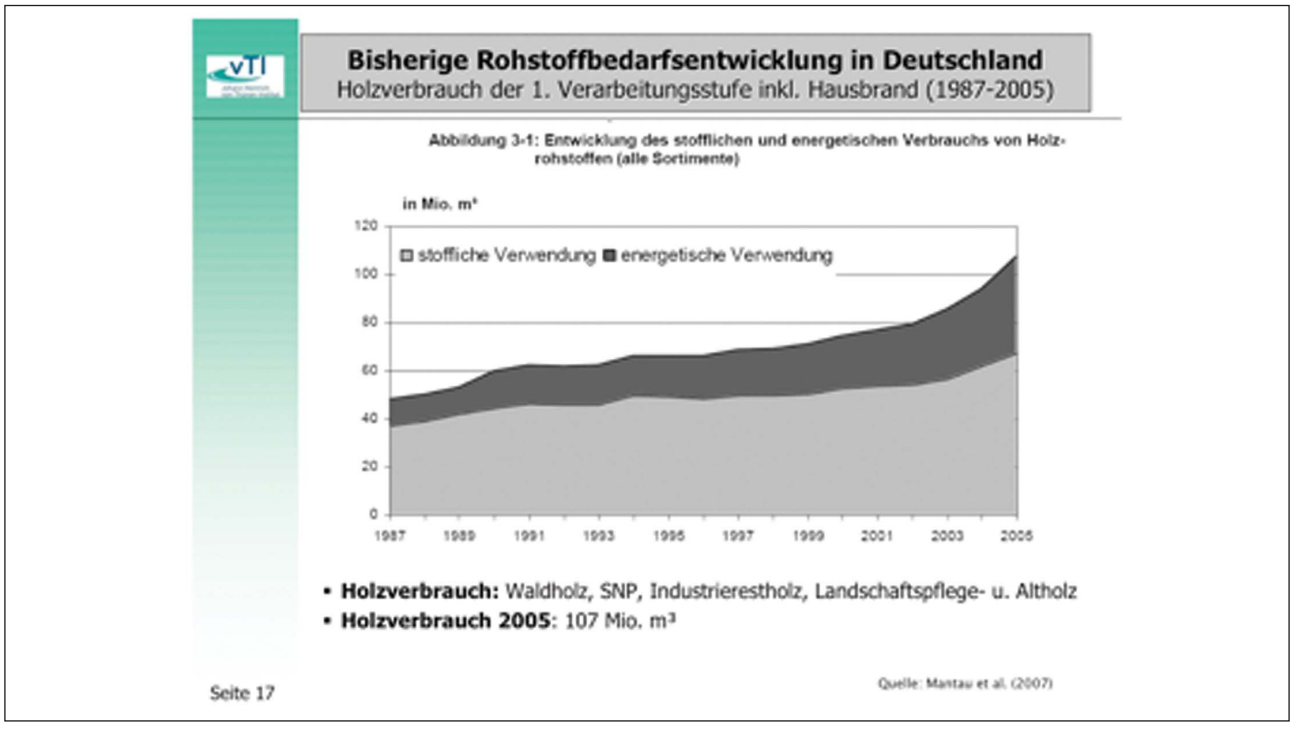



*Abbildung 12: Holzverbrauch der 1. Verarbeitungsstufe inkl. Hausbrand (1987 – 2005), Rohstoffentwicklung in Deutschland. Quellen: Seintsch 2008, nach Mantau et al. 2007*

sammensetzen (VDP 2008a). Im Jahr 2008 sank die Jahresproduktion von Papier, Karton und Pappe auf 22,8 Mio. t um etwa 2 % gegenüber dem Vorjahr auf das Niveau von 2006 (Holz-Zentralblatt, Nr. 9 v. 27.02.2009).

Während der Aufbereitung von Zellstoff und Holzmasse fällt Lignin als Nebenprodukt ab. Dabei handelt es sich in Deutschland pro Jahr um eine Menge von etwa 1,5 Mio. t, die zu 100 % in Form der Ablauge (Lignin und Wasser zu gleichen Teilen) energetisch genutzt wird (Kibat 2008). Nach Mantau 2008 entsprach die Menge der Ablauge (Schwarzlauge) 3,6 Mio. FM (ca. 2,2 Mio. t) Holz.

*Markttrends Säge- und Holzwerkstoffindustrie*

Für den Bereich der Holzindustrie liegen umfassende Erfassungen vor, die hier nicht in ihrer Vollständigkeit wiedergegeben werden können. In der folgenden Grafik ist entsprechend die Entwicklung des Gesamtholzverbrauchs bis 2005 dargestellt, zusätzlich ist die Zunahme der stofflichen und der energetischen Nutzung zu erkennen.

Erkennbar ist ein kontinuierliches Wachstum des Holzverbrauchs insbesondere nach 2000, wobei das Wachstum sowohl den stofflichen wie den energetischen Bereich betrifft. Dabei wird als durchschnittliches Verbrauchsniveau der Jahre 2002, 2004 und 2005 ein Holzbedarf von etwa 93 Mio. $m^3$ angenommen, der sich auf ca. 64 Mio $m^3$ im stofflichen und 29,4 Mio. $m^3$ im energetischen Bereich verteilt (Dispan et al. 2008).

Die energetische Holznutzung stieg zwischen 2002 und 2005 speziell bei größeren Heizkraftwerken (> 1 MW) um 5,7 Mio. Festmeter, das entspricht einem Zuwachs von fast 60 % (Mantau et al. 2007). Im gleichen Zeitraum stieg der Verbrauch der traditionellen stofflichen Nutzung (Säge-, Holzwerkstoff-, und Holzschliff- & Zellstoffindustrie (s.u.)) um 13,6 Mio. Festmeter, das entspricht einem Zuwachs von 25 % (Mantau et al. 2007). Nach 2005 verstärkte sich der Trend zu höheren Wachstumsraten im energetischen Bereich (siehe Kapitel 6.1.1).

Insbesondere die Sägeindustrie konnte ihre Produktionszahlen in den letzten Jahren sehr stark steigern. Der Holzverbrauch stieg in diesem Sektor von 30,3 Mio. $m^3$ im Jahr 2002 auf 37,2 Mio. $m^3$ 2005 und weiter auf 43,8 Mio $m^3$ im Jahr 2007, nahm also innerhalb von nur fünf Jahren um fast 50 % zu (Mantau et al. 2007, Mantau 2009). In der Holzwerkstoffindustrie stieg der Verbrauch von 2002 mit 17,2 Mio. $m^3$ auf 20,5 Mio. $m^3$ in 2005 und blieb bis 2007 vergleichsweise konstant (19,5 Mio. $m^3$ nach Sauerwein 2008, 16,7 Mio. $m^3$ nach Mantau 2009).

Mantau et al. 2007 zeigt neben der Steigerung der Gesamtmengen im stofflichen und energetischen Bereich auch eine deutliche Zunahme bei der Verwendung von Sägenebenprodukten (primär Sägespäne) in allen Anwendungsbereichen auf. Diese stieg vor allem in der Holzwerkstoffindustrie durch die Zunahme an Spanplatten mit einem Anteil von etwa 50 % Nadelholz-SNP und Faserplatten mit etwa 35 % Nadelholz-SNP sowie in der Holz- und Zellstoffindustrie (Mantau et al. 2007)

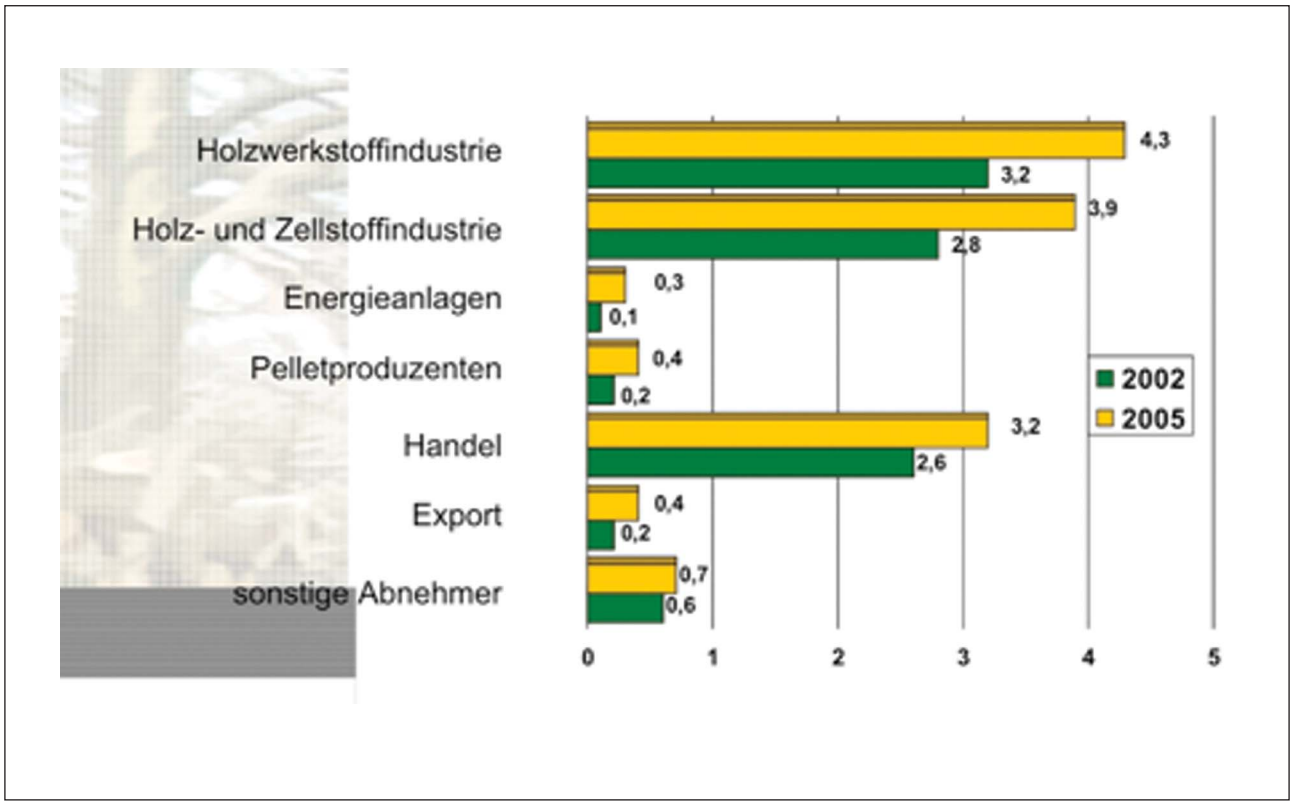



*Abbildung 13: Verwendung von Sägenebenprodukten 2002 und 2005 im Vergleich (in Mio. $m^3$). Quelle: Mantau et al. 2007*

*Markttrends Papier- und Zellstoffindustrie*

Die Jahresproduktion von Papier, Karton und Pappe stieg von 2001 bis 2007 kontinuierlich um durchschnittlich 4,5 % (vor allem durch eine Steigerung des Auslandsabsatzes, siehe Grafik; Kibat 2008), bevor sie 2008 um 2 % auf den aktuellen Stand von 22,8 Mio. t zurückging. Dabei konnte sowohl im Auslandsgeschäft wie auch im Inland ein Nachfragerückgang festgestellt werden und die Einbußen verteilen sich auf alle großen Sortenbereiche, in welchen primär Spezialpapiere um 6,6 % zurückgingen. Die Rückgänge bei grafischen Papieren (2,1 %) und bei Verpackungspapieren (2,3 %) werden insbesondere auf die wirtschaftliche Lage 2008 und damit den Rückgang in Auflage und Umfang bei Zeitungen und Zeitschriften sowie die rückläufige Industrieproduktion zurückgeführt (Holz-Zentralblatt, Nr. 9 v. 27.02.2009).

Trotz dieses leichten Rückgangs in Papierproduktion und -absatz wird vor allem für den Bereich Karton-, Pappe- und Papierverpackungen eine anhaltende Steigerung erwartet. Zugleich steigt allerdings auch der Anteil recycelter Papiere stetig an, europaweit beträgt diese Quote bei mehr als 60 Mio. t neu eingesetzter Altpapiere 64,5 %, welche 2010 schon 66 % erreichen (CEPI 2009b) soll. Allein in Deutschland werden aktuell 16 Mio. t Altpapier recycelt (VDP 2008a).




*Abbildung 14: Marktentwicklung Papier, Karton und Pappe. Quelle: Kibat 2008*

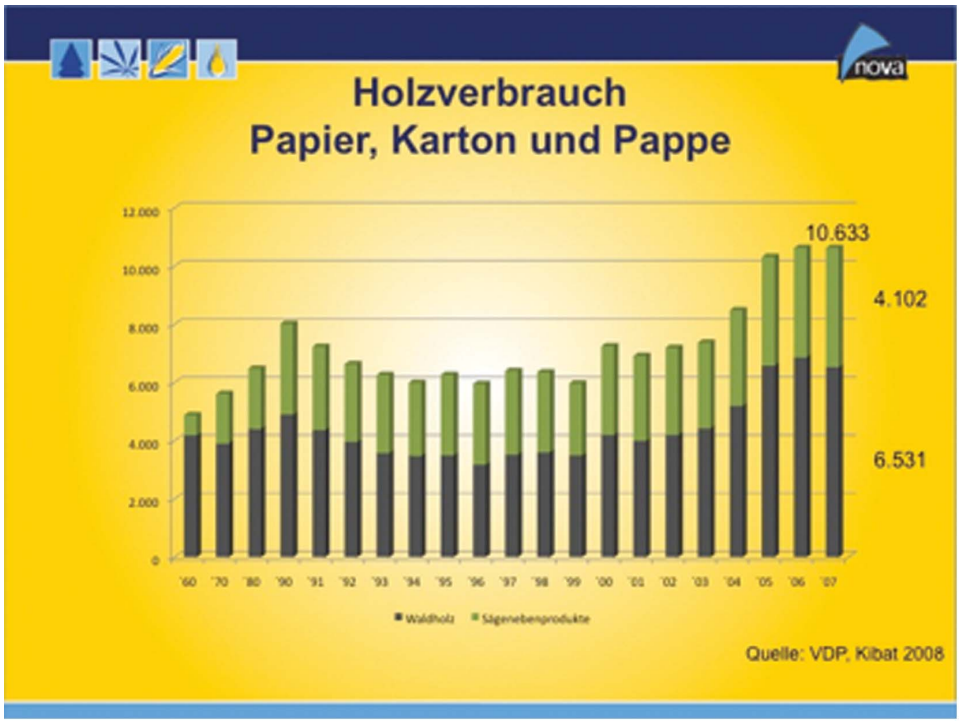



*Abbildung 15: Holzverbrauch Papier, Karton und Pappe. Quelle: Kibat 2008*

### 1.3.4 Chemiezellstoff

*Autoren: Dr. Hans Korte (Innovationsberatung Holz & Fasern), Achim Raschka*

Von ca. 130 Mio. t jährlicher Zellstoffproduktion weltweit sind ca. 3 Mio. t dem Bereich der Chemiezellstoffe zuzuordnen. In Deutschland werden in der chemisch-technischen Industrie pro Jahr etwa 300.000 t Chemiecellulose verwendet, auf deren Basis etwa 200.000 t Cellulosederivate (Celluloseester und Celluloseether) sowie 200.000 t. Celluloseregenerate (vor allem Celluloseregeneratfasern) produziert werden (FNR 2010, März 2009, IVC 2008). Dabei wird die in der chemisch-technischen Industrie heute in Deutschland verwendete Chemiecellulose aufgrund der benötigten Reinheit bzw. der in Deutschland nicht vorhandenen Produktionskapazitäten vollständig importiert (Graf von Armansperg 2006), vor allem von dem norwegischen Unternehmen Borregaard.

Der in der deutschen Zellstoffindustrie hergestellte Chemiezellstoff im Sulfitverfahren wird weitgehend produktionsintegriert in der Papierherstellung verarbeitet, während der Sulfat- oder Kraftzellstoff aus Blankenstein (Zellstoff Rosenthal ZR) und Stendal (Zellstoff Stendal ZS) als Marktzellstoff angeboten wird.

Die Verwendung von Chemiezellstoffen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Dabei werden die leicht unterschiedlichen Zahlen von Bogards & Sixta 2006 denen von Harms 2006 gegenübergestellt.

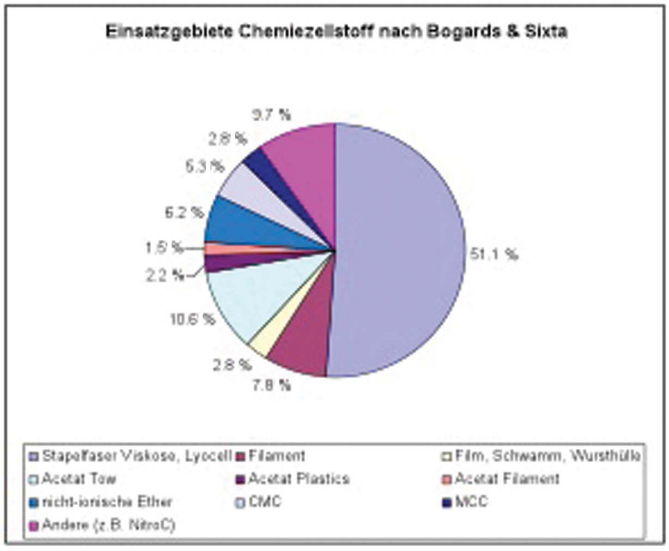



*Abbildung 16: Einsatzgebiete für Chemiezellstoff nach Bogards & Sixta 2006*

Hochreine Chemiezellstoffe werden für sehr unterschiedliche Anwendungen eingesetzt. So werden hochreine Zellstoffe von Borregaard (Sarpsborg, Norwegen) unter anderem auch für hochwertige Fotopapiere verwendet. Bei den „Chemieanwendungen" kann in derivatisierte, vorübergehend derivatisierte und nicht derivatisierte Anwendungen unterschieden werden. Zu den nicht derivatisierten Anwendungen gehören Mikrokristalline Cellulose und Cellobiose für die pharmazeutische und biotechnologische Industrie in sehr kleinen Mengen mit hoher Wertschöpfung.

*Cellulosederivate*

Bei den Cellulosederivaten sind verschiedene Klassifizierungen möglich, welche in ionische, nichtionische Celluloseether und organische und anorganische Celluloseester unterschieden werden.

Etwa 92 % der Cellulosederivate werden stofflich eingesetzt, ca. 8 % gehen in die Ernährungsindustrie. Bei der Derivatisierung beträgt der Anteil der Chemiecellulose etwa 55 %, sodass bei einer Gesamtmenge von 200.000 t Cellulosederivaten etwa 110.000 t Chemiezellstoff benötigt werden (FNR 2010).

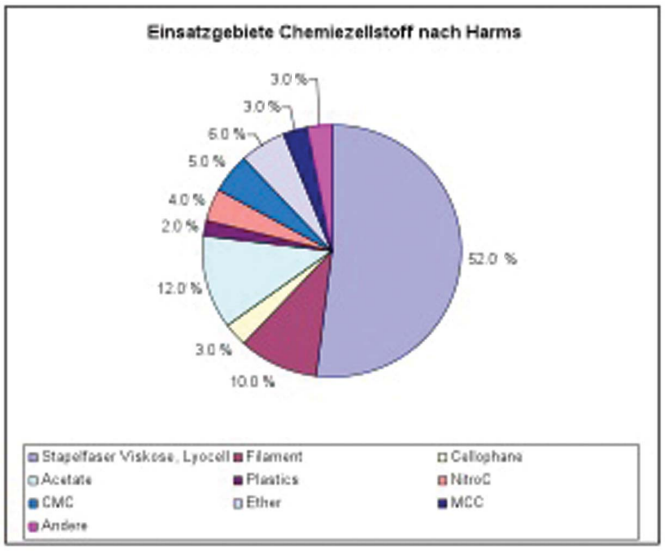



*Abbildung 17: Einsatzgebiete für Chemiezellstoff nach Harms 2006*

*Celluloseester*

Als wichtigste Vertreter der organischen Celluloseester sind die Celluloseacetate anzusehen, für die es sehr unterschiedliche Anwendungen gibt. In Deutschland werden aktuell etwa 10.000 – 14.000 t/Jahr produziert. Als thermoplastische Formmassen werden Celluloseacetate in mechanisch und thermisch hoch belastbaren Produkten eingesetzt, hierzu zählen z.B. Brillengestelle, Kugelschreiber oder hochwertige Folien neben vielen weiteren Anwendungen. Infolge neuer Werkstoffentwicklungen und dem wachsenden Interesse aus dem Biokunststoffbereich nimmt der Einsatz von Celluloseacetaten aktuell zu. Zusammen mit Celluloseregeneraten (s.u.) und weiteren Werkstoffen auf Basis von Chemiecellulose haben sie einen Anteil von ca. 15 % am Gesamtverbrauch der biologisch abbaubaren Biokunststoffen in Westeuropa (60.000 – 70.000 t in 2007), in Deutschland dürfte der Marktanteil ähnlich sein.

Die häufigste Anwendung ist als Zigarettenfilter in Form von parallelen Faserbündeln (Tow) bekannt, von denen weltweit etwa 300.000 t hergestellt werden (Borgards & Sixta 2006). Als Faser finden Celluloseacetate im Textilsektor, z.B. als Futterstoffe bei Sakkos ihren Einsatz, daneben wird Celluloseacetat auch zu Folien und Filmen für fotografische Anwendungen verarbeitet.

Zu den wichtigsten anorganischen Celluloseestern gehören die Cellulosenitrate (Nitrocellulose), die vorrangig in der Herstellung von Lacken (Zaponlacke) und brillanten Druckfarben, aber auch als Zugabe für Kunststoffe (Celluloid) eingesetzt werden. In Deutschland werden pro Jahr etwa 35.000 t Cellulosenitrat produziert. Ihre Verarbeitung erfolgt, anders als bei den Acetaten, unter Zuhilfenahme von Lösungsmitteln, in denen die Cellulosenitrate gelöst und anschließend weiterverarbeitet werden. Historische Anwendungen wie Billardkugeln oder Celluloidfolien haben jedoch heute keine Bedeutung mehr. Als im Eigenschaftsspektrum nicht austauschbares Produkt wird Cellulosenitrat aber bis heute für die Herstellung von Tischtennisbällen eingesetzt (Import aus China). Andere historisch relevante Celluloid-Produkte wie z.B. Puppenkörper werden heute vornehmlich aus PVC hergestellt.

Weitere Celluloseester, die als Polymere bzw. Biokunststoffe produziert und genutzt werden, sind Cellulosepropionat und Celluloseacetobutyrat.

*Celluloseether*
Der Anwendungsnutzen von Celluloseether liegt vor allem im Bereich der Funktionspolymere für die Bau-, Pharma- und Kosmetikindustrie. Sie stellen hier Binde- und Verdickungsmittel, Stabilisatoren und Bauhilfsstoffe dar. Sie stellen mit einer Produktionsmenge von ca. 145.000 t den umfassendsten Bereich dar. (FNR 2010)

Die Eigenschaft, feinste Pulver zu generieren und in Wasser allgemein löslich zu sein oder stark zu quellen, geben organischen Ethern, wie der ionischen Carboxymethylcellulose (CMC) und den nichtionischen Methyl- (MC), Ethyl- (EC) oder Hydroxyethylencellulosen (HEC), ihre Anwendungsgebiete vor, um in die Rheologie fluider Systeme einzugreifen. Zum Beispiel werden Celluloseether als Verdickungsmittel in Kosmetika und Lebensmittel, als Tapetenkleber oder strukturviskoses Additiv in Zement und Mörtel, in der Papierindustrie (Druckfarben, Leime) oder in der Erdölförderung eingesetzt (Korte 2008). Außerdem dienen Carboxymethylcellulosen (CMC) als Schmutzträger in Waschmitteln, als Verdickungsmittel sowie Wasserrückhaltesystem in der Lebensmittelindustrie, in der Pharmazie als Verdickungs-, Überzugs- und Tablettensprengmittel sowie in der Tiernahrung als Gleitmittel. Carboxymethylcellulosen sind in der EU als Lebensmittelzusatzstoff der Nummer E 466 zugelassen.

*Celluloseregenerate*
Unter den Celluloseregeneraten spielen vor allem die Regeneratfasern (Viskose) sowie Regeneratfolien bzw. -filme (Cellophan) eine zentrale Rolle. Cellophan wird von der Verpackungsindustrie in Form von Folien angeboten. Für Wursthüllen wird Cellophan wegen seiner besonderen Porenstruktur geschätzt, die eine Edelschimmelreife ermöglicht. Wursthüllen werden als nahtlose Schläuche hergestellt und alternativ zu Naturdarm- und Kollagenhüllen genutzt (weltweit ca. 14 Mrd. Meter pro Jahr, Tuerk 2009).

Die Produktion von cellulosischen Chemiefasern (vor allem Regeneratfasern) beträgt jährlich etwa 200.000 t (FNR 2010, März 2009, IVC 2007, IVC 2008). Damit stellt die Herstellung von Regeneratfasern aus Cellulose jährlich etwa 22 % der Gesamtproduktion an Chemiefasern in Deutschland dar. Neben den in Deutschland produzierten textilen und technischen Celluloseregeneratfasern werden zudem jährlich etwa 82.500 t Cellulosefasern importiert (IVC 2007, IVC 2008), einen großen Teil davon stellen Lyocellfasern aus Österreich (Lenzing AG). Die seit den 1990er Jahren im Markt vertretenen Lyocellfasern werden mithilfe eines physikalischen Lösemittels (N-Methyl-Morpholin-Oxid, NMMO) ersponnen. Sie werden auf der Basis von – meist aus Deutschland importiertem – Buchenholz hergestellt (Kibat 2008) und unterscheiden sich sowohl in ihren Eigenschaften als auch vom Herstellungsverfahren wesentlich von Viskose, die aus einer Derivatisierung mit Xanthogenatgruppen ersponnen und dann regeneriert wird (Regeneratfasern).

Bei den importierten Fasern handelt es sich um Stapelfasern, die zu 100 % oder in Abmischung mit anderen Fasern zur Herstellung von Textilien und Vliesstoffen verwendet werden. Dabei findet auch auf der Ebene der Produkte, insbesondere bei den Bekleidungstextilien, ein intensiver Außenhandel statt, der zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vollständig erfasst werden kann, da die vorhandenen Außenhandelszahlen keine Trennung von Regeneratfaserprodukten und Produkten aus anderen Chemiefasern vornehmen (IVC 2008).

Endlosfasern (Filamente) für textile und technische Anwendungen werden in Deutschland hergestellt. Textile Filamente werden in der Damenoberbekleidung und als Sakko-Innenverstärkung verwendet.

Technisches Rayon hat große Bedeutung als stabilisierendes Element in Hochgeschwindigkeitsreifen (durch Reibung werden die Reifen sehr heiß). Hier ist die Festigkeit bei erhöhten Temperaturen (kein Schmelzen oder Erweichen) von Interesse, die Rayon im Wettbewerb neben Polyester und Nylon bestehen lässt.

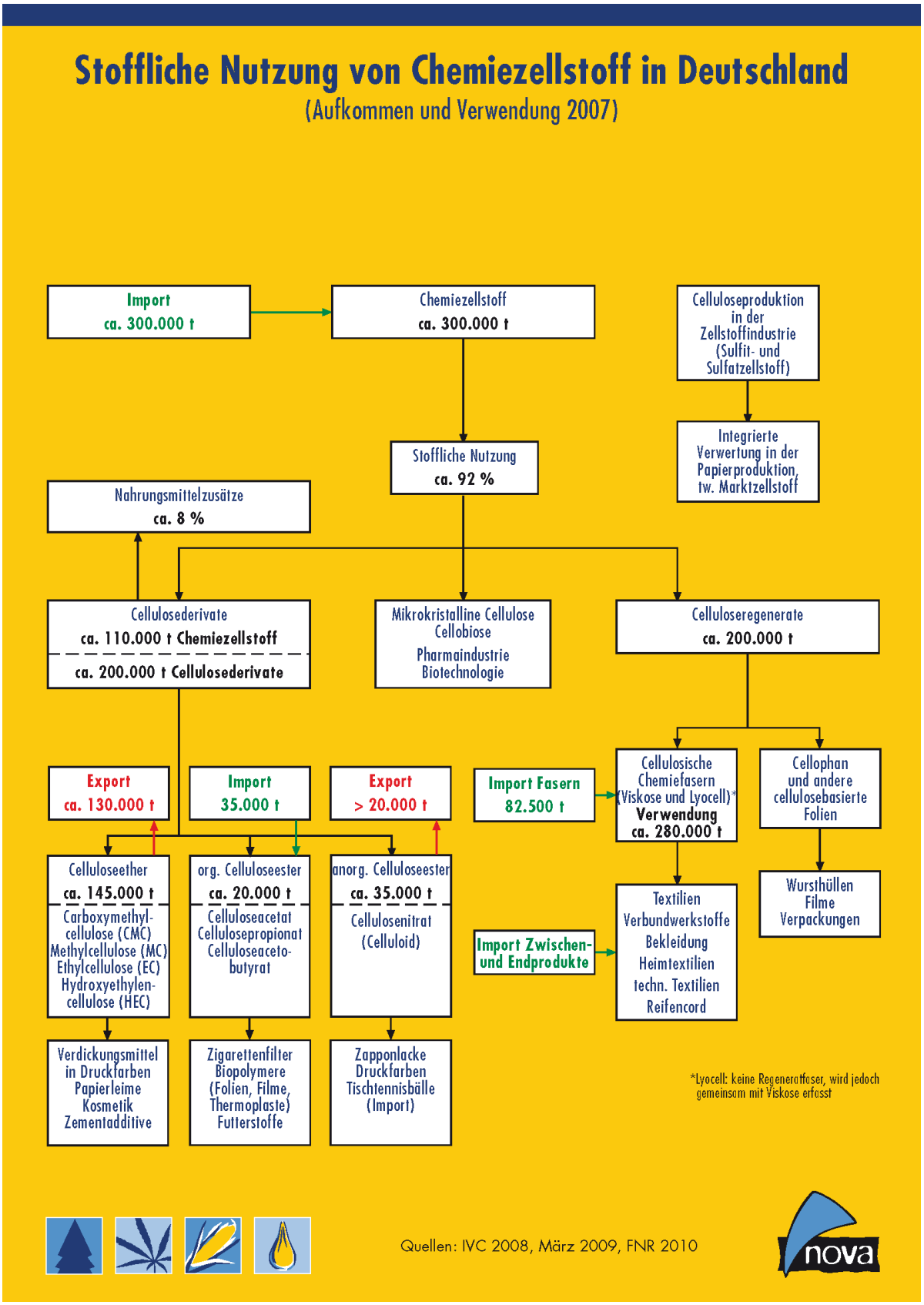



*Abbildung 18: Nutzung von Chemiecellulose in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

### 1.3.5 Naturfasern

Der Naturfaser-Markt in Deutschland ist vor allem durch Importe von Zwischen- und Fertigprodukten geprägt, während die heimische Urproduktion nur einen verschwindend geringen Anteil ausmacht. Eine vollständige textile Produktionskette existiert in Deutschland nur noch in geringem Maße; speziell Spinnereien wurden in den letzten Jahrzehnten zunehmend ins Ausland verlagert. Relativ stark ist Deutschland im Bereich der technischen Textilien, insbesondere der technischen Vliesstoffe („Nonwovens“).

*Faserpflanzen*
In Deutschland werden die Faserpflanzen Hanf, Flachs und Fasernessel nur in geringem Umfang angebaut. Dabei macht der Hanfanbau mit einer Anbaufläche von 1.000 bis 2.000 ha jährlich (nach Europäische Kommission 2009: 2.000 ha 2005, 1.200 ha 2006) und einer Produktion von 1.500 bis 3.000 t pro Jahr den größten Anteil aus. Flachs wird auf etwa 30 bis 50 ha angebaut, die Produktionsmenge liegt bei etwa 50 t, und der Anbau der Fasernessel fand auf 150 bis 300 ha statt und generiert 100 bis 200 t Nesselfasern. Als weitere Naturfasern kommen Schaf- und andere Tierwolle hinzu, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung als Proteinfasern im Kapitel 1.3.2. (Proteine) behandelt werden.

In Deutschland produzierte Hanffasern werden vor allem in der Dämmstoff- und Automobilindustrie (s.u.) eingesetzt (zu etwa gleichen Anteilen). Weitere Hanffasern gehen in eine Vielzahl von Nischenanwendungen (s.u.). Für den Einsatz in Europa liegen Daten vor (siehe folgende Grafik); der hohe Anteil für Spezialzellstoffe resultiert vor allem aus Produktion und Verwendung in Frankreich, in Deutschland gibt es keine Spezialzellstoffproduktion mehr.

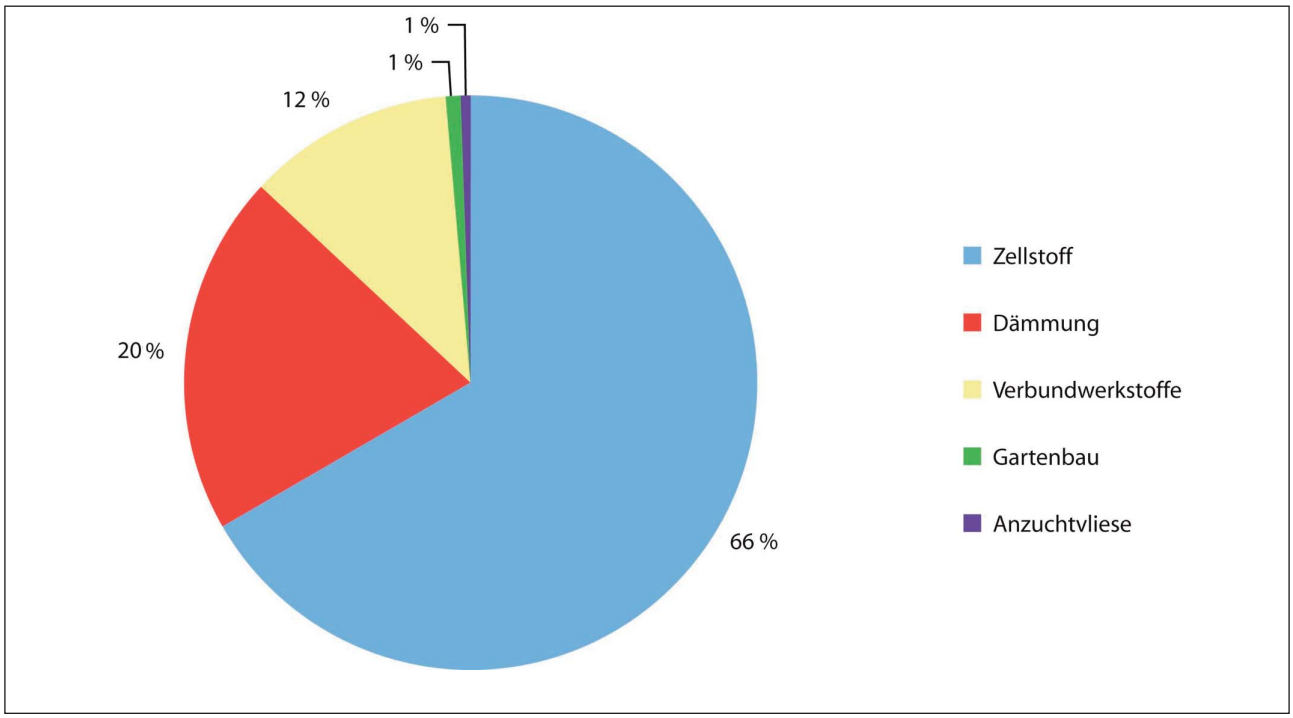



*Abbildung 19: Absatzmärkte für Hanffasern aller Hanfproduzenten in der EU in Prozent im Jahr 2006. Quelle: Carus et al. 2008a*

*Nebenprodukt: Schäben*
Bei der Gewinnung der Naturfasern werden als Nebenprodukt zudem Schäben (aus dem verholzten Innteil des Stängels) gewonnen, die als Rohstoff sowohl in stoffliche wie in energetische Verwendungen einfließen können. In Deutschland stehen pro Jahr etwa 100 t Flachs- und 3.000 bis 6.000 t Hanfschäben zur Verfügung.

Für Europa liegen Zahlen zum Einsatz der Schäben vor: Der größte Teil (70 %) der in der EU produzierten 44.000 bis 48.000 t wird als Tiereinstreu in der Pferdehaltung (61 %) oder im Kleintierbereich (9 %) vermarktet. Weitere 17 % gehen in den Hausbau (Dämm- und Füllmaterial und mit Kalk als Wandmaterial), 4 % in den Gartenbau, 1 % in Schäben-Leichtbauplatten und 8 % in die energetische Nutzung. Für Deutschland liegen keine entsprechenden Zahlen vor, aber auch hier dominiert das Tiereinstreu. Der Anteil für Schäben-Leichtbauplatten liegt dagegen höher, da diese Platten nur in Deutschland produziert werden. (Carus et al. 2008a)

*Außenhandel mit Rohfasern*
Der größte Teil der in Deutschland verfügbaren Naturfasern wird über den Außenhandel zur Verfügung gestellt – die Gesamtmenge der in Deutschland produzierten Pflanzenfasern beträgt maximal etwa 3.000 t.

Die größte Menge der importierten Fasern und Faserprodukte im Jahr 2007 stellt Baumwolle mit einer Gesamtmenge von etwa 280.340 t pro Jahr dar. Davon wurden in Form von Rohware, Reißbaumwolle und Abfällen mehr als 111.000 t importiert und 36.864 t exportiert, entsprechend gingen etwa 74.000 t in die deutsche Produktion. Die Menge der importierten Flachsfasern beträgt etwa 13.170 t – hinzu kommen Importe exotischer Pflanzenfasern wie Abacá, Kenaf, Ramie, Kokos sowie deren Produkte in Höhe von insgesamt etwa 13.800 t. Etwa 1.000 t Hanffasern werden ebenfalls importiert. (Statistisches Bundesamt 2008a)

Insgesamt resultiert hieraus ein Gesamtaufkommen an Naturfasern in Höhe von etwa 105.000 t. Die Gesamtmenge sowie eine Menge von etwa 20.000 bis 40.000 t Garnabfällen und Reißbaumwolle, die bei Produktionsprozessen abfällt, wird vollständig für die stoffliche Nutzung verwendet, eine energetische Nutzung findet allenfalls bei der Entsorgung der Endprodukte statt.

*Textilindustrie: Garne und Gewebe*
Der größte Teil der Naturfasern wird in der Textilindustrie verarbeitet. Dabei erfolgt der Produktionsweg über Garne und Gewebe zu den fertigen Textilien, wobei es auf allen Ebenen große Warenströme im Außenhandel gibt. Wie auf der Faserebene stellt Baumwolle auch im Bereich der Produkte den größten Anteil der importierten Waren – so wurden 2007 über 79.000 t Baumwollgarn, darunter auch 678 t Nähgarne, importiert und 41.011 t exportiert, die verbleibenden 38.000 t verblieben in deutscher Produktion. Nach Melliand 2009 wurden 2008 21.000 t der Baumwollfasern und -garne für die Produktion von Heimtextilien und 24.000 t für Bekleidung verwendet. Hinzu kamen 4.000 t für technische Textilien, sodass entsprechend dieser Quelle insgesamt 49.000 t Baumwollfasern bzw. -garne verwendet wurden (Melliand 2009). Zusätzlich wurden 1.442 t Flachsgarne importiert und 1.042 t wieder ausgeführt. Unter den exotischen Fasern wurden 2.125 t Jutegarne, 2.274 t Sisalgarne und 1.258 t Kokosgarne eingeführt. Hanf- und Ramiegarne wurden nur in sehr geringen Mengen von 55 bzw. 7 t importiert. (Statistisches Bundesamt 2008a)

Als Gewebe wurden etwa 9.446 t Jute importiert, die vorrangig in der Produktion von Linoleum als Trägermaterial verwendet werden (Gesamtproduktion etwa 40 Mio. $m^2$ pro Jahr, Müller 2008). 1.328 t Jutegewebe wurden wieder exportiert, wodurch etwa 8.000 t in deutscher Produktion verblieben. Des

Weiteren wurden 3.470 t Flachsgewebe (Export 2.916 t) und 274 t Ramiegewebe (Export 205 t) importiert. Die Menge der eingeführten Gewebe und Gewirke aus Baumwolle betrug 2007 etwa 95.172 t, etwa die gleiche Menge (95.093 t) wurde wieder ausgeführt. Zusammen ergibt sich damit eine Menge von etwa 160.000 t Naturfasern zur Nutzung in Deutschland.

*Bekleidungstextilien, Heimtextilien und andere*

An Bekleidungstextilien[2] wurden aus Baumwolle insgesamt 729.469 t eingeführt, hinzu kamen etwa 38.753 t Bekleidung aus Flachs, Hanf, Jute und anderen Bast- und Blattfasern. Die Menge der ausgeführten Bekleidung aus Baumwolle betrug 215.835 t, die aus Flachs, Hanf, Jute und anderen Hartfasern 12.189 t. (Statistisches Bundesamt 2008a)

Zusätzlich dazu wurden etwa 73.000 t Baumwolle in anderer Form, wie zum Beispiel als Heimtextilien (Bett- und Tischwäsche, Gardinen), Watte oder Verbandmull eingeführt. Ferner wurden etwa 3.921 t sonstiger Produkte wie Bindfäden oder Bett- und Tischwäsche aus Flachs, Jute, Abacá, Kokos und Ramie eingeführt, den größten Teil hiervon mit 2.666 t bestreiten allerdings Beutel und Tragetaschen aus Jute. 23.099 t Baumwolle und 1.046 t Flachs und Jute wurden in Form von sonstigen textilen Produkten ausgeführt. (Statistisches Bundesamt 2008a)

*Vliesstoffe und naturfaserverstärkte Kunststoffe*

Einen großen Markt stellen die so genannten Vliesstoffe („Non-wovens“) dar, zu denen vor allem Vliese und Filze gehören. Die Naturfasern werden hierbei nicht versponnen und verwebt, sondern direkt, z.B. über Vernadelung (Nadelfilz), zu technischen Textilien verarbeitet, was auch in einem Hochlohnland wie Deutschland möglich ist.

Die europäischen Vliesstoffproduzenten konnten 2007 eine Steigerung von 7,3 % auf 1,65 Mio. t erwirtschaften. Damit ist Europa derzeit der weltgrößte Vliesstoffproduzent (Sandler 2008), wird allerdings nach Prognosen 2009 von China abgelöst. Dabei nehmen Vliesstoffe aus Naturfasern, vor allem Baumwolle, im Vergleich zu Materialien auf petrochemischer Rohstoffbasis (Polyester, Polypropylen) allerdings nur einen geringen Anteil ein (Sandler 2008).

Nur für wenige Bereiche liegen konkrete Zahlen für den Einsatz von Naturfasern vor, insbesondere aber für den Automobilbereich. Etwa 19.000 t Naturfasern werden als Formpressteile (Vliese/Filze plus Kunststoff-Matrix) pro Jahr in der Automobilindustrie für Türinnenverkleidungen, Hutablagen, Kofferraumauskleidungen, Dachhimmel, Sitzpolster und andere Innenraumteile im PKW verwendet. Dabei handelt es sich um 12.200 t Flachsfasern, 5.000 t exotische Fasern und 1.800 t Hanffasern (siehe Grafik).

Weitere 45.000 t Baumwollfasern (Reißbaumwolle) werden zur Verstärkung von LKW-Fahrerkabinen eingesetzt sowie 27.000 t Holzfasern vor allem im PKW-Bereich, so dass insgesamt etwa 90.000 t Naturfasern (incl. Holzfasern) in der deutschen Automobilindustrie verwendet werden. (FNR 2007, Carus et al. 2008b)

Über 95 % der Naturfasern im Automobilbereich werden über Vliese und Filze mit einer thermo- oder duroplastischen Kunststoff-Matrix zu Formpressteilen verarbeitet und stellen eine spezielle Form der naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK) dar (Carus et al. 2008a). Andere NFK werden im Spritzguss oder Extrusion verarbeitet. Hier gibt es neben der Automobilindustrie eine Reihe weiterer Anwen-

[2] In der Gesamtaufstellung der nachwachsenden Rohstoffe in dieser Studie werden importierte Bekleidungstextilien nicht mitgezählt, da nur Rohstoffe und Zwischenprodukte zählen, die in Deutschland in die weiterverarbeitende Industrie gelangen (vgl. Kapitel 1.1).

dungen wie Schleifscheibenträger, abbaubare Urnen und diverse Konsumgüter. Allerdings gehen bislang in solche Anwendungen in Deutschland weniger als 1.000 t Naturfasern pro Jahr (Gahle 2008).

Eine in Deutschland erfolgreiche Nischenanwendung stellen Kresseanzuchtvliese dar, von denen pro Jahr etwa 125 bis 160 t auf Basis von Hanf- und Flachsfasern zu etwa gleichen Anteilen produziert werden. In ihrem Marktsegment haben diese Produkte in den letzten Jahren Marktanteile von 70 bis 90 % erreichen können. (Carus et al. 2008a)

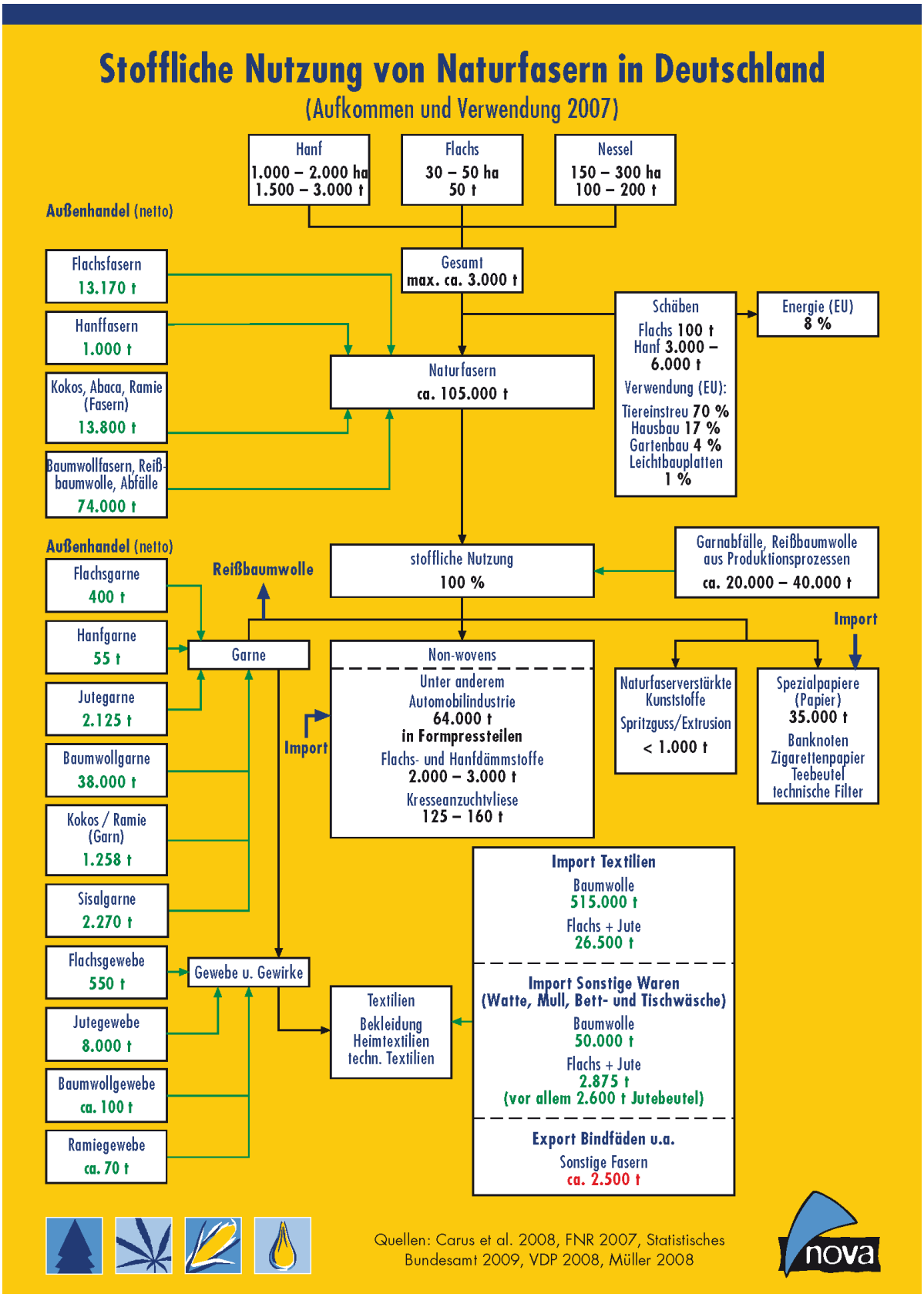



*Abbildung 20: Nutzung von Naturfasern in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

*Naturfaserdämmstoffe*

Eine spezielle Gruppe der Vliesstoffe sind die Naturfaserdämmstoffe. Pro Jahr werden in Deutschland etwa 1 bis 1,3 Mio. $m^2$ Naturfaserdämmstoffe verwendet, dabei handelt es sich zu etwa 48 % um Holzfasern, 32 % Cellulose, 9 % Flachs- und Hanffasern, 4 % Schafwolle und 7 % sonstige Naturdämmstoffe (Peters 2006 nach ADNR 2004).

Naturfaserdämmstoffe stellen eine wichtige Alternative zu etablierten Dämmstoffen dar, können jedoch aufgrund ihres vergleichsweise hohen Preises mit Mineralwolle nur schwer konkurrieren und werden daher vorwiegend im ökologischen Bauen eingesetzt. Die Eigenschaften von Naturfaserdämmstoffen werden als gleichwertig oder besser gegenüber konventionell verwendeter Mineralwolle beschrieben. Das Markteinführungsprogramm Naturfaserdämmstoffe der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. konnte zeigen, dass die Akzeptanz von entsprechenden Dämmstoffen hoch ist, der Preis aber eine der wichtigsten Markteintrittsbarrieren darstellt. Während des Förderzeitraums 2003 bis 2007 stieg die jährliche Nutzung von Naturdämmstoffen auf etwa den doppelten Wert gegenüber den Vorjahren. Im Jahr 2005 wurden knapp 2.000 t Hanffasern und knapp 1.000 t Flachsfasern als Naturdämmstoffe in Deutschland eingesetzt. (Carus et al. 2008a)

*Zellstoff für Spezialpapiere*

In der deutschen Papierindustrie lag der Jahresverbrauch an Spezialzellstoffen aus Faserpflanzen bei ca. 33.000 t/Jahr (1995) und ca. 38.000 t/Jahr (1999); die wichtigsten Faserlieferanten waren Baumwoll-Linters (25.000 bzw. 30.000 t/Jahr), Abaca (5.000 bzw. 5.600 t/Jahr) und Flachs & Hanf (700 bzw. 200 t/Jahr) sowie sonstige (Esparto, Bambus etc.) (2.300 bzw. 2.700 t/Jahr). (Kaup & Karus 2000)

Nach aktuellen Zahlen werden in Deutschland pro Jahr etwa 35.000 t so genannte „sonstige Faserstoffe“ neben Holz- und Zellstoff verwendet werden (VDP 2008a), so dass sich der Gesamteinsatz über mehr als zehn Jahre kaum verändert hat. Zu den Spezialpapieren mit Naturfaseranteil gehören vor allem Banknoten, Papiere für Nahrungsmittelapplikationen (Teebeutel, Kaffeepads), Zigarettenpapiere sowie technische Filter.

Deutsche Hanf- oder Flachsfasern gelangen nicht in diese Anwendung, da in Deutschland keine entsprechende Zellstofffabrik mehr existiert. Hanf- und Flachs-Spezialzellstoffe werden aus Frankreich, Spanien und der Tschechischen Republik importiert.

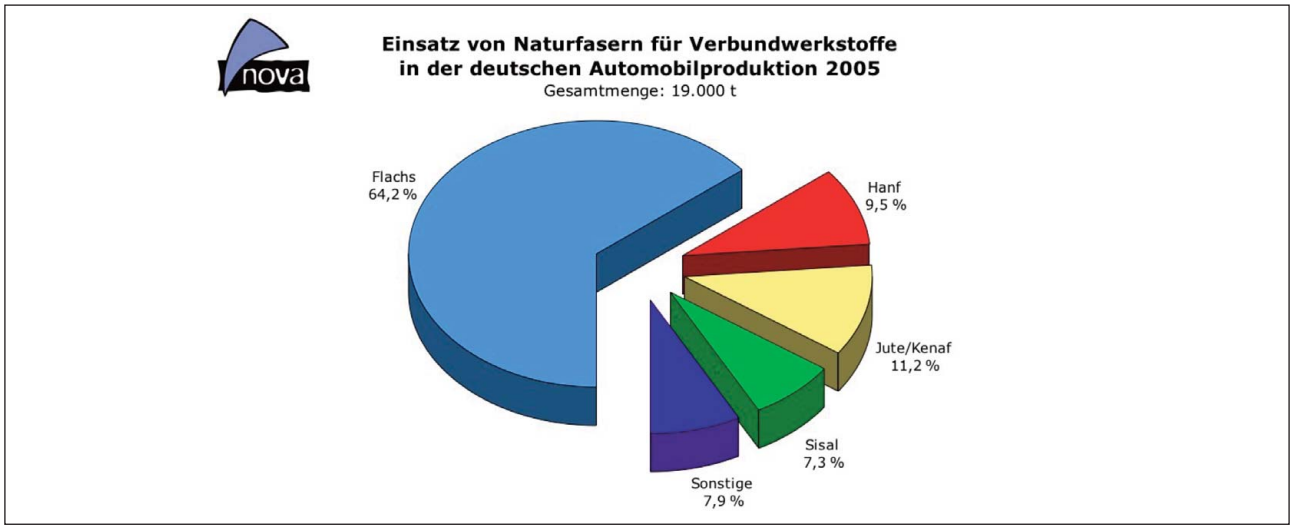



*Abbildung 21: Nutzung von Naturfasern für Verbundwerkstoffe in der deutschen Automobilindustrie 2005. Quelle: Carus et al. 2008a*

*Markttrends*

In der deutschen Automobilindustrie zeichnete sich von 1999 bis 2005 ein klarer Trend zum stärkeren Einsatz von Naturfasern ab (siehe Grafik). Neuere Daten sind nicht verfügbar. Die europäische Automobilindustrie ist dem Beispiel Deutschland gefolgt und hat den Einsatz an Naturfasern deutlich gesteigert, vor allem die französische Automobilindustrie setzt in zahlreichen Fahrzeugen auf naturfaserverstärkte Innenraumteile.

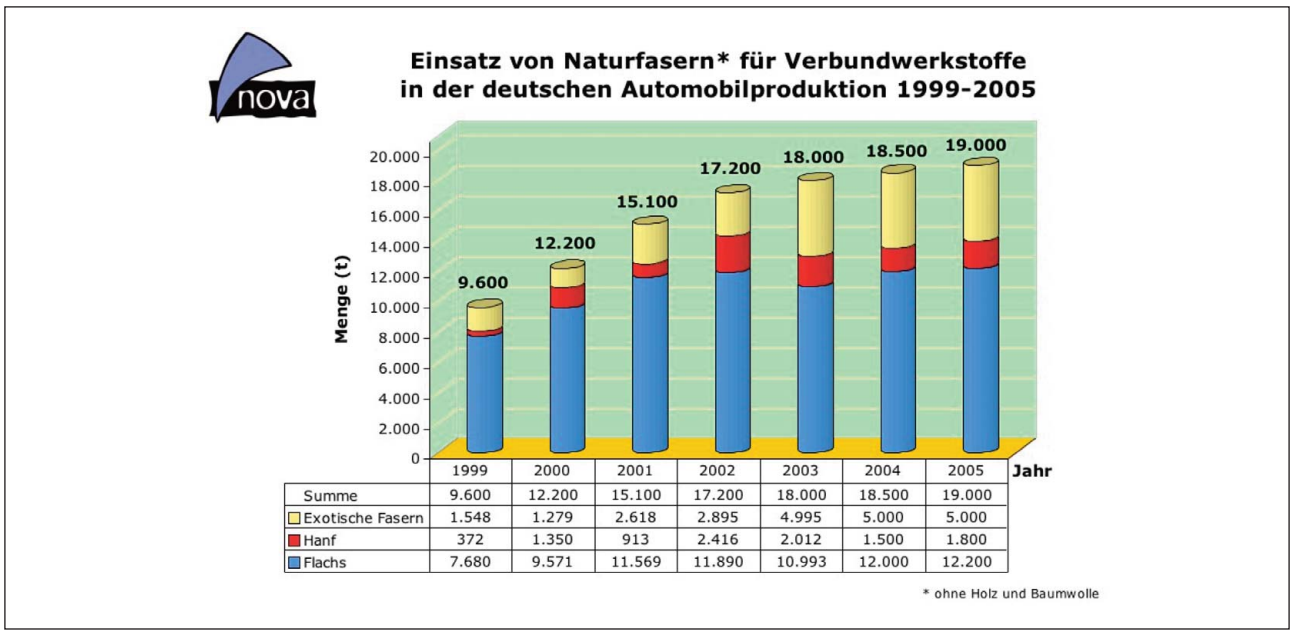



*Abbildung 22: Einsatz von Naturfasern für Verbundwerkstoffe in der deutschen Automobilindustrie 1999–2005. Quelle: Carus et al. 2008a*

Neue Anwendungsgebiete sind naturfaserverstärkte Spritzgussgranulate, die in zahlreichen Nischenanwendungen ein Wachstum auf niedrigem Niveau zeigen.

[3] Geschätzt auf der Basis von persönlichen Mitteilungen der Firmen Evonik und Knauf (Bauchemie), Cognis/Henkel (Succroseester), BASF (d-Milchsäure, Vitamin B2, Phytase), Bayer/Novo Nordisk (Ephedrin, Hormone, Insulin), Südzucker und Jungbunzlauer (Isomalt und Erythrithol)

### 1.3.6 Zucker und Stärke

*Autoren: Ulrich März (Ecosys)[4], Achim Raschka*

Aufgrund der großen Überschneidungspotenziale werden die Rohstoffe Zucker und Stärke in einem gemeinsamen Abschnitt dargestellt. Die Ausarbeitung stammt hierbei weitestgehend von Herrn Dr. Ulrich März und wurde an einigen Stellen leicht ergänzt, in den nachfolgenden Ergänzungen werden weitere Punkte und Unklarheiten aufgegriffen. Im Rahmen späterer Überarbeitungen wurden Inhalte aus März 2009 und FNR 2010 ergänzt.

In diesem Dokument werden die aktuellen Stoffströme für Zucker und Stärke quantitativ dargestellt sowie mögliche Trends der Produktion und Verwendung für die nächsten Jahre identifiziert und kommentiert. Ziel ist es, mit dem folgenden belastbaren Datenmaterial die aktuelle Diskussion zu nachwachsenden Rohstoffen und Bioenergie auf eine solide Grundlage zu stellen und einen Beitrag zur Planungssicherheit für eventuelle zucker- oder stärkebasierende Produktionsanlagen zu gewährleisten.

#### 1.3.6.1 Aktueller Stand bei der stoffliche Verwendung von Zucker

Die Weißzuckerproduktion in der EU ist kontingentiert und seit der Zuckermarktreform nimmt die Deutschland zugewiesene Produktionsquote ab. Sie beträgt aktuell (2009) 2,9 Millionen Tonnen pro Jahr[5]. Auf der Basis dieser Quote wird von den Zuckerfabriken der hierfür nötige Anbau an Zuckerüben geschätzt und die entsprechende Fläche von den Landwirten kontraktiert. Die Aufarbeitung von Rüben zu Weißzucker erfolgt seit vielen Jahren über den gleichen Prozess, der als erste Zwischenstufe Rübendünnsaft und Rübenschnitzel als Nebenprodukt und durch Wasserentzug Rübendicksaft erzeugt. Eine Aufreinigung des Rübendicksaftes und Kristallisation führt zum quotenfähigen Kristallzucker und zur Rübenmelasse. Quotierter Kristallzucker ist der menschlichen Ernährung vorbehalten und Rübenmelasse, zusätzlich zu importierter Rüben- und Zuckerrohrmelasse, wird in der Tierernährung bzw. als Substrat für Fermentationen verwendet.

Werden beispielsweise aufgrund sehr günstiger Witterungsbedingungen mehr Rüben geerntet und/oder eine höhere Extraktionsrate erzielt, so wird mehr Zucker als durch die Quote erlaubt erzeugt. Dieser kann bei eher abnehmendem Konsum kaum als Lebensmittel verkauft werden. Der Überschusszucker wird gelagert, zum Ausgleich für Folgejahre mit geringerer Weißzuckerproduktion als die Quote erlaubt verwendet, innerhalb dem zugewiesenen Kontingent exportiert oder nach einer Deklassifizierung einer industriellen Verwendung zugeführt. Neben der inländischen Produktion sind in der Folge von politischen Rahmenabkommen, beispielweise mit Balkanländern und ACP[6]-Ländern, Importe von Rüben- und Rohrzucker in begrenztem Umfange gestattet, die Quotenzuckerlager füllen.

Bei zu großen Lagerbeständen wird ebenfalls aufgrund politischer Überlegungen von der EU die Deklassifizierung einer bestimmten Menge an Quotenzucker angeordnet. Deklassifizierung bedeutet hier-

[4] Erstfassung wurde durch März 2009, gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FKZ 22018709), umfassend überarbeitet und in weiten Teilen in dieser Studie übernommen.

[5] Zur Zuckerreform innerhalb der EU, s. EC 2004: Communication from the Commission to the Council and the European Parliament accomplishing a sustainable agricultural model for Europe through the reformed CAP sugar sector reform, Amtsblatt der EU: Verordnung 318/206 des Rates vom 10.2.2006 über die gemeinsame marktorganisation für Zucker und Deutscher Bauernverband (o.J.): Reform der Zuckermarktordnung: Fragen und Antworten für die Praxis

[6] African, Caribbean and Pacific countries

bei, dass die so bezeichnete Weißzuckermenge einer industriellen Verwendung zugeführt werden kann. Dies ist jedoch nicht ohne deutliche Preissenkung und damit ohne Abwertung des Buchwertes möglich. Dieser deklassifizierte Weißzucker ergänzt den Weißzucker, der über Zuckerrüben die außerhalb des Kontingents angebaut werden, erzeugt wird. Dieser außerhalb der Quote stattfindende Zuckerrübenanbau unterliegt nicht mehr der Aufsicht der Quotenkontrolle und wird daher nicht beobachtet. Die Aufarbeitung dieser Rüben erfolgt identisch zu den Quotenrüben und erzeugt als Zwischenprodukt Rübendicksaft. Rübendicksaft wurde erst in den vergangenen Jahren im Zuge der Ausweitung der Bioethanolproduktion ein handels- und transportfähiges Produkt. Deklassifizierter und durch Out-of-Quota-Rüben erzeugter Weißzucker oder Rübendicksaft kann für industrielle Applikationen wie die Herstellung von Hefen, Bioethanol, Fermentationen oder auch Chemieprodukte verwendet werden. Die Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 führt eine detaillierte Liste an möglichen Einsatzgebieten auf. Zusätzlich vergibt die EU auf Antrag Exportlizenzen für diesen Out-of-Quota-Zucker.

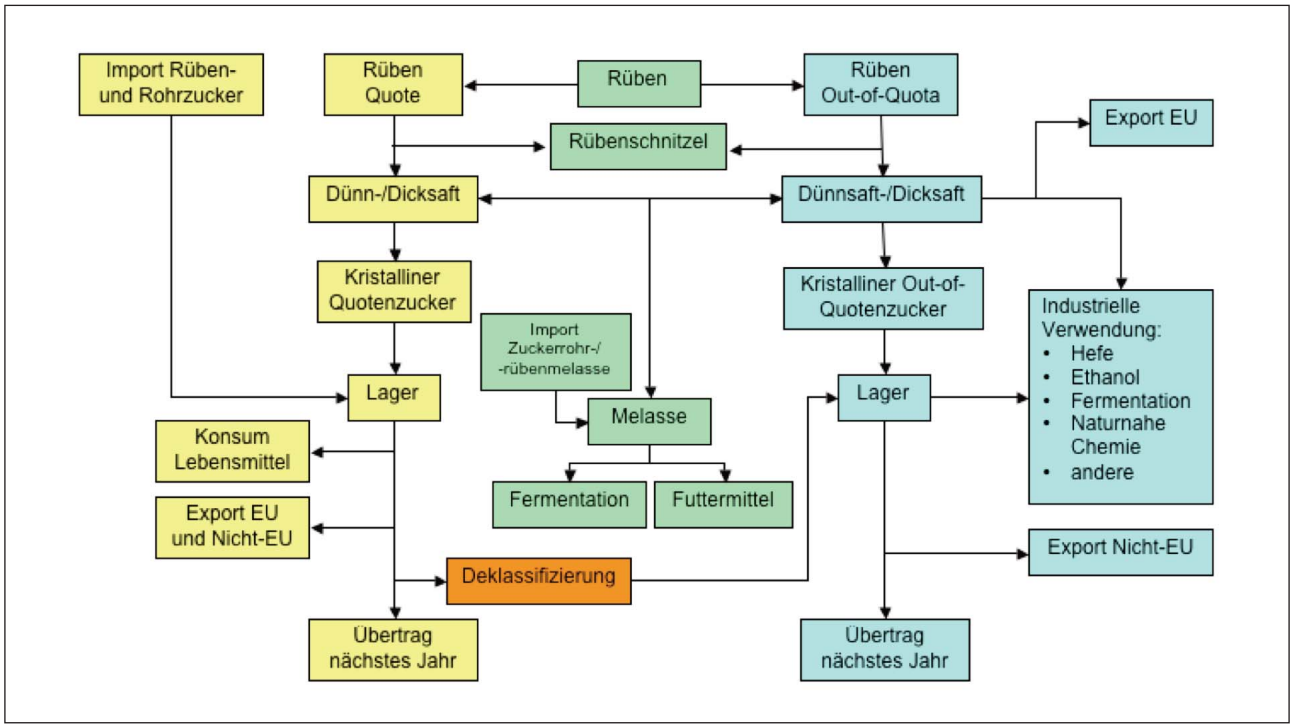



*Abbildung 23: Struktur der Zuckerrübenaufarbeitung (März 2009)*

Im Jahr 2006, im letzten Jahr vor der Umstellung der Quotenregelung, wurden rund 420.000 ha Zuckerrüben angebaut. Die Anbaufläche sank im darauffolgenden Jahr auf knapp 360.000 ha und pendelt sich seitdem auf einen Wert zwischen 350– und 400.000 ha ein. Basierend auf agrartechnischen Fortschritten steigt der durchschnittliche Rübenertrag nach wie vor an und liegt aktuell bei 60 – 65 t/ha. Auch der extrahierbare Zuckergehalt steigt weiter und liegt aktuell bei rund 10 Tonnen pro Hektar. In der Folge wurde zwar im ersten Jahr der revidierten Quotenregelung die Weißzuckererzeugung leicht unterschritten, liegt aber seit 2007 deutlich über der Quote. Für 2010 wird sogar mit einem Weißzuckerertrag von über 4 Millionen Tonnen gerechnet. Dies bedeutet, dass erhebliche Mengen Out-of-Quota Zucker erzeugt werden, die nicht für Lebensmittelanwendungen verwendet werden dürfen und somit entweder für eine industriellen Nutzung, nach Deklassifizierung, zur Verfügung stehen,

die Lagerbestände steigen lassen oder auch exportiert werden müssen.

Die Kampagne 2007 resultierte in einer Erntemenge von rund 20 Millionen Tonnen Zuckerrüben (Schmidt et al. 2008, WVZ & VdZ 2008a) mit einem extrahierbaren Saccharosegehalt von durchschnittlich 17,3 %. Die Aufarbeitung dieser Rübenmenge resultierte in 3,27 Mio. t Kristallzucker, 0,26 Mio. t Zuckeräquivalente als Rübendicksaft, 0,25 Mio. t Zuckeräquivalente als Trockenschnitzel und 0,65 Mio. t Zuckeräquivalente als Melasse (DMH 2008). Die Kampagne 2008 führte zu einer Erntemenge von rund 23 Mio. Tonnen Zuckerrüben mit einem extrahierbaren Saccharosegehalt von durchschnittlich 18 %. Die Aufarbeitung dieser Rübenmenge resultierte in 3,93 Mio. t Kristallzucker, 0,39 Mio. t Zuckeräquivalente als Melasse und 0,14 Mio. t Zuckeräquivalente als Trockenschnitzel (März 2009, FNR 2010).

*Kristallzuckerbilanz*
Neben lokaler Produktion wird Kristallzucker auch international gehandelt und Überkapazitäten werden eingelagert. Einem Import von 0,54 Mio. t standen 2007 0,61 Mio. t Export und 0,22 Mio. t Aufstockung der Lagerbestände gegenüber, so dass insgesamt 2,98 Mio. t für den Lebensmittelkonsum zur Verfügung standen (Südzucker 2008). Im Jahr 2008 wurden 0,66 Mio. t importiert, 0,78 Mio. t exportiert und 0,74 Mio. t als Überschuss eingelagert, in der Lebensmittelindustrie wurden ca. 3,1 Mio. t verwendet.

| **Parameter** | **2007** | **2008** |
|---|---|---|
| | | |
| Produktion | 3.270 | 3.930 |
| Import | 543 | 657 |
| Export | 610 | 775 |
| Lebensmittelkonsum | 2.980 | 3.069 |
| | | |
| Überschuss | 223 | 743 |
| Kumulierter Überschuss | 873 | 1.616 |

*Tabelle 3: Verfügbarkeitsbilanz von Kristallzucker (in 1.000 t)*

Kristallzucker ist der typische Konsumzucker und werden jährlich in einer Menge von etwa 3 Mio. t für Lebensmittelanwendungen verbraucht. Für Fermentations- und Zuckerchemiezwecke wurde ausschließlich deklassifizierter Out-of-quota-Zucker eingesetzt. Die Nutzung von Kristallzucker in der Bauchemie, Pharmazeutika oder Kosmetikherstellung, ist gering. Insbesondere in der Bauchemie wurde der Zuckerzusatz zum Abbinden des Betons in den letzten Jahren durch Gluconsäure ersetzt.

*Melassebilanz*
Die inländische Produktion von Melasse schwankt seit Jahren abhängig von der verfügbaren Rübenproduktion zwischen 650.000 und 700.000 Tonnen. Der Verbrauch an Melasse schwankt jedoch zwischen 800.000 und 900.000 Tonnen und in der Folge sind zur Verbrauchsdeckung Importe notwendig. Diese bestehen zunehmend aus Rohrmelasse.

| Parameter | 2007 | 2008 |
|---|---|---|
| | | |
| Produktion | 656 | 737 |
| Import | 191 | 202 |
| Export | 110 | 60 |
| Verfügbare Menge | 737 | 879 |
| Verwendete Melasse | 780 | 832 |
| Lageränderung | -43 | +47 |

*Tabelle 4: Verfügbarkeitsbilanz von Melasse (in 1.000 t)*

Melasse wird primär im Futtermittelbereich und erst in zweiter Linie als Fermentationsrohstoff verwendet. Neben dem direkten Zusatz von Melasse als Energieträger erfolgt die Anwendung als Bindemittel in der Herstellung von Futtermittelpellets. Beide Anwendungen zusammen sind für mehr als 50 % der Melasseverwendung verantwortlich. Die restlichen 50 % entfallen auf die Nutzung von Melasse als Fermentationsrohstoff.

| Anwendung | 2007 | 2008 |
|---|---|---|
| | | |
| Futtermittel | 328 | 333 |
| Pelletbinder | 305 | 345 |
| Fermentation | | |
| Ethanol (Trinkalkohol) | 10 | 8 |
| Hefe | 65 | 80 |
| Melasseentzuckerung | 51 | 41 |
| Sonstige | 21 | 27 |
| | | |
| **Gesamt** | **780** | **834** |

*Tabelle 5: Verwendung von Melasse (in 1.000 t)*

*Out-of-Quota-Zucker und Dicksaft*

Out-of-Quota Zucker wird in Form von kristallinem Weißzucker oder als Rübendicksaft in industriellen Anwendungen eingesetzt. Das Produkt Rübendicksaft existierte als großvolumiges, kommerzielles Produkt der Zuckerherstellung bis zum großflächigen Aufstarten der Ethanolherstellung in Deutschland nicht als Endprodukt sondern nur als Zwischenprodukt zur Verlängerung der Kristallisationskampagnen. Rübendicksaft ist die extrahierte, stark viskose, nicht aufgereinigte Saccharoselösung, die auf Grund ihres osmotischen Verhaltens ohne weitere Stabilisierung lagerbar und ohne weitere Behandlung oder Modifikation in der Fermentationsindustrie als Kohlenstoffsubstrat verwendet werden kann. 1,5 Tonnen Rübendicksaft entsprechen rund einer Tonne Zucker. Einzige bekannte großvolumige Applikationen von Rübendicksaft in Deutschland sind die Konversion zu Bioethanol und der Einsatz in der Hefefermentation, in der Rübendicksaft zunehmend Melasse ergänzt.

Die Hefeproduktion in Deutschland, standardisiert auf Hefe mit 30 % Wassergehalt (D30), fluktuiert seit Jahren in der Größenordnung von knapp 200.000 Tonnen. Zur Herstellung von Hefe wird üblicherweise Melasse verwendet. Für 200.000 Tonnen Hefe werden rund 200.000 Tonnen Melasseäquivalente[7] benötigt. Diese stehen jedoch nicht in vollem Umfange zur Verfügung und werden zunehmend durch Rübendicksaft ergänzt. Entsprechend werden ca. 50.000 Tonnen Out-of-Quota-Zucker in Form von Rübendicksaft zusätzlich zur Melasse für die Hefeproduktion verwendet.

| Parameter | 2007 | 2008 |
|---|---|---|
| | | |
| Hefeproduktion | 195 | 195 |
| Melasse | 65 | 80 |
| Melasseäquivalente zu ersetzen durch Out-of-Quota Zucker | 130 | 115 |
| Einsatz von Out-of-Quota Zucker (Zuckergehalt in Melasse 47%) | 61 | 54 |

*Tabelle 6: Verwendung von Out-of-Quota-Zucker in der Hefeproduktion (in 1.000 t)*

Für die Produktion von Bioethanol werden sowohl Zuckerdicksaft bzw. Out-of-quota-Zucker wie auch Stärkehydrolysate verwendet, eine ausführliche Darstellung folgt im Anschluß an die Stärkebilanzen in Kapitel 1.3.6.3.

Industrielle Nutzungen (Chemiezucker) beziehen sich auch auf die Verwendung von Kristallzucker in der Herstellung von Chemikalien z.B. Succroseester als Additive für Pharmazeutika und Kosmetikprodukte, sowie bauchemische Formulierungen. Ebenfalls als industrielle Nutzung gilt die Verwendung als Kohlenstoffquelle für Fermentationen. Fermentationen, über Hefe und Ethanol hinaus, die Saccharose als Kohlenstoffquelle am Standort Deutschland nutzen können, umfassen die Herstellung von pharmazeutischen Ingredienzien, Vitaminen und Enzyme. Weitere Fermentationen wie z.B. die Herstellung von Ketogulonsäure oder Acerbose basieren üblicherweise auf Glucose, die aus der Hydrolisierung von Stärke gewonnen wird. Für 2007 wurde der Gesamtbedarf an Saccharose für diese industriellen Nutzungen auf rund 180.000 Tonnen geschätzt. Für 2009 werden keine wesentlichen Änderungen erwartet.

[7] Melasseäquivalente bezogen auf Melasse mit einem Saccharoseanteil von 47 % im kommerziellen Produkt und einer Trockensubstanz von 80 %.

| Anwendung | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Zusatz von Pharmazeutika und Kosmetikprodukten | 10-12 | 10-12 | 11-13 |
| Bauchemie | 1-2 | 1-2 | 1-2 |
| Chemische Prozesse (Succrosester) | 1-2 | 1-2 | 2-3 |
| Fermentationen | | | |
| Ephidrin | 0 | 4-6 | 4-6 |
| Isomalt/Erythrithol[9] | 115-125 | 120-140 | 125-145 |
| Antibiotika | 0-5 | 8-12 | 8-12 |
| Vitamine Z.B. B2 | 8-9 | 10-12 | 11-12 |
| d-Milchsäure | 0 | 2-4 | 2-4 |
| Enzyme z.B. Phytase | 3-4 | 5-8 | 6-8 |
| | | | |
| **Gesamt** | **138-157** | **161-196** | **170-205** |

*Tabelle 7: Verwendung von Out-of-Quota-Zucker als Chemiezucker März 2009[8])*

*Stoffliche Nutzung*

Auf der Basis der Verfügbarkeit und Nutzung von Zucker in Form von Kristallzucker, Dicksaft und Melasse lässt sich der tatsächlich für die stoffliche Nutzung aufgewendete Zucker nur schwer ermitteln. Entsprechend der Kalkulationen von März 2009 und FNR 2010 wird derzeit eine Menge von 100.000 bis 150.000 Tonnen als Chemiezucker und damit ein Anteil von etwa 3 % an der Gesamtzuckernutzung in Deutschland für die Verwendung als Chemie- und Fermentationszucker für die stoffliche Nutzung angenommen. Den größten Teil stellt dabei die Produktion von technisch verwendetem Bioethanol dar, gefolgt von weiteren Fermentationsprozessen. Zuckeranwendungen in der Pharma- und Kosmetikindustrie sowie in der Bauchemie und der Tensidherstellung sind vergleichsweise gering.

| Anwendungsbereich | 2007 | 2008 |
|---|---|---|
| | | |
| Fermentation | 48 | 50 |
| Pharma & Kosmetik | 11 | 12 |
| Bauchemie & Tenside | 3 | 4 |
| Technischer Bioethanol | 40 | 70 |
| Gesamt | 102 | 136 |

*Tabelle 8: Anwendungsbereiche für die stoffliche Nutzung von Zucker (in 1.000 t; FNR 2010)*

[8] Geschätzt auf der Basis von persönlichem Mitteilungen der Firmen Evonik und Knauf (Bauchemie), Cognis/Henkel (Succroseester), BASF (d-Milchsäure, Vitamin B2, Phytase), Bayer/Novo Nordisk (Ephidrin, Hormone, Insulin), Südzucker und Jungbunzlauer (Isomalt und Erythrithol)

[9] Für Isomalt sind außerhalb des Lebensmittelsektors keine wesentlichen Anwendungen bekannt. Erythritol wird u.a. in der Kosmetikindustrie eingesetzt. Insgesamt beträgt der Nicht-Lebensmittelanteil am Erythritol /Isomalt Konsum in Deutschland deutlich weniger als 5 % der jährlichen Produktion.

Darüber hinaus wurden im Jahre 2008 Zuckerprodukte zur Weiterverarbeitung, insbesondere Fermentationsprodukte wie Aminosäuren, Milchsäure, Zitronensäure, Gluconsäure Salze und Ester dieser Säuren, in einer Größenordnung von 130.000 bis 150.000 t importiert und im chemisch-technischen Bereich weiterverarbeitet. Hinzu kommen weitere 100.000 bis 150.000 t technischer Bioethanol für die Weiterverarbeitung in der chemisch-technischen Industrie.

### 1.3.6.2 Aktueller Stand bei der stofflichen Verwendung von Getreide- und Kartoffelstärke

In Deutschland liegt seit mehr als fünf Jahren die Getreideproduktion in der Größenordnung von 40–50 Millionen Tonnen. Jährliche Abweichungen sind überwiegend witterungsbedingt und werden von kurzfristigen Änderungen der komparativen Vorteilhaftigkeit des Getreidebaus gegenüber anderen Feldfrüchten beeinflusst. Rund 50 % der Gesamtproduktion entfällt auf Weizen, gefolgt von Gerste, Körnermais, Triticale, Roggen und andere. Auch hier schwanken die Produktionen jährlich erheblich; eindeutige Anbautrends lassen sich nicht erkennen. Der Saldo aus Import und Export ändert die Getreideverfügbarkeit kaum, die bei ca. 40 Millionen Tonnen pro Jahr liegt.

Die Kampagne 2007 resultierte in einer Getreideernte von 42,3 Mio. t. Hiervon entfielen auf Weizen 21,4 Mio. t und auf Mais 3,5 Mio. t. Gerste, Hafer Roggen und Triticale sind für die Differenz verantwortlich. In der Kampagne 2008 lag die Getreidemenge bei 50 Mio. Tonnen, von denen 26 Mio. Tonnen auf Weizen und 5 Mio. t auf Mais entfielen (FNR 2010). Die Kartoffelernte 2007 resultierte in 11,6 Mio. t Speise-, Stärke- und Industriekartoffeln (Südstärke 2008, ZMP 2008). Die Kartoffelernte 2008 lag ebenfalls mit ca. 11 Mio. Tonnen in dieser Größenordnung.

Der größte Teil des verfügbaren Getreides wird für die Tierernährung aufgewendet. Die direkte Nutzung als Nahrungsmittel ist seit Jahren konstant und beträgt rd. 9 Millionen Tonnen. Die industrielle Verwendung umfasst z.B. die Nutzung von Getreide zur Stärke,- Bier- und Bioethanolherstellung. Der Getreideverbrauch für die Bierherstellung liegt konstant bei ca. 2 Millionen Tonnen, derjenige für die Stärkeproduktion bei rd. 1,7 Millionen Tonnen und für Bioethanol werden in Abhängigkeit der Preiswürdigkeit gegenüber Zucker, zwischen 0,5 und 1,5 Million Tonnen verwendet.

*Herstellung von Stärke*
Die Herstellung von Stärke basiert in Deutschland nahezu ausschließlich auf Kartoffeln, Weizen und Mais, so dass nur diese Produkte im Folgenden näher analysiert werden. Dabei werden etwa 4 % der verfügbaren Getreide und etwa 24 % der Kartoffeln für die Produktion von Stärke verwendet. Insgesamt beträgt der Anteil der Weizenstärke 43 %, der Anteil der Maisstärke 24 % und der Anteil der Kartoffelstärke 28 % an der gesamten verfügbaren Stärke in Deutschland während Erbsen-, Maniok- und Reisstärke gemeinsam nur etwa 1 % ausmachen. Entsprechend dem extrahierbaren Stärkegehalt von 17 % bei Kartoffeln, 62 % bei Mais und rund 50 % bei Weizen standen aus deutscher Produktion rund 1,5 Mio. t Stärkeäquivalente zu Verfügung.

Die verfügbaren etwa 6.000 t Erbsenstärke werden als Spezialität verstanden, die nicht universell einsetzbar ist. Die Verwendung erfolgt ausschließlich als native Stärke als Papierstärke, sowie zu einem kleinen Teil im Lebensmittelbereich (z.B. Verdicken von Instant-Suppen). Der Import und die Verwendung von Maniok liegt in der Regel bei 5.000 bis 6.000 t pro Jahr mit Ausnahme 2007 (18.000 t), ca. 1.200 bis 1.400 t werden jährlich zu gelatinefreiem Tortenguss verarbeitet. Die Menge der verfügbaren, importierten Reisstärke liegt jährlich bei etwa 1.000 Tonnen, von denen etwa 300 bis 400 t jährlich als Sprühstärke für Textilien und ca. 600 t speziell für die Herstellung von Kleinkindnahrung genutzt werden.

*Weizenbilanz*

Zusätzlich zur Eigenproduktion von 21,4 Mio. t, wurden 2,05 Mio. t importiert und 4,6 Mio. t exportiert. In der Folge standen 18,85 Mio. t zur innerdeutschen Verwertung zur Verfügung. 0,5 Mio. t wurden hiervon als Saatgut zurückgestellt oder als Verluste abgeschrieben, 3,7 Mio. t wurden als Futtermittel verwendet und rund 1 Mio. t zu Stärke und Derivate verarbeitet.

Der Anteil an Weizen, der für die Herstellung von Stärke und Stärkeprodukten verwendet wird, beträgt seit Jahren rund eine Million Tonnen. Bei einem Stärkegehalt in Weizenkörnern von rund 58 – 60 % und bei einer Extraktionsrate von 88 – 90 % werden somit rund 600.000 – 650.000 Tonnen an Weizenstärke jährlich erzeugt. Ein wesentlicher Teil hiervon wird als native Stärke verwendet oder zu Stärkezucker verarbeitet. Im Unterschied zu Mais wird Weizenstärke nur gering zur Modifikatherstellung verwendet. Zusätzlich zur inländischen Herstellung werden erhebliche Mengen an nativer Weizenstärke importiert. Diese Importe weisen zwar eine leicht rückläufige Tendenz auf, tragen aber immer noch mit über 70.000 Tonnen pro Jahr zum inländischen Konsum an nativer Weizenstärke von über 200.000 Tonnen bei.

| Parameter | Wert 2007 (Mio. t) |
|---|---|
| | |
| Verfügbare Menge | |
| Produktion | 21,4 |
| Import | 2,05 |
| Export | 4,6 |
| Saldo | 18,85 |
| | |
| Verwendung | |
| Futtermittel | 3,7 |
| Direkte Lebensmittelanwendung | 13,65 |
| Saatgut/Verluste | 0,5 |
| Technische Verarbeitung zu Stärke | 1,0 |

| Parameter | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Rohmaterial (Weizen) | 1.116 | 1.032 | 1.063 |
| Produktion | 653 | 609 | 599 |
| Import | 101 | 91 | 76 |
| Export | 60 | 67 | 46 |
| **Verfügbare Menge** | **694** | **633** | **629** |
| | | | |
| **Konsum native Stärke gesamt** | **238** | **254** | **217** |
| Speisestärke | 46 | 47 | 49 |
| Papier | 163 | 175 | 141 |
| Pappe und Klebstoffe | 15 | 16 | 15 |
| andere Chemieapplikationen | 14 | 16 | 12 |
| | | | |
| **Rohmaterial für Modifikatherstellung und Verzuckerung** | **456** | **379** | **412** |
| Modifikate | 55 | 50 | 55 |
| Verzuckerung | 401 | 329 | 357 |

*Tabelle 9: Weizenbilanz 2007[10], Weizenstärkebilanz 2006 bis 2008*

*Maisbilanz*

Zusätzlich zur Eigenproduktion von 3,5 Mio. t wurden 2,4 Mio. t importiert und 0,7 Mio. t exportiert. In der Folge standen 5,2 Mio. t zur innerdeutschen Verwertung zur Verfügung. 0,1 Mio. t wurden hiervon als Saatgut zurückgestellt oder als Verluste abgeschrieben, 2,6 Mio. t wurden als Futtermittel verwendet und rund 0,65 Mio. t zu Stärke und Derivaten verarbeitet.

Der Anteil des Maises, der für die Herstellung von Stärke und Stärkeprodukten verwendet wird, beträgt ca. 20 % der jeweiligen Ernten, und da sich die Mengen an verfügbarem Mais ebenfalls kaum

[10] Geschätzt auf der Basis aktueller Import- und Exportstatistiken, Mitteilungen des Verbandes der deutschen Futtermittel- und der Stärkeindustrie

ändern, werden die jährlich zu Stärke verarbeiteten Maismengen auf rund 600.000 – 770.000 Tonnen geschätzt. Der Stärkegehalt in den Maiskörnern schwankt zwischen 62 und 64 %, und bei einer Extraktionsrate von 88 – 90 % werden somit rund 330.000 – 420.000 Tonnen Rohmaisstärke jährlich erzeugt.

Ein wesentlicher Teil hiervon wird nicht als native Stärke, sondern in der Weiterverarbeitung zu Modifikaten und zu Stärkezuckern eingesetzt. Allerdings werden erhebliche Mengen an nativer Maisstärke unter der Zolltarifnummer 11081200 importiert, so dass insgesamt der Konsum an nativer Maisstärke zwar eine leicht rückläufige Tendenz zeigt, aber immer noch knapp 140.000 Tonnen jährlich beträgt.

| **Parameter** | **Wert 2007 (Mio. t)** |
|---|---|
| | |
| Verfügbare Menge | |
| Produktion | 3,5 |
| Import | 2,4 |
| Export | 0,7 |
| Saldo | 5,2 |
| | |
| Verwendung | |
| Futtermittel | 2,6 |
| Direkte Lebensmittelanwendung | 1,85 |
| Saatgut/Verluste | 0,1 |
| Technische Verarbeitung zu Stärke | 0,65 |

| **Parameter** | **2006** | **2007** | **2008** |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Rohmaterial (Maiskörner) | 767 | 688 | 620 |
| Produktion Stärke | 474 | 426 | 369 |
| Import | 116 | 119 | 100 |
| Export | 51 | 60 | 56 |
| **Verfügbare Menge** | **539** | **485** | **413** |
| | | | |
| **Konsum native Stärke gesamt** | **188** | **144** | **143** |
| Speisestärke | 83 | 64 | 51 |
| Papier[11] | 66 | 45 | 59 |
| Pappe und Klebstoffe | 34 | 30 | 28 |
| andere Chemieapplikationen/Kosmetik | 5 | 5 | 5 |
| | | | |
| **Rohmaterial für Modifikatherstellung und Verzuckerung** | **351** | **341** | **270** |
| Modifikate | 217 | 137 | 83 |
| Verzuckerung | 134 | 204 | 187 |

*Tabelle 10: Maisstärkebilanz 2006 bis 2008*

*Anmerkung: 2007 fanden in Folge der Einfuhrbestimmungen für Gen-Mais keine nennenswerten Importe von Mais aus USA statt.*

[11] Angaben zum Einsatz von Stärke in der Papier- und Pappeherstellung: Mondi Business Paper Holding (www.mondibp.com), Hercules International GmbH (www.aqualon.com) und BASF AG

*Kartoffelbilanz*

Zusätzlich zur Eigenproduktion von 11,6 Mio. t, wurden 0,55 Mio. t importiert und 1,55 Mio. t exportiert. In der Folge standen 10,6 Mio. t zur innerdeutschen Verwertung zur Verfügung. 1,0 Mio. t wurden hiervon als Saatgut zurückgestellt oder als Verluste abgeschrieben. Rund 3,9 Mio. t standen zur Stärke- und Derivatverarbeitung zur Verfügung (nach Angaben von Herrn Alexander Jess, Fachverband der Stärkeindustrie, lagen die Zahlen um etwa 1 Mio. t niedriger: 2007: 2,58 Mio. t, 2008: 2,97 Mio. t) . Die Verwendung von Kartoffeln in der Fütterung ist minimal.

| **Parameter** | **2006** | **2007** | **2008** |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Produktion | 10,0 | 11,6 | 11,4 |
| Import | 2,5 | 0,4 | 1,3 |
| Export | 1,4 | 1,3 | 1,5 |
| **Verfügbare Menge** | **11,1** | **10,7** | **11,2** |
| | | | |
| Verwendung | | | |
| Tierernährung | 1,0 | 1,2 | 1,0 |
| **Stärkeherstellung** | **2,8** | **2,6** | **2,7** |
| Brennerei | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Speisekartoffeln | 5,4 | 5,2 | 5,4 |
| Pflanzgut | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Kartoffelprodukte | 1,2 | 1,0 | 1,4 |

| Parameter | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Produktion | 664 | 590 | 643 |
| Import | 39 | 41 | 42 |
| Export | 416 | 309 | 326 |
| Lageränderung[12] | -80 | -37 | -48 |
| **Verfügbare Menge** | **367** | **359** | **407** |
| | | | |
| **Konsum native Stärke gesamt** [13] | **145** | **103** | **115** |
| Speisestärke | 58 | 55 | 56 |
| Papier | 76 | 38 | 48 |
| Pappe und Klebstoffe | 10 | 9 | 10 |
| andere Chemieapplikationen | 1 | 1 | 1 |
| | | | |
| **Rohmaterial für Modifikatherstellung** | **222** | **256** | **292** |

*Tabelle 11: Kartoffelstärkebilanz 2006 bis 2008*

[12] Seit vielen Jahren werden erhebliche Mengen nativer Kartoffelstärke gelagert, deren Umfang zum Jahresende 2005 nicht bekannt war, jedoch vermutlich weit über 200.000 Tonnen betrug. Seit 2006 werden diese Lagerbestände abgebaut.

[13] Südstärke GmbH, Schrobenhausen

Kartoffelstärke wird ausschließlich zu nativer und modifizierter Stärke verarbeitet. Die Konversion zu Glucose und ähnlichen Produkten findet nicht statt. Abfälle aus der Verarbeitung von Kartoffeln zu Chips, Pommes frites, Kartoffelmehl und ähnlichem werden in kleinem Umfang zur Fermentation von Bioethanol eingesetzt. In anderen EU Staaten erfolgt die Aufarbeitung dieser Abfälle zu handelsfähiger Stärke, die dann außerhalb der Quote vermarktet werden kann.

*Stoffliche Nutzung nativer Stärke*
In der Summe werden entsprechend folgende Mengen nativer Stärke im stofflichen Bereich eingesetzt:

| **Anwendungsbereich** | **2008** |
|---|---|
| | |
| Papierstärke | 254 |
| Wellpappe & Leim | 53 |
| Fermentation und andere Chemieapplikationen | 18,3 |
| | |
| **Gesamt** | **325,3** |

*Tabelle 12: Gesamteinsatz native Stärke in der stofflichen Nutzung im Jahr 2008 (in 1.000 t; März 2009, FNR 2010)*

*Stärkemodifikate*
Ein wesentlicher Teil der extrahierten Stärken wird für die Herstellung von Modifikaten, Stärkemischungen, Klebstoffen und Dextrinen verwendet.

Bei der Herstellung von Modifikaten und Appreturprodukten wird nicht mehr nach dem Ursprung der Stärke unterschieden. Insgesamt wurden im Jahr 2006 knapp 480.000 Tonnen Stärkemodifikate in Deutschland hergestellt. Die Menge sank bis 2008 auf rund 420.000 Tonnen. Gleichzeitig steigt der Konsum an Modifikaten und Stärkemischungen leicht an und befindet sich aktuell in der Größenordnung von 450.000 Tonnen.

Aufgrund der den Anwendungen angepassten physikalisch-chemischen Eigenschaften werden Stärkemodifikate in vielen Bereichen eingesetzt. Wesentlich hiervon ist die Nutzung als Verdickungsmittel im Lebensmittelbereich, als Formgebungs- und Streichmittel in der Papierherstellung sowie in der kosmetischen Industrie. Es wird erwartet, dass der Konsum von modifizierten Stärkeprodukten auf Kosten der Verwendung nativer Stärke kontinuierlich ansteigt und innerhalb der kommenden fünf Jahre 0,5 Millionen Tonnen erreicht.

| Parameter | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| **Rohmaterial (Stärke total)** | **502** | **462** | **437** |
| Mais | 217 | 137 | 83 |
| Weizen | 55 | 50 | 55 |
| Kartoffeln | 222 | 256 | 292 |
| andere | 8 | 19 | 7 |
| | | | |
| **Produktion** | | | |
| Dextrine | 16 | 24 | 0 |
| Ether und Ester | 280 | 232 | 243 |
| Andere Modifikate | 102 | 77 | 65 |
| Klebstoffe | 85 | 92 | 98 |
| **Gesamt** | **483** | **425** | **406** |
| | | | |
| **Import** | | | |
| Dextrine | 9 | 13 | 37 |
| Ether und Ester | 202 | 269 | 240 |
| Andere Modifikate | 26 | 24 | 32 |
| Klebstoffe | 3 | 4 | 4 |
| **Gesamt** | **240** | **310** | **313** |
| | | | |
| **Export** | | | |
| Dextrine | 6 | 6 | 3 |
| Ether und Ester | 220 | 224 | 223 |
| Andere Modifikate | 73 | 52 | 44 |
| Klebstoffe | 50 | 53 | 54 |
| **Gesamt** | **349** | **335** | **324** |
| | | | |
| **Gesamtkonsum** | **374** | **400** | **395** |
| Dextrine | 19 | 31 | 34 |
| Ether und Ester | 262 | 277 | 260 |
| Andere Modifikate | 55 | 49 | 53 |
| Klebstoffe | 38 | 43 | 48 |
| | | | |
| **Stärkemischungen[14]/Appreturprodukte** | | | |
| | | | |
| Rohmaterial native Stärke | 47 | 49 | 41 |
| **Produktion Stärkemischungen** | **60** | **63** | **53** |
| Import | 26 | 26 | 34 |
| Export | 33 | 33 | 31 |
| | | | |
| **Gesamtkonsum** | **53** | **56** | **56** |

*Tabelle 13: Entwicklung und Struktur der Bilanzen von Stärkemodifikaten (in 1.000 t)*

[14] Mischungen mit Salzen, Mehlen und sonstigen Additiven unter den Zolltarifnummern 38091010 bis 38091090.

*Stoffliche Nutzung modifizierter Stärke*
In der Summe werden entsprechend folgende Mengen modifizierter Stärke im stofflichen Bereich eingesetzt:

| **Anwendungsbereich** | **2008** |
|---|---|
| | |
| Papierstärke | 230 |
| Wellpappe & Leim | 77 |
| Fermentation und andere Chemieapplikationen | 27 |
| | |
| **Gesamt** | **334** |

*Tabelle 14: Gesamteinsatz modifizierter Stärke in der stofflichen Nutzung im Jahr 2008 (in 1.000 t; März 2009, FNR 2010)*

Eine dritte Gruppe neben den nativen und den modifizierten Stärken stellen die Stärkezucker dar, die durch Hydrolyse der Stärke gewonnen werden. Insgesamt werden rund 540.000 Tonnen Stärke, überwiegend Weizenstärke, als Rohmaterial für die Herstellung von Hydrolyseprodukten aufgewendet. Daraus werden ca. 620.000 Tonnen Hydrolysate erzeugt, die sich zu 58 % in Dextrosesirupe, zu 37 % in Glucosesirupe und zu 4 % Maltodextrinsirupe unterteilen.

Der größte Teil dieser Hydrolyseprodukte wird in der Lebensmittelindustrie verwendet, wobei Maltrodextrin und Gucosesirupe ausschliesslich für die Nahrungsmittelherstellung als Füll- und Süßungsstoffe verwendet werden und nur ein kleiner Teil der Dextrosesirupe in der Kosmetik und Pharmazie eingesetzt oder zu Sorbitol weiterverarbeitet wird. Insbesondere zu nennen ist die Verarbeitung von kristalliner Dextrose für Alkyl-Poly-Glykoside in einer Größenordnung von 15.000 Tonnen sowie die Nutzung als Fermentationssubstrat in Höhe von 20.000 bis 30.000 Tonnen pro Jahr.

Sorbitol als Stärkeprodukt wird bereits aktuell zu etwa 60 % für Anwendung außerhalb der Lebensmittelindustrie verwendet. Der Hauptanteil wird dabei in Zahnpasta sowie in Anwendungen im Bereich Kosmetik verwendet, 11 % werden als Bindemittel u.a. für Isolierplatten in der Bauindustrie sowie für die Herstellung von Polyolen für Polyurethane genutzt. Hinzu kommen weitere Verwendungen, etwa als Beimischung zu Tabak zur Feuchteregulierung und als Geschmacksstoff.

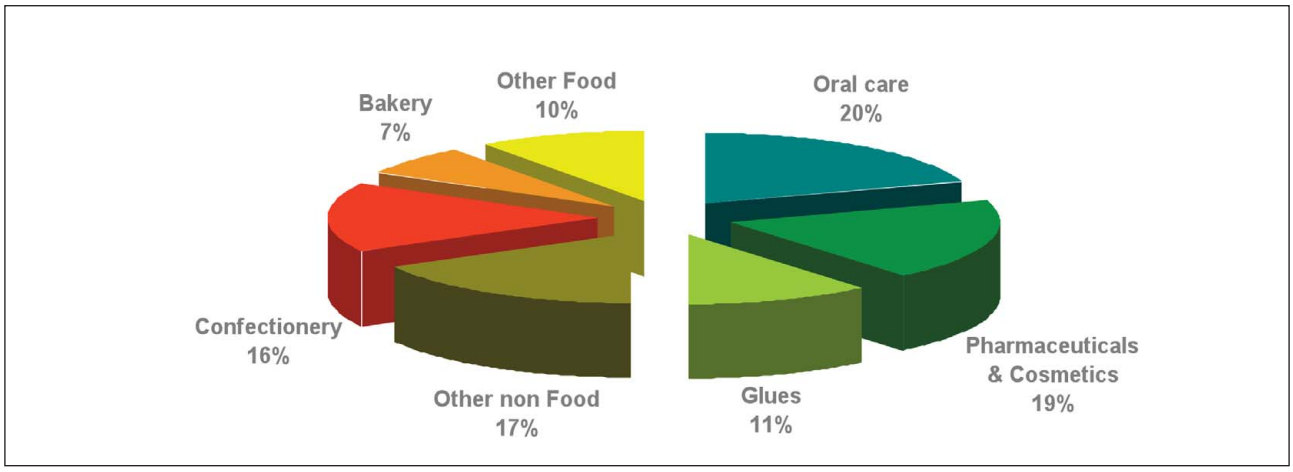



*Abbildung 24a: Verwendung von Sorbitol in Europa (Bolangier 2009)*

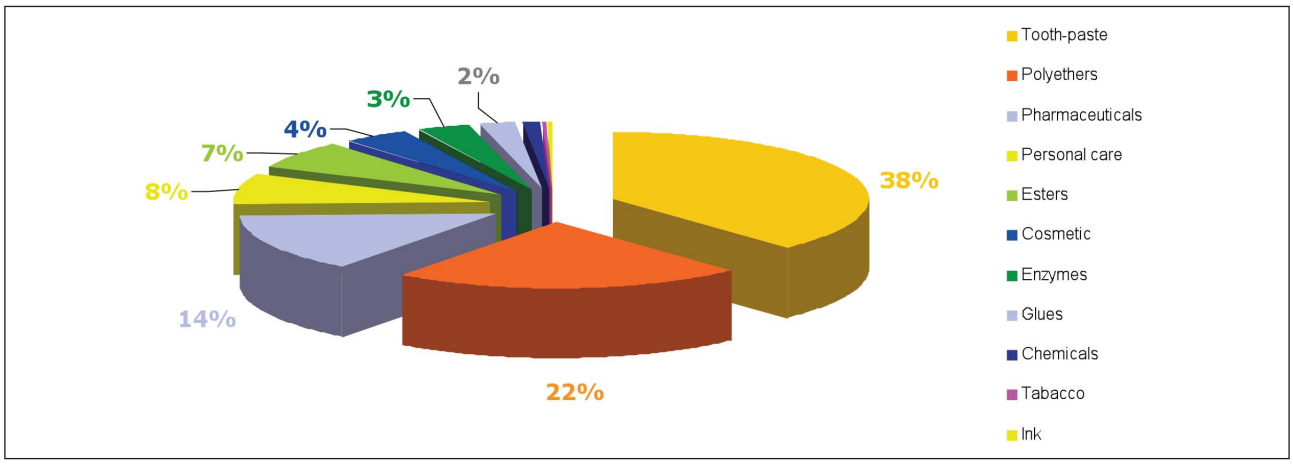



*Abbildung 24b: Technische Verwendung von Sorbitol in Europa (Bolangier 2009)*

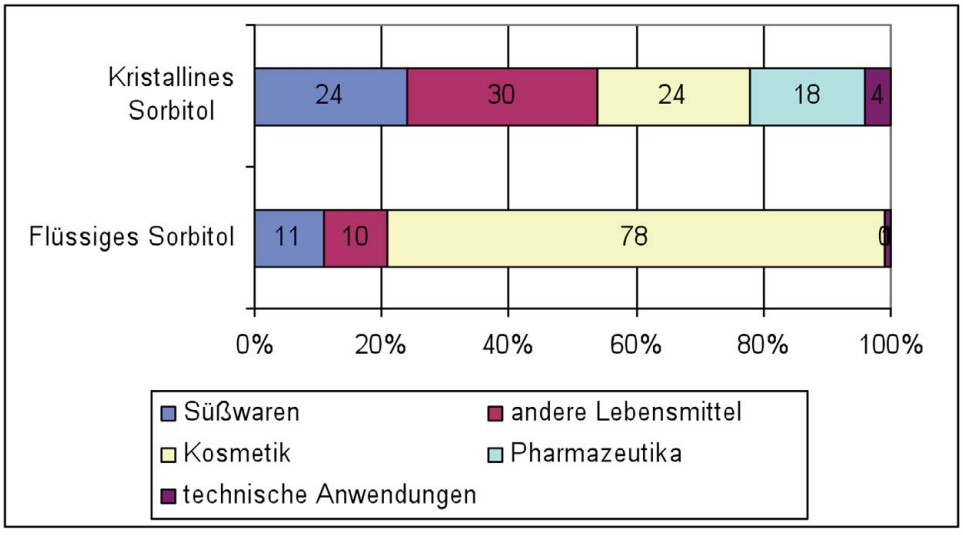



*Abbildung 24c: Typische Verwendung von Sorbitol in Deutschland 2008 (März 2009)*

| Parameter | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Produktion | | | |
| flüssig | 71 | 64 | 56 |
| kristallin | 28 | 32 | 44 |
| Import | | | |
| flüssig | 50 | 62 | 69 |
| kristalline | 2 | 3 | 3 |
| Export | | | |
| flüssig | 34 | 32 | 27 |
| kristalline | 15 | 20 | 29 |
| | | | |
| Gesamtkonsum | | | |
| flüssig | 87 | 94 | 98 |
| kristallin | 15 | 15 | 18 |

*Tabelle 15: Verfügbarkeit von Sorbitol*

*Stoffliche Nutzung von Stärke-Hydrolysierungsprodukten*
In der Summe werden folgende Mengen von Stärke-Hydrolysierungsprodukten im stofflichen Bereich eingesetzt:

| **Anwendungsbereich** | **2008** |
|---|---|
| | |
| Papierstärke | - |
| Wellpappe & Leim | - |
| Fermentation und andere Chemieapplikationen | 148 |
| | |
| **Gesamt** | **148** |

*Tabelle 16: Gesamteinsatz von Stärke-Hydrolysierungsprodukten in der stofflichen Nutzung im Jahr 2008 (in 1.000 t; März 2009, FNR 2010)*

*Gesamte Stoffliche Nutzung von Stärke*
In der Summe werden folgende Stärkemengen im stofflichen Bereich eingesetzt:

| **Anwendungsbereich** | **2007** | **2008** |
|---|---|---|
| | | |
| Papier- und Wellpappenstärke | 626 | 614 |
| Fermentation und andere Chemieapplikationen | 187 | 193 |
| Bioethanol | 121 | 79 |
| **Gesamt** | **934** | **886** |

*Tabelle 17: Gesamteinsatz von Stärke in der stofflichen Nutzung in den Jahren 2007 und 2008 (in 1.000 t; März 2009, FNR 2010)*

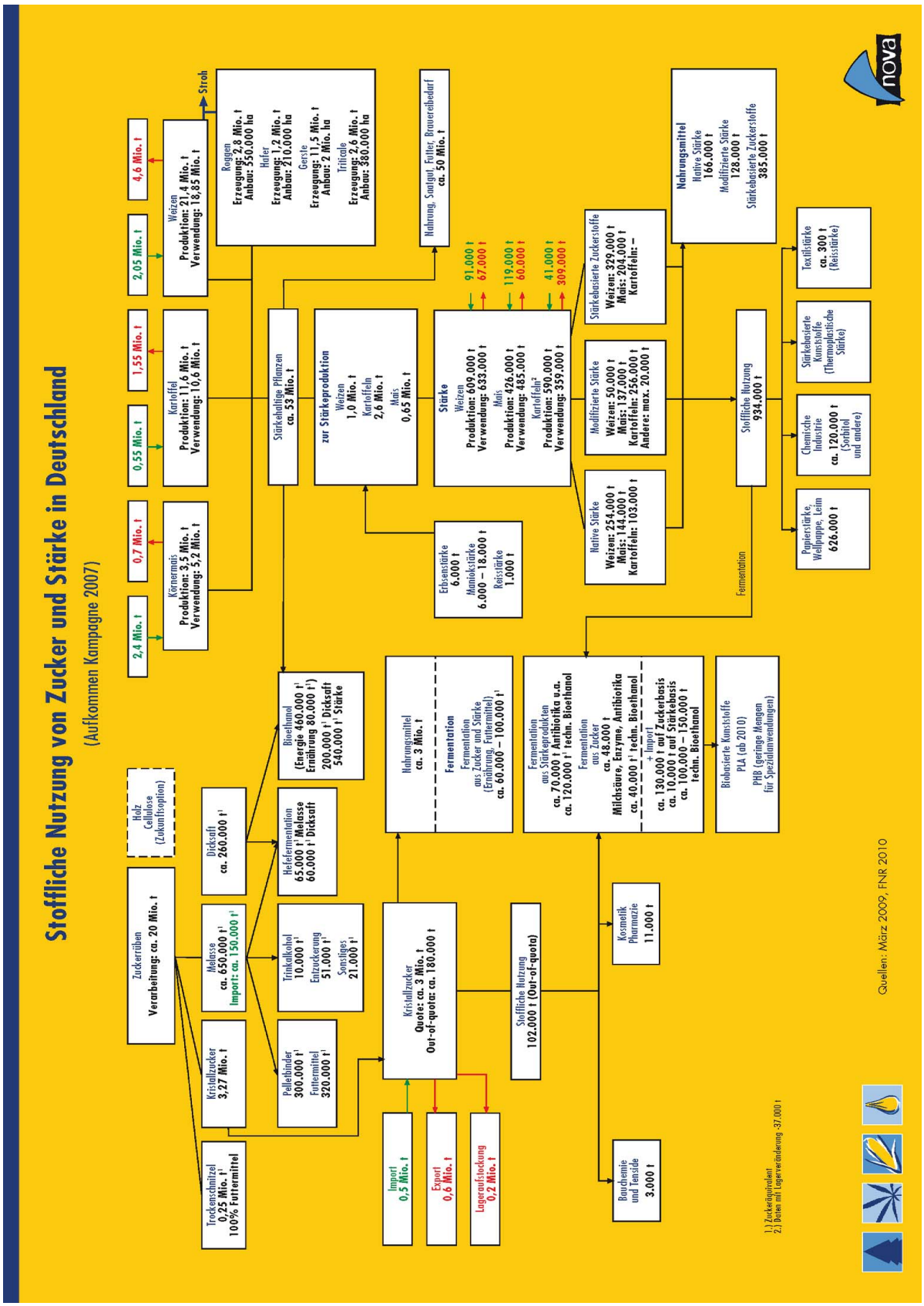



*Abbildung 25: Nutzung von Zucker und Stärke in Deutschland (Aufkommen 2007)*

### 1.3.6.3 Ergänzungen zu Bioethanol

Die Ethanolerzeugung in Deutschland steigt seit Jahren kontinuierlich an, betrug für die Jahre 2006 bis 2008 rund 0,6 Millionen Tonnen und wird im Jahr 2009 rund 0,9 Millionen Tonnen erreichen. Hiervon werden seit Jahren konstant ca. 0,11 Millionen Tonnen synthetisch durch die Firma Sasol erzeugt und die Differenz über die Fermentation von Saccharose (aus Dicksaft) oder Glucose hergestellt, üblicherweise aus Getreide.

Die Verwendung von Ethanol gliedert sich in Lebensmittel, chemisch-technische Anwendungen (z.B. Reinigungsmittel) und Kraftstoff. Lebensmittel und chemisch-technische Anwendungen (ca. 70 – 80.000 Tonnen) stagnieren seit Jahren und liegen in der Größenordnung von zusammen rund 220.000 Tonnen. Die einzige produktionsfördernde Anwendung ist der Einsatz als Kraftstoff. Bioethanolanlagen in Deutschland unterscheiden sich in der Möglichkeit Zucker, Rübendicksaft oder auch Getreidemehle verwenden zu können. Ethanolanlagen, die Getreide verarbeiten können, sind auch für Rübendicksaft geeignet. Anlagen, die jedoch nur auf Rübendicksaft ausgelegt sind, können kein Getreide verarbeiten, da passende Mahl- und Hydrolyseeinrichtungen als Vorstufe fehlen. Im Jahr 2006 wurde noch kein Zucker, sondern ausschließlich Getreide und andere Produkte zur Bioethanolherstellung verwendet. Im Jahr 2008 stieg die Verwendung von Zucker in der Bioethanolherstellung massiv an, da Getreide nur zu wirtschaftlich unattraktiven Preisen zur Verfügung stand. Diese Situation änderte sich im Jahr 2009 wieder, so dass aktuell mehr Getreide als Zucker verwendet wird. Gleichzeitig nahmen über die Konversion von Zucker zu Bioethanol die Lagerbestände so massiv ab, dass ein wesentlich höherer Einsatz als derzeit realisiert nicht möglich wäre.

| **Parameter** | **2006** | **2007** | **2008** | ***2009*** |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **Ethanolherstellung gesamt** | **0,6** | **0,56** | **0,64** | ***0,88*** |
| Synthesealkohol | 0,11 | 0,11 | 0,11 | *0,11* |
| Bioethanol | 0,49 | 0,45 | 0,53 | *0,77* |
| Herstellung Bioethanol aus | | | | |
| Getreide | 0,22 | 0,13 | 0,17 | *0,48* |
| Zucker | 0 | 0,12 | 0,25 | *0,18* |
| Kartoffeln und andere | 0,27 | 0,2 | 0,11 | *0,11* |
| Verwendung | | | | |
| Lebensmittel/Chemie | 0,22 | 0,22 | 0,22 | *0,22* |
| Kraftstoff | 0,27 | 0,23 | 0,31 | *0,55* |
| | | | | |
| **Verwendung von Zucker in der Ethanolherstellung** | **0** | **0,24** | **0,5** | ***0,36*** |

*Tabelle 18: Ethanolherstellung und Verwendung von Zucker und Stärke (Mio. t)*[19]

[19] Zusammengestellt aus: F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report, Mitteilungen der Bundesmonopolverwaltung für Branntwein sowie Verbio Gruppe, Sasol Germany GmbH und CropEnergies AG

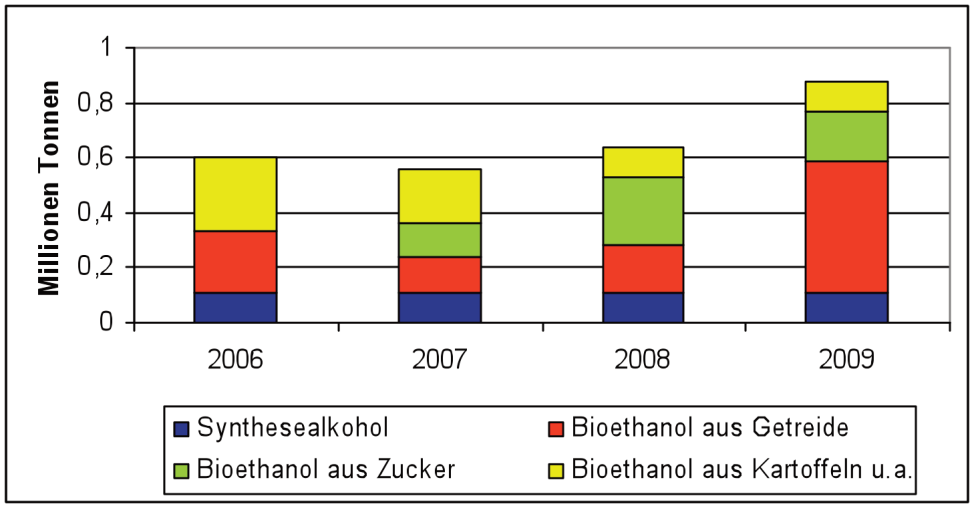



*Abbildung 26: Entwicklung der Rohstoffnutzung zur Ethanolherstellung*

Sowohl für Zucker wie für Stärke gilt grob das Verhältnis 2:1 für den eingesetzten Rohstoff zur resultierenden Ethanolmenge. Entsprechend ergibt sich für eine Gesamt-Bioethanolproduktion von 450.000 t im Jahr 2007 eine Zuckeräquivalente von 240.000 t für die Produktion von 120.000 t Bioethanol auf Zuckerbasis und eine Stärkeäquivalente von 660.000 t (Kartoffel- und Weizenstärke) für die Produktion von 330.000 t Bioethanol auf Stärkebasis. Dabei wurden 2007 wie 2008 ca. 75.000 t Bioethanol für chemisch-technische Zwecke verwendet und ca. 145.000 t als Nahrungs- und Genussmittel – die verbleibenden 230.000 t wurden als Kraftstoff (ETBE, E85 und Beimischungen) verwendet. (März 2009, FNR 2010)

Obwohl von Seiten der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker und des Vereins der Zuckerindustrie umfassende Daten erhoben werden, decken diese die Nutzung als nachwachsendem Rohstoff nur teilweise ab. Hinzu kommen die unübersichtlichen Regelungen zum Quotenzucker und Out-of-Quota-Zucker, die unvollständige Erfassung von zuckerhaltiger Melasse (Zuckerrohrmelasse taucht in den offiziellen Erfassungen nicht auf) sowie die Überschneidung mit dem Stärke- und Glycerinmarkt (Capitain 2008, Peters 2008).

Die Darstellung in Abb. 26 widerspricht den offiziellen Angaben der Bundesmonopolverwaltung Branntwein 2008 und des Bundesverbands der deutschen Bioethanolwirtschaft 2009 (BDB 2009), nach denen der größte Teil des Bioethanols aus stärkehaltigen Pflanzen, vor allem Weizen, gewonnen wurde. Demnach werden folgende Zahlen als offiziell angesehen:

| | **Bioethanol-produktion (t)** | | **Eingesetzte Rohstoffe (t)** | **Anteil Rohstoff an der Produktion** |
|---|---|---|---|---|
| Getreide | 278.224 | Getreide | 930.268 | 89% |
| Rübenstoffe | 23.589 | Rübenstoffe | 77.361 | 8% |
| Andere | 12.558 | Andere | 41.980 | 4% |
| **Gesamt** | **314.372** | **Gesamt** | **1.049.609** | **100%** |

*Tabelle 19a: Bioethanolproduktion 2007*

| | Bioethanol-produktion (t) | | Eingesetzte Rohstoffe (t) | Anteil Rohstoff an der Produktion |
|---|---|---|---|---|
| Getreide | 279.202 | Getreide | 942.386 | 61% |
| Rübenstoffe | 163.828 | Rübenstoffe | 567.195 | 36% |
| Andere | 15.364 | Andere | 33.468 | 3% |
| **Gesamt** | **458.394** | **Gesamt** | **1.543.230** | **100%** |

*Tabelle 19b: Bioethanolproduktion 2008*

Da die Produktion von Bioethanol, der vor allem im Bereich der Biokraftstoffe und nur zu einem vergleichsweise geringen Teil als Plattformchemikalie in der chemischen Industrie relevant ist, für die in dieser Studie bearbeitete Fragestellung mit dem Fokus auf der stofflichen Nutzung nicht zentral ist, werden hier beide Darstellungen präsentiert, ohne eine Lösung zu bieten. Für zukünftige Untersuchungen könnte die Klärung der tatsächlichen Bioethanolproduktion relevant sein.

### 1.3.6.4 Trends bei der Zucker- und Stärkeverwendung

*Zucker*
Die begonnene Zuckermarktreform der EU wird bis 2015 abgeschlossen sein und eine weitere Reduktion von Quotenzucker zur Folge haben. Dies bedeutet nicht automatisch, dass die Produktionsmenge an Zuckerrüben sinkt, führt jedoch zu einer verringerten Zuckermenge für die Lebensmittelindustrie. Zuckerrübenproduktion über die Quote hinaus ist somit eine Funktion der alternativen Verwendung von Zucker, speziell in der Fermentation von Produkten mit großem Bedarf wie Hefe oder Bioethanol. Fermentationsprodukte, die in relativ kleinem Umfang in Deutschland hergestellt werden, haben auf die Anbaudynamik von Zuckerrüben kaum Einfluss, insbesondere da mit Ausnahme von Isomalt jedes andere Produkt auch auf der Basis von Stärke hergestellt werden kann. Die Verwendung in der chemischen Industrie wird sicherlich im Zuge der Ausdehnung von Anwendungen steigen, die verwendeten Mengen an Saccharose sind jedoch ebenfalls gering. Für Hefe und Bioethanol gelten folgende Trends:

Die Herstellung von Back- und Futterhefe ist international ausgesprochen wettbewerbsintensiv, und aktuell teilt sich der Weltmarkt auf weniger als fünf Hersteller auf. Neue Produktionen werden an Standorten errichtet, die neben einer stark steigenden Nachfrage Vorteile in der kostengünstigen Beschaffung von Kohlehydraten aufweisen. Diese Regionen sind mehr Osteuropa und Russland sowie Asien und weniger Westeuropa. In der Folge wird nicht erwartet, dass die Frischhefeproduktion in Deutschland massiv erweitert wird. Eine stark steigende Nachfrage nach Melasse oder Rübendicksaft wird somit nicht erwartet. Mögliche Ausnahmen sind Trockenhefe- und Hefeextraktherstellung.

Trotz der allgemeinen Kritik an Bioethanolprogrammen werden weiterhin international massiv Kapazitäten aufgebaut. Diese Erweiterungen erfolgen jedoch nicht in Westeuropa, sondern speziell in Brasilien, zum Teil in USA, Asien und im Mittleren Osten. Durch die aktuellen Verwerfungen auf den internationalen Finanzmärkten hat sich eine Reihe von Währungen gegenüber dem Euro abgewertet, und beispielsweise verlor der brasilianische Real in den vergangenen Wochen 15 % seines Werts. Dies stärkt die bereits vorhandene Wettbewerbsposition von Bioethanol – hergestellt im nichteuropäischen

Raum – und fördert dessen Import trotz weiterhin bestehender Handelsbarrieren. Zudem ist davon auszugehen, dass Melasse als Nebenprodukt der Kristallzuckerherstellung zukünftig in geringerem Umfange verfügbar sein wird und bei Ausdehnung der Bioethanolproduktion erheblicher Importbedarf entstehen würde. Melasse exportierende Länder wie beispielsweise Russland, Weißrussland, Pakistan oder Ägypten, bauen ebenfalls Bioethanolkapazitäten auf, so dass exportfähige Melasse zukünftig weniger zur Verfügung stehen wird. In der Summe bedeutet dies, dass mit einer erheblich steigenden Produktion von Bioethanol auf Zuckerbasis in Deutschland vorerst nicht zu rechnen ist. Es ist im Gegenteil durchaus möglich, dass Produktion entsprechend der abnehmenden Verfügbarkeit von Melasse und Rübendicksaft und der steigenden internationalen Konkurrenz eingeschränkt wird.

*Stärke: Anbau von Stärkepflanzen*

Der Anbau von Kartoffeln ist in Deutschland seit vielen Jahren rückläufig. Hauptgrund ist der hohe Bedarf an Mechanisierung und somit an Investitionen, die den stark fluktuierenden Speisekartoffelpreisen gegenüber stehen. Produktionseinbußen konnten bisher durch steigende Erträge kompensiert werden. Deutsche Durchschnittserträge liegen mit über 40 t pro Hektar weit über dem EU Durchschnitt; eine weitere substanzielle Steigerung ist nicht zu erwarten. Die Herstellung von Kartoffelstärke erfolgt über den Vertragsanbau spezieller Kartoffelsorten. Die entsprechende Marktordnung wird innerhalb der nächsten fünf Jahre außer Kraft gesetzt. In der Folge werden Anreize, Stärkekartoffeln anzubauen abnehmen, da die Abnahmesicherheit entfällt. Es ist nicht auszuschließen, dass die Kartoffelstärkeproduktion in Deutschland abnimmt und zu einer generellen Reduktion der Kartoffelproduktion beiträgt.

Als Folge der hohen internationalen Preise für Mais und Weizen in 2006/07 wurden die Anbauflächen für Weizen und in klimatisch günstigen Regionen für Mais stark ausgedehnt. Der Mechanisierungsbedarf für Getreide ist deutlich geringer als für Kartoffeln und bei in Deutschland üblichen, hohen Erträgen werden Deckungsbeiträge erzielt, die eine Ausdehnung der Weizen- und Maisflächen begünstigen. Da zudem keine internationalen Absatzschwierigkeiten bestehen, ist davon auszugehen, dass auch weiterhin die Weizen- und Maisfläche ansteigen wird.

*Stärkeproduktion und -verwendung*

Ähnlich wie Zucker unterliegt die Stärkeproduktion der E-Getreidemarktordnung, insbesondere die daraus hergestellte Iso-Glucose der Zuckermarktordnung. Mit deren Modifizierung unterliegen Produktion und Preise internationalen Bedingungen. Da sowohl Weizen-, als auch Maisstärke und Derivate hiervon in anderen Ländern, z.B. USA, deutlich kostengünstiger erzeugt werden können, muss davon ausgegangen werden, dass nach Wegfall der EU Regulierung die Stärkeproduktion abnimmt und sich mehr auf die Herstellung spezieller Modifikate konzentrieren wird.

Der wesentliche Teil von Stärke und deren Produkten wird in der Herstellung von Süßwaren, Backwaren, Milchprodukten und insbesondere Getränken verwendet. Deren Bedarf orientiert sich bei annähernd gleich bleibender Bevölkerung an der einkommens- und werbungsinduzierten Nachfrage. Erhebliche Steigerungsraten werden für keinen Bereich erwartet. Organische Zuwächse von 1 – 2 % pro Jahr können realistischerweise angenommen werden. Grundsätzlich lassen sich die Wachstumsraten für einzelne Produktgruppen durchaus schätzen; für manche Produkte sind Nachfrageentwicklungen sogar gut schätzbar (z.B. Erythritol). Diese zusätzliche Nachfrage lässt jedoch noch keine Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung des Produktionsstandortes Deutschland zu. Dessen Attraktivität für einzelne Produkte einzuschätzen ist wesentlich komplexer und bedarf der Berücksichtigung und Gewichtung einer Reihe von interagierenden Einzelfaktoren.

Der technische Bereich ist durch Anwendungen im Papier- und Pappebereich dominiert. Deren Verwendung ist immer noch stark steigend und betrug in den vergangen fünf Jahren 3 – 5 % jährlich. Insbesondere Verpackungen zeigen erhebliches Wachstum und aktuell gibt es keine Anzeichen, dass dieses in den kommenden Jahren signifikant abnehmen wird.

Stärke und Zucker sind keine typischen Werkstoffe für die chemische Industrie. Aktueller Hauptverbraucher ist Cognis, welche Dextrose zu Herstellung von Tensiden verwendet.

*Fermentationsindustrie, Biotechnologie*
Die Fermentationsindustrie in Deutschland basiert entsprechend ihrer Struktur mehr auf Zucker- und Melasseprodukten und weniger auf Stärkehydrolysaten. Lediglich die Konversion von Stärke in Sorbitol und in Keto-Gulon-Säure, einem Zwischenprodukt in der Herstellung von Vitamin C, sind von Bedeutung. Für beide Produkte werden nur geringfügige Nachfrageänderungen innerhalb der kommenden Jahre angenommen. Allerdings lassen die aktuellen Aktivitäten im Bereich des Aufbaus von Milchsäurekapazitäten zur Herstellung von PLA darauf schließen, dass der Bedarf an Stärke und Stärkederivaten für die Fermentation in den kommenden Jahren erheblich steigen wird.

## 1.3.7 Sonstige nachwachsende Rohstoffe zur stofflichen Nutzung

### 1.3.7.1 Getreidestroh

Das Stroh verschiedener Getreidearten, im Wesentlichen von Weizen, Roggen, Gerste und Triticale, stellt ein Koppelprodukt der Nutzung des Getreides zur Ernährung und Stärkegewinnung dar. Im Jahr werden etwa 23 Mio. t Weizen auf 3,2 Mio. ha Fläche produziert, hinzu kommen 11,5 Mio. t Gerste auf 2 Mio. ha, 2,8 Mio. t Roggen auf 550.000 ha, 2,6 Mio. t Triticale auf 380.000 ha und 1,2 Mio. t Hafer auf 210.000 ha (Schmidt et al. 2008, Daten von 2007). So fallen jährlich etwa 21 Mio. t Getreidestroh an, davon 11 Mio. t Weizen-, 6,5 Mio. t Gersten-, 2 Mio. t Roggen-, 1,3 Mio. t Hafer- und 1,2 Mio. t Triticale-Stroh (berechnet auf der Basis des Korn-Strohverhältnisses durch Pauls 2008).

Ein großer Teil des Strohs verbleibt auf dem Acker und trägt so zur Humusbildung bei. Maximal könnten 30 % des Strohs entnommen werden, ohne einen Schaden bei der Bodenbildung zu haben (u.a. Münch 2008). Ein Teil des Strohs wird zur Energiegewinnung eingesetzt, indem es in Strohverbrennungsheizungen verbrannt wird. Erste Kraftwerke auf Basis von Strohverbrennung befinden sich in Planung und Bau, so soll ein erstes deutsches Strohkraftwerk in Emlichheim ab 2010 jährlich 65.000 bis 70.000 t Stroh für die Stromgewinnung nutzen (EUWID Neue Energien, Nr. 23 v. 12.11.2008).

Der größte Teil des eingefahrenen Strohs dient als Tiereinstreu für die Großtierhaltung (Rinder, Pferde und Schweine). Geringere Mengen werden in der Pilzucht als Aufzuchtsubstrat oder im Obstbau, dort vor allem zur Abdeckung von Erdbeeren als Kälteschutz, eingesetzt. Ein sehr geringer Anteil wird im Hausbau verwendet, hier vor allem zur Fachwerkbaurestaurierung, als Dämmmaterial und im Strohballenbau. Genaue Zahlen über diese Verwendungen liegen nicht vor.

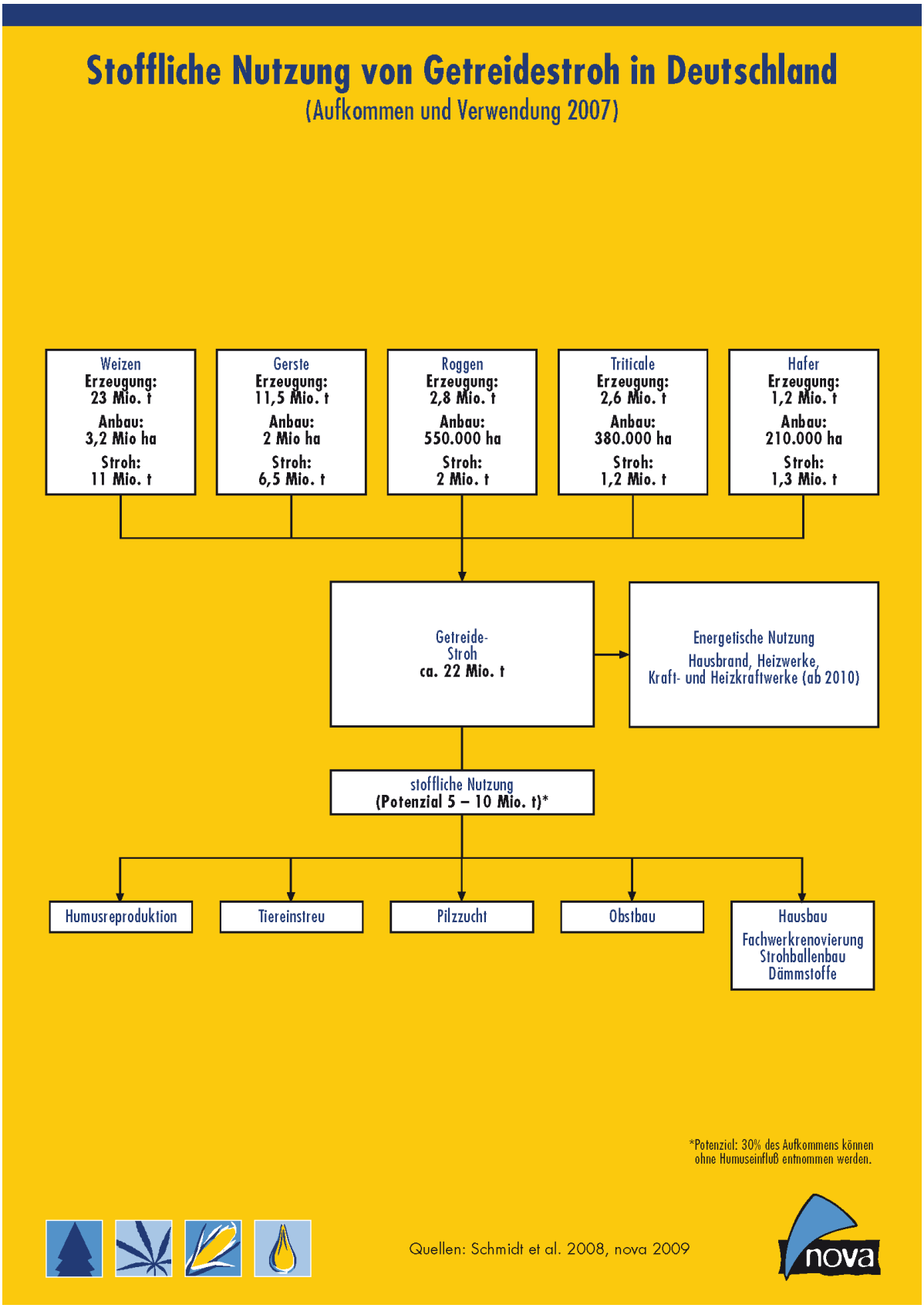



*Abbildung 27: Nutzung von Getreidestroh in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

### 1.3.7.2 Kautschuk

In Deutschland werden pro Jahr etwa 270.000 – 290.000 t Naturkautschuk verarbeitet (International Rubber Study Group 2008a, Weber & Schaer 2008), die zu 100 % importiert werden. Dabei werden jährlich mit großen Schwankungen bis zu 300.000 t importiert und 20.000 bis 50.000 t über den Handel auch wieder exportiert (Andrews 2008, Statistisches Bundesamt 2008a). Diese Menge wird vollständig stofflich eingesetzt, eine energetische Verwendung findet allenfalls bei der Entsorgung der Produkte in Müllverbrennungs- und Sonderentsorgungsanlagen statt. Zum Einsatz kommt hierbei Kautschuk, der in einem speziellen Vulkanisationsverfahren (Vernetzung durch Schwefel) modifiziert wird und so seine technischen Eigenschaften, insbesondere die Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen und die besondere Elastizität (Gummi), erhält.

Der größte Anteil des Naturkautschuks in Höhe von 160.000 bis 220.000 t wird in der Reifen-Industrie verwendet. Hinzu kommen hier nochmals 160.000 bis 200.000 synthetischer Kautschuk (Andrews 2008, WDK 2007, WDK 2008). Die Anteile für die einzelnen Reifensektoren an synthetischem und natürlichem Kautschuk werden durch die Anforderungen an das Material bestimmt. So wird für die Produktion von LKW-Reifen ein höherer Anteil an Naturkautschuk aufgewendet als für die Produktion von PKW-Reifen (WDK 2008); ebenso haben Winterreifen einen höheren Anteil an Naturkautschuk als Sommerreifen. Der Anteil an Naturkautschuk könnte in der Reifenindustrie allerdings noch über den heutigen Einsatz hinaus deutlich erhöht werden. Während Naturkautschuk seit den 1960er Jahren aus Preisgründen Anteile einbüßte, konnte er in der letzten Hochpreisphase des Erdöls 2007/2008 erheblich an Anteilen zurückgewinnen.

Der Rest des Naturkautschuks wird für eine Reihe weiterer technischer Elastomerprodukte verwendet. Zu diesen gehören Schläuche, Förderbänder, Klebebänder, Schuhe, Tauchsportmittel, Ballons sowie Hygieneartikel wie Gummihandschuhe und Kondome. In diesen Sektoren werden jährlich 50.000 bis 70.000 t Naturkautschuk verarbeitet, hinzuzurechnen sind 190.000 bis 240.000 t synthetischer Kautschuk (Andrews 2008, WDK 2007, WDK 2008).

*Markttrends*
Naturkautschuk weist so spezielle Materialeigenschaften auf, dass eine vollständige Verdrängung durch synthetische Elastomere fast ausgeschlossen ist. Bei steigenden Erdölpreisen ist eher davon auszugehen, dass Naturkautschuk wieder Marktanteile zurückerobern wird.

Naturkautschuk wird weltweit fast ausschließlich aus dem Kautschukbaum *(Hevea brasiliensis)* gewonnen, obwohl auch einige weitere Kautschukpflanzen bekannt sind und genutzt werden (Ficus, Guttapercha, Guayule). Die wichtigsten Anbauländer für den Kautschukbaum sind Thailand, Indonesien und Malaysia. Aber auch in Europa und Deutschland gibt es prinzipiell die Option, Kautschuk zu gewinnen. Als Kautschukpflanze kommt in diesem Kontext der Löwenzahn, insbesondere der Russische Löwenzahn, in Frage, dessen Milchsaft ebenfalls zu Naturkautschuk verarbeitet werden kann. Löwenzahn, der bereits im Zweiten Weltkrieg zur Kautschukerzeugung experimentell angebaut wurde, befindet sich allerdings auch derzeit noch in der Erforschungsphase. Nach Angaben von Prüfer 2008 könnte Kautschuklöwenzahn in Zukunft bis zu 10 % des Naturkautschukbedarfs decken, insbesondere im Bereich der Hygieneprodukte (Kondome, Schutzhandschuhe usw.).

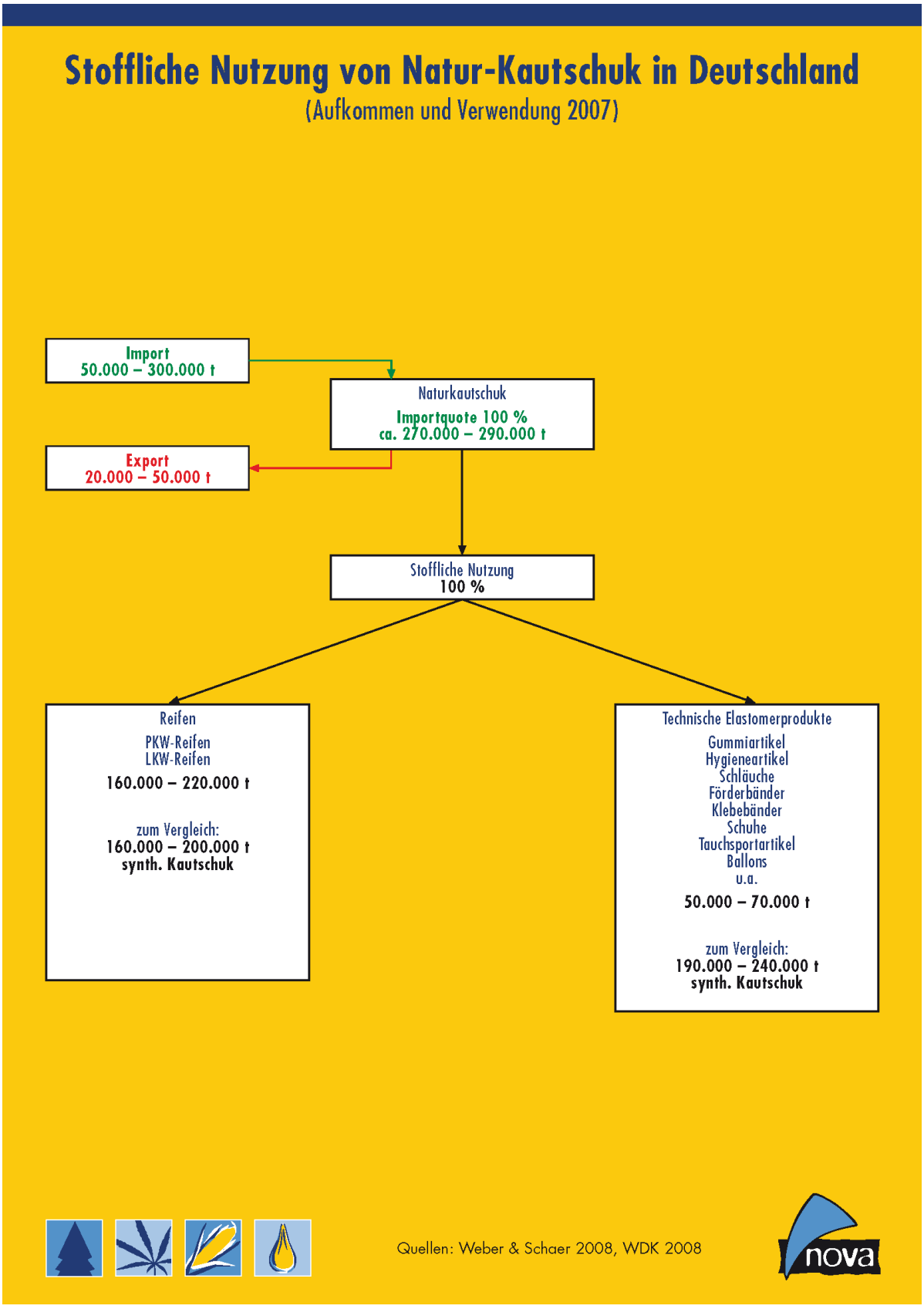



*Abbildung 28: Nutzung von Naturkautschuk in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

### 1.3.7.3 Farbstoffe

Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen zur Gewinnung von Farbstoffen ist primär von historischem Interesse. Hierfür wurden vor allem Färberwau, Krapp, Färberknöterich, Färberwaid und Saflor als relevante Farbstofflieferanten angebaut (Pude & Wenig 2005). Heute spielen aus Pflanzen und Tieren gewonnene Farbstoffe gegenüber Chemiefarben nur noch eine sehr untergeordnete Rolle. Verwendung finden Naturfarbstoffe vereinzelt in Textilfarben, Innenanstrichfarben, Kinder-Malfarben und gefärbtem Kinderspielzeug sowie bei der Färbung von Leder, Papier und Lebensmitteln (Pude & Wenig 2005).

Aussagen über Trends und Potenziale lassen sich auf der Basis vorliegender Daten nicht tätigen.

### 1.3.7.4 Harze und Wachse, Natürliche Gerbstoffe

Über die Produktion von Naturharzen und -wachsen und Natürlichen Gerbstoffen in Deutschland liegen kaum Daten vor. Es wird ein Gesamtbedarf in der chemischen Industrie von 140.000 – 150.000 t angenommen. Darin enthalten sind die Resine und Resinoide, dehydrierte Naturharze, von denen jährlich 5.000 bis 16.000 t importiert werden (netto; Statistisches Bundesamt 2008). Harze und Wachse finden vor allem als Rohstoffe zur Herstellung von Farben und Lacken sowie von Klebstoffen Verwendung. Außerdem werden 1.500 bis 5.000 t (netto; Statistisches Bundesamt 2008) dieser Stoffe importiert und finden u.a. in Ledergerbereien Verwendung.

Aussagen über Trends und Potenziale lassen sich auf der Basis vorliegender Daten nicht tätigen.

### 1.3.7.5 Kork

Über die genaue Menge des in Deutschland verwendeten Kork-Kontingents liegen keine Zahlen vor, diese lassen sich nur durch Handelsdaten rekonstruieren. So werden jährlich 900 bis 1.400 t Rohkork und 10.000 bis 40.000 t Korkprodukte importiert, jedoch nur 30 bis 80 t Rohkork und 2.000 bis 5.000 t Korkprodukte wieder exportiert (Statistisches Bundesamt 2008). Insgesamt werden in Deutschland pro Jahr 10.000 bis über 40.000 t Kork verarbeitet (FNR 2010: 44.000 t im Jahr 2007).

Die Anwendungspalette erstreckt sich von den traditionellen Flaschenkorken über Korkwände, -bodenbeläge und -dämmungen bis hin zu einem Sammelsurium weiterer Gebrauchsgegenstände und Konsumgüter. Auch Verbundwerkstoffe mit unterschiedlicher Kunststoffmatrix (Cork Plastic Composites), die z.B. auch im Spritzguss hergestellt werden können, gehören in den letzten Jahren zu diesem Spektrum (Pereira 2008).

Die Hauptanbaugebiete für die Korkeiche befinden sich im Mittelmeerraum (80 % der Weltproduktion, etwa 300.000 t/a), Portugal allein produziert davon 52 % (Pereira 2008).

*Markttrends*
Aussagen über Trends und Potenziale lassen sich auf der Basis vorliegender Daten nicht tätigen. Die Korkverwendung hängt allerdings direkt mit der Produktion von Flaschenkorken zusammen, da alle anderen Anwendungen auf den aus Resten gewonnenen Korkgranulaten aufbauen. Durch die Zunahme von Flaschenverschlüssen aus synthetischen Kunststoffen und dadurch bedingten Rückgang der eigentlichen Flaschen„kork“en könnten entsprechend auch andere Anwendungsbereiche betroffen sein – oder es müssen neue Anwendungsbereiche in relevanten Mengen erschlossen werden. Dies ist durchaus denkbar, da Kork mit seiner geringeren Dichte, guten Isoliereigenschaften und hoher Formbe-

ständigkeit über einen großen Temperaturbereich interessante technische Eigenschaften aufweist, die sogar schon in der Raumfahrt genutzt werden.

### 1.3.7.6 Miscanthus

Das Riesen-Chinaschilf *(Miscanthus x giganteus)*, bekannter als Miscanthus oder Elefantengras, stellt eine noch junge Sonderkultur dar. Miscanthus wird vor allem aufgrund des schnellen Wachstums und dem damit verbundenen hohen Biomasseaufbau angepflanzt und soll in Zukunft vor allem als günstiger Rohstoff für Bioenergie dienen. Für die stoffliche Nutzung spielt er dagegen bislang nur eine untergeordnete Rolle.

In Deutschland wird aktuell auf mehr als 320 ha Miscanthus angebaut, wobei die tatsächliche Anbaufläche stark schwankt und aufgrund der häufig sehr kleinen Teilflächen nur unvollständig erfasst werden kann. Der Ertrag von Miscanthus beträgt 20 bis 30 t TM/ha bzw. ca. 35 t FM/ha. Entsprechend werden etwa 4.000 bis 12.000 t Miscanthus-Trockenmasse pro Jahr abhängig von der tatsächlichen Anbaufläche produziert (INARO 2008, Pude 2008). Für die stoffliche Verwendung ist eine Reihe von Anwendungen möglich, in erfassbarem Maßstab wird allerdings bislang nur die Verwendung von Miscanthus zur Herstellung von Spanplatten realisiert. Die Anbaufläche für diese Nutzung entspricht maximal 50 ha (Heyer 2008) und damit einer potenziellen Gesamtmasse von maximal 1.500 t TM.

*Markttrends*
Aussagen über Trends und Potenziale lassen sich auf der Basis vorliegender Daten nicht machen. Miscanthus stellt sicher einen der wichtigsten Hoffnungsträger für die Gewinnung von Lignocellulosereicher Biomasse dar und könnte bei entsprechenden Nutzungen, wie etwa der noch nicht realiserten Lignocellulose-Bioraffinerie, von Bedeutung sein.

Weitere Potenziale liegen in der Fertigung von Leichtbau- und MDF-Platten und anderer Baustoffe sowie den bereits erwähnten Spanplatten. In einer Studie des nova-Instituts zeigte sich, dass Miscanthus zusammen mit Kurzumtriebsplantagen und Hanf zu den ökonomisch aussichtsreichsten Kandidaten für die Holzwerkstoffindustrie zählt, die aufgrund der Holzengpässe nach alternativen Rohstoffquellen sucht. (Pauls et al. 2008)

### 1.3.7.7 Arznei- und Gewürzpflanzen

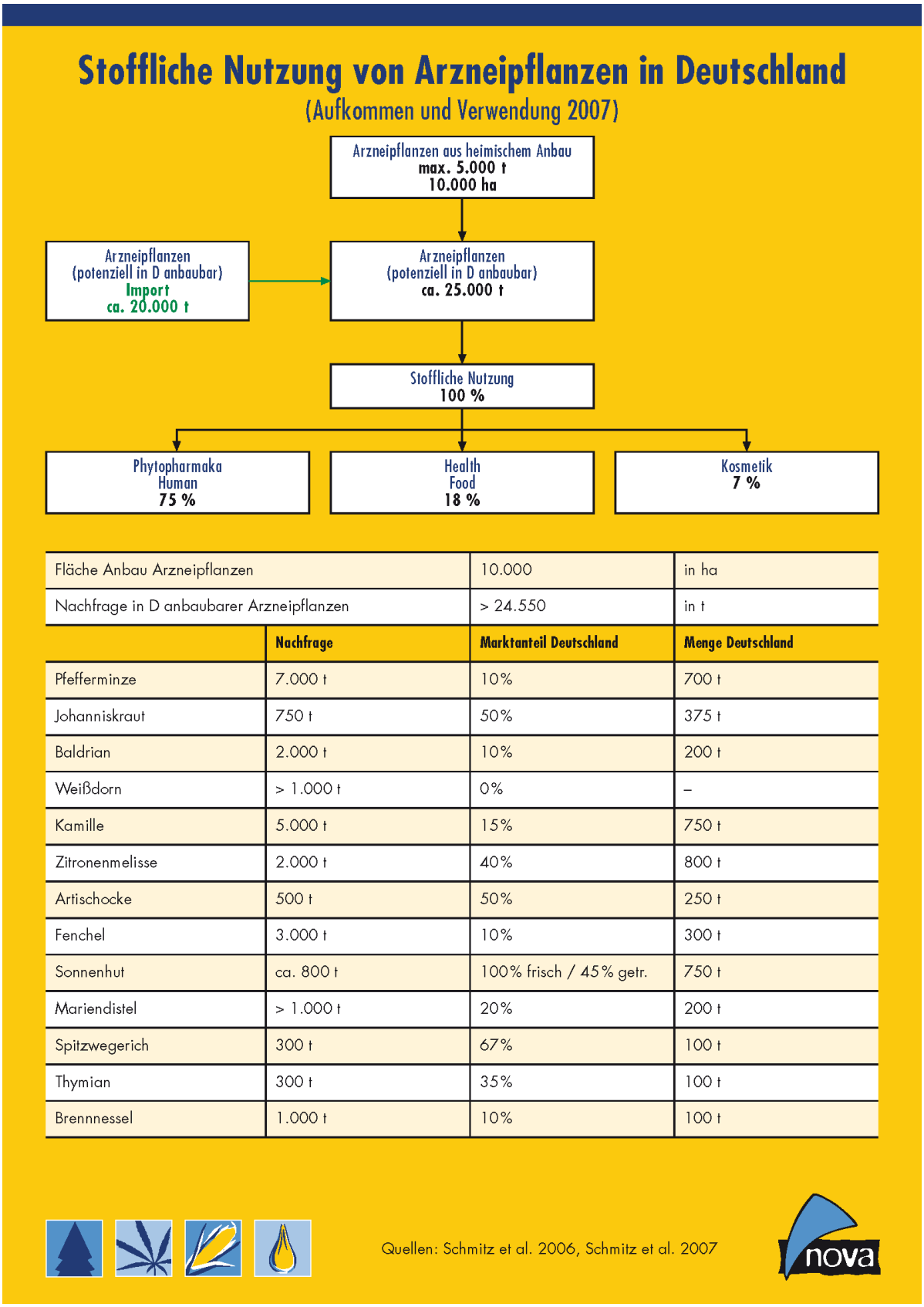
Arznei- und Gewürzpflanzen stellen flächenmäßig nur einen sehr kleinen Teil der Anbaufläche der Wirtschaftspflanzen in Deutschland, besitzen allerdings eine sehr hohe Wertschöpfung pro Hektar. Die Gesamtfläche der Arzneipflanzenkulturen beträgt etwa 10.000 ha (Hoppe 2006, Schmitz et al. 2007b). Nur etwa 10 % der in Deutschland verwendeten Arzneipflanzen stammen allerdings aus heimischem Anbau, der Großteil von 90 % wird importiert und stammt zu etwa 30 % aus Anbau und zu 70 % aus Wildpflanzensammlungen (Pude & Wenig 2005). In der pharmazeutischen Industrie werden etwa 24.550 t potenziell in Deutschland anbaubare Arzneipflanzen verwendet (Schmitz et al. 2007b). Von diesen werden maximal 5.000 t in Deutschland tatsächlich produziert, wobei die Anteile bei den unterschiedlichen Pflanzen stark variieren (siehe Tabelle; Schmitz et al. 2006b). Die Gesamtmenge der in Deutschland verwendeten Phytopharmaka in Form von Rohmaterialien und Präparaten ist unbekannt. Auch eine Trennung zwischen Arznei- und Gewürzpflanzen ist nicht immer möglich.

Insgesamt sind 440 Arten von potenziellen Arzneipflanzen in Deutschland heimisch, nur 75 dieser Arten werden tatsächlich angebaut (Pude & Wenig 2005; nach Hoppe 2005 112 Arten Arznei- und Ge-

würzpflanzen) und 24 Arten machen einen Anbauanteil von etwa 92 % des Gesamtaufkommens aus (Pude & Wenig 2005). Bei den Anbauflächen nimmt Kamille mit mehr als 1.000 ha die größten Flächen ein. 100 bis 500 ha Anbaufläche werden von Mariendistel, Pfefferminze, Sanddorn, Fenchel, Johanneskraut und Wolligem Fingerhut verwendet und 50 bis 100 ha von Sonnenhut, Weide und Baldrian (Hoppe 2006, Wenig 2007). Zu den Arten mit der höchsten Nachfrage zählen Pfefferminze (7.000 t), Baldrian (2.000 t), Kamille (5.000 t), Zitronenmelisse (2.000 t) und Fenchel (3.000 t). Brennnessel, Mariendistel, und Weißdorn werden immerhin zu jeweils etwa 1.000 t nachgefragt und Johanniskraut, Artischocke, Sonnenhut, Spitzwegerich und Thymian mit jeweils mehr als 300 t (Schmitz et al. 2007b).

Die Verwendung der Arzneipflanzen erfolgt zu 75 % in Form von Phytopharmaka für den Humanbereich, für den Veterinärbereich werden dagegen bislang keine Arzneipflanzen eingesetzt. 18 % der Arzneipflanzen finden Verarbeitung im Bereich des „Health Food“ und 7 % werden in der Kosmetik, vor allem als Zahnpastazusatzstoffe, genutzt.

Aussagen über Trends und Potenziale lassen sich auf der Basis vorliegender Daten nur bedingt machen, werden im Rahmen dieser Studie jedoch nicht vertieft.




| | | | |
|---|---|---|---|
| Fläche Anbau Arzneipflanzen | | 10.000 | in ha |
| Nachfrage in D anbaubarer Arzneipflanzen | | > 24.550 | in t |
| | **Nachfrage** | **Marktanteil Deutschland** | **Menge Deutschland** |
| Pfefferminze | 7.000 t | 10% | 700 t |
| Johanniskraut | 750 t | 50% | 375 t |
| Baldrian | 2.000 t | 10% | 200 t |
| Weißdorn | > 1.000 t | 0% | – |
| Kamille | 5.000 t | 15% | 750 t |
| Zitronenmelisse | 2.000 t | 40% | 800 t |
| Artischocke | 500 t | 50% | 250 t |
| Fenchel | 3.000 t | 10% | 300 t |
| Sonnenhut | ca. 800 t | 100% frisch / 45% getr. | 750 t |
| Mariendistel | > 1.000 t | 20% | 200 t |
| Spitzwegerich | 300 t | 67% | 100 t |
| Thymian | 300 t | 35% | 100 t |
| Brennnessel | 1.000 t | 10% | 100 t |

Quellen: Schmitz et al. 2006, Schmitz et al. 2007

*Abbildung 29: Anbau und Nutzung von Arzneipflanzen in Deutschland (Aufkommen und Verwendung 2007)*

## 1.4 Zusammenfassung: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

*Autoren: Achim Raschka, Michael Carus*

Wie eingangs dargestellt, soll diese Studie im ersten Kapitel verfügbare Marktdaten aus aktuellen Studien und Erhebungen ohne eigene Erhebung zusammenstellen und auswerten, in Einzelfällen sollten Lücken geschlossen und Daten aktualisiert werden. Die Vorlagen wurden methodisch vertieft durch weiterführende Datenerhebungen, die über die Verbandsebene hinaus – auch durch Interviews mit Branchenexperten und durch Unteraufträge – erweitert wurden. Auch nach der Zusammenstellung bleiben jedoch Lücken bestehen, die in Zukunft geschlossen werden sollten oder aufgrund fehlender Erfassungsinstrumente nicht geschlossen werden können. Die Ergebnisse der Erhebungen und Analysen wurden in Form von Stoffstromdiagrammen für sämtliche relevante nachwachsende Rohstoffe dargestellt, von Anbau und Import bis hin zur Endanwendung. Ziel war es dabei, Vollständigkeit und Konsistenz in den Daten entlang der Wertschöpfungskette zu erreichen. Die umfassende Datenerfassung stellt dabei die Grundlage der weiteren Bearbeitung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland dar und mündet schließlich in der Analyse und Formulierung von Förderinstrumenten zur Stärkung dieses Sektors in Deutschland.

### 1.4.1 Neue Ergebnisse gegenüber vorherigen Darstellungen

Gegenüber den bereits vorliegenden Studien und Erhebungen handelt es sich hier um die umfassendste systematische Erfassung aller nachwachsenden Rohstoffe, die in der stofflichen Nutzung in Deutschland verwendet werden. Anders als in bestehenden Studien, insbesondere Schmidt et al. 2006 und Schmidt et al. 2007, wurde die Erfassung nicht nach Sektoren dargestellt, sondern nach Rohstoffen gegliedert. Dabei wurden erstmalig auch Rohstoffe mit in die Betrachtung aufgenommen, die derzeit zu 100 % importiert werden und für die – zumindest potenziell – die Möglichkeit einer heimischen Substitution besteht. Für einige Bereiche, insbesondere für den Bereich Zucker und Stärke, wurde eine vollständige Neuerhebung vorgenommen, da in bisherigen Darstellungen die besondere Bedeutung der Fermentationsindustrie nicht dargestellt ist. Dies ist von besonderer Bedeutung für die Einschätzung der zukünftigen Potenziale der Biotechnologie.

In der folgenden Übersicht sind einige der zentralen neuen Ergebnisse dieser Erhebung gegenüber bereits vorhandenen Studien dargestellt:

- Für alle relevanten Rohstoffe der stofflichen Nutzung wurden erstmals detaillierte Flussdiagramme erstellt, welche die Verfügbarkeit (Inland und Importe) und Nutzung der verschiedenen Rohstoffe darstellen.
- Die Gesamtmenge der zur stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe wurde erfasst; gegenüber der bisher etablierten Menge von 2,7 Mio. t für die chemisch-technische Industrie gehen wir nun von einer Gesamtmenge von etwa 3,6 Mio. t für die stoffliche Nutzung in der verarbeitenden Industrie aus (ohne Holz).
- Die besondere Rolle des Holzes als nachwachsender Rohstoff wurde explizit aufgenommen und in die Gesamtmenge integriert. Dabei handelt es sich um ca. 44,3 Mio. t, die in diesem Bereich stofflich genutzt werden (2007).

- Der Vergleich zwischen den Mengen, die stofflich genutzt werden, und denen, die energetisch genutzt werden, wurde sowohl mit, als auch ohne Holzanteil bestimmt. Dabei ergibt sich für die stoffliche Nutzung ein Anteil von 26 % an der Gesamtmenge der nachwachsenden Rohstoffe ohne Holz, bzw. ein Anteil von 53 %, wenn die Holzmenge ebenfalls einbezogen wird. Damit ist dargestellt, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Gesamtmenge leicht höher liegt als die der energetischen Nutzung.
- Als neu betrachtete Felder im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe gegenüber vorhergehenden Studien wurden vor allem Naturkautschuk mit einer Gesamtmenge von ca. 290.000 t sowie Kork mit einer Gesamtmenge von ca. 40.000 t aufgenommen. In Bereichen mit hohem Importanteil wie den Naturfasern wurde durch die Aufnahme von Halbzeugen (bspw. Garne und Gewebe) die Menge der genutzten Rohstoffe neu abgeschätzt.
- Im Bereich der Pflanzenöle wurde das bei der Biodieselherstellung anfallende Glycerin der stofflichen Nutzung zugeschlagen. Demnach werden etwa 84.000 t verwendet und ein sehr viel größerer Anteil exportiert (ca. 200.000 t).
- Die Bereiche Zucker und Stärke wurden vollständig neu bearbeitet, wobei insbesondere die Rohstoffe für die selten betrachtete Fermentationsindustrie als zentraler Bereich der industriellen Biotechnologie genauer betrachtet wurde. Hier wurden neben dem Kristallzucker auch die Melasse und der Zuckerdicksaft als Fermentationsrohstoff betrachtet.
- Zudem wurden etwa 75.000 t/a des fermentativ hergestellten Bioethanols der industriellen Nutzung zugeschlagen, während die in offiziellen Erfassungen als industrielle Nutzung geführte Isomaltose nur zu 10 % zur stofflichen Nutzung addiert wurde.

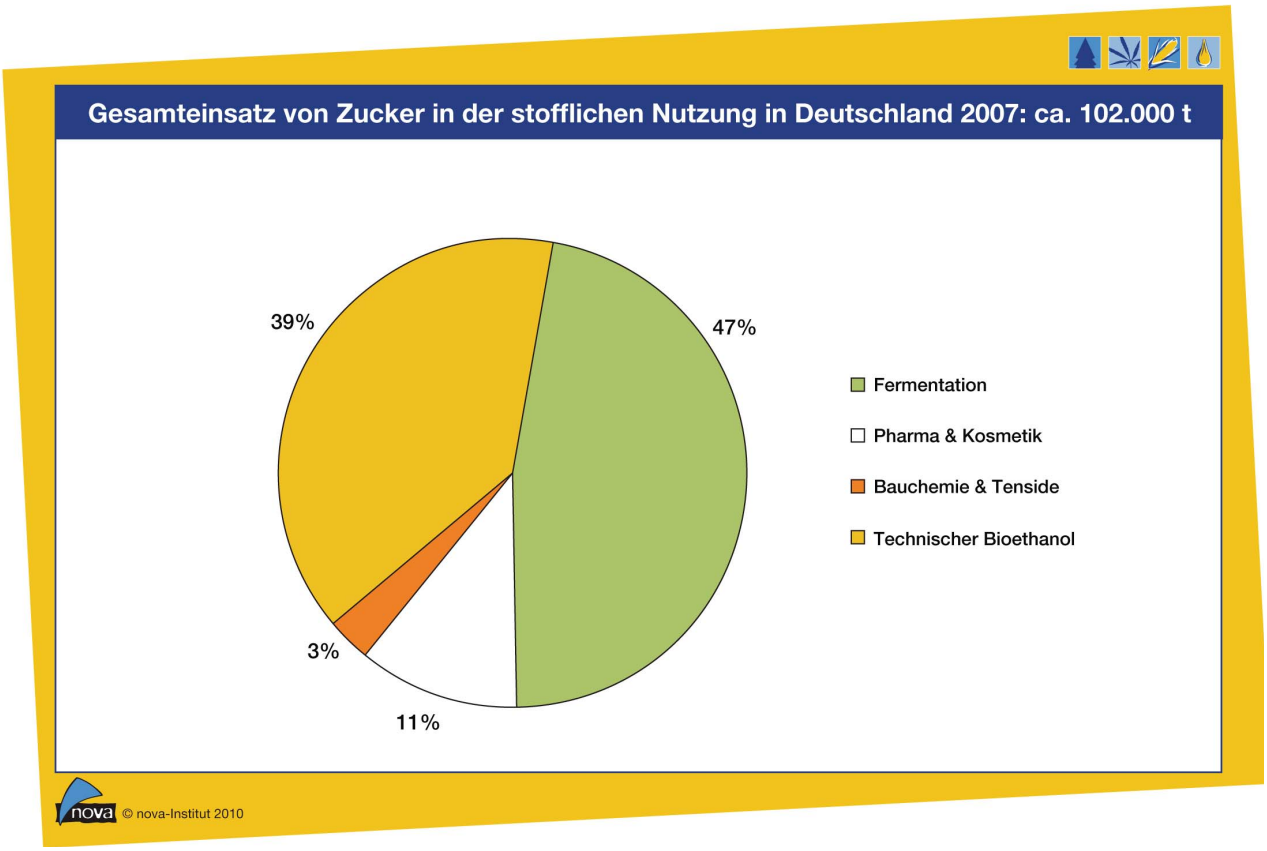



*Abbildung 30: Kristallzucker in der stofflichen Nutzung (nach März 2009, FNR 2010; im Vergleich zu vorhergehenden Erfassungen werden hier nur 10 % der Isomaltose-Produktion (Gesamtnutzung Zucker für Isomaltose: 140.000 t) als stoffliche Nutzung betrachtet); hinzu kommen 40.000 t Zuckeräquivalente in Form von Zuckerdicksaft zur Herstellung von Bioethanol für die industrielle Verwendung*

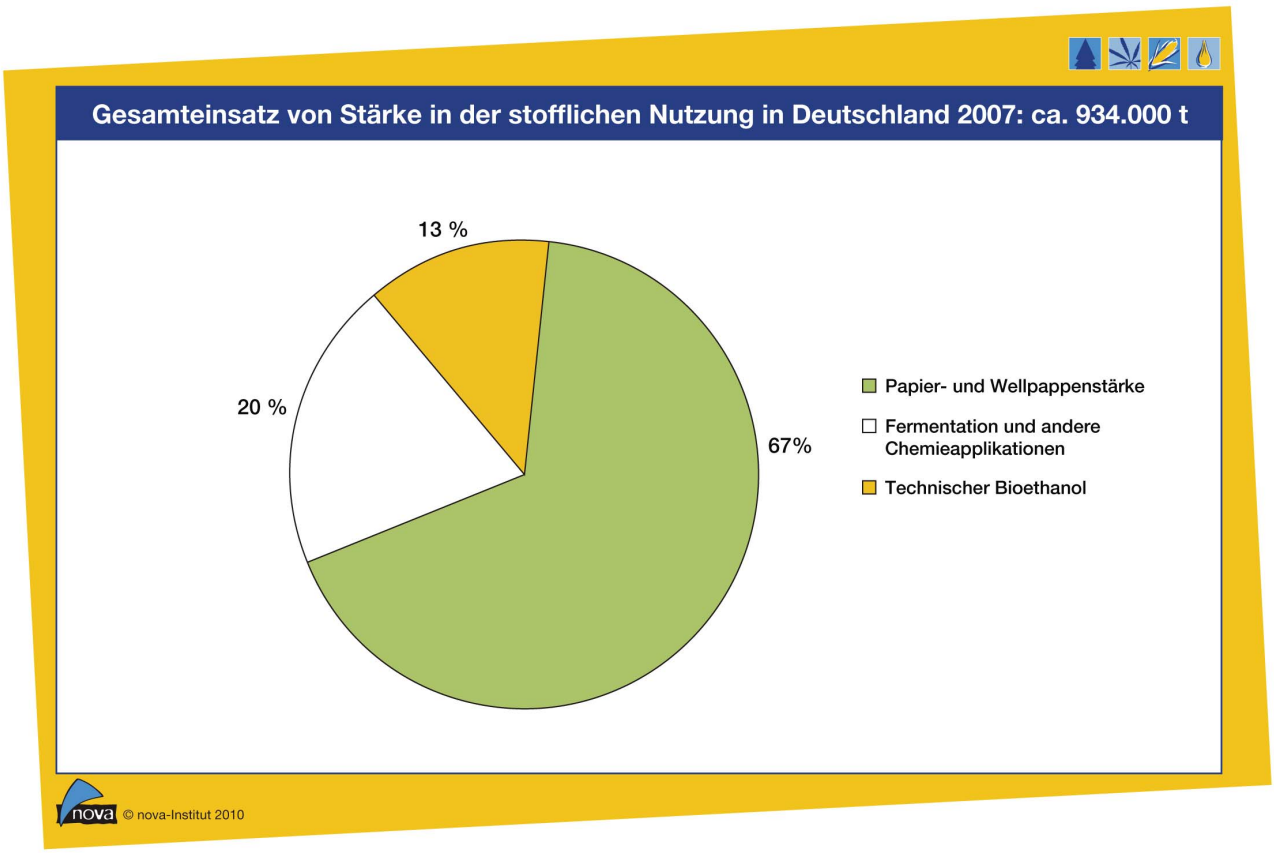



*Abbildung 31: Stärke in der stofflichen Nutzung (Quellen: März 2009, FNR 2010)*

Für alle Rohstoffe wurden Importmengen abgeschätzt, zudem wurde auf dieser Basis der Selbstversorgungsgrad von ca. 36 % sowie die Gesamtimportmenge von ca. 64 % für nachwachsende Rohstoffe in der stofflichen Nutzung ohne Holz berechnet.

### 1.4.2 Gesamtergebnisse

*Gesamtmenge*

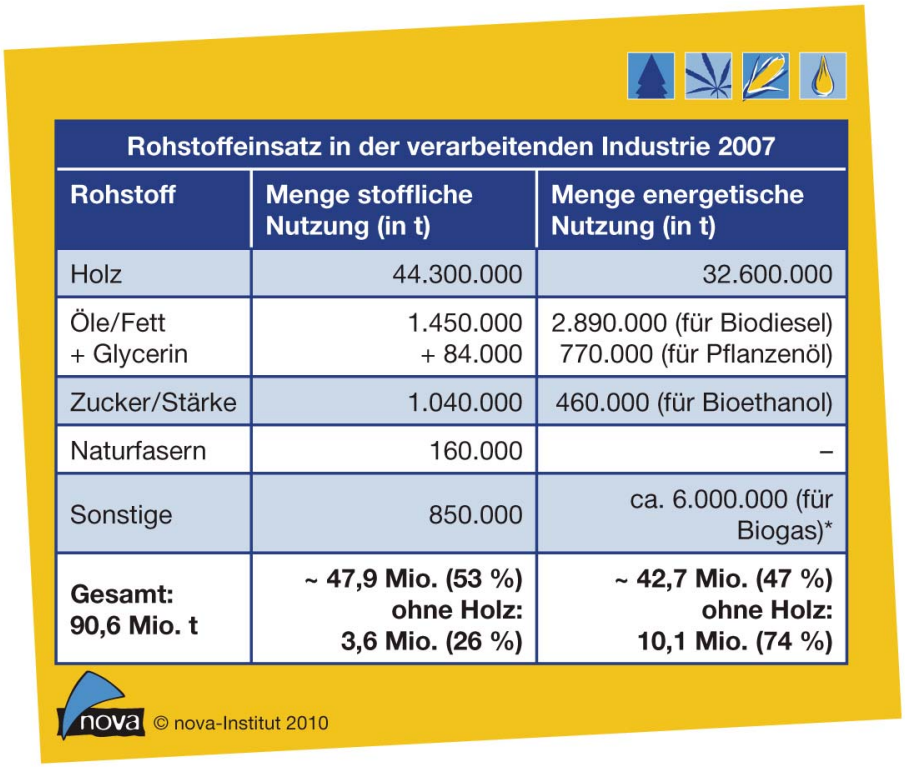
In der chemisch-technischen Industrie wurden 2005 nach allgemein akzeptierten Angaben etwa 2,7 Mio. t nachwachsender Rohstoffe verarbeitet, davon 2,1 Mio. t in der deutschen chemischen Industrie (nach Abzug der Papier- und der Naturfaser-Industrie). Zur gleichen Zeit wurden etwa 17 Mio. t petrochemischer Rohstoffe verwendet, wodurch der Anteil nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie 11,2 % betrug (FNR 2007 nach Schätzungen des VCI). Die tatsächliche Menge der stofflich genutzten nachwachsenden Rohstoffe wurde allerdings bislang nie vollständig erfasst. Als Ergebnis unserer Erhebung gehen wir von einer Gesamtmenge der zur stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe von 3,6 Mio. t in der verarbeitenden Industrie aus (ohne Holz und Stroh), hinzu kommen 44,3 Mio. t Holz sowie bis zu 6 Mio. t Getreidestroh (vor allem im landwirtschaftlichen Bereich). Die folgende Tabelle gibt diese Daten entsprechend der Erfassung im Überblick wieder:

| Rohstoff | Menge (in t) | Branchen | Produkte | Importquote |
|---|---|---|---|---|
| Öle, Fette (+ Glycerin) | 1.450.000 (+ 84.000) | Chem. Industrie | Farben, Tenside, Schmierstoffe, Kunststoffe, Additive, Kosmetik | ca. 70 % (v.a. Palm-, Soja- und Kokosöl) |
| Proteine (Gelatine, Casein) | Bis 53.000 | Chem.-techn. Industrie, Pharm. Industrie | Arzneimittelkapseln, Fotomaterialien, Etikettenkleber, Blutersatz | gering |
| Zucker (inkl. Melasse und Dicksaft) | 102.000 | Chem. Industrie, Pharm. Industrie | Fermentationssubstrat, Ethanol, (Bio-) Kunststoffe | ca. 10 % (Kristallzucker 8 %, Melasse 10 %) |
| Stärke | 934.000 | Papier, Chem. Industrie, Pharm. Industrie | Papierstärke, (Bio)-Kunststoffe, Fermentations-substrat, Kosmetik | Mais 30 %, Weizen und Kartoffeln 0 % |
| Chemiezellstoff | 300.000 | Chem. Industrie, Textilindustrie | Chemiefasern, Additive, Kunststoff | 100 % |
| Naturfasern und Halbzeuge (Garne, Gewebe) | 160.000 (67 % Baumwolle, 33 % Bastfasern) | Textilindustrie, Automobilindustrie, Dämmstoffindustrie | Textilien, Non-wovens, NFK, Spezialpapiere | > 99 % |
| Naturkautschuk | 290.000 | Automobilindustrie, Kunststoffe/ Elastomere | Reifen, Gummiartikel, Hygieneartikel, Schläuche | 100 % |
| Arzneipflanzen | 25.000 | Pharm. Industrie, Kosmetik | Arzneistoffe, Kosmetik | 90 % |
| Kork | 40.000 | Bauindustrie, Werkstoffe | Flaschenkork, Fußböden, Werkstoffe | 100 % |
| Holz | 44,3 Mio. | Sägeindustrie, Holzwerkstoffind. Papierind. | Holzprodukte Holzwerkstoffe, WPC Papier, Diverses | max. 10 % |
| Getreidestroh | bis zu 6 Mio. | Landwirtschaft | Tiereinstreu, Obstbau | 0 % |
| Sonstige (Farbstoffe, Harze, Gerbstoffe) | 140.000 | Diverse | Farbstoffe, Gerbstoffe, Klebstoffe | k. A. |

*Tabelle 20: Gesamtüberblick über die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Industrie (nach Daten aus Kapitel 1.3)*

Dieser Menge stehen 10,1 Mio. t nachwachsender Rohstoffe gegenüber, die energetisch genutzt werden (ohne Holz), der Anteil der stofflichen Nutzung beträgt entsprechend ohne Holz 26 % und damit mehr als ein Viertel der insgesamt genutzten nachwachsenden Rohstoffe (ohne Holz).

Den größten Teil der stofflichen Nutzung stellt allerdings das Holz. So wurden 2007 ca. 44,3 Mio. t bzw. 73,8 Mio. FM Holz für die stoffliche Nutzung in der Holz- und Papierindustrie genutzt, dem stehen ca. 32,6 Mio. t bzw. 54,3 Mio. FM in der energetischen Nutzung gegenüber (Mantau 2009). In der Gesamtbilanz von 90,7 Mio. t von Acker und Forst stehen also 47,9 Mio. t in der stofflichen Nutzung 42,7 Mio. t in der energetischen Nutzung gegenüber, der Gesamtanteil der stofflichen Nutzung beträgt entsprechend 53 %.



| Rohstoffeinsatz in der verarbeitenden Industrie 2007 | | |
|---|---|---|
| **Rohstoff** | **Menge stoffliche Nutzung (in t)** | **Menge energetische Nutzung (in t)** |
| Holz | 44.300.000 | 32.600.000 |
| Öle/Fett<br>+ Glycerin | 1.450.000<br>+ 84.000 | 2.890.000 (für Biodiesel)<br>770.000 (für Pflanzenöl) |
| Zucker/Stärke | 1.040.000 | 460.000 (für Bioethanol) |
| Naturfasern | 160.000 | – |
| Sonstige | 850.000 | ca. 6.000.000 (für Biogas)* |
| **Gesamt: 90,6 Mio. t** | **~ 47,9 Mio. (53 %) ohne Holz: 3,6 Mio. (26 %)** | **~ 42,7 Mio. (47 %) ohne Holz: 10,1 Mio. (74 %)** |



*Abbildung 32: Vergleich nachwachsender Rohstoffe in der stofflichen und energetischen Nutzung in Deutschland 2007*

### 1.4.3 Flächennutzung

Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen nimmt in der deutschen Wirtschaft eine wichtige und zunehmende Rolle ein. Insgesamt beträgt die in Deutschland verfügbare landwirtschaftlich genutzte Fläche etwa 17 Mio. ha (Statistisches Bundesamt 2008, FNR 2007), hinzu kommen 11 Mio. ha Waldfläche (FNR 2007). Von der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden 12 Mio. ha als Ackerfläche genutzt, die restlichen 5 Mio. ha stellen Grünland dar (FNR 2007).

Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen (ohne Holz) erfolgt nach Angaben der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe auf knapp über 2 Mio. ha (Stand 2007) und entspricht damit einem Anteil von 17 % an der verfügbaren Ackerfläche (FNR 2007, Paul 2008). Wie aus der Grafik ersichtlich ist, nahm die Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe seit Ende der 1990er Jahre kontinuierlich zu und verdoppelte sich von 1997 mit etwa 400.000 ha bis 2002 auf etwa 800.000, um danach innerhalb von wenigen Jahren den aktuellen Stand von über 2 Mio. ha in 2007 und 2008 zu erreichen (Paul 2008). Nur

rund 280.000 ha und damit etwa 14 % dieser Fläche werden nach diesen Angaben für den Anbau für die stoffliche Nutzung verwendet, 87 % gehen in die energetische Verwendung (FNR 2007, Paul 2008). Da die Massenströme im Gegensatz hierzu 26 % zu 74 % sind, zeigt dies, dass die stoffliche Nutzung eine deutlich höhere Importquote als die energetische Nutzung aufweist.

Ende 2009 veröffentlichte die FNR die Anbauzahlen für das Jahr 2009 (siehe Abbildung). „Im Bereich der stofflichen Nutzung ist die Anbaufläche im Vorjahresvergleich leicht rückläufig und liegt bei knapp 300.000 ha. Bedingt durch sinkende Produktionszahlen bei Papier und Pappe gibt es einen geringfügigen Rückgang bei den Flächen zur Gewinnung von Industriestärke. Der Anbauumfang aller anderen Kulturen weist keine Veränderung auf.“ (EUWID Neue Energien, Nr. 22 v. 28.10.2009)

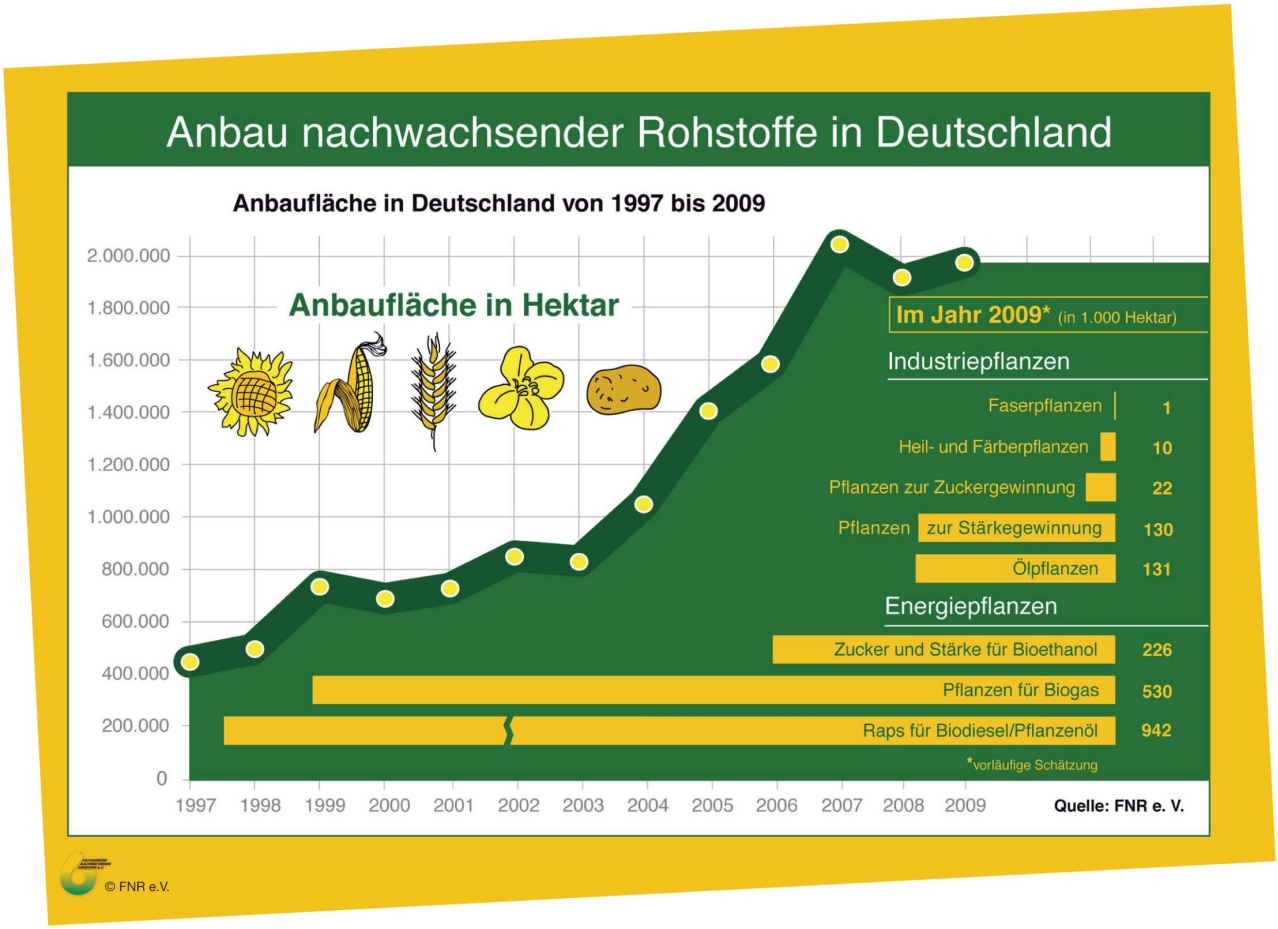



*Abbildung 33: Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (Quelle: FNR)*

Durch die Neuerfassung dieser Studie wurde deutlich, dass die derzeitigen Anbauflächen für die stoffliche Nutzung höher liegen als bisher angegeben. Nicht enthalten sind vor allem die Flächen für Bioethanol, der in die stoffliche Nutzung geht (ca. 10 % der Gesamtmenge). Da durch die Glycerinproduktion als Nebenprodukt auch bei der Biodieselherstellung potenziell 10 % für die stoffliche Nutzung anfallen, könnten die entsprechenden Flächen je nach Betrachtung ebenfalls der stofflichen Nutzung zugeschlagen werden.

Nicht einbezogen in diese Berechnungen wurden die Waldflächen, in denen die stoffliche Nutzung bislang die energetische Nutzung übertrifft. Damit stellt Holz auch heute noch den am häufigsten genutzten Werkstoff aus nachwachsenden Rohstoffen dar und die Gesamtnutzungsmengen sind kontinuierlich steigend (Mantau et al. 2007).

### 1.4.4 Importmengen

Eine Reihe von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung in der Industrie wird nach Deutschland importiert. Dabei erfolgt ein Import sowohl als Rohmaterial sowie auch auf der Ebene von Halbzeugen und Fertigprodukten. Die Deckung des Bedarfs an nachwachsenden Rohstoffen durch den heimischen Anbau wird im Allgemeinen mit ca. 30 bis 40 % angegeben (ohne Holz); eine Zahl, die erstmals durch Kaup 2002 geschätzt und bis heute regelmäßig übernommen wird (bsp. Rothermel 2008). Diese Schätzung kann durch die Ergebnisse dieser Studie weitgehend bestätigt werden. Von der Gesamtmenge von 3,6 Mio. t nachwachsenden Rohstoffen ohne Holz, die in der Industrie stofflich genutzt werden, stammen unserer Abschätzung nach fast 2,3 Mio. t aus dem Import (siehe Tabelle), dies entspricht einem Anteil von etwa 64 % und demnach einer Eigendeckung mit heimischen Rohstoffen von 1,3 Mio. t (36 %). Dabei spielen vor allem die Einfuhrmengen im Bereich der Pflanzenöle (Palm-, Kokos, Sojaöl) und die Importe von Naturkautschuk, Chemiecellulose, Naturfasern (vor allem Baumwolle), Maisstärke sowie Arzneipflanzen (mit sehr hoher Wertschöpfung) eine bedeutende Rolle, während im Bereich der Proteine sowie beim Zucker bis 2008 kaum oder gar keine Rohstoffmengen importiert wurden.

Im Holzbereich liegt die Importquote (bezogen auf Rohholz für die verarbeitende Industrie) bei etwa 10 % (Sauerwein 2008, Korte 2008). Fasst man die Gesamtmenge Agrar und Forst zusammen ergibt sich durch die unverhältnismäßig große Holzmenge eine Gesamtimportquote von nur 14 % aller nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung – die Inlandsdeckung beträgt also 86 %.

### 1.4.5 Branchenverteilung

Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe findet in einer Reihe sehr unterschiedlicher Industriezweige statt (siehe Tabelle), die sich innerhalb der Prozessketten teilweise stark überlappen, sodass eine eindeutige Zuordnung der Rohstoffe zu den einzelnen Branchen nicht möglich ist. Durch die Dominanz des Holzes an der Gesamtnutzung handelt es sich hierbei vor allem um den gesamten Bereich der holzverarbeitenden Industrie mit den dominierenden Sektoren der Sägeindustrie (26,3 Mio. t) und der Holzwerkstoffindustrie (10 Mio. t) sowie die Zellstoff- und Papierindustrie, in der neben 6,4 Mio. t im Holzbereich auch etwa 35.000 t Naturfasern und etwa 620.000 Stärke verarbeitet werden. Als weiterer zentraler Sektor ist der Bereich der chemischen Industrie zu nennen, der mit zahlreichen weiteren Branchen verbunden ist, die auf Produkten der chemischen Industrie aufbauen (Kunststoffindustrie, z.T. Bauindustrie, Textilindustrie (nur cellulosische Chemiefasern), Pharma- und Kosmetikindustrie etc.).

Die folgende Tabelle soll einen groben Überblick über die an der stofflichen Nutzung beteiligten Branchen geben. Die anschließenden Grafiken zeigen die Verteilung der Rohstoffmengen auf die unterschiedlichen Branchen in ihrer ersten Verarbeitungsstufe, wobei die erste Grafik den Gesamtbereich der nachwachsenden Rohstoffe aufzeigt und die zweite das Holz als dominierenden Faktor ausklammert:

| Industrie | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (mit Holz, in t) | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (ohne Holz, in t) |
|---|---|---|
| Säge- und Holzwerkstoffindustrie | 36.300.000 | – |
| Papier- und Zellstoffindustrie | 7.060.000 | 661.000 |
| Chemische Industrie | 1.670.000 | 1.670.000 |
| Oleochemie | 979.000 | 979.000 |
| Textilindustrie* | 158.000 | 158.000 |
| Pharma-/Kosmetikindustrie | 74.000 | 74.000 |
| Andere | 1.640.000 | 40.000 |
| **Total** | **~ 47,9 Mio.** | **~ 3,6 Mio.** |

© nova-Institut 2010

*Tabelle 21: Branchenverteilung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (dargestellt ist nur die erste Verarbeitungsstufe)* *: Cellulosefasern sind der chemischen Industrie zugeschlagen; die Textilindustrie umfasst sowohl Gewebe als auch Vliesstoffe (z.B. Dämmvliese)

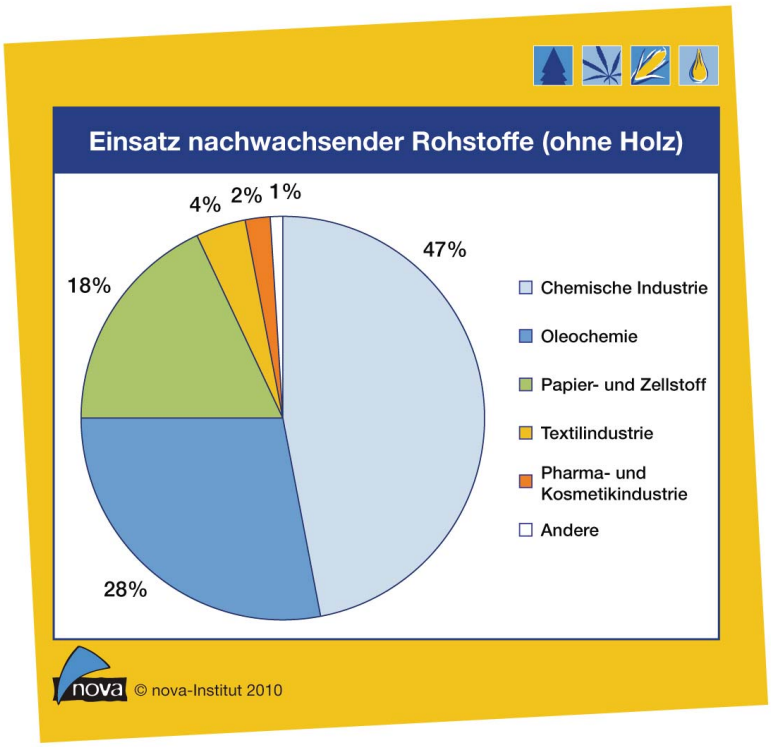



*Abbildung 34: Branchenverteilung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe incl. Holz (dargestellt ist nur die erste Verarbeitungsstufe)*

# 2 Mengen- und Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland bis zum Jahr 2020

*Autoren: Michael Carus, Achim Raschka*

Das zweite Kapitel des Projekts hat die zukünftigen Mengen-, sowie die daraus resultierenden Flächenpotenziale für die deutsche Landwirtschaft im Bereich der stofflichen Nutzung im Fokus. Hierzu sollen zunächst die Wachstums- und Marktpotenziale der bio-basierten Produktlinien von der Anwenderseite her diskutiert werden („Marktpotenziale"), die Abhängigkeit der Entwicklung vom Ölpreis („Abhängigkeit vom Erdölpreis") und in wiefern heimische Agrarrohstoffe es mit Importen aufnehmen können („Substitution von Importen"). Darauf folgen Prognosen aus anderen Studien, von befragten Experten – u.a. Ergebnisse einer entsprechenden Umfrage im Projekt – sowie eine eigene Prognose („Prognosen"). Schließlich endet jedes Unterkapitel mit einem Fazit, das in zwei Szenarien (s.u.) das jeweilige Potenzial für die deutsche Landwirtschaft ableitet („Fazit / Szenarien").

Betrachtet werden in dieser Weise folgende, grundsätzlich Wachstum versprechende, stoffliche Produktlinien:

- Biowerkstoffe
- Textilien
- Dämmstoffe
- Oleochemie
- Chemie/Biotechnologie (ohne Oleochemie und Biowerkstoffe)
- Arzneipflanzen

Den Prognosen liegen jeweils zwei Szenarien zu Grunde:

- **Szenario 1:** Marktvolumen und heimische Anbaufläche im Jahr 2020 bei Annahme eines Ölpreises > 100 $/barrel und einer technischen Weiterentwicklung der stofflichen Produktlinien durch FuE. Es wird weiter angenommen, dass es bei der politischen Unterstützung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe keine grundlegenden Änderungen gegenüber heute geben wird.
- **Szenario 2:** Marktvolumen und heimische Anbaufläche im Jahr 2020 wie im Szenario 1, aber bei deutlich verbesserten politischen Rahmenbedingungen, d.h. einer weitgehenden Gleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung und somit einer finanziellen Besserstellung der stofflichen Nutzung gegenüber heute.

Im Folgenden soll zunächst das erwartete Ölpreis-Szenario diskutiert und dann kurz die mögliche Entwicklung im Holzbereich skizziert werden.

*Ölpreis-Szenario*

Die Internationale Energie Agentur (IEA, www.iea.org) geht wie auch andere Experten davon aus, dass sobald die Weltwirtschaft wieder auf Wachstumskurs zurückgekehrt ist, der Ölpreis auf 150 bis 200 $/barrel ansteigen und damit den bisherigen Rekord im Jahr 2008 übertreffen wird. Diese Prognose basiert darauf, dass der Ölpreis vor allem von der Nachfrage bestimmt ist. Das Angebot kann nur schwer erhöht werden, vor allem seit im Sommer 2008 aufgrund des gesunkenen Ölpreises, gesunkener Margen und Kreditengpässe eine Vielzahl notwendiger Investitionen in die Erschließung neuer La-

gerstätten, Pipelines und Raffinerien ausgeblieben sind. Sobald die Nachfrage wieder anzieht, wird dieses knappe Angebot deshalb schnell zu Versorgungsengpässen und Preissteigerungen führen. Wann dies genau sein wird, ist schwer zu sagen. Die meisten Ökonomen sehen die Rückkehr zum Wachstum für das Jahr 2010 voraus. Die IEA-Prognosen halten es dann für möglich, dass die Weltwirtschaft durch den hohen Ölpreis erneut gedrosselt wird und die nächste Weltwirtschaftkrise etwa im Jahr 2013 auftreten könnte, in deren Folge dann der Ölpreis erneut sinken wird.

Insgesamt rechnen wir damit, dass der Ölpreis in dem Zeitraum zwischen den Jahren 2010 und 2020 zwischen 100 und 200 $/barrel schwanken wird. Nur während Krisenzeiten wird er erneut unter 100 $/barrel fallen können. Ob er die 200 $/barrel überwinden wird, wird vor allem davon abhängen, wann „Peak-oil“ erreicht ist, also die maximale Fördermenge an (preiswertem) Erdöl. Auch hierzu gibt es verschiedene Ansichten, die meisten Experten schätzen, dass dies gegen 2020 der Fall sein wird.

Die Agrarpreise werden sich der Erwartung nach gegenüber dem Erdölpreis nur moderat entwickeln, wie dies auch eine aktuelle Studie von OECD und FAO zeigt. Grund dafür ist, dass im Agrarbereich das Angebot noch deutlich erhöht werden kann – durch Produktivitätssteigerungen und Ausweitung der Anbauflächen. Weltweit können noch 1,6 Mrd. ha als Ackerland nutzbar gemacht werden, ohne Wälder oder Schutzgebiete zu gefährden. Eine beachtliche Fläche, wenn man sie mit der aktuellen Ackerfläche von 1,4 Mrd. ha vergleicht. Die Flächen liegen vor allem in Afrika und Südamerika. (OECD/FAO 2009)

*Zukünftiges Marktpotenzial von Holz in der stofflichen Nutzung*

Der wichtige und großvolumige Bereich der stofflichen Nutzung von Holz soll hier aus verschiedenen Gründen nur kurz behandelt werden.

Zum einen geht es in diesem Kapitel vor allem um die Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung und diese finden sich primär im Agrarbereich. Zum anderen kann man bei der stofflichen Holznutzung grundsätzlich mit einer kontinuierlichen Steigerung der Einsatzmenge um einige Prozent pro Jahr rechnen, wie dies auch in den letzten Jahren (mit Ausnahme der Wirtschaftskrise zweite Hälfte 2008 und 2009) der Fall war. Ob aber dieses weitere Wachstum auf Basis einheimischen Holz tatsächlich realisierbar ist, hängt weniger von der Nachfrage ab, sondern davon, ob (a) genug Holz mobilisiert werden kann, und (b) wie sich die Konkurrenz zur stark wachsenden energetischen Nutzung (Pellets, Hackschnitzel) entwickeln wird. Sollten die durch einseitige Förderung der energetischen Nutzung aktuellen Marktverzerrungen überwunden werden, so kann die stoffliche Holznutzung dauerhaft weiter wachsen – sollte dies nicht geschehen, kann es auch zu einer Stagnation oder gar Verdrängung bei der stofflichen Nutzung einheimischen Holzes kommen.

Ein Bericht vom Winterkolloquium „Bioenergie – Chance oder Bedrohung für Forst und Holzwirtschaft“ an der Albert-Ludwig-Universität in Freiburg über die Präsentation mehrerer aktueller Studien (ZS Holz, DBFZ, Pöyry), bringt die möglichen Folgen einer Fortsetzung der derzeitigen Politik auf den Punkt: „Zudem führe die finanzielle Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse zu einer weitreichenden Wettbewerbsverzerrung bei der Beschaffung von Biomasse. Darunter litten in erster Linie diejenigen Holz verarbeitenden Industriezweige mit der geringsten Wertschöpfung, darunter etwa die Säge- und die Spanplattenindustrie. Ein daraus möglicherweise resultierender Abbau von Verarbeitungskapazitäten würde die Beschäftigungsmöglichkeiten in den ohnehin strukturschwachen ländlichen Räumen negativ beeinflussen und damit erheblichen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen. … Die wachsende Energieholznachfrage in Europa werde zunächst zu steigenden Preisen auf den örtlichen Märkten führen. Diese Preise könnten ab einem bestimmten Niveau aber nur noch von denjenigen Branchen bezahlt werden, die über eine entsprechend hohe Wertschöpfung verfügten

oder, wie im Fall der Bioenergie oftmals zu beobachten sei, über staatliche Subventionen in eine entsprechende finanzielle Lange versetzt werden.“ (EUWID Neue Energien, Nr. 4 v. 24.02.2010)

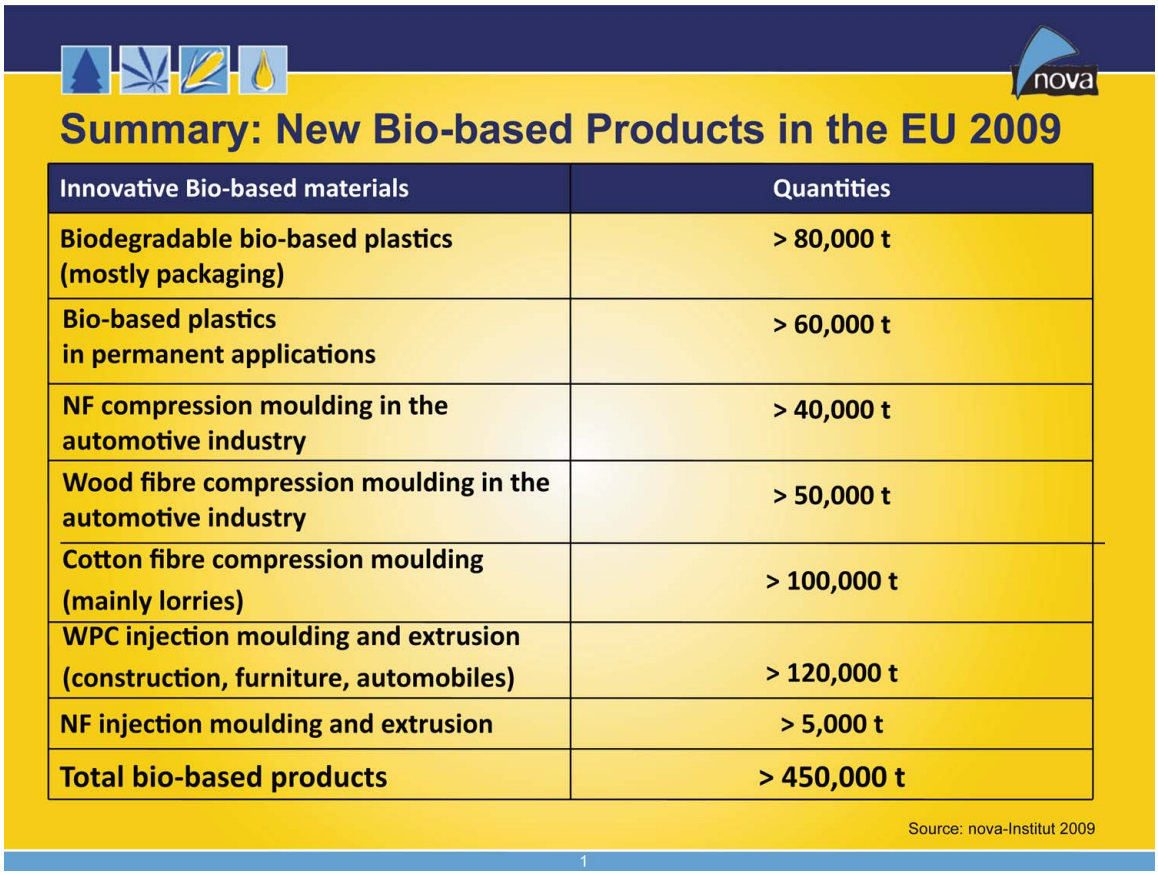
## 2.1 Biowerkstoffe

Der Begriff „Biowerkstoff“ wurde als Oberbegriff für Werkstoffe, die vollständig oder zu relevanten Anteilen auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, geschaffen. Als Rohstoffe für Biowerkstoffe kommen in der Natur vorkommende Polymere wie Zucker, Stärke oder Cellulose/Naturfasern, Lignin und Kautschuk oder auch Pflanzenöle in Frage, aber auch technische Biopolymere wie Polylactid (PLA) oder Epoxyacrylate, die durch technische Verfahren aus natürlichen Polymeren und Monomeren gewonnen werden können. Da der Anteil an Rohstoffen biogenen Ursprungs im Werkstoff je nach Herstellungs- und Verarbeitungsprozess stark schwanken kann, wurde hier eine Mindestmenge an biogenen Anteilen von 20 % im Werkstoff vorgeschlagen. (nova-Institut et al. 2009)

Aktuell wird auf europäischer Ebene der Begriff „bio-based product“ definiert (CEN, vgl, Kapitel 6.1.2) und man muss abwarten, ob dort ein ähnlicher Ansatz gewählt wird.

Neben den neuartigen Materialien wie Biokunststoffen, naturfaserverstärkten Kunststoffen und Holz-Polymer-Werkstoffen (WPC) („Innovative Biowerkstoffe“) gehören auch traditionelle Werkstoffe wie Span- und Tischlerplatten zu den Biowerkstoffen.

Die folgende Tabelle zeigt eine Größenordnung der in der EU aktuell eingesetzten innovativen Biowerkstoffe (neuere Marktstudien fehlen).



## Summary: New Bio-based Products in the EU 2009

| Innovative Bio-based materials | Quantities |
|---|---|
| Biodegradable bio-based plastics (mostly packaging) | > 80,000 t |
| Bio-based plastics in permanent applications | > 60,000 t |
| NF compression moulding in the automotive industry | > 40,000 t |
| Wood fibre compression moulding in the automotive industry | > 50,000 t |
| Cotton fibre compression moulding (mainly lorries) | > 100,000 t |
| WPC injection moulding and extrusion (construction, furniture, automobiles) | > 120,000 t |
| NF injection moulding and extrusion | > 5,000 t |
| Total bio-based products | > 450,000 t |

Source: nova-Institut 2009

1

*Tabelle 21b: Innovative bio-basierte Produkte in der EU 2009 (Quelle: nova-Institut 2009)*

Der Bereich der Biowerkstoffe wird allgemein als einer der wichtigsten Wachstumsmärkte der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen. Wir werden diese für Holzwerkstoffe, Naturfaserwerkstoffe und bio-basierte Kunststoffe näher diskutieren sowie Mengen- und Flächenpotenziale herleiten.

*Abhängigkeit vom Erdöl*
Hauptkonkurrenz für Biowerkstoffe sind in der Regel petrochemische Werkstoffe, deren Produktionskosten ganz erheblich vom Erdölpreis abhängen. Da sich unserer Erwartung nach die Preise für Agrar- und Forstwerkstoffe moderater als der Erdölpreis entwickeln werden, kann man grundsätzlich von einer sich verbessernden Wettbewerbssituation ausgehen.

*Substitution von Importen*
Wichtigste Rohstoffe für Biowerkstoffe sind neben dem vorwiegend heimisch gewonnenen Holz auch Stärke, Zucker, Pflanzenöle, Naturfasern, Kautschuk und Lignin. Eine Substitution von Importen ist vor allem bei Stärke und Zucker sowie Naturfasern möglich. Hier stehen grundsätzlich qualitativ gleichwertige Rohstoffe aus heimischem Anbau zur Verfügung. Marktpreise und Infrastruktur entscheiden hier maßgeblich über Import oder Nutzung heimischer Rohstoffe. Bei Pflanzenölen hängt es von den spezifischen Anforderungen an das Fettsäurespektrum ab, hier unterscheiden sich Importöle wie Palmkern- und Kokosöl grundlegend von einheimischen Pflanzenölen. Kautschuk wird auf absehbare Zeit ebenso ein Importrohstoff bleiben wie Lignin, das vor allem aus Skandinavien und Kanada kommen wird.

*Holzwerkstoffe – Marktpotenzial und Prognosen*

Im Holzbereich gibt es einige potenzielle Wachstumsbereiche, die kurz angesprochen werden sollen. Insbesondere Bauholz für den privaten Hausbau hat ein sehr großes Volumenpotenzial, das bei geeigneten Rahmenbedingungen zu einer effektiven Steigerung im Holzbau führen könnte. Nach Knauf & Mantau 2009 bevorzugen 14 % der Bauherren im Industrie- und Gewerbebau Holz als Konstruktionsmaterial und etwa 50 % haben keine Vorliebe für bestimmte Materialien – dem stehen aktuell nur 2,3 % Anteil der Holzbauweise im Industrie- und Gewerbebau entgegen. Als Probleme werden vor allem mangelnde Information über den Holzbau sowie die potenziell höheren Kosten hervorgehoben, obwohl Holz gegenüber Stahl und Beton konkurrenzfähig ist (Knauf & Mantau 2009). Eine kontinuierliche Zunahme der Nutzung von Nadelholz als Holzverpackungen (Kisten, Paletten), vornehmlich durch die Exporttätigkeit der deutschen Wirtschaft, ist bereits seit Jahren zu beobachten und soll sich auch in Zukunft aufgrund des günstigen Preises gegenüber verschiedener Alternativen (Großverpackungen aus Kunststoff und Metall) – abhängig von der Wirtschaftslage – weiter entwickeln (Korte 2008). Ähnliches gilt in anderen Verpackungsbereichen wie der Polsterung von Elektro- und Elektronikgeräten, wo Pappe zunehmend geschäumte Kunststoffe verdrängt.

Eine Reihe von Nischenmärkten wird durch neue und innovative Holzwerkstoffe erschlossen. Dabei wird vor allem in Holz-Polymer-Werkstoffen bzw. Wood-Plastic-Composites (WPC) eine zunehmende Bedeutung gesehen. Im Innenausbau, bei Außenanwendungen sowie in der Automobilindustrie werden durch eine stetige Verbesserung der Eigenschaften und der Verfügbarkeit, der zunehmenden Akzeptanz und Bekanntheit auch die Produktions- und Nutzungsmengen kontinuierlich ansteigen (Gahle 2008, Korte 2008). Die heute in Deutschland produzierten WPC erreichen etwa 40.000 t/a (nova 2010).

Müssig & Carus 2007 prognostizierten für den WPC- und NFK-Bereich insgesamt bis 2020 unter günstigen Rahmenbedingungen einen Absatz von 695.000 t/Jahr, der vor allem durch den WPC-Absatz zustande kommen soll (Branchen: Automobil und andere Verkehrsmittel, Bau- und Möbelindustrie, Konsumgüter). VHI 2009 gibt für WPC in Deutschland 2020 in Szenario 1 ein Absatzvolumen von über 200.000 t/Jahr und in Szenario 2 von über 350.000 t/Jahr an.

Für Leichtbauplatten und Faserdämmstoffplatten, also Holzwerkstoffplatten mit einem Gewicht unterhalb der LDF-Platte, wird im Rahmen der zunehmenden Leichtbauweise ebenfalls ein großes Potenzial im Baubereich gesehen. Für Leichtbauplatten könnten dabei neben Holz auch alternative Materialien vermehrt eingesetzt werden (Getreidestroh, Miscanthus, Hanfstroh und -schäben), darunter jedoch als Konkurrenzprodukte auch synthetische Schäume (Wabenbauweise, Schaumkern) ohne biogene Anteile (Korte 2008).

Verschiedene Holzmodifizierungsmethoden bieten weiteres Entwicklungspotenzial für Holzwerkstoffe im Bereich neuer Einsatzbereiche für Holz oder als Substitute für Tropenhölzer. Hierbei stehen insbesondere acetyliertes Holz (Accoya) und thermisch modifiziertes Holz (Thermoholz) im Fokus. Die Acetylierung führt zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften durch eine chemische Behandlung, woraus eine potenzielle Zunahme im Bereich Bauholz zu erwarten ist. So wurde im November 2008 im holländischen Sneek die erste Schwerlastbrücke aus acteyliertem Holz montiert.

Im Bereich des Holzparketts und des Innenausbaus besteht ein großes Potenzial zur Substitution tropischer durch heimische Hölzer: Der Anteil von Tropenhölzern im Parkettbereich lag in Europa 2007 bei etwa 15 %, in Deutschland betrug er bei einer Menge von 13.000 Mio. $m^2$ etwa 9 %. Dabei stieg der Anteil gegenüber 2006 leicht an, vor allem durch eine erhöhte Nachfrage nach dunklen Holzoberflächen. Als Reaktion stellen einige Hersteller auf thermisch behandeltes Holz als Alternative um, da hier ebenfalls dunkle Flächen entstehen. Zugleich nehmen einzelne Hersteller und Anbieter Tro-

penhölzer vollständig aus ihrem Programm (EUWID Holz spezial v. 12.12.2008, Korte 2008). Thermoholz könnte bei Erfolg vor allem den Buchenanteil der Forst- und Holzwirtschaft signifikant erhöhen.

Eine – in Deutschland noch nicht realisierte – Möglichkeit der Holzmodifikation für eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und der Haltbarkeit erfolgt über die Imprägnierung mit einem Polymer aus Furanalkoholen, die aus den im Holz enthaltenen Hemicellulosen gewonnen werden (Hoydonckx 2009).

Wie eingangs beschrieben, sollen für den Bereich der stofflichen Holznutzung keine Prognosen angegeben werden, da das zukünftige Volumen primär von der Holzmobilisierung und der Konkurrenz zur energetischen Nutzung abhängt.

Bei Engpässen im Holzbereich könnten aber zunehmend Agrarflächen mit Kurzumtriebsplantagen (KUP), Miscanthus oder auch Hanf für die Holzwerkstoffindustrie von Interesse sein, wie dies in einer Studie des nova-Instituts näher untersucht wurde (Pauls et al. 2008). Im Ergebnis setzen wir im Szenario 1 eine Fläche von 10.000 ha (Rohstoffteilsubstitution bei einer typischen Spanplatten- oder MDF-Anlage) und in Szenario 2 eine Fläche von 20.000 ha (Rohstoffteilsubstitution für zwei typische Spanplatten- oder MDF-Anlagen) an. Die Fläche in Szenario 2 ist deshalb nur doppelt so hoch wie Szenario 1, weil ja in Szenario 2 von günstigen Rahmenbedingungen und einer stärkeren Gleichbehandlung des energetischen und stofflichen Bereichs ausgegangen wird, die dann auch den Druck im Holzbereich reduzieren und speziell die Rohstoffkonkurrenz zum Pelletbereich entschärfen wird.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Spanplatte, MDF-Platte | KUP, Miscanthus und Hanf (Teilsubstitution) | Einsatz nur als Nischenprodukt | 10.000 ha | 20.000 ha |

*Tabelle 22: Szenarien für alternative Holzwerkstoffe*

*Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) – Marktpotenziale und Prognosen*
Aktuell werden in Deutschland etwa 110.000 t NFK eingesetzt, siehe Tabelle 21. Hierfür werden etwa 64.000 t Naturfasern (ohne Holzfasern) eingesetzt (Carus et al. 2008b), wovon etwa 2.000 t aus heimischen Anbau oder Anbau aus den Nachbarländern (Großbritannien, den Niederlanden) stammen.

Die Märkte für einheimische Naturfasern, die qualitativ und preislich durchaus mit Importfasern konkurrieren können, können durch zwei Effekte deutlich wachsen:

- Zum einen kann davon ausgegangen werden, dass der Gesamtmarkt für NFK bis 2020 deutlich wachsen wird. Dabei wird vor allem durch den Naturfaser-Spritzguss eine Vielzahl neuer Anwendungsfelder erschlossen. Gleichzeitig bieten die bio-basierten Kunststoffe (s.u.) einen neuen Einsatzbereich, da hier mit einer Faserverstärkung bei relativ geringen Kosten die mechanischen und thermischen Eigenschaften deutlich verbessert werden können. Naturfasern bieten sich hier gegenüber Glasfasern geradezu an. Zudem können durch optimierte Verarbeitungseigenschaften

zunehmend komplexere Halbzeuge und Fertigprodukte im Bereich der Automobil- wie auch der Konsumgüterindustrie geschaffen werden. (Carus et al. 2008a, Carus et al. 2008b)

- Zum anderen ist eine verstärkte Substitution von Importfasern bei guten Rahmenbedingungen durchaus wahrscheinlich. Dabei geht es um die Substitution von Flachsfasern aus Frankreich und die Substitution exotischer Fasern wie Jute, Kenaf, Sisal etc. sowie Baumwollfasern im LKW-Bau.

Es ist nicht leicht, hier quantitative Abschätzungen vorzunehmen, zumal außer bei Müssig & Carus 2007 keine belastbaren Arbeiten vorliegen. Die dort für 2020 angesetzten etwa 200.000 – 300.000 t (= ca. 100.000 bis 150.000 t Naturfasern) erscheinen nach wie vor realistisch. Sie werden in beiden Szenarien angesetzt. Der Anteil der heimischen Fasern hängt dagegen primär von den Rahmenbedingungen ab. In Szenario 1 gehen für von 5.000 t (ca. 3.000 ha) einheimische Hanffasern aus, im Szenario 2 von 20.000 t (ca. 13.000 ha).

Zwei Beispiele sollen untermauern, dass im Bereich NFK tatsächlich ein deutliches Wachstum eintreten könnte. So stellt Tuerk 2009 aktuell ein starkes Interesse der Industrie an Biowerkstoffen fest, das sowohl bio-basierte Kunststoffe als auch NFK umfasst: Gründe der Industrie sind „Sicherheit und Ökologie“, es scheint momentan ein fundamentaler Wandel abzulaufen. Es geht darum, rechtzeitig gegenüber Gesetzesänderungen und -verschärfungen in Bezug auf Emissionen, Klimaschutz und Nachhaltigkeit gewappnet zu sein. Bio-basierte Werkstoffe und Produkte haben das Image und auch das Potenzial, diesen Anforderungen der Zukunft besser zu genügen. Sie können z.B. thermisch entsorgt werden, ohne fossilen Kohlenstoff freizusetzen.

Für dieses wachsende Interesse der Industrie spricht auch, dass sich seit dem Jahr 2008 erstmals große Akteure der Kunststoffindustrie für das Thema NFK und WPC ernsthaft interessieren. Sie spüren die Nachfrage am Markt und gleichzeitig das Problem, dass bisher nur kleine und mittlere Unternehmen z.B. spritzgussfähige Naturfaser-Granulate anbieten. Im Sommer 2009 kam es in diesem Sektor zu einem Erdbeben, als einer der größten Kunststoffproduzenten der Welt, das saudi-arabische Unternehmen Sabic, NFK- und WPC-Granulate auf den Markt brachte (Sabic 2009):

> „One of SABIC Innovative Plastics' new materials is LNP Thermocomp PX07444 specialty compound, a polyamide (PA)-6 nylon that is reinforced with up to 20 percent curauá fiber. The curauá plant is a member of the bromeliad family and is cultivated in South America. The fibers extracted from its leaves have high mechanical strength. This new LNP Thermocomp grade – while not identical in properties to glass-reinforced PA-6 – can potentially be substituted for the glass-filled nylon in specific applications such as automotive interior components. It provides a strength-to-weight advantage with good surface aesthetics. Also, natural fibers such as curauá are not as abrasive as glass or mineral reinforcement, thus reducing wear and tear on molding equipment. Pematec, the largest Latin American manufacturer of sun visors, based in Brazil, is currently using LNP Thermocomp PX07444 specialty compound to mold the frame and bracket for a new automotive sun visor application. The new SABIC Innovative Plastics product provides excellent surface aesthetics and mechanical properties. With the increasing use of plastics in the automotive industry – the average vehicle contains 250 lb of plastic, or 12 percent of its weight – sustainable options are clearly becoming more important. “

Das neue Interesse an Naturfaserwerkstoffen in der Industrie kommt auch daher, dass diese Werkstoffe als Biowerkstoffe wahrgenommen und kommuniziert werden können, und zwar ohne Gefahr, damit in die Food-Diskussion zu geraten, da Faserpflanzen nun mal keine Nahrungsmittel sind. (vgl. auch Kapitel 5.5)

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) | Naturfasern wie vor allem Bast-, Blatt- und Fruchtfasern. Als heimische Naturfaser für technische Anwendungen hat sich nur Hanf etablieren können. | Im Durchschnitt einstelliges, jährliches Wachstum | Einsatz in Deutschland:<br>200.000 – 300.000 t/Jahr (100.000 – 150.000 t/Jahr Naturfasern)<br>Produktion in Deutschland: 5.000 t Hanffasern (ca. 3.000 ha) | Einsatz in Deutschland:<br>300.000 t/Jahr<br>(ca. 150.000 t/Jahr Naturfasern)<br>Produktion in Deutschland: 20.000 t Hanffasern (ca. 13.000 ha) |

*Tabelle 23: Szenarien für NFK und Naturfasern*

*Kautschuk – Marktpotenziale und Prognosen*
Die Produktion von Naturkautschuk hat sich in den letzten Jahren weltweit kontinuierlich erhöht und betrug 2007 9,7 Mio. t. Auch der Anteil an Naturkautschuk in der Kautschukindustrie steigt seit Jahren wieder kontinuierlich an und liegt derzeit auf über 40 % (Keßler 2008). Dieser Trend wird sich in Zukunft bei normaler Wirtschaftsentwicklung fortsetzen.

Durch verschiedene Behandlungen des Naturkautschuks (Epoxidierung, Pfropfpolymerisation, Chlorierung) können bereits heute verschiedene Kautschuktypen mit unterschiedlichen Eigenschaften produziert werden. Dabei sind die Eigenschaften in der Regel sehr gut nutzbar für verschiedene Anwendungen, insbesondere für die Reifenindustrie, in der heute 70 % des Kautschuks verwendet werden. Weitere Modifizierungen könnten Eigenschaften bedingen, die das erschließen neuer Anwendungen ermöglichen (Keßler 2008). Die Polymerstruktur des Naturkautschuks kann zudem auch soweit modifiziert werden, dass sie zur Synthese von chemischen Rohstoffen, vor allem für Diole zur Herstellung von Polyurethan, nutzbar ist (Keßler 2008).

Ein Teil des Potenzials könnte durch die Nutzung alternativer Kautschukpflanzen wie Guayule in Nordamerika oder Russischem Löwenzahn in Nordamerika und Mitteleuropa erschlossen werden. Diese bergen gegenüber dem aus Hevea brasiliensis gewonnen Latex ein geringeres Allergierisiko, eignen sich also vor allem zur Herstellung von Hygieneartikeln wie Gummihandschuhen und Kondomen (Prüfer 2008).

Eine Abschätzung des Mengen- und Flächenpotenzials in Deutschland bis 2020 ist bislang nicht möglich, da die Entwicklungen in Deutschland das FuE-Stadium noch nicht verlassen haben.

*Bio-basierte Kunststoffe – Marktpotenziale*
Für bio-basierte Kunststoffe werden international hohe Zuwachsraten prognostiziert, sowohl für den Bereich der Verpackungsindustrie wie auch für dauerhafte Anwendungen. Während bei ersteren neben

der bio-basierten Rohstoffbasis auch die biologische Abbaubarkeit im Fokus steht, wird im Bereich der dauerhaften Anwendungen versucht, Biokunststoffe mit vergleichbaren oder auch besseren Eigenschaften wie die etablierter Kunststoffe zu erreichen, wobei insbesondere auch geringere Treibhausgas-Emissionen eine Rolle spielen.

Die folgende Grafik zeigt Menge und Arten von in Westeuropa im Jahr 2007 eingesetzten Biokunststoffen.




*Abbildung 36: Nutzung und Marktanteile biologisch abbaubarer, bio-basierter Kunststoffe in Westeuropa 2007. Quelle: Gahle et al. 2007*

Wie die Grafik zeigt, spielen vor allem Kunststoffe auf der Basis von Zucker und Stärke die wichtigste Rolle. Wichtigste Biokunststoffe sind dabei Thermoplastische Stärken (TPS) bzw. Stärkeblends, extrudierte Stärke, Cellulose-Acetate und -Regenerate sowie Polymilchsäure-Polymere (PLA). Alle weiteren Biokunststoffe wie Polyhydroxyalkanoate (PHA) machten in 2007 zusammen weniger als 5 % aus.

2007 lag der Verbrauch an biologisch abbaubaren, bio-basierten Kunststoffen in Westeuropa im Jahr 2007 bei ca. 60.000 – 70.000 Tonnen, was einem Marktanteil von unter 1 % entspricht. Die Wachstumsraten sind zweistellig und erreichen in einigen Bereichen bis zu 50 % pro Jahr. Abbildung 37 zeigt die weltweit real genutzten Produktionskapazitäten (= Produktion) in 2007 und den großen Anteil, den Europa heute an der Produktion hält. Die Produktionsmenge von 265.000 t teilt sich auf über 100 Unternehmen auf, von denen bislang nur wenige eine relevante Menge erreicht haben. Die vier größten sind NatureWorks (USA), Novamont (I) und Biotec (D) mit SPhere (F) (Gahle et al. 2007).

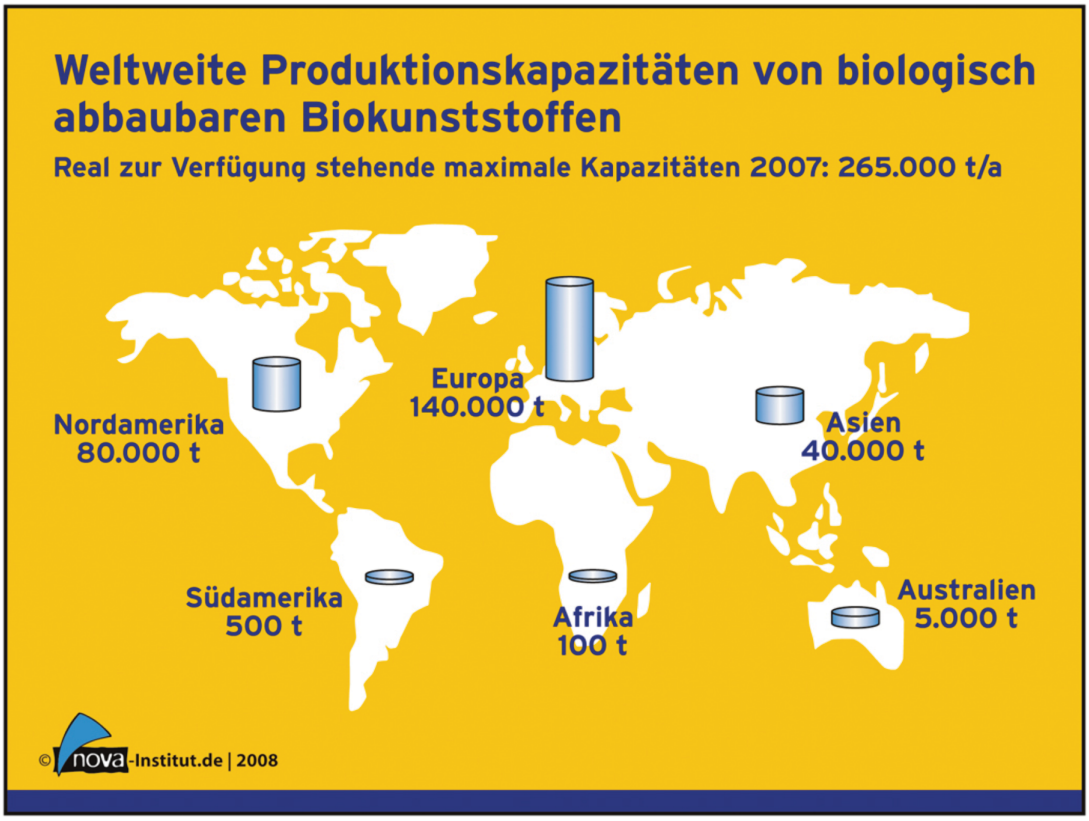



*Abbildung 37: Im Jahr 2007 produzierte Menge an biologisch abbaubaren, bio-basierten Kunststoffen. Quelle: Gahle et al. 2007*

Die meisten Experten sehen aktuell für PLA die größten Wachstumschancen (Gahle et al. 2007), zumal sich PLA in einer starken Entwicklungsphase hin zu immer besseren Eigenschaften entwickelt. Hinzu kommen Kunststoffe, die traditionell petrochemisch hergestellt werden und für die heute Wege einer Herstellung auf biogener Basis erschlossen werden. Dazu gehören vor allem Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyethylenterephthalat (PET) und zukünftig wahrscheinlich auch Polyvinylchlorid (PVC) und Polymethylmethacrylat (PMMA). (u.a. Kircher 2009)




*Abbildung 38: Kapazitäten für Biokunststoffe und Verschiebungen in der Rohstoffbasis traditionell petrochemisch hergestellter Kunststoffe. Quelle: Kircher 2009*

European Bioplastics prognostiziert einen Zuwachs der Kapazitäten für Biokunststoffe von 262.000 t/a im Jahr 2007 auf 766.000 t/a in 2009 und eine weitere Verdopplung auf 1.502.000 t/a im Jahr 2011. Auffallend ist in Abbildung 39, dass vor allem im Bereich der dauerhaften, biogenen Kunststoffe (wie Bio-PE) hohe Wachstumsraten erwartet werden.

Für die USA wird eine Zunahme der Nachfrage bis 2012 für beinahe alle bio-basierten Kunststoffe von etwa 15 bis 20 % angenommen, für PLA nahm die Nachfrage von 2002 bis 2007 um über 50 % zu (Freedonia 2008).

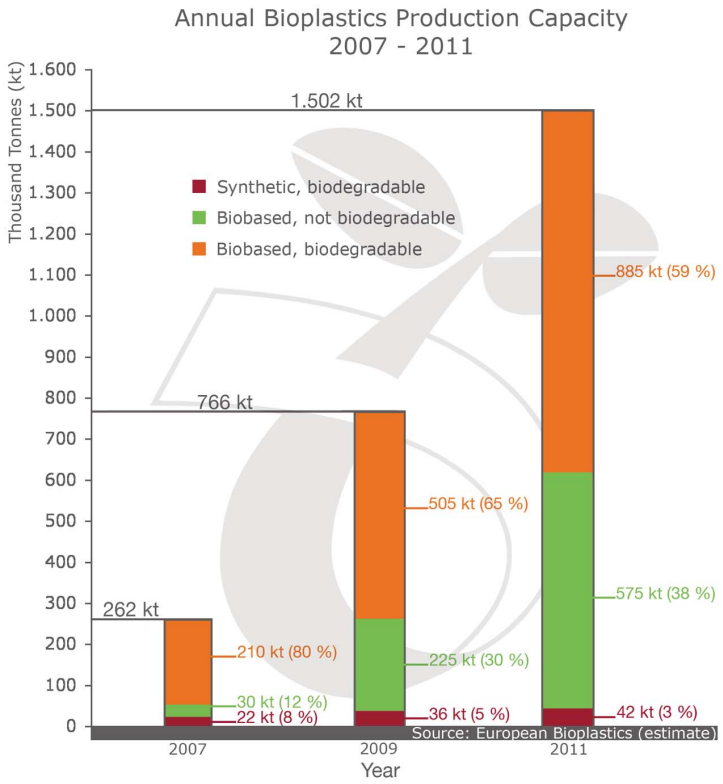



*Abbildung 39: Entwicklung und Prognose für Biokunststoffkapazitäten. Quelle: european bioplastics 2008*

*Prognosen*

Schätzungen nach werden im Jahr 2015 etwa 5 % der 18 bis 20 Mio. t Verpackungsmaterialen in der EU aus bio-basierten Kunststoffen hergestellt werden, das wären 900.000 bis 1 Mio. t (Hagen 2009, Merzenich 2009). Bis zum Jahr 2020 sind basierend auf diesen Zahlen 1,5 Mio. t anzunehmen. Da gerade in neuen, auch dauerhaften Anwendungen besonders starke Marktentwicklungen erwartet werden, gehen wir insgesamt von einem Marktvolumen von 3 Mio. t in der EU im Jahr 2020 aus (ca. 5 % der heutigen EU-Kunststoffproduktion); unter günstigen politischen Rahmenbedingungen können sogar 6 Mio. t (ca. 10 % der heutigen EU-Kunststoffproduktion) erwartet werden. Dabei werden etwa 80 % auf Basis von Stärke und Zucker erwartet und etwa 20 % auf Basis anderer Rohstoffe wie Cellulose, Pflanzenöle oder Lignin. Vereinfachend werden im Folgenden für Biokunststoffe auf Basis von Stärke und Zucker die Daten von PLA angesetzt, das voraussichtlich einen großen Marktanteil aufweisen wird. Aus einem Hektar Weizen können etwa 2 t PLA gewonnen werden, aus einem Hektar Mais 3 t PLA und aus einem Hektar Zuckerrüben etwa 6 t PLA (Merzenich 2009). Das bedeutet, dass für die 0,8 mal 3 Mio. t (6 Mio. t) = 2,4 Mio. t (4,8 Mio. t) folgende Flächen benötigt werden: 1,2 Mio. ha (2,4 Mio. ha) Weizen oder 800.000 ha (1,6 Mio. ha) Mais oder 400.000 ha (800.000 ha) Zuckerrübe, in unserer weiteren Darstellung gehen wir von einem Rohstoffmix von 50 % Zuckerrübe und 50 % Weizen aus.

Auch Endres & Siebert-Raths 2009 prognostizieren eine starke Zunahme vor allem in dem Bereich, den sie als Biopolymerwerkstoffe der dritten Generation bezeichnen und die insbesondere in dauerhaften Anwendungen zum Einsatz kommen sollen. Nach ihren Erhebungen liegt die weltweite Kapa-

zität für biologisch abbaubare Kunststoffe bei ca. 440.000 t (Stand Dezember 2008), von denen etwa die Hälfte auf Europa entfällt. Von diesen 440.000 t sind 274.000 t bio-basierte Kunststoffe; der Rest sind petrochemische Additive/Blends für bio-basierte Kunststoffe (118.000 t) und abbaubare auf petrochemischer Basis (48.000 t). Für 2010 nehmen Endres & Siebert-Raths 2009 eine Vervielfachung der Kapazitäten auf mindestens 2,5 Mio. t an, davon über 1,6 Mio. t bio-basierte Kunststoffe. Neben PLA sehen sie vor allem Wachstumsmärkte für PHAs, bio-basiertes PE, PA und PUR. Für das Jahr 2020 wird angenommen, dass in der EU mindestens 10 % der 2008/09 eingesetzten 40 Mio. t Kunststoffe durch Biopolymere ersetzt werden, der Markt sich also auf etwa 4 Mio. t in der EU entwickelt. (Endres & Siebert-Raths 2009)

Nach einer kurzen Umfrage unter am Projekt beteiligten Experten wurden folgende Prognosen für die Produktion von bio-basierten Kunststoffen in Deutschland aufgestellt:

- PLA: 800.000 bis 1 Mio. t/a (Capitain 2009a, Schnarr 2009)
- PHA, PHB etc.: 50.000 bis 300.000 t/a (Capitain 2009a, Boehland 2009, Schnarr 2009)
- Bio-PP und -PE: 150.000 bis 1 Mio. t/a (Capitain 2009a, Boehland 2009, Schnarr 2009)
- Bio-PDO: 10.000 bis 1 Mio. t/a (Capitain 2009a, Boehland 2009, Schnarr 2009)
- PU, Bio-PA (aus Pflanzenölen und Glycerin): 30.000 bis 100.000 t/a (Boehland 2009, Schnarr 2009)

*Fazit/Szenarien*
Für den Einsatz in der EU rechnen wir (s.o.) im Jahr 2020 mit 3 Mio. t bio-basierten Kunststoffen (Szenario 1) bzw. 6 Mio. t (Szenario 2). Ohne verbesserte Rahmenbedingungen rechnen wir damit, dass nur etwa 10 % dieser Menge in Deutschland produziert wird, bei guten Rahmenbedingungen könnte der Anteil aber durchaus bei 30 % liegen – dies wäre etwa der Anteil, den Deutschland aktuell an der europäischen Kunststoffproduktion von insgesamt 65 Mio. t hält (www.plasticeurope.org).

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| biol. abbaubare und dauerhafte Bio-basierte Kunststoffe | Stärke und Zucker (80 %) | Jährlich zweistelliges Wachstum auf Anwenderseite | Einsatz in der EU: 3 Mio. t (auf Basis Stärke und Zucker: 2,4 Mio. t)<br>Produktion in D: 240.000 t (10 % des EU-Einsatzes)<br>(60.000 ha Weizen und 20.000 ha Zuckerrübe) | Einsatz in der EU: 6 Mio. t (auf Basis Stärke und Zucker: 4,8 Mio. t)<br>Produktion in D: ca. 1,44 Mio. t (30 % des EU-Einsatzes)<br>(350.000 ha Weizen und 120.000 ha Zuckerrübe) |
| primär dauerhafte, inkl. Schäume | Cellulose, Pflanzenöle, Lignin (20 %) | Jährlich einstelliges Wachstum auf Anwenderseite | Einsatz in der EU 600.000 t<br>Produktion in D: 120.000 t (20 % des EU-Einsatzes)<br>bei 40 % Rapsöl-basiert wären dies etwa 24.000 ha Raps<br>(für Cellulose, Lignin etc. ergeben sich keine Flächeneffekte) | Einsatz in der EU 1,2 Mio. t<br>Produktion in D: 360.000 t (30 % des EU-Einsatzes)<br>bei 30 % Rapsöl-basiert wären dies 55.000 ha Raps<br>(für Cellulose, Lignin etc. ergeben sich keine Flächeneffekte) |

*Tabelle 24: Szenarien für Bio-basierte Kunststoffe*

## 2.2 Textilien

*Marktpotenziale*

Aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung wird die Nachfrage nach Bekleidungstextilien weiter zunehmen. Gleichzeitig ist der Baumwollanbau in einer weltweiten Krise. Diese beruht vor allem darauf, dass Baumwolle einen hohen Wasser-, Dünge- und Pestizideinsatz benötigt, was sowohl für die erzielbare Rendite, als auch für eine nachhaltige Bewirtschaftung problematisch ist. Entsprechend

gehen z.B. in den USA, dem ehemals führenden Anbauland, die Flächen kontinuierlich zurück (Piotrowski 2009). Aber auch andere Länder haben zunehmende Probleme mit dem Baumwollanbau und suchen nach Alternativen. Insgesamt führt dies dazu, dass die Baumwolle am Gesamtbekleidungsmarkt stetig Anteile an synthetische Fasern verliert, die sich parallel in ihrem Eigenschaftsprofil deutlich verbessert haben.

Dennoch besteht weiterhin eine große und wachsende Nachfrage nach Naturfasern, die zu einem „Cellulosics Gap“ (Harms 2006) führt, das durch folgende Optionen gedeckt werden könnte:

- Andere **Faserpflanzen** wie z.B. Flachs, Hanf oder auch weitere Bast- und Blattfasern können sowohl im Bekleidungstextil- wie auch im technischen Bereich (Non-wovens) verstärkt eingesetzt werden. In China und Kanada laufen aktuell große Projekte an, die versuchen, Hanf in großem Stil über sog. Kotonisierung (chemisch und/oder enzymatisch) in bestehende textile Ketten zu integrieren (Finnis 2009). Dies wäre grundsätzlich auch in Deutschland möglich.
- **Synthetische Cellulosefasern** auf Holzbasis wie Viskose oder Lyocell weisen sehr gute Eigenschaften als Textilfasern im Bekleidungs- und auch technischen Bereich (Non-wovens) auf. Korte 2008 schätzt, dass cellulosische Fasern am Weltmarkt einen Anteil von 30 bis 40 % halten werden und dieser primär mit synthetischen Cellulosefasern gedeckt werden wird. Bereits in den letzten Jahren wurde der weltweite Absatz für Cellulosefasern gesteigert und erst durch die wirtschaftliche Lage zum Ende 2008 kam es zu sinkenden Fasernachfragen bei Viskose und Lyocell. Lenzing als einer der wichtigsten Produzenten steigerte seine weltweiten Kapazitäten für Viskose von 450.000 t in 2007 auf 610.000 t in 2010 (vor allem durch Ausbau und neue Kapazitäten in Indonesien und Indien) und für Lyocell um 10.000 t in Österreich von 120.000 t auf 130.000 t (Lenzing 2008). Für Lyocell werden schon heute vor allem Buchen aus Deutschland eingesetzt.
- **Biopolymere wie PLA** eignen sich ebenfalls als Textilfasern, weisen gute Trageeigenschaften auf und werden bereits in geringen Mengen im Textilbereich (T-Shirts und Bettwäsche) eingesetzt. Es ist zu erwarten, dass sich diese Mengen erheblich steigern werden, wenn PLA besser am Markt verfügbar ist. Dies wäre prinzipiell auch in Deutschland möglich.

*Abhängigkeit vom Erdölpreis*
Da synthetische Fasern inzwischen einen Weltmarktanteil von über 60 % aufweisen und ihr Preis maßgeblich vom Erdölpreis bestimmt ist, wird die weitere Entwicklung im Textilbereich sehr stark vom Erdölpreis bestimmt. Ein hoher Erdölpreis macht die oben beschriebenen Alternativen immer attraktiver.

*Substitution von Importen*
Die deutsche Textilindustrie hat in den letzten Jahrzehnten bereits sehr stark an Volumen eingebüßt. Gerade in den ersten Verarbeitungsstufen (Faseraufbereitung, Spinnen, Weben) sind nur wenige Betriebe übrig geblieben.

Es erscheint unrealistisch, dass in Deutschland Naturfasern für den Export produziert werden, da dies in anderen Ländern entweder preiswerter oder bereits etablierter ist. Möglich wäre aber eine Hanf-Kotonisierungslinie für den einheimischen Bedarf. Im Bereich der synthetischen Cellulose- und PLA-Fasern sind auch Entwicklungen zu neuen Produktionsstätten für den Eigenbedarf und den Export denkbar. Auf diese Weise könnten dann Baumwollfasern substituiert werden.

*Prognosen und Szenarien*
Es liegen uns keine Prognosen für den deutschen Textilmarkt vor, die sich mit einer Produktion von neuen Textilfasern befassen. Da die Biopolymer-Fasern bereits unter den Biowerkstoffen erfasst wurden und die synthetischen Cellulosefasern nicht flächenrelevant werden (siehe Einleitung am Anfang dieses Kapitels), gilt es, die potenzielle Anbaufläche von heimischen Naturfasern, insbesondere Hanf, abzuschätzen.

Die deutsche Textilindustrie hat im Jahr 2008 insgesamt 830.000 t Fasern verarbeitet (für Bekleidungs- und Heimtextilien sowie technische Textilien (58 %)), davon 91 % Chemiefasern, 6 % Baumwolle und 3 % Wolle (TT 2009). Technisch gesehen können höchstens Fasern in der Baumwolllinie substituiert werden, also ein Teil der 6 % (= 50.000 t/a).

Im Szenario 1 sehen wir keine Chancen, dass sich eine neue deutsche Textillinie auf Basis von Hanf entwickeln wird, aber im Szenario 2 halten wir eine Substitution von etwa 10.000 t/a ( = 7.000 ha) unter den dann guten Rahmenbedingungen für denkbar. Hierfür könnten die heute verfügbaren Standardqualitäten chemisch oder enzymatisch kotonisiert und dann auf bestehenden Baumwoll-Rotorspinnmaschinen verarbeitet werden.

Grundsätzlich wäre dies entsprechend auch mit Nesselfasern möglich, deren Gewinnung sich aber bis jetzt nicht in Deutschland etablieren konnte. Auch für deutschen Flachs bestehen nur geringe Chancen, da große Mengen textile Flachsfasern in Frankreich, Belgien und den Niederlanden produziert werden und für jede Flachswirtschaft in anderen EU-Ländern eine erdrückende Konkurrenz darstellen.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Textilien | Naturfasern wie vor allem Bast-, Blatt- und Fruchtfasern, als heimische Faser vor allem Hanf. | Einheimische Naturfasern spielen seit längerem keine Rolle mehr in der deutschen Textilindustrie | Keine Etablierung | Einsatz in Deutschland produzierter Hanffasern: bis zu 10.000 t/a ( = 7.000 ha) |

*Tabelle 25: Szenarien für Textilien aus Naturfasern*

## 2.3 Dämmstoffe

Holzfaserdämmstoffe, die aktuell etwa 60 % der Naturdämmstoffe ausmachen, sollen hier nicht weiter betrachtet werden, da ihr Wachstum am Markt keine Flächeneffekte hat (siehe Einleitung am Anfang dieses Kapitels).

Als Naturdämmstoffe kommen eine Vielzahl von Naturfasern, Stroh und Agrarnebenprodukte sowie Schafwolle zum Einsatz. Die größten Marktanteile nach Holzfasern haben Hanf und Flachs.

*Abhängigkeit vom Erdölpreis*
Die Preise von Dämmstoffen aus Mineral- und Glasfasern sowie von petrochemischen Kunststofffasern sind stark vom Energie- und Erdölpreis abhängig.

*Substitution von Importen*
Die meisten NaWaRo-Dämmstoffe werden bereits aus einheimischen nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Substituiert werden könnte allenfalls Flachs aus Frankreich, Belgien und den Niederlanden.

*Marktpotenziale und Szenarien*
Die Frage ist demnach, ob Naturfaserndämmstoffe aus heimischen Naturfasern ein Wachstumspotenzial haben. Der gesamte Dämmstoffmarkt liegt in Deutschland bei etwa 25 Mio. m3, davon sind etwa 5 % aus nachwachsenden Rohstoffen, und hiervon wiederum ca. 9 % aus Naturfasern, vor allem Hanf und Flachs. Auf die Tonnage umgerechnet waren dies im Jahr 2005 knapp 2.000 t Hanf und knapp 900 t Flachs. (Carus et al. 2008a)

Im Szenario 1 wird ein jährlich einstelliges Wachstum aufgrund von technischen Optimierungen, Produktionskostensenkungen und steigenden Energiepreisen (die Produktionskosten der Mineralwolle sind stark vom Energiepreis abhängig) angenommen und eine Dämmstoffmenge von 4.000 t Hanf (ca. 2.600 ha) und 2.000 t Flachs (importiert).

Im Szenario 2 sind erheblich größere Marktanteile denkbar. In Kapitel 6.4.1 wurde in einem Gedankenexperiment überlegt, was für Mengen und Flächen möglich wären, wenn Hanfdämmstoffe so stark gefördert würden, dass sie preisgleich zu Mineralwolle wären. Bei einem Marktanteil am Gesamtdämmmarkt von 10 % käme Hanf dann auf eine Anbaufläche von 50.000 bis 60.000 ha. Wir nehmen in Szenario 2 stattdessen einen Marktanteil von 5 % an, der einer Anbaufläche von 25.000 bis 30.000 ha entsprechen würde.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Naturfaser-dämmstoffe | Vor allem Hanf- und Flachsfasern | kontinuierlicher Anstieg in den letzten Jahren, unterstützt von Markteinführungs-programm | Einsatz von 4.000 t Hanf (ca. 2.600 ha) und 2.000 t Flachs (importiert) in der deutschen Dämmstoffproduktion | Einsatz von 37.500 bis 45.000 t einheimischen Hanfes (25.000 bis 30.000 ha) |

*Tabelle 26: Szenarien für Dämmstoffe aus Naturfasern*

## 2.4 Oleochemie und sonstige Pflanzenölanwendungen

*Marktpotenziale*
Die aktuellen Trends im Bereich der Oleochemie, insbesondere im Bereich der Tenside als größter Gruppe dieser Anwendungen, wurden in Kapitel 1.3.1 bereits ausführlich dargestellt. Die Oleochemie setzt in Deutschland demnach derzeit etwa 1 Mio. t/a nachwachsende Rohstoffe ein. Nach Angaben des VCI werden etwa 11,2 % der Gesamtrohstoffmenge der chemischen Industrie incl. der Oleochemie (bezogen auf die Gesamtmenge von 2,1 Mio. t in der gesamten chemischen Industrie gegenüber 17 Mio. t petrochemischer Rohstoffe) genutzt. Der Anteil stieg von 1991 (8 %) über 1998 (8,9 %) auf den aktuellen Wert kontinuierlich an.

Der Einsatz von Pflanzenölen als nachwachsende Rohstoffe stellt nach Angaben verschiedener Experten einen Wachstumsmarkt dar, wobei in bestimmten Teilbereichen wie etwa im Bereich der Tenside die Anteile nachwachsender Rohstoffe als Substitute petrochemischer Inhaltsstoffe überdurchschnittlich zunehmen (Hill 2008). Potenzielle Wachstumsmärkte im Bereich der stofflichen Pflanzenölnutzung sind vor allem umweltsensitive Anwendungen wie Schmierstoffe (Lenz & Weber 2006, Theissen 2006, Theissen 2008, Peterek 2008, Luther 2009) und Tenside sowohl im Bereich der Wasch- und Reinigungsmittel, hier vor allem Alkylgycoside, wie auch als Trägersubstanz in Pflanzenschutzmitteln (Graf von Armansperg 2006, Hill 2008).

Der Markt für Tenside liegt bei etwa 10 Mio. t pro Jahr weltweit, von denen etwa die Hälfte als Wasch- und Reinigungsmitteltenside produziert werden. Dabei liegt der Tensidanteil in Waschmitteln bei 20 bis 30 %, von denen jedoch die meisten petrochemisch hergestellt werden, vor allem Lineare Alkylbenzolsulfonate (LAS). Innerhalb der Fettalkoholethoxylate (FAEO) und der Fettalkoholethersulfate (FAES) sind sowohl petrochemische wie auch oleochemische Produktionsmethoden möglich, wobei die petrochemische Produktion in der Regel wirtschaftlicher ist. Fettalkoholsulfonate (FAS) werden dagegen ausschließlich oleochemisch hergestellten, stellen jedoch auch nur einen vergleichsweise kleinen Anteil an der Gesamttensidmenge. (Graf von Armansperg 2006). Als Zukunftsoption spielt vor allem der Bedarf an alternativen Rohstoffen zur Verbreiterung der Rohstoffbasis für Tenside eine große Rolle. Dabei werden die auf Paraffinen und Ethen basierenden synthetisch hergestellten Fettalkohole sukzessive durch natürliche Fettalkohole auf Methylesterbasis ersetzt, die bereits jetzt einen Anteil von nahe 75 % an der Gesamtkapazität von 3,1 Mio. t weltweit haben (Hill 2008).

Bei den Schmierstoffen liegt das zukünftige Marktpotenzial vor allem bei Verbrauchsschmierstoffen wie Hydraulik- und Motorenöle im Nutzfahrzeugbereich, die zudem von neuen Eigenschaften profitieren können, die es bei fossil basierten Schmierstoffen nicht gibt (Hill 2008). Der aktuelle Marktanteil der Bio-Schmierstoffe wird dabei auf 4 – 5 % in Deutschland und 1 – 2 % in Europa geschätzt (Luther 2009). Vom technischen Standpunkt gesehen, könnten mehr als 90 % aller Schmierstoffe Bio-Schmierstoffe sein (Luther 2009), wenn die Markteintrittsbarrieren wie mangelnde Bekanntheit, Vorbehalte gegen die Eigenschaften sowie tatsächlich vorhandene technische Probleme (Stabilität, Lebensdauer, Ölwechselintervalle) abgebaut werden. Neuartige Techniken ermöglichen effektive Umwandlungen von Pflanzenölen in synthetische Ester, die mit Estern auf petrochemischer Basis vergleichbar sind und entsprechend ebenfalls zur Produktion von Schmierstoffen eingesetzt werden können. Gleiches trifft auch auf die Fettalkohole für die Tensidherstellung zu, deren natürlicher Anteil entsprechend weltweit von 60 % (2004) auf 73 % (2007) zugenommen hat (Hill 2008).

Glycerin als Nebenprodukt der Biodieselherstellung kann sowohl direkt, als auch chemisch modifiziert bei einer Reihe von Produkten der chemischen Industrie Verwendung finden (u.a. Lünnemann 2007, Pagliaro et al. 2007). Als besonders Erfolg versprechend wird hier beispielsweise die Herstellung von Acrolein für Polyole zur Herstellung von Polyurethanen sowie einer Reihe weiterer Plattformchemikalien angesehen (Christensen et al. 2008). Daneben stellt Glycerin einen potenziellen Fermentationsrohstoff für eine Reihe von Produkten der industriellen Biotechnologie dar; entsprechende Prozesse, wie etwa die Herstellung von 1,3-Propandiol (Wittlich 2001, Ringel et al. 2009) oder Bernsteinsäure (Scholten et al. 2009) befinden sich allerdings derzeit noch in der Erforschung und sind zum derzeitigen Zeitpunkt gegenüber petrochemischen Prozessen oder Fermentationsprozessen auf der Basis von Stärke (z.B. Bio-PDO von DuPont/Tate & Lyle) nicht konkurrenzfähig. Die Nutzung des biogenen Glycerins ist eng mit der Biodieselproduktion gekoppelt, mit dem Rückgang der Nachfrage nach Biodiesel als Kraftstoff verringert sich entsprechend auch die Menge des verfügbaren Glycerins.

Neben den angesprochenen Punkten könnten Neuzüchtungen oder gentechnisch veränderte Rohstoffpflanzen, die über optimierte Ölzusammensetzungen für spezifische Anwendungen verfügen, Potenziale für den vermehrten Einsatz von Pflanzenölen oder für die Substitution importierter Laurinöle bieten. Darunter fallen bspw. +0-Raps mit hohem Erucasäure-Anteil für Tenside oder Polymere, High-Oleic-Sonnenblumen mit einem stark erhöhten Ölsäuregehalt für Schmierstoffe (Luther 2009), oder Wachsester aus gentechnisch veränderter Krambe, ebenfalls zur Herstellung von Schmierstoffen (ICON 2008).

*Abhängigkeit vom Erdöl*
Hauptkonkurrenten der Pflanzenöle im Bereich der Oleochemie sind in der Regel Produkte, die auf einer petrochemischen Rohstoffbasis produziert werden und die entsprechend ganz erheblich vom Erdölpreis abhängen. Da sich unserer Erwartung nach die Preise für Agrar- und Forstrohstoffe moderater entwickeln werden als der Erdölpreis, kann man grundsätzlich von einer sich verbessernden Wettbewerbssituation ausgehen.

*Substitution von Importen*
Von den aktuell eingesetzten Pflanzenölen stammen etwa 70 % aus Importen, vor allem Sojasaaten und Laurinölen (Palmkern- und Kokosöl). Letztere können aufgrund der Zusammensetzung aktuell nicht oder nur teilweise durch heimische Öle substituiert werden. Etliche Prozessketten könnten aber in Absprache mit den Kunden prinzipiell umgestellt werden, wenn sich dies finanziell lohnen würde.

Auch durch die Grüne Biotechnologie (smart breeding, TILLING) und insbesondere die Grüne Gentechnik könnte das Ölsäure-Spektrum den Bedürfnissen der Chemischen Industrie angepasst werden. Hierfür ist es notwendig, die derzeit bestehenden Hürden für die Gentechnik zu überwinden, wie dies bereits auf der Ebene der Europäischen Union geschieht.

Abseits von diesen sehr speziellen Pflanzenölen ist eine Importsubstitution insbesondere für Sojaöl durch den heimischen Anbau von Raps und anderen Ölpflanzen möglich, die qualitativ gleichwertige Rohstoffe darstellen. Entscheidend für die Nutzung und Importquoten sind hierbei vor allem die Marktpreise und die Infrastruktur.

*Prognosen*
Hardy 2002 bzw. NRC 2000 geben für den gesamten Bereich der organischen Chemie für 2020 einen Rohstoffanteil nachwachsender Rohstoffe von 25 % an. Die OECD 2009 nimmt aufbauend auf Angaben der USDA 2008 eine Quote bio-basierter Chemikalien von 20 bis 25 % der Gesamtmenge an, insbesondere im Bereich der Spezial- und Feinchemie. Diese Zahlen sind auf die Oleochemie als größten Einzelbereich der chemischen Industrie direkt übertragbar.

Basierend auf dieser Annahme wird es bis 2020 aus unserer Sicht im Idealfall (Szenario 2) mindestens eine Verdoppelung des Anteils pflanzlicher Öle in der oleochemischen Produktion geben, womit ein Anteil von 20 % bis 25 % an der Gesamtrohstoffmenge angenommen werden kann; bei Annahme einer Stagnation der Gesamtmenge von etwa 20 Mio. t Gesamtbedarf entspricht dies etwa 4 bis 5 Mio t in der gesamten chemischen Industrie, bzw. 1,5 bis 2 Mio. t in dem hier betrachteten Bereich der Oleochemie, wobei von einem stark gesunkenen Importanteil von 35 % (entspricht dem aktuellen Tensidanteil der Gesamtmenge) ausgehend kalkuliert wird (Umstellung von Prozessketten auf einheimische Öle).

Bei weniger guten Bedingungen (Szenario 1) gehen wir von einem Anteil von etwa 16 bis 18 % Deckung des Gesamtbedarfs aus, zugleich ist jedoch auch ein höherer Importanteil durch Sojaöl und

andere theoretisch substituierbare Pflanzenöle zu erwarten (Annahme 60 % Import, damit etwa eine Reduktion von 10 % gegenüber der aktuellen Situation).

Für die Kalkulation der einheimischen Anbauflächen wird nachfolgend vereinfachend eine alleinige Nutzung von Rapsöl angenommen. Aus einem Hektar Rapssaat können etwa 1,5 t Pflanzenöl gewonnen werden, was bedeutet, dass für die angenommenen ca. 600.000 t Rapsöl aus heimischem Anbau im Szenario 1 bis 400.000 ha und für die angenommenen 1,3 Mio. t in Szenario 2 etwa 850.000 ha benötigt werden.

Die großen resultierenden Flächen mögen zunächst erstaunen. Sie resultieren zum einen aus dem steigenden Anteil der Pflanzenöle in der Oleochemie und zum anderen aus einer deutlich steigenden heimischen Deckung des Bedarfs. Es ist seit langem bekannt, dass viele Prozessketten prinzipiell auf einheimische Öle umgestellt werden können, nur fehlten hierzu bislang die finanziellen Anreize. Bei günstigen Rahmenbedingungen (Szenario 2) könnten die Anreize groß genug sein, einen Teil der Prozesse umzustellen.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Oleochemische Produkte | Pflanzenöle | Kontinuierliche Zunahme | Produktion in D: bis 1,5 Mio. t (16-18 % des Gesamtrohstoffbedarfs)<br>bei 40 % Rapsöl (600.000 t) wären dies etwa 400.000 ha Raps. | Produktion in D: 2 Mio. t (20-25 % des Gesamtrohstoffbedarfs)<br>bei 65 % Rapsöl (1,3 Mio. t) wären dies etwa 850.000 ha Raps. |

*Tabelle 27: Szenarien für die oleochemische Produktion*

## 2.5 Chemische Industrie / Biotechnologie (ohne Oleochemie und Biowerkstoffe)

*Marktpotenziale*
Wie in Kapitel 1.3 ausführlich dargestellt, setzt die chemische Industrie (incl. Kunststoffindustrie und Cellulosefasern, ohne Oleochemie) in Deutschland derzeit etwa 1,37 Mio. t nachwachsende Rohstoffe ein. Nach Abzug der Cellulosefaser (s. Abschnitt „Textilien“) und der Kunststoffe (s. Abschnitt „Biowerkstoffe“) verbleiben noch etwa 700.000 t in der traditionellen chemischen Industrie zur Herstellung von Chemikalien und anderen Chemieprodukten. Nach Angaben des VCI werden etwa 11,2 % der Gesamtrohstoffmenge (bezogen auf die Gesamtmenge von 2,1 Mio. t in der gesamten chemischen Industrie gegenüber 17 Mio. t petrochemischer Rohstoffe) genutzt. Der Anteil stieg von 1991 (8 %) über 1998 (8,9 %) auf den aktuellen Wert kontinuierlich an.

Die Fermentationsindustrie in Deutschland basiert vor allem auf Zucker- und Melasseprodukten sowie auf Stärkehydrolysaten, wobei die beiden Rohstoffe in den meisten Fällen austauschbar sind. Weitere Fermentationsrohstoffe wie bspw. Pflanzenöle oder Rohglycerin aus der Biodieselherstellung sowie Holzzucker werden aktuell nicht bzw. nur im Labormaßstab eingesetzt. Sowohl für Zucker wie auch

für Stärke wird ohne verbesserte Rahmenbedingungen ein Wachstum in allen Fermentationsbereichen von 4 – 5 % pro Jahr geschätzt (März 2009).

Von der wachsenden Bioethanolproduktion gehen etwa 10 % anteilig in die stoffliche Nutzung.

Der Fachverband Stärke bekennt sich in einem Positionspapier vom Dezember 2008 auf eine nachhaltige und umfassende Fortsetzung und Erweiterung der stofflichen Nutzung von Stärke und will vor allem die Nutzung im Bereich der Fermentationsindustrie (Organische Säuren, Aminosäuren, Antibiotika, Vitamine, Polysaccharide, Enzyme, Hefe und Ethanol), der chemischen Industrie (mit Schwerpunkt auf Biowerkstoffen und Tensiden) und in anderen Bereichen fördern (Fachverband Stärke 2008b).

Zucker und Stärke werden ebenso wie Holz in Form von Forstholz, Restholz und Kurzumtriebsplantagen zusammen mit anderer lignocellulosereicher Biomasse als Rohstoffbasis für die bislang weitgehend theoretischen Bioraffineriekonzepte zur Produktion einer ganzen Reihe von Plattformchemikalien, Biomonomeren und darauf aufbauenden Biopolymeren diskutiert. Dabei stellt Holz gemeinsam mit einigen weiteren lignocellulosehaltigen Rohstoffen wie Getreidestroh und Reststoffen aus der Futtermittel- und Nahrungsmittelindustrie neben Zucker und Stärke den bevorzugten Rohstoff dar, da er zum einen in scheinbar sehr großen Mengen vorhanden und verfügbar ist, zum anderen in keinem direkten Konkurrenzverhältnis zu Nahrungsmitteln steht. Weitere potenzielle Rohstoffe sind grüne Biomasse (Grüne Bioraffinerie) sowie die traditionellen Fermentationsrohstoffe Stärke und Zucker in Form von Melasse und Dicksaft. Eine erste größere Bioraffinerie soll in den nächsten Jahren in Leuna entstehen und 2011 die Produktion aufnehmen (Stokoe 2009).

Die aus dem Holz gewonnenen Zucker können wie Zucker (Melasse und Dicksaft) aus Zuckerrohr und Zuckerrüben oder jene aus Stärke genutzt werden. Dabei werden für die biotechnologische Produktion vor allem organische Säuren wie Milchsäure, Essigsäure, Bernsteinsäure (u.a. Bechthold et al. 2008), Gluconsäure und Itakonsäure sowie einige weitere Plattformchemikalien wie 1,2-Propandiol und 1,3-Propandiol und Biopolymere wie PLA, PHB und andere (s. Kap. 2.1) ins Auge gefasst. Die vollständige Betrachtung der vielfältigen Optionen und Prognosen zur Nutzung im Rahmen der Biotechnologie und der unterschiedlichen Bioraffineriekonzepte würde den Rahmen dieser Studie sprengen und wurde in zahlreichen umfangreichen Studien explizit behandelt (vgl. Werpy et al. 2004, Patel et al. 2006, Kamm et al. 2006, Nusser et al. 2007c, van Groenestijn et al. 2008 u.v.a).

*Abhängigkeit vom Erdöl*
Hauptkonkurrenten im Bereich der chemischen Industrie und Biotechnologie sind in der Regel Chemikalien, die auf einer petrochemischen Rohstoffbasis produziert werden und die entsprechend ganz erheblich vom Erdölpreis abhängen. Da sich unserer Erwartung nach die Preise für Agrar- und Forstrohstoffe moderater entwickeln werden als der Erdölpreis, kann man grundsätzlich von einer sich verbessernden Wettbewerbssituation ausgehen.

*Substitution von Importen*
Die wichtigsten Rohstoffe für bio-basierte Rohstoffe im Bereich der Biotechnologie sind Stärke, Zucker und zukünftig potenziell auch Holz- bzw. andere Lignocelluloserohstoffe sowie Glycerin als Fermentationsrohstoff. Eine Importsubstitution ist insbesondere bei Stärke und Zucker möglich, für die qualitativ gleichwertige Rohstoffe aus heimischem Anbau zur Verfügung stehen. Entscheidend für die Nutzung und Importquoten sind hierbei vor allem die Marktpreise und die Infrastruktur.

*Prognosen*

Prognosen, die den gesamten Bereich der chemischen Industrie und der Biotechnologie übergreifend abdecken können, sind rar und entsprechend nur mit einiger Unsicherheit machbar. Hardy 2002 bzw. NRC 2000 geben für den gesamten Bereich der organischen Chemie im Jahr 2020 einen Rohstoffanteil nachwachsender Rohstoffe von 25 % an, zitiert wird zudem der CEO von DuPont, der bereits für 2010 eine Quote von 25 % anstrebt. OECD 2009 nimmt aufbauend auf Angaben von USDA 2008 eine Quote bio-basierter Chemikalien von 20 bis 25 % der Gesamtmenge an, insbesondere im Bereich der Spezial- und Feinchemie.

Folgen wir dem Trend der zunehmenden Nutzung von biobasierten Rohstoffen in der Chemie und einzelnen Prognosen für ausgewählte Plattformchemikalien (Bernsteinsäure, Essigsäure u.a.) für den Bereich der Biotechnologie, kann es bis 2020 aus unserer Sicht im Idealfall (Szenario 2) eine Verdoppelung des NaWaRo-Anteils in der chemischen Produktion geben, womit ein Anteil von 20 % bis 25 % an der Gesamtrohstoffmenge angenommen wird; bei Annahme einer Stagnation der Gesamtmenge von etwa 20 Mio. t Gesamtbedarf entspricht dies etwa 4 bis 5 Mio. t in der gesamten chemischen Industrie, bzw. 1,25 bis 1,5 Mio. t in dem hier betrachteten Bereich ohne Biowerkstoffe, Cellulosefasern und der Oleochemie mit einem Importanteil von etwa 35 %. Bei weniger guten Bedingungen (Szenario 1) gehen wir von einem Anteil von etwa 16 bis 18 % Deckung des Gesamtbedarfs aus, zugleich ist jedoch auch ein höherer Importanteil zu erwarten (Annahme 60 % Import).

Für die Kalkulation der Flächen wird nachfolgend vereinfachend eine Nutzung von 50 % Zuckerrübe und 50 % Weizen als Rohstoffgrundlage angenommen, da Zucker und Stärke allen Angaben zufolge den Hauptteil der Rohstoffe für die chemische Industrie stellen werden. Aus einem Hektar Weizen können etwa 4 t Stärke gewonnen werden und aus einem Hektar Zuckerrüben etwa 9,4 t Zucker. Das bedeutet, dass für die angenommenen 450.000 t NaWaRo im Szenario 1 24.000 ha Zuckerrüben und 56.000 ha Weizen sowie für die in Szenario 2 angenommen ca. 1 Mio. t NaWaRo etwa 55.000 ha Zuckerrüben und 125.000 ha Weizen benötigt werden.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Chemische Industrie und Biotechnologie | Vor allem Zucker und Stärke | Kontinuierliche Zunahme | Produktion in D: 1,2 Mio. t (16-18 % des Gesamtrohstoffbedarfs)<br>bei 40 % heimischer Deckung (450.000 t) 24.000 ha Zuckerrüben und 56.000 ha Weizen | Produktion in D: 1,5 Mio. t (20-25 % des Gesamtrohstoffbedarfs)<br>bei 65 % heimischer Deckung (1 Mio. t) 55.000 ha Zuckerrüben und 125.000 ha Weizen |

*Tabelle 28a: Szenarien für die chemische und biotechnologische Produktion*

## 2.6 Arzneipflanzen

*Aktuelle Trends*
Die Nachfrage nach Arzneipflanzen für Arzneimittel, Kosmetik und auch Health Food als Alternative zu chemischen Inhaltsstoffen ist steigend, da Konsumenten zunehmend nach natürlichen Inhaltsstoffen schauen; insbesondere die Nachfrage nach dokumentierter Ware nimmt deutlich zu und bietet ein zusätzliches Anbaupotenzial für Deutschland. (Schmitz et al. 2007b).

Der Bereich der Pharmaindustrie verarbeitet einen vergleichsweise geringen Teil der nachwachsenden Rohstoffe, gehört jedoch zu den Bereichen mit einer sehr hohen Wertschöpfung und ist daher insbesondere für die Produktion von pharmazeutisch wirksamen Inhaltsstoffen sehr interessant. In diesen Bereich fallen aktuell vor allem Extrakte aus Arzneipflanzen sowie eine Reihe von biotechnologisch hergestellten Wirkstoffen (s.o.). Proteine, Pflanzenöle und Fette, Ethanol sowie Inhaltsstoffe auf der Basis von Zucker oder Stärke, die vor allem als Hilfsstoffe genutzt werden, sind weitgehend stabil und es sind keine größeren Potenziale für einen vermehrten Einsatz in Zukunft zu erwarten. Ätherische Öle sind aufgrund klimatischer Bedingung in Deutschland nur in geringem Maße anbaubar (Aufkommen < 1 t/a), lediglich Kamille und Zitronenmelisse sind in Deutschland zum aktuellen Zeitpunkt kostendeckend zu produzieren (Schmitz et al. 2007).

*Abhängigkeit vom Erdöl*
Eine Abhängigkeit des Preises für Phytopharmaka vom Erdölpreis besteht nur mittelbar über die Kosten bei der Kultivierung (Düngemittel, Treibstoffe) und könnte bei einer technischen Optimierung der Prozesse minimiert werden.

*Substitution von Importen*
Der Gesamtbedarf an in Deutschland potenziell kultivierbaren Arzneipflanzen beträgt derzeit etwa 25.000 t, von denen jedoch nur maximal 5.000 t tatsächlich in Deutschland angebaut werden. Für diesen Anbau wird eine Gesamtfläche von etwa 10.000 ha angenommen, die von etwa 750 Betrieben bewirtschaftet werden. Der gegenwärtige Markt ist entsprechend durch Importe bestimmt, da der Anbau in Deutschland wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig gegenüber dem Anbau in Ost- und Südeuropa oder Übersee ist. Eine Stärkung des heimischen Anbaus und damit einhergehende Substitution von Importen ist nur unter der Bedingung einer maximalen Optimierung der Anbau-, Ernte- und Verarbeitungstechnik sowie der Pflanzen selbst denkbar.

*Prognosen*
Schmitz et al. 2007b erwarten aufgrund des aktuellen Trends eine deutliche Markt- bzw. Nachfragezunahme bei den Phytopharmaka von 10 % pro Jahr. Würde der aktuelle Gesamtbedarf in Deutschland durch Eigenanbau gedeckt, ließe sich die Fläche entsprechend auf bis zu 50.000 ha steigern. Realistische Einschätzungen führen zu Szenarien, die in einzelnen Bereichen eine Verdoppelung bis Verdreifachung der Anbaumenge erwarten lassen (Kamille, Baldrian, Zitronenmelisse) (Schmitz 2007b); bei Optimierung der Technik sowie der Pflanzen durch moderne Pflanzenzucht und der damit erzielten Kostenreduktion wäre für 2020 ein Ertrag von maximal 7.500 t Arzneipflanzen aus heimischem Anbau auf einer Fläche von 15.000 ha zu erwarten. Bei zusätzlichen Anreizen durch verbesserte politische Rahmenbedingungen könnte sogar eine Verdoppelung auf 10.000 t erfolgen, verbunden mit einer Anbaufläche von 20.000 ha. Ohne Verbesserung an Technik und Pflanzen sowie ohne günstigere Rahmenbedingungen ist allerdings auch ein Rückgang der deutschen Arzneipflanzen-Produktion nicht ausgeschlossen.

| Produkt | Rohstoff | Trend der letzten 10 Jahre | Szenario 1 (2020) | Szenario 2 (2020) |
|---|---|---|---|---|
| Phytopharmaka | Arznei-pflanzen | Stagnation bzw. Rückgang im Anbau.<br>Starke Steigerung der Nachfrage | Produktion max. 7.500 t (15.000 ha)<br>Nachfrage/Importe: bis zu 100.000 t | Produktion: 10.000 t (20.000 ha)<br>Nachfrage/Importe: bis zu 100.000 t |

*Tabelle 28b: Szenarien für Arzneipflanzen*

## 2.7 Flächenpotenziale für den heimischen Anbau stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe

Die Nachfrage nach Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen (bio-based products) steigt weltweit und auch in Deutschland. Diese Nachfrage kann durch eigenen Anbau und Verarbeitung im Inland, durch Importe von nachwachsenden Rohstoffen und Verarbeitung im Inland oder auch durch eine Verlagerung der Produktion in andere Länder erfolgen.

**Szenario „Neue Politik/günstige Rahmenbedingungen" – Mengen und Flächen im Jahr 2020 (Deutschland)**

| Rohstoffe und Anwendungen | Mengen in t | Anbauflächen in ha |
|---|---|---|
| **Stärke und Zucker** in der Chemie/ Biotechnologie und Biowerkstoffen | 2.440.000 | 475.000 Weizen und 175.000 Zuckerrübe |
| **Stärke** in der Papier- und Wellpappenindustrie | 780.000 | 195.000 Weizen |
| **Pflanzenöle** in der Oleochemie und Biowerkstoffen | 1.660.000 | 905.000 Raps |
| **Naturfasern (Hanf), Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen** in Biowerkstoffen, Textilien und Dämmstoffen | 34.000 Hanf zzgl. Miscanthus, KUP und weitere | ca. 65.000–70.000 (vor allem) Hanf, Miscanthus und KUP |
| **Arzneipflanzen** | | 20.000 diverse |
| **Total** | – | **1.840.000 ha** |

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle 28c: Mengen- und Flächenpotenziale stofflich genutzter nachwachsender Rohstoffe in Deutschland*

Unter günstigen Rahmenbedingungen (z.B. Produktionskostenerstattung, Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger, hoher Ölpreis) könnte die stoffliche Nutzung bis zum Jahr 2020 in Deutschland eine Fläche von über 1,8 Mio. ha belegen, was in derselben Größenordnung wie die aktuelle energetische Nutzung läge. Die wichtigsten Rohstoffe sind Raps (905.000 ha), Weizen (670.000 ha) und Zuckerrübe (175.000 ha), deren wichtigste Einsatzgebiete die chemische Industrie allgemein und im Speziellen der Bereich Biowerkstoffe sowie die Oleochemie (Tenside, Schmiermittel) sind. Daneben können Nischenkulturen wie Hanf, Miscanthus, Kurzumtriebsplantagen und Arzneipflanzen zusammen eine Fläche von bis zu 90.000 ha erreichen. Sie werden vor allem als Biowerkstoffe (Holzwerkstoffe, naturfaserverstärkte Kunststoffe, Dämmstoffe, Textilien) sowie im Pharmabereich eingesetzt.

Unter nur wenig veränderten wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen wird eine Stagnation auf einem Niveau von ca. 300.000 ha (untere Abschätzung) bis hin zu einer Fläche von maximal 780.000 ha (obere Abschätzung) erwartet.

Durch die skizzierte Nutzung auf etwa 1,8 Mio. ha Ackerfläche werden pro Jahr 9 bis 18 Mio. t $CO_2$-Äquiv. eingespart (durchschnittliche Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a), siehe Abbildung 63). Werden die NaWaRo-Produkte nach der ersten Nutzungsphase recycelt und schließlich am Ende einer thermischen Nutzung zugeführt (Kaskadennutzung), kann sich die jährlich eingesparte Treibhausgasmenge auf etwa 18 bis 36 Mio. t $CO_2$-Äquiv. erhöhen (durchschnittliche Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a)).

Diese Zahlen beziehen sich allein auf die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen auf Ackerflächen. Die stoffliche Nutzung von Holz aus Waldflächen liegt um ein Mehrfaches höher (44,3 Mio. t Holz gegenüber 3,6 Mio. t Rohstoffen vom Acker im Jahr 2007) und führt in der Nutzung, vor allem aber auch in der Kaskadennutzung, zu insgesamt deutlich höheren Treibhausgaseinsparungen, de-ren Quantifizierung aber schwierig ist. (Bei einer Nutzwaldfläche von etwa 10 Mio. ha, die zu etwa 60 % stofflich genutzt wird, und einer durchschnittlichen Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) käme man rechnerisch auf etwa 30 bis 60 Mio. t $CO_2$-Äquiv.- Einsparung pro Jahr).

Eine gemeinsam vom Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft (BDE) und dem Umweltbundesamt (UBA) erstellte Studie kommt zu dem Ergebnis, dass allein die Verwertung von Altpapier und Altholz zusammen jährlich 20,7 Mio. t $CO_2$-Äquivalente einspart. „Durch eine Ausweitung der erfassten Menge sowie optimierte technische Anlagen ließe sich ihr Beitrag bis 2020 um den Faktor 2,5 auf 53,6 Mio. t steigern, schätzen die Autoren der Studie ein.“ (Holz-Zentralblatt, Nr. 3 v. 22.01.2010, S. 62)

Legt man die oben genannten groben Schätzungen zugrunde, werden aktuell in Deutschland durch die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe auf Acker- und Forstflächen jährlich etwa 32 bis 63 Mio. t $CO_2$-Äquiv. eingespart (ohne Kaskadennutzung; die Kaskadennutzung, vor allem im Holzbereich, führt bereits heute zu weiteren Einsparungen in Höhe von etwa 20 bis 30 Mio. t $CO_2$-Äquivalente).

Dies sind verglichen mit den vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch erneuerbare Energien (Wasser, Sonne, Wind und Biomasse), die vom BMU für 2007 mit „rund 106 Mio. t“ (EUWID Neue Energien, Nr. 21 v. 14.10.2009) angegeben werden, durchaus beachtliche Werte.

# 3 Agrarökonomische Analysen, makroökonomische Effekte, Flächenkonkurrenz und -Potenziale

*Autor: Stephan Piotrowski*

## 3.1 Einleitung und Zielsetzung

Während energetisch genutzte nachwachsende Rohstoffe in den letzten Jahren ihre Anbauflächen erheblich erweitern konnten (vgl. Kapitel 2 und 6.4.1), stagnieren die Anbauzahlen im stofflichen Bereich oder sind in einigen Bereichen sogar rückläufig. Dieser Trend ist nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen EU-Ländern festzustellen. Es scheint immer schwerer zu werden, NaWaRo-Produkte am Markt zu platzieren und Anbauflächen für die stoffliche Nutzung zu akquirieren.

Vor diesem Hintergrund ist es die Zielsetzung von Kapitel 3.2 dieser Studie, die Gründe für diese Entwicklung aus agrarökonomischer Sicht zu skizzieren, insbesondere welche Rolle Förderinstrumente (EEG, Biokraftstoffgesetzgebung) für die Rentabilität energetischer und stofflicher Nutzung spielen und in welchem Maße die Förderung im Energiebereich Einfluss auf die Rohstoffpreise genommen und damit die Konkurrenzsituation für die stoffliche Nutzung verschärft hat.

Fördermaßnahmen werden häufig u.a. mit positiven volkswirtschaftlichen Effekten wie Schaffung und Erhalt von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung begründet. Inwieweit es hier strukturelle bzw. systemische Unterschiede zwischen stofflicher und energetischer Nutzung gibt, wird in Kapitel 3.3 anhand der Auswertung neuerer Studien und eigener Erhebungen untersucht.

Unter den gegebenen Bedingungen einer Flächenkonkurrenz zwischen energetischer und stofflicher Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland ist als eine weitere Zielsetzung zu erörtern, welche Flächen für NaWaRo insgesamt und für beide Nutzungen einzeln zukünftig zur Verfügung stehen. Hierzu werden in Kapitel 3.4 neuere Potenzialstudien ausgewertet, bevor in Kapitel 3.5 eine eigene Einschätzung zur Flächenkonkurrenz und Flächenpotenzialen folgt.

Kapitel 3.6 schließlich fasst die Ergebnisse der Untersuchungen aus den Kapiteln 3.2, 3.3, 3.4 und 3.5 zusammen.

Die im gesamten Kapitel 3 skizzierten Fragestellungen sollen in dieser Studie nicht mit der gleichen Detailtiefe bearbeitet werden, wie dies bereits in umfassenden, großen Studien geschehen ist. Es geht hier eher darum, ein Resümee aus den bisher durchgeführten Arbeiten zu ziehen und grundlegende Überlegungen und Analysen anzustellen, die eine Gesamteinschätzung der Konkurrenzsituation ermöglichen, ohne sich, wie in vielen Studien geschehen, im Dschungel zahlreicher Annahmen und Einzeldaten zu verlieren. Gerade in den heutigen, höchst dynamischen Zeiten, in denen Preise und Konkurrenzanalysen zum Teil nur noch wenige Monate Gültigkeit haben und damit bereits bei Erscheinen einer Studie überholt sind, geht es darum, grundsätzliche Zusammenhänge und Einflussfaktoren zu identifizieren und zu verstehen.

## 3.2 Ökonomische Analyse energetischer und stofflicher Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Zielsetzung der Kapitel 3.2.1 und 3.2.2 ist es, darzustellen, welche Erlöse in Deutschland für Kulturen für die stoffliche und energetische Nutzung erzielt werden und wovon diese abhängen, insbesondere welche Bedeutung aktuelle Fördermaßnahmen haben. Dabei sind nur für dezidiert stofflich nutzbare Kulturen eigene Marktpreise beobachtbar (im Wesentlichen sind dies Sonderkulturen wie z.B. Faser- oder Arzneipflanzen). Für Kulturen, um die stoffliche und energetische Verwendung konkurrieren (Mais und andere Stärkepflanzen, Ölpflanzen), ist i.d.R. nur ein Marktpreis zu beobachten. Vereinzelt sind auch Preise und Deckungsbeiträge für dezidiert energetische Verwendungen beobachtbar, z.B. für Biogasmais, allerdings nur für wenige Jahre.

Unterkapitel 3.2.1 zeigt zunächst auf, wie stark die Fördermaßnahmen der letzten Jahre die Erlöse und damit die Wirtschaftlichkeit der wichtigsten NaWaRo-Linien beeinflussen. Abschnitt 3.2.2 zeigt dann anhand der Beispiele Biogasmais und Raps auf, in welchem Maß energetische Biomassenutzer durch die Fördermaßnahmen in die Lage versetzt wurden, Landwirten höhere Erzeugerpreise zu zahlen und damit Einfluss auf die Rentabilitätsverhältnisse in der Landwirtschaft genommen haben.

### 3.2.1 Bedeutung der Förderung für die Wirtschaftlichkeit von NaWaRo-Produktlinien

Die aktuelle Fördersituation energetischer und stofflicher Nutzung wird im Folgenden noch einmal zusammenfassend dargestellt. Aktuell erfährt nur die energetische Nutzung eine starke und systemische Förderung; für die Förderung stofflicher Nutzung können nur wenige und zeitlich begrenzte Beispiele genannt werden.

#### 3.2.1.1 Biogas und Festbrennstoffe (EEG)

*Biogas*
Die Hauptförderung bei der Biogasproduktion zur Verstromung und Einspeisung ins Stromnetz ergibt sich durch die erhöhte Einspeisevergütung gegenüber marktüblichen Strompreisen. Die aktuellen Einspeisevergütungen nach § 27 (1) Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) abhängig von der Anlagenleistung zeigt Tabelle 29 (vgl. auch Kapitel 6.1.1). Zusätzlich zu diesen Grundvergütungen werden u.a. Boni gezahlt für die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen (4,0 ct/kWh für Anlagen bis 5 MW, 7,0 ct/kWh für Anlagen bis 500 kW) sowie für innovative Anlagentechnik (bis zu 2 ct/kWh) und Kraft-Wärme-Kopplung (3 ct/kWh).

Als Referenzstrompreis gegenüber der EEG-Vergütung nehmen wir den Strompreis „Phelix Day Base“ der Leipziger Strombörse European Energy Exchange (EEX) an. Bei regionaler Vermarktung des Stromes könnte zwar eventuell auch ohne EEG-Förderung ein höherer Erlös als zu EEX-Preisen erzielt werden, jedoch sind die Notierungen der EEX zur Ermittlung der sog. Differenzkosten durchaus anerkannt: Nach EEG 2009 § 53 (1) sind Differenzkosten definiert als Differenz zwischen den „im jeweiligen Betrachtungszeitraum zu erwartenden Vergütungen und den Strombezugskosten pro Kilowattstunde gegenüber Dritten“.

| | Grundvergütung in ct/kWh | NaWaRo-Bonus in ct/kWh | KWK-Bonus in ct/kWh | Technologiebonus in ct/kWh |
|---|---|---|---|---|
| bis 150 kW | 11,67 | 7 | 3 | bis 2 |
| bis 500 kW | 9,18 | 7 | 3 | bis 2 |
| bis 5 MW | 8,25 | 4 | 3 | bis 2 |
| bis 20 MW | 7,79 | 0 | 3 | 0 |

*Tabelle 29: Vergütungssätze für Strom aus Biomasse nach EEG im Jahr 2009. Quelle: Deutscher Bundestag 2008*

Zur Vorgehensweise, um diese Differenzkosten zu ermitteln, heißt es beim BMU:

> „Welche Verfahren dabei angemessen sind, untersuchte ein im Auftrag des BMU erarbeitetes Gutachten von Dr. Bernd Wenzel (IfnE, Teltow) und Dr. Jochen Diekmann (DIW, Berlin), dessen Abschlussbericht Ende 2006 vorgelegt wurde. Im Ergebnis spricht es sich dafür aus, bei der Bestimmung der deutschlandweiten Strombezugskosten einen Näherungsansatz zu wählen, der sich – in unterschiedlicher Gewichtung – auf aktuelle und vergangenheitsbezogene Großhandelspreise an der Leipziger Strombörse EEX stützt (Spot- und Future-Notierungen).“ (BMU 2009).

Der Spotpreis „Phelix Day Base“, der in diesem Gutachten (Wenzel und Diekmann 2006) als Referenzpreis genommen wurde, schwankte von Januar 2008 bis Juni 2009 zwischen 1,3 und 13,14 ct/kWh mit einem Mittelwert von 5,76 ct/kWh. Die EEG-Einspeisevergütung kann nun verstanden werden als die Summe aus dem jeweiligen EEX-Strompreis und einer EEG-Zusatzvergütung, so dass der Anteil der EEG-Förderung (d.h. der EEG-Zusatzvergütung) am Gesamterlös berechnet werden kann. Folgende Abbildung 43 zeigt, wie stark dieser Förderanteil am Erlös von Biogasanlagen unterschiedlicher Leistung in Abhängigkeit von monatlichen Durchschnittspreisen des Phelix Day Base (die zwischen 3,1 und 8,8 ct/kWh lagen) seit Anfang 2008 schwankte. Die unterstellte EEG-Einspeisevergütung beinhaltet hier nur die Grundvergütung und den NaWaRo-Bonus. Abbildung 43 zeigt, dass der EEG-Anteil für Anlagen zwischen 150 kW und 5 MW zwischen etwa 40 % und 80 % schwankte. Da die Grundvergütung mit zunehmender Anlagenleistung sinkt, sinkt entsprechend auch der EEG-Förderanteil. Für Anlagen zwischen 5 und 20 MW entfällt der NaWaRo-Bonus, so dass der Förderanteil für Anlagen dieser Leistungsklasse besonders gering ausfällt und nur maximal 60 % erreicht. Im Herbst 2008 war der Strompreis kurzzeitig stark gestiegen, so dass die EEG-Vergütung von Anlagen bis 20 MW zeitweise sogar unter der EEX-Vergütung lag. Allerdings sind Anlagen bis 20 MW selten, so dass ein durchschnittlicher Förderanteil von etwa 40 bis 80 % am Erlös angenommen werden kann.

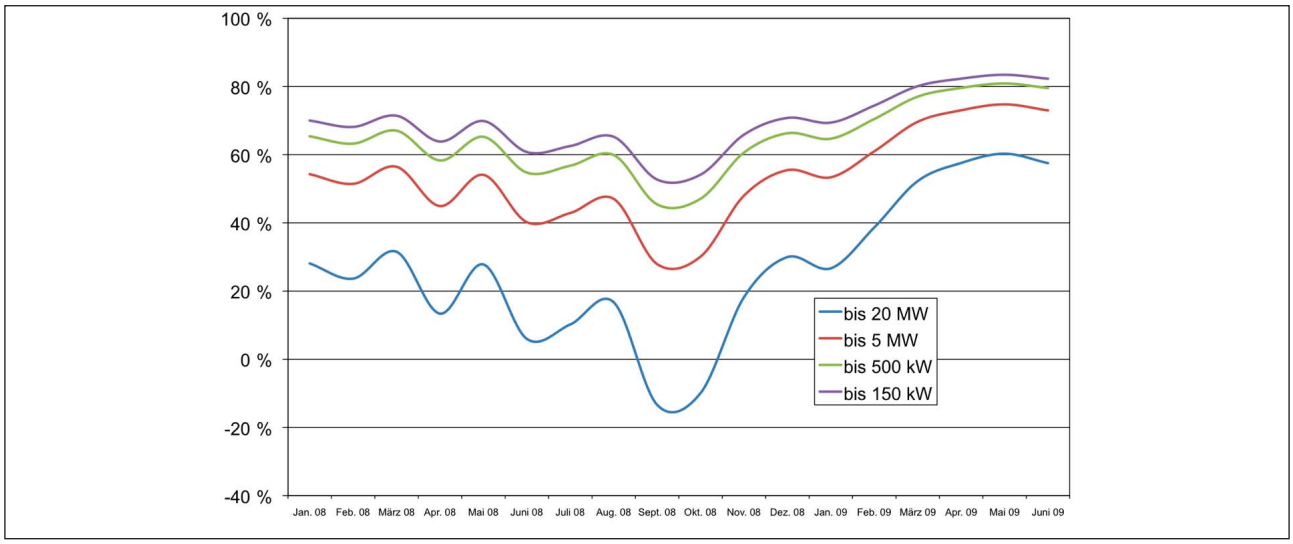



*Abbildung 43: Anteil der EEG-Förderung am Erlös von Biogasanlagen in Abhängigkeit von Monatsdurchschnitten des Strompreises Phelix Day Base und der Anlagenleistung. Quelle: Eigene Darstellung*

Die Förderhöhen in ct/kWh, die sich aus dem EEG ergeben, sind in der folgenden Tabelle umgerechnet auf die Förderung je Hektar Anbaufläche, wobei wiederum zu beachten ist, dass dies nicht implizieren soll, dass diese Förderung vollständig dem Landwirt zugute kommt. Diese Umrechnung dient dazu, die Höhe der Förderung für unterschiedliche Nutzungen auf eine Bezugsgröße zurückzuführen und damit vergleichbar zu machen.

Der Stromertrag von Biogasmais liegt, bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 37 %, je nach Ertragsniveau bei knapp 15.000 bis etwas über 22.000 kWh/ha (KTBL 2009a). Als typischer Stromertrag werden daher im Folgenden 20.000 kWh/ha angenommen. Auf dieser Basis wurde die Förderung in ct/kWh umgerechnet auf €/ha. Das Ergebnis zeigt wiederum, dass die Förderung mit zunehmender Anlagenleistung deutlich abnimmt.

| | Vergütung nach EEG in ct/kWh[1] | Förderung in ct/kWh | Ertrag in kWh/ha | Förderung in €/ha | Anteil der Förderung am Erlös |
|---|---|---|---|---|---|
| bis 150 kW | 18,67 | 10 - 16 | 20.000 | 2.000 - 3.200 | 54-86 % |
| bis 500 kW | 16,18 | 7 - 13 | 20.000 | 1.400 - 2.600 | 43-80 % |
| bis 5 MW | 12,25 | 3 - 9 | 20.000 | 600 - 1.800 | 24-73 % |
| bis 20 MW | 7,79 | 0 - 5 | 20.000 | 0 - 1.000 | 0-64 % |

1 Grundvergütung und NaWaRo-Bonus

*Tabelle 30: EEG-Förderung umgerechnet auf €/ha und Anteil der EEG-Förderung am Erlös von Biogasanlagen. Quelle: Eigene Darstellung*

Auf Ebene des Landwirts wurde bis 2009 zusätzlich die Energiepflanzenprämie von 45 €/ha gezahlt, die inzwischen jedoch entfallen ist.

Zu den Fördermaßnahmen für Biogas müssten an sich noch Investitionszuschüsse für Anlagenbetreiber, die Förderung von Nahwärmenetzen und Kosten für Backup-Systeme für den Fall, dass die lokale Stromversorgung durch Verstromung von Biogas ausfällt, hinzugerechnet werden. Diese zusätzlichen Anreize für Biogas lassen sich im Rahmen dieser Studie jedoch nicht weiter quantifizieren.

**Fazit**
Der Förderanteil am Erlös von Biogasanlagen zur Verstromung und Einspeisung ins Stromnetz liegt somit für typische Anlagengrößen bei 40 bis 80 % und die entsprechende Förderung pro Hektar bei umgerechnet 1.000 bis 3.200 €.

*Festbrennstoffe*
Neben der Verstromung von Biogas gewinnt die EEG-geförderte Nutzung fester Biomasse in Biomasse-Heizkraftwerken zunehmend an Bedeutung. Seit dem Jahr 2000 hat sich die Zahl der Biomasseverstromungsanlagen im Wesentlichen in Folge der EEG-Förderung vervierfacht (Thrän et al. 2009). Nach einer Studie des Öko-Instituts und des Deutschen BiomasseForschungsZentrums waren Ende 2008 etwa 220 Anlagen für feste Biomasse mit einer Gesamtkapazität von 1.200 MWel in Betrieb. Von diesen erhielten 209 eine EEG-Einspeisevergütung, die restlichen 11 Anlagen produzierten Strom für den Eigenbedarf (Fritsche et al. 2009). Die in diesen Anlagen eingesetzten Rohstoffe werden überwiegend auch von stofflichen Sektoren, bspw. der Holzwerkstoffindustrie, nachgefragt, was zu einer verschärften Nutzungskonkurrenz geführt hat:

> „Die feste Biomasse, die in Kraft-Wärme-Anlagen eingesetzt wird, beziffert die Studie auf 5,3 bis 7,6 Mio. Tonnen trockene Biomasse. Die Hälfte der Anlagen mit einer Kapazität bis zu fünf MWel nutzt dabei ausschließlich Waldholz. 25 Prozent setzen neben Altholz der Kategorie AI und AII auch Reststoffe, die zumeist aus Sägewerken stammen, ein. Nur 20 Prozent der Anlagen werden ausschließlich mit Altholz betrieben.“ (EUWID Neue Energien, Nr. 17 v. 19.8.2009).

Über innovative Anlagenkonzepte und Wärmeauskopplung kann die Wirtschaftlichkeit von Biomasseheizkraftwerken über die Nutzung mehrer EEG-Boni (Technologie-, KWK-, NaWaRo-Bonus) nochmals gesteigert werden (Thrän et al. 2009), so dass der Förderanteil am Erlös von Biomasseheizkraftwerken mindestens das Niveau von Biogasanlagen erreicht.

Neben Kraft-Wärme-Anlagen gewinnt auch die reine Wärmeerzeugung aus fester Biomasse enorm an Bedeutung, die über das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und ein Marktanreizprogramm gefördert wird (DEPI 2009). So waren nach Fritsche et al. 2009 im Jahr 2007 rund 92.000 Pelletöfen im Gebrauch und erzeugten rund 4 TWh. Weitere 15.700 Hackschnitzelöfen erzeugten 17,7 TWh Wärme.

#### 3.2.1.2 Biokraftstoffe (Energiesteuer- und Biokraftstoffquotengesetz)

Durch das Energiesteuergesetz (**EnergieStG**), das am 15. Juli 2006 das bisherige Mineralölsteuergesetz abgelöst hat (Deutscher Bundestag 2006a), und das Biokraftstoffquotengesetz (**BiokraftQuG**), das zum 1. Januar 2007 in Kraft getreten ist (Deutscher Bundestag 2006) und welches u.a. das EnergieStG und das Bundesimmissionsschutzgesetz (**BImSchG**) entsprechend ändert, wurde die Förderung von Biokraftstoffen von einer nur steuerpolitischen auf eine primär ordnungspolitische Basis umge-

stellt. Statt über Befreiungen von der Mineralölsteuer (bzw. heute Energiesteuer) erfolgt die Förderung zukünftig hauptsächlich durch Einführung einer Quote für Dieselkraftstoff und Ottokraftstoff-ersetzende Biokraftstoffe sowie einer Gesamtquote für Biokraftstoffe (§ 37a Abs. 3 BImSchG). Beimischungen unterliegen dem vollen Energiesteuersatz, während der Steuersatz für Reinkraftstoffe schrittweise erhöht wird.

Die Gesamtquote für Biokraftstoffe sollte schrittweise von 6,25 % in 2009 bis 2015 auf 8 % ansteigen. Mit dem **Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen** vom 15.07.2009 (Deutscher Bundestag 2009), welches das Bundesimmissionsschutzgesetz entsprechend ändert, wurde allerdings beschlossen, die Gesamtquote 2009 bei nur 5,25 % zu belassen und ab 2010 bei 6,25 % einzufrieren.

Die Verpflichtung zur Erfüllung einer bestimmten Biokraftstoffquote wird zudem durch die **Richtlinie 2003/30/EG** zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor („Biokraftstoffrichtlinie“) auch auf EU-Ebene vorgegeben, die bis 2010 einen europaweiten Anteil von 5,75 % an Kraftstoffen aus pflanzlichen Rohstoffen vorschreibt.

*Förderung nach dem Energiesteuergesetz*

Die nach § 50 (3) des Energiesteuergesetzes aktuell geltenden **Steuerentlastungen** für Biodiesel und Pflanzenöl als Reinkraftstoffe sind in Tabelle 31 aufgeführt. Mit dem Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen sind die Steuerentlastungen für Biodiesel als Reinkraftstoff gegenüber der vorherigen Fassung des Energiesteuergesetzes, auch rückwirkend für 2009, um 3 ct/l angehoben worden. Ausgehend von einer nun geltenden Steuerentlastung von etwa 30 ct/l gegenüber der vollen Energiesteuer von 47,04 ct/l in 2009 wird für beide Kraftstoffarten bis 2013 die Entlastung auf 2,14 ct/l zurückgefahren.

Zu beachten ist, dass mit dem BiokraftQuG das EnergieStG dahingehend geändert wurde, dass eine sog. fiktive Quote eingeführt wurde (§ 50 Abs. 1, S. 5 EnergieStG), durch die auch Inverkehrbringer von Reinkraftstoffen zur vollen Besteuerung des fiktiven Quotenanteils verpflichtet werden:

> „ … wird eine Steuerentlastung für Dieselkraftstoff ersetzende reine Biokraftstoffe und für Ottokraftstoff ersetzende reine Biokraftstoffe nur gewährt, soweit die in § 37a Abs. 3 des Bundesimmissionsschutzgesetzes genannten Mindestanteile an Biokraftstoffen überschritten werden.“ (§ 50 Abs. 1, S. 5 EnergieStG)

Diese Einführung einer fiktiven Quote betrifft auch Pflanzenölreinkraftstoff. Mit dieser Regelung sollte eine steuerliche Ungleichbehandlung von Inverkehrbringern von Beimischungen und Reinkraftstoffen vermieden werden. Um die Mehrbelastung durch die fiktive Quote auszugleichen, wurden durch das BiokraftQuG wiederum die Steuerentlastungen gemäß EnergieStG etwas angehoben.

Die Ergebnisse in Tabelle 31 sind folgendermaßen zu interpretieren: Die Summe der auf Biodiesel und Pflanzenöl als Reinkraftstoffe erhobenen Energiesteuer (vorletzte Spalte „Summe Steuern“ ergibt sich als Summe aus dem voll besteuerten fiktiven Quotenanteil, also der jeweils geltenden Biokraftstoffquote (5,25 % in 2009 und 6,25 % in den folgenden Jahren) multipliziert mit dem Energiesteuersatz von 47,04 ct/l und dem verbleibenden Anteil (94,75 % in 2009 und 93,75 % in den folgenden Jahren) multipliziert mit dem ermäßigten Steuersatz.

| | Steuerent-lastung (in ct/l) | Ermäßigter Steuersatz | Biokraft-stoffquote (in ct/l) | Steuer-anteil fikti-ve Quote (in ct/l) | Steueranteil Differenz (in ct/l) | Summe Steuern (in ct/l) | Förderung in €/ha* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Biodiesel** | | | | | | | |
| 2009 | 30,34 | 16,70 | 5,25 % | 2,47 | 15,82 | **18,29** | **417** |
| 2010 | 24,04 | 23,00 | 6,25 % | 2,94 | 21,56 | **24,50** | **327** |
| 2011 | 17,74 | 29,30 | 6,25 % | 2,94 | 27,47 | **30,41** | **241** |
| 2012 | 5,14 | 41,90 | 6,25 % | 2,94 | 39,28 | **42,22** | **70** |
| 2013 | 2,14 | 44,90 | 6,25 % | 2,94 | 42,09 | **45,03** | **29** |
| 2014 | 2,14 | 44,90 | 6,25 % | 2,94 | 42,09 | **45,03** | **29** |
| **Pflanzenöl** | | | | | | | |
| 2009 | 30,49 | 16,55 | 5,25 % | 2,47 | 15,68 | **18,15** | **428** |
| 2010 | 22,09 | 24,95 | 6,25 % | 2,94 | 23,39 | **26,33** | **307** |
| 2011 | 14,74 | 32,30 | 6,25 % | 2,94 | 30,28 | **33,22** | **205** |
| 2012 | 2,14 | 44,90 | 6,25 % | 2,94 | 42,09 | **45,03** | **30** |
| 2013 | 2,14 | 44,90 | 6,25 % | 2,94 | 42,09 | **45,03** | **30** |
| 2014 | 2,14 | 44,90 | 6,25 % | 2,94 | 42,09 | **45,03** | **30** |

*Tabelle 31: Besteuerung von Biodiesel und Pflanzenöl als Reinkraftstoffe nach § 50 Energiesteuergesetz. Quellen: UFOP 2009b, Deutscher Bundestag (2006, 2006a, 2009), Schmitz et al. 2009*

* Bei einem Ölertrag von 1.480 l/ha und einem Biodieselertrag von 1.450 l/ha mit Raps als Rohstoff (Schmitz et al. 2009).

Die Förderung pro Hektar lässt sich für **Reinkraftstoffe** leicht berechnen, da sie sich direkt durch die Steuervergünstigung ergibt. Ein Hektar Raps ergibt rund 1.480 Liter Pflanzenöl und 1.450 Liter Biodiesel (Schmitz et al. 2009). Für 2009 ergibt sich somit für Biodiesel eine Förderung von 417 €/ha Raps und für Pflanzenölkraftstoff eine Förderung von 428 €/ha Raps.

Reines **Bioethanol** (E85) und **BtL** gelten nach § 50 Abs. 5 des Energiesteuergesetzes als besonders förderungswürdig und bleiben nach § 50 Abs. 2 des **EnergieStG** bis 2015 von der Energiesteuer befreit (der Energiesteuersatz für Benzin beträgt 65,45 ct/l bzw. 7,3 ct/kWh). Bei einem Ertrag von etwa 1.660 l/ha Bioethanol aus Getreide und 4.054 l/ha Bioethanol aus Zuckerrüben (Schmitz et al. 2009) beträgt die Förderung durch die Steuerbefreiung etwa 1.086 €/ha für Getreide und 2.653 €/ha für Zuckerrüben. Der Kraftstoffertrag von BtL liegt nach Schmitz et al. 2009 bei 3.910 l/ha, was zu einer Förderung von etwa 2.559 €/ha führt.

Durch die fortbestehende Steuerbefreiung dürfte Bioethanol damit auch weiterhin wettbewerbsfähig sein, während die Zukunft von reinen Pflanzenölkraftstoffen und Biodiesel ungewiss ist. Die Zukunft von BtL ist ebenso ungeklärt, da es bisher noch keine großtechnische Produktion gibt.

Die **Steuerentlastung** für Biodiesel als Reinkraftstoff (vgl. Tabelle 31) bewirkt, dass dieser Kraftstoff günstiger angeboten werden kann als bei voller Besteuerung. Veränderungen in Erzeugerpreisen von Biodiesel spiegeln sich fast vollständig im Tankstellenpreis für Biodiesel wider (UFOP 2009a). Von Januar 2006 bis Juli 2009 lag der Tankstellenpreis für Biodiesel nach UFOP 2009a im Durchschnitt bei 111 ct/l und hätte bei voller Besteuerung im gleichen Zeitraum im Durchschnitt etwa 154 ct/l gekostet (jeweils inkl. MwSt.), was einer Subventionierung des Verbraucherpreises um **knapp 28 %** entspricht. Diese Preissubventionierung schwankte in diesem Zeitraum zwischen **20 und 35 %**.

Für Pflanzenölkraftstoff in Reinform kann ebenfalls von einer Subventionierung durch die Steuerreduzierung in dieser Größenordnung ausgegangen werden.

Die **Steuerbefreiung** von Bioethanolkraftstoff (E85) führte bei einem durchschnittlichen Tankstellenpreis von etwa 96 ct/l zwischen Juli 2007 und Juli 2009 (C.A.R.M.E.N. 2009) zu einer Subventionierung des Marktpreises um etwa **45 %**: Bei voller Besteuerung mit dem Steuersatz für Ottokraftstoff von 65,45 ct/l hätte Bioethanol in diesem Zeitraum durchschnittlich rund 174 ct/l gekostet (inkl. MwSt.). Aufgrund des geringeren Energiegehaltes von E85 gegenüber Superbenzin, erhöht sich sein Preis ausgedrückt in Super-Äquivalenten allerdings um rund 25 % (C.A.R.M.E.N. 2009). Bei Tankstellenpreisen für Superbenzin von rund 130 ct/l im Juli 2009 (MWV 2009) ist E85 auch bei Berücksichtigung dieses Preisaufschlages noch konkurrenzfähig (Umrüstkosten etc. unberücksichtigt gelassen), was bei nur geringfügiger Anhebung der Energiesteuer sicher nicht mehr gegeben ist.

Im Fall von BtL kann über den Anteil der Förderung am Erlös kaum eine sinnvolle Aussage getroffen werden, da der Kraftstoff praktisch noch nicht am Markt verfügbar ist.

**Fazit**
Die reduzierte Energiesteuer auf Biodiesel und Pflanzenöl als Reinkraftstoffe gemäß Energiesteuergesetz bewirkt aktuell eine Förderung von etwa 417 €/ha für Biodiesel und 428 €/ha für Pflanzenöl bei Einsatz von Raps als Rohstoff. Die Steuerentlastung führt zu einer Subventionierung des Verbraucherpreises von 20 bis 35 %.

Bioethanol und BtL bleiben steuerbefreit, was zu einer Förderung von ca. 1.000 bis 2.500 €/ha bzw. einer Subventionierung des Marktpreises um etwa 45 % führt.

*Förderung nach dem Biokraftstoffquotengesetz*
Wie vorab erwähnt, wurde mit dem BiokraftQuG durch Änderung von § 37a des BImSchG eine Quote für Biodiesel (4,4 %) und Bioethanol (2,8 %) sowie ein Mindestanteil von Biokraftstoff an der Gesamtmenge Otto- und Dieselkraftstoffs (5,25 % für 2009 und 6,25 % für die folgenden Jahre) festgelegt.

Bei Nichterfüllung der Quote haben Inverkehrbringer von Diesel- und Ottokraftstoff eine Strafzahlung zu leisten in Höhe von 19 €/GJ (etwa 60 ct/l) für nicht beigemischten Biodiesel und 43 €/GJ (etwa 90 ct/l) für nicht beigemischtes Bioethanol (§ 37c Abs. 2 BImSchG). Die Förderung, die sich allein durch die Quotenregelung ergibt, lässt sich über diese Strafzahlungen für Nichteinhaltung der Quote ermitteln.

Diese Strafzahlungen bedeuten letztlich nichts anderes, als dass der Einkaufspreis für Biodiesel und Bioethanol um bis zu 60 ct/l bzw. 90 ct/l über dem Preis von fossilem Diesel bzw. Ottokraftstoff liegen kann, bevor ein Mineralölunternehmen eher die Strafe akzeptieren würde, statt eine Beimischung der Biokraftstoffe vorzunehmen. Die Strafzahlungen bewirken also eine Preisstützung für Biokraftstoffe, die bei knappem Biokraftstoffangebot einen maximalen Marktpreis in Höhe des Preises für fossilen Kraftstoff zuzüglich 60 ct/l bzw. 90 ct/l zuließen.

Dies verdeutlicht Abbildung 44 am Beispiel von Biodiesel. Werden die vorgegebenen 4,4 % Biodiesel einem Liter fossilem Diesel nicht beigemischt, erhöht sich der Preis für Diesel um 2,64 ct/l (linke Hälfte der Abbildung). Derselbe Preisaufschlag ergibt sich bei Beimischung von Biodiesel zu einem Preis von 90 ct/l (rechte Hälfte der Abbildung), also bei einem Preis, der um die Höhe der Strafzahlung von 60 ct/l über dem Preis für fossilen Diesel liegt.

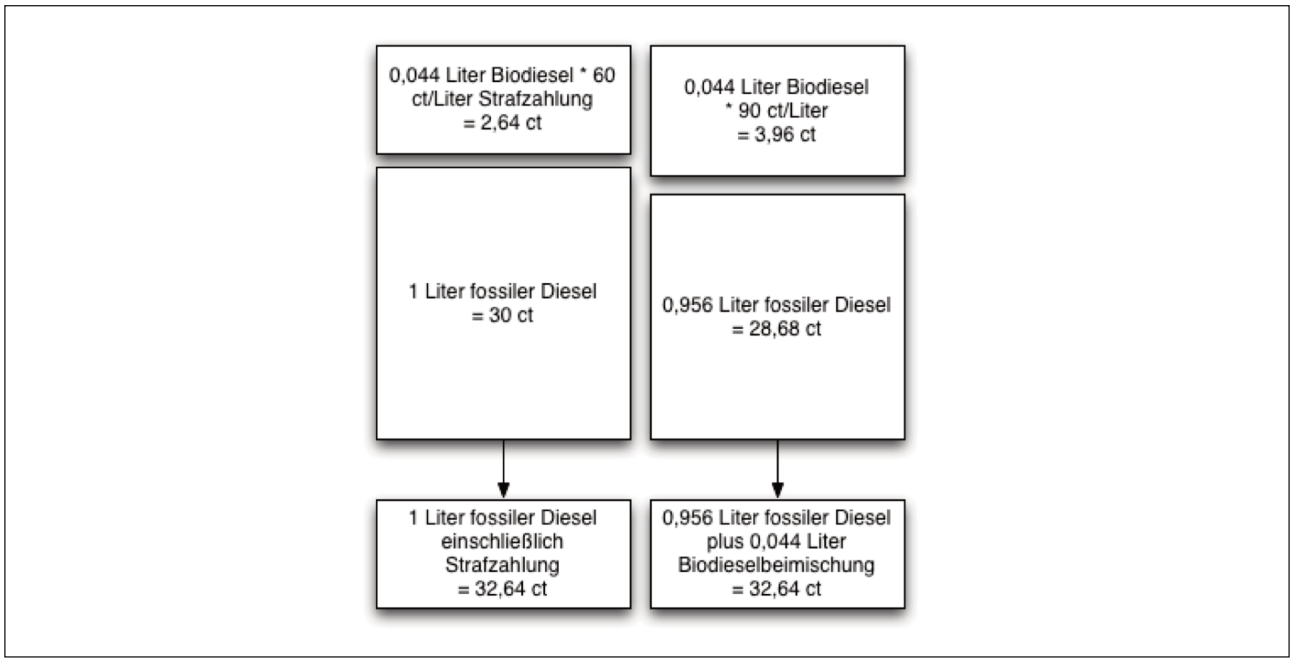



*Abbildung 44: Beispielhafte Kalkulation des maximalen Marktpreises für Biodiesel zur Beimischung aus der Strafzahlung nach § 37c Abs. 2 BImSchG. Quelle: Eigene Darstellung*

Die Strafzahlung bei Nichtbeimischung von Biodiesel (60 ct/l) bewirkt damit, dass Biodiesel auch bei voller Energiesteuer weiterhin absatzfähig ist. Dies stellt die maximal mögliche Preisstützung dar, die unter realen Marktbedingungen i.d.R. bisher nicht erreicht wurde. Es macht daher Sinn, zwischen den realen Marktbedingungen (Szenario „real“) und der maximal möglichen Preisstützung (Szenario „max.“) zu unterscheiden.

Marktpreise für Biodiesel zur Beimischung werden zwar nicht wie jene für die Verwendung als Reinkraftstoff veröffentlicht, können aber unter Anrechnung der vollen Energiesteuer auf die Preise für Biodiesel-Reinkraftstoff abgeschätzt werden.

Nach diesen Berechnungen lag der Einkaufspreis von Biodiesel zzgl. der vollen Energiesteuer (ohne MwSt.) seit Einführung der Biokraftstoffquote Anfang 2007 im Durchschnitt bei 121 ct/l (eigene Berechnungen nach UFOP 2009a), der Einkaufspreis von fossilem Diesel, ebenfalls einschließlich der vollen Energiesteuer von 47,04 ct/l und ohne MwSt., bei rund 90 ct/l (MWV 2009). Die Stützung des Biodieselpreises zur Beimischung lag damit im Durchschnitt um etwa 34 % über dem Preis für fossilen Diesel mit Schwankungen zwischen rund 20 bis 60 % bzw. 20-50 ct/l (eigene Berechnung auf Basis der Zahlen von UFOP 2009a und MWV 2009). Bei voller Ausschöpfung der Spanne von 60 ct/l gegenüber fossilem Diesel hätte die Preisstützung in diesem Zeitraum etwa zwischen 50 und 80 % gelegen.

Auch für Bioethanol liegen keine Zeitreihen für die Einkaufspreise zur Beimischung zu Ottokraftstoff vor. Der oben errechnete durchschnittliche Tankstellenpreis für Bioethanol von 174 ct/l inkl. voller Besteuerung entspricht einem Preis von 146 ct/l ohne MwSt., von dem u.a. noch der Gewinn des beimischenden Unternehmens abgezogen werden müsste, um zum Einkaufspreis zu gelangen. Der entsprechende durchschnittliche Preis für Superbenzin lag in diesem Zeitraum (Juli 2007 bis Juli 2009) bei etwa 113 ct/l, so dass ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Gewinne eine Preisstützung durch die Beimischungsquote für Bioethanol in diesem Zeitraum von etwa 60 bis 85 ct/l bzw. 50 bis 85 %

gegenüber Superbenzin resultiert. Hierbei ist der geringere Energiegehalt von Bioethanol (etwa 80 % des Energiegehaltes von Superbenzin) bereits berücksichtigt. Bei voller Ausnutzung der Spanne von 90 ct/l hätte die Preisstützung in diesem Zeitraum 70 – 90 % über dem Preis von Superbenzin gelegen.

**Fazit**

Das Biokraftstoffquotengesetz führt über die Einführung von Strafzahlungen für Nichteinhaltung der Quoten zu einer Preisstützung von maximal 60 ct/Liter (Biodiesel) bzw. 90 ct/Liter (Bioethanol) gegenüber dem Preis fossilen Kraftstoffs.

Bei voller Ausschöpfung dieser Spannen kann eine Preisstützung bis zu 80 – 90 % über dem Preis des fossilen Kraftstoffs liegen.

Vertiefend fasst die folgende Tabelle die Ergebnisse aller ökonomischen Analysen der verschiedenen Förderinstrumente für die energetische Nutzung und auch Photovoltaik sowie die entsprechenden $CO_2$-Einsparungen zusammen.

| | Grundlage der Förderung | Förderung in ct/l oder ct/kWh | Ertrag in l/ha oder kWh/ha (Kraftstoffäquivalent) | Förderung in €/ha | $CO_2$-Einsparung je Hektar (in t $CO_2$-Äquiv.) | Förderung in € je t eingesparten $CO_2$-Äquiv. | Anteil der Förderung am Umsatz bzw. Höhe der Preisstützung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Biodiesel (Raps) | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 28,75* | 1.450 | 417 | 3,0 | 139 | 20–35 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 20–50 (real) | 1.450 | 290–725 | 3,0 | 97–242 | 20–60 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60 (max.) | 1.450 | 870 | 3,0 | 290 | 50–80 % |
| Pflanzenölkraftstoff (Raps) | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 28,89* | 1.480 | 428 | 3,0 | 143 | 20–35 % |
| Bioethanol | | | | | | | |
| aus Getreide | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 65,45 | 1.660 | 1.086 | 3,7 | 294 | ca. 45 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60–85 (real) | 1.660 | 996–1.411 | 3,7 | 269–381 | 50–85 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 90 (max.) | 1.660 | 1.494 | 3,7 | 404 | 70–90 % |
| aus Zuckerrüben | | | | | | | |
| Reinkraftstoff | EnStG | 65,45 | 4.054 | 2.653 | 9,4 | 282 | ca. 45 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 60–85 (real) | 4.054 | 2.432–3.446 | 9,4 | 259–367 | 50–85 % |
| Beimischung (Quote) | BiokraftQuG | 90 (max.) | 4.054 | 3.649 | 9,4 | 388 | 70–90 % |
| BtL | EnStG | 65,45 | 3.910 | 2.559 | 10,0 | 256 | k. A. |
| Biogas (Mais)** | EEG | 5–16 | 20.000 | 1.000–3.200 | 7,4 | 135–432 | 40–80 % |
| Freiflächen Photovoltaikanlage** | EEG | 23–29 | 270.000 | 62.100–78.300 | 185,0 | 336–423 | 70–90 % |

Quellen: nova 2009, Schmitz et al. 2009, *nach Minderung der Steuerreduktion, **vor Degression der Vergütungssätze zum 1.1.2010

© nova-Institut 2010

*Tabelle 32: Förderung erneuerbarer Energien und $CO_2$-Minderungspotenziale pro Hektar (Deutschland 2009)*

*Nach Minderung der Steuerreduktion, **vor Degression der Vergütungssätze zum 1.1.2010

Aus den Daten der Tabelle 32 resultiert die folgende Abbildung 44a, welche die Förderung – entlang der Wertschöpfungskette – in Euro je Tonne eingesparten $CO_2$-Äquivalenten zeigt. Nach den Reduzierungen der Steuerbefreiungen für Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff liegt nun die Förderung pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten am niedrigsten, während die Förderung von Bioethanol die höchsten Werte erreicht.

Der in Abbildung 44a ebenfalls dargestellte Vergleich zwischen Bioenergie und Photovoltaik mag überraschen: Die Förderung von PV-Freiflächenanlagen lag im Jahr 2009 pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten bereits unter der Förderung für Bioethanol durch die Beimischungsquote (Berechnungsmethode „max.“). Im Februar 2010 wurden von der Bundesregierung drastische Kürzungen bei der EEG-Förderung von Photovoltaikanlagen beschlossen. Ab Juli 2010 erhalten voraussichtlich PV-Anlagen auf Ackerflächen keinerlei Förderung mehr während PV-Anlagen auf anderen Freiflächen 15 %, auf sog. Konversionsflächen (Müllhalden, ehemalige Truppenübungsplätze) 11 % und auf Dächern 16 % weniger Förderung erhalten.

Mit den weiteren Absenkungen der Förderung für PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2010 liegt die Solarförderung, abgesehen von der Förderung von Dachanlagen und der (in Abbildung 44a nicht dargestellten) Förderung auf Konversionsflächen, inzwischen sogar am unteren Ende der Förderung von Biokraftstoffen.

Zwar werden PV-Freianlagen immer noch pro Hektar deutlich stärker gefördert als Biokraftstoffe, dafür sparen die Anlagen aber auch entsprechend deutlich mehr $CO_2$-Äquivalente pro Hektar ein (siehe Tabelle 32), so dass sich insgesamt pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten eine vergleichbare Förderung ergibt.

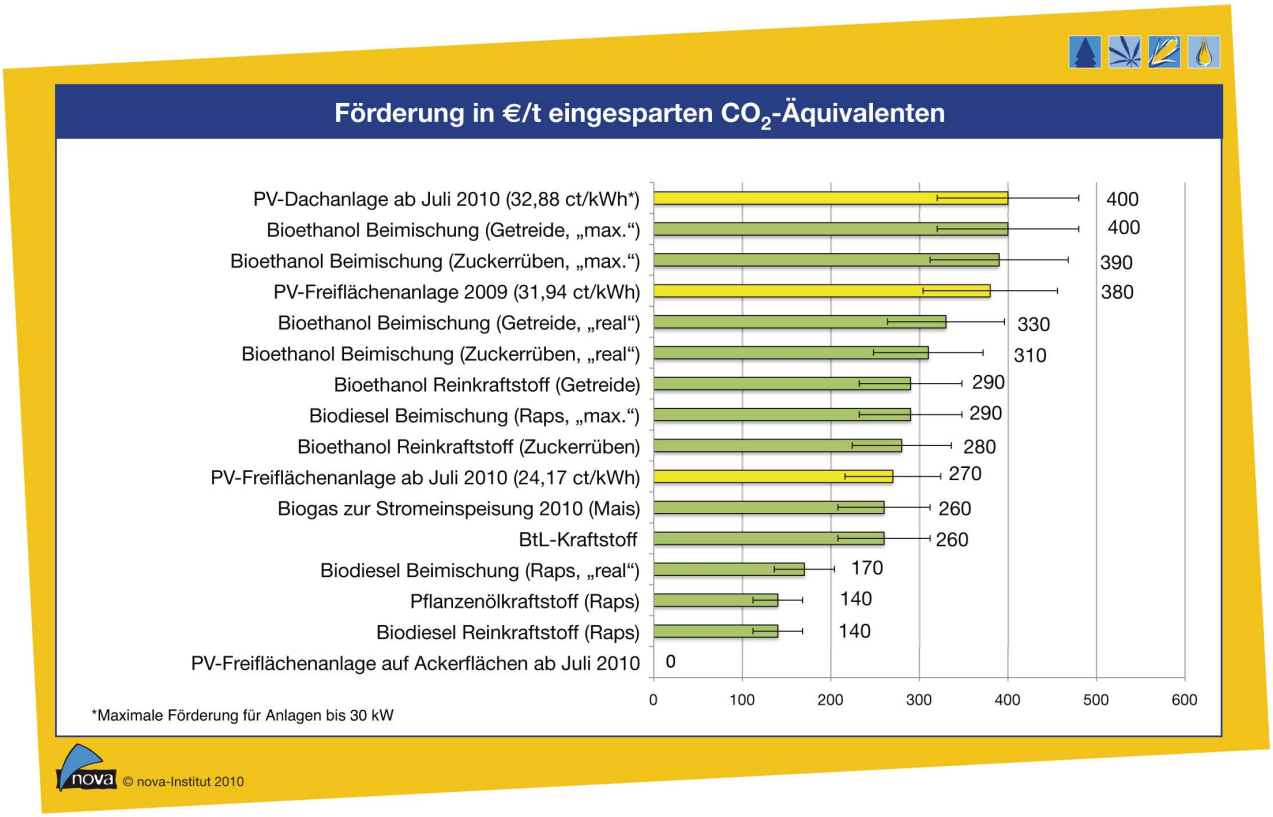



*Abbildung 44a: Bioenergie und Photovoltaik: Förderung in Euro je Tonne eingesparten $CO_2$-Äquivalenten (Bezugsjahr 2009, wenn nicht anders angegeben; PV: Stand April 2010)*

### 3.2.1.3 Stoffliche Nutzung

Bei der stofflichen Nutzung gibt es im Vergleich zur Bioenergie keine umfassenden oder langjährigen finanziellen Förderungen. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Förderinstrumente, die seit 2001 für die stoffliche Nutzung in Deutschland zum Tragen kamen. Es handelt sich um Instrumente, die auf lediglich wenige ausgewählte Produktlinien zugeschnitten, zeitlich klar begrenzt sowie zur Hälfte bereits nicht mehr in Kraft sind: Die EU-Verarbeitungsbeihilfe für Hanf- und Flachskurzfasern, die Markteinführungsprogramme für Naturfaserdämmstoffe und Bioschmierstoffe sowie die Befreiung von Biokunststoffverpackungen von den Lizenzgebühren für das Duale System Deutschland (DSD).

Nach § 16 der Verpackungsverordnung sind biologisch abbaubare Kunststoffverpackungen von der Rücknahmepflicht bis einschließlich 31.12.2012 ausgenommen. Nicht biologisch abbaubare Kunststoffverpackungen müssen gemäß der Verpackungsverordnung an einem Rücknahmesystem teilnehmen, z.B. an dem der Duales System Deutschland GmbH (DSD), für die eine Lizenzgebühr in Höhe von etwa 900 bis 1.000 €/t zu zahlen ist. Jedoch haben auch die Hersteller/Inverkehrbringer von Biokunststoffverpackungen laut Verpackungsverordnung dafür zu sorgen, dass ein möglichst großer Teil der Verpackungen einer Verwertung zugeführt wird. Auch hierfür ist in der Regel eine Kooperation mit einem Entsorgungsspezialisten wie DSD oder Interseroh (ISD) erforderlich, wofür Kosten in Höhe von 80 bis 388 €/t anfallen. Die Förderung in Form eingesparter Kosten beträgt demnach zwischen 512 und 920 €/t Biokunststoff, d.h. im Durchschnitt etwa 720 €/t. Im Fall von PLA-Verpackungen beträgt der PLA-Anteil rund 50 %, so dass, bei Anrechnung der Hälfte der Förderung auf den PLA-Anteil, eine Tonne PLA ebenfalls mit ca. 720 € gefördert wird. Aus einem Hektar Weizen können etwa 2 t PLA gewonnen werden, aus einem Hektar Mais 3 t und aus einem Hektar Zuckerrüben etwa 6 t PLA (Merzenich 2009). Hieraus resultiert eine auf einen Hektar Rohstoff umgerechnete Förderung in der Größenordnung von Bioethanol und Biogas. Bei Kosten für PLA-Verpackungen von etwa 5 – 10 €/kg (bei Kosten für den Rohstoff PLA von etwa 2 €/kg) liegt die Förderung daher etwa in der Größenordnung von 7 – 14 % der Gesamtkosten.

Das Markteinführungsprogramm „Biogene Treib- und Schmierstoffe“ förderte von 2001 bis 2008 die Erstausrüstung und Umrüstung von Maschinen auf diese Produkte in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses. Eine Umrechnung dieser Zuschüsse auf die Förderung des Rohstoffes ist nicht ohne weiteres möglich und unterbleibt daher.

Die Verarbeitungshilfe für Hanf- und Flachskurzfasern sowie die Wirkung des Markteinführungsprogramms Naturfaserdämmstoffe lassen sich dagegen sowohl auf die Förderung pro Hektar (mit dem Beispiel Hanffasern) als auch den Anteil der Förderung am Umsatz umrechnen. Für Hanffasern wird bei einem Ertrag von 1,5 t/ha etwa ein Erlös von 900 €/ha erzielt so dass sich für den Fall der Verarbeitungsbeihilfe ein Anteil von 15 % am Umsatz ergibt. Im Fall der Hanfdämmstoffe muss der Erlös auf der Stufe des Dämmstoffherstellers als Vergleich herangenommen werden um die Höhe der Förderung durch das Markteinführungsprogramm Naturfaserdämmstoffe abzuschätzen. Je $m^3$ Hanfdämmstoff werden etwa 105 € erzielt, so dass die Förderung etwa 30 % dieses Erlöses beträgt.

Die Tabelle 32a zeigt, dass die genannten stofflichen Fördermaßnahmen bei der Förderung pro Hektar und der Förderung pro eingesparten $CO_2$-Äquivalenten in derselben Größenordnung wie bei der energetischen Nutzung lagen, nicht jedoch beim „Anteil der Förderung am Umsatz“. Die Höhe der Preisstützung und damit einer möglichen Marktverzerrung war selbst bei den wenigen Fördermaßnahmen im stofflichen Bereich mit 7 bis 30 % deutlich geringer als bei den energetischen Linien mit 20 bis 90 % (vgl. Tabelle 32).

**Genutzte Förderinstrumente für stoffliche Produktlinien (2001 bis 2012)**

| | Zeitraum der Förderung | Förderung in €/t | Ertrag in t/ha | Förderung in €/ha | $CO_2$-Einsparung je Hektar (in t $CO_2$-Äquiv.) | Förderung in € je t eingesparten $CO_2$-Äquiv. | Anteil der Förderung am Umsatz bzw. Höhe der Preisstüzung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EU-Verarbeitungsbeihilfe für Hanf und Flachs | WJ 2001/02 bis WJ 2011/12* | 90 (Hanf- und Flachskurzfasern) | ca. 1,5 (Hanffasern) | ca. 135 | ca. 10 | 13,5 | ca. 15 % |
| Befreiung von Biokunststoffen von der Rücknahmepflicht gemäß § 16 der Verpackungsverordnung | 1.1.2009 bis 31.12.2012 | ca. 720 | ca. 2–6 t PLA (aus Weizen, Mais oder Zuckerrüben) | 1.440–4.320 | ca. 5–10 | ca. 144–864 | ca. 7–14 % |
| Markteinführungsprogramm Naturfaserdämmstoffe | 2003 bis 2007 | 998 €/t Fasern bzw. 35 €/$m^3$ Dämmstoff | ca. 1,5 (Hanffasern) | ca. 1.500 | ca. 5–10 | 150–300 | ca. 30 % |
| Markteinführungsprogramm für Bioschmierstoffe | 2001 bis 2008 | Förderung der Erstausrüstung und Umrüstung von Maschinen auf biogene Schmierstoffe in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses; Umrechnung auf Förderung je Stoffstrom oder Hektar nicht ohne weiteres möglich. | | | | | |

Quelle: nova 2009, *ein Wirtschaftsjahr (WJ) dauert vom 1.7. bis zum 30.6.

© nova-Institut 2010

*Tabelle 32a: Genutzte Förderinstrumente für stoffliche Produktlinien (2001 bis 2012)*

### 3.2.1.4 Zusammenfassung

Folgende Tabelle 33 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Fördersituation energetischer und stofflicher Biomassenutzung in Deutschland im Jahr 2009 so wie sie in den vorangegangenen Abschnitten hergeleitet wurden. Für die aufgeführten Instrumente für stoffliche Produktlinien (Verarbeitungsbeihilfe für Hanf und Flachs und Befreiung von Biokunststoffen von der Rücknahmepflicht im Rahmen der Verpackungsverordnung) ist wiederum zu bedenken, dass diese eine klare zeitliche Begrenzung haben.

| | Förderung in €/ha | Anteil der Förderung am Erlös bzw. Höhe der Preisstützung |
|---|---|---|
| **Energetisch** | | |
| Biogas (Mais), typische Anlagengrößen** | 1.000-3.200 | 40-80% |
| Biodiesel Reinkraftstoff (Raps)* | 417 | 20-35% |
| Biodiesel Beimischung (Raps) | 870 | 50-80% |
| Bioethanol Reinkraftstoff | ca. 1.000-2.600 | ca. 45% |
| Bioethanol Beimischung | ca. 1.500-3.600 | 70-90% |
| Pflanzenölkraftstoff* | 428 | 20-35% |
| BtL | ca. 2.560 | k. A. |
| **Stofflich** | | |
| Hanfkurzfasern (EU-Verarbeitungsbeihilfe) | ca. 135 | ca. 15% |
| Biokunststoffverpackungen (Befreiung von der Rücknahmepflicht gemäß § 16 Verpackungsverordnung) | ca. 1.440-4.320 | ca. 7-14% |

*Tabelle 33: Zusammenfassende Darstellung der Fördersituation energetischer und stofflicher Biomassenutzung im Jahr 2009. Quelle: Eigene Darstellung,*

*Nach Minderung der Steuerreduktion, **vor Degression der Vergütungssätze zum 1.1.2010

### 3.2.2 Einflüsse der Bioenergieförderung auf die Rohstoffpreise

Insgesamt hat Kapitel 3.2.1 gezeigt, dass die Fördermaßnahmen in der energetischen Biomassenutzung in vielen Fällen 50 % und mehr der Erlöse ausmachen können. Da diese Fördermaßnahmen meistens auf einer der Primärproduktion nachgelagerten Verarbeitungsstufe gezahlt werden und diese Betriebe häufig nicht mit landwirtschaftlichen Betrieben zusammenfallen (abgesehen von Landwirten, die selbst Biogasanlagen betreiben), lässt sich nicht eindeutig quantifizieren, wie stark die Landwirtschaft selbst davon profitiert.

Es ist jedoch klar, dass durch die Fördermaßnahmen für Biomasse zur energetischen Nutzung höhere Preise für die Rohstoffe gezahlt werden können als ohne diese Maßnahmen. Verarbeiter oder Anlagenbetreiber haben aufgrund der erhaltenen Förderung die Möglichkeit, diesen Vorteil durch geringere Produktpreise an Konsumenten bzw. weitere Wertschöpfungsglieder weiterzugeben oder aber den Rohstofflieferanten, also i.d.R. Landwirten, einen höheren Preis für ihre Rohstoffe zu zahlen, um einen Anbau für die Landwirtschaft attraktiv zu machen und Flächen zu akquirieren. Der Energiesektor ist durch die starke Förderung daher in der Lage, Landwirten Preise zu zahlen, die mit dem „Food & Feed“ Bereich konkurrieren können. Zudem hebt die Nachfrage das allgemeine Preisniveau, bzw. diktiert Preisuntergrenzen:

> „Die gestiegene Nachfrage aus dem energetischen Bereich hat inzwischen aber auch dazu geführt, dass sich bei bestimmten Rohholzprodukten auf den Beschaffungsmärkten Preisuntergrenzen gebildet haben, die in der Vergangenheit in dieser Form nicht aufgetreten waren. Nach Ansicht von Rohholzhändlern könnten bei einem entsprechenden Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe Abnehmer aus dem energetischen Bereich künftig auch die Preisführerschaft auf den Rohholzmärkten übernehmen.“ (EUWID Neue Energien, Nr. 11 v. 27.05.2009)

Neben den Erlösen für energetisch genutzte Kulturen treibt die Förderung zudem die Pachtpreise auf den Agrarflächen nach oben, was im Fall von Mais insbesondere die Konkurrenz um Futteranbau verschärft hat, wie Heißenhuber et al. 2008 für Bayern zeigen:

> „Biogasanlagen wurden vor allem von Landwirten erstellt, die bisher bereits Erfahrung mit der Silomaiserzeugung für die Tierfütterung hatten […] entstanden gerade in den Gebieten mit hoher Viehdichte zahlreiche Biogasanlagen, was unweigerlich zu einer verschärften Konkurrenz um Flächen führt. Eine nahezu logische Konsequenz waren steigende Pacht- bzw. Bodenpreise.“ (Heißenhuber et al. 2008, S. 24)

Auch in anderen Bundesländern, insbesondere in Regionen mit intensiver Viehhaltung, ist diese Entwicklung zu beobachten. Im niedersächsischen Landkreis Cloppenburg werden bereits über 100 Biogasanlagen mit Mais betrieben und schätzungsweise ein Drittel bis die Hälfte der Ackerfläche wird für den Anbau von Biogasmais verwendet. Innerhalb der letzten fünf Jahre hat dies zu einer Verdoppelung der Pachtpreise von rd. 600 € auf rd. 1.200 € geführt. Betriebe der Nahrungsmittelproduktion können mit diesen Preisen nicht mehr mithalten. Auch bei wenn solche Entwicklungen immer mehrere Ursachen haben, ist auch hier die preistreibende Wirkung von Biogasanlagen offenkundig. (BOGK 2010, Murphy-Bokern 2010)

Hierbei ist selbstverständlich zu bedenken, dass sich jegliche durch Förderung ausgelöste Preissteigerungen für Agrarprodukte ähnlich auf Pachtpreise auswirken würden.

Da die Preisbildung auf Agrarmärkten immer von vielen Faktoren abhängt, lässt sich die preisstützende Wirkung der Nachfrage aus dem energetischen Sektor allerdings in einfachen Diagrammen meistens nicht deutlich erkennen. Anhand von Beispielbetrieben lässt sich jedoch zeigen, welche Preise Verarbeiter oder Anlagenbetreiber ohne Förderung maximal hätten zahlen können, um die gleiche, oder eine nur etwas geringere Rendite wie mit Förderung zu erzielen. Dies wird in den folgenden zwei Abschnitten für die Beispiele Mais als Input in Biogasanlagen und Raps als Rohstoff für Biodiesel durchgeführt.

#### 3.2.2.1 Beispiel: Mais

Als erstes Beispiel für den Einfluss der Bioenergieförderung auf landwirtschaftliche Erzeugerpreise wird im Folgenden der Zusammenhang zwischen maisbestückten Biogasanlagen und den Erzeugerpreisen für Silomais skizziert.

Abbildung 45 zeigt einen Index der Erzeugerpreise der letzten Jahre für Silomais sowie als Vergleich für Weizen und Raps (KTBL 2009b). Da für Silomais zur Verwendung als Futtermittel i.d.R. kein Marktpreis existiert, handelt es sich hierbei um Silomais zur Verwendung als Biogassubstrat. Abbildung 45 zeigt, dass sich die Erzeugerpreise aller drei Kulturen in den letzen Jahren in einem Aufwärtstrend befanden. Deutlich erkennbar ist auch der rapide Anstieg des Erzeugerpreises für Silomais im Jahr 2004 mit der Einführung des EEG mit NaWaRo-Bonus. Im Mittel der letzten 8 Jahre lag der Silomaispreis damit bei rund 25 €/t.

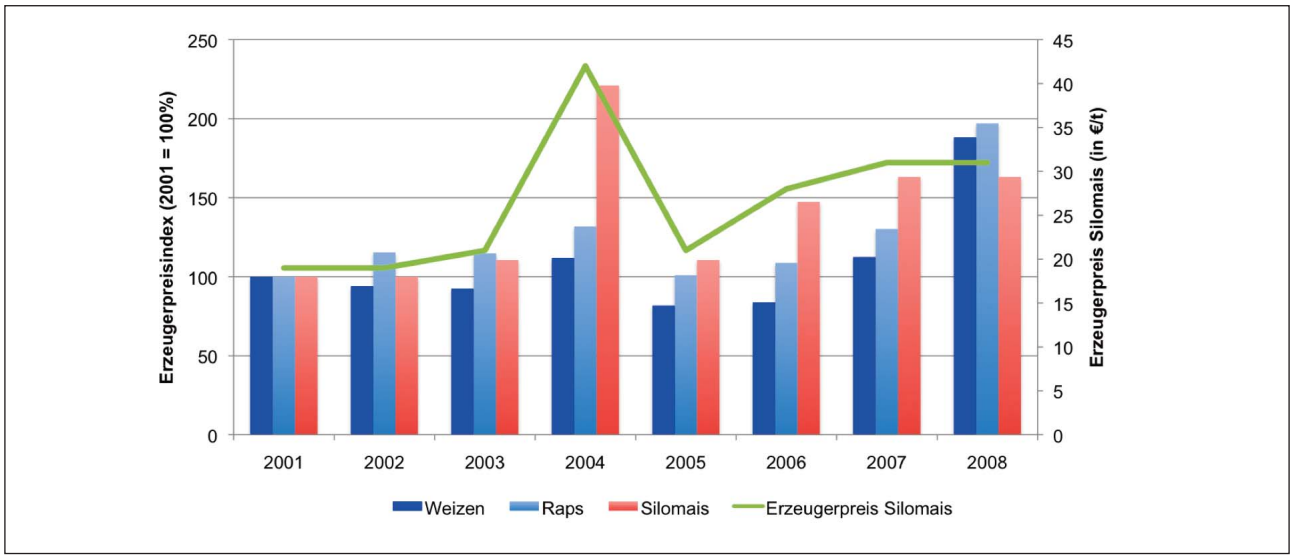



*Abbildung 45: Erzeugerpreisindex für Weizen, Raps und Silomais und Erzeugerpreise für Silomais. Quelle: KTBL 2009b*

Um nun eine Vorstellung davon zu geben, wie stark die EEG-Förderung auf den Erzeugerpreis für Silomais wirkt, wird auf den Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas des KTBL zurückgegriffen (KTBL 2009a).

Abbildung 46 zeigt für drei Beispielanlagen unterschiedlicher Leistung, wie hoch die Substratkosten in Abhängigkeit von den Einspeisevergütungen sein dürften, um den gleichen Gewinn zu erzielen wie mit EEG-Vergütung. Die Kalkulation ist so durchgeführt, dass die drei Anlagen bei Vergütung nach EEG-Sätzen gerade den durchschnittlichen Silomaispreis von 25 €/t zahlen können. Abbildung 46 macht deutlich, dass erst ab einem Strompreis von etwa 10 ct/kWh überhaupt ein positiver Preis für Silomais gezahlt werden kann.

Die stützende Wirkung des EEG auf den Silomaispreis kann nun verstanden werden als die Differenz zwischen dem tatsächlichen durchschnittlichen Preis von 25 €/t und dem Preis, den Biogasanlagen ohne EEG hätten zahlen können. Diese Wirkung zeigt Abbildung 47. Bei einem durchschnittlichen Strompreis von rund 5 ct/kWh liegt diese – theoretische – Preisstützung bei 40 bis 50 €/t und bei einem Spitzenpreis der Referenznotierung Phelix Day Base (vgl. Abschnitt 3.2.1.1) immer noch zwischen 10 und 20 €/t.

Allerdings wird erst ab einem Erzeugerpreis von etwa 14 €/t in der Landwirtschaft ein positiver Deckungsbeitrag mit Silomais (einschließlich Gärrestrücknahme) erzielt (StMELF 2009). Dies macht wiederum deutlich, dass Biogasanlagenbetreiber ohne EEG-Förderung nicht in der Lage wären, angemessene Preise für Silomais zu zahlen und zeigt, wie stark durch das EEG in die Agrarmärkte eingegriffen wurde.

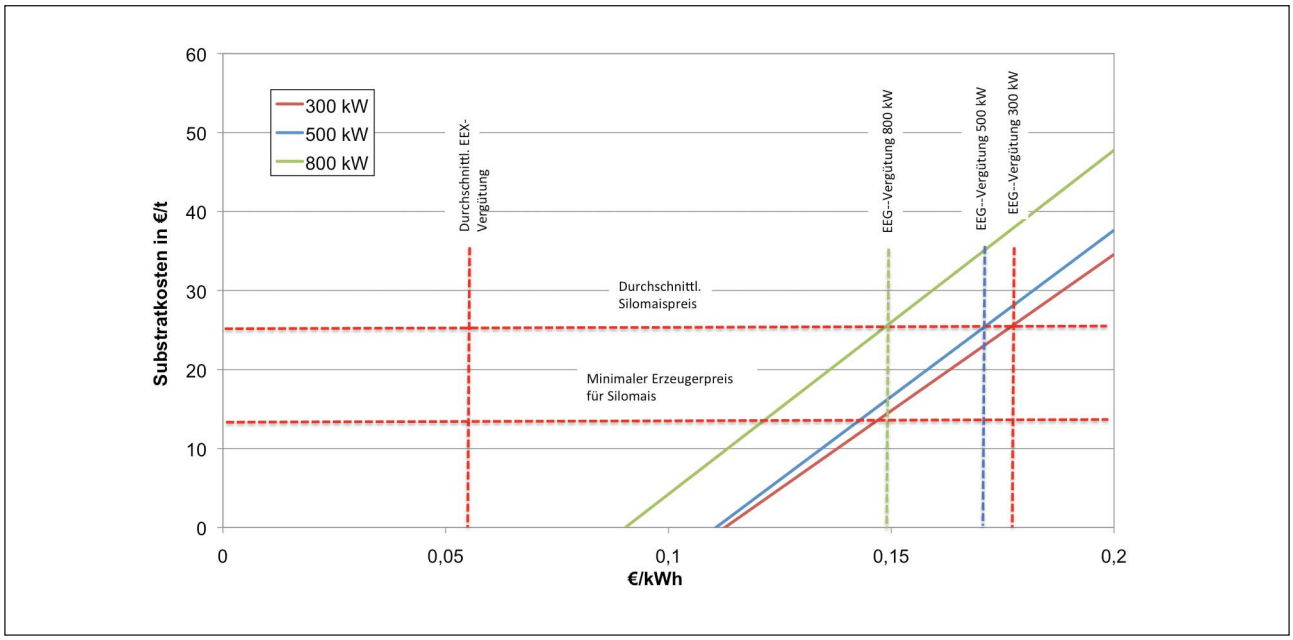



*Abbildung 46: Maximale Substratkosten für maisbetriebene Biogasanlagen in Abhängigkeit von Einspeisevergütungen und Anlagenleistung. Quelle: Eigene Darstellung*

Anmerkung: Die EEG-Vergütungen liegen in der Praxis durch anteilige Anrechnung der höheren Sätze für Anlagen geringerer Leistung etwas über den in § 27 (1) EEG ausgewiesenen Vergütungssätzen einer bestimmten Leistungsklasse.

Diese Preistendenz deckt sich mit einer Untersuchung der Auswirkungen der EEG-Novellierung auf die Wirtschaftlichkeit einer beispielhaften 500 kW-Biogasanlage mit 70 % Maiseinsatz, 30 % Gülle und 30 % Wärmenutzung, also einer Anlage mit noch höheren Vergütungssätzen durch Gülle- und KWK Bonus:

> „Der Betreiber einer Biogasanlage, der über ausreichend Gülle verfügt, kann künftig für den Mais bis zu 39 €/t (ab Feld) bezahlen, rund 50 % mehr als bei der früheren Regelung. Bei einem Ertrag von 45 t/ha Maissilage steigt somit die Zahlungsbereitschaft für die Fläche um ca. 600 €/ha.“ (Isermeyer 2009, S.14).

Während sich diese Rentabilitätsentwicklungen für Anlagenbetreiber und Grundbesitzer positiv auswirken, kommt auch Isermeyer 2009 zu dem Ergebnis:

> „Insbesondere für Rindviehhalter, die in ihrem Kerngeschäft (Viehhaltung) wachsen wollen, überwiegen jedoch die negativen Folgen, da die Nutzungskonkurrenz auf den Agrarflächen wächst und somit die Pacht- bzw. Futterkosten stark zunehmen.“ (Isermeyer 2009, S.14).

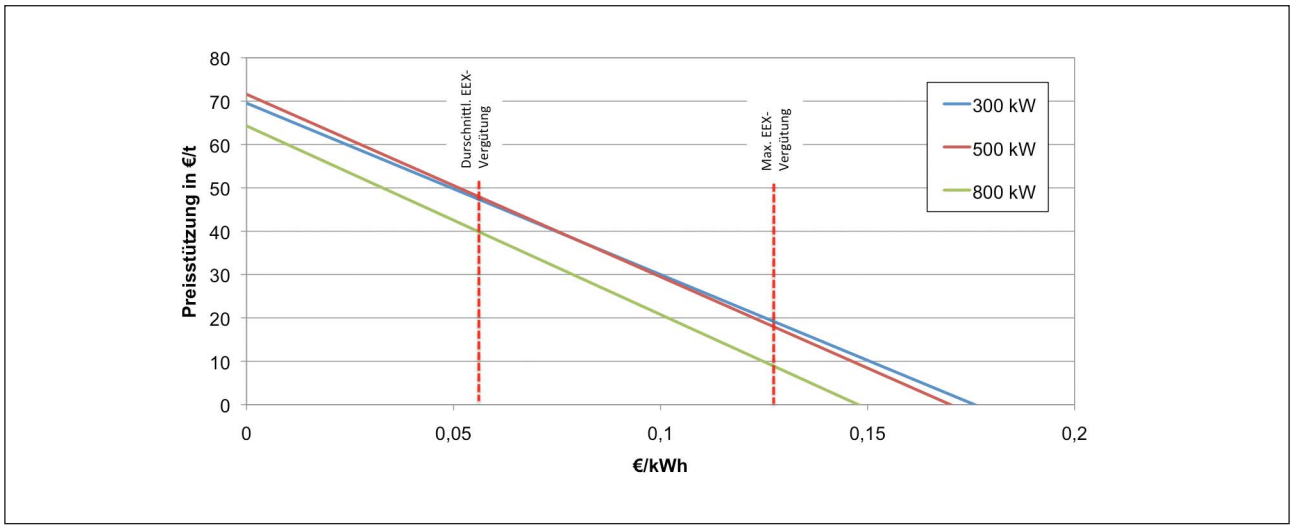



*Abbildung 47: Höhe der Preisstützung für Biogasmais (Differenz zwischen dem durchschnittlichem Erzeugerpreis von 25 €/t und dem maximalem Substratpreis ohne EEG)*

Anmerkungen: Bei den drei für Abbildung 46 und Abbildung 47 ausgewählten Anlagen handelt es sich um Biogasanlagen mit folgenden Spezifikationen:

300 kW: 1 Fermenter 500 m³ liegend + 800 m³ Beton stehend

500 kW: 1 Fermenter 1.200 m³ liegend + 2.200 m³ Beton stehend

800 kW: 1 Fermenter 1.200 m³ liegend + 2.200 m³ Beton stehend

Quellen: KTBL 2009a, eigene Darstellung.

### 3.2.2.2 Beispiel: Raps

Analog zum Beispiel Biogasmais wird im Folgenden Raps als Rohstoff für Biodiesel diskutiert. Abbildung 45 hatte bereits gezeigt, dass für Raps deutliche Steigerungen der Erzeugerpreise in den letzten Jahren zu verzeichnen waren. Abbildung 48 zeigt dieselbe Grafik mit den realen Erzeugerpreisen für Raps (als grüne Kurve dargestellt), die im Mittel der betrachteten Jahre bei etwa 230 €/t lagen.

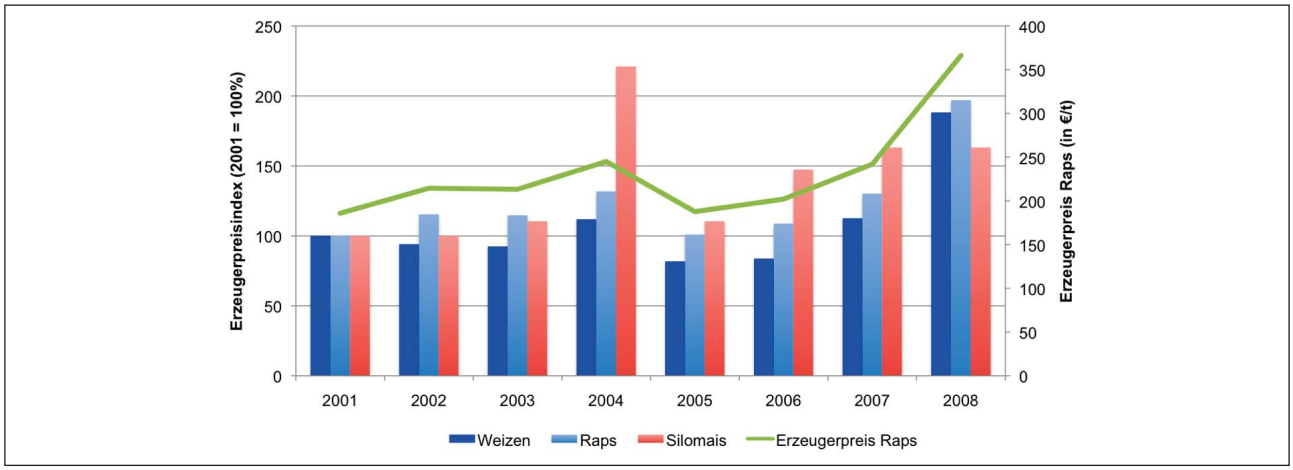



*Abbildung 48: Erzeugerpreisindex für Weizen, Raps und Silomais und Erzeugerpreise für Raps. Quelle: KTBL 2009b*

Wie in Unterkapitel 3.2.1.2 dargestellt wurde, haben sowohl Pflanzenöl als auch Biodiesel als Reinkraftstoffe bei weiter abnehmender Steuerentlastung kaum Chancen, am Markt zu bestehen, so dass die zukünftige Nachfrage im Wesentlichen aus der Biokraftstoffquote resultiert. Wie in Unterkapitel 3.2.1.2 gezeigt, bewirkt die Biokraftstoffquote eine Preisstützung für Biodiesel zur Beimischung von durchschnittlich etwa 34 % (bei einem durchschnittlichen Biodieselerzeugerpreis von 121 ct/l gegenüber einem Preis für fossilen Diesel von rund 90 ct/l).

Die Erlös- und Kostensituation einer beispielhaften Anlage zur Herstellung von Biodiesel aus Rapssaat ist in folgender Tabelle aufgeführt. Bei einem Biodieselpreis zur Beimischung von 1,21 €/l wird in dieser Beispielanlage ein Gewinn von 0,86 €/l Biodiesel erzielt. Die folgende Abbildung 49 zeigt schließlich, welche Erzeugerpreise für die Rapssaat in Abhängigkeit vom Biodieselpreis gezahlt werden könnten, um genau diesen Gewinn zu erzielen: Bei Erhöhung des Biodieselpreises um 10 ct/l könnte der Preis für Rapssaat um knapp 80 €/t steigen. Unter Berücksichtigung, dass der Biodieselpreis bei einem Preis für fossilen Diesel von 90 ct/l auf bis zu 150 ct/l steigen würde (siehe Unterkapitel 3.2.1.2), könnten Rapspreise bis über 400 €/t gezahlt werden. Dies zeigt erneut den enormen Einfluss der Bioenergieförderung – und in diesem Fall des Biokraftstoffquotengesetzes – auf die Erlössituation in der Landwirtschaft.

| | €/l RME | €/t Saat | €/ha Raps |
|---|---|---|---|
| **Erlöse** | **1,32** | **1.004** | **3.775** |
| Biodiesel | 1,21 | 924 | 3.474 |
| Presskuchen | 0,11 | 80 | 301 |
| **Kosten** | **0,46** | **347** | **1.305** |
| Rapssaat | 0,26 | 200 | 752 |
| Lagerung/Fracht | 0,02 | 15 | 56 |
| Presskosten | 0,03 | 25 | 94 |
| Umesterung | 0,09 | 67 | 252 |
| Lagerung/Transport | 0,05 | 40 | 150 |
| **Gewinn** | **0,86** | **657** | **2.470** |

*Tabelle 34: Kosten- und Erlösstruktur der Biodieselerzeugung aus Rapssaat*

Ausbeute: 330 kg Öl/t Saat, 670 kg RME/t Saat, Rapsertrag: 3,76 t/ha, Dichte Öl: 0,92, Dichte RME: 0,88. Quelle: Gienapp 2006.

Während bei tatsächlichen Anbauentscheidungen neben den Erlösverhältnissen noch eine Reihe weiterer Aspekte berücksichtigt werden, wie in Kapitel 3.5.1 noch dargelegt wird, ist die Bioenergiebranche mit Hilfe der beschriebenen Fördermaßnahmen zu einem starken neuen Nachfrager für Biomasse geworden. Traditionelle Marktteilnehmer sowohl aus dem stofflichen wie auch dem Futtermittelbereich ohne entsprechende Förderung haben das Nachsehen.

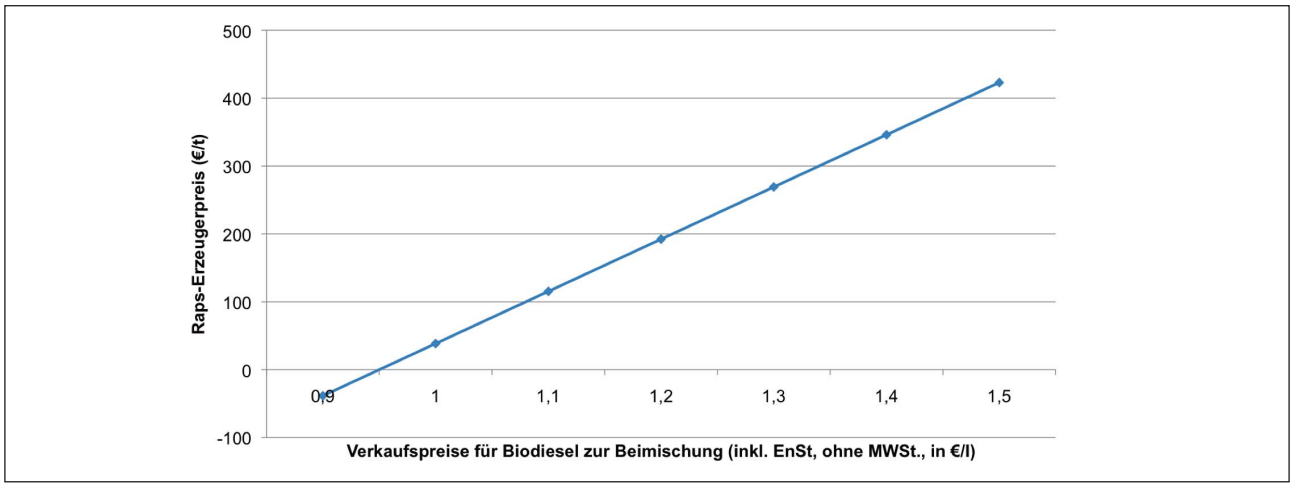



*Abbildung 49: Raps-Erzeugerpreise in Abhängigkeit von Biodieselpreisen zur Beimischung. Quelle: Eigene Darstellung*

## 3.3 Makroökonomische Effekte der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Vergleich

### 3.3.1 Methodik und Vorgehensweise

Bevor auf die Vorgehensweise bei der Einschätzung der makroökonomischen Effekte stofflicher und energetischer Nutzung im Einzelnen eingegangen wird, beschäftigt sich dieser Abschnitt zunächst mit den Methoden, die für die Berechnung solcher Effekte üblich sind, und welche die Auswahl der Methode für die vorliegende Studie begründen.

Unter makroökonomischen Effekten versteht man die Wertschöpfung, die aus einer bestimmten wirtschaftlichen Aktivität resultiert und deren Wirkungen auf den Außenhandel, Beschäftigungs-, Einkommens- und Fiskaleffekte. Für diese Wirkungsbereiche kann zwischen Brutto- und Nettoeffekten unterschieden werden. Nettoeffekte berücksichtigen, dass durch eine bestimmte Aktivität in den meisten Fällen eine andere Aktivität substituiert wird, deren Effekte dann nicht zur Geltung kommen können. Beispielsweise wird durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe die Nutzung fossiler Rohstoffe substituiert, so dass in einer Nettobetrachtung volkswirtschaftliche Verluste durch diese Verdrängung berücksichtigt werden müssen. Aufgrund der Komplexität einer Ermittlung von Nettoeffekten, deren Größe vor allem durch die Wahl des Referenzsystems bestimmt wird, beschränkt sich diese Studie ausschließlich auf die Darstellung von Bruttoeffekten.

Weiterhin muss eine Abgrenzung hinsichtlich der betrachteten Prozessstufen und den Effekten einer Aktivität auf andere Bereiche der Volkswirtschaft erfolgen. Auch in diesem Fall gibt es verschiedenste Ansätze. Für diese Studie sollen die betrachteten Wertschöpfungsketten in jedem Fall die land- und forstwirtschaftliche Primärproduktion nachwachsender Rohstoffe beinhalten und bis zu der Verarbeitungsstufe reichen, in welcher der Rohstoff noch zuzuordnen ist und einen größeren Anteil an der Wertschöpfung ausmacht. Dies wäre z.B. im Buchdruck nicht mehr der Fall, in welchem der Rohstoff Holz bzw. Zellstoff noch zuzuordnen ist, aber die Wertschöpfung überwiegend durch den Inhalt und nicht den Rohstoff erfolgt.

Der Maschinen- und Anlagenbau für stoffliche und energetische Biomassenutzung wird in dieser Studie systematisch nicht als Teil der stofflichen oder energetischen Wertschöpfungskette aufgefasst. Dies

können z.B. Maschinen für die Holzbe- und Verarbeitung sein oder Anlagen zur Produktion von Biogas oder Biodiesel.

Jede wirtschaftliche Aktivität hat indirekte Auswirkungen, die sich theoretisch beliebig weit in einer Volkswirtschaft fortsetzen. Ein Arbeitnehmer sichert z.B. durch seinen Konsum, den er durch sein Einkommen tätigen kann, wiederum Arbeitsplätze in anderen Branchen. Zusätzlich benötigt jede Wertschöpfungskette verschiedenste Dienst- und Vorleistungen. Diese indirekten Effekte werden durch Input-Output (I/O)-Rechnungen erfasst, die mit Tabellen des Statistischen Bundesamtes arbeiten, in denen Produktionsfaktoren (Inputs) und deren Verwendung (Outputs) in einer Matrix dargestellt sind. Ein Vergleich einiger Studien, der im nächsten Abschnitt folgt, zeigt allerdings, dass sich die direkten Effekte i.d.R. durch solche indirekten Effekte etwa um den Faktor 1,7 bis 2,0 erhöhen, so dass der Erkenntnisgewinn relativ gering ist. In Industrien mit sehr unterschiedlichen Lohnniveaus sind unterschiedliche Effekte zu erwarten, nur ist dies in der stofflichen und energetischen Nutzung nicht in relevanter Weise zu erwarten. Daher genügt es, nur direkte Effekte zu betrachten. Auch um vorhandene Studien zu vergleichen, die zwar alle direkte Bruttoeffekte erfassen, aber nur manche indirekte und Nettoeffekte, ist es erforderlich und sinnvoll, sich auf **direkte Bruttoeffekte** zu fokussieren.

Schließlich müssen die ermittelten Effekte zum Rohstoffeinsatz in Beziehung gesetzt werden, um überhaupt zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu kommen. Als Größen bieten sich Hektar Anbaufläche oder Masse, d.h. Stoffstrom, an. Da im Forstbereich Massenangaben üblicher sind und dies auch im Agrarbereich keine Probleme bereitet, werden die Effekte daher – wenn möglich – immer auf den Stoffstrom (Masse) bezogen.

Abschließend ist noch auf den Begriff „Wertschöpfung“ einzugehen. Allgemein bezeichnet die Wertschöpfung den Beitrag, den ein Unternehmen zum Bruttoinlandsprodukt beiträgt, also den Mehrwert, der durch seine Tätigkeit geschaffen wird. Vereinfacht ausgedrückt ergibt sich die sog. **Bruttowertschöpfung** aus dem Produktionswert, also dem Umsatz abzüglich der Vorleistungen (vgl. Abbildung 50). Die Bruttowertschöpfung setzt sich zusammen aus den Abschreibungen, gezahlten Löhnen, Steuern, Kapitalzinsen und dem Gewinn. Nach Abzug der Abschreibungen erhält man die Nettowertschöpfung. Über die gezahlten Löhne besteht eine enge Verknüpfung zwischen der Wertschöpfung und den geschaffenen Arbeitsplätzen.

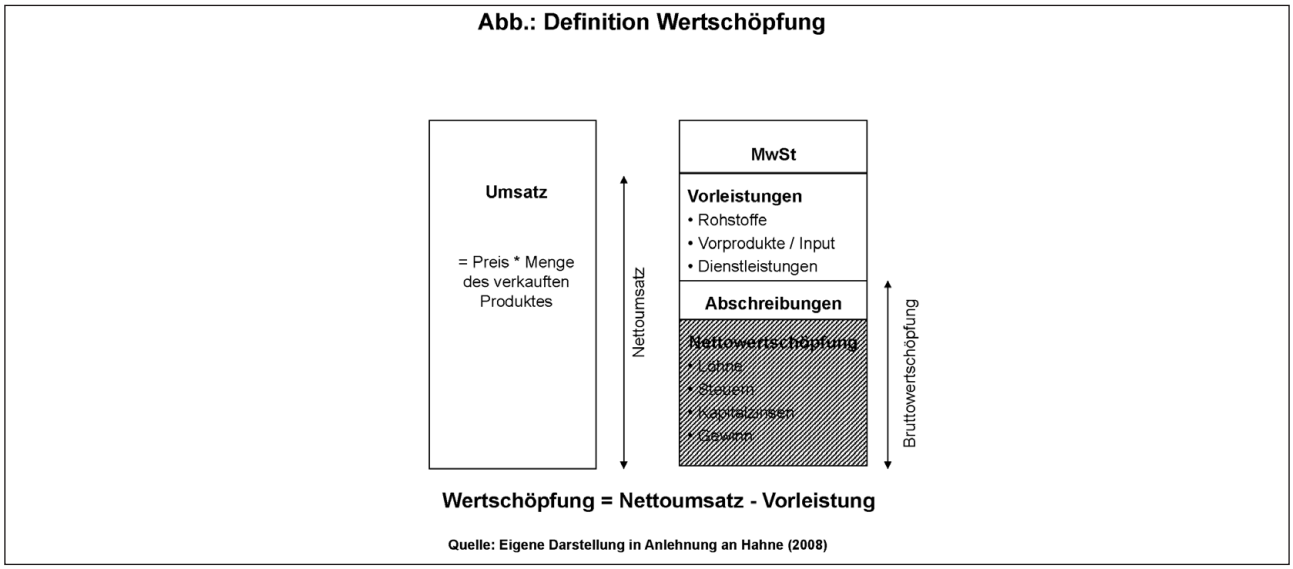



*Abbildung 50: Berechnung der Brutto- und Nettowertschöpfung*

In den meisten Fällen ist allerdings nur der Umsatz einer Branche bekannt und eine Berechnung der eigentlichen Wertschöpfung schwierig. Unter der Annahme, dass sich Umsatz und Wertschöpfung zwischen stofflichen und energetischen Ketten nicht systematisch unterscheiden, wird in dieser Studie daher der Umsatz näherungsweise zum Vergleich der Wertschöpfungsleistung verwendet.

**Zusammenfassend: In der vorliegenden Studie betrachten wir als makroökonomische Effekte der stofflichen und energetischen Nutzung die Schaffung von direkter Bruttobeschäftigung sowie die entlang der Wertschöpfungsketten generierten Umsätze.**

Da im Rahmen dieser Studie, von einer kleinen Fallstudie abgesehen (s.u.), keine eigene Erhebung durchgeführt wurde, stützen sich die Ergebnisse v.a. auf die kritische Analyse vorhandener Studien und Angaben von Verbänden bzw. des Statistischen Bundesamtes. Die ausgewerteten Studien und deren Methodik sind in Tabelle 35 zusammengefasst. Wie man sieht, überwiegen Input-Output-Studien.

Diese Methodik erfordert nicht zwangsläufig eigene Primärerhebungen, auch wenn die I/O-Tabellen des Statistischen Bundesamtes in den Studien meist auf die spezifische Fragestellung angepasst werden müssen. Um „neue“ Technologien und wirtschaftliche Aktivitäten in das Rechensystem zu integrieren, müssen hierzu deren Vorleistungsbezüge von anderen Sektoren und Lieferungen an die übrigen Sektoren und die Endnachfrage quantifiziert werden (Nusser et al. 2007a, S. 193). Die Beschäftigungseffekte werden in der I/O-Rechnung dann indirekt aus dem Produktionswert eines Sektors über sog. Beschäftigungskoeffizienten ermittelt, was bestimmte Produktivitätsannahmen erfordert (Nusser et al. 2007a, S. 194).

Primärerhebungen über eine gesamte Wertschöpfungskette wie die Clusterstudie Forst und Holz (Seintsch 2008a) sind seltener, da ihr Aufwand immens ist. Regionenbezogene Fallstudien wie die von Gothe und Hahne 2005 sind zwar leichter durchzuführen, lassen sich aber nicht unbedingt für ganz Deutschland verallgemeinern. Die Attraktivität von I/O-Studien ist daher sicher auch darauf zurückzuführen, dass allgemeine Aussagen möglich sind, ohne größere Primärerhebungen durchführen zu müssen.

Es lassen sich folglich grob drei verschiedene Vorgehensweisen ermitteln, um volkswirtschaftliche Effekte, die sich meistens auf Beschäftigung und Wertschöpfung beschränken, zu berechnen: I/O-Rechnungen, Fallstudien und Branchenerhebungen. Im folgenden Abschnitt 3.3.2 werden die Ergebnisse, wie sie sich nach Auswertung dieser Studien darstellen, gruppiert nach methodischem Ansatz dargestellt. Die Kernergebnisse aus diesen Auswertungen werden jeweils fett gedruckt am Ende der Unterabschnitte zusammengefasst. Die für die Fragestellung des Kapitels wichtigsten Ergebnisse fließen schließlich in die Gesamtbewertung in Abschnitt 3.3.3 ein.

Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um

- über verschiedene stoffliche und energetische Produktlinien hinweg
- auf Basis verschiedener Methoden und
- verschiedener Studien

zu einer groben Abschätzung zu kommen, welche unterschiedlichen Arbeitsplatzeffekte und Wertschöpfungen mit der stofflichen und energetischen Nutzung verbunden sind.

| Autoren/Institut | Titel | Methodik | Inhalt |
|---|---|---|---|
| Nusser et al. 2007a (Fraunhofer ISI) | Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen | Input-Output, Simulationsmodell Pro Land | Beschäftigung (direkt/indirekt, brutto/netto) stofflicher und energetischer NaWaRo |
| Ifo-Institut 2006 | Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel/Bioethanol | Input-Output | Beschäftigung und Wertschöpfung (brutto, direkt/indirekt) |
| O´Sullivan et al. 2009 (für BMU) | Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008 | Input-Output | Beschäftigung (brutto, direkt/indirekt) |
| Pöyry 2006 (für CEPI) | Value Added and Employment in PPI and Energy Alternative | Input-Output, Industriedaten | Beschäftigung und Wertschöpfung (brutto, direkt/indirekt) der energetischen Nutzung von Holz und seiner Verarbeitung in der Papier- und Zellstoffindustrie |
| Gothe und Hahne 2005 | Regionale Wertschöpfung durch Holz-Cluster | Fallstudie | Wertschöpfung (brutto, direkt) |
| nova 2009 | Vergleich 1 ha Hanf für Dämmstoffe mit 1 ha Raps für Rapsölkraftstoffe | Fallstudie | Beschäftigung (brutto, direkt) |
| Seintsch 2008a (vTI) | Volkswirtschaftliche Bedeutung des Clusters Forst und Holz | Branchenerhebung | Beschäftigung und Umsatz (brutto, direkt) in der Wertschöpfungskette Holz |

*Tabelle 35: Makroökonomische Effekte – Ausgewertete Studien*

## 3.3.2 Ergebnisse der Studien

### 3.3.2.1 Fallstudien

*Gothe und Hahne 2005: Regionale Wertschöpfung durch Holzcluster*
Die Studie von Gothe und Hahne 2005 beschreibt am Beispiel von Holz, wie regionale Wertschöpfungsketten durch die Bildung von Clustern gestärkt werden können. Betrachtet wird die zusätzliche Wertschöpfung, die durch regionale Holzenergienutzung, Holzhausbau und Möbelherstellung gegenüber dem reinen Rohholzverkauf resultiert. Hierzu wurden Best-Practice-Beispiele für Projekte zur Steigerung regionaler Wertschöpfung in Deutschland identifiziert und befragt. Da es sich um verschiedene regionale Beispiele handelt, ist die durch den Rohholzverkauf zu erzielende Wertschöpfung sehr vielfältig, was neben den unterschiedlichen Rohstoffen zusätzliche Ursachen haben mag. Um dennoch den Wertschöpfungsgewinn durch stoffliche Nutzung (Holzbau und Möbelherstellung) gegenüber der energetischen vergleichen zu können, ist in Tabelle 36 für jedes Beispiel der Faktor der Wertschöpfungssteigerung gegenüber dem Rohholzverkauf in der jeweiligen Region berechnet und dieser dann in der letzten Spalte auf die energetische Nutzung bezogen.

| | Gesamtwertschöpfung je Rohholzeinsatz (€/m³) | Wertschöpfung durch Rohholzverkauf (€/m³) | Faktor der Wertschöpfungssteigerung gegenüber dem Rohholzverkauf | **Faktor der Wertschöpfungssteigerung gegenüber der energetischen Nutzung** |
|---|---|---|---|---|
| Regionale Holzenergienutzung | 22 | 13 | 1,7 | **1** |
| Regionaler Holzhausbau | 394 | 54 | 7,3 | **4** |
| Regionale Möbelherstellung | 1.069 | 71 | 15,1 | **9** |

*Tabelle 36: Regionale Wertschöpfung durch stoffliche und energetische Holznutzung[1]. Quelle: Basierend auf Gothe und Hahne 2005*

Hieraus ergibt sich, dass die stoffliche Holznutzung eine Wertschöpfungssteigerung um den Faktor 4 bis 9 gegenüber der energetischen Nutzung ermöglicht. Holzerzeugung, Ernte und Transport machen bei der energetischen Nutzung zusammen den größten Teil der Wertschöpfung aus (58 %). Der Wertschöpfungsfaktor der reinen Energienutzung gegenüber der Holzbereitstellung beträgt daher nur 1,7.

[1] Durch andere Zuordnung der Wertschöpfungsstufen ergaben sich bei Gothe und Hahne andere Zahlen, so dass die Aussage in Tabelle 36 nicht mit der von Gothe und Hahne übereinstimmt: In der Originalstudie wurde in der energetischen Wertschöpfungskette der Prozessschritt „Ernte – Waldarbeiter", der dort 39 % der Wertschöpfung ausmacht, im Gegensatz zu den stofflichen Ketten (Holzhausbau und Möbelherstellung), nicht mehr der Rohholzerzeugung zugeordnet, sondern bereits der energetischen Nutzung. Durch diese uneinheitliche Zuordnung ergab sich bei Gothe und Hahne 2005 ein Faktor der Wertschöpfungssteigerung durch Holzenergie von 13 statt des in Tabelle 36 ausgewiesenen Faktors 1,7.

Anders sieht das beim Holzhausbau und der Möbelherstellung aus: Hier beträgt der Anteil der Wertschöpfung durch Holzerzeugung und Transport nur 14 bzw. 7 % und der Wertschöpfungsfaktor durch die Weiterverarbeitung 7,3 bzw. 15,1 %. Die möglichen Schwierigkeiten, die sich bei einer stofflichen Holznutzung innerhalb einer Region ergeben, bspw. die notwendige Exportorientierung, sind im Kapitel 5.3 der vorliegenden Studie näher thematisiert.

**Die Neuauswertung der Fallstudie von Gothe und Hahne 2005 zeigt, dass durch die stoffliche Holznutzung eine Steigerung der Wertschöpfung gegenüber der energetischen Nutzung um etwa einen Faktor 4 bis 9 erreicht werden kann.**

*Vergleich der Wertschöpfungsketten Hanfdämmstoff mit Rapsölkraftstoff*
Durch die Auswertung der Studie von Gothe und Hahne 2005 ist trotz der unterschiedlichen Zuordnung bestimmter Wertschöpfungsstufen deutlich geworden, dass die stoffliche Holznutzung durch komplexere Wertschöpfungsketten gekennzeichnet ist als die energetische und diese komplexeren Wertschöpfungsketten für die höhere Wertschöpfung verantwortlich sind. Dass dies auch in anderen Fällen so ist und zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der Arbeitsintensität und indirekt auch der Wertschöpfung führt, zeigt das folgende Fallbeispiel, in dem die Wertschöpfungsketten Raps zur Herstellung von Pflanzenölkraftstoff und Hanf zur Herstellung von Dämmstoff verglichen werden (Abbildung 51).

Das Fallbeispiel, das vom nova-Institut im Rahmen der vorliegenden Studie analysiert wurde, vergleicht keine identischen Stoffströme, sondern verwendet als Bezugsgröße eine Fläche von einem Hektar. Die Fragestellung ist, welche direkten Brutto-Arbeitsplätze von einem Hektar mit Raps in der Produktlinie Rapsölkraftstoff im Vergleich zu einem Hektar Hanf in der Produktlinie Dämmstoff ausgehen. Dieser Vergleich wurde gewählt, weil beide Produktlinien zum einen real in Deutschland vorkommen und zum anderen beide vollständig regional umgesetzt werden können.

Die Wertschöpfungskette zur Herstellung von Rapsölkraftstoff besteht im Wesentlichen aus dem Anbau und der Verarbeitung der Rapssaat in einer Ölmühle. Für diese Kette ergibt sich ungefähr ein Arbeitsaufwand von 11 Stunden je Hektar Raps (KTBL 2006, Bokermann 2007). Weiterer Aufwand durch Transport des Kraftstoffs und dessen Bereitstellung an einer Tankstelle sowie durch die Verwertung der Nebenprodukte (Rapskuchen als Futtermittel) werden nicht betrachtet.

Die Wertschöpfungskette für einen Hanfdämmstoff besteht aus dem Anbau, dem Faseraufschluss, der Dämmstoffproduktion sowie dem Einbau durch einen Handwerker. Umgerechnet auf einen Hektar Hanf ergibt sich im Beispiel ein Arbeitsaufwand von 86,5 Stunden (Frank 2009, Specht 2009). Auch in dieser Kette sind der Transport und der Verkauf des Dämmstoffs im Baumarkt, sein späterer Ausbau und die thermische Verwertung am Ende seiner Lebensdauer nicht berücksichtigt. Man erkennt hier sehr deutlich (siehe Abbildung 51), dass sich die höheren Arbeitsplatzeffekte der stofflichen Linie erst im weiteren Teil der Wertschöpfungskette (Dämmstoffproduktion und Einbau) ergeben. Stoffliche Wertschöpfungsketten haben höhere Effekte, weil sie schlichtweg länger und komplexer sind.

**Beim Vergleich beider Ketten ergibt sich somit etwa ein Faktor 8 der Arbeitsintensität, und damit auch der Bruttobeschäftigung beim Hanfdämmstoff gegenüber dem Rapsölkraftstoff, bezogen auf dieselbe Anbaufläche von 1 Hektar.**

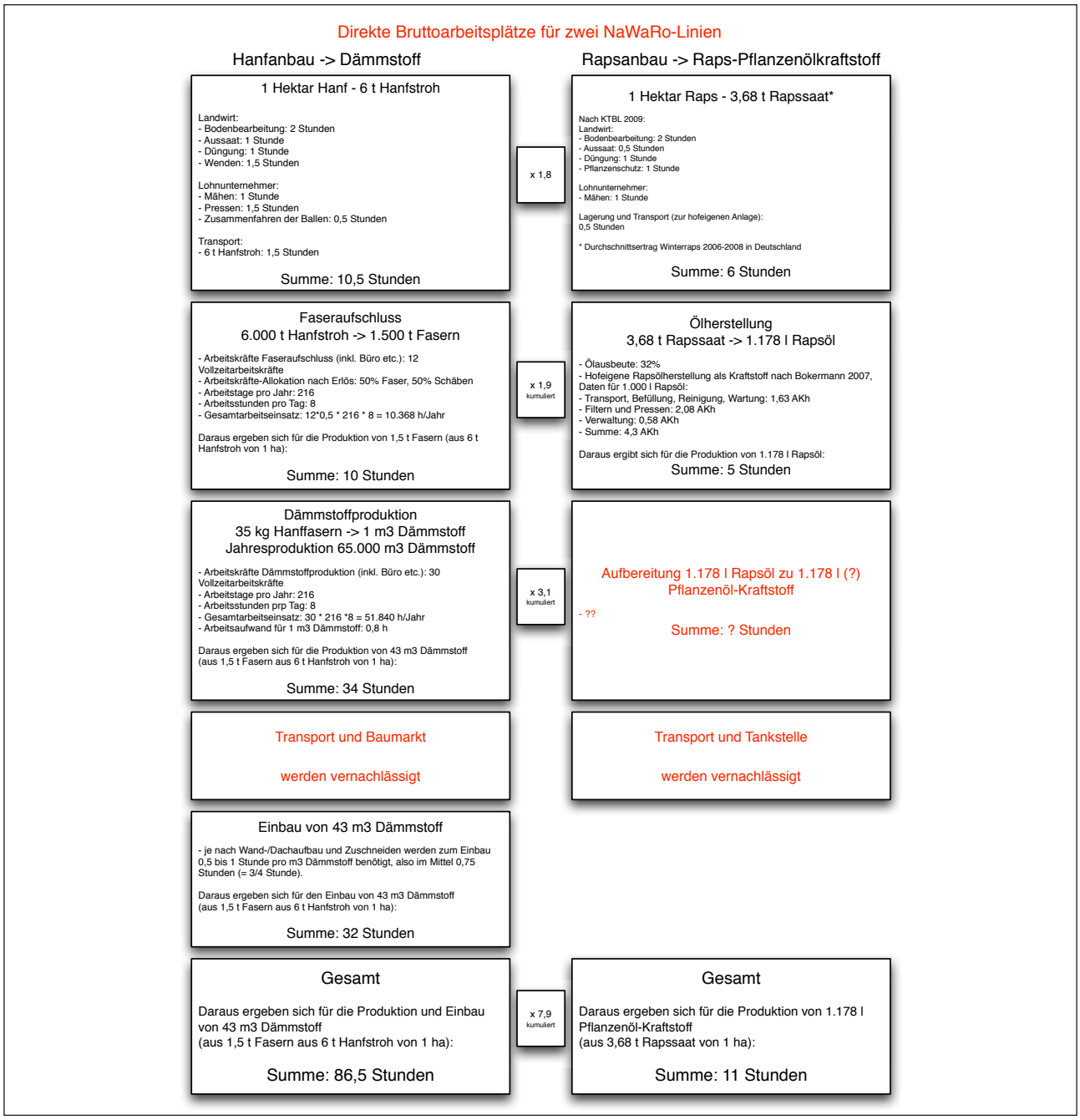



*Abbildung 51: Vergleich der Arbeitsintensität für zwei NaWaRo-Linien Bezugsjahr 2006/2007. Quelle: Eigene Erhebung und Darstellung*

### 3.3.2.2 Input-Output-Analysen

*Nusser et al. 2007a: Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen*

Diese Studie des Fraunhofer Instituts System- und Innovationsforschung (ISI) berechnet mittels der I/O-Analyse direkte und indirekte Brutto- und Nettobeschäftigung energetischer und stofflicher Nutzung nachwachsender Rohstoffe für 2004 und entwickelt Szenarien für die Jahre 2010 und 2020. Der

energetische Bereich berücksichtigt in dieser Studie Biokraftstoffe (Biodiesel, Bioethanol und BtL) und Biomasse zur Energie-/Stromerzeugung (Strom und Wärme aus Biogas und Strom aus sonstigen NaWaRo). Die betrachteten stofflichen Verwendungen umfassen Chemierohstoffe (chemische Basisstoffe, Farben und Lacke, biogene Schmierstoffe, Phytopharmaka und Naturkosmetik) und Werkstoffe (Verpackungsprodukte, Formteile/Faserverbundstoffe, Textilien und Dämmstoffe). Rohstoffe aus der Forstwirtschaft wurden nicht berücksichtigt.

Als indirekte bzw. induzierte Beschäftigungseffekte werden in der ISI-Studie Effekte durch Ausgaben für Vorleistungskäufe bei Zuliefererbranchen (u.a. FuE- u. Ingenieursdienstleistungen) und Investitionstätigkeiten (u.a. zum Bau von Gebäuden) bezeichnet. Tabelle 37 zeigt die Ergebnisse hinsichtlich der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte für die Jahre 2004 und 2010. Hier ist zu bedenken, dass es sich nicht um insgesamt Beschäftigte in diesen Sektoren, sondern um „Vollzeitbeschäftigungsäquivalente“ handelt (Nusser et al. 2007a, S. 131). Dies erklärt, warum z.B. die Anzahl der direkt Beschäftigten im Bereich Energie/Strom (im wesentlichen Biogas) einschließlich Beschäftigter in der Landwirtschaft mit einer Anzahl von 800 im Jahr 2004 sehr gering ausfällt.

Tabelle 37 macht ebenfalls deutlich, dass die indirekten Effekte die Beschäftigung in dem meisten Fällen etwa um den Faktor 2 erhöhen. Eine Ausnahme bildet mit einem Faktor 6 im Basisjahr 2004 der Bereich Energie/Strom, was auf verhältnismäßig höhere Beschäftigungseffekte durch Vorleistungen und Investitionen in Biogasanlagen und Kraftwerke zurückzuführen ist. Wie in Kapitel 3.3.1 erklärt, soll im Folgenden daher nur die direkte Beschäftigung betrachtet werden.

Neben den Bruttoeffekten ermittelt die Studie auch Nettoeffekte, die Beschäftigungsverluste durch die Substitution fossiler Rohstoffe berücksichtigen. Mögliche negative Effekte durch Verdrängung einer anderweitigen (stofflichen) Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe werden dagegen nicht berücksichtigt. Wie erwähnt, sind diese Nettoeffekte ebenfalls nicht Bestandteil der weiteren Analyse.

Die Studie quantifiziert neben den Beschäftigungswirkungen den Flächenbedarf sowie die erwarteten Produktionsmengen an Rohstoffen aus deutscher Landwirtschaft. Dadurch lässt sich leicht umrechnen, wie groß die Beschäftigungswirkung je eingesetztem Hektar bzw. erzeugter Tonne Rohstoff ausfällt. Diese Umrechnung findet sich in der vierten Spalte in Tabelle 37. Die letzte Spalte ermittelt schließlich für das Jahr 2010 den Faktor, um den sich die Beschäftigung, bezogen auf Fläche und Masse, durch stoffliche Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung erhöht. Hierfür ist die Beschäftigungswirkung durch Biokraftstoffe und Energie/Strom aus Biomasse gemittelt und auf 1 normiert. Der Faktor für Chemierohstoffe beträgt 3 (bezogen auf die Masse) bis 5 (bezogen auf die Fläche), der für Werkstoffe sowohl auf Fläche wie auch auf Masse bezogen etwa 19, was die Verarbeitungstiefe im Werkstoffbereich widerspiegelt. Die Prozesskette des Bereichs Chemierohstoffe beinhaltet allerdings auch noch weitere Verarbeitungsschritte, die nicht erfasst wurden, so dass die Bedeutung der chemischen Industrie mit einem Faktor 3 bzw. 5 auf jeden Fall unterschätzt wird.

Gemittelt ergibt sich für die stoffliche Verwendung somit ein Faktor der Beschäftigungssteigerung von 11 bis 12. Dies wurde in der Studie selbst in dieser Form nicht ausgeführt, von den Autoren jedoch mit der Einschränkung, dass unterschiedlicher Importbedarf nicht berücksichtigt wurde, bestätigt (Wydra 2009).

**Die Input-Output Analyse von Nusser et al. 2007a zeigt, dass durch stoffliche Nutzung, auf gleichen Hektarbedarf bzw. Stoffstrom bezogen, eine Steigerung der Beschäftigung etwa um einen Faktor in der Größenordnung 3 bzw. 5 (Chemierohstoffe) bis 19 (Werkstoffe) gegenüber der energetischen Nutzung möglich ist.**

| | Direkte/indirekte Brutto-Erwerbstätige (in 1.000 Beschäftigten)* | | | | Hektarbedarf und Tonnen Rohstoffe aus deutscher Landwirtschaft (in 1.000 t bzw. 1.000 ha) | | | | Direkt Bruttobeschäftigte je 1.000 Hektar bzw. je 1.000 Tonnen Rohstoff | | | | Faktor der Beschäftigungs steigerung im Vergleich zur energetischen Nutzung | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2004 | | 2010 | | 2004 | | 2010 | | 2004 | | 2010 | | 2010 | |
| | Direkt | Indirekt | Direkt | Indirekt | Hektar | Tonnen | Hektar | Tonnen | Je 1.000 Hektar | Je 1.000 Tonnen | Je 1.000 Hektar | Je 1.000 Tonnen | Auf Fläche bezogen | Auf Masse bezogen |
| **NawaRo gesamt** | **35,1** | **41,1** | **48,11** | **62,4** | **1.063** | **6.963** | **1.931** | **22.393** | **33** | **5** | **25** | **2** | | |
| Biokraftstoffe | 9,1 | 9,3 | 14,1 | 19,8 | 778 | 2.658 | 1.390 | 8.540 | 12 | 3 | 10 | 2 | **1** | **1** |
| Energie/ Strom | 0,8 | 4,1 | 4,1 | 9,1 | 24 | 403 | 229 | 7.869 | 33 | 2 | 18 | 1 | | |
| Chemierohstoffe** | 18,8 | 22,4 | 19,7 | 24,6 | 251 | 3.780 | 276 | 5.517 | 75 | 5 | 71 | 4 | **5** | **3** |
| Werkstoffe*** | 6,3 | 5,4 | 9,8 | 8,8 | 10 | 122 | 36 | 467 | 630 | 52 | 272 | 21 | **19** | **19** |

*Tabelle 37: Entwicklung der Beschäftigung im Bereich Nachwachsende Rohstoffe nach Nusser et al. 2007a. Quelle: Verändert nach Nusser et al. 2007a, S. 8 ff*

* Inkl. direkt Beschäftigte in der deutschen Landwirtschaft.

** Chemierohstoffe beinhalten in dieser Studie chemische Basisstoffe, Farben und Lacke, biogene Schmierstoffe, Phytopharmaka und Naturkosmetik.

*** Unter Werkstoffen versteht die Studie Verpackungsprodukte, Formteile/Faserverbundstoffe, Textilien und Dämmstoffe. Holz/Forstwirtschaft als NaWaRo-Input wurde in der Studie nicht berücksichtigt (z.B. bei Wärme Biomasse, Baustoffe, Möbel, Papier/Karton/Pappe).

*Schöpe 2006, Schöpe und Brischkat 2006: Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel/Bioethanol zum Einsatz als Kraftstoff*

Zwei Studien des ifo-Institutes (Schöpe 2006, Schöpe und Brischkat 2006) untersuchen die volkswirtschaftlichen Effekte (Beschäftigung und Wertschöpfung) der Wertschöpfungsketten Biodiesel und Bioethanol. Für Bioethanol werden Szenarien für die Jahre 2007 und 2010 entwickelt, für Biodiesel für die Jahre 2005, 2007 und 2009. Diese Szenarien sollen „die von Marktkennern erwarteten Gegebenheiten insgesamt widerspiegeln“ (Schöpe 2006, S. 25).

Tabelle 38 zeigt die Ergebnisse für das Jahr 2007. Auch die ifo-Studien arbeiten mit der I/O-Rechnung und erfassen direkte Effekte und durch Multiplikatoren geschaffene Wertschöpfung und Beschäftigung. Die Tabelle zeigt, dass die indirekten Effekte durch Multiplikatoren sowohl die Wertschöpfung als auch die Beschäftigung in der Bioethanolbranche um etwa den Faktor 1,7 erhöhen. In der Biodieselbranche erhöhen diese Effekte die Wertschöpfung dagegen um den Faktor 1,5 und die Beschäftigung etwa um den Faktor 2,0. Die Effekte liegen damit in der gleichen Größenordnung wie in der Studie von Nusser et al. 2007a.

Die beiden Studien quantifizieren ebenfalls den Flächenbedarf in der deutschen Landwirtschaft sowie die Mengen an produzierten Rohstoffen. Die Beschäftigungswirkung je 1.000 Hektar liegt hier im Durchschnitt bei 21,5 Beschäftigten und damit deutlich über der Studie von Nusser et al. 2007a. Auf Tonnen Rohstoffe bezogen unterscheiden sich die Ergebnisse dagegen weniger stark (3 – 4 Beschäftigte je 1.000 ha gegenüber etwa 2 Beschäftigte je 1.000 ha nach Nusser et al. 2007a).

**Die direkte Beschäftigungswirkung je Fläche liegt nach den Studien des ifo-Instituts für Biokraftstoffe (Bioethanol und Biodiesel) etwa doppelt so hoch wie nach Nusser et al. 2007a. Bezogen auf Masse/Stoffstrom Rohstoffe unterscheiden sich die Ergebnisse dagegen weniger stark.**

| | Inländische Wertschöpfung (in Mio. €) | | Beschäftigung (in 1.000 Pers.) | | Flächen-bedarf (in 1.000 ha) | Produktions-menge an Rohstoffen (in 1.000 t) | Direkt zurechenbare inkl. Wertschöpfung (in €) | | Beschäftigung (in Pers.) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Direkt | Indirekt | Direkt | Indirekt | | | Je 1.000 Hektar | Je 1.000 Tonnen | Je 1.000 Hektar | Je 1.000 Tonnen |
| Bioethanol | 425 | 275 | 6,4 | 4,4 | 222 | 1.737 | 1.914 | 245 | 29 | 4 |
| Biodiesel | 2.357 | 1.264 | 20,2 | 20,3 | 1.408 | 6.256 | 1.674 | 813 | 14 | 3 |

*Tabelle 38: Volkswirtschaftliche Effekte der Wertschöpfungsketten Bioethanol und Biodiesel (Szenarioergebnisse für 2007). Quelle: Schöpe und Britschkat 2006, Schöpe 2006*

*O'Sullivan et al. 2009: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008*

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gibt seit 2004 regelmäßig eine Studie zur Ermittlung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Auftrag, an der eine Reihe von Instituten beteiligt ist (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung und die Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung). Die Ergebnisse dieser Studie werden vom BMU sowie vom Bundesverband Erneuerbare Energien (BEE) veröffentlicht und haben daher für die öffentliche Wahrnehmung die größte Bedeutung.

Die folgende Tabelle 39 zeigt Teilergebnisse dieser Studie für den Bereich erneuerbare Energien aus Biomasse für das Jahr 2008 (O'Sullivan et al. 2009). Die Gesamtbeschäftigung wird aufgegliedert in Beschäftigung durch Investitionen in Anlagen, durch Wartung und Betrieb dieser Anlagen und durch die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung, allerdings sind die Angaben teilweise unvollständig (s.u.).

| | Beschäftigung durch Investitionen einschl. Export | Beschäftigung durch Wartung & Betrieb | Beschäftigung durch Brenn/Kraftstoff-bereitstellung | Beschäftigung insgesamt 2008 |
|---|---|---|---|---|
| Feste Biomasse | 15.200 | 19.500 | k.A. | 34.700 |
| Biogas & flüssige Biomasse | 3.400 | 4.000 | k.A. | 7.400 |
| Biomassebrennstoffe | k.A. | k.A. | 28.500 | 28.500 |
| Biokraftstoffe | k.A. | k.A. | 25.200 | 25.200 |
| Summe | 18.600 | 23.500 | 53.700 | 95.800 |
| **Direkte Beschäftigung (ohne Anlagenbau und Verkauf)** (zur Berechnung siehe Text) | **-** | **11.750** | **26.850** | **38.600** |

*Tabelle 39: Beschäftigung durch erneuerbare Energien aus Biomasse in Deutschland 2008. Quelle: Verändert nach O'Sullivan et al. 2009*

Diese Zahlen beinhalten sowohl direkte Beschäftigung als auch indirekte Beschäftigung, die sich aus Nachfrage der Betriebe nach Vorleistungen ergibt (O'Sullivan et al. 2009, S. 2).

Wie die zweite Spalte in Tabelle 39 zeigt, berücksichtigt die Studie auch Arbeitsplätze durch den Bau und Verkauf von Anlagen, auch für den Export (siehe Spalte „Beschäftigung durch Investitionen einschl. Export" in Tabelle 39). Aufgrund der in Abschnitt 3.3.1 genannten Gründe werden diese Beschäftigten nicht den erneuerbaren Energien aus Biomasse im engeren Sinne zugeordnet. Vernachlässigt man diese Effekte von 18.600 Beschäftigten und dividiert man die verbleibende Beschäftigung (durch Wartung und Betrieb sowie Bereitstellung) durch den Faktor 2, um die indirekten Effekte herauszunehmen, so kommt man auf knapp rund 38.600 Beschäftigte, die den erneuerbaren Energien aus Biomasse anzurechnen sind. Dieses Ergebnis wird im folgenden Abschnitt 3.3.2.3 der entsprechenden Beschäftigung in stofflichen Wertschöpfungsketten gegenübergestellt.

Nach Lehr 2009 ist die Beschäftigung durch Bereitstellung von Rohstoffen für die Biogasproduktion durch Landwirte in der Zusammenstellung nicht direkt erfasst, weil verschiedene Inputs, auch Gülle, Reststoffe etc., in der Biogaserzeugung Verwendung finden, denen nicht direkt eine Beschäftigungswirkung zuzuordnen ist. Teilweise ist die Beschäftigung durch Bereitstellung von Biogas nach Auskunft von Frau Lehr aber bei der Bereitstellung von Biomassebrennstoffen enthalten. Die Beschäftigung durch Investitionen, Wartung und Betrieb von Biokraftstoffen und Biomassebrennstoffen ist wiederum in den Kategorien flüssige Biomasse und feste Biomasse enthalten.

Die Beschäftigung durch Bereitstellung von Biomassebrennstoffen und Biokraftstoffen wurde dagegen extra ausgewiesen, da diese leichter zu ermitteln sei. Diese Beschäftigung durch Bereitstellung beinhaltet Betriebe zur Produktion von Pellets (also Biomassebrennstoffe) und Landwirte, die z.B. Raps für die Biodieselerzeugung anbauen. Die Vorketten in der Forstwirtschaft wurden dagegen nicht vollständig erfasst.

In dieser Studie wird die Beschäftigung nicht auf Anbauflächen oder Mengen erzeugter Rohstoffe bezogen. Legt man die Masse an nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Nutzung einschließlich Holz zugrunde, wie sie im Rahmen der vorliegenden Studie ermittelt wurde (37,6 Mio. t), so ergibt sich eine Beschäftigungswirkung der Energien aus Biomasse von 1,1 Beschäftigten je 1.000 t, was etwas unter den Ergebnissen der vorangegangenen Studien liegt.

**Nach O'Sullivan et al. 2009 sind erneuerbare Energien aus Biomasse in Deutschland für knapp 40.000 direkt Beschäftigte in Wartung/Betrieb sowie Bereitstellung verantwortlich.**

Diese Daten werden weiter unten zur vergleichenden Analyse der Beschäftigungseffekte verwendet.

*Pöyry 2006: Value Added and Employment in PPI and Energy Alternative*

Die Studie „Value Added and Employment in PPI and Energy Alternative" der Pöyry Forest Industry Consulting GmbH im Auftrag des Verbandes der Europäischen Papierindustrien (Confederation of European Paper Industries, CEPI) vergleicht die Wertschöpfung und Beschäftigung durch Holznutzung im Bioenergiesektor (zur Strom- und Wärmeerzeugung) mit der Verwendung in der Papier- und Zellstoffindustrie.

Die Studie verwendet ebenfalls die I/O-Rechnung und ermittelt folglich direkte und (durch Multiplikatoren) indirekte Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte. Dies geschieht unter der Annahme, dass beide Industrien jeweils die gleiche Ausgangsmenge an Holz bzw. Zellstoff verwenden. Ausgewertet wurden hierfür Statistiken der EU-25 plus Norwegen und der Schweiz. Die in Tabelle 40 aufgeführten Ergebnisse der Studie sind als die Summe der in diesen Ländern geschaffenen Wertschöpfung und Beschäftigung zu verstehen.

Nur auf den „Kernbereich“ der beiden Wertschöpfungsketten beschränkt, ermittelt die Studie eine Steigerung der Wertschöpfung in der Papier- und Zellstoffindustrie um den Faktor 4 gegenüber der energetischen Nutzung (vgl. Tabelle 40). Durch Einbeziehung vor- und nachgelagerter Bereiche sowie von Multiplikatoreffekten erhöht sich dieser Faktor auf 8. Die Beschäftigung wird in den jeweiligen Kernbereichen um den Faktor 6 gesteigert, einschließlich vor- und nachgelagerter Bereiche und Multiplikatoreffekte insgesamt um den Faktor 13.

In einem Vergleich der Wettbewerbsfähigkeit beider Nutzungsalternativen gibt die Studie Folgendes zu bedenken:

– Die Papier- und Zellstoffindustrie verfügt durch das Recycling im Gegensatz zur energetischen Nutzung über eine nachhaltig gesicherte Rohstoffversorgung,

– Auch bei einer Steigerung der Energiepreise um das Dreifache würde die Nutzung durch Papier- und Zellstoffindustrie noch eine höhere Wertschöpfung erzielen als die energetische Nutzung,

– Die BtL-Technologie befindet sich immer noch in der Entwicklung und stellt bislang keine Konkurrenz in der Rohstoffnutzung dar.

Leider werden in der Studie die genauen Ergebnisse einschließlich der vor- und nachgelagerten Bereiche und Multiplikatoreffekte nur für die Wertschöpfung in der Papier- und Zellstoffindustrie genannt. Für die energetische Nutzung liegen für diese Effekte nur Größenordnungen vor und für die Beschäftigungseffekte fehlen diese Angaben gänzlich.

Anhand der teilweise abgeschätzten Angaben in Tabelle 40 erhöht sich die Wertschöpfung durch Multiplikatoreffekte in der Papier- und Zellstoffindustrie um den Faktor 1,6 und im Energiesektor um den Faktor 1,2. Rechnet man diese Effekte heraus, würde sich die Steigerung der Wertschöpfung geringfügig auf den Faktor 6 verringern (vgl. letzte Zeile in Tabelle 40). Legt man die gleichen (in der Studie nicht genannten) Faktoren für die Multiplikatorwirkungen auf die Beschäftigung zu Grunde, würde sich der Faktor der Beschäftigungssteigerung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber der energetischen Nutzung ebenfalls geringfügig von 13 auf 10 verringern.

| | Wertschöpfung (in Mrd. €) | | | Beschäftigung (in 1.000) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Papier- und Zellstoff-industrie | Energetische Nutzung | Faktor stofflich/ energetisch | Papier- und Zellstoff-industrie | Energetische Nutzung | Faktor stofflich/ energetisch |
| Kernbereich | 27,5 | 6,3 | 4 | 264,2 | 46,5 | 6 |
| Vorgelagerter Bereich | 22,6 | ca. 5 | ca. 5 | k.A. | k.A. | k.A. |
| Nachgelagerter Bereich | 112,4 | ca. 10 | ca. 11 | k.A. | k.A. | k.A. |
| Multiplikatoreffekte | 100,5 | ca. 5 | ca. 20 | k.A. | k.A. | k.A. |
| Gesamt | 263 | 33,8 | 8 | 2.950 | 229 | 13 |
| **Direkte Effekte (abzüglich Multi-plikatoreffekte)*** | **162,5** | **ca. 28,8** | **ca. 6** | **ca. 1.844** | **ca. 191** | **ca. 10** |

*Tabelle 40: Ergebnisse der Studie „Value Added and Employment in PPI and Energy Alternative“. Quelle: Pöyry 2006*

* Aufgrund unvollständiger Angaben teilweise geschätzt (siehe Text).

**Bei einem Vergleich der Holznutzung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber der energetischen Nutzung ergibt sich nach Pöyry 2006 eine Steigerung der Wertschöpfung bei stofflicher Nutzung ca. um den Faktor 6 und eine Steigerung der Beschäftigung ca. um den Faktor 10.**

#### 3.3.2.3 Branchenerhebungen und Industriedaten

*Seintsch 2008a: Volkswirtschaftliche Bedeutung des Clusters Forst und Holz*
In der „Clusterstudie Forst und Holz" wurde erstmals 2005 die gesamte Wertschöpfung des Clusters Forst und Holz in Deutschland erfasst. Das Clusterkonzept „beinhaltet die Identifikation und Förderung von Unternehmen verschiedener Branchen, [die] … entlang der verschiedenen Produktions- und Wertschöpfungsketten in intensiver wirtschaftlicher oder sonstiger Verbindung stehen" (Mrosek et al. 2005).

Der Wirtschaftsbereich Holz ist besonders vielschichtig, wie sich in einer Aufgliederung des Clusters Forst und Holz in Deutschland nach Seintsch 2008a zeigt (Tabelle 41). Der Cluster Forst und Holz beschäftigt in Deutschland somit etwa 1 Mio. Menschen und erwirtschaftet einen Umsatz von gut 160 Mrd. €.

Diese Strukturparameter ergeben sich nach Seintsch 2008a aus der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit und der Umsatzsteuerstatistik des Statistischen Bundesamtes. Diese Daten beinhalten sowohl stoffliche als auch energetische Holznutzung und eine genaue Differenzierung ist nicht möglich, wie Seintsch 2008a bemerkt:

> „Mit diesen Datenquellen sind die energetischen Holzverwender nicht gesondert darstellbar. Da sich jedoch zahlreiche Holzpelletierungs- und Biomasseheiz(kraft)anlagen in holzwirtschaftlichen Unternehmen finden, bleibt die energetische Holzverwendung nicht völlig unberücksichtigt." (Seintsch 2008a, S. 60)

Für eine erste Abschätzung nur des stofflichen Bereichs können die Leistungen der Forstwirtschaft und des holzbearbeitenden Gewerbes mit dem Anteil stofflicher Verwendung von 60 % gewichtet werden (siehe die letzten beiden Spalten in Tabelle 41). Außerdem ist es plausibel, das Verlags- und Druckereigewerbe nicht mehr im engeren Sinne der Wertschöpfungskette Holz zuzurechnen (vgl. Abschnitt 3.3.1). Mit diesen Einschränkungen ergibt sich immer noch ein Umsatz durch stoffliche Holznutzung in Deutschland von gut 100 Mrd. € mit 700.000 Beschäftigten. Diese Angaben beinhalten, bedingt durch die Methodik, nur direkte Bruttoeffekte.

Durch energetische Holznutzung ergeben sich, ebenfalls in einer ersten Näherung, in der Forstwirtschaft und im holzbearbeitenden Gewerbe (unter der Annahme von 40 % energetischer Holznutzung) etwa 61.000 Beschäftigte. Seintsch 2008a folgend, dürfte dies zumindest teilweise die Herstellung von Pellets und Hackschnitzeln zur energetischen Nutzung beinhalten. Nicht berücksichtigt wäre die Beschäftigung durch Wartung und Betrieb von Anlagen zur energetischen Holznutzung. Hierzu liegen keine genauen Angaben vor. Nach O'Sullivan et al. 2009 (vgl. Tabelle 39) können hierfür vorerst knapp 10.000 direkt Beschäftigte angenommen werden (19.500 direkt und indirekt Beschäftigte durch Wartung und Betrieb von Anlagen zur Nutzung fester Biomasse). Stellt man diese Beschäftigung (in der Summe rund 71.000) der Beschäftigung von 700.000 durch stoffliche Holznutzung gegenüber und berücksichtigt wiederum die Stoffstromverteilung von 40 % energetisch und 60 % stofflich, so weist die stoffliche Nutzung eine um etwa den Faktor 7 höhere Beschäftigung auf.

**Die stoffliche Holznutzung führt gegenüber der energetischen Nutzung zu einer 7-fach höheren Beschäftigung entlang der Wertschöpfungskette, bezogen auf den gleichen Stoffstrom (Masse).**

| | **Cluster Forst und Holz gesamt** | | **Cluster Forst und Holz: Abschätzung stoffliche Nutzung** | |
|---|---|---|---|---|
| **Branchengruppe** | **Beschäftigte** | **Umsatz (Mrd. €)** | **Beschäftigte** | **Umsatz (Mrd. €)** |
| Forstwirtschaft | 99.325 | 4,06 | 59.595 | 2,44 |
| holzbearbeitendes Gewerbe | 53.454 | 11,12 | 32.072 | 6,67 |
| holzverarbeitendes Gewerbe | 279.340 | 34,13 | 279.340 | 34,13 |
| Holz im Baugewerbe | 166.870 | 13,41 | 166.870 | 13,41 |
| Papiergewerbe | 147.092 | 36,52 | 147.092 | 36,52 |
| Verlags- und Druckereigewerbe | 437.441 | 59,38 | - | - |
| Holzhandel | 13.816 | 9,07 | 13.816 | 9,07 |
| **Gesamt** | **1.197.338** | **167,69** | **698.785** | **102,24** |

*Tabelle 41: Beschäftigung und Umsatz im Cluster Forst und Holz in Deutschland.*
*Quelle: Eigene Berechnungen nach Seintsch 2008*

*Weitere Quellen: Industrie- und Verbandsberichte*
Über die bisher beschriebenen Studien hinaus stehen eine Reihe von Einzeldaten aus Industrie- und Verbandsberichten zur Verfügung, die im Folgenden beschrieben werden und für den abschließenden Gesamtvergleich der makroökonomischen Effekte stofflicher und energetischer Nutzung hilfreich sind.

Tabelle 42 gibt einen Überblick über die aus diesen Quellen verwertbaren Angaben zu Umsätzen in energetischen und stofflichen Branchen. Die Angaben zu Umsätzen im Bereich Energie aus Biomasse stammen aus der Veröffentlichung „Erneuerbare Energien in Zahlen“ des BMU und beziehen sich auf das Jahr 2007. Der Gesamtumsatz durch erneuerbare Energien aus Biomasse beträgt demnach rund 10 Mrd. €.

| **Branchengruppe** | **Gesamtumsatz (in Mrd. €)** | **Anteil NaWaRo/ stofflich (%)** | **Anrechenbarer Umsatz (in Mrd. €)** |
|---|---|---|---|
| **Energie** (2008) | | | |
| Wärme (Biomasse) | 3,6 | 100 | 3,6 |
| Strom (Biomasse) | 3,7 | 100 | 3,7 |
| Biokraftstoffe | 3,5 | 100 | 3,5 |
| ***Summe*** | ***10,80*** | ***-*** | ***10,80*** |
| **Stofflich** | | | |
| Chemische Industrie (2007) | 173,63 | 12 | 20,84 |
| Textilbranche (2008) | 19,2 | 40 | 7,7 |
| Stärkeindustrie (2008) | 1,72 | 45 | 0,77 |
| ***Summe*** | ***194,55*** | ***-*** | ***29,31*** |

*Tabelle 42: Branchenumsätze in stofflichen und energetischen Wirtschaftssektoren (2007/2008). Quellen: BMU 2009a, VCI 2008a, Fachverband Stärke 2009, CIRFS 2009, BMWi 2009*

Für die Abschätzung des Umsatzes in der chemischen Industrie durch Einsatz von NaWaRo wurden Angaben des Verbandes der chemischen Industrie (VCI) zum Gesamtumsatz der Branche gewichtet mit dem ebenfalls vom VCI geschätzten Anteil von 12 % NaWaRo in der chemischen Industrie.

Die Abschätzung der Wertschöpfung durch den Einsatz von Naturfasern ist schwierig. Weltweit beträgt der Anteil Naturfasern (einschließlich Baumwolle) an der Gesamtfaserproduktion rund 40 % (CIRFS 2009). Unterstellt, dass der Naturfaseranteil in der deutschen Textilbranche ähnlich ist, werden etwa 40 % (7,7 Mrd. €) des Gesamtumsatzes der Textilbranche von 19,2 Mrd. € (BMWi 2009) auf Naturfasern zurückgeführt.

Der Gesamtumsatz der deutschen Stärkeindustrie wird vom Fachverband der Stärke-Industrie mit 1,72 Mrd. € angegeben. Ebenfalls gibt der Verband einen „Non-Food“ Anteil der Stärkenutzung von 45 % an.

Für diese drei Industriezweige liegen Abschätzungen zum Umsatz durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur stofflichen Nutzung vor. Viele weitere stoffliche Branchen bleiben hier noch unberücksichtigt. Bei einer Gewichtung dieser Umsätze (10,8 Mrd. € Umsatz durch Bioenergie und 29,31 Mrd. € durch die betrachteten stofflichen Branchen) mit der Verteilung der Stoffströme ohne Holz (26 % stofflich, 74 % energetisch) ergibt sich dennoch bereits ein Faktor der Wertschöpfungssteigerung durch stoffliche Nutzung von 8 bis 9, der als Minimum anzusehen ist, da ja nur ein Teil der stofflichen Branchen erfasst wurde, der Bioenergiebereich jedoch vollständig.

**Die Wertschöpfung durch stoffliche gegenüber energetischer Nutzung liegt, bezogen auf den gleichen Stoffstrom, um mindestens den Faktor 8 bis 9 höher.**

Für die Beschäftigung liegen für diese drei Branchen aus gleichen Quellen ebenfalls Abschätzungen vor (Tabelle 43).

| Branchengruppe | Gesamt-beschäftigte | Anteil NaWaRo zur stofflichen Nutzung (%) | Anrechenbare Beschäftigung |
|---|---|---|---|
| Textilgewerbe | 97.026 | 40 | 38.810 |
| Chemische Industrie* | 444.661 | 12 | 53.000 |
| Stärkeindustrie** | 2.300 | 45 | 1.035 |
| **Summe** | **543.987** | **-** | **92.845** |

*Tabelle 43: Beschäftigung in der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Quellen: VCI 2008a, Fachverband Stärke 2009, BMWi 2009*

*Annahme: 12 % NaWaRo, **Annahme: 45 % Non-Food

Für die gesamte energetische Biomassenutzung ergibt sich nach Tabelle 39 (ca. 40.000) zuzüglich der Abschätzung der Beschäftigung in der Forstwirtschaft und dem holzbearbeitenden Gewerbe durch Energieholznutzung von 71.000 eine direkte Bruttobeschäftigung von ca. 110.000. Wie erwähnt, kann allerdings nicht abschließend geklärt werden, in welchem Maße sich die Angaben von O'Sullivan et al. 2009 und Seintsch 2008a überschneiden. Ein Vergleich dieses Ergebnisses mit der Beschäftigung durch stoffliche Holznutzung (700.000) und der zusätzlichen Beschäftigung in stofflichen Branchen nach Tabelle 43 (ca. 93.000) führt (unter Berücksichtigung einer Rohstoffverteilung von 56 % stofflich und 44 % energetisch, einschließlich Holz) zu einer Beschäftigungssteigerung durch stoffliche Nutzung gegenüber der energetischen um den Faktor 6. Wiederum ist dieser Faktor als ein Minimum zu betrachten.

**Die stoffliche Biomassenutzung in Deutschland führt insgesamt, bezogen auf den gleichen Stoffstrom, gegenüber der energetischen Nutzung mindestens zu einer um den Faktor 6 höheren Beschäftigung.**

### 3.3.3 Zusammenfassung

Tabelle 44 fasst die Ergebnisse der Analysen zu Beschäftigung und Wertschöpfung durch stoffliche gegenüber energetischer Nutzung nachwachsender Rohstoffe, bezogen auf den gleichen Stoffstrom (Masse) bzw. Hektar, zusammen. Trotz der unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen der untersuchten Studien und Branchendaten und der verschiedenen betrachteten Ketten wird deutlich, dass das Potenzial der stofflichen Nutzung für Beschäftigung und Wertschöpfung signifikant höher liegt als bei der energetischen Nutzung, und zwar um etwa den Faktor 5 bis 10 (Beschäftigung) und 4 bis 9 (Wertschöpfung). Der Grund hierfür liegt bei den deutlich komplexeren und längeren Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

Hierbei muss betont werden, dass nicht alle stofflichen Verwendungen nachwachsender Rohstoffe erfasst werden konnten, während für die energetische Nutzung aufgrund des begrenzten Produktspektrums eine vollständige Erfassung möglich war. Die Ergebnisse in Tabelle 44 stellen daher eher eine untere Grenze der positiven Wirkungen stofflicher Nutzung auf Beschäftigung und Wertschöpfung dar.

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass die Schaffung von Einkommen und Beschäftigung im ländlichen Raum das originäre Ziel eines Großteils der Fördermaßnahmen für nachwachsende Rohstoffe gewesen ist. Andere Ziele wie Reduzierung der Importabhängigkeit und der Klimaschutz kamen erst später hinzu. Da in vielen Fällen der größte Teil der Beschäftigung und der Wertschöpfung bei stofflichen Ketten überregional im verarbeitenden Gewerbe und Industrie stattfindet, profitiert der ländliche Raum von der stofflichen Nutzung oft weniger, als es der gesamtwirtschaftliche Nutzen erwarten ließe. Positive Effekte für die regionale Wertschöpfung können leichter durch Bioenergie erzielt werden (siehe hierzu Kapitel 5.3). Dies erklärt einen Teil der Attraktivität der energetischen Nutzung aus agrar- und regionalpolitischer Sicht.

Eine weitergehende makroökonomische Analyse müsste aber eine Kosten-Nutzen-Analyse der NaWaRo-Fördermaßnahmen beinhalten, d.h. die geschaffenen Einkommens- und Beschäftigungseffekte müssten den hierfür aufgewendeten Kosten gegenüber gestellt werden. Da aber, wie eingangs erwähnt, mittlerweile verschiedene Ziele mit der NaWaRo-Förderung verbunden werden, würde eine alleinige Zurechnung aller Kosten auf nur ein Ziel (z.B. Beschäftigung oder Wertschöpfung) die Bewertung verfälschen (Kaup 2002, S. 117). Eine volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse, die sämtlichen generierten Nutzen richtig bewertet und ihm die Kosten der Förderung gegenüberstellt, übersteigt den Rahmen dieser Studie.

**Makroökonomische Effekte: Ergebnisse je Stoffstrom bzw. Hektar**

| Studie | Inhalt | Faktor der direkten Bruttobeschäftigung: stofflich gegenüber energetisch | Faktor der Wertschöpfung (bzw. Umsatz): stofflich gegenüber energetisch |
|---|---|---|---|
| Fallstudie: Gothe und Hahne 2005 (eigene Neuberechnung) | Regionale Wertschöpfung am Beispiel eines deutschen Holzclusters | – | 4 bis 9 |
| Fallstudie: Hanfdämmstoff gegenüber Pflanzenölkraftstoff (Raps, eigene Berechnung) | Vergleich von 1 ha Hanf für Dämmstoff mit 1 ha Raps für Pflanzenölkraftstoff | ca. 8 | – |
| I/O-Analyse: Nusser et al. 2007a | Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe | (3–5) bis 19 | – |
| I/O-Analyse: Pöyry 2006 | Wertschöpfung und Beschäftigung in der Papier- und Zellstoffindustrie gegenüber energetischer Nutzung | ca. 10 | ca. 6 |
| Clusterstudie: Forst und Holz (Seintsch 2008a, eigene Berechnung) | Makroökonomische Effekte des Clusters Forst und Holz in Deutschland | ca. 7 | – |
| Industriedaten (eigene Berechnung) | Beschäftigung und Umsätze in deutschen Industrien | ≥ 6 | ≥ 8–9 |
| **Ergebnis** | | (3) **5 bis 10** (19) | **4 bis 9** |

nova © nova-Institut 2010

*Tabelle 44: Zusammenfassung der Ergebnisse zu Beschäftigung und Wertschöpfung durch stoffliche gegenüber energetischer Nutzung*

## 3.4 Potenzialanalysen und Flächenszenarien für nachwachsende Rohstoffe

### 3.4.1 Einleitung und Zielsetzung

In den letzten Jahren wurden verschiedene Untersuchungen zum Flächenpotenzial nachwachsender Rohstoffe in Deutschland durchgeführt. Die wichtigsten dieser Studien werden im folgenden Kapitel 3.4.2 dahingehend analysiert und ausgewertet, welche Aussagen sie zum Potenzial der stofflichen Nutzung in Deutschland und zur Konkurrenzsituation gegenüber anderen Nutzungspfaden treffen. Ziel ist es, zu einer eigenen Einschätzung der Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland zu gelangen, die dann im anschließenden Kapitel 3.5 vorgestellt wird.

Insgesamt wurden sechs Studien analysiert und ausgewertet, davon drei aus dem Jahr 2008, zwei aus dem Jahr 2007 und eine aus dem Jahr 2006.

### 3.4.2 Analyse und Bewertung vorliegender Studien

Bei der Diskussion der Studien ist zu berücksichtigen, dass es unterschiedliche Potenzialkonzepte gibt, die unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen und deren Ergebnisse daher nicht immer direkt verglichen werden können. Nach Kaltschmitt et al. 2003 und Holm-Müller & Breuer 2006 können folgende Potenzialkonzepte unterschieden werden:

Das **theoretische Potenzial** stellt die Fläche dar, die unter Berücksichtigung naturräumlicher Gegebenheiten maximal für eine Kultur zur Verfügung stünde. Dieses wird bei Berechnung des technischen Potenzials eingeschränkt durch Berücksichtigung des nach bekannter Technik nutzbaren Potenzials. Beide Potenzialkonzepte haben kaum praktische Relevanz für Entscheidungsträger.

Das **ökonomische Potenzial** hingegen berücksichtigt die betriebswirtschaftliche Konkurrenz (Produktionskosten, Rendite) der Kulturen untereinander und ermittelt die unter diesen Bedingungen zu erwartenden Flächenbelegungen. Das erschließbare Potenzial beschreibt wiederum das erwartbare Potenzial unter bestimmten definierten politischen Rahmenbedingungen und ist damit sehr stark von den getroffenen Annahmen abhängig.

Als **volkswirtschaftlich effizientes Potenzial** erneuerbarer Energieträger beschreiben Holm-Müller und Breuer 2006 die kostenminimale Kombination verschiedener Energiepflanzen, um z.B. ein bestimmtes Emissionsvermeidungsziel zu erreichen. Nur das volkswirtschaftlich effiziente Potenzial hat normativen Charakter. Die kostenminimale Kombination von Energieträgern zur Erreichung einer bestimmten $CO_2$-Vermeidung wird wiederum entscheidend durch die Eingrenzung der wählbaren Alternativen bestimmt, bspw. ob Kernenergie als eine Option betrachtet wird.

#### 3.4.2.1 Fraunhofer ISI 2007: Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen

Diese Studie des Fraunhofer Instituts System- und Innovationsforschung (Nusser et al. 2007a) ist bereits in Kapitel 3.3.2.2 mit Schwerpunkt auf die makroökonomischen Effekte ausgewertet worden. Verbunden mit diesen Effekten sind Angebots- und Nachfrageszenarien für NaWaRo für das Basisjahr 2004 (das gewählt wurde, da keine neueren Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes zur Verfügung standen) sowie für die Jahre 2010 und 2020. Das NaWaRo-Angebotspotenzial wurde mit einem agrarökonomischen Modell hergeleitet, welches als Grundannahme unterstellt, dass Landwirte

unter gegebenen politischen und natürlichen Rahmenbedingungen durch ihre Produktionsentscheidungen versuchen, die Bodenrente, also den monetären Ertrag je Fläche, zu maximieren. Damit ist der Kern der Fragestellung nach den Gründen für Flächenverschiebungen erfasst.

Als politische Rahmenbedingung wurde unterstellt, dass das Ziel einer Beimischungsquote von Biokraftstoffen von 5,75 % des Energiegehalts nach der Richtlinie 2003/30/EG bis Ende 2010 erreicht wird und Steuererleichterungen für Bioethanol und Biodiesel (RME) fortbestehen. Auch für BtL (Biomass to Liquid) wurde angenommen, dass Steuererleichterungen bzw. -befreiungen und technischer Fortschritt eine Marktreife von BtL-Kraftstoffen bis 2020 ermöglichen werden. Eine weitere wichtige Annahme ist der Fortbestand des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), das die Abnahme von aus erneuerbaren Energiequellen erzeugtem Strom zu festgelegten Preisen vorschreibt.

Um das NaWaRo-Marktpotenzial in den Basisszenarien zu erreichen, werden nach den Berechnungen des ISI insgesamt im Jahr 2010 rund 22,4 und im Jahr 2020 etwa 60 Mio. t NaWaRos aus der deutschen Landwirtschaft benötigt. Daran gekoppelt ist ein Flächenbedarf in Deutschland in Höhe von ca. 1,9 Mio. ha in 2010 sowie rund 3,4 Mio. ha (inkl. Stroh und Arzneipflanzen) in 2020. Dies entspräche 2020 immerhin einem Anteil von 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 17 Mio. ha. Unter der Annahme konstanter Produktionsmengen inländischer Agrarprodukte, technischen Fortschritts und der im Jahr 2004 stillgelegten Fläche (ca. 0,96 Mio. ha) sieht das ISI keine Flächenkonkurrenz zwischen der Nahrungsmittel- und NaWaRo-Produktion, da unter diesen Annahmen 2010 rund 1,8 Mio. ha (die stillgelegte Fläche von 0,96 Mio. ha zuzüglich nicht benötigter Fläche von 0,84 Mio. ha) und 2020 rund 3,7 Mio. ha Ackerfläche (die als konstant angenommene stillgelegte Fläche zuzügl. 2,74 Mio. ha) für die „zielkonfliktfreie“ NaWaRo-Produktion zur Verfügung stünden (Nusser et al. 2007a, S. 10). Die mit diesen Angebotsmengen verbundenen Flächenbelegungen, wie sie von Nusser et al. berechnet wurden zeigt Tabelle 45.

| | Flächenbedarf in Deutschland (in Tsd. ha) | | |
|---|---|---|---|
| | 2004 | 2010 | 2020 |
| Biogene Kraftstoffe | 778 | 1.390 | 2.643 |
| Energie/Strom aus Biomasse | 24 | 229 | 412 |
| Chemierohstoffe | 251 | 276 | 341 |
| Werkstoffe | 10 | 36 | 40 |
| **Summe (inkl. Stroh und Arzneipflanzen)** | **1.063** | **1.931** | **3.435** |

*Tabelle 45: Flächenbedarf für nachwachsende Rohstoffe in den Jahren 2004, 2010 und 2020 nach Nusser et al. 2007a*

Die Grundannahmen dieser Studie lassen jedoch Konkurrenzverhältnisse außer Acht, wie von den Autoren selbst zu bedenken gegeben wird:

> „Abschätzungen des Flächen- und Mengenpotenzials nachwachsender Rohstoffe sowie zugehöriger makroökonomischer Effekte, ausgehend von stillgelegter bzw. nicht mehr zur Nahrungsproduktion

> benötigter Fläche, berücksichtigen nicht die tatsächlichen Konkurrenzverhältnisse der Produktionsalternativen … […] … Unterstellt man flächendeckende Absatzmöglichkeiten beliebiger Mengen zu gegebenem Preis, so gilt, dass alle Kulturpflanzen auf allen Standorten miteinander um die Produktionsfaktoren konkurrieren, unabhängig von ihrer späteren Verwendung.“ (Nusser et al. 2007a, S. 86)

Wollte man diese Studie einer der in Abschnitt 3.4.2 genannten Kategorien zuordnen, wäre ihr Ergebnis am ehesten als **erschließbares Potenzial** unter den getroffenen Annahmen zu bezeichnen. Bereits die Annahme, eine bestimmte Fläche werde in Zukunft nicht für die Nahrungsproduktion benötigt und stünde daher zum NaWaRo-Anbau zur Verfügung. vernachlässigt jedoch, dass für die Produzenten die Entwicklung an den internationalen Märkten mindestens genau so wichtig ist, wie die Nachfrage im Inland. Deutschland ist ein bedeutender Exporteur von Qualitätsweizen (etwa 20 %). Der deutsche Exportwert von Getreide und Getreideerzeugnissen ist von 2006 auf 2007 um 17 % auf etwa 6 Mrd. € gestiegen (top agrar 2009). 2008 wurden die Anbauflächen für Weizen ausgedehnt, nicht weil der Bedarf an Nahrungsmitteln in Deutschland stieg, sondern aufgrund des hohen Weltmarktpreises für Weizen Ende 2007. Die Annahme konstanter inländischer Nahrungs- und Futtermittelproduktion ist daher unzulässig. Zudem wurde aufgrund der Weltmarktsituation die obligatorische Flächenstilllegung in der EU 2008 ausgesetzt und ab 2009 abgeschafft, so dass auch die Annahme einer konstanten, für nachwachsende Rohstoffe „reservierten“ Fläche nicht mehr gegeben ist.

Aus heutiger Sicht erstaunt auch das für 2020 vorhergesagte Verhältnis „Biogene Kraftstoffe“ zu „Energie/Strom aus Biomasse“. Eine solche Dominanz der biogenen Kraftstoffe wird heute kaum noch erwartet, ganz im Gegenteil: Während seit 2008 die Fläche für Biokraftstoffe stagniert bzw. leicht zurück geht, wächst die Fläche für „Energie/Strom aus Biomasse“ unvermindert, bedingt durch veränderte politische Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 6.1.1).

#### 3.4.2.2 Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie 2008: Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse

Diese Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt und Energie zusammen mit dem Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (Bringezu et al. 2008a) untersucht das **technisch nutzbare Biomassepotenzial** in Deutschland sowie Einflüsse der Förderung der Biomassenutzung im Energiebereich hinsichtlich der Konkurrenz zu anderen Verwendungen, auf den Import von Biomasse sowie auf die Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Biomasse nutzenden Branchen. Nutzungskonkurrenzen werden zwischen Nahrungsmitteln, energetischer und stofflicher Nutzung betrachtet. Als Rohstoffe, die um die jeweilige Nutzung konkurrieren, werden u.a. Weizen, Mais, Gerste, Raps, Sonnenblumen und Holz (Industrie-, Wald- und Stammholz) untersucht. Dabei wird zwischen direkter (wenn Roh- oder Grundstoffe für mehr als einen Nutzungspfad eingesetzt werden) und indirekter (wenn verschiedene Roh- oder Grundstoffe auf gleiche Flächenressourcen angewiesen sind) Konkurrenz unterschieden. Im Gegensatz zur Studie des Fraunhofer ISI wird berücksichtigt, dass die Rohstoffproduktion und Grundstoffherstellung sowohl im In- als auch im Ausland stattfinden kann. Der gesamte Flächenbedarf zur Deckung der inländischen Nachfrage wird hierbei als globaler Flächenbedarf bezeichnet.

Die in der Studie betrachteten Entwicklungen sind BAU („Business as usual“) – Szenarien, d.h. Szenarien, die von einer Fortführung bereits beschlossener politischer Maßnahmen ausgehen und damit ein Referenzsystem darstellen (so dass das errechnete Potenzial auch als erschließbares Potenzial unter Fortführung der bisherigen Politik bezeichnet werden könnte). Als BAU I wird eine eher konservative

Entwicklung des Anbaus von Biomasse zur stofflichen und energetischen Nutzung bezeichnet und als BAU II eine etwas dynamischere. Beide Szenarien sollen die Spannweite der möglichen Entwicklung abbilden.

Die BAU-Szenarien berücksichtigen definitionsgemäß keine Änderungen der politischen Rahmenbedingungen. Kurz nach Fertigstellung der Studie erfolgte im April 2008 der Beschluss des Bundesumweltministeriums, die Beimischungsquote von Bioethanol nicht zu erhöhen und beim 5 %-Volumen zu belassen. In der Folgeveröffentlichung *„Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe“* des Wuppertal Instituts in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) und dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (Bringezu et al. 2008b) konnten die Veränderungen der Szenarienergebnisse, die sich hierdurch ergaben, berücksichtigt werden. Die Ergebnisse beider Studien fasst folgende Tabelle zusammen und zeigt, dass sich durch die Politikänderung ein Rückgang des Flächenbedarfs um etwa 5 % ergibt.

| | 2010 | | 2020 | | 2030 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BAU I | BAU II | BAU I | BAU II | BAU I | BAU II |
| Bringezu et al. 2008a | | | | | | |
| Energetisch | 2,67 | 2,66 | 3,02 | 3,18 | 2,67 | 3,26 |
| Stofflich | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,36 | 0,63 | 0,44 |
| Gesamt | 2,97 | 2,98 | 3,35 | 3,54 | 3,30 | 3,70 |
| Bringezu et al. 2008b | | | | | | |
| Energetisch | 2,45 | 2,45 | 2,80 | 2,97 | 2,69 | 3,11 |
| Stofflich | 0,31 | 0,32 | 0,36 | 0,39 | 0,44 | 0,46 |
| Gesamt | 2,76 | 2,77 | 3,16 | 3,36 | 3,13 | 3,57 |

*Tabelle 46: Szenarienergebnisse zur Flächenentwicklung für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland nach Bringezu et al. 2008a und Bringezu et al. 2008b. Quellen: Bringezu et al. 2008a und Bringezu et al. 2008b*

Ausgehend von 1,6 Mio. ha Ackerfläche für NaWaRos in 2006 (13 % der Ackerfläche Deutschlands) prognostiziert das Wuppertal Institut mindestens eine Verdopplung der Fläche bis 2030. Als Treiber für den Flächenbedarf wird auch zukünftig primär die energetische Nutzung gesehen. Diese Prognose entspricht einem jährlichen Flächenmehrbedarf von 8 %, was bei einem zu erwartendem Produktivitätszuwachs von 1–1,5 % p.a. zu gewissen Nutzungskonkurrenzen führen dürfte.

Die Autoren der Studie sehen insbesondere beim Weizen zukünftig starke direkte Nutzungskonkurrenzen. Die Entwicklung in der stofflichen (z.B. Biopolymere aus Weizenstärke) und energetischen Verwertung (zur Wärme- und Bioethanolproduktion) könnten dazu führen, dass 2020 beide zusammen fast zwei Drittel des heutigen inländischen Weizenverbrauchs ausmachen werden und der Gesamtverbrauch stark von Importen abhängig werden könnte. Zu dieser Konkurrenz würde es laut Bringezu et al. 2008a auch kommen, wenn Flächen und Erträge zwar steigen, aber dies nicht proportional mit der Nachfrage (Bringezu et al. 2008a, S. 19).

In den Szenarien wird davon ausgegangen, dass die für 2006 ausgewiesene Ackerfläche von ca. 12 Mio. ha und die Grünlandfläche von ca. 4,9 Mio. ha über den gesamten betrachteten Zeitraum bis 2030 unabhängig von ihrer Nutzung zur Verfügung stehen wird. Es wird explizit erwähnt, dass „preisliche Verknappungseffekte“ durch Flächenkonkurrenz nicht bei der Definition der Szenarien berücksichtigt wurden, so dass diese nicht als Prognosen zu interpretieren seien (Bringezu et al. 2008b, S. 7).

Bringezu et al. 2008b führen weiter aus, dass die Szenarienergebnisse im Mittel der meisten anderen Studien liegen, und sehen u.a. in der Vernachlässigung ausländischer Produktion zur Deckung der inländischen Nachfrage eine wesentliche Schwäche anderer Studien:

> „Die Einschätzungen verschiedener Studien […] liegen überwiegend in einem Bereich von 3 bis 4 Millionen Hektar, einschließlich der vorliegenden Studie […]. Lediglich die Studien von Thrän et al., 2005, und Schönleber et al., 2007, kommen auf deutlich höhere Potenzialeinschätzungen bis etwa 7 Millionen Hektar (bzw. ca. 43 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche in 2020). Dies liegt hauptsächlich in den hohen Annahmen zur Freisetzung durch Ertragssteigerungen begründet, und sollte einer kritischen Prüfung unterzogen werden […]. Insofern müsste ein Vergleich der zukünftigen Flächenpotenziale um den Vergleich von Produktionskapazitäten im Kontext des gesamtwirtschaftlichen Verbrauchs landwirtschaftlicher Waren erweitert werden. Dies ist jedoch nicht möglich, da allen Studien mit Ausnahme der vorliegenden gemein ist, dass die globale Flächenbelegung durch den Verbrauch in Deutschland nicht berücksichtigt wurde und die Ergebnisse der anderen Studien bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung somit zu relativieren sein dürften.“ (Bringezu et al. 2008b, S. 112– 113)

Bei dieser Kritik ist allerdings zu bedenken, dass es sich bei dem Ergebnis von Thrän et al. 2005 wie auch von Schönleber et al. 2007 um das unter einer bestimmten Politikoption erschließbare Potenzial handelt (siehe dazu ausführlicher Abschnitt 3.4.2.4), so dass ein Vergleich eigentlich nicht möglich ist.

Die Flächenpotenziale für einzelne Kulturen für die stoffliche Nutzung werden in Bringezu et al. 2008b ausführlicher besprochen als in Bringezu et al. 2008a. Beispielhaft für Naturfasern mit hohem Wachstumspotenzial wird für Hanf und Flachs ein inländisches Flächenpotenzial von ca. 13.000 ha in 2020 und 50.000 ha in 2030 ermittelt. Gegenüber der heutigen Anbaufläche wäre dies eine Steigerung um das Sechsfache bzw. Fünfundzwanzigfache. Dies scheint eine sehr optimistische Einschätzung zu sein und beruht auf der Annahme einer Fortführung der Wachstumsraten von Hanffasern im Autobau und als Dämmstoff. Die Deckung der verbleibenden inländischen Nachfrage nach Hanf und Flachs würde nach diesen Annahmen auf knapp 180.000 ha im Ausland erfolgen.

### 3.4.2.3 Deutsche Energieagentur 2006: BtL-Realisierungsstudie

Das Potenzial großtechnischer BtL-Produktion in Deutschland wird in einer Studie der Deutschen Energie-Agentur (dena) 2006 untersucht. Zum einen verfolgt die Studie das Ziel, potenziellen Investoren Chancen und Risiken von BtL aufzuzeigen, zum anderen Politikempfehlungen für die BtL-Förderung auszusprechen.

Da es bei der Erzeugung von Flüssigkraftstoffen aus erneuerbaren Ressourcen, anders als bei der Strom- und Wärmeerzeugung, derzeit keine Alternative zur Biomasse gäbe, wird das BtL-Verfahren in diesem Bericht als besonders vielversprechend erachtet. Das Verfahren sei zwar soweit technisch entwickelt, dass erste großtechnische Anlagen möglich wären, aber es bestünden noch große Risiken hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit. Die Studie plädiert daher für eine gemeinsame Finanzierung von BtL-Projekten aus öffentlicher und privater Hand und verlässliche politische Rahmenbedingungen.

Die Bundesregierung fördert BtL-Anlagen derzeit mit verschiedenen Maßnahmen (siehe Kapitel 6.1.1) und auch auf europäischer Ebene ist das Interesse an BtL sehr stark.

Die Studie ermittelt das heutige **technische Biomassepotenzial** in Deutschland, das für die BtL-Produktion zur Verfügung stünde. Insgesamt wird ein Potenzial von 40 bis 70 Mio. t Biomasse-TM pro Jahr geschätzt, mit dem bis zu 15 Mio. t BtL produziert werden könnten, was bis zu 20 % des heutigen Kraftstoffverbrauchs in Deutschland decken würde. Den größten Anteil von 44 % an diesem Potenzial nehmen Hölzer ein (Waldenergieholz, Industrierestholz und Altholz), während auf Energiepflanzen (für die das Flächenpotenzial aus der Stilllegungsfläche errechnet wurde) nur knapp 26 % entfallen.

Die Studie entwickelt schließlich Szenarien für Nutzungskonkurrenzen und Preisentwicklungen von Biomasse bis 2030. In einem Referenzszenario wird für das Jahr 2030 ein nutzbares Potenzial von 3,1 Mio. ha ermittelt. Bei einer am Naturschutz orientierten Flächennutzung („Umweltszenario“) würden langfristig 2,8 Mio. ha, und bei einer intensiveren Nutzung („Biomasseszenario) 4,2 Mio. ha für den Anbau von Energiepflanzen Verfügung stehen. Je nach Verhältnis der auf diesen Flächen angebauten Kulturen (Kurzumtrieb, Triticale oder Miscanthus) ergäbe sich ein Biomassepotenzial von 56–104 Mio. t TM. Mit diesem Potenzial könnten 2030 gut 35 % des prognostizierten Kraftstoffverbrauchs mit BtL gedeckt werden.

Die BtL-Studie betrachtet direkte Nutzungskonkurrenz leider nur bezogen auf alternative energetische Nutzungen der Biomasse (für Heizzwecke und in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen), nicht aber auf die bereits starke Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Diese Konkurrenz könnte sich durch BtL ganz erheblich verschärfen und Einfluss auf die Preise haben. Da BtL in dieser Studie als sehr attraktive Biomasseverwertung dargestellt wird, könnte man davon ausgehen, dass an einer stofflichen Biomassenutzung Interessierte künftig mit steigenden Bereitstellungskosten und Rohstoffengpässen rechnen müssen. Die Ergebnisse der Studie beruhen jedoch auf der Annahme einer weitgehenden politischen Unterstützung von BtL, und wie in der Studie von Bringezu et al. 2008a werden Fortschritte bei alternativen Antriebstechniken (d.h. Wasserstoff- und Elektroantriebe) nicht berücksichtigt. Die als sehr positiv dargestellten Zukunftsaussichten von BtL können daher stark angezweifelt werden. Auch die zukünftigen Bereitstellungskosten für Biomasse sind mit großer Unsicherheit behaftet und werden in der Studie tendenziell zu niedrig angesetzt, wie die letzten Jahre gezeigt haben. Wie die Studie bemerkt, werden aber die Biomassekosten einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von BtL haben.

#### 3.4.2.4 Henze und Zeddies 2007: Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energiepflanzen der Landwirtschaft der Europäischen Union

Henze und Zeddies 2007 errechnen aus der Brachfläche und dem Abbau der Überschussflächen in der Pflanzenproduktion sowie der Milch- und Rindfleischproduktion im Durchschnitt der Jahre 2000 – 2003 ein Flächenpotenzial für Energiepflanzen von ca. 2,4 Mio. ha, d.h. ca. 14 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Durch Fortschreibung der Flächenumwidmungen, Produktivitätssteigerungen und das Auslaufen der Exporterstattungen, mit denen auf dem Weltmarkt nicht konkurrenzfähige Agrarerzeugnisse subventioniert werden, würde sich nach Henze und Zeddies 2007 für die Jahre 2010 und 2020 jeweils ein Flächenpotenzial in Deutschland von akkumulierten 4,46 Mio. ha und 7,23 Mio. ha ergeben. Dieses liegt deutlich über den bisher vorgestellten Potenzialabschätzungen, was in der Zielsetzung dieser Studie begründet liegt:

> „Um berechtigter Kritik vorzubeugen […], sei deutlich herausgestellt, dass es sich im Folgenden nicht um eine Prognose der erwartbaren Bioenergieproduktion handelt. Es wird aufgezeigt, welches Flächenpotenzial unter den getroffenen Annahmen zur Verfügung stehen würde." (Henze und Zeddies 2007, S. 256)

Hierbei handelt es sich daher eindeutig um ein **erschließbares Potenzial**. Da der Abbau der EU-Exportsubventionen eine wichtige Forderung insbesondere von entwicklungspolitischen Kreisen darstellt, ist eine Politikänderung in diese Richtung abzusehen, auch wenn der Prozess langsam verläuft. Im Rahmen der WTO-Verhandlungen hat sich die EU verpflichtet, bis zum Jahr 2013 sämtliche Exporterstattungen abzuschaffen, falls auch die übrigen WTO-Mitglieder dies tun (top agrar 2008). Insofern ist die Überlegung, welche Flächenverschiebungen aus dieser agrarpolitischen Maßnahme resultieren werden, durchaus angebracht.

Die Ergebnisse dieser Studie finden sich, wie erwähnt, ebenfalls in Thrän et al. 2005 sowie in Schmitz et al. 2009 (S. 42), wobei in der letztgenannten Studie die Prognosen bis 2050 erweitert sowie deutlich nach unten korrigiert wurden (4,4 Mio. ha in 2020 und 6,5 Mio. ha in 2050).

#### 3.4.2.5 A.T. Kearney 2008: Bioenergie und dezentrale Energieversorgung – Chancen in Deutschland und Europa

Diese Studie der Unternehmensberatung A.T. Kearney (Hauff et al. 2008) im Auftrag von VDMA Power Systems und der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) untersucht das Potenzial der Bioenergie in Deutschland zur Wärme- und Stromversorgung. Biokraftstoffpotenziale waren nicht Gegenstand dieser Studie.

Die Studie berücksichtigt in drei Szenarien als „Makrotreiber" unterschiedliche Entwicklungen des Öl- und Weizenpreises und damit verbundene Verschiebungen der Förderung. Als Basisszenario wird die Situation im Zeitraum der Erstellung der Studie bezeichnet (Ölpreis bei 100 USD/bbl, Weizenpreis bei 180 EUR/t), als Szenario „Rohstoffknappheit" ein weiterer starker Anstieg von Öl- und Weizenpreisen (150 USD/bbl und 240 EUR/t) und als Szenario „maximale $CO_2$-Reduktion" eine Situation sinkender Erdölpreise (70 USD/bbl) und Fluktuation des Weizenpreises auf erreichtem Niveau von 180 EUR/t. Aufgrund der niedrigen Energiedichte und der damit verbundenen Transportunwürdigkeit von Biomasse zur energetischen Verwertung fokussiert die Studie auf dezentrale Biomasseerzeugung und Verwertung.

Für das Jahr 2020 wird ein technisches Biomassepotenzial von 1.100 PJ zur energetischen Verwertung ermittelt, gegenüber dem heutigen Potenzial von 786 PJ. Die Steigerung ergibt sich aus der Annahme des Zuwachses des Potenzials aus Wäldern, einer Steigerung der Flächenerträge sowie einem steigenden Flächenpotenzial für Energiepflanzen aufgrund abnehmender Bevölkerung in Deutschland und Europa (Hauff et al. 2008, S. 36). Die bereits geäußerte Kritik der mangelnden Berücksichtigung der Einbindung Deutschlands und Europas in die globale Agrarwirtschaft trifft daher auch auf diese Studie zu, wobei wiederum die Ermittlung eines technischen Potenzials per Definition (vgl. Kapitel 3.4.2) diese Faktoren unberücksichtigt lässt.

Der größte Anteil am Substratpotenzial in 2020 wird durch die Nutzung von Alt- und Restholz gesehen (219 PJ), gefolgt von Silomais (180 PJ) und Durchforstungsholz (176 PJ). Die mit diesen Potenzialen einhergehenden Flächenbelegungen werden in der Studie nicht explizit ermittelt und lassen sich nur teilweise aus den jeweiligen Energiedichten ableiten. Bei einer Energiedichte von Silomais von 7

MJ/kg und einem Biomasseertrag von 30 t/ha ergibt sich eine Fläche von rund 850.000 ha. Bei einer Silomaisfläche zur Biogaserzeugung von etwa 240.000 ha in 2008 (DMK 2009) wäre dies eine Steigerung um mehr als das 3,5-fache. Eine solche Entwicklung ist fraglich und zeigt, dass das ökonomische Potenzial, das sich aus der Konkurrenz zu allen anderen Kulturen ergibt, viel aussagekräftiger wäre. Für Kurzumtriebsplantagen (88 PJ des ermittelten Biomassepotenzials) ergibt sich eine Fläche von etwa 450.000 ha, für Getreideganzpflanzen (9 PJ) eine Fläche von ca. 53.000 ha.

Abhängig von den oben beschriebenen Szenarien wird durch Bioenergie in Deutschland bis 2030 ein Beitrag von 126 bis 170 TWh zur gewerblichen Strom- und Wärmeerzeugung erwartet, was einer Steigerung um das Sechs- bis Achtfache gegenüber 2007 entspricht. Die Auswirkungen der Flächenkonkurrenz werden in dieser Studie ansatzweise durch die oben beschriebenen Szenarien abgebildet: Im Szenario „Rohstoffknappheit“ würden z.B. maisbasierte Biogasanlagen aufgrund der Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung zurückgehen, während güllebasierte Anlagen sowie die Verwendung fester Biomasse (Holz, Stroh) in allen Szenarien stark wächst.

#### 3.4.2.6 Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen 2008: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung

Die Studie „Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“ des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 2008) sieht erhebliche Risiken durch den zunehmenden Energiepflanzenanbau, da hierdurch die weltweit rasant steigende Energienachfrage mit der globalen Landnutzung verkoppelt wird. Um Konflikte zu entschärfen sollte der Schwerpunkt der Bioenergieerzeugung auf der Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe sowie auf dem Energiepflanzenanbau auf marginalen Böden liegen.

Der Energiepflanzenanbau wird als Brückentechnologie gesehen, die nur bis etwa zur Mitte des Jahrhunderts dazu dienen kann, den Übergang zu einer auf Solar- und Windenergie fundierenden Energiezukunft zu ermöglichen. Je mehr sich der Schwerpunkt von Energiepflanzen auf Solar- und Windenergie verlagere, desto mehr Flächen stünden wieder für die stoffliche Nutzung zur Verfügung. Die Verstromung von Biomasse (statt der Erzeugung von Flüssigkraftstoffen) hätte den Vorteil, dass der Weg zu Elektroantrieben im Verkehrsbereich erleichtert würde:

> „Der WBGU empfiehlt den raschen Ausstieg aus der Förderung von Biokraftstoffen für den Verkehr […]. Höchste energetische Nutzungsgrade der Biomasse im Verkehrssektor werden durch Stromerzeugung und -nutzung in elektrischen Fahrzeugen erreicht. Für einen Ausbau der Elektromobilität sollten geeignete Rahmensetzungen erfolgen.“ (WBGU 2008, S. 8 und 16)

Um die Bioenergienutzung bis zu ihrer „Ablösung“ nachhaltiger zu gestalten, sieht der WBGU die Einführung von Standards und Zertifizierungen als dringend erforderlich an (zum aktuellen Stand siehe Kapitel 6.3.6).

Die Diskussion um Nachhaltigkeit darf sich jedoch nicht auf den Energiepflanzenanbau beschränken:

> „Mit dem Ziel einer weltweit nachhaltigen Landnutzung ist mittelfristig ein globaler Landnutzungsstandard anzustreben, der die Produktion aller Biomassearten für verschiedenste Nutzungen (Nahrungs- und Futtermittel, energetische und stoffliche Nutzung usw.) länder- und sektorübergreifend regelt.“ (WBGU 2008, S. 12)

Fruchtbares Land ist ein knappes Gut und Flächenkonkurrenz daher ein Phänomen, das notwendigerweise aus dieser Knappheit resultiert. Dass eigentliche Problem ist daher nicht die Flächenkonkurrenz an sich, sondern dass Kosten und Nutzen einer bestimmten Landnutzung nicht richtig erfasst werden oder durch Anreizmechanismen wie bestimmte Fördermaßnahmen verzerrt werden. Ein globaler Landnutzungsstandard mit Anforderungen zum Boden-, Wasser- und Biodiversitätsschutz, Berücksichtigung von indirekten Landnutzungsänderungen, Vorgaben zur Einschränkung der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen, zu Arbeitsbedingungen und zur Treibhausgasreduktion führt zu einer Neubewertung der Kosten und Nutzen der Landnutzung, was sich wiederum auf die Flächenkonkurrenz auswirkt. (WBGU 2008, S. 12)

Als eine der wenigen Studien wird im WBGU-Bericht der Flächenbedarf für stoffliche Verwendungen explizit berücksichtigt, allerdings nur auf globaler Ebene. Nach Berechnungen des WBGU würde sich für die vollständige biogene Erzeugung von Textilien, chemischen Produkten aus Ölen, Zucker und Stärke sowie Kunststoffen, Bitumen und Schmierstoffen (diese machen zusammen derzeit etwa 8 % des Rohölverbrauchs aus; Brenn- und Treibstoffe machen knapp 90 % aus) ein Bedarf von rund 10 % der Weltagrarfläche ergeben (das Potenzial zur Ausweitung der Agrarflächen, nach Berechnungen des nova-Instituts um theoretisch mögliche 570 Mio. ha, ist hier nicht berücksichtigt (Carus & Piotrowski 2009). Dieser Berechnung liegt die Annahme eines halb so hohen Pro-Kopf-Verbrauchs wie in Deutschland und einer Weltbevölkerung von 9 Mrd. Menschen zugrunde. 2006/07 wurden nach Schätzungen des nova-Instituts für die stoffliche Nutzung etwa 95 Mio. ha, d.h. 1,9 % der Weltagrarfläche genutzt.

Für die derzeitige Produktion von etwa 40 Mtoe (Mrd. t Öläquivalente) Biokraftstoffen wird eine Fläche von 50 Mio. ha benötigt, was rund 1 % der Weltagrarfläche entspricht. Wollte man sämtliche Treibstoffe (46 % des jährlichen Erdölverbrauchs von 5.000 Mrd. l) durch Biokraftstoffe ersetzen, würden rund 50 % der Weltagrarfläche von 5 Mrd. ha (Acker- und Weideland) benötigt.

Da die Substitution erdölbasierter Kunststoffe auf lange Sicht unvermeidlich ist, zeigt sich hier die wahre Flächenkonkurrenz. Biokraftstoffe können schon allein aufgrund des Flächenbedarfs nur eine Übergangstechnologie sein, damit noch ausreichend Fläche für Nahrungs- und Futtermittelproduktion und stoffliche Anwendungen bleiben. Die bisher eigentlich noch sehr geringe Flächenbeanspruchung sowohl für Biokraftstoffe als auch für die stoffliche Nutzung zeigt jedoch auch, dass das Problem dieser Form der Flächenkonkurrenz auf globaler Ebene noch zu vernachlässigen ist. Etwa 97 % der Weltagrarfläche werden aktuell für Lebens- und Futtermittel sowie Viehhaltung genutzt.

#### 3.4.2.7 Zusammenfassung

Abbildung 52 zeigt in einer zusammenfassenden Übersicht die Flächenpotenziale, welche die beschriebenen Studien für Deutschland für die Jahre 2010, 2020 und 2030 ermitteln. Diese Übersicht zeigt eine Tendenz ansteigender Flächenpotenziale bis 2020, dann jedoch – mit Ausnahme von Henze und Zeddies 2007 – stagnierende bis leicht abnehmende. Die tatsächliche Flächenbelegung mit nachwachsenden Rohstoffen stagnierte dagegen bereits 2008 bei rund 2 Mio. ha (17 % der Ackerfläche). Die Fläche für stoffliche Nutzung steigerte sich nach den beiden Studien Bringezu et al. 2008b und Nusser et al. 2007a nur geringfügig, was primär dadurch zu erklären ist, dass von einer Fortführung der bisherigen Politik ausgegangen wurde. Szenarien, die das erschließbare Potenzial für die stoffliche Nutzung unter Annahme bestimmter Fördermaßnahmen für diesen Sektor berechnet hätten, wären sicherlich zu einem anderen Ergebnis gekommen.

Unabhängig von einer abschließenden Einschätzung, welche künftigen Flächenbelegungen zu erwarten sind (siehe hierzu Kapitel 3.5.4), lassen die ausgewerteten Potenzialstudien eine Reihe von Defiziten erkennen, auf die im Folgenden hingewiesen werden soll.

Die ausgewerteten Studien blenden alternative Antriebstechniken, insbesondere die Elektromobilität, bei der Betrachtung des Potenzials von Biokraftstoffen i.d.R. völlig aus. Dies ist verständlich, da eine Analyse des Potenzials alternativer konkurrierender Energiequellen den Rahmen dieser Studien sprengen würde. Es sollte dennoch auf diese Alternativen hingewiesen werden. Der Bedarf und damit die politische Unterstützung für Biokraftstoffe der 2. Generation wie BtL wird entscheidend davon abhängen, wie lange diese Kraftstoffe noch als „Brückentechnologie“ (WBGU 2008) benötigt werden, was wiederum von der Zukunft der Wind- und Solarenergie insbesondere im Kontext der Weiterentwicklung von Elektroantrieben abhängt. Allein die Marktreife von BtL, wie das in Studien oft unterstellt wird, sichert nicht automatisch seinen Markterfolg.

Zum Flächenbedarf oder -potenzial für die stoffliche Nutzung wird in den wenigsten Studien eine konkrete Aussage gemacht. Meist wird das Flächenpotenzial zur energetischen Nutzung als Residualgröße nach Abzug der Fläche für Lebens- und Futtermittel ermittelt. Die unterschiedliche Flächennutzungseffizienz verschiedener Technologien zur Energieerzeugung wird ebenfalls meistens nicht berücksichtigt.

Abschließend ist zu sagen, dass die grundlegende Problematik von Prognosen zum Flächenpotenzial nachwachsender Rohstoffe darin besteht, dass dieses stark von den politischen Rahmenbedingungen abhängt und sich diese rasch ändern können.

Zudem besteht eine enge Kopplung an den Weltmarkt. Eine Beschränkung auf die Entwicklung in Deutschland, wie dies zur Vereinfachung der Berechnungen in vielen Studien geschieht, ist deshalb irreführend. Durch Bevölkerungswachstum und Änderungen der Ernährungsgewohnheiten gerade in Entwicklungs- und Schwellenländern werden Agrarexporte noch wichtiger, um Versorgungslücken zu schließen (Raupert 2009).

Bei hohen Weltmarktpreisen für Getreide für den Lebens- und Futtermittelmarkt wird der Anbau und Export von Weizen eine wichtige Rolle spielen und aufgrund der hohen zu erzielenden Renditen wird es leicht sein, die gewünschten Flächen zu akquirieren, die dann anderen Nutzung nicht mehr zur Verfügung stehen. Dies könnte die zukünftige Flächenkonkurrenz und -belegung massiv beeinflussen, weshalb die Angebots- und Nachfrage-Entwicklungen auf den Weltmärkten nicht außen vor gelassen werden können, wenn man realistische Szenarien entwickeln möchte.

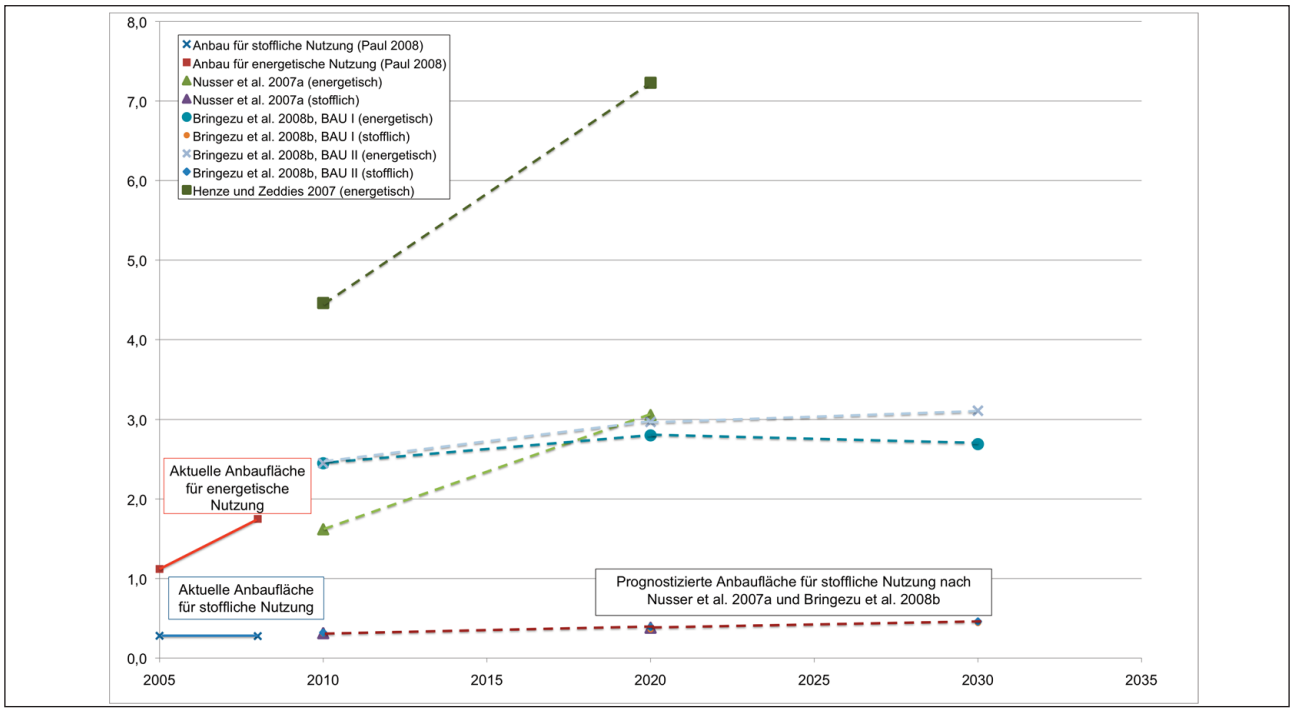



*Abbildung 52: Flächenpotenziale für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland bis 2030 (in Mio. ha): Ergebnisse ausgewählter Studien*

## 3.5 Flächenkonkurrenz und Flächenpotenziale für energetische und stoffliche Nutzung

Um nach Auswertung einiger Potenzialstudien zu einer eigenen Einschätzung zur Flächenentwicklung für nachwachsende Rohstoffe zu gelangen, soll im folgenden Abschnitt zunächst kurz skizziert werden, welche Faktoren bei Anbauentscheidungen in der Landwirtschaft überhaupt eine Rolle spielen – eine Sichtweise, die oft vernachlässigt wird. Welche Flächenverschiebungen in Deutschland in den vergangenen Jahren tatsächlich stattgefunden haben und in welchem Maße diese durch die skizzierten Faktoren erklärt werden können, zeigt dann Abschnitt 3.5.2, bevor in Abschnitt 3.5.3 eine abschließende Einschätzung zur Flächenentwicklung in Deutschland präsentiert wird.

### 3.5.1 Anbauentscheidungen in der Landwirtschaft

Ziel jedes Landwirtes ist es, die Bodenrendite zu maximieren. Die relative Vorzüglichkeit eines Produktionsverfahrens wird überwiegend nach dem erzielbaren Deckungsbeitrag ermittelt, der durch Weltmarktpreise, politische Rahmenbedingungen und regionale Besonderheiten generiert ist. Damit bestimmte Agrarrohstoffe zur Verfügung gestellt werden, sollte der Produzent auf jeden Fall einen Preis erhalten, der mindestens einen gleichwertigen Deckungsbeitrag wie mit einer alternativen Kultur erbringt.

Preis, Ertrag und Kosten beeinflussen gemeinsam die Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens. Auf seine relative Vorzüglichkeit wirkt außerdem die Wirtschaftlichkeit der alternativen Kulturen. Die sich laufend ändernden Erzeugerpreise und Betriebsmittelpreise machen ständige Neuberechnungen notwendig. Daran erkennt man, dass Anbauentscheidungen komplex und multikausal sind. Dabei

haben Landwirte nur unvollständige Informationen. Die künftigen entscheidungsrelevanten Daten lassen sich nicht eindeutig bestimmen. Weder die Preisentwicklung für Agrarerzeugnisse noch die Kostenentwicklung lassen sich genau voraussehen. Das unternehmerische Handeln ist mit Unsicherheiten behaftet.

Die Erwartungen der Landwirte über zukünftig zu erzielende Deckungsbeiträge spielen demnach eine wichtige Rolle bei der Anbauentscheidung. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 53 vereinfachend dargestellt. Es kann unterschieden werden zwischen externen Faktoren, die ein Landwirt nicht beeinflussen kann, und internen Faktoren, die sich aus seiner individuellen Situation ergeben. In der Vergangenheit erzielte Deckungsbeiträge, aus der sich Erwartungen für die Zukunft ergeben, lassen sich keiner Kategorie eindeutig zuordnen, da sie selbst das Ergebnis sowohl externer als auch interner Faktoren sind.

Schließlich ist auch der Schritt zwischen Anbauentscheidung und Vermarktungsentscheidung von Bedeutung, wie das Beispiel Biogasmais zeigt: Nach Angaben des Deutschen Maiskomitees (DMK 2009) ist im Jahr 2009 auf knapp 135.000 ha Silomaisfläche die letztendliche Verwendung als Futter- oder Energiemais noch offen und entscheidet sich erst anhand der Preissituation zum Erntezeitpunkt.

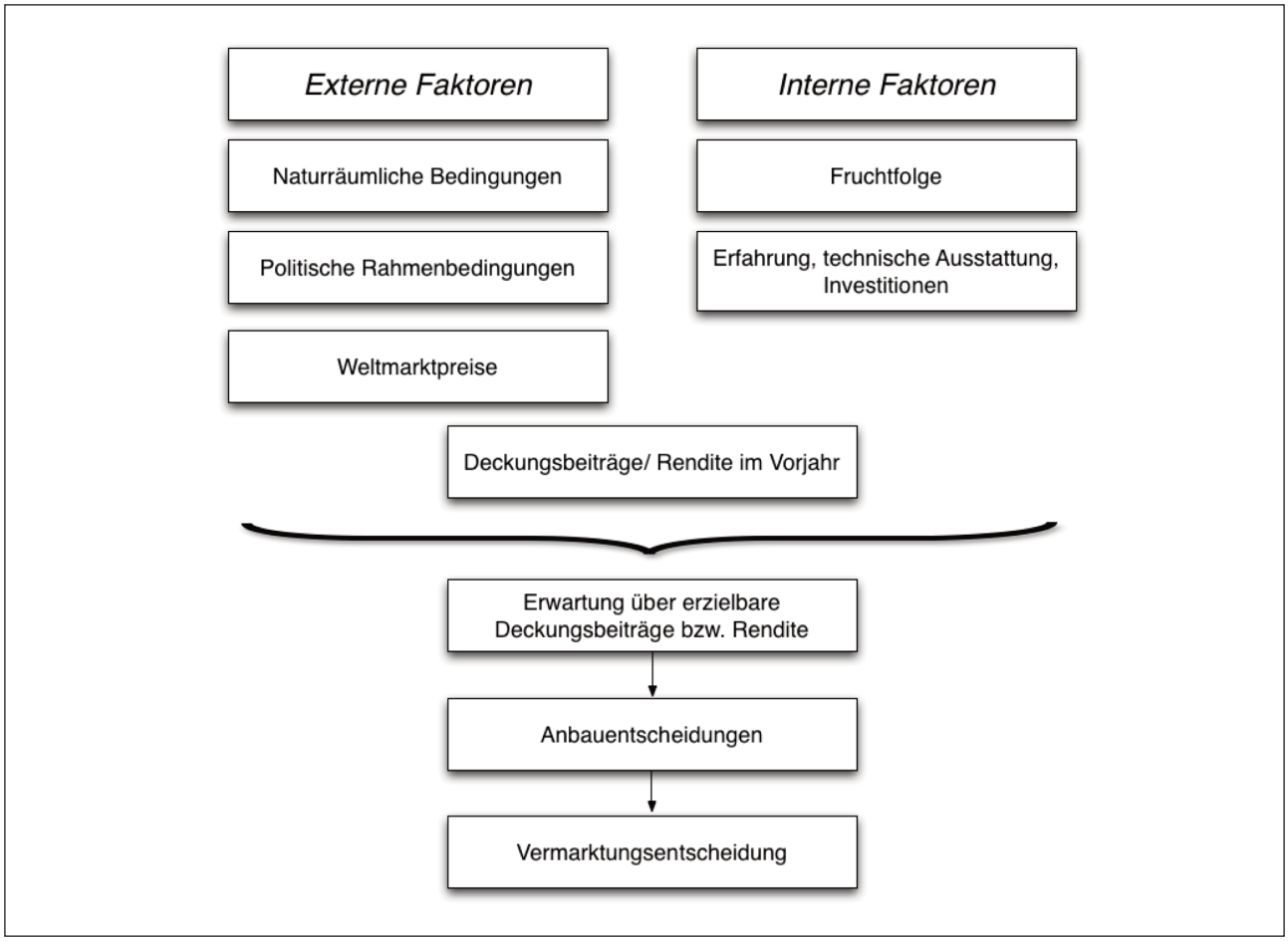



*Abbildung 53: Vereinfachte Darstellung des Ablaufs von Anbau- und Vermarktungsentscheidungen in der Landwirtschaft. Quellen: Eigene Darstellung*

### 3.5.2 Flächenverschiebungen der letzten Jahre

In diesem Abschnitt wird zunächst dargelegt, welche Anbauverschiebungen in den letzten Jahren in Deutschland stattgefunden haben und wo deren offensichtliche Ursachen liegen. Da das Potenzial nachwachsender Rohstoffe an die für sie zur Verfügung stehende Fläche gebunden ist, ist es wichtig zu verstehen, in welcher Weise landwirtschaftliche Flächen bisher in Deutschland genutzt werden und wie stark diese Nutzung an sich ändernde Marktverhältnisse angepasst wird.

Die aktuelle Struktur der Bodennutzung in Deutschland bestätigt zunächst, dass die inländische Landwirtschaft kein geschlossenes System ist. Konstante Bevölkerung und ein sinkender Rinderbestand müssten vielen Studien zu Folge zum Abbau der Ackerflächen für Nahrungs- und Futtermittel – vor allem Futtergetreide – führen. Das Gegenteil ist der Fall, wie Tabelle 47 zeigt. Die Getreidefläche hat von 2007 auf 2008 um 7,3 % zugenommen, die mit Futterpflanzen bestellte Fläche um 8,3 % und die Körnermaisfläche einschließlich Corn-Cob-Mix (CCM) um ganze 28 %. Die Stilllegungsflächen gingen dementsprechend um über 50 % zurück. Dies zeigt, dass die Annahme konstanter Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln unzulässig ist.

| | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|
| ***Dauergrünland*** | ***4.881,7*** | ***4.874,7*** | ***4.820,0*** |
| ***Ackerland*** | ***11.866,1*** | ***11.877,0*** | ***11.946,9*** |
| *Getreide (einschl Körnermais und Corn-Cob-Mix)* | *6.702,2* | *6.571,7* | *7.049,2* |
| - davon: Weizen | 3.114,7 | 2.992,1 | 3.218,5 |
| - davon: Roggen | 538,9 | 670,9 | 737,6 |
| - davon: Futter-/Industriegetreide | 2.638,4 | 2.495,7 | 2.565,1 |
| - davon: Wintermenggetreide | 9,2 | 9,8 | 9,9 |
| - davon: Körnermais einschl. Corn-Cob-Mix | 401,1 | 403,2 | 518,1 |
| *Hackfrüchte* | *640,5* | *686,3* | *638,8* |
| -davon: Zuckerrüben | 357,6 | 402,7 | 370,9 |
| *Futterpflanzen* | *1.955,5* | *2.087,5* | *2.260,6* |
| -davon: Silomais | 1.345,9 | 1.470,9 | 1.566,6 |
| *Handelsgewächse* | *1.551,3* | *1.644,3* | *1.473,6* |
| - davon: Winterraps | 1.409,9 | 1.538,6 | 1.365,0 |
| *Hülsenfrüchte* | *143,8* | *109,0* | *84,4* |
| *Gemüse, Erdbeeren u.a. Gartengewächse* | *131,7* | *129,9* | *130,6* |
| *Stilllegungsfläche ohne NaWaRo (Brache)* | *741,1* | *648,2* | *309,9* |
| ***Nachwachsende Rohstoffe gesamt*** | ***1.565,0*** | ***2.044,6*** | ***2.027,5*** |
| - davon: NaWaRo auf Stilllegungsfläche | 395,9 | 0,0 | 0,0 |

*Tabelle 47: Flächenentwicklung Ackerland und Grünland in Deutschland 2006– 2008 (in 1.000 ha). Quelle: Statistisches Bundesamt 2008b, Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahre)*

Bestimmte Flächen sind durch Investitionen in spezielle Maschinen und Anlagen relativ dauerhaft an eine Nutzung gebunden, z.B. jene für Zuckerrüben, Kartoffeln, Maissilage und Dauerkulturen. Diese Flächen machen in Deutschland insgesamt 2,4 Mio. ha, bzw. 20 % der gesamten Ackerfläche aus. Eine relevante Nutzungsänderung wird sich nur bei dauerhaft schlechten Renditen und auch dann nur langsam ergeben.

Abbildung 54 zeigt die Flächenentwicklung einiger wichtiger Kulturen seit Anfang der 90er Jahre, von denen insbesondere Winterraps und Silomais zunehmend als nachwachsende Rohstoffe genutzt werden, so dass die Kurve für nachwachsende Rohstoffe vor allem von diesen Kulturen bestimmt wird. Entsprechend deutlich ist bis etwa 2004 die Korrelation zwischen Winterraps- und NaWaRo-Flächen zu erkennen, ab 2004 kommt dann verstärkt Silomais hinzu.

Wie Abbildung 54 zeigt, ist allerdings auch die Zuckerrübenfläche in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken, jedoch waren die Veränderungen viel weniger stark als bei Winterweizen und Silomais. Hauptursache für den Rückgang der Zuckerrübenfläche war die EU-Zuckermarktreform von 2005/06. Kernpunkte dieser Reform waren eine Senkung der Garantiepreise für Weißzucker um 36 % über einen Zeitraum von vier Jahren und die finanzielle Förderung des Verzichts auf Zuckerquoten aus einem Umstrukturierungsfonds (Europäische Kommission 2006). Wäre die Fläche nicht durch spezifische Investitionen relativ gebunden, wäre der Rückgang wahrscheinlich noch größer gewesen.

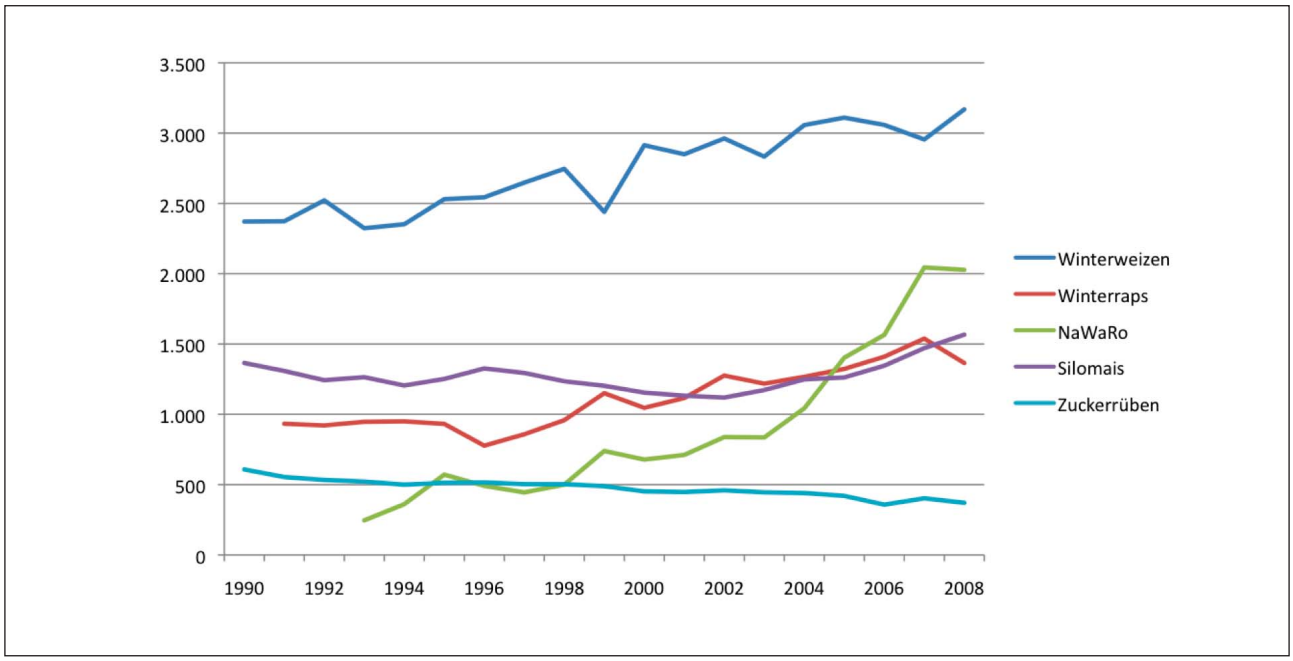



*Abbildung 54: Vergleich von Anbauflächen in Deutschland (in 1.000 ha). Quellen: Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahre), FNR 2009b*

Der Anstieg der Silomais- und Rapsflächen deckt sich mit der in Kapitel 3.2 dargestellten Fördersituation sowie der Entwicklung der Erzeugerpreise.

Im Gegensatz zu den Prognosen des Wuppertal Instituts, das eine Ausschöpfung des Flächenpotenzials für den Rapsanbau in den nächsten Jahren auf 1,6 bis 1,8 Mio. ha erwartete, schrumpfte die Fläche in 2008 um rund 0,17 Mio. ha im Vergleich zum Vorjahr auf 1,37 Mio. ha. Der deutliche Rückgang

der Rapsfläche in 2008 ist auf die Aufhebung der obligatorischen Flächenstilllegung[2], die Unsicherheit vor den bevorstehenden EEG-Anpassungen und vor allem auf Besteuerung von Beimischungen durch das Biokraftstoffquotengesetz (vgl. hierzu Abschnitt 3.2.1.2 und 6.1.1) zurückzuführen.

Der direkte Zusammenhang zwischen Flächen- und Rentabilitätsverschiebungen lässt sich nicht immer eindeutig grafisch darstellen, zum einen, da Deckungsbeiträge bzw. Renditen des Vorjahres nur eine Einflussgröße für Anbauentscheidungen sind (vgl. Abbildung 53), zum anderen aufgrund unzureichender Statistiken. In Einzelfällen lässt sich der Zusammenhang dennoch erkennen. Abbildung 55 zeigt Erzeugerpreise für Konsum- und NaWaRo-Raps in Bayern zum jeweiligen Erntejahr, also Preise für die Ernte 2004 aus der Aussaat 2003 sowie die Anbauflächen der darauf folgenden Aussaat. Preise für die Ernte 2009 sind noch nicht abschließend bekannt, Schätzungen liegen aber mittlerweile bei über 300 €/t (Land & Forst 2009). Entsprechend wird wieder eine Ausdehnung der Anbauflächen erwartet.

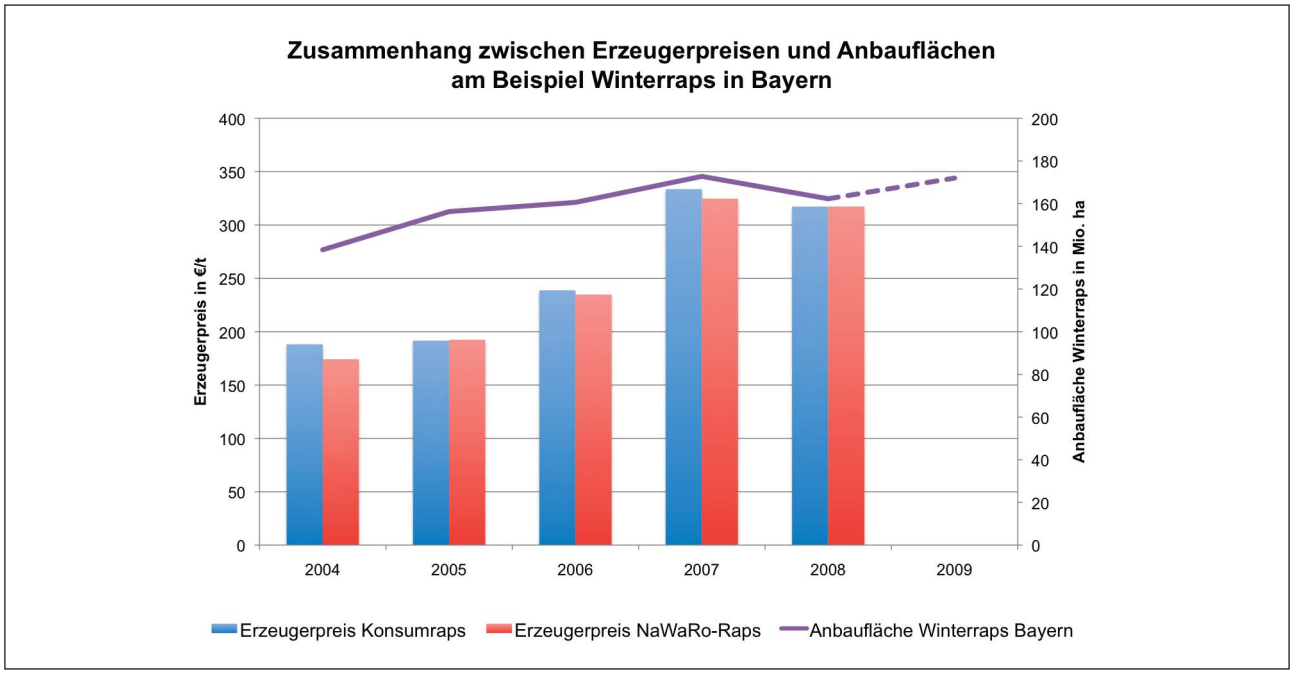



*Abbildung 55: Zusammenhang zwischen Erzeugerpreisen und Anbauflächen: Beispiel Raps. Quelle: StMELF 2009, BMELV (verschiedene Jahre)*

Eine ähnliche Entwicklung müsste sich bei Silomais erkennen lassen. Hier bestehen allerdings einige Schwierigkeiten. Auch wenn es sehr nahe liegt, dass der Anstieg der Silomaisfläche hauptsächlich auf den Ausbau von Biogasanlagen zurückzuführen ist, wird Silomais zur Biogaserzeugung nicht explizit in Statistiken aufgeführt. Sie kann nur abgeleitet werden aus den Silomaisflächen, für die entweder die Energiepflanzenprämie oder die Stilllegungsprämie beantragt wurden. Diese Fläche betrug in 2007 ca. 234.000 ha (16 % der Silomaisfläche) gegenüber 157.000 ha in 2006 (12 % der Silomaisfläche).

Weiterhin besteht das Problem, dass es beim Silomais i.d.R. keinen regulären Marktpreisgibt, sondern nur individuell ausgehandelte Verkaufs- bzw. Vertragspreise. Daher kann der in Statistiken an-

[2] Auf stillgelegten Flächen durften bis dahin nachwachsende Rohstoffe, also auch Silomais und Raps, als Energiepflanzen angebaut werden, ohne die Stilllegungsprämie zu verlieren.

gegebene Erzeugerpreis lediglich als Anhaltswert dienen, der in der Praxis erheblich nach oben oder unten abweichen kann (StMELF 2009).

Wie bereits erwähnt, ist in Abbildung 54 bis etwa 2004 ein starker Zusammenhang zwischen NaWaRo- und Rapsflächen zu erkennen. Die NaWaRo-Flächenzunahme in 2005 und 2006 beruht dagegen hauptsächlich auf der Ausweitung der Bioethanol- und Biogasproduktion. Die in 2008 mit NaWaRo für die stoffliche Nutzung angebaute Fläche schätzt die FNR auf 276.000 ha (14 % der NaWaRo-Fläche), die gesamte NaWaRo-Anbaufläche auf etwa 2 Mio. ha (Paul 2008). (siehe auch Kapitel 1.4)

Das Flächenpotenzial für NaWaRo wurde gewöhnlich aus der Stilllegungsfläche abgeleitet. Tabelle 47 hat gezeigt, wie schlagartig diese in den letzten zwei Jahren durch geänderte politische Rahmenbedingungen (Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung auf europäischer Ebene) und die Marktsituation (hohe Weizenpreise) zurückging. Der Vorzug nachwachsender Rohstoffe, dass sie auf stillgelegten Flächen ohne Verlust der Prämie angebaut werden konnten, fiel weg. Auch wenn stillgelegte Flächen oft von minderer Qualität sind, müssen nachwachsende Rohstoffe nun grundsätzlich mit allen anderen Kulturen um die gleiche Fläche konkurrieren.

Ein größeres Flächenpotenzial für NaWaRo als aus der Stilllegungsfläche könnte sich aus dem Wegfall von Exportsubventionen für sog. Marktordnungsfrüchte bis 2013 (d.h. für Getreide, Zucker, Ölfrüchte, Eiweißpflanzen, Milch, Rindfleisch u.a.) ergeben, wie Henze und Zeddies 2007 argumentieren (siehe Abschnitt 3.4.2.4). Auch durch Produktivitätsfortschritte werden Flächen frei (nach Schätzungen des BMELV ca. 180.000 ha pro Jahr), um die dann jedoch alle Kulturen wieder miteinander konkurrieren.

Gerade bei mittlerweile wieder stark gesunkenen Weizenpreisen (177 €/t im April 2009 gegenüber 230 €/t im Vorjahresmonat) bestätigt sich die insgesamt große Dynamik der Landwirtschaft und welche Auswirkungen sie haben kann: Für 2009 erwartet die Europäische Kommission bspw. einen Anstieg der Anbaufläche von Nutzhanf in Europa von 10.000 ha auf knapp über 18.000 ha, was hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass Hanf gegenüber Weizen wirtschaftlich attraktiver geworden ist (Europäische Kommission 2008d).

Ein weiterer wichtiger Faktor, der bei Untersuchungen zu Flächenverschiebungen in Deutschland zu beachten ist, ist die durch die Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 vorgeschriebene Begrenzung des Umbruchs von Dauergrünland in Ackerland. Nach dieser Verordnung darf die Relation zwischen Ackerflächen und Dauergrünland auf Bundeslandebene nur um max. 10 % im Vergleich zum Basisjahr 2003 abweichen. Ab einer Reduzierung des Grünlands um 5 % kann ein Bundesland ein Verbot weiteren Grünlandumbruchs aussprechen, ab einer Reduzierung um 8 % kann es zu einer verpflichtenden Neuanlage von Grünland kommen (BfN 2009).

In Folge des auch durch die Bioenergieförderung ausgelösten Nachfrageschubs nach Agrarrohstoffen hat der Grünlandanteil an der gesamten beihilfefähigen Agrarfläche zwischen 2003 und 2008 und 3,4 % abgenommen und in einzelnen Bundesländern ist die 5 %-Grenze bereits überschritten worden (Behm 2008a).

### 3.5.3 Schlussfolgerungen

Die vorangegangene Diskussion hat gezeigt, dass es durch wirtschaftliche Anreize zwar rasch zu Anbauverschiebungen in gewissem Umfang kommen kann, gegenläufige Faktoren diese Verschiebungen aber auch immer wieder begrenzen.

Der Rapsanbau zur Biodieselproduktion scheint sein Maximum erreicht zu haben und wird in den kommenden Jahren durch die Anhebung der Energiesteuer auf Bio-Reinkraftstoffe tendenziell zurückgehen – es sei denn, hohe Dieselpreise machen ihn auch ohne entsprechende Steuervorteile lukrativ.

Die Fläche für Energiepflanzen zur Biogaserzeugung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter ausgebaut werden, soweit es nicht zu erneuten Änderungen am EEG, wie die teilweise geforderte Abschaffung des NaWaRo-Bonus, kommen sollte. (siehe auch Kapitel 6.1.1)

Die Entwicklung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) ist zurzeit noch schwer abzuschätzen. KUP auf Ackerflächen können die Biodiversität erhöhen (Schmidt und Glaser 2009), erreichen aber selten die Rentabilität etablierter Ackerkulturen und sind damit stark von zukünftigen Fördermaßnahmen abhängig.

Weiterhin bleibt offen, in welchem Maß der deutsche NaWaRo-Bedarf durch Importe gedeckt werden wird. Dies wird auch von den Folgen der Nachhaltigkeitsverordnungen für Biomasseimporte zur Verstromung bzw. Biokraftstoffproduktion abhängen. Sollten nicht entsprechende Mengen zertifiziert werden können, könnte dies einen Import begrenzenden Effekt haben. Wahrscheinlicher ist aber, dass große Mengen zertifizierter Biomasse und vor allem auch Pflanzenöle auf dem Weltmarkt zur Verfügung stehen werden, und dies zu Preisen unter der heimischen Produktion. In diesem Fall könnte der einheimische Anbau von Raps deutlich zurückgehen und Biodiesel zunehmend mithilfe von Importen produziert werden. Fritsche hält angesichts eines solchen Szenarios einen Rückgang der Anbaufläche für Energiepflanzen insgesamt auf bis zu 1 Mio. ha für möglich (Fritsche 2009b).

Auch Capitain 2009 ist skeptisch, was die für NaWaRo maximal verfügbare Anbaufläche angeht. Sobald die Weltwirtschaft wieder Fahrt aufnehme, werde der Export von Weizen, aber auch von Milchprodukten nach Asien und in die Arabische Welt, wieder deutlich ansteigen – dann ist es vielleicht schon bald nicht mehr leicht, 2 Mio. Hektar für NaWaRo zu halten.

Mit einer zunehmenden Preisreduzierung bei Fotovoltaik ist zu erwarten, dass Solarstrom in den nächsten 10 bis 20 Jahren Grid-Parity erreicht, d.h. auch ohne eine Förderung auf dem Preisniveau fossiler Stromerzeugung liegt. Spätestens dann, evtl. aber auch schon deutlich früher, werden Solarfarmen auch Druck auf Acker- und Weideland ausüben und als Konkurrenz um die Flächen in Erscheinung treten, dies vor allem auch deshalb, weil der Energiegewinn pro Hektar deutlich über dem von Energiepflanzen liegt und damit bei gleicher Menge erneuerbaren Stroms sogar Flächen freigesetzt werden.

Nimmt man die bisher gewonnenen Erkenntnisse zusammen, wird das **ökonomische Flächenpotenzial** für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland aus Sicht des nova-Instituts bis 2030 bei 2 bis maximal 3 Mio. ha liegen. Größere Flächen sind wenig wahrscheinlich, da Deutschland die Ackerflächen eher zum Anbau von Exportweizen nutzen wird, da hier besonders hohe Renditen erzielt werden können.

Wie sich diese Fläche von maximal 3 Mio. Hektar zwischen energetischer und stofflicher Nutzung aufteilen wird, wird primär von den politischen Rahmenbedingungen bestimmt. Die **realisierbaren Potenziale** für die energetische und stoffliche Nutzung werden nämlich ausschließlich von der zur Verfügung stehenden Fläche, d.h. den maximal 3 Mio. ha bestimmt, und nicht von theoretischen Nachfragepotenzialen im energetischen und stofflichen Bereich. Von daher ist auch irrelevant, dass erheblich größere Stoffströme beim Erdöl in die energetische Nutzung fließen (93 %) und nur 7 % in die stoffliche, was oft als Argument angeführt wird.

Grundsätzlich kann die gesamte Fläche von 3 Mio. Hektar rein energetisch, rein stofflich (vgl. Kapitel 2) oder in einer beliebigen Mischung genutzt werden, wobei die politischen Rahmenbedingungen hier einen maßgeblichen Einfluss haben, da die meisten NaWaRo-Linien ohne Förderung nicht die im Food & Feed-Bereich gewohnten Renditen erbringen können.

Da die Erlöse in der aktuell dominierenden energetischen Nutzung zum überwiegenden Teil unmittelbar aus der Förderung resultieren (siehe Kapitel 3.2), kann die Politik das Verhältnis zwischen energetischer und stofflicher Nutzung beliebig austarieren. Dabei sollte im Mittelpunkt stehen, wie auf der begrenzten Fläche von maximal 3 Mio. Hektar die größte Wertschöpfung, die beste Ressourcennutzung, die größte $CO_2$-Minderung und auch die größten makroökonomischen Effekte erzielt werden können – bei gleichzeitig geringster Förderung. Unter diesen Gesichtspunkten sollte die stoffliche Nutzung einen erheblich größeren Anteil der NaWaRo-Fläche bekommen. (vgl. u.a. Kapitel 3.3.4 und 6.4)

Oder anders gesagt: Sollten die politischen Rahmenbedingungen weiterhin die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe einseitig finanziell bevorzugen (Kapitel 6.1.1), so ist zu erwarten, dass auch die 3 Mio. Hektar weiterhin zu etwa 85 % energetisch und maximal 15 % (450.000 ha) stofflich genutzt werden.

Sollten aber die genannten Kriterien wie Ressourcenschutz, $CO_2$-Minderung und Arbeitsplatzeffekte die Förderhöhe maßgeblich bestimmen und es zu einer Gleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung auf Basis dieser Kriterien kommen, so sind große Anteile der stofflichen Nutzung an der NaWaRo-Gesamtfläche möglich, auch weit über 50 %.

Dabei bietet sich unter den genannten Kriterien insbesondere eine Kaskadennutzung an, bei der sich die energetische Nutzung vor allem aus der stofflichen Nutzung speist. Eine verstärkte stoffliche Nutzung würde damit letztendlich der energetischen Nutzung nicht einmal Biomasse entziehen, sondern dieser nur verzögert zufließen lassen und dabei die Agrarressourcen und -flächen besonders effizient, klimaschonend und mit maximaler Wertschöpfung nachhaltig nutzen.

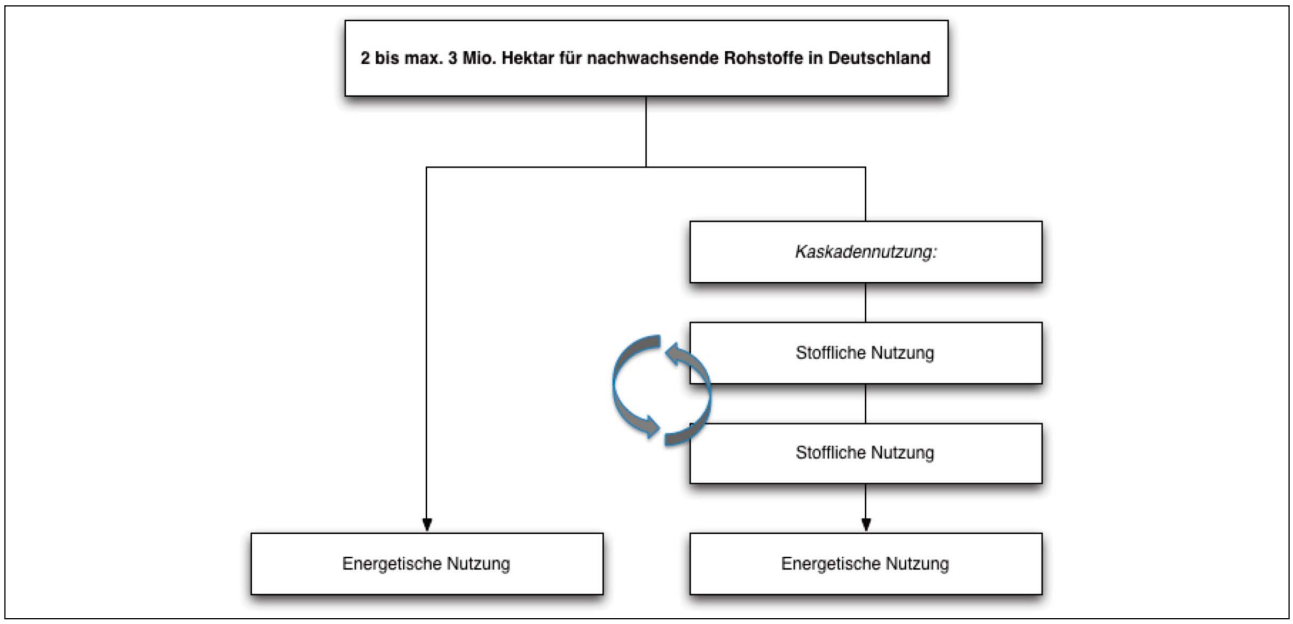



*Abbildung 56: Anbau nachwachsender Rohstoffe zur stofflichen oder energetischen Nutzung. Quelle: Eigene Darstellung*

## 3.6 Gesamtfazit Ökonomie

Die Analysen in Kapitel 3.2 haben zunächst gezeigt, dass die Fördermaßnahmen in der energetischen Biomassenutzung in vielen Fällen 50 % und mehr der Umsatzerlöse ausmachen. Durch die garantierte Einspeisevergütung bei Verstromung von Biomasse im Rahmen des EEG erzielen Biogasanlagenbetreiber Erlöse, die meist weit über den Strompreisen am freien Markt liegen. Umgerechnet auf die Fläche Mais liegt die Förderung zwischen 1.000 und 3.200 €/ha.

Der Absatz von Biokraftstoffen zur Beimischung ist über das Biokraftstoffquotengesetz gesichert. Über die Strafzahlung für Nichtbeimischung wird eine maximale Preisstützung von Biodiesel und Bioethanol in Höhe von etwa 50 bis 90 % gegenüber den mineralischen Kraftstoffen erreicht. Die reduzierte Energiesteuer auf Biodiesel und Pflanzenöl als Reinkraftstoffe gemäß Energiesteuergesetz bewirkt wiederum aktuell eine Förderung von etwa 417 €/ha für Biodiesel und 428 €/ha für Pflanzenöl beim Einsatz von Raps als Rohstoff. Die Steuerentlastung führt zu einer Subventionierung des Verbraucherpreises von 20 bis 35 %. Bei schrittweise steigender Energiesteuer gemäß Energiesteuergesetz dürften Bio-Reinkraftstoffe jedoch in Zukunft kaum noch wettbewerbsfähig sein – es sei denn, der Erdölpreis steigt massiv an. Bioethanol und BtL bleiben steuerbefreit, was zu einer Förderung von ca. 1.000 bis 2.600 €/ha bzw., im Fall von Bioethanol, zu einer Subventionierung des Marktpreises um etwa 45 % führt.

Dem gegenüber bestehen für stofflich genutzte nachwachsende Rohstoffe kaum vergleichbare Fördermaßnahmen. Zu nennen sind allenfalls auf EU-Ebene die (bis zum Wirtschaftsjahr 2011/2012 auslaufende) Verarbeitungsbeihilfe für Hanf- und Flachsfasern, die im Fall von Hanfkurzfasern etwa 15 % des Erlöses ausmacht, sowie die Markteinführungsprogramme des BMELV für biogene Schmierstoffe und Naturdämmstoffe, die jedoch mittlerweile beide ausgelaufen sind. Daneben besteht noch bis Ende 2012 eine Befreiung biologisch abbaubarer Kunststoffverpackungen von der Rücknahmepflicht gemäß der Verpackungsverordnung, was derzeit einer Förderung in Form eingesparter Kosten von 7 – 14 % entspricht.

Die erheblichen Anreize zur energetischen Nutzung treiben die Preise für entsprechende Rohstoffe nach oben, wie in Kapitel 3.2.2 für die Beispiele Silomais als Biogassubstrat und Raps zur Biodieselproduktion gezeigt wurde. Dies verdrängt andere Nutzungen dieser Rohstoffe, z.B. Silomais als Futtermittel oder andere Kulturen, von der verfügbaren Anbaufläche. Zudem trägt die neue und starke Nachfrage aus dem energetischen Bereich zu steigenden Pachtpreisen bei, was die Nutzungskonkurrenz weiter verschärft.

Unter diesen Rahmenbedingungen können stoffliche Nutzungen kaum die Renditen erbringen, die den Anbau für den Landwirt attraktiv machen. Eine Erhöhung der Rohstoffpreise ist wegen des starken internationalen Wettbewerbs mit fossilen und importierten NaWa-Rohstoffen auch kein Ausweg.

Die Auswertung neuerer Studien zu den makroökonomischen Effekten nachwachsender Rohstoffe sowie eigenen Erhebungen haben in Kapitel 3.3 gezeigt, dass trotz unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen und der verschiedenen betrachteten Ketten das Potenzial der stofflichen Nutzung für Beschäftigung und Wertschöpfung signifikant höher liegt als bei der energetischen Nutzung, und zwar um etwa den Faktor 5 bis 10 (bei den direkten Bruttoarbeitsplätzen), bzw. 4 bis 9 (bei der Wertschöpfung) – jeweils bezogen auf denselben Stoffstrom (Masse) bzw. die selbe Anbaufläche. Der Grund hierfür liegt bei den deutlich komplexeren und längeren Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

Aus der Auswertung von Studien zu den Flächenpotenzialen von nachwachsenden Rohstoffen in Kapitel 3.4 und den Analysen in Kapitel 3.5 lässt sich schließen, dass das Flächenpotenzial für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland bis 2030 bei 2 bis maximal 3 Mio.ha liegt. Grundsätzlich kann die gesamte Fläche von 3 Mio. ha rein energetisch, rein stofflich oder in einer beliebigen Mischung genutzt werden, wobei die politischen Rahmenbedingungen hier einen maßgeblichen Einfluss haben, da die meisten NaWaRo-Linien ohne Förderung nicht die im Food&Feed-Bereich gewohnten Renditen erbringen können.

Die realisierbaren Flächenpotenziale für die energetische und stoffliche Nutzung sind für Deutschland gleich hoch, da sie ausschließlich von der zur Verfügung stehenden Fläche, d.h. den 2 bis 3 Mio. ha, bestimmt werden und nicht von theoretischen Nachfragepotenzialen im energetischen und stofflichen Bereich.

Unter dem Gesichtspunkt der makroökonomischen Effekte haben stofflich genutzte NaWaRo nach unserer Analyse deutliche Vorteile. Eine verstärkte stoffliche Nutzung würde bei einer Kaskadennutzung zudem der energetischen Nutzung nicht einmal Biomasse entziehen, sondern dieser nur verzögert zufließen lassen und dabei die Agrarressourcen und -flächen besonders effizient, klimaschonend und mit maximaler Wertschöpfung nachhaltig nutzen.

# 4 Ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung

*Autor: Michael Carus*

## 4.1 Ansätze zur vergleichenden Bewertung der stofflichen und energetischen Nutzung

Ökobilanzen (Life Cycle Analysis bzw. Assessment (LCA)) sind nach breitem wissenschaftlichen und politischen Konsens die Methode der Wahl, wenn eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten gewünscht ist, im Idealfall entlang ihres gesamten Lebensweges „von der Wiege bis zu Bahre“. Dazu gehören sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse (z.B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe).

Nach der Norm ISO 14040 bezieht sich eine Ökobilanz stets auf Produkte, wobei der Begriff „Produkt“ sehr weitreichend als „Güter und Dienstleistungen jeglicher Art“ verstanden wird. Grundsätzlich geht es darum, zwei Produkte oder Dienstleistungen mit derselben Funktion („funktionale Einheit“) unter einer Vielzahl von Kriterien bzw. Parametern in ihren Umweltauswirkungen zu vergleichen. Hieraus kann sich dann unmittelbar eine Handlungsoption für eines der beiden Produkte ergeben.

Beispiele wären im Energiebereich die gleiche Menge Strom, einmal aus fossilen Energieträgern und einmal aus Biomasse produziert, oder dieselbe Fahrtstrecke mit einem Dieselfahrzeug, einmal mit Diesel und einmal mit Biodiesel betankt.

Im stofflichen Bereich können bio-basierte Produkte funktionsgleiche Produkte auf fossiler oder mineralischer Basis ersetzen. Hierbei kann es sich um ein Schmieröl, einen Kunststoff oder auch einen Dämmstoff handeln.

Seit den 1990er Jahren wurde eine Vielzahl an Ökobilanzen für bio-basierte Werkstoffe und Produkte sowie insbesondere Bioenergie und Biokraftstoffe durchgeführt. Wichtigste Parameter in den Ökobilanzen sind meist „eingesparte Primärenergie“ und „vermiedene $CO_2$-Emissionen“. Bei diesen beiden Parametern schneiden Produkte und Energieträger aus nachwachsenden Rohstoffen meistens deutlich besser ab als ihre konventionellen Pendants.

Für andere Parameter kann dies anders aussehen. So zeigen fast alle Produktlinien auf Basis von Agrarrohstoffen gegenüber petrochemischen Produkten Schwächen bei Ozon-Abbau, Ammoniak und Stickoxid-Emissionen, Eutrophierung und Versauerung – dies gilt für stoffliche und energetische Nutzungen.

Die Methodik zur Erstellung von Ökobilanzen wird auf nationaler und europäischer Ebene fortwährend weiterentwickelt; eine wichtige Plattform zur aktuellen LCA-Diskussion ist die Seite der European Platform on Life Cycle Assessment der EU-Kommission (http://lct.jrc.ec.europa.eu/). Hier seien nur einige Aspekte der aktuellen Diskussionen genannt.

Die Ergebnisse von Ökobilanzen zeigen eine große Sensitivität in Bezug auf die Rahmenbedingungen. Bei Agrarrohstoffen spielt vor allem die Behandlung der Nebenprodukte eine wichtige Rolle. Werden z.B. proteinhaltige Nebenprodukte (Futtermittel) nur nach ihrem Brennwert bewertet, so schneiden sie erheblich schlechter ab, als wenn die durch die vermiedenen Proteinimporte freiwerdenden Flächen einbezogen werden, auf denen dann Energiepflanzen angebaut werden können. Dennoch ist bislang die energetische Bewertung der Standard.

In den letzten Jahren zeigte sich, dass Landnutzungsänderungen, z.B. durch nachwachsende Rohstoffe wie Palmöl oder Zuckerrohr, die stärksten $CO_2$-Auswirkungen haben. Diese Effekte wurden in der Vergangenheit zu wenig berücksichtigt und werden nun zunehmend mit einbezogen.

Die getrennte Bilanzierung von „fossilem" und „biogenem" Kohlenstoff entlang des Lebensweges ist inzwischen auch ein breiter Konsens unter Ökobilanzierern.

Im Bioenergiebereich inkl. Biokraftstoffe gibt es eine Vielzahl von Ökobilanzen mit hoher Qualität, die eine ökologische Beurteilung unterschiedlicher NaWaRo-Optionen (Rohstoff und Prozess) zulassen. Um in den Genuss bestimmter Förderungen zu kommen, müssen nach der aktuellen Nachhaltigkeitsverordnung Mindestanforderungen an die Reduzierung von Treibhausgas(THG)-Emissionen gegenüber den petrochemischen Pendants erfüllt werden (aktuell 35 %, aber 2017 50 %). Für praktisch alle Rohstoffe und Prozesswege wurden auf Basis bisheriger Ökobilanzen sog. Defaultwerte (Standardwerte) für die THG-Minderung festgelegt. Unternehmen, die der Ansicht sind, höhere Einsparungen zu erzielen, müssen dies explizit nachweisen.

Im stofflichen Bereich sieht die Situation weitaus unbefriedigender aus. Die Zahl der qualitativ hochwertigen Ökobilanzen für spezielle Produktlinien ist gering, für etliche gibt es überhaupt keine Bilanzen und nur für wenige NaWaRo-Produkte liegen mehrere belastbare Ökobilanzen vor, die eine wirkliche Bewertung zulassen.

Da sich die Entwicklung der Ökobilanz-Methodik im NaWaRo-Bereich primär auf die energetische Nutzung bezogen hat, gibt es hier für die stoffliche Nutzung einen Nachholbedarf. Zum einen können Erkenntnisse aus dem Energiebereich in Bezug auf Nebenprodukte und Landnutzungsänderungen übertragen werden (auch die Festlegung von Defaultwerten wäre wünschenswert), zum anderen scheint es aber noch methodischen Anpassungsbedarf für die adäquate Einbeziehung von $CO_2$-Speichereffekten, stofflichem Recycling und Kaskadennutzung zu geben, die alle drei nur bei der stofflichen Nutzung auftreten.

Gerade die beiden letzten Aspekte wurden in mehreren Expertenworkshops und bilateralen Gesprächen immer wieder intensiv und auch kontrovers diskutiert. Auch wenn diese Fragen im Rahmen der Studie nicht abschließend geklärt werden können, so finden sich doch Stellungnahmen in dieser Studie, welche die Problematik analysieren, diskutieren und Position beziehen:

- Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in biogenen Nutzungen (stofflich und energetisch) in der Lebenszyklusanalyse nach ISO 14040/44 und neue Entwicklungen, siehe Kapitel 4.2.3.
- Im letzten Abschnitt des Kapitels „6.3.8.1 Optionen der Einbeziehung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Klimaschutzinstrumente" findet sich auch eine Diskussion zum Thema $CO_2$-Speicherung.
- Politische Forderungen und Diskussionen zum Thema $CO_2$-Speicherung sind im Kapitel 6.4.2.

*Vergleich der Ergebnisse von Ökobilanzen stofflicher und energetischer Nutzungen*

Das eigentliche Thema dieses Kapitels ist nun, wie man stoffliche und energetische Ökobilanzen mit einander in Bezug setzen kann.

Ausgehend von dem Grundsatz, dass mit Ökobilanzen nur Produkte oder Dienstleistungen mit jeweils gleicher Funktion verglichen werden können, ist es zunächst nicht möglich, die Umweltwirkungen stofflicher und energetischer Linien miteinander zu vergleichen. Wie sollte man beurteilen, ob Bioet-

hanol (gegenüber Benzin) besser oder schlechter für das Klima ist als ein Hanfdämmstoff (gegenüber Mineralwolle)?

Hierzu benötigt man eine gemeinsame Bezugsgröße. Eine Möglichkeit zeigt Rüter 2009 auf: Rüter vergleicht die $CO_2$-Minderung durch den Substitutionseffekt von Holz in stofflicher und energetischer Nutzung auf Basis des gleichen Holzvolumens. So gibt er den „Substitionseffekt von 1 $m^3$ Nadelholz in kg $CO_2$-Äquivalente“ an und zwar für die energetische Nutzung auf Basis des Heizwertes und der entsprechenden Erdölsubstitution (Ergebnis: 566 kg $CO_2$-Äquivalente) und für die stoffliche Nutzung „auf Basis des Einsatzes von Schnittholz in einem Innenwandsystem im Vergleich zu einer Innenwand in Massivbauweise mit der gleichen Fläche der Raumtrennungsfunktion und dem gleichen Schalldämmmaß“ (Ergebnis: 1.676 kg $CO_2$-Äquivalente). In diesem Vergleich schneidet die stoffliche Nutzung deutlich besser ab als die energetische.

Diese Methode ist allerdings nur möglich, wenn derselbe Rohstoff (wie hier 1 $m^3$ Nadelholz) stofflich und energetisch genutzt wird. Dies ist bei der stofflichen Nutzung aber nicht immer der Fall, so werden z.B. Naturfasern oder Kautschuk nur stofflich genutzt.

So bietet sich eine andere Bezugsgröße an, die bei allen Agrar- und Forstprodukten verwendbar ist. Rechnet man die $CO_2$-Äquiv.-Minderung aber auf die Fläche zurück, auf der die entsprechenden Rohstoffe gewonnen werden, so ist für alle stofflichen und energetischen Linien ein direkter Vergleich möglich. Die Minderung bezieht sich dabei immer auf einen bestimmten Rohstoff in einer bestimmten Anwendung und einer bestimmten Substitution eines konventionellen Produkts.

Mit der Bezugsgröße vermiedene $CO_2$-Äquiv./ha zeigt sich, welche Rohstoffe in welchen Nutzungen den größten Treibhausgas-Minderungseffekt pro Fläche (ha) erzielen und damit auch unter dem Gesichtspunkt einer effizienten und nachhaltigen Nutzung der Ressource Fläche vorzuziehen sind.

Die folgende Grafik zeigt die Ergebnisse für unterschiedliche energetische Nutzungen im Vergleich. Im folgenden Kapitel 4.2.1 werden die entsprechenden Werte für eine Vielzahl von stofflichen NaWaRo-Produktlinien berechnet und mit denen aus energetischer Nutzung in Relation gesetzt. Eine Kurzfassung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 4.2.2.

Diskussionen zum Parameter vermiedene $CO_2$-Äquiv./ha stehen in den Kapiteln 6.4.4 und 6.4.5, die Nutzung als Basis für ein übergreifendes Förderinstrument wird im Kapitel 6.4.6 ausgestaltet.

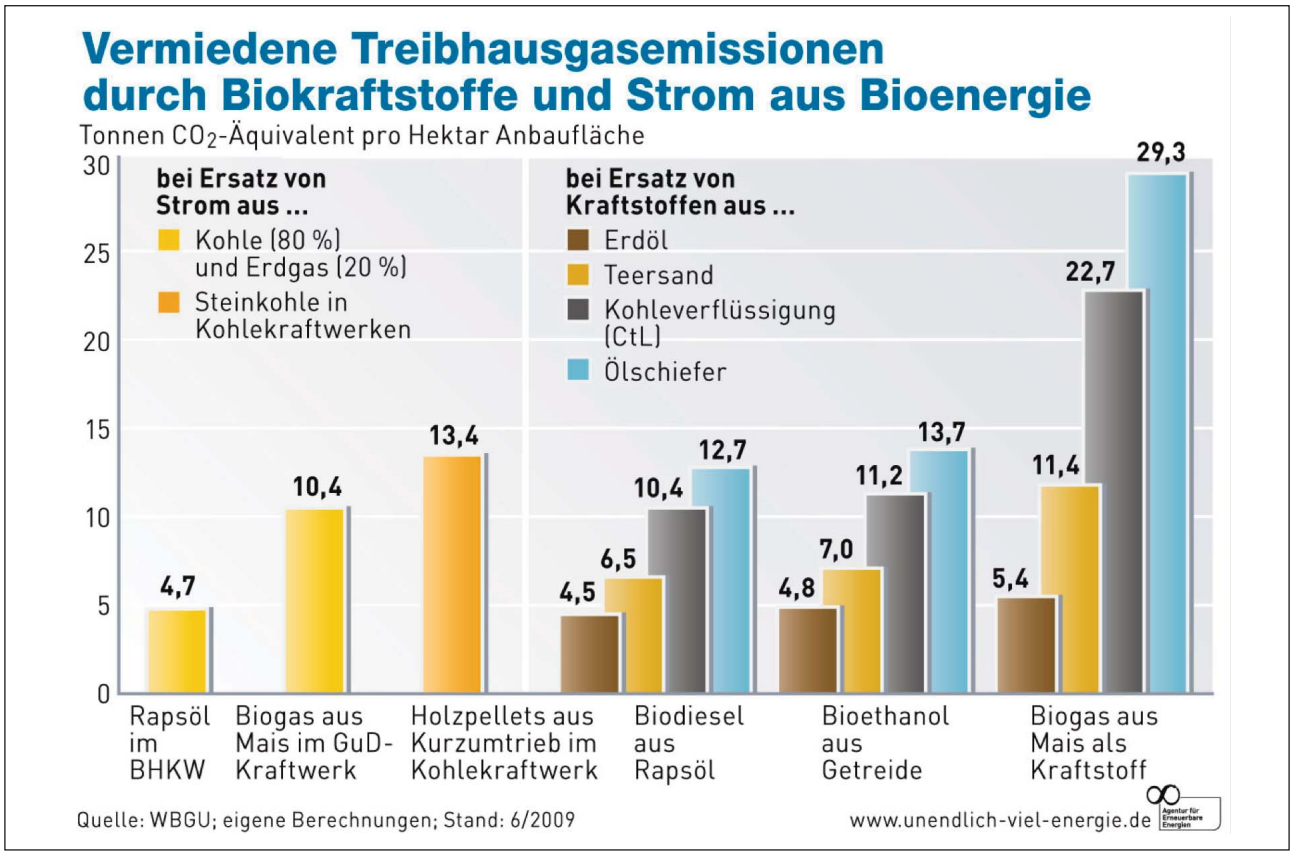



*Abbildung 57: Vermiedene Treibhausgasemissionen pro Fläche für verschiedene energetische Nutzungen*

## 4.2 Ökobilanzen

### 4.2.1 Energie- und Treibhausgas-Einsparungen durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Langfassung)

*Autorin: Juliane Haufe*

Ziel dieses Kapitels ist es, mögliche Energie- und THG-Einsparungen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Vergleich zu ihren petrochemischen Referenzprodukten herauszuarbeiten und mit den Einsparungspotenzialen, die durch die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Biokraft- und Biobrennstoffe) gegeben sind, pro Flächeneinheit zu vergleichen. Als vergleichende Größe werden außerdem Einsparungspotenziale durch die Nutzung von Solarenergie aufgeführt.

Zu den Anwendungen der stofflichen Nutzung zählen die Produktgruppen der Arzneimittel und Kosmetika, Zellstoff und Papier, Textilien, Kunststoffe, Wasch- und Reinigungsmittel (Tenside), Bau- und Dämmstoffe, Hydraulik- und Schmieröle, naturfaserverstärkte Kunststoffe (Verbundstoffe), Lacke und Farben, Kautschuk und Holzprodukte (siehe Kapitel 1). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Produktgruppen Textilien, chemische Industrie, Kunststoffe, Wasch- und Reinigungsmittel (Tenside), Dämmstoffe, Hydraulik- und Schmieröle, naturfaserverstärkte Kunststoffe (Verbundwerkstoffe), Lack, Kautschuk und Holzprodukte analysiert.

Bisher findet knapp ein Drittel der insgesamt in Deutschland verfügbaren Menge an nachwachsenden Rohstoffen (exklusive Holz) inder stofflichen Nutzung Verwendung, zwei Drittel der nachwachsenden Rohstoffe wird energetisch umgesetzt. Nachwachsende Rohstoffe für die stoffliche Nutzung wurden 2008 in Deutschland auf 276.000 ha (14 % der NaWaRo-Fläche) angebaut, der Anbau für die energetische Nutzung erstreckte sichauf 1.750.000 ha (86 %) (FNR 2008).

Dem Ausbau der Nutzung nachwachsender Rohstoffe steht die insgesamt eingeschränkte Flächenverfügbarkeit gegenüber (siehe Kapitel 3.4 und 3.5). Wachsende Flächenkonkurrenz wird durch das weltweite Bevölkerungswachstum, veränderte Lebensstile und die damit verbundene steigende Nahrungs- und Futtermittelproduktion vorangetrieben. Zudem wird in Deutschland und weltweit der Ausbau der Nutzung nachwachsender Rohstoffe für energetische Zwecke politisch forciert, was verfügbare Flächen für die stoffliche Nutzung knapper und teurer werden lässt. Die Frage der Flächenbelegung wird sich auch in Zukunft durch die Veränderung klimatischer Bedingungen verschärfen.

Vor diesem Hintergrund scheint es angebracht, einen Vergleich auf Basis der Flächenbelegung vorzunehmen. Eine flächenbezogene Betrachtung gestattet Aussagen darüber, mit welchen nachwachsenden Rohstoffen auf welcher Fläche in welcher Anwendung die größten Energie- und Treibhausgas-Einsparungenerzielt werden können. Auf diese Weise können auch energetische und stoffliche Nutzung unmittelbar verglichen werden.

*Methodik*
Im Rahmen dieser Studie wurden alle verfügbaren Ökobilanzen der letzten Jahre aus dem Bereich der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Hinblick auf die ökologischen Bewertungsparameter nicht-erneuerbarem Primärenergieaufwand und THG-Emissionen pro Tonne Produkt ausgewertet.

Der nicht-erneuerbare Energieaufwand bilanziert die Energieträger Erdöl, Erdgas, Kohle und Uranerz. Zu den Treibhausgas-relevanten Emissionen gehören vor allem Kohlendioxid ($CO_2$), Methan ($CH_4$) und Distickstoffoxid ($N_2O$). In ihrer Wirkung tragen diese Gase unterschiedlich zum Treibhauseffekt bei. Einzelne Klimagase werden mittels $CO_2$-Äquivalenzfaktoren für einen Zeithorizont von 100 Jahren zum Treibhausgaspotenzial aggregiert.

Es wurden die Energie- und THG-Einsparungspotenziale berechnet und verglichen, die durch Nutzung von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe anstelle von Produkten auf z.B. Erdölbasis realisierbar sind. Vor dem Hintergrund der steigenden Flächennutzung, und um eine Vergleichbarkeit der Produkte und Produktgruppen sowie zur energetischen Nutzung zu gewährleisten, wurden Energie- und THG-Einsparungen auf einen Hektar landwirtschaftliche Fläche und ein durchschnittliches Ertragsjahr bezogen.

Entsprechend ergibt sich die eingesparte Primärenergiemenge (in GJ/(ha*a)) aus der Differenz der eingesetzten nicht-erneuerbaren Primärenergiemenge für das petrochemische Produkt und der des auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Produktes je Hektar landwirtschaftlicher Fläche und Jahr. Eingesparte Treibhausgasemissionen (in t $CO_2$-Äq./(ha*a)) ergeben sich aus der Differenz ausgestoßener THG-Emissionen des petrochemischen Produktes und der des auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Produktes je Hektar landwirtschaftlicher Fläche und Jahr.

Die Ökobilanzierung (Lebensweganalyse, engl. Life CycleAssessment (LCA)) ist eine Methode zur Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltauswirkungen. Standardisiert wurde diese Methode international durch die Normen ISO 14040 (ISO 14040, 1997), aktualisiert durch (ISO 14040, 2006a) und ISO 14041 (ISO 14041, 1998), aktualisiert durch ISO 14044 (ISO 14044, 2006b).

*Systemgrenzen*

Die für diese Untersuchung ausgewerteten Ökobilanzierungen unterscheiden sich teilweise in der Annahme unterschiedlicher Lebenswege. Für die Mehrzahl der Studien, welche die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe erfassen, erfolgt die Bilanzierung von der Entnahme der Rohstoffe bis zur Verarbeitung des Produktes (Cradle-to-Factory Gate (C-FG)). Ein Teil der Studien verfolgt den Weg des Produktes bis zur Verwertung (Cradle-to-Grave (C-G)). In den Tabellen 48 bis 55 ist der bilanzierte Lebensweg aller ausgewerteten Ökobilanzen für die stoffliche Nutzung angegeben.

Bei der THG-Bilanzierung nachwachsender Rohstoffe von Cradle-to-Factory Gate wird der in der Biomasse gespeicherte biogene Kohlenstoff von der Gesamtheit der nicht-erneuerbaren Emissionen, die während des Herstellungsprozesses der Materialien generiert werden, abgezogen. Materialien, die stofflich genutzt werden, dienen dementsprechend als (kurzzeitiger) Kohlenstoffspeicher. Bei der Bilanzierung von Cradle-to-Factory Gate wird der im Produkt gespeicherte biogene (und fossile) Kohlenstoff durch die Verwertung wieder freigesetzt.

Der Lebensweg von Cradle-to-Grave ist komplexer in der Bilanzierung, da die Verwertung der Materialien auf unterschiedliche Weise stattfinden kann. Materialien können thermisch verwertet (mit oder ohne Energierückgewinnung), recycelt, deponiert oder teilweise kompostiert werden. Jeder dieser Lebenswege hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Energie- und THG-Bilanz.

Im Falle der Kompostierung wird ein Teil des gebundenen Kohlenstoffes emittiert und ein Teil verbleibt im Kompost. Der Recycling-Prozess ist in der Regel sehr energieaufwändig, deshalb erhöhen sich Energieverbrauch und THG-Ausstoß durch die Bilanzierung zu Cradle-to-Grave. Andererseits werden zusätzlich land- und/oder forstwirtschaftliche Flächen eingespart und weniger Energie- und Treibhausgase für die Herstellung eines neuen Produktes verbraucht bzw. emittiert. Die Deponierung gilt als rückständige Form der Müllverwertung, bzw. ist durch andere Verwertungsmöglichkeiten zu ersetzen (1999/31/EG) und erfährt hier aus diesem Grund keine Berücksichtigung.

Die Verwertung mit Energierückgewinnung gilt in Europa bzw. in Deutschland momentan als meist praktizierte Form der Abfallverwertung. Im Vergleich zur Bilanzierung von Cradle-to-Factory Gate fällt bei Cradle-to-Grave unter der Annahme der thermischen Verwertung mit Energierückgewinnung die Energiebilanz geringer aus. Die Höhe der Einsparung ist abhängig vom spezifischen Heizwert der Materialien und der dementsprechend produzierten Energiemenge. Petrochemische Materialien weisen in der Regel höhere Heizwerte auf und erhalten folglich höhere Gutschriften.

In der THG-Bilanzierung von Cradle-to-Grave bei thermischer Verwertung mit Energierückgewinnung wird beim nachwachsenden Produkt der gespeicherte, biogene Kohlenstoff frei, während beim petrochemischen Produkt fossiles $CO_2$ emittiert wird. Die THG-Einsparungen fallen bei biogenen Produkten deshalb im Vergleich für die Bilanzierung von Cradle-to-Grave höher aus als für Cradle-to-Factory Gate.

Cradle-to-Grave THG-Einsparungen pro Flächeneinheit wurden in dieser Ausarbeitung für die Mehrheit der Produkte in den Produktgruppen der Dämmstoffe, der Hydraulik- und Schmieröle bilanziert. Für die Produktgruppen der Textilien, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe erfolgten die Bilanzierungen überwiegend bis Cradle-to-Factory Gate. Unter der Annahme, dass die letztgenannten Produktgruppen am Ende ihres Lebens thermisch mit Energierückgewinnung[1] weiterverwertet werden, können zusätzliche $CO_2$-Äquivalent-Einsparungen berechnet werden.

[1] Pro GJ in einer durchschnittlichen Müllverbrennungsanlage anfallenden Abfalls können ungefähr 0.6 GJ (konventionell hergestellter) Primärenergie eingespart werden (Reimann, 2006 aus Shen & Patel, 2008a). Das heißt, 60 Prozent des anfallenden Abfalls (auf Basis des unteren Heizwertes) wird energetisch weiterverwertet. Außerdem wird angenommen, dass die thermische Verwertung der Produkte den Einsatz von Erdgas substituiert.

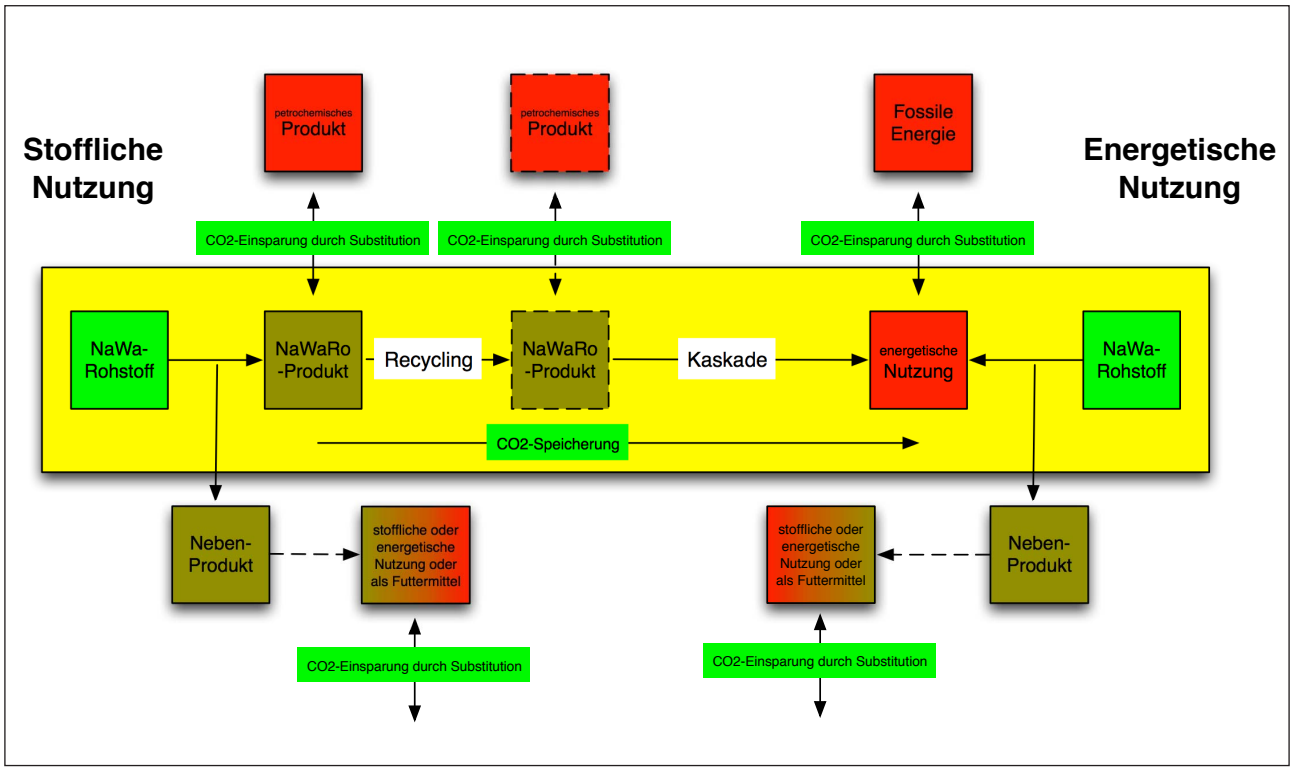



*Abbildung 58: Unterschiedliche $CO_2$-Einsparungen durch Substitutionen petrochemischer Produkte bzw. fossilere Energieträger entlang der Prozesskette für die stoffliche und energetische Nutzung. Quelle: Eigene Darstellung*

Bei der Produktgruppe der Textilien betragen die $CO_2$-Äq.-Einsparungen pro Hektar im Durchschnitt 22 Prozent gegenüber Cradle-to-Factory Gate. Bei den Kunststoffen sind Einsparungen, abhängig von der Art des betrachteten Kunststoffs, von 150 Prozent möglich. $CO_2$-Äq.-Einsparungen pro Hektar in der Produktgruppe der Verbundstoffe liegen in der Lebenswegbetrachtung von Cradle-to-Grave bei 22 $CO_2$-Äq./ha (Durchschnitt aus Produkt 2) und 3) im Vergleich zu erheblich geringeren Werten für die Berechnungen für Cradle-to-Factory Gate. (siehe Graphiken)

Bisher ist in der Ökobilanzierung dem zeitlichen Faktor der Kohlenstoff-Speicherung im Produkt wenig Betrachtung geschenkt worden (siehe Kapitel 4.2.3). PAS 2050, eine vom Britischen Standardisierungs-Institut (BSI) herausgegebene Grundlage für die Erfassung von THG-Emissionen von Waren und Dienstleistungen schlägt hierzu einen Ansatz vor: der biogene Kohlenstoff sollte in die Bilanzierung eingehen, wenn 50 % des biogenen Kohlenstoffs (Berechnung auf Basis der Molaren Masse) für die Dauer eines Jahres oder länger im Produkt verbleibt (BSI 2008). Viele der stofflich genutzten Produkte haben eine Lebensdauer von mehr als einem Jahr und dienen deshalb als (längerfristiger) Kohlenstoffspeicher.

Wertangaben für Biokraftstoffe beziehen sich auf Energieverbrauch und Treibhausgas-emissionen für die Bereitstellung der Kraftstoffe bis in den Tank (Well-to-Tank) und der Nutzung des Fahrzeuges (Tank-to-Wheel). Die Studien der Biobrennstofferzeugung umfassen die Bilanzierung der Rohstoffgewinnung bis zur Nutzung der Energieträger beim Endverbraucher. Lebenswegangaben für die Bioethanol-Produktion in der chemischen Industrie beziehen sich auf die Bilanzierung von Cradle-to-Factory Gate.

*Allokation der Nebenprodukte*

Die Mehrzahl der industriellen Prozesse erzeugt mehr als ein Produkt. Deshalb wird bei der Durchführung der Ökobilanzierung nicht allein das Hauptprodukt analysiert, sondern es müssen auch anfallende Koppelprodukte (brauchbare (Neben-)Produkte) und Reststoffe mitberücksichtigt, d.h. anfallende Umweltlasten aufgeteilt werden. Nach ISO 14044 können Koppelprodukte mit Hilfe der Systemraumerweiterung bzw. der Allokation bilanziert werden, wobei der Systemraumerweiterung grundsätzlich Vorrang gegeben wird (ISO 14044 2006b).

Die Systemraumerweiterung ermittelt die Umwelteinwirkungen eines gesamten Produktionsprozesses. Die Verrechnung der Koppelprodukte erfolgt üblicherweise durch die Vergabe von Gutschriften. Das heißt, anfallende Koppelprodukte ersetzen die Produktion üblicherweise hergestellter Produkte (bspw. ersetzen Trockenschnitzel aus der Zuckerrübendicksaftproduktion den Anbau von Gerste als konventionelles Futtermittel). Bei der Allokation werden Input- und Outputflüsse dem gesamten betrachteten Produktsystem anteilig zugeordnet. Input- und Outputflüsse können entweder physikalische, energetische oder wirtschaftliche Beziehungen widerspiegeln.

Nach aktuellen Vorgaben (Richtlinie 2009/28/EG[2], Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung[3] und Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung[4]) werden bei der Biokraftstoffbilanzierung, und auch bei der Bilanzierung von Strom bzw. Wärme, anfallende Koppelprodukte durch Allokation nach Maßgabe ihres Energiegehaltes, d.h., nach ihrem unteren Heizwert (Hu) bilanziert.

Der Umgang mit Koppelprodukten in Ökobilanzen ist ein kontrovers diskutiertes Thema, da unter anderem die Wahl der Allokationsmethode entscheidenden Einfluss auf das Bilanzierungsergebnis haben kann. Abhängig von den zu bilanzierenden Produkten zeigen Vergleichstudien zur Allokations- und Gutschriftenmethode unterschiedlich hohe Energie- und THG-Einsparungen (hierzu u.a. Fritsche & Wiegmann 2008b, Müller-Langer & Majer 2009, Reinhardt 1999).

Die Koppelproduktbilanzierung zur stofflichen Nutzung wurde in den analysierten Studien unterschiedlich gehandhabt. Mehrheitlich erfolgte die Bilanzierung allerdings über die Massen- bzw. Ökonomie-basierte Allokation. Die Mehrheit der ausgewerteten Studien zu Biokraftstoffen, wie auch zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung[5], wendet die Gutschriftenvergabe an (Quirin et al. 2004, Rettenmaier et al. 2008, Reinhardt et al. 2007, WBGU 2008). Die Bilanzierung der Koppelprodukte für das Beispiel der Bioethanol-Produktion in der chemischen Industrie erfolgt mit Hilfe des Allokationsverfahrens.

In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist auch die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen, welche für die stoffliche Nutzung, wie auch für die energetische Nutzung, mit hohen Energie- und THG-Einsparungspotenzialen verbunden ist. Eine Bilanzierung von Rest- und Abfallstoffen in Bezug auf die Anbaufläche ist allerdings nicht sinnvoll und wird deshalb im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht weiter erörtert.

[2] Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von erneuerbaren Quellen.

[3] Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von zu Biokraftstoffen verwendeter Biomasse (Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung – BioNach-V), Stand 24.10.2007.

[4] Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-nachV) vom 23. Juli 2009.

[5] Mit Ausnahme der WBGU-Studie (WBGU 2008).

*Direkte und indirekte Landnutzungsänderungen*

Mit der Novellierung der Richtlinie zur Förderung der Nutzung von erneuerbaren Quellen (2009/28/EG) und angelehnter Verordnungen sind in Ökobilanzierungen auch THG-Emissionen aus direkten und indirekten Landnutzungsänderungen einzubeziehen. Direkte Landnutzungsänderungen treten auf, wenn eine Fläche vor dem Anbau von Energiepflanzen ungenutzt oder durch eine andere Nutzung geprägt war. Indirekte Landnutzungsänderungen entstehen, wenn durch den Anbau von Energiepflanzen Anbauflächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion verdrängt werden. Durch Landnutzungsänderungen bedingte Emissionen können erheblichen Einfluss auf die lebenswegbedingte THG-Bilanz eines Produktes haben. Hohe THG-Emissionen treten vor allem in tropischen Gebieten durch die Rodung von Tropenwald oder durch die In-Kulturnahme von Feuchtgebieten auf. Auch in gemäßigten Breiten ist der Grünlandumbruch mit THG-Emissionen verbunden. Im positiven Fall kann durch den Anbau von Biomasse eineErhöhung der im Boden gespeicherten Kohlenstoffmenge erfolgen (Nutzung von degradiertem Land oder Anbau mehrjähriger Pflanzen).

Direkte und indirekte Landnutzungsänderungen wurden mit Ausnahme der ausgewerteten Studie zur Strom- und Wärmeerzeugung (WBGU 2008) in den vorliegenden analysierten Studien nicht berücksichtigt.

*Ausgewertete Literatur*

Für die Literaturzusammenstellung der vorhandenen Ökobilanzen zur stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen dienten die Studien von Deimling et al. 2007 und Oertel et al. 2007 sowie Online-Recherche, wissenschaftliche Datenbanken (Scopus) und die Ökobilanzierungs-Software SimaPro. Analysierte Studien werden in Tabelle 48 bis 55 aufgezeigt. Aufgeführte Ökobilanzierungsstudien zur stofflichen Nutzung beziehen sich nicht nur auf Materialien und Produkte, deren Ressourcenursprung in Deutschland bzw. in der gemäßigten Zone angesiedelt ist, sondern auf weltweit angebaute pflanzliche Rohstoffe. Die Liste der analysierten Studien ist recht umfassend, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zudem wurden vergleichend einige für Deutschland relevante Biokraftstoffe analysiert. Die Daten hierzu wurden den IFEU-Studien aus den Jahren 2004 und 2008 (Quirin et al. 2004, Rettenmaier et al. 2008) und der Studie von Schmitz et al. 2009 entnommen, die einen Überblick über bisher durchgeführte Einzelstudien geben. Energie- und THG-Einsparungs-potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung wurden den Studien des IFEU-Instituts (Reinhardt et al. 2007) und des WBGU (WBGU 2008) entnommen. Einsparungspotenziale durch die Ethanolproduktion aus Biomasse in der chemischen Industrie gehen aus der BREW-Studie hervor (Patel et al. 2006). Daten zu Energie- und Treibhausgaseinsparungen für Solarenergie in Deutschland basieren auf den Angaben der Firma Juwi Solar (juwi solar 2008).

*Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*

Abbildung 59 und 60 stellen die Ergebnisse der ausgewerteten Ökobilanzierungsstudien für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu Primärenergie- und THG-Einsparungen pro Hektar dar. Jedes dargestellte Kästchen bezieht sich auf eine Ökobilanzierungsstudie. Studien sind pro Produktgruppe nummeriert. Informationen zur Art des bilanzierten Produktes/Materials sind in den Tabellen 48 bis 55 zu finden.

Zum Vergleich werden auch Energie- und THG-Einsparungen pro Flächeneinheit für die Ethanol-Produktion in der chemischen Industrie und für Biokraft- und Biobrennstoffe dargestellt.

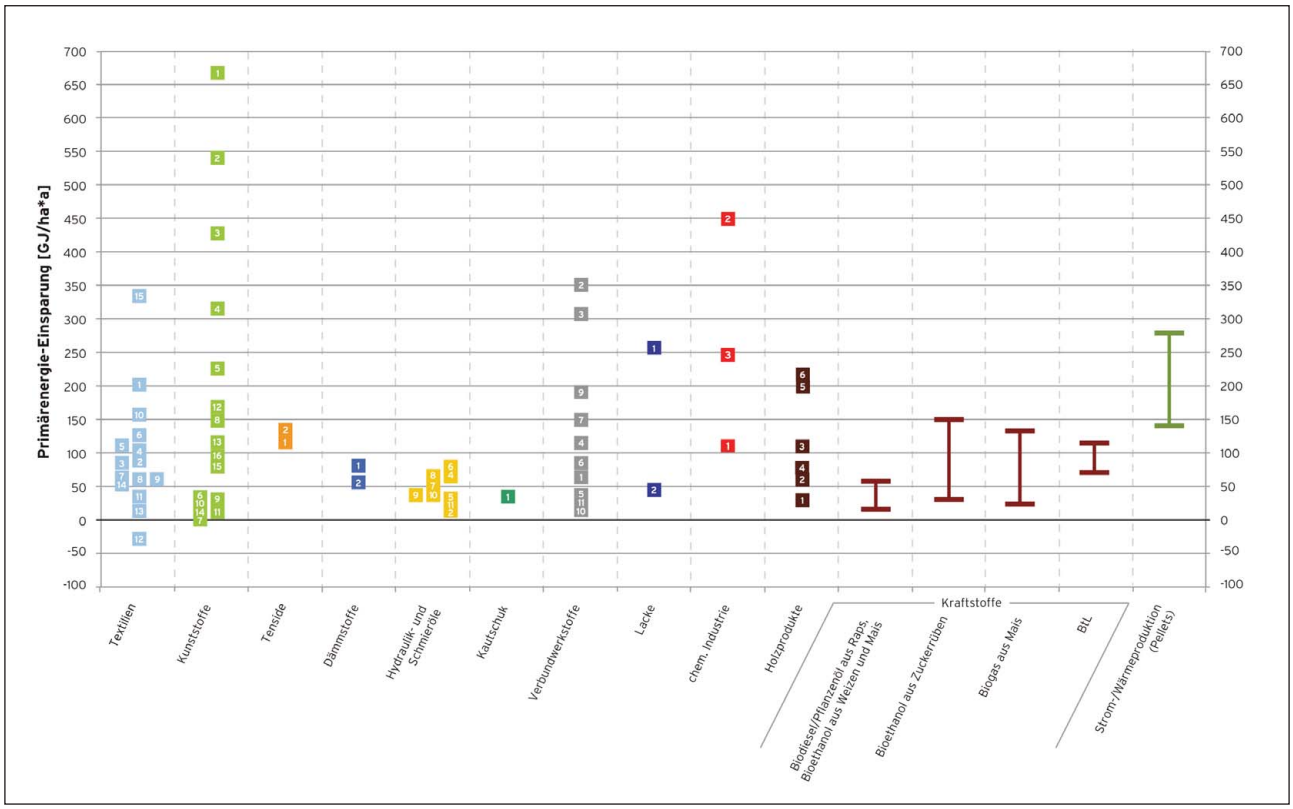



*Abbildung 59: Primärenergie-Einsparungen in GJ/(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung*

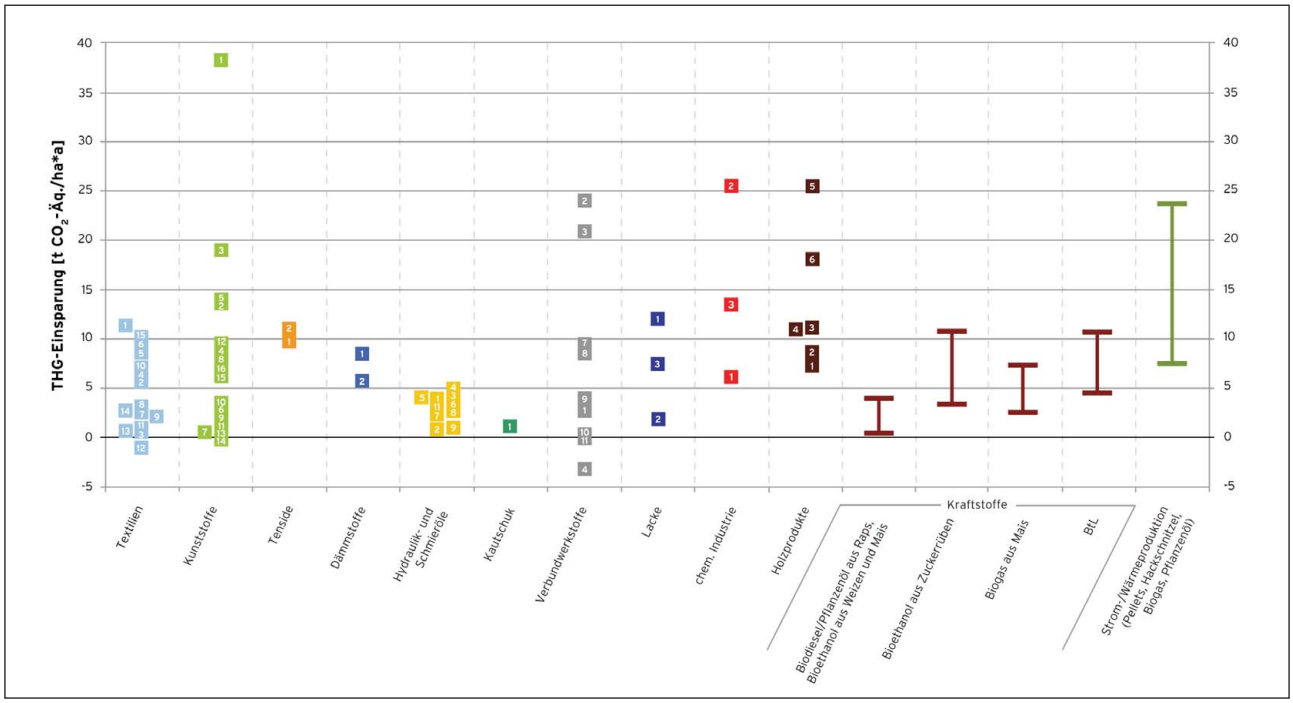



*Abbildung 60: THG-Einsparungen in t $CO_2$-Äq./(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung*

*Textilien*

Die Bandbreite der Energie- und THG-Einsparungen pro Flächeneinheit in der Produktgruppe der Textilien[6] reicht von -26 – 204 GJ/(ha*a) und -1,5 – 11,7 t $CO_2$-Äq./(ha*a). Der Negativwert ist ein Einzelwert, der durch die hohen Energieaufwendungen während der Hanffaserherstellung (Bioröst-Verfahren) generiert wird (siehe Studie 12, Tabelle 48). Der vergleichbare konventionelle Prozess weist im Gegensatz Einsparungen von 37 GJ/(ha*a) und 1,4 t $CO_2$-Äq./(ha*a) auf.

Im Allgemeinen ist ersichtlich, dass die Herstellung von Baumwollfasern geringere Einsparungen aufweist als die Herstellung von Bast- und Lignocellulose-Fasern. Auch PLA-Fasern weisen höhere Einsparungen auf als Baumwollfasern. Die herausragenden Einsparungen der Lenzing-TencelFaser (Studie 1 Tabelle 48) sind darauf zurückzuführen, dass die Produktion auf dem neusten Stand der Technik ausgerichtet ist (d.h. geringer Energie-Einsatz und hohe Rohstoffeffizienz).

Energie- und THG-Einsparungen pro Flächeneinheit in der Produktgruppe der Textilien betragen durchschnittlich 84 GJ/(ha*a) und 4 t $CO_2$-Äq./(ha*a).[7]

| | Textilien | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | LenzingTencel (Ö) vs. PET | Shen&Patel2008b | C-FG |
| 2 | Lenzing Modal vs. PET | Shen&Patel2008b | C-FG |
| 3 | Lenzing Viscose (A) vs. PET | Shen&Patel2008b | C-FG |
| 4 | Lenzing Viscose (Ö) vs. PET | Shen&Patel2008b | C-FG |
| 5 | Jute vs. PET | Althaus et al. 2007 | C-FG |
| 6 | Kenaf vs. PET | Althaus et al. 2007 | C-FG |
| 7 | Baumwolle (US/CN) vs. PET | Shen&Patel2008b | C-FG |
| 8 | Baumwolle (US) vs. PET | Althaus et al. 2007 | C-FG |
| 9 | Baumwolle (CN) vs. PET | Althaus et al. 2007 | C-FG |
| 10 | PLA vs. PET | Vink et al. 2007 | C-FG |
| 11 | Hanf I vs. PET | Turunen& van der Werf2006 | C-FG |
| 12 | Hanf II vs. PET | Turunen& van der Werf2006 | C-FG |
| 13 | Hanf III vs. PET | Turunen& van der Werf2006 | C-FG |
| 14 | Flachs vs. PET | Turunen& van der Werf2006 | C-FG |
| 15 | PTT Mais stärke vs. PET | Patel et al. (2006) | C-FG |

*Tabelle 48: Ausgewertete Produkte in der Produktgruppe Textilien,Überblick zu Referenzprodukten, Autor und Systemgrenzen*

[6] Es werden nicht die marktfertigen Endprodukte betrachtet, sondern der Produktionsweg bis zur Faserherstellung (bei Jute und Kenaf wird der Produktionsweg bis zur Garnherstellung betrachtet).

[7] Von der Bewertung ausgenommen sind die Studien 1 und 12 (Tabelle 48).

*Kunststoffe*

Die Produktgruppe der bio-basierten Kunststoffe ist sehr vielfältig. In dieser Studie werden die Materialien aus thermoplastischer Stärke (TPS), Polymilchsäure (PLA), Polyhydroxyalkonate (PHA), Polyhydroxybutyrate (PHB), HDPE aus 100 Prozent nachwachsenden Rohstoffen, und außerdem Ethyl-Lactat (Milchsäureethylester) und 1 – 3 Propandiol (PDO) analysiert.

TPS aus Mais (Kartoffel) weist insgesamt die höchsten Einsparungen pro Flächeneinheit (durchschnittlich 550 GJ/ha und 24 t $CO_2$-Äq./ha*a) auf (Durchschnitt aus den Studien: Dinkel et al. 1996, Würdinger et al. 2002 und Estermann & Schwarzwälder 2000).

Die ausgewerteten Ökobilanzierungsstudien zu PLA weisen Energie- und THG-Einsparungen in unterschiedlicher Höhe auf. Die Studie von Müller-Sämann et al. 2003 bewertet die Umweltwirkungen von PLA Verpackungsmaterialen nach Cradle-to-Grave und Vink et al. 2007 untersucht PLA Granulate von Cradle-to-Factory Gate. Die Wahl der Systemgrenzen hat Auswirkungen auf die unterschiedliche Höhe der Einsparungen. Einfluss haben aber auch unterschiedlich gewählte Allokationsmethoden und die unterschiedlichen Bewertungen des agrarischen Systems.

HDPE, hergestellt aus 100 Prozent nachwachsender Biomasse (hier: Zuckerrohr), weist Energie-Einsparungen von 230 GH/(ha*a) und THG-Einsparungen von 14 GJ/(ha*a) auf. Diese hohen Einsparungen sind auf die hohen Flächenerträge des Zuckerrohrs und die Nutzung der anfallenden Bagasse als Prozessenergie für die Ethylenproduktion zurückzuführen.

Die Ökobilanzierungsstudien zu PHA und PHB weisen alle Energie- und THG-Einsparungen im Vergleich zu den petrochemischen Pendants auf, die Höhe der Einsparungen ist allerdings sehr differenziert, hier sind Ergebnisse sehr stark vom technischen Fortschritt abhängig.

Ethyl-Lactat ist ein Lösungsmittel und weißt hohe Einsparungen auf: 82 GJ/ha*a und 5,5 t $CO_2$-Äq./(ha*a) (Patel et al. 2006). Biochemisch synthetisiertes 1 – 3, Propandiol dient als Baustein bei der Herstellung von Polymeren und weist Einsparungspotenziale im Gegensatz zum petrochemisch hergestellten 1 – 3, Propandiol in Höhe von 97 GJ/ und 6 t $CO_2$-Äq./(ha*a) auf (Patel et al. 2006).

Insgesamt zeigen alle der in dieser Produktgruppe ausgewählten Ökobilanzierungsstudien Energie- und THG-Einsparungen im Vergleich zu den petrochemischen Referenzprodukten. Einsparungen liegen zwischen 1,2 – 660 GJ/(ha*a) und 0 – 39 t $CO_2$-Äq./(ha*a).

Aufgrund des unterschiedlichen Standes der technologischen Entwicklung der analysierten Materialien, der Unterschiede in der Wahl der Herstellungsphasen, Systemgrenzen und konventionellen Vergleichsprodukte, Nebenproduktbilanzierung und Höhe der Flächenerträge, ist es allerdings nicht möglich, direkte quantitative Vergleiche zwischen den Studien zu ziehen. Der Vergleich von petrochemischen Polymeren und Polymeren auf Basis nachwachsender Rohstoffe zeigt insgesamt ein deutliches Potenzial zur Einsparung von Energie und Treibhausgasen.

| | Kunststoffe | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | TPS Mais/Kartoffel vs. LDPE Granulat | Dinkel et al. 1996 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (100 % thermische Verwertung) |
| 2 | TPS Mais vs. EPS Film | Würdinger et al. 2002, Patel et al. 2003 | C-FG |
| 3 | TPS Mais vs. EPS Loose-Fill | Estermann et al. 2000 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (100 % Kompostierung) |
| 4 | TPS-PLA Mais/Kartoffel vs. PP-PA6 Multi-Schicht-Film | Vidal et al. 2007 | C-FG |
| 5 | Bio-HDPE vs. HDPE Granulat | Berechnung basierend auf: Macedo et al. 2008, Reis Neto2007 | C-FG |
| 6 | PLA Weizen vs. PE Verpackung | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G |
| 7 | PLA Mais vs. PE Verpackung | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G |
| 8 | PLA Mais vs. LDPE Granulat | Vink et al. 2007 | C-FG |
| 9 | PHA Sojabohne vs. HDPE Granulat | Akiyama et al. 2003 | C-FG |
| 10 | PHB Mais vs. PP Granulat | Akiyama et al. 2003 | C-FG |
| 11 | PHA Mais I vs. HDPE Granulat | Kim & Dale 2005 | C-FG |
| 12 | PHA Mais II vs. HDPE Granulat | Kim & Dale 2005 | C-FG |
| 13 | PHB Zuckerrohr vs. PP Granulat | Harding et al. 2007 | C-FG |
| 14 | PHA Mais vs. HDPE Granulat | Patel et al. 2006 | C-FG |
| 15 | Ethyl-LactatMaisstärke vs. Ethyl AcetatPc | Patel et al. 2006 | C-FG |
| 16 | Bio-PDO Maisstärke vs. PDO pc | Patel et al. 2006 | C-FG |

*Tabelle 49: Ausgewertete Produkte in der Produktgruppe der Kunststoffe, Überblick zu Referenzprodukten, Autor, Systemgrenzen*

*Tenside*

Energie- und THG-Einsparungen von Tensiden auf Basis von Ölpflanzen der gemäßigten Klimazone: Raps und Sonnenblume liegen zwischen 80 und 150 bzw. 105 und 155 GJ/(ha*a) und 6,5 und 13 bzw. 9 und 15,5 t $CO_2$-Äq./(ha*a)(Reinhardt et al. 2007). In den Abbildungen 59, 60 und 61 sind die Durchschnittswerte der Bandbreiten angegeben.

| | Tenside | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | Tenside, Raps | Reinhardt et al. 2007 | C-FG |
| 2 | Tenside, Sonnenblume | Reinhardt et al. 2007 | C-FG |

*Tabelle 50: Ausgewertete Produkte in der Produktgruppe der Tenside, Überblick zu Referenzprodukten, Autor und Systemgrenzen*

*Dämmstoffe*

Flachsfasern anstelle von Steinwolle eingesetzt, erbringen im Durchschnitt Energieeinsparungen pro Flächeneinheit von 71 GJ/(ha*a) und THG-Einsparungen von 6,2 t $CO_2$-Äq./(ha*a).

| | Dämmstoffe | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | Flachsfaser vs. Steinwolle I[8] | Müller-Sämann, et al. 2003 | C-G |
| 2 | Flachsfaser vs. Steinwolle II[9] | Müller-Sämann, et al. 2003 | C-G |

*Tabelle 51: Ausgewertete Produkte in der Produktgruppe der Dämmstoffe, Überblick zu Referenzprodukten, Autor und Systemgrenzen*

*Hydraulik- und Schmieröle*

Pflanzenöle und modifizierte pflanzliche Öle können herkömmliche Schmierstoffe auf Mineralbasis ersetzen. Alle ausgewählten Ökobilanzen aus der Produktgruppe der biogenen Hydraulik- und Schmieröle zeigen im Vergleich zu den petrochemischen Referenzprodukten Energie- und THG-Einsparungen.

Energie-Einsparungen liegen zwischen 24 und 77 GJ/(ha*a)und THG-Einsparungen zwischen 1,4 und 5 t $CO_2$-Äq./(ha*a).

[8] Unterschiede zwischen Dämmstoff 1 und 2 bestehen in der Handhabung der Koppelprodukte: 1: Schäben werden zu Leichtbauplatten verarbeitet und ersetzen Lehmputzträger-Platten. Nach der Nutzung werden Dämmstoffmatten thermisch verwertet und ersetzen Heizöl.

[9] 2: Schäben werden als Pferdeeinstreu genutzt und ersetzen zur Hälfte jeweils Sägemehl und Weizenstroh. Nach der Nutzung werden Dämmstoffmatten thermisch verwertet und ersetzen Heizöl.

| | Hydraulik- und Schmieröle | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | Raps- vs. Mineralöl A | Mc Manus et al. 2004 | C-FG |
| 2 | Soja- vs. Mineralöl | Miller et al. 2007 | C-G |
| 3 | Raps- vs. Mineralöl B | Wightman et al. 1999 | C-G |
| 4 | HO Sonnenblumen- vs. Mineralöl I | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G, Grundvariante: Verlustschmierung (Lebensweg ist mit Nutzung beendet) |
| 5 | HO Sonnenblumen- vs. Mineralöl II | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G, Umlaufschmierung (Sammlung der Schmierstoffe und thermische Nutzung in Industrie-HKWs (Substitution von Heizöl/Erdgas)) |
| 6 | Modifiziertes Raps- vs. Mineralöl | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G |
| 7 | Reines Raps- vs. Mineralöl | Müller-Sämann, et al. 2003 | C-G |
| 8 | Raps- vs. Mineralöl C1 | Reinhardt et al. 2001 | C-G, Variante 1: Verlustschmierung |
| 9 | Raps- vs. Mineralöl C2 | Reinhardt et al. 2001 | C-G, Variante 2: Verbrennung (ersetzt Leichtöl) |
| 10 | Raps- vs. Mineralöl C3 | Reinhardt et al. 2001 | C-G, Variante 3: Verbrennung (ersetzt Erdgas) |
| 11 | TMP-Ester auf Rapsölbasis vs. Mineralöl | Patel et al. 1999 | C-FG |

*Tabelle 52: Ausgewertete Produkte in der Produktgruppe der Hydraulik- und Schmieröle, Überblick zu Referenzprodukten, Autor, Systemgrenzen*

*Kautschuk*

Im Vergleich zu synthetisch produziertem Kautschuk weist natürlicher Kautschuk (Hevea brasiliensis) Energie-Einsparungen von 37 GJ/(ha*a) und THG-Einsparungen von 0,9 t $CO_2$-Äq./(ha*a)[10]. Die Bilanzierung erfolgt für den Lebensweg von Cradle-to-Factory Gate.

*Verbundwerkstoffe*

Verbundwerkstoffe sind Werkstoffe, die sich aus unterschiedlichen Materialien zusammen-setzen, wie z.B. die naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK). Zur Verstärkung kommen anstelle von Glasfasern Naturfasern aller Art zum Einsatz, insbesondere Bastfasern wie Flachs, Hanf, Jute oder Kenaf oder Blattfasern wie Sisal oder Abaca. Als sog. Matrix können unterschiedliche petrochemische Kunststoffe (PP, PE, PVC und Duroplaste wie Epoxy, PU) oder bio-basierte Kunststoffe (PLA, Lignin, Pflanzenölharze u.a.) Verwendung finden. Haupteinsatzbereich sind bisher automobile Innenteile.

Energie-Einsparungen pro Flächeneinheit sind in allen untersuchten Studien positiv (Einsparungen liegen zwischen 22 – 353 GJ/(ha*a)), bei den THG-Einsparungen weisen zwei Studien negative Werte auf. THG-Einsparungen in der Produktgruppe der Verbundwerkstoffe liegen zwischen -3,7 und 24,2 t $CO_2$-Äq./(ha*a).

[10] Eigene Berechnungen auf Grundlage von Harvinga 2003 und Environment Australia 2001.

Die Studie von Müller-Sämann et al. 2003 fällt besonders wegen der hohen Energie- und THG-Einsparungen auf. In dieser Studie wird der Lebensweg der Verbundwerkstoffe von Cradle-to-Grave, inklusive der Nutzungsphase und der thermischen Verwertung analysiert. Außerdem werden anfallende Koppelprodukte mit Hilfe der Gutschriftenvergabe bewertet.

Gewichtsvorteile, die Automobilbauteile auf Basis nachwachsender Rohstoffe häufig aufweisen, ergeben in der Nutzungsphase hohe Energie- und THG-Einsparungen (Shen & Patel 2008b). Insgesamt hat die Matrix in den Verbundwerkstoffen eine im Vergleich zum Naturfaseranteil um ein Vielfaches höhere Umweltwirkung (Diener & Siehler 1999), (Flake et al. 2000).

| | Verbundwerkstoffe | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | Riesen-Rhinaschilf-PP vs. Glasfaser-PP | Corbière-Nicollier et al. 2001 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (thermische Verwertung mit Energierückgewinnung) |
| 2 | Hanf-EP vs. ABS - Ia)[11] | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G |
| 3 | Hanf-EP vs. ABS - IIa)[12] | Müller-Sämann et al. 2003 | C-G |
| 4 | Hanf-EP vs. ABS - b) | Wötzel et al. 1999 | C-FG |
| 5 | Flachs-Jute EP vs. ABS | Flake et al. 2000 | C-FG |
| 6 | Flachs-PP vs. Glasfaser-PP | Diener &Siehler1999 | C-FG |
| 7 | Hanf-PP vs. Glasfaser-PP | Pervaiz&Sain2003 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (thermische Verwertung mit Energierückgewinnung) |
| 8 | Curaua-PP vs. Glasfaser-PP | Zah et al. 2007 | C-FG |
| 9 | Reishülse-PPrecyc. vs. PP | Vidal et al. 2008 | C-FG |
| 10 | Flachsfaser-PP vs. Glasfaser | Pless2001 | C-FG |
| 11 | Hanffaser-PP vs. Glasfaser | Pless2001 | C-FG |

*Tabelle 53: Ausgewertete Produkte der Produktgruppe der Verbundwerkstoffe, Überblick zu Referenzprodukten, Autor, Systemgrenzen*

[11] Unterschiede zwischen den Verbundwerkstoffen Hanf-EP Ia und Hanf-EP IIa bestehen in der Handhabung der Koppelprodukte: Hanf-EP vs. ABS Ia: Für die Produktion von Vliesfasern wird Hanfstroh verwendet. Anfallende Hanfschäben aus derVliesfaserproduktion werden zur Herstellung von Leichtbauplatten verwendet und anschließend unter Substitution von Heizöl thermisch verwertet. Die Produktion von Hanf-Leichbauplatten ersetzt die Produktion von Lehmputzträgern und deren anschließende thermische Verwertung.

[12] Im Gegensatz zu Hanf-EP Ia, werden die anfallenden Hanfschäben aus derVliesfaserproduktion von Hanf-EP IIa als Pferdeeinstreu genutzt und ersetzen zur Hälfte jeweils die Produkton von Sägemehl und Weizenstroh.

*Lacke*

Die Einsparungen in der Produktgruppe der Lacke - es werden Leinöl und Rapswachs im Vergleich mit den petrochemischen Referenzprodukten analysiert - sind positiv. Für Leinöl liegt die Einsparung bei 260 GJ/(ha*a) und 12 t $CO_2$-Äq./(ha*a). Die Energieeinsparung für Rapswachs liegt bei 47 GJ/(ha*a) und die THG-Einsparung bei 1,6 t $CO_2$-Äq./(ha*a). Interessant ist, dass THG-Einsparungen sich fast verfünffachen, wenn Gutschriften für Nebenprodukte vergeben werden (Tabelle 54 Studie 3).

| | **Lacke** | | |
|---|---|---|---|
| | **Produkt** | **Autor** | **Systemgrenzen** |
| 1 | Leinöl-EP vs. Lack Pc. | Diehlmann et al. 2000 | C-FG |
| 2 | Rapswachs (Behenylbehenate) vs. Paraffin I | Tufvesson & Börjesson 2008 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (thermische Verwertung ohne Energierückgewinnung) |
| 3 | Rapswachs (Behenylbehenate) vs. Paraffin II | Tufvesson & Börjesson 2008 | Primärenergieaufwand: C-FG, THG-Emissionen: C-G (thermische Verwertung ohne Energierückgewinnung). Gutschriftenvergabe: alle Koppelprodukte (Stroh, Schrot, Glycerin) werden thermisch verwertet und ersetzen Heizöl. |

*Tabelle 54: Ausgewertete Produkte der Produktgruppe Lacke, Überblick zu Referenzprodukten, Autor, Systemgrenzen*

*Holz*

Der Energieaufwand für die Herstellung von Holzprodukten ist in der Regel sehr niedrig und erfolgt in einem geschlossenen Kreislauf. Anfallende Resthölzer werden stofflich oder energetisch weiter verwendet. Flächenerträge sind abhängig von der Art des verwendeten Holzes (Vollhölzer oder Resthölzer). In den vorliegenden Beispielen wird von der Verwendung von Vollhölzern ausgegangen.

Energie-Einsparungen liegen zwischen 22 und 221 GJ/(ha*a) und THG-Einsparungen zwischen 7,4 und 26,2 t $CO_2$-Äq./(ha*a).

| | **Holz** | | |
|---|---|---|---|
| | Produkt | Autor | Systemgrenzen |
| 1 | Mosaikparkett vs.PVC-Fußboden | Nebel et al. 2006 | C-G |
| 2 | Massivholzdiele vs.PVC-Fußboden | Nebel et al. 2006 | C-G |
| 3 | Laminat- vs. synth. Teppichfußboden | Albrecht et al.2008, Egger Floor Products 2008a | C-G |
| 4 | Laminat- vs. PVC-Fußboden | Albrecht et al. 2008, Egger Floor Products 2008a | C-G |
| 5 | FensterrahmenHolz vs. Aluminium | Sharai-Rad&Welling2002 | C-G |
| 6 | FensterrahmenHolz vs. PVC | Sharai-Rad&Welling2002 | C-G |

*Tabelle 55: Ausgewertete Produkte der Produktgruppe Holz, Überblick zu Referenzprodukten, Autor, Systemgrenzen*

*Biokraftstoffe*

Tabelle 56 gibt eine Übersicht zu möglichen Energie- und THG-Einsparungen je Hektar in Hinblick auf die Substitution fossiler durch biogene Kraftstoffe. Grundlage dieser Übersicht bieten die KTBL-Studie 2008, die IFEU-Studien aus den Jahren 2004 (Quirin et al. 2004) und 2008 (Rettenmaier et al. 2008) sowie die Studie von Schmitz et al. 2009. Vor allem die Studie von (Quirin et al. 2004) analysiert intensiv eine Vielzahl von Studien.

Für den Zweck der vorliegenden Ausarbeitung wurden hauptsächlich Beispiele von Biokraftstoffen ausgewählt, die in Deutschland Verwendung finden.

In Tabelle 56 werden die regenerativen Kraftstoffe Biodiesel, Pflanzenöl, biogenes Ethanol (EtOH), BtL und Biogas aufgeführt. Biodiesel, Pflanzenöl und BtL ersetzen fossilen Dieselkraftstoff, Bioethanol und Biogas ersetzen fossilen Ottokraftstoff (Quirin et al. 2004).

Biodiesel und reines Pflanzenöl werden in Deutschland größtenteils auf Basis von Raps produziert. Bioethanol wird hauptsächlich aus Weizen und Zuckerrüben hergestellt. BtL-Kraftstoffesollen zukünftig aus Holz, Stroh und Ganzpflanzen-Biomasse hergestellt werden. Biogas wird durch die anaerobe Vergärung von Lignocellulose oder organischen Reststoffen gewonnen.

Die sehr hohen Einsparungen, die durch die Ethanol-Produktion aus Weizen und Zuckerrüben erzielt werden (Tabelle 56, Fußnote 5), zeigen, dass der Umgang mit Koppelprodukten sehr entscheidende Auswirkungen auf die Energie- und THG-Bilanz haben kann.

Die zusammenfassende Studie von Quirin et al. 2004 bezieht sich auf die Bandbreite der weltweit verfügbaren Studien, wobei nur einige der Studien die Situation Deutschlands widerspiegeln. Die angegebenen Daten in der KTBL-Studie 2008 decken sich größtenteils mit denen der Studie von Quirin et al. 2004. Aus diesem Grund kann daraus geschlossen werden, dass die KTBL-Studie sich auf den Datensatz von Quirin et al. bezieht. Die Studie von Schmitz et al. 2009 stellt eine zusammenfassende Studie dar, die nicht näher auf die Herkunft der Daten verweist. Die in der Studie aufgezeigten Werte lassen allerdings darauf schließen, dass auch hier Daten aus Quirin et al. 2004 verwendet wurden.

*Ethanol-Produktion für die chemische Industrie*
In Tabelle 56 sind außerdem Energie- und THG-Einsparungen je Flächeneinheit für die Ethanol-Herstellung in der chemischen Industrie dargestellt.

Die Nutzung von biogenem Ethanol in der chemischen Industrie anstelle von petrochemischem Ethanol erbringt höhere Energie- und THG-Einsparungen als bei der Nutzung als Kraftstoff.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Ethanol-Produktion aus Lignocellulose sich noch in der Entwicklung befindet, sich Berechnungen dementsprechend auf Zukunftstechnologien beziehen. Hohe Energie- und THG-Einsparungen in der Ethanol-Produktion aus Zuckerrohr sind auf die hohen Flächenerträge (Anbaugebiet Brasilien) zurückzuführen.

*Strom- und Wärmeerzeugung*
In Tabelle 56 sind ebenfalls Energie- und THG-Einsparungen je Flächeneinheit für den Biobrennstoffbereich aufgeführt.

Die angegebenen Pfade der Stromproduktion aus Biomasse substituieren den deutschen Strom-Mix (80 % Steinkohle, 20 % Erdgas), Pfade der Wärmeproduktion aus Biomasse substituieren den deutschen Wärme-Mix (50 % Erdgas, 40 % Erdöl).

Insgesamt zeigen alle Verfahren zur Strom- und Wärmeerzeugung im Vergleich zum Biokraftstoffbereich deutlich höhere Energie- und THG-Einsparungspotenziale.

Unterschiede in den Bilanzierungsergebnissen bei der Strom-/Wärmeproduktion sind hauptsächlich auf den Einsatz unterschiedlicher Technologien zurückzuführen. Durch die Mitverbrennung von Pappel-Pellets im Kohlekraftwerk lassen sich beispielsweise höhere Einsparungspotenziale erzielen als durch die Direktverbrennung in einem (kleineren) Biomassekraftwerk (Reinhardt et al. 2007). Unterschiedliche Technologien zur Strom-/Wärmeerzeugung und damit verbundene Energieaufwendungen und Klimaimplikationen werden in einer Reihe von Publikationen (bspw.: (WBGU 2008), (Fritsche & Rausch, 2008), (Müller-Langer et al. 2009)) diskutiert und finden an dieser Stelle keine weitere Ausführung.

Obwohl die WBGU-Studie direkte und indirekte Landnutzungsänderungen bilanziert, fallen für die in dieser Studie aufgeführten Beispiele keine THG-Emissionen an, da der Anbau der Energiepflanzen auf dem Acker erfolgt (siehe Fritsche & Wiegmann 2008b).

*Solarenergie*
Zum Vergleich wird die größte zur Zeit in Deutschland (Waldpolenz) errichtete Photovoltaik-Anlage herangezogen, die laut Betreiberinformationen im Jahr 2009 ihre volle Kapazität erreicht haben soll. Die Ausgangsleistung der Anlage ist 40 GWh und Jahr und bedeckt eine Fläche von 110 Hektar (juwi solar, 2008). Laut eigenen Berechnungen beträgt der Energieertrag der Anlage abzüglich der Infrastruktur zum Bau der Module (Produktion von PV-Modulen inklusive Konstruktionselemente, Inverter, Elektroinstallationen und Transport) 978 GJ/(ha*a) und Jahr.[13] THG-Einsparungen pro Hektar betragen laut Betreiberinformationen 227 t $CO_2$-Äq./(ha*a), eigene Berechnungen ergeben Treibhausgaseinsparungen von 185 t $CO_2$-Äq./(ha*a) auf Basis des deutschen Strom-Mixes.[14]

[13] Der Energieaufwand zur Herstellung eines CdTe-PV-Moduls mit einer Größe von 0.72 $m^2$ beträgt ungefähr 1,3 GJ (Jungbluth, N. & Tuchschmid, M. 2007Gesamtanzahl der Module beträgt 560.000 → (560.000*1.3 GJ)/20=36.400 GJ/a (10 GWh/a) bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren. Ausgangsleistung Photovoltaik-Anlage abzüglich Energieverbrauch der CdTe-PV-Module = 107.600 GJ/a (30 GWh/a). Pro Hektar werden insgesamt 978 GJ/(ha*a) an Energie eingespart.

[14] Zugrunde gelegt wird der dt. Strommix, wobei THG-Emissionen in Höhe von 0.675 kg $CO_2$ Äq./ kWh anfallen.

| | | BiogeneKraftstoffe | Primärenergie-Einsparung [GJ/(ha*a)] | THG-Einsparung [t $CO_{2\text{-}Äq.}$/(ha*a)] | Autor |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Biokraftstoffe | **Biodiesel Raps** | 25-55 | 0,4-2,8 | KTBL, 2008; Quirin et al. 2004 |
| | | | 38 | 3.0 | Schmitz et al. 2009 |
| 2 | | **Pflanzenöl Raps** | 25-45 | 0,8-2,0[1)] | KTBL 2008; Quirin et al. 2004 |
| | | | 35 | 3.0 | Schmitz et al. 2009 |
| 3 | | **EtOHWeizen** | 10,5-50 | 0,8-3,8 | KTBL 2008; Quirin et al. 2004 |
| | | | 52[3)] | 3,7[3)] | Schmitz et al. 2009 |
| | | | 107-112[4)] / 347[5)] | 7,7-8,1[4)] / 24,7[5)] | Rettenmaier et al. 2008 |
| 4 | | **EtOH Mais**[11)] | 25-50 | 1,5-3,0 | KTBL 2008; Quirin et al. 2004 |
| | | | 40 | 1,9 | Schmitz et al. 2009 |
| 5 | | **EtOHZuckerrübe** | 30-150 | 3,0-11,0 | KTBL 2008; Quirin et al. 2004 |
| | | | 126 | 9,4 | Schmitz et al. 2009 |
| | | | 435[5)] | 33,0[5)] | Rettenmaier et al. 2008 |
| 6 | | **EtOHLignocellulose** | 25-90[2)] | 1,8-6,4[2)] | Quirin et al. 2004 |
| | | | 18[6)] | 1,5[6)] | Schmitz et al. 2009 |
| | | | 78[7)] | 4,3[7)] | Rettenmaier et al. 2008 |
| 7 | | **BtL** | k.A. | 6,1-11,0[8)] | KTBL 2008 |
| | | | 114[8)] | 10,0[8)] | Schmitz et al. 2009 |
| | | | 71[7)] | 4,7[7)] | Rettenmaier et al. 2008 |
| 8 | | **Biogas** | 25-70[9)] | 2,5-4,4[9)] | Quirin et al. 2004 |
| | | | 130[10)] | 7,4[10)] | Schmitz et al. 2009 |
| 1 | chem. Industrie | **EtOH Mais**[12)] | 114 | 6,6 | Patel et. al. 2006 |
| 2 | | **EtOH Lignocellulose**[12,13)] | 455 | 25,4 | Patel et. al. 2006 |
| 3 | | **EtOH Zuckerrohr**[12)] | 251 | 13,3 | Patel et. al. 2006 |
| 1 | Strom | **Pflanzenöl-BHKW Raps**[14)] | k.A. | 11,5 | WBGU 2008 |
| 2 | | **Biomethan-GuD-KW Maissilage**[15)] | k.A. | 21,6 | WBGU 2008 |
| 3 | | **Biogas-SOFC Maissilage**[16)] | k.A. | 22,7 | WBGU 2008 |
| 4 | | **Pellet-SK-KW Pappel**[17)] | 155-217 | 8,7-21,8 | Reinhardt et al. 2007 |
| 5 | | **Pellet-SK-KW KUP**[17)] | k.A. | 15 | WBGU 2008 |
| 6 | | **Pellet-HKW Pappel**[18)] | 146-278 | 8,3-23,5 | Reinhardt et al. 2007 |
| 7 | | **Hackschnitzel-D HKW KUP**[19)] | k.A. | 16,7 | WBGU 2008 |
| 8 | | **Biomethan-GuD-KW KUP**[20)] | k.A. | 13,5 | WBGU 2008 |
| 9 | Wärme | **Pellet-HW Pappel**[21)] | 196-219 | 11,0-16,0 | Reinhardt et al. 2007 |
| 10 | | **Pellet-Heizung KUP**[22)] | k.A. | 9,8 | WBGU 2008 |

1) Angabe aus Quirin et al. 2004

2) Studien aus Biomasse und Reststoffen wurden zusammengeführt (Quirin et al. 2004)

3) Angaben für EtOH Getreide: keine Spezifizierung zwischen Getreidearten.

4) Zusammensetzung der Biomasse: 72 Gew.-% Weizen und 28 Gew.-% Zuckerrübe. Landwirtschaftliches Referenzsystem stellt die Brache dar. Besonderheiten bei der Verwendung der Koppelprodukte: Energiegewinnung aus Kleie, Abtrennung von Gluten (Substitution von Weizenkleber als Futtermittel), Trocknung und Pelletierung der Rübenschnitzel aus der Dicksaftproduktion (Substitution von Kraftfutter), Eindampfung der Dünnschlempe zu Dickschlempe (Substitution von Sojaschrot als Futtermittel). Die Bandbreite der Werte ergibt sich aus dem Nutzen des anfallenden Strohs, das entweder in der Ethanol-Lignocellulose Produktion, BtL-Produktion oder zur Strom-Produktion bzw. Strom-Wärme-Produktion Verwendung findet.

5) Die durch die biogene Ethanolproduktion anfallenden Kuppelprodukte (Rübenschnitzel aus der Zuckerrübendicksaftproduktion) tragen dazu bei, dass keine Gerste für die Futtermittelindustrie angebaut werden muss (Substitution). Frei werdende Flächen werden für den Anbau von Zuckerrüben für die Ethanolproduktion genutzt. Außerdem kann die bei der Ethanolproduktion anfallende Vinasse anstelle von Sojaschrot in der Futtermittelindustrie verwendet werden. Auf den freiwerdenden Flächen wird Zuckerrohr zur biogenen Ethanolproduktion angebaut.
6) Stroh
7) Triticale
8) Holz aus Kurzumtriebsplantagen Pappel/Weide
9) Biogas ausLignocellulose (Kleegras)
10) Biomethan aus Silomais
11) Mais-Ethanol wird hauptsächlich in den USA produziert. Der Datensatz von Schmitz et al. 2009 spiegelt allein die Situation in den USA wider. Quirin et al. 2004 analysiert insgesamt sieben Studien, wobei fünf Studien aus den USA und eine Studie aus Deutschland stammen.
12) Anstelle der Ethanol-Herstellung zur Biokraftstoffnutzung werden Energie- und THG-Einsparungen der Ethanol-Herstellung für die chemische Industrie dargestellt.
13) Die Ethanol-Produktion aus Lignocellulose ist eine Zukunftstechnologie und befindet sind derzeit noch in der Entwicklung.
14) Extraktion von Rapsöl und Verbrennung im BHKW
15) Anaerobe Vergärung von Biomethan und Verbrennung im Gas- und Dampfturbinen HKW
16) Anaerobe Vergärung von Biogas und Umsetzung durch Feststoffoxid-Brennstoffzellen
17) Mitverbrennung von Pellets im Steinkohlekraftwerk
18) Direktverbrennung von Pellets im Kraftwerk
19) Verbrennung von Hackschnitzeln im Dampfturbinen HKW
20) Anaerobe Vergärung von Biomethan und Verbrennung im Gas- und Dampfturbinen HKW
21) Direktverbrennung von Pellets im Heizwerk
22) Direktverbrennung von Pellets in der Kleinfeuerungsanlage

*Tabelle 56: Energie- und THG-Bilanzen je Flächeneinheit ausgewählter Biokraftstoffe, Ethanol für die chemische Industrie und Biobrennstoffe (Strom und Wärme)*

*Diskussion*

Ein Vergleich von Produkten der stofflichen Nutzung, Biokraftstoffen und Biobrennstoffen (Strom- und Wärmeerzeugung) kann nur einen groben Überblick über mögliche Energie- und THG-Einsparungen geben und weist aufgrund der Vielfältigkeit der ausgewerteten Studien verschiedene Schwachstellen auf. Unterschiedliche Bilanzierungsergebnisse ähnlicher Produkte resultieren insbesondere aus der Wahl des petrochemischen Referenzproduktes, der Abgrenzung des Produktsystems einschließlich des analysierten Lebensweges (Cradle-to-Factory Gate vs. Cradle-to-Grave) und der Wahl der Allokationsmethode.

Die ausgewerteten Studien der stofflichen Nutzung unterscheiden sich in der Bilanzierung der Lebenswege. Der Großteil der NaWaRo-Produkte wird von der Entnahme der Rohstoffe bis zum Fabriktor (Cradle-to-Factory Gate) bilanziert, der andere Teil verfolgt die Umweltwirkungen bis zur Verwertung des Produktes (Cradle-to-Grave). Generell ist die Bilanzierung des gesamten Lebensweges eines Produktes der Teilanalyse vorzuziehen; dies konnte aber aufgrund der Datenlage nicht realisiert werden. Bei den Produktgruppen, die hauptsächlich anhand des Lebensweges von Cradle-to-Factory Gate analysiert wurden, kann davon ausgegangen werden, dass Energieeinsparungen (unter Annahme der thermischen Verwertung mit Energierückgewinnung) aufgrund der höheren Heizwerte der petrochemischen Produkte und der damit verbundenen Gutschriftenvergabe insgesamt geringer ausfallen. THG-Einsparungen fallen dagegen insgesamt höher aus. Obwohl der im NaWaRo-Produkt gebundene biogene Kohlenstoff während der thermischen Verwertung wieder freigesetzt wird, ist der Anteil fossilen Kohlenstoffs in NaWaRo meist deutlich geringer als im fossilen Produkt.

Kritisch in Bezug auf die Bilanzierung der Energie- und THG-Einsparungen sind die Unterschiede in der Wahl der Allokationsmethode der verschiedenen Studien zu sehen. Abhängig von der Wahl der Allokationsmethode können Bilanzierungsergebnisse sehr unterschiedlich ausfallen. Die Mehrzahl der ausgewerteten Studien zur stofflichen Nutzung wendet die Massen- oder Ökonomie-basierte Allokation an und nur einige wenige Studien bilanzieren über die Methode der Systemraumerweiterung (bspw. Reinhardt et al. 2001, Kim & Dale 2005, Müller-Sämann et al. 2003, Tufvesson& Börjesson 2008). Teilweise werden anfallende Koppelprodukte in den Studien zur stofflichen Nutzung auch nicht alloziert bzw. nicht ausreichend berücksichtigt. Im Gegensatz dazu werden die ausgewerteten Studien zu Biokraftstoffen, wie auch zur Strom-/Wärmeerzeugung, hauptsächlich über die Systemraumerweiterung bilanziert (teilweise in Quirin et al. 2004; Reinhardt et al. 2007; Rettenmaier et al. 2008). Rettenmaier et al. 2008 betrachtet zudem ausführlich die Nutzung von Koppelprodukten und die entsprechende Vergabe von Gutschriften. Es wird unter anderem hypothesiert, dass durch den Anbau von Biomasse für die Biokraftstoffproduktion anfallende Koppelprodukte andere Agrarprodukte substituieren und dadurch Flächen freiwerden, die wiederum für die Produktion von Biokraftstoffen genutzt werden können. Die Bandbreite der erreichten Einsparungen, die auf diese Weise erzielt werden, ist beträchtlich (siehe auch Tabelle 56).

Bei der Auswertung der Studien zur stofflichen Nutzung fällt auf, dass anfallende Koppelprodukte teilweise nicht angemessen bilanziert werden und auch die Produktion von Reststoffen nicht ausreichend berücksichtigt wird. Dies könnte im Bezug auf Energie- und THG-Einsparungen im Vergleich zu den Biokraftstoff- bzw. Strom-/Wärmebilanzen zu eindeutig vorteilhafteren Ergebnissen führen. Diese Behauptung bedarf allerdings ausführlicher wissenschaftlicher Unterlegungen und muss weiter untersucht werden. Aus der Studie von Dornburg et al. 2003 geht beispielsweise hervor, dass durch die Bilanzierung anfallender agrarischer Reststoffe bedeutende Energie- und THG-Einsparungen erzielt werden können (bis zu 190 GJ/(ha*a) und 15 t $CO_2$-Äq./(ha*a)).

Nach aktuellen Vorgaben (siehe Teil Methodik) werden bei der Biokraftstoffbilanzierung und auch bei der Bilanzierung von Strom und Wärme anfallende Koppelprodukte einheitlich durch Allokation nach Maßgabe ihres Energiegehaltes, d.h. nach ihrem unteren Heizwert (Hu) bilanziert. Eine Vereinheitlichung der Allokationsmethodik auch unter Einbeziehung der Biomassenutzung für die stoffliche Nutzung ist dahingehend erstrebenswert.Ob es allerdings fair und sachgerecht ist, für die Koppelprodukte den unteren Heizwert anzusetzen, muss diskutiert werden; proteinreiche Nebenprodukte werden dabei systematisch zu gering bewertet.

Es ist grundsätzlich interessant und erstrebenswert, Ergebnisse auf eine bestimmte Flächengröße zu beziehen, da es auf diese Weise möglich ist, Aussagen über die Höhe von Energieverbrauch und THG-Emissionenbzw. den entsprechenden Einsparungen pro Produkt und Hektar vorzunehmen. Diese Vorgehensweise begünstigt agrarische Kulturen, die einen hohen Flächenertrag aufweisen. Unberücksichtigt bleiben dabei Ökosystemeingriffe wie Eutrophierung, Versauerung oder eine generelle Flächendegradation.

*Ergebnisse*

Die große Mehrheit der stofflichen Linien zeigt deutliche Energie- und THG-Einsparungen gegenüber den fossilen Referenzprodukten.

Für die stofflichen Produktlinien sind große Streuungen und einige Clusterbildungen erkennbar. Es zeigt sich, dass die meisten Studien der stofflichen Linien mindestens gleiche, häufig sogar deutlich größere Effekte im Vergleich zu Biokraftstoffen der ersten Generation aufweisen. Die Studien mit den höchsten Energie- und THG-Einsparungen liegen sogar deutlich über den Bilanzen der ersten und

zweiten Generation von Biokraftstoffen. Im Durchschnitt über alle stofflichen Produktlinien kann eine Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) angesetzt werden.

Dies stellt, wenn auch auf unbefriedigender Datenlage, ein recht positives Ergebnis für die stoffliche Nutzung dar.

Das Bild verbessert sich für die stoffliche Nutzung weiter, wenn man den Effekt der längerfristigen Kohlenstoff-Speicherung und das Potenzial zur Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) mit einbezieht (siehe Abbildung 61). Zudem werden in vielen Linien durch Skaleneffekte in der Produktion und technische Optimierung der Prozessketten zukünftig noch günstigere $CO_2$-Bilanzen erwartet. In vielen Fällen treten neue, wenig optimierte NaWaRo-Produkte gegen über Jahrzehnte optimierte fossile Produkte an.

Unter dem Gesichtspunkt der Energie- und Treibhausgas-Einsparungen pro Fläche macht es Sinn, sich künftig stärker mit den Potenzialen der stofflichen Nutzung zu beschäftigen. Und auch mit der Ökobilanzierung selber, die für die stoffliche Nutzung noch der methodischen Weiterentwicklung und Standardisierung bedarf, um auf das hohe Niveau der Bilanzierungen der energetischen Nutzung zu kommen und dann mit zukünftigen Ökobilanzen einen umfassenden und belastbaren Vergleich unterschiedlicher stofflicher und energetischer Nutzungen zu ermöglichen. Hierzu sollte als Bezugsrahmen Cradle-to-Grave mit thermischer Nachnutzung gewählt werden (Kaskadennutzung) sowie eine Umrechnung der Ergebnisse, insbesondere der Treibhausgas-Emissionen, auf die Anbaufläche erfolgen.

In der abschließenden Abbildung 61 deutet der Pfeil nach oben an, wie sich die $CO_2$-Äq./ha-Einsparungen bei den stofflichen Linien verbessern können, wenn eine Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) erfolgt; hierdurch kann im groben Mittel eine Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a) erzielt werden, bei einigen Produktlinien auch deutlich mehr.

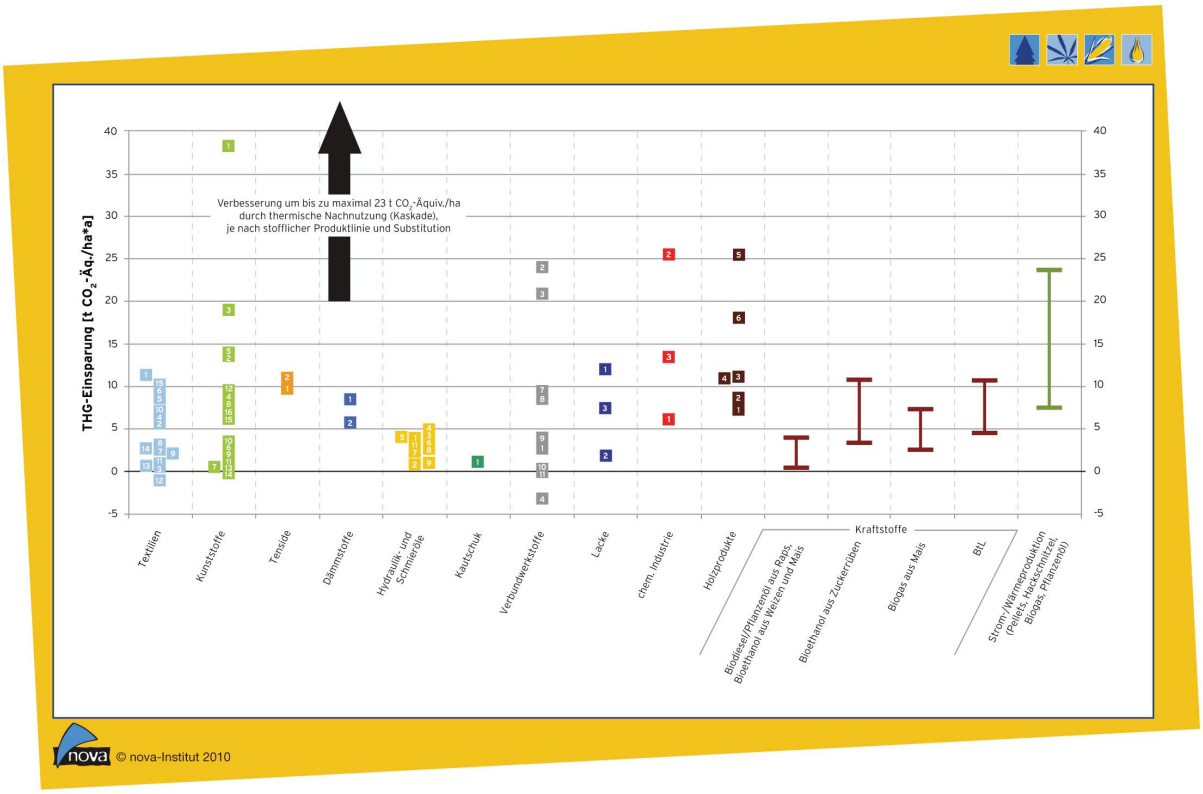



*Abbildung 61: THG-Einsparungen in t $CO_2$-Äq./(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung. Der schwarze Pfeil deutet die zusätzliche maximale THG-Einsparung bei Kaskadennutzung an.*

**Abkürzungsverzeichnis**

| | |
|---|---|
| A | Asien (Herkunft der Textilfasern) |
| ABS | Acrylnitril-Butadien-Styrol |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| BtL | Biomass-to-Liquid - Verfahren der Biomasseverflüssigung im Kontext der Kraftstoffherstellung aus Biomasse |
| C-FG | Cradle-to-Factoy Gate |
| C-G | Cradle-to-Grave |
| CN | China (Herkunft der Textilfasern) |
| D HKW | Dampfturbinen Heizkraftwerk |
| dt | deutsch |
| EG | Erdgas |
| EP | Epoxidharz |
| EPS | ExpandablePolysStyrene |
| GuD-HKW | Gas- und Dampfturbinen Heizkraftwerk |
| HDPE | High densitypolyethylen |
| HEL | Heizöl |
| HKW | Heizkraftwerk |
| HO | High-oleic (hochölsäurehaltig) |
| HW | Heizwerk |
| KUP | Kurzumtriebsplantage |
| KW | Kraftwerk |
| LDPE | Low Density Polyethylen |
| Ö | Österreich (Herkunft der Textilfasern) |
| PA | Polyamid |
| PA6 | Polyamid 6 |
| pc | petro-chemisch |
| PDO | 1,3-Propandiol |
| PET | Polyethyleneterephtalat |
| PHA | Polyhydroxyalkanoat |
| PHB | Polyhydroxybutyrat |
| PLA | Polylactidacid (Polymilchsäure) |
| PP | Polypropylen |
| PTT | Polytrimethyleneterephthalat |
| PVA | Polyvinyl alcohol |
| recyc | recycelt |
| SK | Steinkohle |
| SOFC | solid oxidefuelcell (Brennstoffzelle) |
| THG | Treibhausgas |
| TMP | Trimethylolpropan |
| TPS | Thermoplastische Stärke |
| US | U.S.A. (Herkunft der Textilfasern) |

### 4.2.2 Energie- und Treibhausgas-Einsparungen durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Kurzfassung)

*AutorInnen: Juliane Haufe, Michael Carus*

Es gibt nur wenige Arbeiten, die in Form einer Meta-Analyse die Umweltauswirkungen stofflicher NaWaRo-Linien übergreifend untersucht haben (siehe Deimling et al. 2007 und Oertel et al. 2007). In der vorliegenden Arbeit wurden erstmalig systematisch über 150 Studien stofflicher und energetischer NaWaRo-Produktlinien miteinander verglichen und ausgewertet. Die wichtigsten Ergebnisse sollen hier zusammengefasst werden.

*Methodik*
Ziel war es, stoffliche und energetische Produktlinien auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen im Vergleich zu fossilen Referenzprodukten zu analysieren und Energie- und Treibhausgaseinsparungspotenziale zu ermitteln, die durch die Nutzung von NaWaRo-Linien realisierbar sind.

Zunächst ergibt sich die Problematik, wie die Ergebnisse von Ökobilanzen stofflicher und energetischer Nutzung überhaupt zueinander in Relation gesetzt werden sollen oder können. In Ökobilanzen werden zwei Produkte oder Dienstleistungen verglichen, die man wählen kann, um einen bestimmten Bedarf zu decken. So können Biodiesel mit Diesel und ein Naturfaser-Dämmstoff mit Mineralwolle verglichen werden – aber nicht Biodiesel mit einem Naturfaser-Dämmstoff.

Um unterschiedliche Nutzungen miteinander vergleichen zu können, benötigt man eine gemeinsame Bezugsgröße – wie z.B. 1 ha Ackerfläche. Man kann dann untersuchen, welche Menge Energie oder $CO_2$-Äquivalent eingespart werden kann, wenn man 1 ha zur Produktion von Raps für Biodiesel (anstelle von Diesel) nutzt oder aber 1 ha zur Produktion von Hanf für Dämmstoffe (anstelle von Mineralfasern). Auf diesem Wege können stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, aber auch PV-Freiflächenanlagen, miteinander verglichen werden.

Die Fläche als Bezugsgröße zu wählen macht auch vor dem Hintergrund Sinn, dass es beim Ressourcenmanagement vor allem auf die beste Nutzung der knappen Ressource Fläche ankommt. Dabei ist es wichtig, eine absolute Größe zu finden, mit der man unmittelbar Energie, bzw. Treibhausgaseinsparungen pro Fläche miteinander vergleichen kann. Die Vergleichsgrößen, die für den Zweck dieser Studie gewählt wurden, sind daher: GJ/(ha*a) und t $CO_2$-Äq./(ha*a).

*Datenlage bei stofflichen Ökobilanzen*
Im Vergleich zur Bioenergie ist die Datenlage im stofflichen Bereich erheblich lückenhafter. Allerdings ist das zu bewältigende Problem hier auch sehr viel größer. Im Bioenergiebereich gibt es mit Pflanzenöl-Kraftstoffen, Biodiesel, Bioethanol, BtL, Biogas und Brennstoffen eine sehr überschaubare Anzahl von Produktlinien und jeweils eindeutigen fossilen Substituten. Für alle Linien liegen eine Vielzahl von Ökobilanzen und Meta-Analysen vor.

Im stofflichen Bereich finden wir etliche hundert unterschiedliche Produktlinien, für die bisher nur wenige Ökobilanzen durchgeführt wurden und die sich zudem methodisch schwer vergleichen lassen. Für andere Produktlinien gestaltet es sich kompliziert, fossile Referenzprodukte zu finden (z.B. für Papier und Holzprodukte).

Es ist weiterhin zu beachten, dass es sich bei den ausgewerteten Studien für die stoffliche Nutzung um Einzelstudien handelt, die teilweise sehr große Bandbreiten aufweisen und eine Generalisierung über mögliche Einsparungspotenziale nur eingeschränkt zulassen. Unterschiedliche Bilanzierungsergeb-

nisse resultieren vor allem aus der unterschiedlichen Abgrenzung der Produktsysteme, einschließlich der Wahl der Lebenswege (Cradle-to-Factory Gate und Cradle-to-Grave) und der Wahl der petrochemischen Referenzprodukte. Eine große Rolle spielt auch die Art der Bilanzierung der Koppelprodukte und die Wahl der Allokationsmethode.

Die Ergebnisse zu Energie- und Treibhausgaseinsparungen für die energetische Nutzung wurden dagegen aus verschiedenen Meta-Analysen zusammengestellt und geben Durchschnittswerte an, die sich naturgemäß erheblich verlässlicher zeigen.

Die ausgewerteten Studien der stofflichen Nutzung unterscheiden sich in der Bilanzierung der Lebenswege. Der Großteil der NaWaRo-Produkte wird von der Entnahme der Rohstoffe bis zum Fabriktor (Cradle-to-Factory Gate) bilanziert, der andere Teil verfolgt die Umweltwirkungen bis zur Verwertung des Produktes (Cradle-to-Grave). Generell ist die Bilanzierung des gesamten Lebensweges eines Produktes der Teilanalyse vorzuziehen; dies konnte aber aufgrund der Datenlage nicht realisiert werden. Bei den Produktgruppen, die hauptsächlich anhand des Lebensweges von Cradle-to-Factory Gate analysiert wurden, kann davon ausgegangen werden, dass Energieeinsparungen (unter Annahme der thermischen Verwertung mit Energierückgewinnung) aufgrund der höheren Heizwerte der petrochemischen Produkte und der damit verbundenen Gutschriftenvergabe insgesamt geringer ausfallen. THG-Einsparungen fallen dagegen insgesamt höher aus. Obwohl der im NaWaRo-Produkt gebundene biogene Kohlenstoff während der thermischen Verwertung wieder freigesetzt wird, ist der Anteil fossilen Kohlenstoffs in NaWaRo meist deutlich geringer als im fossilen Produkt.

Die Bilanzierung der Koppelprodukte kann erhebliche zusätzliche Energie- und Treibhausgas-Einsparungsmöglichkeiten bieten. In den Studien zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird die Nutzung der Koppelprodukte nicht in allen Studien berücksichtigt, in den Studien zur energetischen Nutzung erfolgt sie dagegen konsequent und ausführlich.

*Erste Ergebnisse zeigen Trends*

Abbildungen 62 und 63 zeigen die analysierten Produktgruppen stofflicher und energetischer Nutzung und erste Ergebnisse der zu erwartenden Energie- und Treibhausgas-Einsparungen. In Abbildung 63 deutet der Pfeil nach oben an, wie sich die $CO_2$-Äq./(ha*a)-Einsparungen bei den stofflichen Linien verbessern können, wenn einen Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) erfolgt.

Die große Mehrheit der stofflichen Linien zeigt deutliche Energie- und Treibhausgas-Einsparungen gegenüber den fossilen Referenzprodukten.

Für die stofflichen Produktlinien sind große Streuungen und einige Clusterbildungen erkennbar. Es zeigt sich, dass die meisten Studien der stofflichen Linien mindestens gleiche, häufig sogar deutlich größere Effekte im Vergleich zu Biokraftstoffen der ersten Generation aufweisen. Die Studien mit den höchsten Energie- und THG-Einsparungen liegen sogar deutlich über den Bilanzen der ersten und zweiten Generation von Biokraftstoffen. Im Durchschnitt über alle stofflichen Produktlinien kann eine Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) angesetzt werden.

Dies stellt, wenn auch auf unbefriedigender Datenlage, ein recht positives Ergebnis für die stoffliche Nutzung dar.

Das Bild verbessert sich für die stoffliche Nutzung weiter, wenn man den Effekt der längerfristigen Kohlenstoff-Speicherung und das Potenzial zur Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) mit einbezieht; hierdurch kann im groben Mittel eine Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a) erzielt werden, bei einigen Produktlinien auch deutlich mehr.

Zudem werden in vielen Linien durch Skaleneffekte in der Produktion und technische Optimierung der Prozessketten zukünftig noch günstigere $CO_2$-Bilanzen erwartet. In vielen Fällen treten neue, wenig optimierte NaWaRo-Produkte gegen über Jahrzehnte optimierte fossile Produkte an.

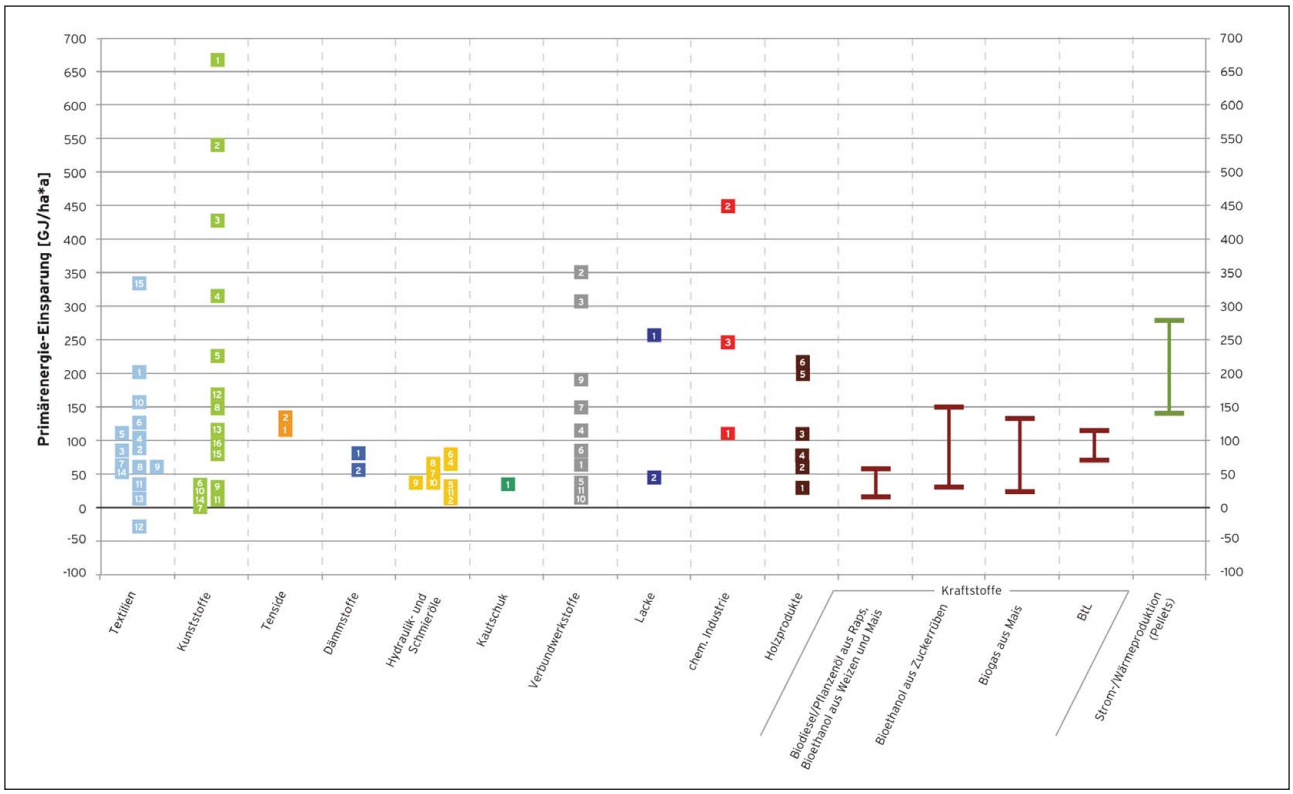



*Abbildung 62: Primärenergie-Einsparungen in GJ/(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung*

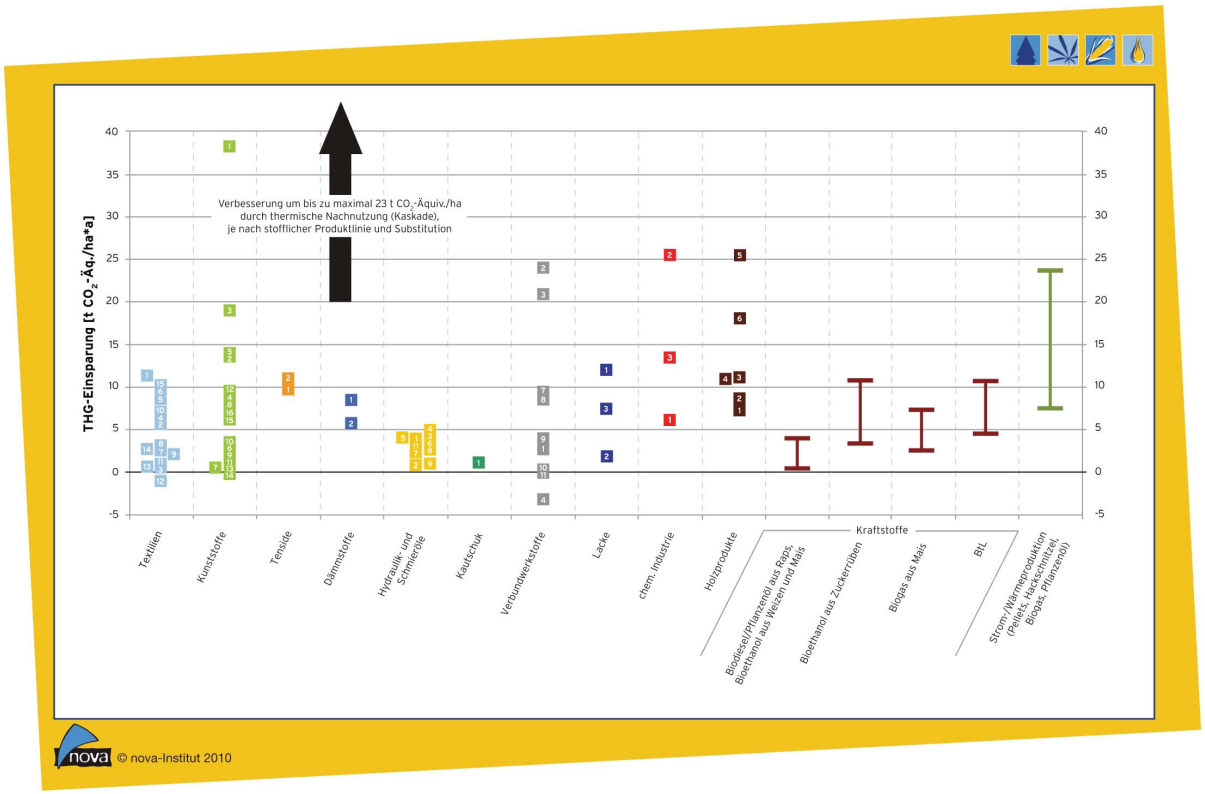


*Abbildung 63: THG-Einsparungen in t $CO_2$-Äq./(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung. Der schwarze Pfeil deutet die zusätzliche maximale THG-Einsparung bei Kaskadennutzung an.*

Unter dem Gesichtspunkt der Energie- und Treibhausgas-Einsparungen pro Fläche macht es Sinn, sich künftig stärker mit den Potenzialen der stofflichen Nutzung zu beschäftigen. Und auch mit der Ökobilanzierung selber, die für die stoffliche Nutzung noch der methodischen Weiterentwicklung und Standardisierung bedarf, um auf das hohe Niveau der Bilanzierungen der energetischen Nutzung zu kommen und dann mit zukünftigen Ökobilanzen einen umfassenden und belastbaren Vergleich unterschiedlicher stofflicher und energetischer Nutzungen zu ermöglichen. Hierzu sollte als Bezugsrahmen Cradle-to-Grave mit thermischer Nachnutzung gewählt werden (Kaskadennutzung) sowie eine Umrechnung der Ergebnisse, insbesondere der Treibhausgas-Emissionen, auf die Anbaufläche erfolgen.

### 4.2.3 Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in biogenen Nutzungen (stofflich und energetisch) in der Lebenszyklusanalyse nach ISO 14040/44 und neue Entwicklungen

*AutorInnen: Dr. Sabine Deimling und Dr. Michael Spielmann, beide PE INTERNATIONAL, Leinfelden-Echterdingen*

Die Speicherung von $CO_2$ in biogenen Produkten trägt zur Verminderung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bei. Dieser positive $CO_2$/THG-Effekt ist auf die langzeitige – häufig über viele Jahrzehnte reichende – Einspeicherung von Kohlenstoff zurückzuführen. Besonders bei Produkten mit einem sehr langen Lebenszyklus ist dieser Speichereffekt besonders hoch. Eine verstärkte Inwertsetzung dieses Effekts ist daher ein sinnvoller Ansatz, der jedoch kritisch betrachtet werden sollte.

Der positive $CO_2$-Effekt tritt bereits ab dem ersten Tag der Nutzung eines nachwachsenden Rohstoffs ein und muss nicht erst über den Lebenszyklus eines Produktes erwirtschaftet werden. Die $CO_2$-Gutschriften sind dabei auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen, die im Folgenden dargestellt werden:

*Steigendes Flächenspeicherungspotenzial:*

- Durch die Entnahme von Biomasse wird eine Agrar-/Forstfläche genutzt, auf der – eine nachhaltige Land-/Forstwirtschaft vorausgesetzt – prinzipiell erneut $CO_2$ gespeichert werden kann. Da gerade in der Wachstumsphase besonders große Mengen $CO_2$ in Pflanzen gebunden werden, ist der $CO_2$-Verminderungsfaktor zusätzlich positiv (gespeichertes $CO_2$ im Produkt plus zusätzliche $CO_2$-Verminderung durch das Wachstum neuer Biomasse). Der Bezug zu der Flächeneinspeicherung benötigt eine Ausgangsgröße, also eine bekannte Menge Kohlenstoff, die als Referenz des Zuwachses betrachtet wird.

*Zeitlicher Faktor im Produktlebenszyklus:*

- Die zeitliche Auflösung des Lebenszyklus eines Produktes aus nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) kann, je nach Betrachtungsweise, eine entscheidende Rolle für die anzurechnenden $CO_2$ Emissionen spielen. So kann man z.B. eine $CO_2$-Menge definieren, welche der Agrarfläche durch die Rohstoffentnahme entzogen wurde und nun im Produkt gespeichert ist.

Diese eingespeicherte $CO_2$ Menge könnte somit über die Lebensdauer gutgeschrieben werden. Dabei gilt, dass die $CO_2$-Gutschrift umso größer ist, je länger der Kohlenstoff im Produkt gespeichert wird, da die Produktionsleistung der Agrarfläche nicht gemindert wird und weiterhin $CO_2$-Mengen in ähnlichen Höhen eingebunden werden.

*Substitution nicht biogener Produkte/Energieträger:*

- Substitutionseffekte treten sowohl bei einer stofflichen als auch einer energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe auf. Bei der energetischen Nutzung wird die $CO_2$-Gutschrift unmittelbar erzielt, indem ein fossiler Energieträger (wie z.B. Erdgas) substituiert wird. Eine stoffliche Nutzung mit anschließender energetischer Verwertung – Kaskadennutzung) ersetzt dagegen zweierlei Nutzungen innerhalb seines Lebenszyklus: zum einen das tatsächliche Produkt (ein Holztisch ersetzt einen Tisch aus Kunststoff), und zum anderen fossile/konventionelle Energieträger (z.B. Erdgas) bei der energetischen Verwertung des Holztisches. Die Größe des Substitutionseffekts hängt von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere aber von der Art des Substituts, des in aller Regel nicht-biogenen Produkts.

Während Substitutionseffekte in der heute gängigen Praxis der Lebenszyklusanalyse (LCA) nach ISO 14040/44 berücksichtigt werden, findet in der Regel keine zeit- und raumaufgelöste Zustandsbetrachtung statt.

Für die zeitliche Betrachtung bedeutet dies, dass die Emission über den gesamten Produktlebenszyklus als existent und damit klimawirksam, unabhängig vom Emissionszeitpunkt der THG-Emissionen angesehen werden sollten.

Eine räumliche Auflösung der Wirkung der Treibhausgasemissionen ist nicht notwendig da es sich beim Treibhausgaseffekt um ein globales Thema handelt, und der „less is better approach“ vertretbar ist.

In Lebenszyklusanalysen wurde in der Vergangenheit auch keine Abschreibung von Speichereffekten über den Lebenszyklus durchgeführt.

Einen ersten Ansatz, Speichereffekte im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse zu berücksichtigen, liefert die Publicly Available Specification (PAS) 2050. Die PAS 2050 stellt eine Art Standard zur Berechnung von Product Carbon Footprints dar und beruft sich methodisch auf die ISO 14044.

Die Berechnung der Speichereffekte erfolgt mittels festgesetzter linearer Funktionen. Die Abschreibung basiert hier auf dem Gedanken, eine möglichst schnelle Senkung der THG-Emissionen zu erreichen, mit dem Ziel, eine schnelle Trendwende des aktuellen Emissionsverhaltens herbei zu führen. Aus diesem Zusammenhang lässt sich auch die Verwendung des GWP 100 (Treibhausgaspotential für 100 Jahre) erklären, da in kurzfristigen Zeitrahmen langlebige Produkte und damit deren Speicherpotenzial gut erfasst und effektiv gutgeschrieben werden können.

Im internationalen Kontext wird zurzeit eine internationale Norm zum „Product Carbon Footprint“ entwickelt (ISO 14067), welche die noch rudimentären Ansätze des PAS 2050 aufgreifen wird.

Bei allen methodischen Fragestellungen gibt der ISO Standard stets nur den Rahmen und die wesentlichen Bausteine für die Durchführung von Lebenszyklusanalysen vor. Es werden keine genauen Berechnungsvorschriften oder Modelle genannt, wie die Treibhausgasemissionen oder andere Umweltauswirkungen zu berechnen sind. Somit ist es an dieser Stelle wichtig, zu unterscheiden zwischen gängiger Praxis in Lebenszyklusanalysen und den Interpretationsmöglichkeiten des ISO 14040/44 Standards.

**Fazit**

Im Rahmen der gängigen Lebenszyklusanalyse werden in der Regel nur die Substitutionseffekte berücksichtigt, während der zeitliche Faktor unberücksichtigt bleibt.

Die Notwendigkeit einer Erweiterung der gängigen Praxis der Lebenszyklusanalyse zur Berücksichtigung von Zeit/Speichereffekten ist bereits erkannt (siehe PAS 2050) und steht prinzipiell nicht im Widerspruch zur ISO 14040/44.

Allerdings besteht noch kein Konsens über das „wie"; d.h. die Quantifizierung dieser Effekte.

Das $CO_2$ Flächenspeicherpotenzial ist als ein sehr kritischer Punkt in Rechenansätzen zur Gutschrift von Treibhausgasemissionen und der damit verbundenen Verminderung des Emissionspotenzials. Dabei muss zwischen agrarischen und forstlichen Nutzungen aufgrund unterschiedlicher Umtriebszeiten unterschieden werden. Grundsätzlich jedoch gilt, dass eine Fläche nur ein maximales Speicherpotenzial aufweist und nach Herstellung eines ersten Produktes zwar ein Anstieg der gespeicherten C-Menge erfolgt, es jedoch schnell zu einem linearen Grenzwert kommt, der nicht überstiegen werden kann. Aus eben diesem Hintergrund heraus ist besonders die Bedeutung des Referenzsystems, also das System, von dem aus der Speichereffekt bemessen wird, hervorzuheben.

Die hohe Vielzahl an Varianten, die durch Agrarsysteme und deren Komplexität gegeben ist, lässt sich nur schwerlich vereinheitlicht in Umweltkategorien implementieren. Agrarsysteme und deren Produktnutzungen sollten Einzelfallbetrachtungen unterliegen, um sicher zu stellen, dass eine nachhaltige Berücksichtigung potenzieller Umweltwirkungen erfolgt.

**ISO 14044, 2006** ISO 14044 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines, 2006

**ISO 14040: 2006** ISO 14040 Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework, 2006

**PAS 2050, 2008** BSI Specification for the assessment of the life cycle green-house gas emissions of goods and services. Available from *http://www.bsigroup.com/en/Standards and Publications/Industry-Sectors/Energy/PAS-2050/*

# 5 Besonderheiten der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe

## 5.1 Biochemischer Vergleich der stofflichen und energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen

*Autorin: Friederike Goebbels (Universität zu Köln)*

### 5.1.1 Energetisches und stoffliches Potenzial von Biomasse

Stofflich gesehen besteht pflanzliche Biomasse im Wesentlichen aus Kohlenhydraten und Pflanzenölen, Proteine können aufgrund ihres geringen Anteils vernachlässigt werden. Pflanzenöle sind Triglyceride und für die Pflanze die kompakteste Form der Energiespeicherung. Kohlenhydrate dienen in Form von Cellulose und Hemicellulose als Strukturpolymere. Die zweite wichtige Funktion sind Speicherpolymere: Amylose und Amylopektin als Stärke.

Die stoffliche Nutzung der Biomasse im Bereich der chemischen Industrie umfasst im Wesentlichen die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen als Ausgangsstoff für chemische Synthesen sowie die Produktion von Pflanzenölpolymeren, zugleich sind beide Stoffgruppen auch energetisch nutzbar. Stofflich können Strukturpolymere wie Cellulose direkt oder derivatisert zur Produktion von Biowerkstoffen und Fasern genutzt werden. Bei der Fermentation dienen Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) als Kohlenstoff- und Energielieferanten für Mikroorganismen. Zwischenprodukte des mikrobiellen Stoffwechsels können durch biotechnologische Methoden in großen Mengen als biotechnologische Produkte gewonnen werden. Hierzu zählen wichtige organische Säuren sowie Gärungsprodukte, die unter Sauerstoffmangelbedingungen gebildet werden. Die stoffliche Nutzung der Biomasse mithilfe von biotechnologischen Methoden hat den Vorteil, dass Mikroorganismen durch die Evolution mit maximaler Effizienz bei der stofflichen und energetischen Nutzung der Biomasse arbeiten. Diese Effizienz verdanken die Mikroorganismen ihren Enzymen (Biokatalysatoren). Enzymatisch katalysierte Reaktionen haben keine „unnutzbaren“ Energieumwandlungen und sind stereospezifisch, d.h. es wird nur das gewünschte Isomer gebildet. Die Stoffwechselwege sind durch auffüllende Reaktionen vernetzt, so dass Intermediate entnommen werden können.

Die Energie der Biomasse ist chemische Energie, d.h. sie ist in den chemischen Bindungen gespeichert. Energetisch kann Biomasse genutzt werden, indem die Biomasse kontrolliert im Stoffwechsel zu extrem energiearmen Produkten wie Wasser und Kohlendioxid abgebaut wird oder zu diesen verbrannt wird. Bei der Verbrennung wird die chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt.

### 5.1.2 Energetische Nutzung

*Biogas*

Biogas bzw. Biomethan wird in speziellen Anlagen durch mikrobielle Abbauprozesse unter Ausschluss von Sauerstoff (anaerob) produziert. Als Substrat können Kohlenhydrate, Fette sowie Proteine verwendet werden. Neben Methan fallen beim Abbau noch andere gasförmige Endprodukte des bakteriellen Stoffwechsels an. Abhängig vom Substrat ergibt sich so ein Biogasgemisch mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung.

Der Methananteil kann mithilfe der Buswell-Formel ausgerechnet werden, wenn die chemische Zusammensetzung des Substrates bekannt ist. Im Folgenden wird nur pflanzliche Biomasse betrachtet.

Pflanzliche Biomasse kann näherungsweise mit der Summenformel $C_{38}H_{60}O_{26}$ beschrieben werden (Antranikian 2006).

(1) $C_aH_bO_cN_dS_e + (a - b/4 - c/2 + 3d/4 + e/2) \times H_2O \rightarrow (a/2 - b/8 + c/4 + 3d/b + e/4) \times CO_2 + (a/2 + b/8 - c/4 - 3d/b - e/4) \times CH_4 + d \times NH_3 + e \times H_2S$ (Buswell-Formel)

(2) $C_{38}H_{60}O_{26}$ (Näherungsformel für pflanzliche Biomasse)

(3) Biomasse + Wasser → Kohlendioxid + Methan

(4) $C_{38}H_{60}O_{26} + 10\ H_2O \rightarrow 18\ CO_2 + 20\ CH_4$

(5) 932 kg + 10 x 18 kg → 18 x 44 kg + 20 x 16 kg

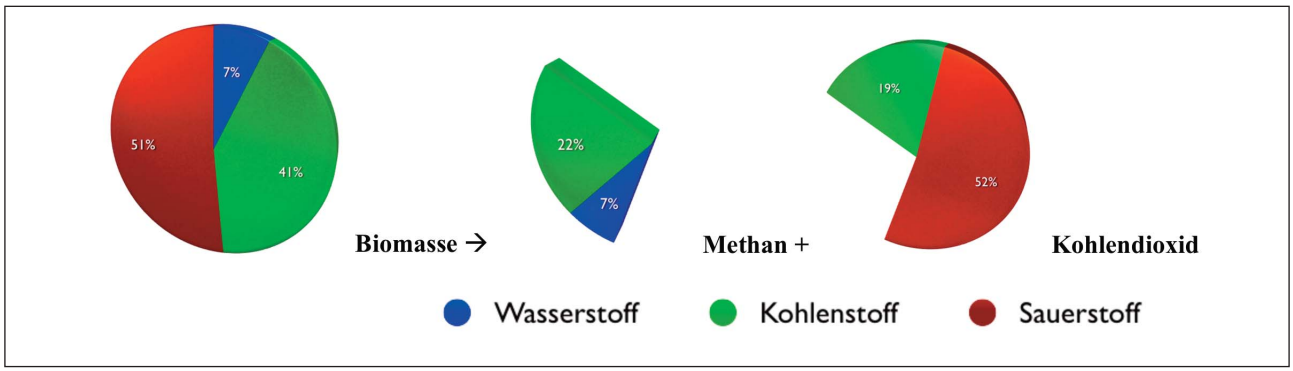



*Abbildung 64: Verteilung der Biomasse vor der Fermentation und die Produkte Methan und Kohlendioxid*

Die Biomasse wird in die beiden Produkte Kohlendioxid und Methan umgesetzt. Die stoffliche Verteilung ist in der Abbildung dargestellt. Entsprechend gehen 29 % der eingesetzten Biomasse in das Produkt Methan während 71 % als Kohlendioxid verloren gehen.

*Bioethanol*

Ethanol wird fermentativ aus Glucose unter Ausschluss von Sauerstoff produziert. Die maximale Ethanol-Bildung erreicht 90 % des theoretischen Wertes, d.h. 82,8 kg Ethanol aus 180 kg Glucose. Stofflich sind so 46 % der eingesetzten Biomasse im Produkt Ethanol enthalten.

(1) $1\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$

(2) 1 Glucose → 2 Ethanol + 2 Kohlendioxid

(3) 180 kg → 2 x 46 kg + 2 x 44kg

Neben Ethanol entsteht im Verhältnis 1:1 Kohlendioxid (Schmid 2006)

*BTL (Biomass to liquid)*
Beim BTL-Verfahren wird als erster Schritt die Biomasse pyrolytisch vergast. Das dabei entstehende Kohlenmonoxid dient zur Synthese von Kohlenwasserstoffen.

(1) $1\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6\ C + 6\ H_2O$

(2) $6\ C + 6\ CO_2 \rightarrow 12\ CO$ (Boudouard-Reaktion)

(3) $8\ CO + 8\ H_2O \rightarrow 8\ H_2 + 8\ CO_2$ (Heterogene Wassergasrektion)

(4) $4\ CO + 8\ H_2 \rightarrow 4\ -(CH_2)- + 4\ H_2O$ (Synthese von Kohlenwasserstoff-monomeren $-CH_2-$)

**(5) $C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ -(CH_2)- + 4\ H_2O + 2\ CO_2$ (Gesamtbilanz)**

Aus 180 kg Monosaccharid werden 56 kg Alkan (hier Benzin) gewonnen.

In der Rechnung ist noch nicht berücksichtigt, dass für den Kettenabbruch noch ein zusätzliches $H_2$ benötigt wird. $H_2$ geht aus der Reaktion von CO und $H_2O$ hervor (Gleichung 3). Für zwei CO werden ein C aus Monosacchariden und ein C aus $CO_2$ (Boudouard-Reaktion) benötigt. Das C in $CO_2$ stammt dabei aber ebenfalls aus Monosacchariden. Pro Kettenabbruch und somit pro $H_2$ braucht man folglich noch mal ein C aus Monosacchariden, also 1/6 Monosaccharid.

Bei Benzin (Oktan, $C_8H_{18}$) ergibt sich somit ein Rohstoffeinsatz von (2*180 + 30) kg = 390 kg Monosacharid um 114 kg Benzin zu bekommen (Capitain 2009).

Das entspricht einem Verhältnis Monosaccharid zu Alkan von 3,4 zu 1. Beim Einsatz von Holz als Rohstoff verschlechtert sich dieses Verhältnis, Die nutzbaren Kohlenhydrate, Cellulose und Hemicellulose, machen je nach Holzart zwischen 60 – 73 % aus (Nimz 2001).Daraus ergibt sich ein Verhältnis von eingesetztem Holz zu BTL von 5,7 – 4,7 zu 1, also gemittelt von 5,2 zu 1. Dieses Ergebnis bedeutet, es müssen 5,2 kg Holz zur Produktion von 1 kg BTL eingesetzt werden. Vergleicht man die Heizwerte von BTL und Holz so zeigt sich, dass BTL einen deutlich geringeren Heizwert hat als Holz bezogen auf gleiche Ausgangsbiomasse. Der Heizwert von BTL beträgt nur ca. 50 % von dem des Holzes.

| | MJ/KG | KG | MJ TOTAL |
|---|---|---|---|
| HOLZ | 19,0 | 5,2 | 98,0 |
| BTL | 47,0 | 1,0 | 47,0 |

*Tabelle 57: Vergleich der Heizwerte von Holz und der entsprechenden Menge BTL, die aus Holz gewonnen wird*

*Pflanzenölkraftstoff*
Pflanzenöle können dem Dieselkraftstoff beigemischt oder in entsprechend modifizierten Dieselmotoren direkt eingesetzt werden. Die Nutzung als Treibstoff ist also prinzipiell zu 100 % möglich.

*Biodiesel*
Der Rohstoff für Biodiesel ist in erster Linie Rapsöl. Die Fettsäuren des Rapsöls werden mit Methanol und meist einer Säure als Katalysator umgeestert. Methanol besitzt als Rest R (Abbildung 65) eine

Methylgruppe. Das Produkt der Umesterung ist folglich ein Fettsäuremethylester, auch Rapsmethylester genannt. Für die Berechnung der stofflichen Effizienz wird ein für Rapsöl gemittelter Kohlenwasserstoffrest (R1 – R3 in Abbildung 65) von $C_{18}H_{35}$ angenommen und als verwendeter Alkohol Methanol mit R = $CH_3$.

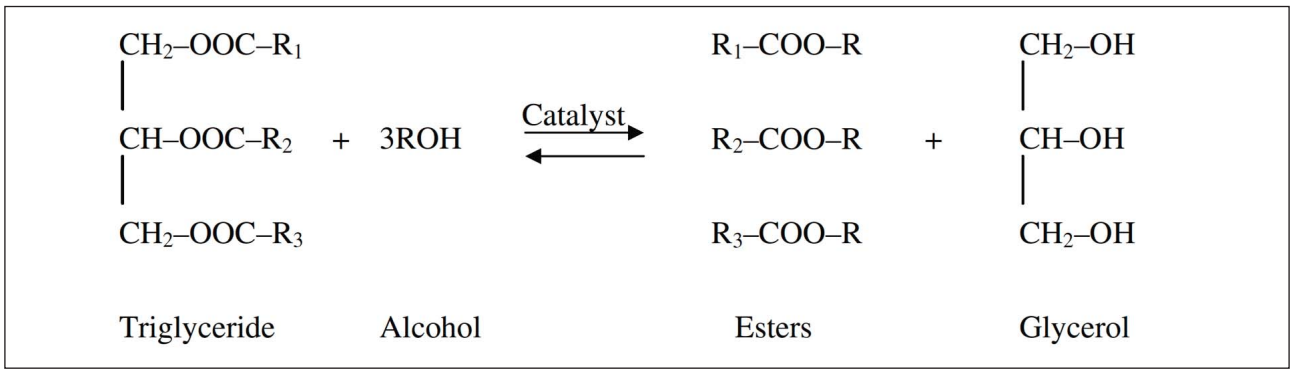



*Abbildung 65: Umesterung von Triglyceriden mit Alkohol und einem Katalysator. Quelle: Demirbas 2009*

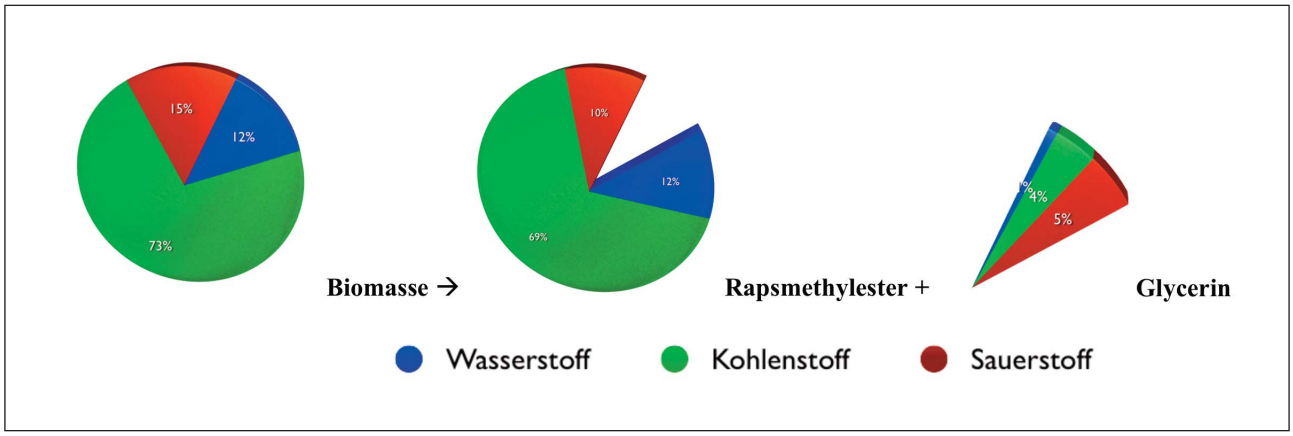



*Abbildung 66: Verteilung der Biomasse vor der Umsetzung und der Produkte, Rapsmethylester und Glycerin*

Die Nutzung zur Treibstoffproduktion beträgt hier theoretisch 91 % des Rapsöls. Neben den Fettsäuremethylestern fällt noch Glycerin an. Glycerin wird isoliert, aufbereitet und in der chemischen Industrie stofflich genutzt.

*NexBTL*

Für die Produktion von NexBTL können tierische Fette sowie Pflanzenöl eingesetzt werden. Für die Berechnung der stofflichen Nutzung wird als Beispiel Rapsöl mit einem gemittelten Rest R = $C_{18}H_{35}$ eingesetzt.

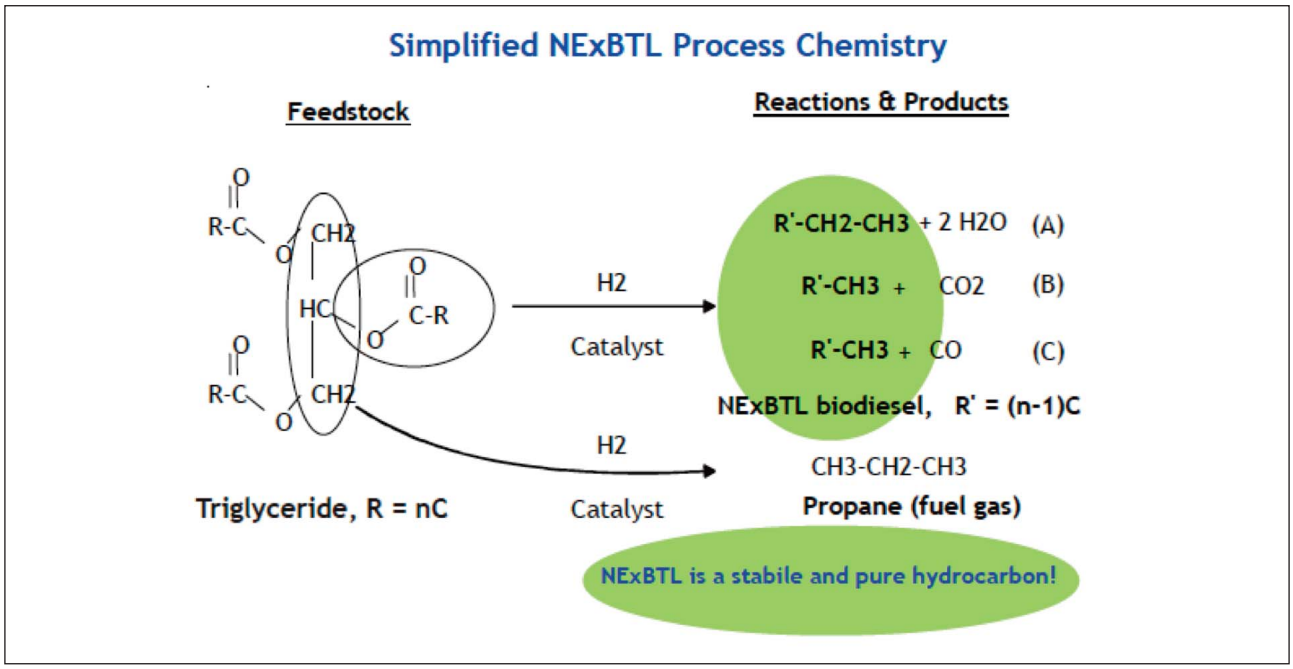



*Abbildung 67: Reaktionsbilanz bei der Produktion von NexBTL dargestellt von der produzierenden Firma NesteOil. Quelle: Hodges 2006*

Das Rapsöl ($C_3H_5$-$C_{18}H_{35}COO$-$C_{18}H_{35}COO$-$C_{18}H_{35}COO$) wird mit Wasserstoff und einem Katalysator umgesetzt

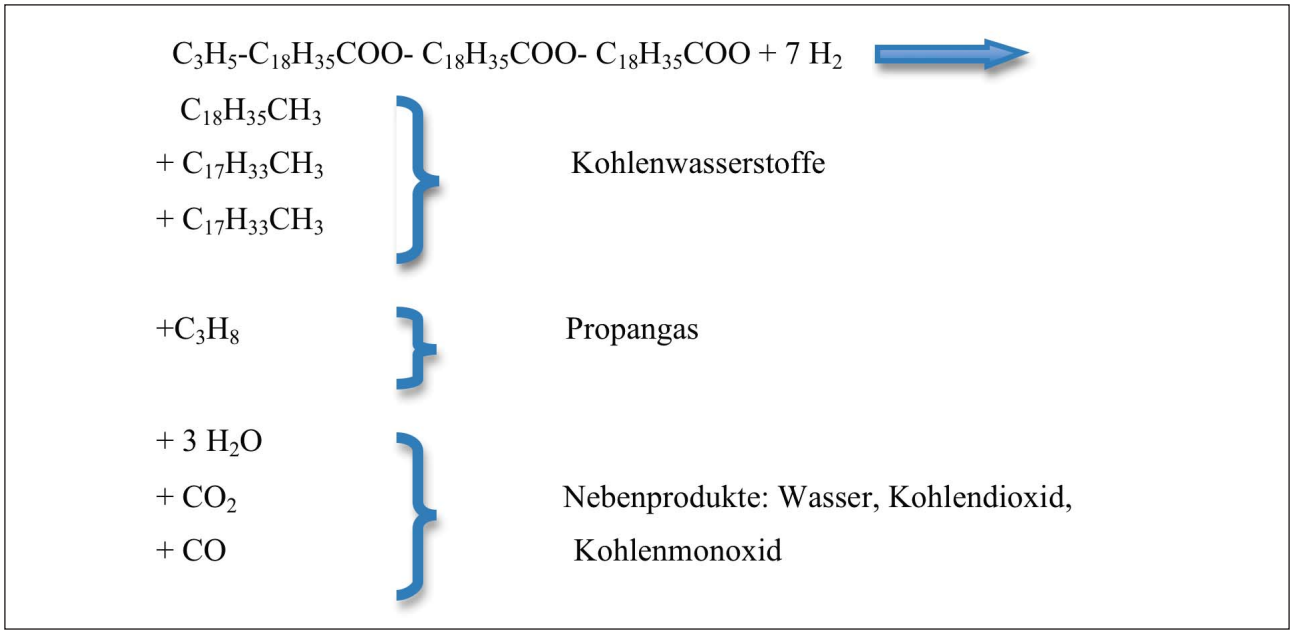



*Abbildung 68: Die Produkte sind Kohlenwasserstoffe, Propangas, Wasser, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid. Genutzt werden die Kohlenwasserstoffe und das Propangas als Treibstoffe*

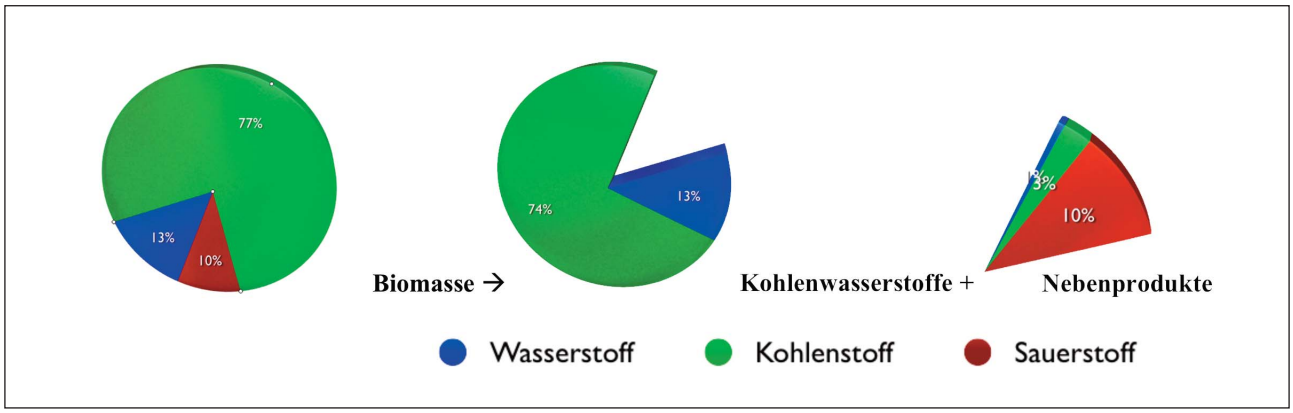



*Abbildung 69: Verteilung der Biomasse vor der Umsetzung sowie der Produkte, zusammengefasst in als Treibstoff nutzbare Kohlenwasserstoffe und Nebenprodukte*

Bei der Produktion von NexBTL werden theoretisch 87 % der Biomasse des Pflanzenöls in Treibstoff umgesetzt und energetisch genutzt.

*Hydriertes Pflanzenöl (HVO)*
Hydriertes Pflanzöl wird durch eine katalytische Reaktion mit Wasserstoff (Hydrierung) hergestellt. Produkte dieses Verfahrens sind reine Kohlenwasserstoffe, $C_{17}$ und $C_{18}$ Alkane, und Propangas. Letzteres entsteht durch die Hydrierung des Glycerin-Anteils der Öle.

Stoffliche Effizienzen sind identisch mit der Berechnung für NexBTL, also eine theoretische Nutzung von 87 % für die Treibstoffherstellung.

### 5.1.3 Organische Säuren

*Essigsäure*
Essigsäure kann direkt aus Glucose fermentiert (1) oder aus Ethanol synthetisiert werden. Die Synthese aus Ethanol ist eigentlich ein 2-stufiger Prozess (2), da Ethanol ebenfalls aus Glucose fermentiert wird.

(1) $1\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3\ CH_3COOH$

1 Glucose → 3 Essigsäure

180 kg → 3 x 60 kg

Die maximale Umsetzung beträgt bei diesem Prozess 75 – 80 % (Capitain 2009). Es entsteht also aus 180 kg Glucose 135 bis 144 kg Essigsäure.

(2.a) $1\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$

1 Glucose → 2 Ethanol + 2 Kohlendioxid

180 kg → 2 x 46 kg + 2 x 44 kg

(2.b) $2\ C_2H_5OH + 2\ O_2 \rightarrow 2\ CH_3COOH + 2\ H_2O$

2 Ethanol + 2 Sauerstoff → 2 Essigsäure + 2 Wasser

2 x 46 kg + 4 x 16 kg → 2 x 60 kg + 2 x 18 kg

Theoretisch wird aus 180 kg Glucose 120 kg Essigsäure gebildet.

Beide Prozesse laufen jeweils zu ca. 90 % ab, insgesamt also zu 81 %. Von theoretischen 120 kg Essigsäure werden ca. 97 kg realisiert. Im Vergleich zur direk-ten Fermentation von Essigsäure sind dies 40 %, die stofflich nicht genutzt werden.

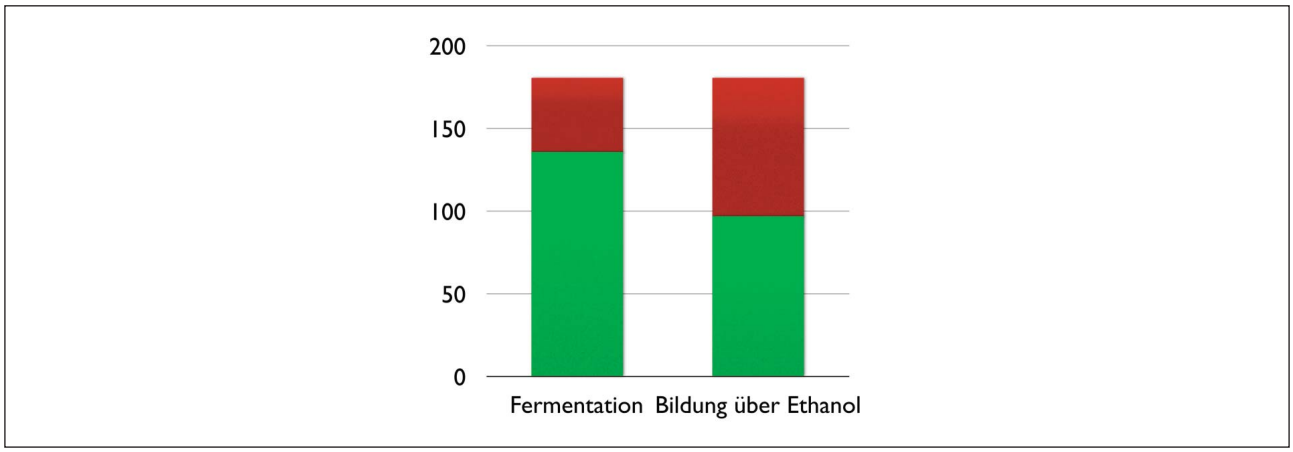



*Abbildung 70: Vergleich der stofflichen Nutzung bei der direkten Fermentation von Essigsäure aus Glucose und der Synthese über fermentiertes Ethanol*

*Milchsäure*

Milchsäure wird über Fermentation aus Glucose gewonnen.

(1) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_3H_6O_3$

(2) Monosaccharid → 2 Milchsäure

(3) 180 → 2 x 90

Theoretisch beträgt die stoffliche Umsetzung 100 %. Da der Mikroorganismus die Energie für seinen eigenen Stoffwechsel ebenfalls aus dem Abbau des Monosaccharids bezieht, erreicht die tatsächliche Umsetzung in das Produkt Milchsäure ca. 80 % der eingesetzten Biomasse. Also 180 kg Monosaccharid in 144 kg Milchsäure (Schmid 2006).

*Bernsteinsäure*

Bernsteinsäure ist ein Zwischenprodukt des Zitronensäurezyklus und ein Endprodukt des anaeroben Stoffwechsels. Zur Bildung von Bernsteinsäure als Endprodukt benötigt der Mikroorganismus Kohlendioxid (Bechthold et al. 2008).

(1) Monosaccharid + Sauerstoff + Kohlendioxid + Wasserstoff → 2 Succinat + 2 Wasser + 4 Protonen

(2) $C_6H_{12}O_6 + 1\ O_2 + 2\ CO_2 + 4\ H_2 \rightarrow 2\ C_4H_4O_{42} + 4\ H_2O + 4\ H^+$

(3) 180 + 32 + 2 x 44 + 4 x 2 → 2 x 116 + 4 x 18 + 4

Aus 180 kg Glucose werden theoretisch 232 kg Bernsteinsäure gebildet, da in der Bernsteinsäure zusätzlich an Gewicht noch 88 kg Kohlendioxid gebunden ist. Aus der Glucose stammen stofflich 144 kg, also 80 %. Bei einer Umsetzung von 90 % sind das 208,8 kg Bernsteinsäure, von welcher stofflich gesehen aus der eingesetzten Glucose 129,6 kg genutzt werden.

### 5.1.4 Biowerkstoffe

*Polymilchsäure (PLA)*
Durch Polymerisation von Milchsäure wird Polylactid (PLA) produziert.

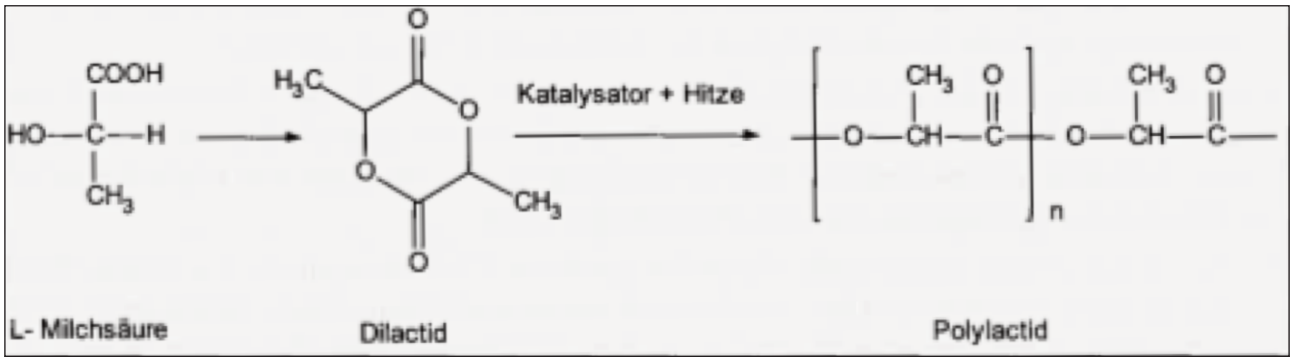



*Abbildung 71: Ringöffnungspolymerisationsreaktion von Polylactid.*
*Quelle: Endres & Siebert-Raths 2009*

Die stoffliche Nutzung der Milchsäure geht gegen 100 %. Die Gesamteffizienz ist folglich identisch mit der Milchsäureproduktion selbst, also ca. 80 %.

*Polyhydroxyfettsäuren (PHA)*
Mikroorganismen reichern Biopolymere als Kohlenstoffspeicher an, wenn ihnen ein anderer essenzieller Nährstoff zum Wachsen fehlt. Diese Biopolymere können somit auch durch Fermentation produziert werden. Als Substrat kann Glucose, Maltose oder Saccharose dienen (Capitain 2009).

Das erfolgreichste Beispiel sind hier die Polyhydroxyalkanoate (PHA). Chemisch sind sie Polyester von Hydroxyfettsäuren. Aus Bakterien wurden bereits 150 verschiedene PHAs isoliert. Strukturell ist die Gruppe der PHAs sehr divers, kann aber grob zweigeteilt werden in PHAs mit kurzer Kettenlänge ($PHA_{scl}$) und PHAs mit mittlerer Kettenlänge ($PHA_{mcl}$). PHAscls bilden Thermoplaste und $PHA_{mcl}$s Elastomere (Gandini 2008).

Poly-3-hydroxybuttersäure (PHB) gehört zu den $PHA_{scl}$. Die Synthese im Mikroorganismus erfolgt über Cofaktor-gebundene aktivierte Essigsäure (AcetylCoA).

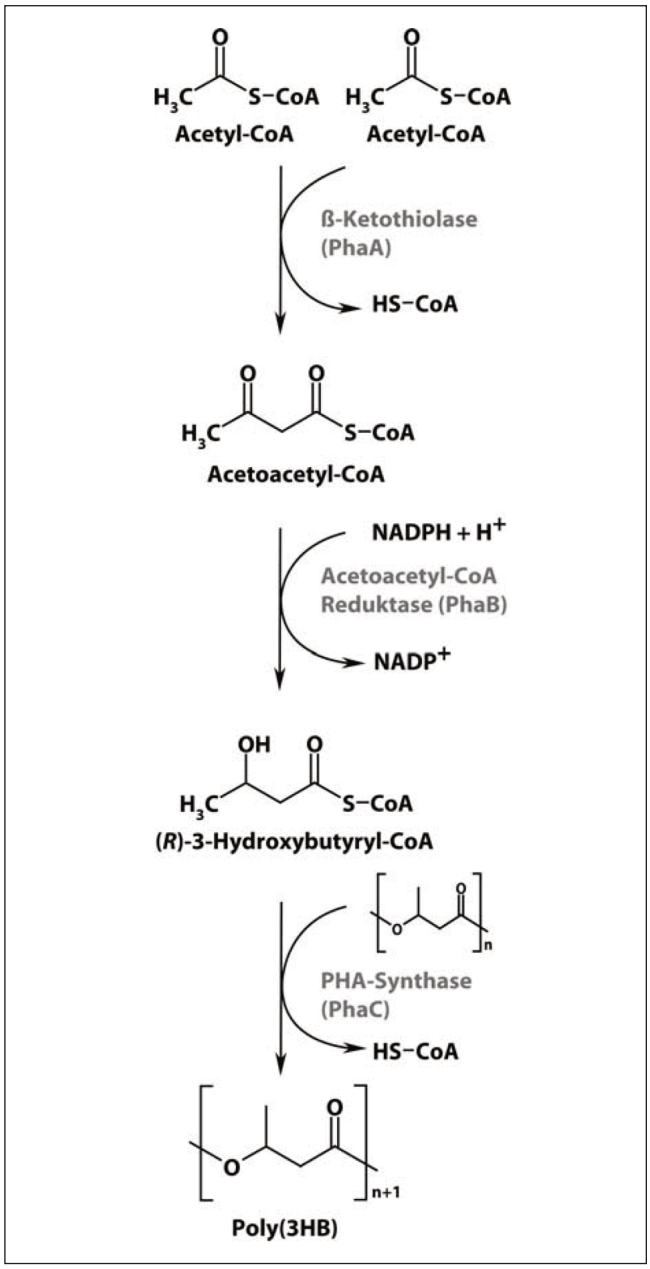



*Abbildung 72: Von AcetylCoA ausgehender 3-stufiger Biosyntheseweg von Poly(3HB) in Rastonia eutropha. Quelle: Antranikian 2006*

(1) $C_6H_{12}O_6 + 2\ CoA + 1{,}5\ O_2 \rightarrow 2\ C_2H_3O\text{-}CoA + 2\ CO_2 + 3\ H_2O$

(2) $2\ C_2H_3O\text{-}CoA \rightarrow -(C_4H_6O_2)- + 2\ CoA$

**Gesamtbilanz:**

(3) $C_6H_{12}O_6 + 1{,}5\ O_2 \rightarrow -(C_4H_6O_2)- + 2\ CO_2 + 3\ H_2O$

Aus der Glucose wird ein Monomer für Poly(3HB) gebildet. Stofflich sind damit 47 % der Glucose genutzt. Die Ausbeute für PHB liegt aktuell bei 36 % (Capitain 2009).

*Polymere aus Cellulose und Stärke*

Cellulose und Stärke sind Polymere aus Glucosemolekülen. Cellulose dient der Pflanze als Strukturpolymer. Stärke hat dagegen Speicherfunktion. Cellulose ist aus diesem Grund chemisch sehr stabil. Stärke kann enzymatisch in Glucosemoleküle aufgespalten werden.

Der entscheidende Unterschied besteht in den Bindungen, mit denen die Glucosemoleküle untereinander verknüpft sind. Bei Stärke sind die Monomere über a-1,4 und a-1,6 glycosidische Bindungen verkettet. Die Monomere der Cellulose sind dagegen b-1,4 und die der Hemicellulose b-1,4 und b-1,6 glycosidisch verbunden (Antranikian 2006). Der Unterschied in der Bindung hat weitreichende Folgen für die Abbaubarkeit des Polymers. Während Stärke von fast allen Organismen als Energie und Kohlenstofflieferant genutzt werden kann, ist der Abbau der Cellulosen nur einigen Spezialisten unter den Bakterien und Pilzen vorenthalten, weil diese Enzyme bilden, welche die Spaltung dieser Bindungen katalysieren. Der durchschnittliche Polymerisationsgrad (DP) von Stärke ist 200 – 5.000. Bei Cellulose liegt er bei 10.000 (Antranikian 2006).

*Celluloseregenerate*

Für die Herstellung von Celluloseregeneraten wird aus Holzzellstoff die a-Cellulose chemisch herausgelöst. Ihr Anteil am Holzzellstoff beträgt ca. 88 %. Bei der Weiterverarbeitung wird der Polymerisationsgrad der Cellulose erst herabgesetzt und aus diesen weniger komplexen Cellulosepolymeren wieder Cellulosefasern oder Folien polymerisiert. Hier sind beispielsweise Viskose, Viskoseseide, Rayon und Modal, Lyocell als Fasern und Zellglas, Cellulosehydrat und Cellophan als Folien zu nennen. Stofflich wird die Cellulose zu 100 % genutzt.

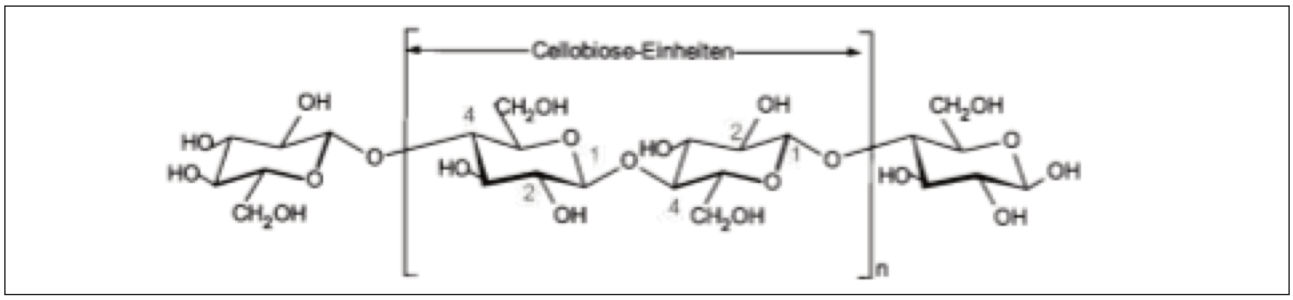



*Abbildung 73: Mikrostruktureller Aufbau der Cellulose. Quelle: Endres & Siebert-Raths 2009*

*Cellulosederivate*

Bei den Cellulosederivaten handelt es sich um chemisch veränderte Cellulose. Stofflich wird ebenfalls 100 % der Cellulose genutzt. Man unterscheidet Celluloseether und Celluloseester.

Bei **Celluloseethern** sind zusätzliche Gruppen (Hydroxyethyl-, Methyl-, Hydroxypropyl- und Carboxymethyl-) mit dem Cellulosemolekül verethert. Celluloseether dienen vor allem als Additive für die Viskositätsstabilisierung (Endres & Siebert-Raths 2009).

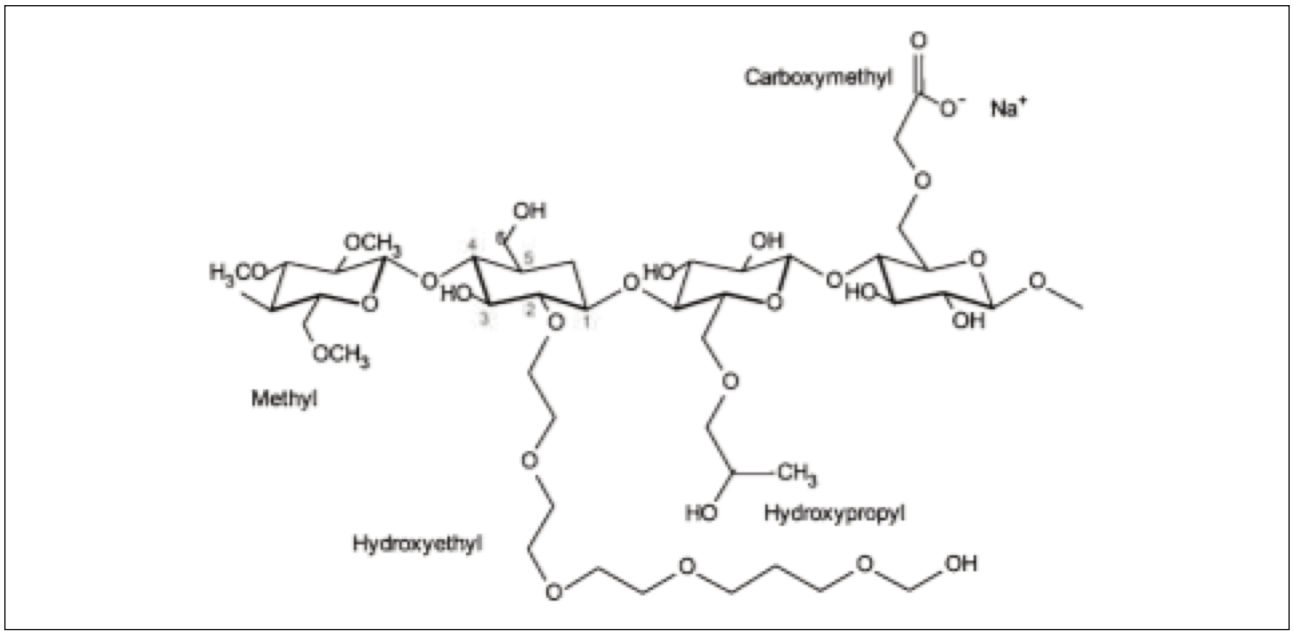



*Abbildung 74: Übersicht über mögliche Celluloseether. Quelle: Endres & Siebert-Raths 2009*

**Celluloseester** sind ebenfalls Cellulosemoleküle mit zusätzlichen Gruppen, die aber über eine Esterbindung mit der Cellulose verknüpft werden. Zu nennen sind hier vor allem die Celluloseester der organischen Säuren: Essigsäure, Buttersäure und Propionsäure. Celluloseacetat ist der Celluloseester von Essigsäure. Celluloseester bilden zum größten Teil thermoplastische Formmassen (Endres & Siebert-Raths 2009)

.

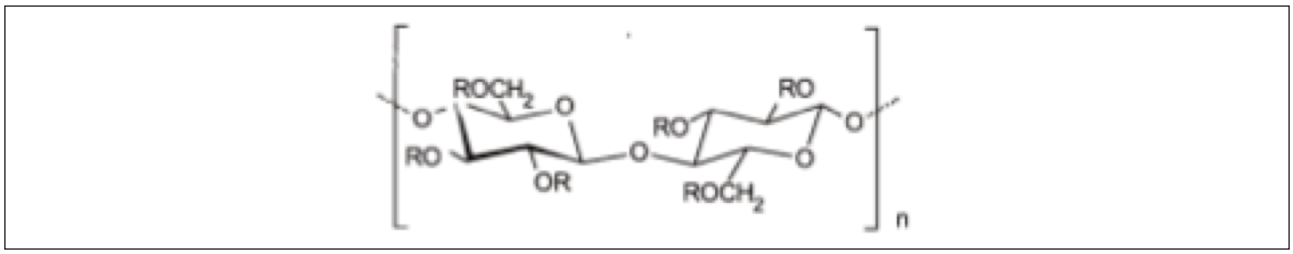



*Abbildung 75: Chemische Struktur von Celluloseester. Quelle: Endres & Siebert-Raths 2009*

*Stärkepolymere*

Kohlenhydrate haben die allgemeine Summenformel $Cx(H_2O)y$. Für Monosaccharide gilt x = y und für Disaccharide y = x - 1.

Polysaccharide des Polymerisationsgrades (DP) n

Für Polysaccharide mit dem Polymerisationsgrad (DP) n gilt:

(1) $DP_n = 180\ kg + 162\ kg \times (n - 1)$

Betrachtet man das Verhältnis des Polymers zur hydrolisierten Masse 180n, ergibt sich:

$$(2) \quad \frac{180 + 162 \times (n - 1)}{180\ n} = .... = \frac{18 + 162n}{180\ n} \quad n > 1000 \rightarrow 162/180 = 0{,}9$$

Bei hohem Polymerisationsgrad mit n>1000 geht das Verhältnis gegen 90 %.

(3) $Cx(H_2O)y \rightarrow$ für $n > 1000\ Cx(H_2O) \times 0{,}9x$

Ein stärkebasiertes Biopolymer speichert auf 12 kg Kohlenstoff noch einmal 15,2 kg (0,9 x 18 kg) Wasser. Dieses Wasser ist bei der energetischen Nutzung störend und wird entfernt. In Biopolymeren dagegen wird das Wasser stofflich genutzt.

### 5.1.5 Tenside

Grenzflächenaktive Substanzen, sogenannte Tenside, sind Moleküle mit einem polaren hydrophilen und einem unpolaren lipophilen Anteil. Sie senken dadurch die Spannung der Grenzflächen zwischen den beiden Phasen (wässrige und Ölphase) und wirken als Emulgatoren. Bei den anionischen Zuckertensiden fungieren Kohlenhydrate (Glucose, Saccharose, Sorbitol) als hydrophiler Anteil des Moleküls.

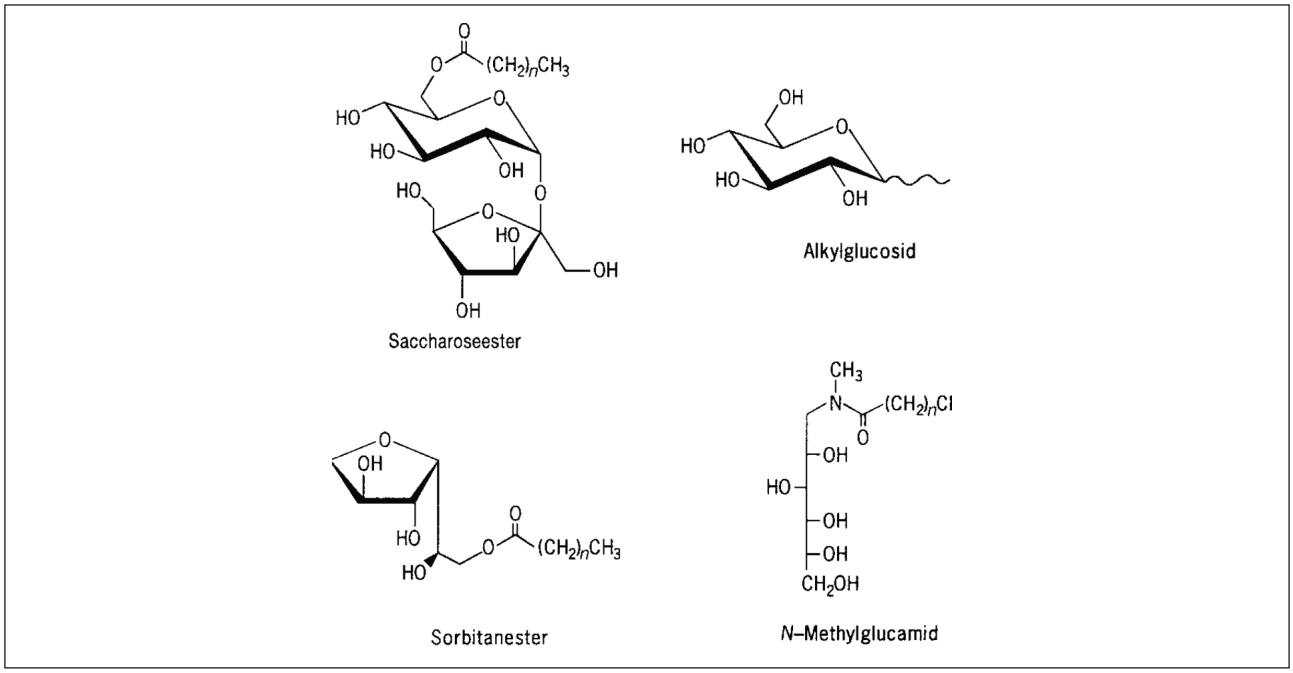



*Abbildung 76: Industriell hergestellte Zuckertenside. Quelle: Rybinski & Hill 1997*

Industriell wichtig sind vor allem Derivate der Glucose: Alkylglucoside und n-Methylglucamide (Rybinski & Hill 1997).

*Alkylglycoside*

Bei der Herstellung von Alkylglycosiden wird Glucose mit hydrophoben Fettalkoholen umgesetzt, die eine Alkylkette mit 8 – 16 Kohlenstoffatomen besitzen. Es können Polymere der Glucose (Stärke, Glucosesirup) sowie die monomere Glucose eingesetzt werden. Der Fettalkohol wird durch Fettspaltung und anschließende Hydrierung der Fettsäuremethylester aus Fetten und Ölen gewonnen. Unter den technischen Reaktionsbedingungen entstehen komplexe Gemische aus Alkylmono-, di-, tri- und oligoglycosiden. Für diese Produktklasse hat sich daher der Name Alkylpolyglycoside etabliert. Unterschieden werden Produkte mit unterschiedlicher Länge der Alkylkette, welche durch den eingesetzten Fettalkohol bestimmt wird und den unterschiedlichem Polymerisationsgrad, der durch das Verhältnis Fettalkohol zu Glucose im Reaktionsgemisch bestimmt wird (Rybinski & Hill 1997).

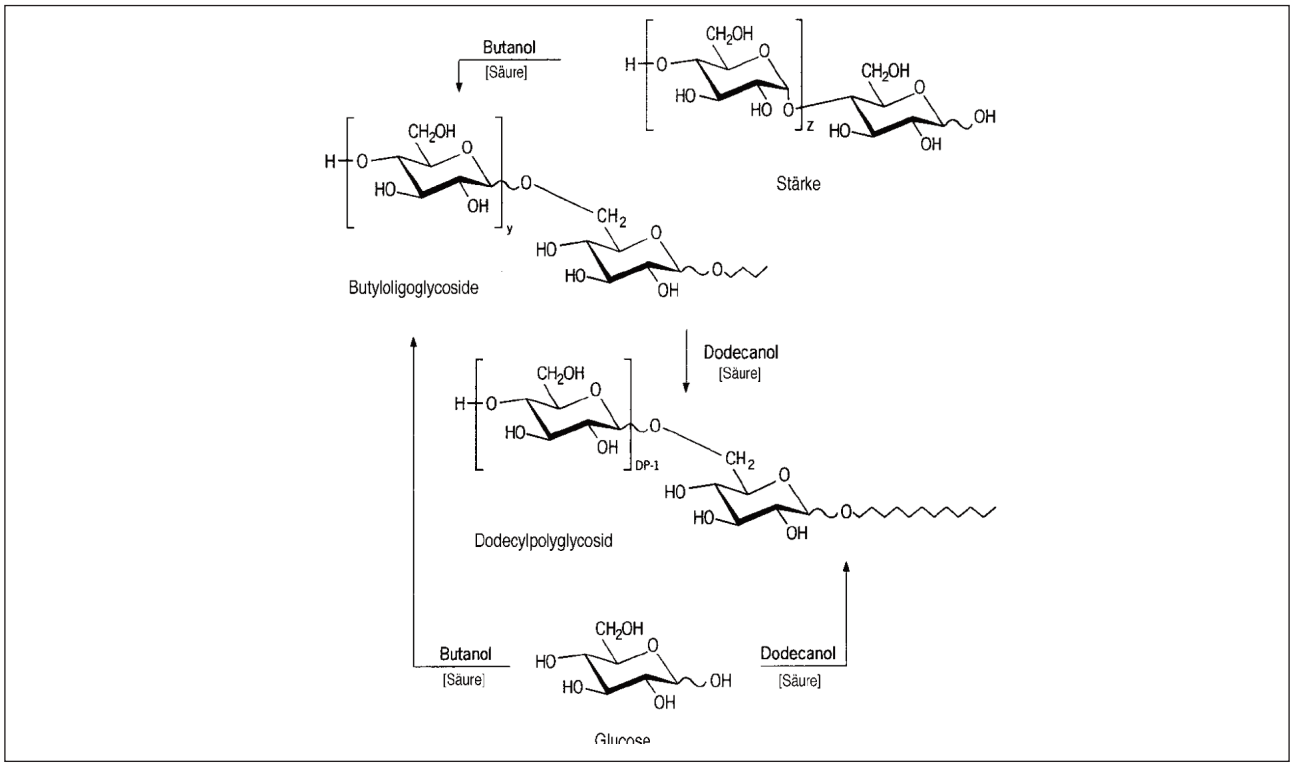



*Abbildung 77: Reaktionswege zur industriellen Herstellung von Dodecylpolyglycosiden. Quelle: Rybinski & Hill 1997*

Die stoffliche Nutzung beträgt hierbei für die Glucose 100 %. Der Fettalkohol wird zur Herstellung von Dodecylpolyglucosiden aus Palmöl gewonnen. Der Alkylrest ist hier hydrophober Anteil des Tensides. Aus Palmöl werden die Fettsäuren genutzt. Bei der Fettspaltung entsteht außerdem Glycerin. Das entspricht einer stofflichen Nutzung ähnlich der des Biodiesels von ca. 90 %.

### 5.1.6 Schmier- und Hydrauliköle

Pflanzenöle werden auch als Schmier- und Hydrauliköle eingesetzt. Die stoffliche Nutzung ist in diesem Fall 100 %.

### 5.1.7 Zusammenfassung

In der folgenden Tabelle sind die errechneten prozentualen Anteile der eingesetzten Biomasse und Ausgangsenergie aufgeführt, die im Produkt noch enthalten sind. Der Berechnung für die energetische Nutzung liegt ein Vergleich der Heizwerte von Ausgangsbiomasse und Produkt zugrunde. Berechnet wurde jeweils der untere Heizwert nach der von Boie modifizierten Dulong-Formel (Hu (MJ/kg) = 34,8 x C + 93,9 x H – 10,8 x O + 10,5 x S + 6,3 x N – 2,44 x $H_2O$) (Beiz & Grote 1986)

| | AUSGANGSBIOMASSE IM PRODUKT IN % | AUSGANGSENERGIE IM PRODUKT IN % |
|---|---|---|
| BIOGAS* | 29,0 | 95,0 |
| BIOETHANOL* | 46,0 | 71,6 |
| BTL* | 31,0 | 75,0 |
| PFLANZENÖLKRAFTSTOFF** | 100,0 | 100,0 |
| BIODIESEL** | 91,0 | 97,0 |
| NEXBTL** | 87,0 | 95,0 |
| HVO** | 87,0 | 95,0 |
| ESSIGSÄURE* | 80,0 | / |
| MILCHSÄURE* | 80,0 | / |
| BERNSTEINSÄURE* | 72,0 | / |
| PLA* | 80,0 | / |
| P3HB* | 47,0 | / |
| CELLULOSEREGENERATE* | 100,0 | / |
| CELLULOSEDERIVATE* | 100,0 | / |
| STÄRKEPOLYMERE* | 100,0 | / |
| ALKYLPOLYGLYCOSIDE* (KOHLENHYDRATANTEIL) | 100,0 | / |
| ALKYLPOLYGLYCOSIDE** (PFLANZENÖLANTEIL) | 90,0 | / |
| SCHMIER- UND HYDRAULIKÖLE** | 100,0 | / |

*Tabelle 58: Prozentuale Angaben der Ausgangsbiomasse und Ausgangsenergie, die im Produkt enthalten sind. (*) bedeutet, die Rohstoffe sind Kohlenhydrate; (**) bedeutet, der Rohstoff ist Pflanzenöl*

Die folgenden Abbildungen stellen dies für die Ausgangsbiomasse und für die Ausgangsenergie in Form des unteren Heizwertes grafisch da. Es ist zu sehen, dass bei den Energieträgern, die aus Kohlenhydraten hergestellt werden, relativ wenig Biomasse im Produkt enthalten ist. Die Anteile von Biogas und BTL liegen bei ca. 30 %. Das Fermentationsprodukt Ethanol stellt mit 46 % den größten Anteil da. Die Energieträger aus Pflanzenöl übernehmen wesentlich mehr Ausgangsbiomasse mit ins Produkt. Hier liegen die Anteile um die 90 %. Pflanzenölkraftstoff sowie Schmier- und Hydrauliköle werden chemisch nicht verändert und haben damit den höchsten Wert von 100 %.

Diesen Wert erreichen auch die Celluloseregenerate, Cellulosederivate und Stärkepolymere. Diese drei Produkte nutzen stofflich 100 % der Biomasse. Die organischen Säuren liegen bei etwa 80 % stofflicher Nutzung. Dies ist auch damit zu erklären, dass alle Säuren fermentativ hergestellt werden. Die Mikroorganismen verstoffwechseln einen Teil der Biomasse und bauen durch ihr Wachstum aber auch selbst neue Biomasse auf. Die Biopolymere PLA und P3HB sind zum Teil bzw. ganz durch Fermentation hergestellt. PLA liegt mit 80 % stofflicher Nutzung höher als P3HB mit 47 %.

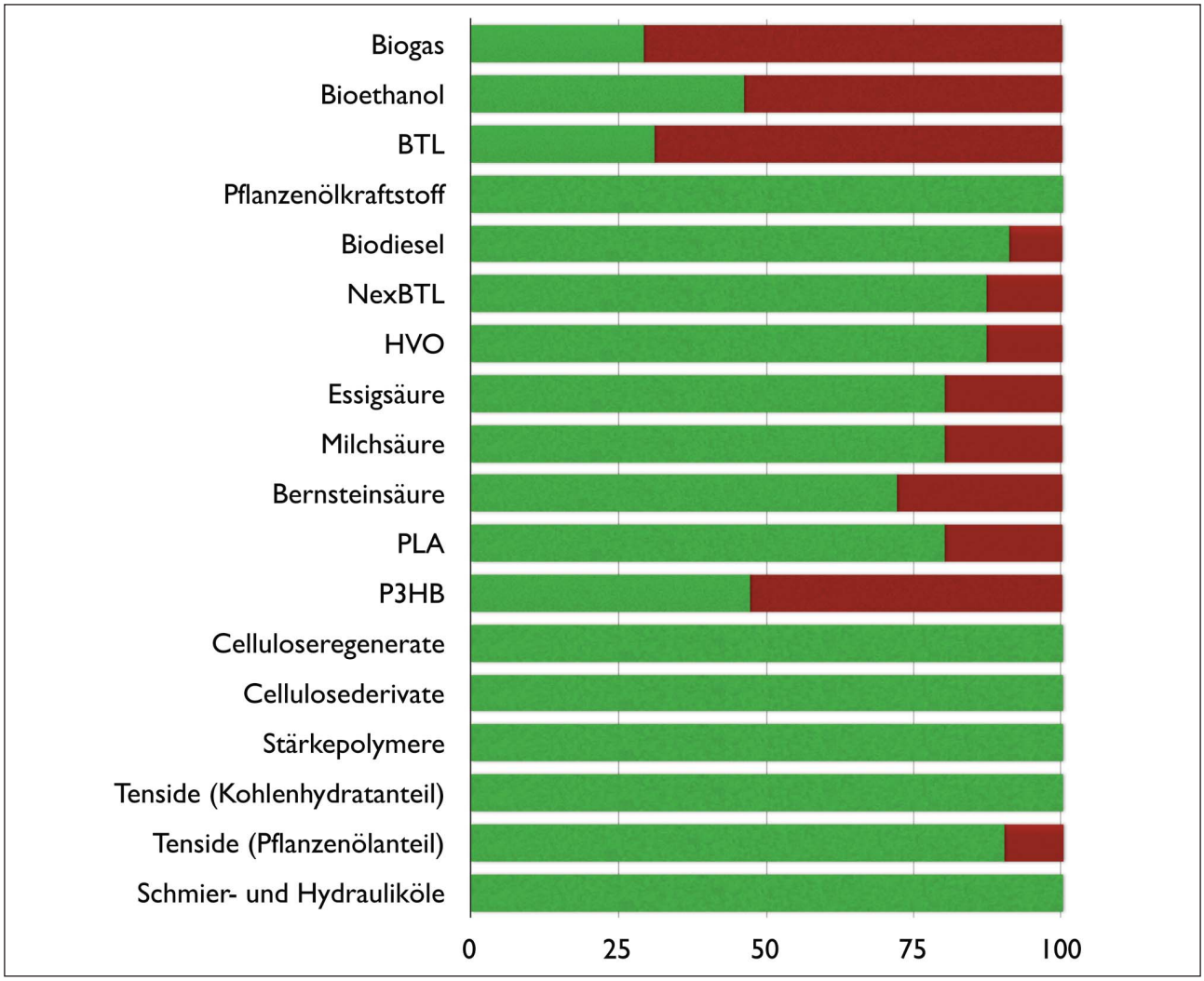



*Abbildung 78: Verhältnis von Ausgangsbiomasse, die im Produkt noch enthalten ist (grün), und Ausgangsbiomasse, die verloren geht (rot)*

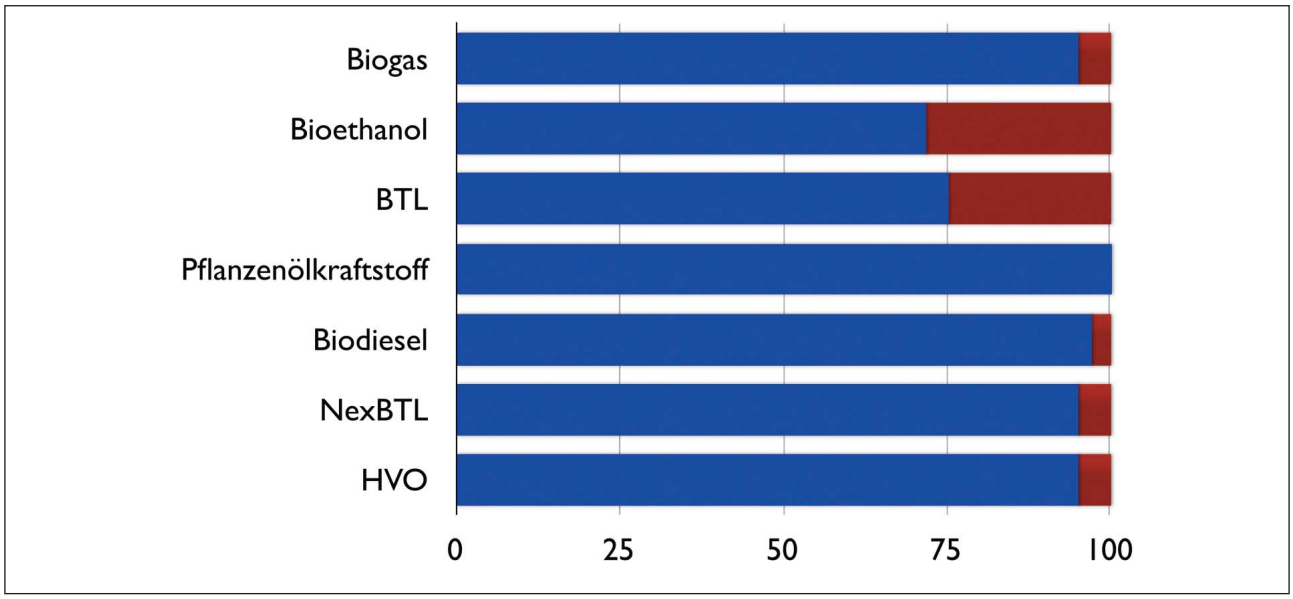



*Abbildung 79: Grafische Darstellung des Verhältnisses von Ausgangsenergie in Form des unteren Heizwertes, die im Produkt noch enthalten ist (blau) und Ausgangsenergie, die verloren geht (rot)*

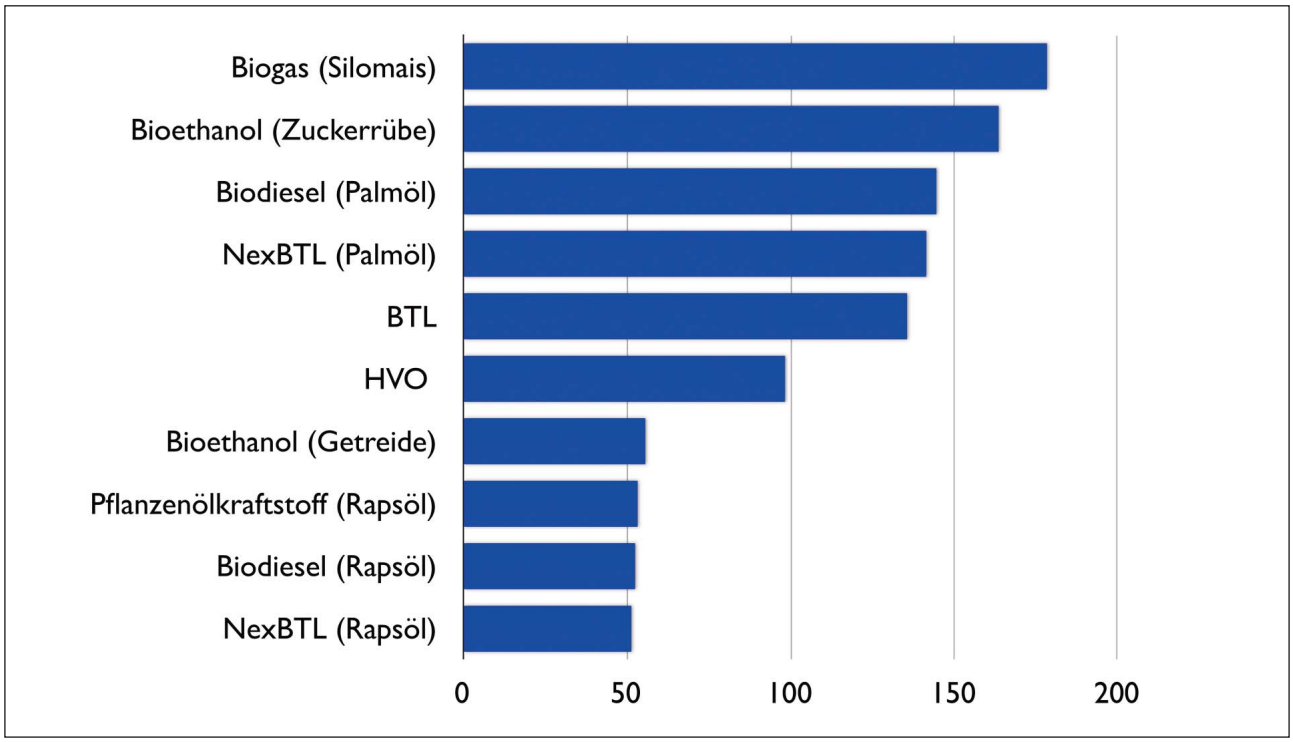



*Abbildung 80: Energieertrag verschiedener Kraftstoffe in GigaJoule pro Hektar und Jahr (GJ/ha*a). Quelle: Schmitz et al 2009*

In Abbildung 79 ist zu sehen, dass die Anteile der Ausgangsenergie für Biogas, Bioethanol und BTL wesentlich höher sind als bei den Vergleichen der Biomasseanteile (Abbildung 78). Besonders bei Biogas fällt ein hoher Ausgangsenergieanteil von 95 % auf. Bioethanol und BTL liegen bei 72 % und

75 % im ähnlichen Bereich. Diese Diskrepanz ist damit zu erklären, dass Kohlenhydrate weniger Energie pro Biomasseeinheit speichern können. Die Energiedichte ist geringer als bei Fetten. Bei einer energetischen Nutzung wird aber eine möglichst hohe Energiedichte angestrebt. Die produzierten Energieträger sind fast reine Kohlenwasserstoffe. Der Sauerstoff wird soweit wie möglich aus dem Molekül entfernt, weil er die Energiedichte stark verringert. Sauerstoff macht in Kohlenhydraten aber 53 % des Gewichtes aus.

Bei der stofflichen Nutzung von Kohlenhydraten kann dieser Massenanteil im Produkt genutzt werden. Pflanzenöl enthält bereits sehr wenig Sauerstoff. Die Biomasseanteile liegen deshalb in ähnlichen Bereichen wie die energetische Ausnutzung. Alkylpolyglycoside sind ein Beispiel für eine stoffliche Nutzung beider Stoffklassen.

Abbildung 80 zeigt die Energieerträge der einzelnen Kraftstoffe pro Anbaufläche. Die Erträge werden hier davon beeinflusst, wie viel des nutzbaren Rohstoffes wie Zucker oder Öl die Pflanze pro Hektar und Jahr produziert.

Biogas erreicht einen Wert von 178 GJ/ha und ist damit der ertragreichste Kraftstoff. Gründe hierfür sind u.a. die Verwendung der kompletten Pflanzen für die Herstellung und ein gute energetische Ausbeute von 95 % (Abbildung 79). Einen ähnlichen Ertrag bringt Bioethanol mit 163 GJ/ha, wenn er aus Zuckerrüben produziert wird. Ist Weizen, also Stärke, der Rohstoff für Bioethanol, so sinkt der Ertrag mit 55 GJ/ha auf etwa ein Drittel. Rohstoff für BTL ist hauptsächlich Holz und rangiert bei Produkten aus Kohlenhydraten mit 135 GJ/ha im unteren Bereich.

Vergleicht man Biodiesel aus Palmöl (144 GJ/ha) und aus Rapsöl (52 GJ/ha) ist zu sehen, dass die Erträge für Biodiesel aus Palmöl pro Fläche 2,77 mal so groß sind. Die Zahlen für NexBTL sind mit 141 GJ/ha bzw. 51 GJ/ha sehr ähnlich. Dieser Unterschied liegt ausschließlich an der Produktivität der Pflanzen, bezogen auf den Rohstoff, also Öl; die Produktivität hängt dabei vor allem aber von der nutzbaren Sonneneinstrahlung ab, die in südlichen Ländern deutlich höher ist als in Deutschland. Reines Rapsöl als Pflanzenölkraftstoff besitzt einen Ertrag von 53 GJ/ha. Als letztes Produkt aus Ölen ist hydriertes Pflanzenöl (HVO) bei 98 GJ/ha zu finden. Zur Produktion werden verschiedene Ölsorten verwendet.

Im Überblick stammen die ertragreichsten Kraftstoffe, Biogas und Bioethanol aus Zuckerrüben aus der Kohlenhydratnutzung. Bei den Ölen sind die Produkte aus Palmöl auf einem ähnlichen Level. BTL gehört zur Kohlenhydratnutzung und liegt im Bezug auf den Ertrag in der Mitte. Im unteren Bereich um die 50 GJ/ha finden sich die Kraftstoffe aus Rapsöl und Bioethanol aus Weizen.

## 5.2 Verbände, Interessens- und Lobbystrukturen bei der energetischen und stofflichen Nutzung im Vergleich

*AutorInnen: Lena Scholz, Michael Carus*

*Fragestellung*
Im Rahmen der Darstellung der Besonderheiten und Unterschiede der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe gegenüber der energetischen Nutzung sollte auch eine Gegenüberstellung der jeweiligen Verbände, Interessens- und Lobbystrukturen erfolgen, und darauf aufbauend eine Analyse der sich daraus ergebenden Folgen für die Entwicklung der jeweiligen Bereiche.

*Methodik*

Für einen Einblick in die Unterschiede der Struktur der Interessensvertretungen wurde eine Liste mit Verbänden, Interessens- und Lobbygruppen erstellt, die im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe tätig sind. Als Grundlage dafür diente das vom nova-Institut betriebene Nachrichtenportal für nachwachsende Rohstoffe (www.nachwachsende-rohstoffe.info) auf dem unternehmens- und branchenunabhängig Nachrichten zum Thema Nachwachsende Rohstoffe zusammengestellt und veröffentlicht werden. Unternehmen und Organisationen, die einen eingestellten Artikel oder Pressemitteilungen veröffentlicht haben bzw. in solchen genannt werden, finden sich auf einer Liste wieder, die inzwischen etwa 1.200 Akteure umfasst. Mit dieser Grundauswahl wurde sichergestellt, dass sich die genannten Verbände und Interessensgruppen auch aktiv am aktuellen öffentlichen Geschehen im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe beteiligen.

Da es darum ging, die Interessensvertretung der Unternehmen gegenüber Öffentlichkeit und Politik zu analysieren, wurden lediglich die Vereinigungen berücksichtigt, bei denen die Gründungsinitiative von Seiten der Industrie ausging (soweit feststellbar). Aus diesem Grund wurden reine Forschungsverbünde und Regionalentwicklungsprogramme aussortiert. Daneben wurde überprüft, ob sich auch wirklich ein wesentlicher Teil der Verbandsarbeit um nachwachsende Rohstoffe dreht. Um Doppelnennungen zu vermeiden, wurden bei miteinander in Verbindung stehenden Vereinigungen lediglich die jeweiligen Dachverbände aufgenommen. Es wurden deutsche Verbände aufgenommen, europäische nur, falls sie Dachverbände sind, oder kein rein deutsches Äquivalent existiert. Die Liste enthält insgesamt 51 Verbände, davon 18 im stofflichen Bereich und 20 aus dem Energie- und Biokraftstoffsektor. 13 Verbände vertreten Rohstofflieferanten oder die Biotechnologie-Industrie und sind damit keiner Seite eindeutig zuzuordnen. Da die Liste auf Grund der Auswahlkriterien keine vollständige Aufzählung der Verbände ist und Verbände unter ihren jeweiligen Dachverbänden zusammengefasst wurden, besitzt die reine Anzahl der Verbände in den einzelnen Bereichen allein noch keine Aussagekraft.

Die weitere Analyse der so gewonnenen Institutionen stützte sich auf eine Internetrecherche. Folglich wurden Verbände ohne oder mit nicht funktionierender Internetpräsenz nicht weiter berücksichtigt. Aufgenommen wurden der hauptsächliche Tätigkeitsbereich, das Gründungsjahr, die Mitgliederzahl sowie Aufgaben und Ziele (alles, soweit zu ermitteln war).

## *Ergebnisse*

*Struktur*

Im Energiebereich sind Verbände zu den Gruppen „Bioenergie“, „Biogas“, „Biokraftstoffe“ (Biodiesel, Pflanzenöle und Bioethanol) und Pellets zu finden, während sich die Verbände im stofflichen Bereich sowohl nach den verschiedenen eingesetzten Rohstoffen (Naturfasern, Stärke, Holz, etc.), als auch nach Wertschöpfungsstufen untergliedern – wie Rohstofflieferanten, Verarbeiter und Endproduktanbieter, wobei letztere nur vereinzelt in den oben genannten Medien zu finden sind. Einige Anwendungen von nachwachsenden Rohstoffen im stofflichen Bereich, wie z.B. die Verwendung von pflanzlichen Ölen als Grundstoffe der chemischen Industrie, werden von Verbänden nicht repräsentiert, da sich (in diesem Fall) die theoretisch zuständigen Pflanzenölverbände nahezu ausschließlich auf die Verwendung in Biokraftstoffen fokussieren.

*Gründung*

Die Bioenergieverbände wurden überwiegend erst nach der Marktliberalisierung des Energiebereiches 1999 gegründet, als die entsprechenden Unternehmen aktiv werden konnten. Bis zum Jahr 1999 wurde Biomasse auf niedrigem Niveau als Festbrennstoff im Wärmemarkt genutzt, das erhebliche

Wachstum im Bereich der Biomasse-Verstromung begann erst nach der Marktliberalisierung und dem EEG im Jahr 2000 (vgl. Kapitel 6.1).

Dem stehen sehr traditionelle Verbände im stofflichen Bereich gegenüber, die auf eine lange Geschichte zurückblicken können und sich oft schon vor 1950 zusammengeschlossen haben.

*Aufgaben und Ziele*
Die am häufigsten einheitlich genannten Aufgaben und Ziele der rein energetisch oder rein stofflich orientierten Verbände wurden entsprechend aufgenommen und in folgende Gruppen sortiert.

| | Energie | Stofflich |
|---|---|---|
| Marketing | 20 % | 50 % |
| Politisches Lobbying | 65 % | 28 % |
| Technik/F&E-Förderung | 20 % | 17 % |
| Qualitätssicherung/Standardisierung | 30 % | 47 % |
| Informationsbereitstellung (Öffentlichkeit) und Beratung für Mitglieder | 25 % | 47 % |

*Tabelle 59: Wichtigste Aufgaben und Ziele nach Auswertung der Internetseiten von insgesamt 38 Verbänden aus dem energetischen (20) und stofflichen (18) Bereich*

*Marketing*
Etwa die Hälfte der Verbände im stofflichen Bereich gibt gemeinsames Marketing als eine Ihrer Hauptaufgaben an. Dies wird entweder in vom Verband initiierten Marketingkampagnen verwirklicht, wie z.B. für die Mitglieder bereitgestellten Broschüren, die zur Weitergabe an deren Kunden bestimmt sind, und/oder durch einen an den Endkunden gerichteten Internetauftritt (wie z.B. der des Verbands der deutschen Möbelindustrie). Von den Verbänden im Energiebereich gibt dahingegen nur etwa ein Fünftel das Marketing als Verbandsaufgabe an.

*Interessensvertretung gegenüber politischen Gremien*
Etwa zwei Drittel der Verbände des Energiesektors und knapp ein Drittel der Verbände im stofflichen Bereich geben an, die Interessen Ihrer Mitglieder gegenüber politischen Entscheidungsträgern zu vertreten. Beispiel Biogasunion (www.biogasunion.de):

„Eine der wesentlichen Aufgaben der Biogasunion ist es, daran mitzuwirken, den gesetzlichen Rahmen so zu definieren, dass der Ausbau der Biogastechnologie gefördert wird."

*Technikförderung, Unterstützung von F&E*
Ein Fünftel der Energieverbände und ein knappes Fünftel der Verbände der stofflichen Nutzung geben an, aktiv Forschung und Entwicklung zu unterstützen.

*Qualitätssicherung, Standardisierung*
Knapp ein Drittel im Energiesektor und knapp die Hälfte im stofflichen Sektor haben sich der Förderung von Qualitätssicherung und/oder Standardisierung verschrieben. Dabei geht es um die Einführung von zertifizierten Labels (Logo der InVeNa für Naturbaustoffe, der AGQM für Biodiesel), Unterstützung bei der Einführung von Qualitätsmanagementsystemen oder Verbraucherinformationen zu (z.B.) Inhaltsstoffen und die Sicherstellung von deren Einhaltung.

*Bereitstellung von Informationen und Beratung von Mitgliedern*
Ein Viertel der Energieverbände und knapp die Hälfte der Verbände im stofflichen Bereich haben sich die Informationsbereitstellung zur Aufgabe gemacht. Dazu zählt sowohl die Bereitstellung von Produkt- und Hintergrundinformationen für (potenzielle) Endverbraucher, als auch die Information und Beratung von Mitgliedern. Hier stehen vor allem Marktdaten oder rechtliche Informationen zur Verfügung.

***Diskussion***

*Struktur*
Die unterschiedliche Marktstruktur des stofflichen und energetischen Sektors spiegelt sich auch in den jeweiligen Verbands- und Lobbystrukturen wider. Die geringere Anzahl an Wertschöpfungsstufen und Produktarten im Bioenergiebereich resultiert in einheitlicheren Lobbystrukturen, die sich damit tendenziell besser gemeinsam organisieren können.

*Gründungszeitpunkt*
Die eher traditionelle Ausrichtung der Verbände im stofflichen Bereich legt die Vermutung nahe, dass die Behandlung aktueller Probleme der Erfüllung traditionell gewachsener Aufgaben gegenübersteht. Hieraus ergeben sich verschiedene, gleichrangige Betätigungsfelder im Gegensatz zum Hauptaugenmerk der energetischen Verbände, die sich erst mit der Neugestaltung der Energiemärkte und der gesetzlichen Rahmen- und Förderbedingungen gegründet haben.

*Aufgaben und Ziele*
Bei den Zielen und Aufgaben der Verbände wird die unterschiedliche Marktsituation deutlich. Im Energiebereich finden wir primär stark regulierte Märkte mit hoher Nachfrage nach standardisierten Produkten (Strom, Wärme, Kraftstoffe), die vor allem politisch beeinflusst werden können (siehe hierzu auch Kapitel 5.3 und 6.4.1). Politische Lobbyarbeit ist daher von zentraler Bedeutung.

Im stofflichen Bereich finden wir vergleichsweise freie und weitgehend unregulierte Märkte mit hohem globalem Wettbewerbsdruck. Hier muss der Industrie- oder Endkunde zum Kauf überzeugt werden, Kundenwünsche müssen erfasst und erfüllt werden. Entscheidungen können hier nicht allein über den Preis getroffen werden, da Qualitäten wie technische Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten, Komfort und Design (um nur einige zu nennen) in die Kaufentscheidung mit einfließen. Das Argument „grün“ kann hierbei helfen, muss aber nicht, da die Diskussion „Teller oder Tank“ inzwischen auch Schatten auf die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere bei Biokunststoffen, wirft.

Es ist aufgrund der Marktstrukturen daher nicht verwunderlich, dass die stofflichen Verbände das Marketing mehr in den Mittelpunkt rücken als die energetischen Verbände, die vor allem auf politische Lobbyarbeit setzen.

Technikförderung und die Unterstützung von Forschung und Entwicklung werden dagegen in etwa zum gleichen Maße betrieben, begründet durch das unterschiedliche Alter der Branchen jedoch in unterschiedlichen Stufen. Bei den Verbänden im Energiebereich setzen sich hier vor allem die Biokraftstoffverbände ein.

Qualitätssicherung und Standardisierung werden von den Verbänden aus unterschiedlichen Beweggründen betrieben. Bei Biokraftstoffverbänden geht es hier vornehmlich um die Einhaltung von definierten Eigenschaften, um den problemlosen Einsatz der Biokraftstoffe in den jeweils dafür zugelassenen Motoren zu gewährleisten und erkennbar zu machen. Bei Biostrom geht es vornehmlich um die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien beim Anbau der verwendeten nachwachsenden Roh-

stoffe, was auch bei den Verbänden im stofflichen Bereich Beachtung findet. Daneben kümmern sich diese um eine genaue Deklarierung der Inhaltsstoffe und verwendeten Materialien, um einen besseren Einblick und die daraus resultierende geringere potenzielle Gesundheitsgefährdung oder den höheren ökologischen Wert als Marketingargument nutzen zu können. Ebenso dienen hier Standards der Qualitäts- und Vertrauenssicherung, um dem Kunden die Wahl des neuen, biogenen Produkts attraktiv zu machen.

Bei den Verbänden im energetischen Bereich handelt es sich hier also vornehmlich um das Lösen bestehender Anpassungsprobleme ab vorgegebenen Normen, während die Verbände im stofflichen Bereich auch hier versuchen, Kunden von der Vorteilhaftigkeit ihrer Produkte zu überzeugen.

Die Erhebung von Marktdaten und deren Bereitstellung für die Mitglieder steht vor allem bei den Verbänden im stofflichen Bereich im Vordergrund, was wiederum die Marktausrichtung verdeutlicht. Bereitgestellte Infobroschüren für Endverbraucher sind auch weitgehend Marketingaktivitäten zuzuordnen.

**Fazit**
Im Energiebereich steht für die Verbände eine Marktsicherung durch politisches Lobbying für die geeignete Gestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderinstrumente im Mittelpunkt.

Der Erfolg im stofflichen Bereich kann aus Verbandssicht dagegen vor allem durch umfassende Marktanalysen und darauf aufbauende Marketingaktivitäten erzielt werden. Durch die Exportorientierung der Branche sind solche Aktivitäten, im Gegensatz zur Bioenergiebranche, nicht auf Deutschland oder Europa beschränkt.

Die Unterschiede liegen in der historischen Ausgangssituation und vor allem in den unterschiedlichen Marktstrukturen begründet. Der Energiebereich ist durch stark regulierte Märkte mit hoher Nachfrage nach standardisierten Produkten (Strom, Wärme, Kraftstoffe) gekennzeichnet, die vor allem politisch beeinflusst werden können. Im stofflichen Bereich findet man dagegen weitgehend unregulierte Märkte mit hohem globalem Wettbewerbsdruck.

Hieraus ergibt sich auch, dass eine systemische Förderung des stofflichen Bereiches für die Politik schwerer ist als in dem stärker regulierten Energiebereich.

## 5.3 Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung

*Autoren: Dirk Schubert, Dr. Sebastian Elbe (Sprint)*

Im Fokus des Kapitels „Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung“ stehen die strukturellen/systematischen Unterschiede sowie die vergleichende Betrachtung der regionalen Wertschöpfung zwischen der stofflichen und der energetischen Nutzung. Hierfür wird zunächst eine Kurzeinführung zum Bereich ländliche Entwicklung und regionale Wertschöpfung gegeben, um darauf aufbauend die wesentlichen strukturellen Unterschiede zwischen der stofflichen und der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie deren Wertschöpfungseffekte vorzustellen. Abschließend werden entscheidungsrelevante Faktoren für regionale Akteure aufgezeigt und Handlungsempfehlungen formuliert.

### 5.3.1 Kurzeinführung ländliche Entwicklung

„Den ländlichen Raum gibt es nicht". Diese zunächst einfache Aussage stellt ein, wenn nicht sogar DAS zentrale Charakteristikum bei der Frage dar, wie man „die" ländliche Entwicklung fördern kann. Die ländlichen Räume in den OECD-Ländern, der EU oder in Deutschland sind sehr heterogen strukturiert: Strukturschwachen, schrumpfenden Räumen stehen prosperierende und wachsende gegenüber.

In der räumlichen Abgrenzung wurde der ländliche Raum häufig als Restgröße („nicht Stadt") behandelt und in seiner wirtschaftlichen Funktion auf die Landwirtschaft reduziert. Mit der „Erklärung von Cork – Ein dynamischer ländlicher Raum"[1] wurde 1996 ein wichtiger Schritt hin zu einer stärker emanzipierten ländlichen Entwicklung getan: „The conference announced a consensus on the need for rural policies to address all socio-economic sectors in the countryside."[2]

Ländliche Entwicklung ist dementsprechend weit mehr als Landwirtschaft. Ein Indiz dafür ist, dass es bisher trotz der hohen Agrarsubventionen nicht gelungen ist, die ländliche Entwicklung entscheidend zu verbessern. „Der Hauptgrund dafür ist, dass diese Art von Politik auf einen kleinen Teil der ländlichen Bevölkerung abzielt (Landwirte und sonstige agrarwirtschaftliche Betriebe) und nicht auf bestimmte Standorte"[3], wobei die Agrarwirtschaft „nicht mehr das Rückgrat der ländlichen Wirtschaft [ist]."[4] Hieraus resultieren Bedenken über die Wirksamkeit der Agrarpolitik: Erkenntnisse aus Theorie und Praxis zeigen, dass allein durch eine zentral gesteuerte finanzielle Umverteilung und sektoral orientierte agrarpolitische Maßnahmen die regional vorhandenen Potenziale wirtschaftlicher Entwicklung nicht gehoben werden können.[5] Sieht man die Agrarwirtschaft jedoch nicht nur als Lebensmittelproduzenten und die Forstwirtschaft nicht nur als Rohholzproduzenten, sondern als Bewirtschafter nachwachsender Rohstoffe insgesamt, so können durch die stoffliche und energetische Verwendung große Potenziale an (regionaler) Wertschöpfung gehoben – und dabei attraktive Arbeitsplätze nicht nur in der Land- und Forstwirtschaft, sondern eben auch darüber hinaus geschaffen werden (z.B. Anlagenbau und -wartung).

Die OECD fordert vor dem Hintergrund der Hebung regionaler Wertschöpfungspotenziale ein Umdenken in Richtung integrierter Ansätze und fasst dies in einem „Neuen Paradigma für den ländlichen Raum" zusammen. Dieses Paradigma für den ländlichen Raum zeichnet sich durch zwei Hauptmerkmale aus: „1. Eine Fokussierung auf Räume statt auf Sektoren und 2. eine Konzentration auf Investitionen statt auf Subventionen."[6] Als wesentliche Faktoren für die Umsetzung des neuen Paradigmas werden von der OECD eine (regionale) Entwicklungsstrategie, eine deutliche Schwerpunktsetzung auf endogenes (lokales) Kapital und Wissen an Stelle von exogenen Investitionen und Transferzahlungen sowie ein kollektives/ausgehandeltes Governance-Konzept genannt, bei dem die Zentralregierung eine mehr oder weniger dominierende Rolle ausübt.[7] Wie oben bereits angesprochen, stellen nachwachsende Rohstoffe für eine Region häufig neben dem Tourismus und der Regionalvermarktung von Lebensmitteln einen Kernbereich an endogenen Ressourcen dar, der durch die stoffliche und energetische Nutzung in Wert gesetzt werden kann.

---

[1] Erklärung von Cork - Ein dynamischer ländlicher Raum. Die Europäische Konferenz über ländliche Entwicklung. vom 7. bis 9. November 1996 in Cork, Irland. http://europa.eu.int/comm/agriculture/rur/cork_de.htm (Stand 10.10.2005).

[2] Westholm 1999: 13.

[3] OECD 2006: 22.

[4] OECD 2006: 41.

[5] Vgl. OECD 2006: 3.

[6] OECD 2006: 60.

[7] Vgl. OECD 2006: 16.

| | **Altes Konzept** | **Neues Konzept** |
|---|---|---|
| **Zielsetzung** | Ausgleich, Agrareinkommen, Agrar-wettbewerbsfähigkeit | Wettbewerbsfähigkeit ländlicher Räume, Valorisierung lokaler Aktiva, Ausschöpfung ungenutzter Ressourcen |
| **Wichtigster Zielsektor** | Landwirtschaft | Verschiedene Sektoren ländlicher Volkswirtschaften (z.B. ländlicher Tourismus, Verarbeitendes Gewerbe, Informations- und Kommunikationsindustrie usw.) |
| **Wichtigste Instrumente** | Subventionen | Investitionen |
| **Wichtigste Akteure** | Nationale Regierungen, Landwirte | Alle Regierungsebenen (supranational, national, regional und lokal), verschiedene lokale Stakeholder (öffentlich, privat, NRO) |

*Tabelle 60: Das OECD-Paradigma für den ländlichen Raum. Quelle: OECD 2006: 64*

Folgt man den o.a. Ausführungen, so wird deutlich, dass die regionale Ebene (als Ebene zwischen einem Bundesland und einem Landkreis) in den Fokus einer handlungsorientierten Entwicklungspolitik rückt. Folgt man den Abgrenzungskriterien der EU-Förderinitiative LEADER oder des Bundesmodellvorhabens Regionen Aktiv, so hat eine Region ca. 100.000 bis 150.000 Einwohner, wobei Abweichungen nach unten und oben möglich und in vielen Fällen auch notwendig sind. Die Frage, ob es ein „zu groß“ oder „zu klein“ für gemeinsame regionale Handlungsfähigkeit gibt, kann am Ende nicht Top down vorgegeben werden: Die zu wählende Regionsgröße ist abhängig von den konkreten inhaltlichen Fragestellungen und den Schwerpunkt- und Zielsetzungen einer Region. In der vorliegenden Untersuchung die Inwertsetzung regionaler nachwachsender Rohstoffe durch stoffliche und energetische Nutzung. Die Inwertsetzung dieser in der Regel marktfähigen regionalen Potenziale erfolgt am sinnvollsten über (regionale) Wertschöpfungsketten (WSK). WSK sind ebenso wie wirtschaftliche Zusammenhänge insgesamt funktional orientiert – wirken sich aber auch immer räumlich aus: Ein Unternehmen hat zwangsläufig irgendwo seinen Firmensitz.

Die große Herausforderung vor dem Hintergrund der Erhöhung der regionalen Wertschöpfung in ländlichen Regionen besteht entsprechend darin, die territoriale Dimension mit der funktionalen zu verschneiden und so weit wie möglich zur Deckung zu bringen. Regionen müssen aber im Gegensatz zu administrativen Einheiten nicht „immer flächenhaft, homogen und linear abgrenzbar sein (…), so wie es beispielsweise politische Territorien (in der Regel) sind.“[8]

Die Verschneidung kann aus zwei Richtungen erfolgen: Auf der einen Seite kann mit einem mehr Top-down orientierten Ansatz (z.B. Cluster-Ansatz) untersucht werden, wie hoch bspw. die Dichte von Unternehmen, Zulieferern, Forschung und Entwicklung sowie weiterer (politischer) Unterstützungsstrukturen (z.B. Verbände) entlang einer bestimmter Branche verteilt ist. Diejenigen Regionen mit einer höheren Dichte im Vergleich zu anderen Regionen können seitens der Politik als zukünftige Entwicklungsschwerpunkte bestimmt und entsprechende Förderprogramme darauf ausgerichtet werden.

[8] Blotevogel 2000: 498.

Auf der anderen Seite werden, initiiert durch öffentliche Förderprogramme, immer mehr Regionen in einem Bottom-up-Ansatz durch die regionalen Akteure selbst definiert. Dieser Ansatz der Regionsbildung basiert auf regionalen Akteursstrukturen, die seitens des Förderprogramms adressiert werden – in der Regel Akteure aus dem Bereich öffentliche Verwaltung sowie Sozial- und Umweltverbände. Die Einbindung von Wirtschaftsakteuren oder der direkten WSK-Akteure von Beginn an ist bei diesem Abgrenzungsansatz eher selten.

Für die Ausführungen in den folgenden Kapiteln wird der Standpunkt des Bottom-up-Ansatzes gewählt (s.o.), da dieser zum einen in vielen Förderprogrammen verankert ist und entsprechend die derzeitige Landschaft der ländlichen Entwicklung prägt. Zum anderen wird das Sozialkapital einer Region als „Kitt" zwischen den regionalen Akteuren sehr viel stärker mit berücksichtigt. Das Sozialkapital schafft innerhalb einer Region eine enge Verbindung zwischen „individueller räumlicher Bindung (als handlungsrelevantem Phänomen!) [im Original hervorgehoben; Anm. d. Verf.] und regionalwirtschaftlicher Entwicklung."[9] Je geringer die Diskrepanz zwischen den von Akteuren der regionalen Entwicklung gemeinsam geteilten Einschätzungen von Handlungsspielräumen und -kompetenzen und deren Erwartungen an die Zukunft ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Aktivitäten initiiert werden, welche die regionale Entwicklung direkt oder indirekt fördern.[10] Regionale Identität ist damit förderlich für die regionale Wirtschaftsentwicklung[11], bzw. als wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche regionale Entwicklungspolitik[12] und Innovation[13] zu sehen.

Wie im Folgenden gezeigt wird, bildet dieser Zusammenhang in Verbindung mit den strukturellen Unterschieden zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung (siehe Kapitel 5.3.3 „Charakterisierung der wesentlichen strukturelle Unterschieden") einen, wenn nicht den, zentralen entscheidungsrelevanten Faktor für regionale Akteure (siehe Kapitel 5.3.5 „Entscheidungsrelevante Faktoren für regionale Akteure") bei der Frage, ob die vorhandenen regionalen Ressourcen stofflich oder energetisch genutzt werden – und warum die Höhe der potenziellen Wertschöpfung nicht (immer) das ausschlaggebende Argument ist – sondern die tatsächlich (schnell) regional zu realisierende.

### 5.3.2 Kurzeinführung regionale Wertschöpfung und Wertschöpfungsketten

Im Folgenden werden zum einen einleitend zentrale Begriffe definiert, die zur Beurteilung des Beitrages der stofflichen bzw. der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur ländlichen Entwicklung genutzt werden. Hierbei handelt es sich um die Begriffe a) Wertschöpfung und b) regionale Wertschöpfung sowie c) Wertschöpfungskette und d) regionale Wertschöpfungskette. Zum anderen wird beschrieben, warum (regionale) Wertschöpfung einen zentralen und geeigneten Indikator zur Beurteilung des Beitrages der stofflichen bzw. der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur ländlichen Entwicklung darstellt.

*Wertschöpfung*
Wie die folgende Abbildung verdeutlicht, wird als Wertschöpfung der Ertrag einer Wirtschaftseinheit nach Abzug aller Vorleistungen bezeichnet. Wertschöpfung entspricht dem von einer Wirtschaftsein-

[9] Konzeptualisiert von Derenbach 1988. Zitiert in: Nuissl 2000: 471.

[10] Vgl. Nuissl 2000: 471.

[11] Vgl. Knickel/Siebert/Ganzert u.a. 2004: X.

[12] bezogen auf regionale Entwicklungspolitik siehe Stiens 2000: IV.

[13] bezogene auf regionale Innovation siehe Weichhart 2000: 552f.

heit in einer bestimmten Periode geschaffenen Wertzuwachs. Sie ist die am besten geeignete Größe, um die Leistungen eines Unternehmens, einer Branche, einer Region oder auch einer Nation zu messen. Dabei wird zwischen der Nettowertschöpfung und der Bruttowertschöpfung unterschieden. Die Nettowertschöpfung wird errechnet, indem vom Umsatz, also von der gesamten Unternehmensleistung, die von Dritten bezogenen Vorleistungen sowie die Abschreibungen abgezogen werden. Die Bruttowertschöpfung entspricht der Nettowertschöpfung plus dem Abschreibungsaufwand.

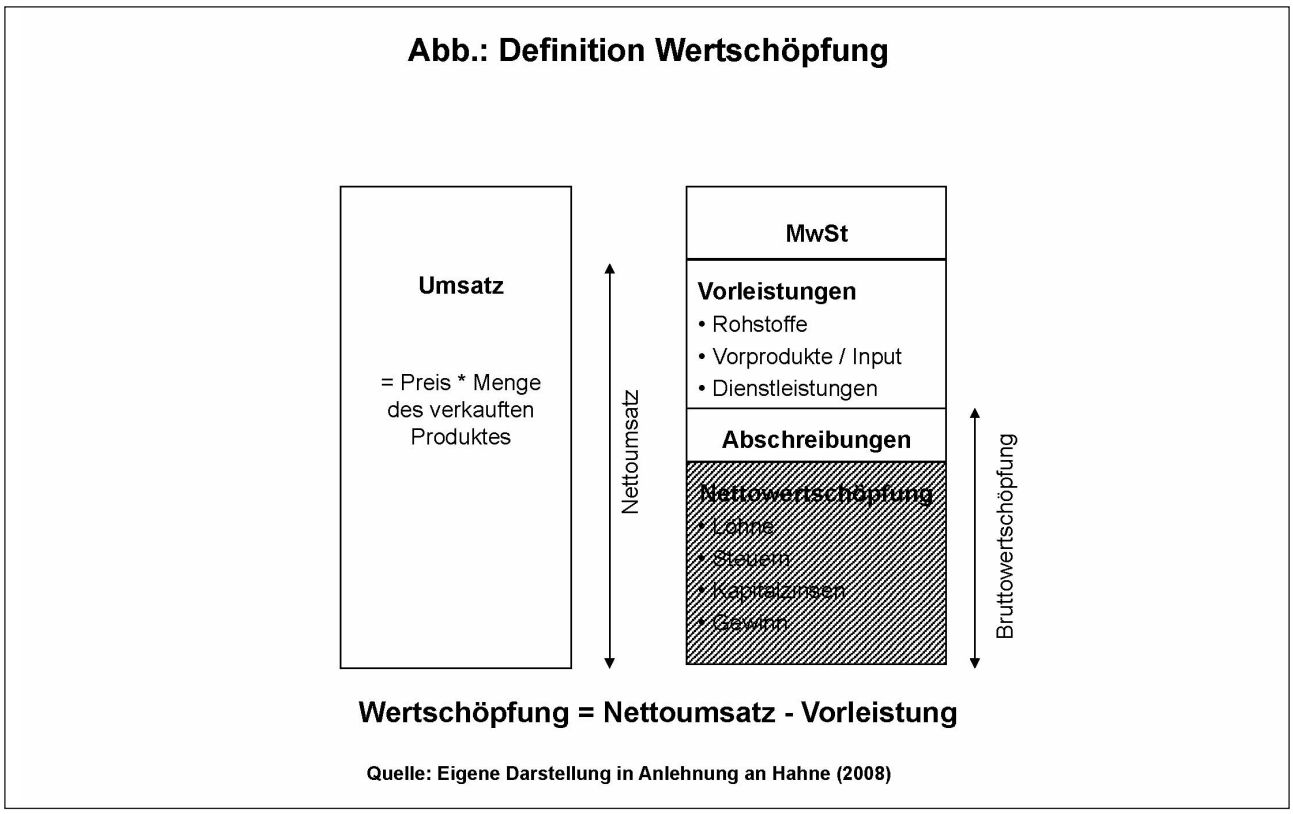



*Abbildung 81: Definition von Wertschöpfung*

Die erarbeitete Wertschöpfung wird als Einkommen auf die Mitarbeiter, als Steuern an den Staat, als Zins an die Fremdkapitalgeber, als Dividende an die Eigenkapitalgeber und als Gewinn an die Unternehmer verteilt. Mit anderen Worten: Wertschöpfung steht als Einkommen und Gewinn zur Verfügung und im direkten Zusammenhang mit der Entstehung von Arbeitsplätzen.

*Regionale Wertschöpfung*

Regionale Wertschöpfung kann in Anlehnung an das skizzierte betriebswirtschaftliche Konzept der Wertschöpfung als die gesamten Leistungen einer Region abzüglich der von außerhalb der Region bezogenen Vorleistungen definiert werden. Analog zur Darstellung oben steht die regional erzielte Wertschöpfung im direkten Zusammenhang mit den Gewinn der Unternehmen in einer Region, dem Einkommen der Beschäftigten in der Region sowie den in der Region vorhandenen Arbeitsplätzen und deckt damit eine zentrale Dimension der ländlichen Entwicklung – die ökonomische Entwicklung einer Region – gut ab.

*Wertschöpfungskette*
Eine Wertschöpfungskette (WSK) umfasst den gesamten Weg eines Produktes oder einer Dienstleistung vom Erzeuger über den Verarbeiter und den Vermarkter bis zum Endkunden. Die WSK beschreibt die Abfolge an wertschöpfenden Tätigkeiten bzw. die einzelnen Wertschöpfungsstufen. Das betrachtete Objekt ist ein Produkt oder eine Dienstleistung, bzw. ein Teil davon.

*Regionale Wertschöpfung*
Wie die folgende Abbildung verdeutlicht, ist unter einer regionalen Wertschöpfungskette zu verstehen, dass der überwiegende Teil der Stufen der Wertschöpfungskette in der Region liegt, bzw. die Wertschöpfungstätigkeiten in der Region erbracht werden – und damit auch der überwiegende Teil der Wertschöpfung in der Region verbleibt.

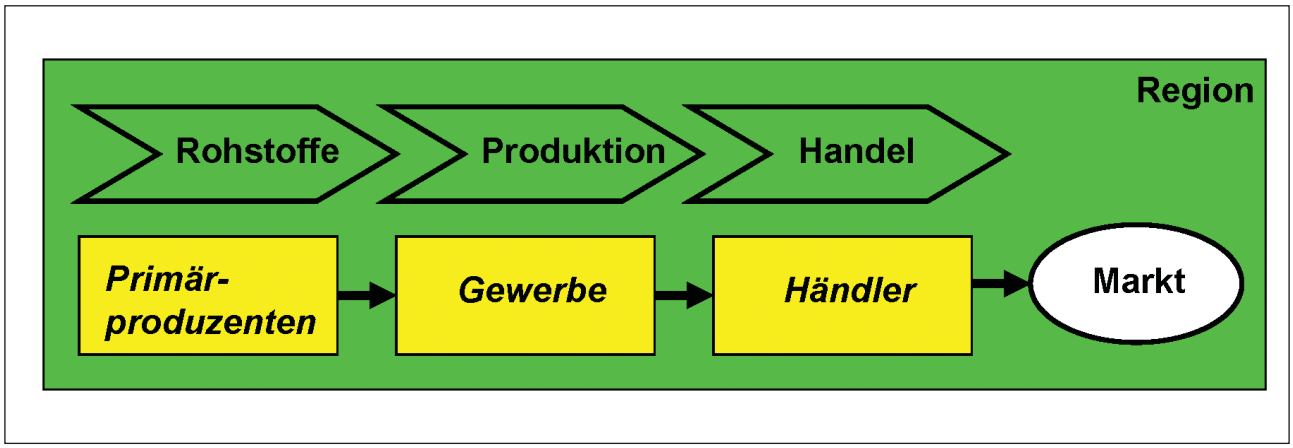



*Abbildung 82: Regionale Wertschöpfungskette*

Die in der Abbildung dargestellte Ausprägung, dass alle Stufen bzw. wertschöpfenden Tätigkeiten komplett innerhalb einer Region liegen, dürfte in der Realität relativ selten vorkommen. Denkbar ist dies z.B. für ausgewählte Dienstleistungen, Lebensmittel des täglichen Bedarfs oder (möglicherweise) auch für den Bereich Bioenergie. Allerdings ist in der Realität eher davon auszugehen, dass auch bei regionalen Wertschöpfungsketten bestimmte Vorleistungen und -produkte nicht aus der Region stammen oder auch die Vermarktung der Produkte nicht zu 100 % in der Region erfolgt. Hinzu kommt, dass ein wesentlicher Teil regionaler Wertschöpfung durch den Export und Verkauf der Produkte außerhalb der Region generiert werden kann: Die Region verzeichnet dann einen zusätzlichen wertschöpfungsrelevanten Kapitalzufluss.

### 5.3.3 Charakterisierung der wesentlichen strukturellen Unterschiede

Strukturelle Unterschiede zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung ergeben sich vor allem durch die Produktvielfalt (siehe Abbildung 83) im stofflichen Bereich. Die Vielfalt der Endprodukte, vom Dämmstoff über Holzmöbel bis zur Chemie, bedingt individuelle Anforderungen an Funktion, Qualität, Design etc., die über eine Vielzahl von WSK und Wertschöpfungsstufen hergestellt werden.

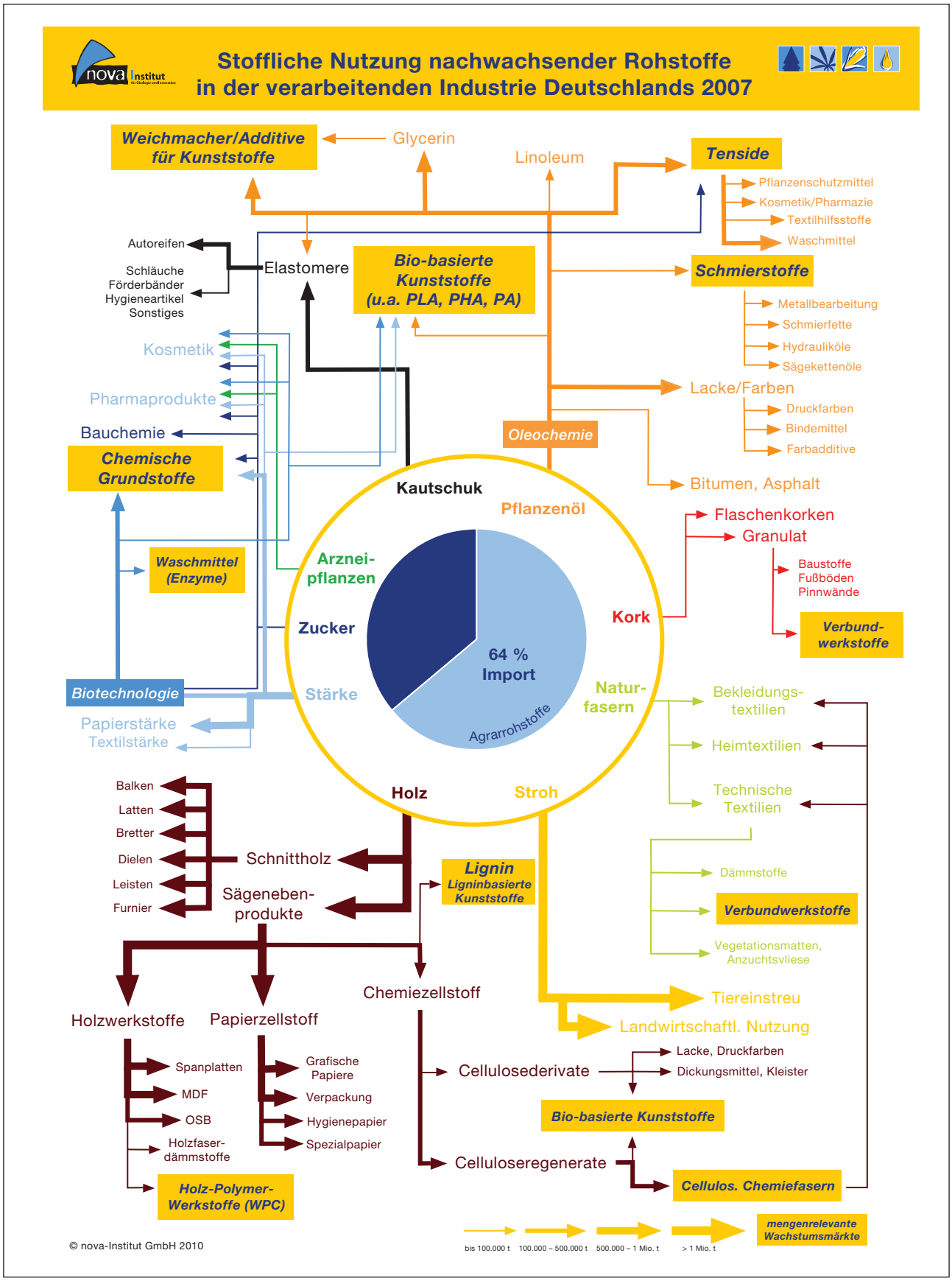



*Abbildung 83: Nachwachsende Rohstoffe – stoffliche Nutzung. Quelle: nova-Institut 2010*

Aufgrund der limitierten Nachfrage innerhalb einer Region nach den vielfältigen Produkten des stofflichen Nutzungspfades ist der Absatz auf den Export in andere Regionen ausgerichtet. Die Massen-, Teil- und Spezialmärkte im stofflichen Bereich unterliegen entsprechend spezifischen Wettbewerbs- und Marktbedingungen. Die Vielzahl der Produktionslinien spiegelt sich dabei auch in den Interessens- und Lobbystrukturen wider (siehe Kapitel 5.2).

Der energetische Bereich ist demgegenüber durch standardisierte Endprodukte Strom, Wärme (=Kilowattstunde) und Treibstoffe geprägt. Die eigentliche Trennlinie liegt jedoch nicht, wie zunächst zu vermuten wäre, zwischen dem energetischen und dem stofflichen Bereich insgesamt, sondern vielmehr zwischen Produkten, die am Markt bestehen müssen („stofflich“) sowie Produkten, die durch Förderung sehr attraktiv gemacht wurden und durch politische Rahmenbedingungen verbindliche, sichere Märkte finden (vor allem durch das EEG, siehe Kapitel 6.1.1). So sind „Biokraftstoffe“ nach der Regionalanalyse strukturell der stofflichen Nutzung näher als der Stromproduktion aus Biomasse (Pellets, Biogas). Biokraftstoffe müssen exportiert werden und sich am Markt behaupten. Weitere wesentliche Unterschiede sind in der folgenden Tabelle dokumentiert (Tabelle 61).

Für die Produkte Strom, Wärme und Biogas sowie dezentrale Holzverbrennung gilt, dass die notwendige Produktionstechnik verfügbar und vor allem duplizierbar sowie in der Regel skalierbar ist (von der privaten Pellet-Heizung bis zum kommunalen Holzhackschnitzel-Kaftwerk). Wesentlich sind jedoch zwei Tatsachen: Zum einen können diese Produkte in kurzen und standardisierten Wertschöpfungsketten innerhalb einer Region produziert werden. Zum anderen wird mit Strom und Wärme ein regionales Massenprodukt des täglichen Bedarfs mit kontinuierlicher und dauerhafter Nachfrage produziert, das Energie-Importe in die Region dauerhaft ersetzen kann. Dieser Massenmarkt wird darüber hinaus durch (aktuell) politisch abgesicherte Märkte mit garantierter (Teil-) Vergütung über das EEG garantiert, d.h. neben der verfügbaren Technik auf der Produktionsseite ist die Abnahme der Produkte zu attraktiven Preisen (aktuell) politisch garantiert. Diese Rahmenbedingungen schaffen für Regionen ein annähernd risikoloses Umfeld für die energetische Nutzung regionaler Potenziale.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Bereich der stofflichen Nutzung strukturell auf Vielfalt und Export (aus regionaler Sicht) ausgerichtet ist (offensive Strategie)[14]. Der Bereich der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist im regionalen Kontext strukturell auf Strom, Wärme und Gas sowie die Substitution von Importen ausgerichtet (defensive Strategie). Die Nachfrage nach regional erzeugter Bioenergie kann regional stimuliert und beeinflusst, bzw. Angebot und Nachfrage können problem- und risikolos miteinander verknüpft werden. Die garantierte Abnahme und die niedrige Transportkostensensibilität im Bereich Strom ermöglicht jedoch zusätzlich auch die o.a. offensive Strategie, d.h. Export. Somit wird dieser Bereich auch interessant für Großkonzerne, welche die Regionen nur als Produktionsstandorte wahrnehmen und einen Großteil der in der Region möglichen Wertschöpfung abschöpfen.

Eine Kaskadennutzung „erst stofflich – dann energetisch“ hat in Bezug auf die regionale Wertschöpfung in den ländlichen Räumen strukturell kaum Auswirkungen: Die Märkte für Produkte aus der stofflichen Nutzung liegen in den Städten (Exportorientierung). Ein Rücktransport der Güter nach Gebrauch zur energetischen Verwertung in die ländlichen Räume findet – nachvollziehbar – aufgrund der

[14] Die Exportorientierung der stofflichen Nutzung aus regionaler Sicht kann folgendermaßen verdeutlicht werden. In der Regel reicht der regionale Markt, bzw. die regionale Nachfrage nicht aus, um die in der Region erzeugten Produkte der stofflichen Nutzung dort abzusetzen. Bspw. ist es kaum vorstellbar, dass in einer auf die Produktion von Holzstühlen spezialisierten Region alle Stühle in ebendieser Region vermarktet werden können. Dafür sind die erzeugten Mengen zu groß, die Kundenwünsche zu vielfältig und der (überregionale) Wettbewerb zu hart. So konkurriert ein regional erzeugter Holzstuhl bspw. auch mit dem Angebot von IKEA. Vielmehr müssen sich die Produkte der stofflichen Nutzung in der Regel auf überregionalen Märkten beweisen und sind auf Alleinstellungsmerkmale (Preis, Qualität usw.) angewiesen, um im Konkurrenzkampf bestehen zu können.

Transportkosten nicht statt. Welche Unterschiede zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung im Bereich der (regionalen) Wertschöpfung insgesamt bestehen, ist Gegenstand des nun folgenden Kapitels.

| **Charakteristikum** | **stoffliche Nutzung** | **energetische Nutzung** |
|---|---|---|
| **Produktvielfalt** | Vielfalt von Zwischen- und Endprodukten und damit individuelle Anforderungen bspw. in Funktion, Design und Stil. | Standardisierte und leitungsgebundene Endprodukte Kilowattstunde (Strom, Wärme, Gas) sowie flüssige Treibstoffe, wobei letztere strukturell eher der stofflichen Nutzung zuzuordnen sind. |
| **Produktaufforderungen** | Vielfältige, komplexe und höhere Anforderungen an Produkteigenschaften und Produktionstechniken, höhere Investitionen notwendig. | Verfügbare, standardisierte Technik, die zum Teil problemlos skalierbar ist: Von der privaten Pellet-Heizung bis zum kommunalen Hackschnitzelheizkaftwerk |
| **Wertschöpfungsstufen** | Von relativ kurzen (z.B. Hanfdämmstoffe) bis hin zu langen Wertschöpfungsketten (z.B. Holzmöbelproduktion und chemische Industrie) | Sehr kurze Wertschöpfungsketten: Urproduktion, Verarbeitung (z.B. als Hackschnitzel oder Pellets), Verbrennung. |
| **Verfügbarkeit von Rohstoffen** | Zum Teil Vielfalt an Rohstoffen und Zulieferprodukten zur Produktion eines Produktes notwendig. Nicht alles in einer Region vorhanden. | Rohstoffe regional verfügbar bzw. mobilisierbar. Nutzung von „Restmaterial" (Restholz, Landschaftspflege) denkbar (wird durch Möglichkeit der Skalierung (s.o.) unterstützt). |
| **Transport** | Hohe Transportkostensensibilität auf den unteren Stufen, die erst durch die zunehmende Veredelung abnimmt. | Hohe Transportkostensensibilität auf der untersten Stufe, die aber durch das leitungsgebundene Endprodukt Kilowattstunde oder Gas minimal wird.<br>ABER: Hoch bei Wärme: Die Nutzung ist lokal/regional begrenzt. |
| **Regionale Märkte/Kunden** | Vielzahl hochwertiger Produkte mit der Notwendigkeit, Exportmärkte zu bedienen, da kein ausreichender regionaler Markt vorhanden ist. | Strom, Wärme und Gas sind regionale Massenprodukte des täglichen Bedarfs mit kontinuierlicher und dauerhafter Nachfrage, so dass Energie-Importe in die Region dauerhaft ersetzt werden können. |
| **Nachfrage** | Wenig sichere und unüberschaubare Marktsituationen: Massen-, Teil- und Spezialmärkte mit spezifischen Wettbewerbs- und Marktbedingungen, globaler Wettbewerb. | (Derzeit) politisch abgesicherter Massenmarkt, sichere Nachfrage und Abnahme mit garantierter (Teil-)Vergütung, unabhängig von der produzierten Menge („alte Agrarpolitik der Massensubventionierung", die zu Milch- und Butterbergen führte). |
| **Subventionen** | Gering (z.B. Markteinführungsprogramme) bis keine. | Hoch bis sehr hoch (z.B. EEG) |
| **Regionale Wertschöpfungsstrategie** | Export auf überregionale Märkte (offensive Strategie). | Substitution von (Energie-)Importen in die Region (defensive Strategie). |

*Tabelle 61: Wesentliche strukturelle Unterschiede zwischen der energetischen und stofflichen Nutzung*

### 5.3.4 Wertschöpfungseffekte stofflicher und energetischer Nutzung

Einleitend wurde die zentrale Bedeutung der (regionalen) Wertschöpfung zur Beurteilung möglicher Unterschiede zwischen der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Hinblick auf ihren Beitrag zur ländlichen Entwicklung beschrieben. Im Folgenden wird daher der Frage nachgegangen, welche (regionalen) Wertschöpfungseffekte mit der stofflichen bzw. energetischen Nutzung verbunden sind. Die Antworten auf die Frage lassen sich zu folgenden zentralen Aussagen zusammenfassen:

*Die (gesamtgesellschaftliche) Wertschöpfung ist im Bereich der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe höher als bei der energetischen Nutzung.*

Im Kapitel 3.3 wurden die makroökonomischen Effekte (Beschäftigung und Wertschöpfung) stofflicher und energetischer Nutzung nachwachsender Rohstoffe durch Auswertung vorhandener Studien und eigener Erhebungen ausführlich untersucht. Da anstelle der (gesamtgesellschaftlichen) Wertschöpfung in den meisten Fällen nur die Umsätze der betrachteten Branchen und Wertschöpfungsketten bekannt sind, wurden diese überwiegend zur Abschätzung der Wertschöpfung herangezogen. Zur Abschätzung der Beschäftigungswirkungen wurde ausschließlich die direkte Bruttobeschäftigung betrachtet.

Das Ergebnis kann folgendermaßen zusammengefasst werden (vgl. auch die Zusammenfassung in Abschnitt 3.3.3): Trotz der unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen der untersuchten Studien und Branchendaten und der verschiedenen betrachteten Ketten, wird deutlich, dass das Potenzial der stofflichen Nutzung zur Schaffung von Wertschöpfung und Beschäftigung signifikant ist und über dem der energetischen Nutzung liegt. Die Wertschöpfung der stofflichen Nutzung liegt nach der Auswertung in Kapitel 3.3 um einen Faktor von 4 bis 9 und die direkte Bruttobeschäftigung um einen Faktor von 5 bis 10 höher als bei der energetischen Nutzung, jeweils bezogen auf den gleichen Stoffstrom (Masse) bzw. die gleiche Fläche (ha).

Neben diesen empirischen Untersuchungen sprechen auch die bereits skizzierten strukturellen Unterschiede sowie darauf aufbauende Plausibilitätsüberlegungen für ein höheres Wertschöpfungspotenzial der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Vergleich zur energetischen Nutzung. Insbesondere können hier die folgenden Punkte genannt werden:

- Während die WSK im Bereich der energetischen Nutzung relativ kurz sind und im Wesentlichen aus drei Stufen bestehen (Biomasseproduktion und -bereitstellung, Energieumwandlung, Energieverwendung) umfassen WSK in der stofflichen Nutzung deutlich mehr Stufen, mit denen jeweils Wertschöpfungseffekte verbunden sind.
- Bei den Produkten im Bereich der stofflichen Nutzung handelt es sich oftmals (bspw. Möbel, Holzhäuser, Papier) um hochwertige und komplexe Produkte (Funktion, Design etc.), mit denen eine höhere Wertschöpfung erzielt werden kann.
- Eine energetische Nutzung der Rohstoffe im Sinne einer Kaskadennutzung ist zumindest theoretisch am Ende jeder stofflichen Nutzung möglich, so dass das energetische Wertschöpfungspotenzial quasi zusätzlich zum stofflichen Nutzungspotenzial erschlossen werden kann.

Während die erste Aussage sich auf die Wertschöpfung insgesamt bezogen hat, richtet die zweite Aussage das Augenmerk stärker auf die Frage der regionalen Wertschöpfung und lautet folgendermaßen.

*Die regionale Wertschöpfung wird davon bestimmt, welche Wertschöpfungsstufen jeweils von der Region bearbeitet werden (können).*

Hierunter ist zu verstehen, dass die in einer Region zu realisierende regionale Wertschöpfung nicht in erster Linie davon abhängt, ob es sich um eine stoffliche oder energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe handelt, sondern vielmehr davon bestimmt wird, welche Wertschöpfungsstufen jeweils von der Region bearbeitet werden (können). Anders ausgedrückt: Nicht das theoretische oder insgesamt volkswirtschaftlich zu realisierende Wertschöpfungspotenzial ist entscheidend. Vielmehr ist für die regionale Wertschöpfung ausschlaggebend, ob es gelingt, neben der Rohstoffproduktion zusätzliche Wertschöpfungsstufen in der Region zu realisieren.

Diese Aussage soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Die folgende Abbildung zeigt eine Wertschöpfungskette in der Möbelwirtschaft, bei der entsprechend den obigen Ausführungen von einer hohen Wertschöpfung durch stoffliche Nutzung des Rohstoffes Holz auszugehen ist.

Ausschlaggebend für die regionale Wertschöpfung einer ländlichen Region – wie sie einleitend definiert wurde – ist nun die Frage, welche der Stufen dieser WSK in der Region bearbeitet werden und damit zur regionalen Wertschöpfung beitragen. Hier ist ein Spektrum von Möglichkeiten denkbar, an dessen Rändern die beiden folgenden Varianten stehen.

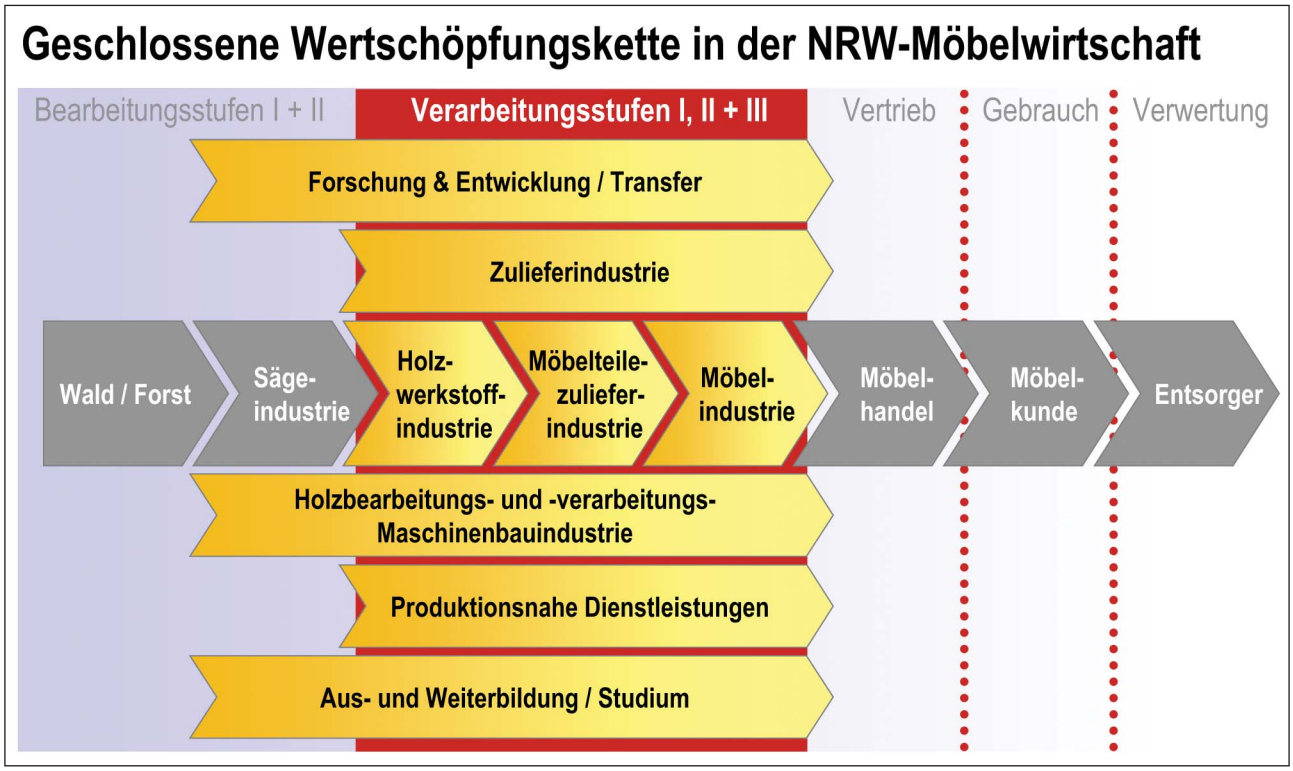



*Abbildung 84: Wertschöpfungskette Möbelwirtschaft (NRW). Quelle: Stosch 2007*

**Variante Maximum: Regionales Cluster**

Wie die folgende Abbildung zeigt, liegen bei dieser Variante wesentliche Stufen der WSK bis zum Endprodukt innerhalb der (ländlichen) Region, die durch den grünen Rahmen symbolisch abgegrenzt wird. Diese Variante kann als regionales Cluster bezeichnet werden, mit dem die höchsten regionalen

Wertschöpfungseffekte verbunden sind, nicht zuletzt dadurch, dass durch den „Export“ der Produkte Finanzmittel in die Region fließen. Bei dieser Variante liegen in der Regel die regionalen Wertschöpfungseffekte der stofflichen Nutzung deutlich über denen einer energetischen Nutzung.

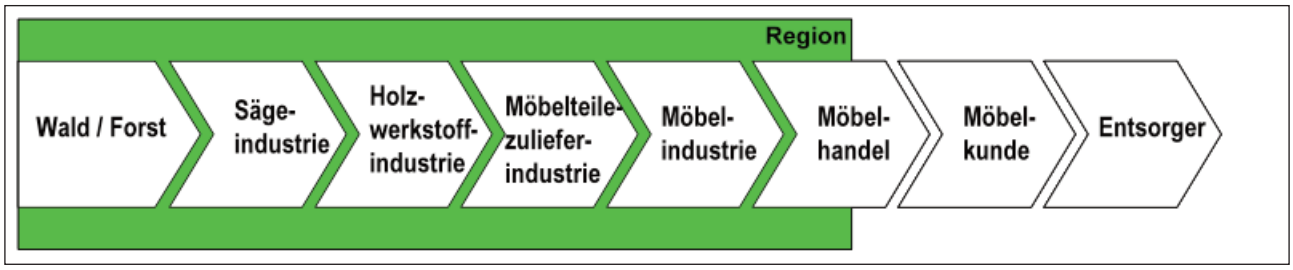



*Abbildung 85: Regionales Cluster Möbelwirtschaft. Quelle: Eigene Darstellung*

**Variante Minimum: Regionale Rohstofflieferung**

Die folgende Abbildung veranschaulicht das andere Extrem. Hier stammen aus der Region nur die Rohstoffe, die in überregionale, möglicherweise globale Wertschöpfungsketten „eingespeist“ werden. Bis auf die Rohstoffproduktion liegen alle weiteren Stufen der Wertschöpfung außerhalb der Region. Entsprechend trägt diese Variante auch kaum zur regionalen Wertschöpfung bei. Anders ausgedrückt: Die Region partizipiert zu einem kleinen Teil an der gesamten Wertschöpfung, die über die gesamte Kette nach wie vor erzielt wird. Darüber hinaus ist insbesondere bei globalen WSK davon auszugehen, dass potente Akteure, die zumeist am Ende der Kette angesiedelt sind, die Steuerung der gesamten Kette übernehmen. Im negativen Fall kann hiermit ein hoher Preisdruck und/oder hohe Unsicherheit sowie eine eingeschränkte Handlungsfähigkeit die unteren Stufen der WSK prägen. Auf diese Frage wird im nächsten Kapitel „Entscheidungsrelevante Faktoren für regionale Akteure“ weiter eingegangen.

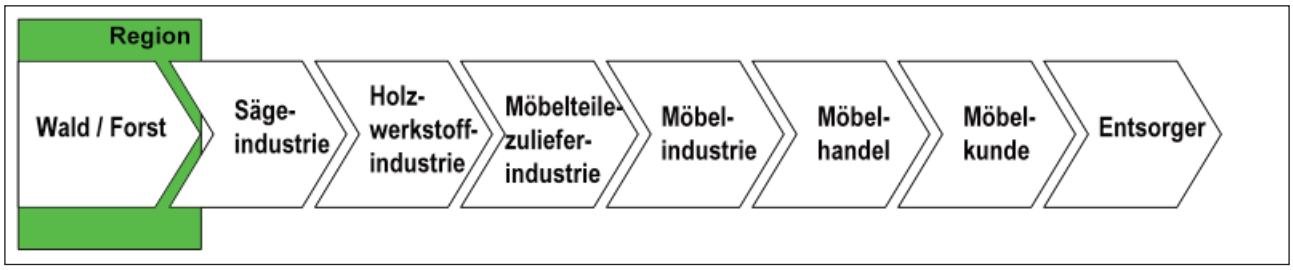



*Abbildung 86: Regionale Rohstofflieferung. Quelle: Eigene Darstellung*

Bei der Variante „Regionale Rohstofflieferung“ kann die regionale Wertschöpfung einer stofflichen Nutzung geringer ausfallen als bei einer energetischen Nutzung, in der alle Stufen der Wertschöpfung (Biomasseproduktion und -bereitstellung, Energieumwandlung, Energieverwendung) in der Region liegen. Obwohl natürlich insgesamt betrachtet die Wertschöpfung der stofflichen Nutzung weiterhin höher ausfällt.

*Regionale Wertschöpfung lässt sich unter den aktuellen Rahmenbedingungen leichter im Bereich der energetischen Nutzung erschließen*

Diese dritte Aussage kann anhand folgender Argumentationslinien begründet werden, die teilweise bereits bei den strukturellen Unterschieden beschrieben wurden, hier aber nochmals im Gesamtzusammenhang dargestellt werden sollen.

Regionale Wertschöpfungseffekte im ländlichen Raum lassen sich aktuell leichter im Bereich der energetischen Nutzung erschließen, weil:

- sämtliche Stufen der Wertschöpfung im Bereich der energetischen Nutzung von regionalen Akteuren durchgeführt werden, bzw. sämtliche Wertschöpfungsstufen in der Region liegen können. D.h. sowohl die Rohstoffproduktion, die Konfektionierung (z.B. Hacken, Silierung, Pressung), als auch die Energieproduktion (z.B. Holzwärme, Biogasstrom) kann in der Region stattfinden. Dies hat seine Ursachen u.a. in den relativ „kurzen und einfachen" WSK im Bereich der energetischen Nutzung sowie der Verfügbarkeit der notwendigen Technik.
- regionale Akteure die Wertschöpfung erbringen oder daran partizipieren können. Hierzu gehören sowohl die Rohstoffproduzenten wie Land- und Forstwirte, die Kommunen (z.B. durch kommunalen Eigenbetrieb von Anlagen), das regionale Handwerk und Dienstleister (z.B. durch Bau und Wartung von Anlagen), regionale Banken und Sparkassen aber auch die Bürger (die durch Errichtung von Bürgeranlagen oder Bürgerfonds als „Miteigentümer" an der Wertschöpfung beteiligt werden).
- verfügbare oder bislang ungenutzte Rohstoffe, Reststoffe oder Nebenprodukte die, wie z.B. aus der Landschaftspflege, mobilisiert und in Wert gesetzt werden können.
- die notwendigen Investitionen überschaubar sind und bereits mit kleinen Anlagen wie z.B. einer Hackschnitzelheizung in einem öffentlichen Gebäude eine geschlossene WSK etabliert werden kann und dafür notwendigen Akteursnetze auf der lokalen Ebene (z.B. Bioenergiedorf) bzw. der regionalen Ebene relativ leicht aufzubauen sind.
- eine ausreichend hohe Nachfrage nach den Produkten (Wärme, Strom und Gas als Massenprodukte des täglichen Bedarfs) in den Regionen besteht bzw. die Abnahme garantiert ist, die regionale Nachfrage nach regional erzeugter Bioenergie gezielt stimuliert und beeinflusst werden kann (z.B. durch Imagekampagnen für Bioenergie), und Angebot und Nachfrage regional verknüpft werden können.
- die Importe fossiler Produkte in die Region substituiert, regionale Wirtschaftskreisläufe geschlossen und Kaufkraftverluste aus der Region vermieden werden können. Insbesondere für strukturschwache Gebiete handelt es sich hierbei um eine erfolgversprechende (defensive) und risikoarme Strategie, vorhandene Potenziale und Rohstoffe in Wert zu setzen und Kaufkraft in der Region zu halten.

Wie die folgende Abbildung am Beispiel der Stadt Güssing verdeutlicht, spielt der letztgenannte Punkt, die Substitution von (Energie-)Importen, das Schließen regionaler Wirtschaftskreisläufe und die damit verbundene Wertschöpfung, eine zentrale Rolle in der Argumentation für den weiteren Ausbau der Bioenergie und die Darstellung der damit verbundenen ökonomischen Erfolge bzw. Perspektiven. In Güssing konnte demnach z.B. die regionale Wertschöpfung bzw. die regionale Kaufkraft durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Substitution von Importen von extern produzierter Energie im Zeitraum zwischen 1991 und 2005 um 13 Mio. € erhöht werden.

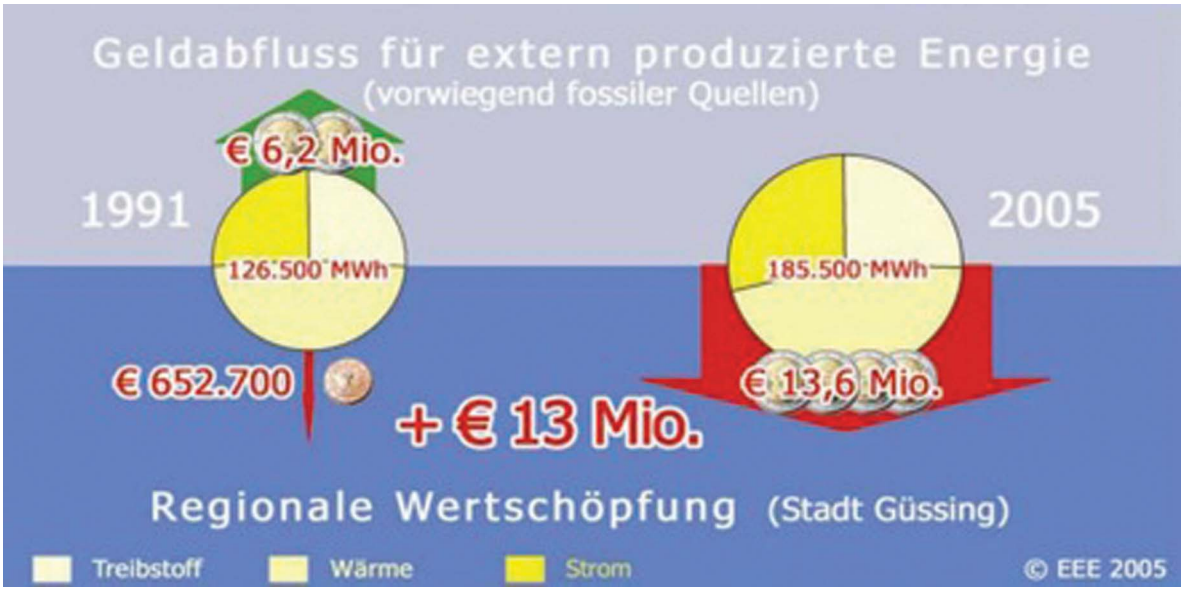



*Abbildung 87: Regionale Wertschöpfung Güssing. Quelle: EEE 2005*

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Steigerung regionaler Wertschöpfung und die damit im Zusammenhang stehende Verringerung der Import-Abhängigkeit von internationalen Energiemärkten neben dem Klimaschutz inzwischen als eines der wichtigsten Argumente und Ziele für kommunales und regionales Engagement zum Ausbau der Bioenergie genannt wird (z.B. im Wettbewerb Bioenergie-Regionen des BMELV).

Die skizzierten Chancen zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in ländlichen Räumen stehen allerdings in direktem Zusammenhang mit externen Impulsen. Hierbei sind in erster Linie direkte monetäre Anreize zu nennen wie das EEG und das Marktanreizprogramm zur Errichtung und Erweiterung von Biomasseanlagen, aber auch Förderungen im Bereich der ländlichen Strukturpolitik auf der EU-Ebene (ELER[15]) sowie des Bundes und der Länder (GAK[16] z.B. Förderung von Nahwärmenetzen, Investitionszuschüsse). Als indirekte Subventionierung der Bioenergienutzung kann die Bereitstellung der weiterhin notwendigen überregionalen Netze bspw. im Strombereich sowie der Backup-Kraftwerke, die zur Absicherung notwendig sind, gewertet werden. Erst mit diesen monetären Anreizen und indirekten Subventionen werden konkurrenzfähige Preise der Bioenergieprodukte, bzw. eine garantierte Abnahme geschaffen und Investitionen unterstützt (vgl. Kapitel 3.2 und 6.1.1).

Neben direkten und indirekten Subventionen gibt es politisch motivierte Impulse, die den Ausbau der Bioenergie befördern. Hierzu gehören bspw. Wettbewerbe und Initiativen wie Bioenergie-Regionen, Bioenergie-Dörfer oder „100 % Erneuerbare Energie Regionen“. Nicht zuletzt befördert die Debatte

[15] ELER: Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums

[16] GAK: Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes

um den Klimaschutz die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe (jede kw/h Bioenergie substituiert eine kw/h aus Kohle, Öl oder Kernenergie). Auch diese nicht in erster Linie monetären Anreize und Impulse tragen dazu bei, dass regionale Wertschöpfungseffekte aktuell leichter im Bereich der energetischen Nutzung realisiert werden können, indem zentrale regionale und lokale Politiker wie Landräte und Bürgermeister den Ausbau der Bioenergie zu ihrer Sache machen und vorantreiben. Eine Situation, die im Bereich der stofflichen Nutzung in dieser Form selten oder gar nicht zu beobachten ist.

### 5.3.5 Entscheidungsrelevante Faktoren für regionale Akteure

Im Folgenden werden aus Sicht der regionalen Akteure (der ländlichen Entwicklung) relevante Faktoren im Hinblick auf die Entscheidung, welche Nutzung nachwachsender Rohstoffe gewählt wird, zusammenfassend und vereinfacht[17] dargestellt und der Versuch einer Einschätzung vorgenommen. Ziel der Einschätzung ist es nicht, eine objektive Beurteilung vorzunehmen. Vielmehr steht die subjektive Wahrnehmung aus dem Blickwinkel regionaler Akteure im Vordergrund.

*Regionale Wertschöpfung / ökonomische Vorteilhaftigkeit*
Auf die zentrale ökonomische Bedeutung der regionalen Wertschöpfung für Arbeitsplätze, Einkommen und Gewinn aber auch das regionale Steueraufkommen wurde bereits hingewiesen. Dabei steht für die regionalen Akteure bei der Entscheidung, welche Nutzung nachwachsender Rohstoffe gewählt wird, nicht im Vordergrund, wie hoch die theoretischen oder gesamtgesellschaftlichen Wertschöpfungspotenziale sind und ob es sich um eine stoffliche oder energetische Nutzung handelt. Vielmehr hängt die Entscheidung der regionalen Akteure für eine bestimmte Nutzung insbesondere davon ab, welche Wertschöpfungsstufen jeweils innerhalb der eigenen Region bearbeitet werden (können), und welche Wertschöpfung in der Realität ganz praktisch, einfach und risikoarm zu erzielen ist (siehe oben). Wie ebenfalls oben ausgeführt, ist es unter den aktuellen Rahmenbedingungen leichter, zusätzliche Wertschöpfung auf der regionalen Ebene durch eine energetische Nutzung zu erreichen. Viele Regionen sehen dies als neue Chance an. Demgegenüber werden im Bereich der stofflichen Nutzung auf der regionalen Ebene kaum (neue) Potenziale wahrgenommen.

*Erfolgsaussichten*
Wie oben bereits angedeutet, handelt es sich bei der regionalen Einschätzung der Realisierbarkeit des einzuschlagenden Nutzungspfades um ein entscheidungsrelevantes Kriterium. Erscheint die Inwertsetzung der vorhandenen Potenziale aus Sicht der regionalen Akteure realistisch und machbar? Wie sicher ist eine erfolgreiche Umsetzung und wie hoch ist das Risiko des Scheiterns? Wie schnell sind Erfolge zu realisieren? Überzeugenden Erfolgsgeschichten aus anderen Regionen kommt dabei eine hohe Bedeutung bei, da sie eine hohe Überzeugungskraft besitzen und zur Nachahmung anregen. Auch dieser Kriterienkomplex spricht aktuell eher für eine energetische Nutzung. In der Wahrnehmung der Regionen verfügen sie über ausreichende Rohstoffe für die energetische Nutzung. Die Märkte sind überschaubar, ausreichende Nachfrage ist vorhanden, bzw. die Abnahme staatlich gesichert und damit das Risiko überschaubar bzw. gering. Zudem gibt es inzwischen viele – aus Sicht der Regionen – erfolgreiche und gut kommunizierte Beispiele einer Bioenergienutzung auf der lokalen oder regionalen Ebene, wie. z.B. Güssing, Jühnde oder das Wendland, die zeigen, dass sogar in strukturschwachen ländlichen Regionen eine erfolgreiche Bioenergienutzung möglich ist.

[17] So werden bspw. die verschiedenen Interessenslagen der unterschiedlichen Akteursgruppen (z.B. Unternehmen und Politik) nicht weiter ausdifferenziert.

*Regionale Handlungs- und Zukunftsfähigkeit*
Hierunter ist zum einen die Frage zu verstehen, ob die Akteure in den Regionen den einzuschlagenden Nutzungspfad selber „im Griff" haben, oder zur Realisierung auf Akteure außerhalb der Region angewiesen sind. Denn regionale Akteure werden sich eher für einen Nutzungspfad entscheiden, bei dem sie davon ausgehen, dass sie die Entwicklung eigen- und selbstständig in Gang setzen sowie umsetzen können und möglichst unabhängig von äußeren (unkalkulierbaren) Einflüssen sind. Zum anderen fällt darunter die Frage, ob mit dem eingeschlagenen Nutzungspfad eine aussichtsreiche und langfristige Perspektive für die zukünftige Entwicklung der Region verbunden ist.

Betrachtet man diesen Kriterienkomplex, dürfte das Pendel aus Sicht der regionalen Akteure wiederum eher in Richtung einer energetischen Nutzung ausschlagen. Die Entwicklung von Bioenergie-WSK kann weitgehend regional gestaltet werden. Die für eine Bioenergienutzung notwendigen Akteursnetzwerke in den Regionen sind relativ überschaubar und vergleichsweise leicht aufzubauen. Die regionale Politik kann sich in diese Prozesse einbringen, Kommunen können als Vorreiter Signale setzen und positive Beispiele schaffen, die Mobilisierung der regionalen Bevölkerung ist vergleichsweise einfach möglich und es kann (regionale) Handlungsfähigkeit demonstriert (und öffentlichkeitswirksam) vermarktet werden. Teilerfolge können relativ schnell erzielt werden, verleihen dem Prozess weitere Dynamik, und eine Aufbruchstimmung kann erzeugt werden. Verläuft die Bioenergienutzung mittel- und langfristig erfolgreich, kann dies zur Stärkung der regionalen Identität und zum Ausbau des regionalen Sozialkapitals beitragen. Zudem werden in vielen Regionen mit der Bioenergienutzung positive Zukunftschancen verbunden, wie z.B.: Unabhängigkeit von steigenden und unsicheren Energiekosten, Arbeitsplätze in einer Zukunftsbranche, neue technologische Entwicklungen, Beitrag zum Klimaschutz, zunehmende Attraktivität der Region und neue Perspektiven für Jugendliche[18]. Die hohe Abhängigkeit der (langfristigen) Wirtschaftlichkeit der Bioenergienutzung vom EEG und damit letztendlich von der Politik wird bei dieser Einschätzung zumeist ausgeblendet.

**Fazit und Handlungsempfehlungen**
Die höheren gesamtgesellschaftlichen Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung durch höherwertige Produkte und längere Wertschöpfungsketten sowie durch die Möglichkeit des Recyclings und der Kaskadennutzung („erst stofflich dann energetisch") werden in Bezug auf die regionale Wertschöpfung in den ländlichen Räumen strukturell durch andere entscheidungsrelevante Kriterien für regionale Akteure überlagert. Die Kaskadennutzung ist hierbei ebenfalls kein zugkräftiges Argument, weil die Märkte für Produkte aus der stofflichen Nutzung in den Städten liegen (Exportorientierung, s.o.). Ein Rücktransport der Güter nach Gebrauch zur energetischen Verwertung in die ländlichen Räume findet aufgrund der Transportkosten nicht statt – was auch ökologisch und ökonomisch wenig effizient wäre.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aus regionaler Sicht die Wertschöpfung unter den aktuellen Rahmenbedingungen strukturell einfacher durch energetische Nutzung erhöht werden kann. Die o.a. strukturellen Unterschiede basieren zu einem wesentlichen Teil auf Subventionen und anderen Anreizen (insb. EEG), die in Deutschland, je nach Verfügbarkeit und Art der nachwachsenden Rohstoffe, fast flächendeckend in den ländlichen Räumen wirken und absorbiert werden können.

Für die stärkere Hebung sowohl der gesamtgesellschaftlichen als auch der regionalen Wertschöpfungspotenziale im Bereich der stofflichen Nutzung sollten folgende Strategien verfolgt werden:

[18] Die genannten Punkte werden bspw. in einer Vielzahl der regionalen Entwicklungskonzepte der 25 Gewinnerregionen des Wettbewerbes Bioenergie-Regionen aufgeführt.

1) Information und Transparenz über die tatsächlichen gesamtgesellschaftlichen Kosten und marktverzerrenden Förderungen als Schlüssel zur Erkennung und Eingrenzung der aktuellen Fehlsteuerungen auf der übergeordneten politischen Ebene, indem die Politik bzw. die steuernden Ebenen direkt darüber informiert werden, wo Fehlallokationen und -steuerungen auf Rohstoffebene vorliegen und zwar sowohl im Hinblick auf Wertschöpfung und Arbeitsplätze, als auch im Bereich $CO_2$ und Ver(sch)wendung öffentlicher Fördermittel.

2) Abbau der aktuellen Ungleichgewichte im Bereich der Förderung durch eine Umstellung der Fördersysteme auf mit der energetischen oder stofflichen Nutzung realisierbaren $CO_2$-Einsparungen (ausführlich hierzu siehe Kapitel 6.4).

3) Initiierung der Suche und Unterstützung von kurzkettigen Produktlinien der stofflichen Nutzung (z.B. Dämmstoffe oder Vertragsanbau für die chemische Industrie (z.B. Raps), die innerhalb einer Region bearbeitet werden können und große Marktpotenziale bieten.

4) Förderung von WSK in der ländlichen Entwicklung (ELER, ILE), unabhängig von starren Gebietsgrenzen, solange der Nutzen der Region zu Gute kommt, um die strukturelle Benachteiligung langer stofflicher gegenüber kurzen energetischen WSK aufzuheben. In Zukunft sollten solche themenorientierten oder zeitlich befristeten Regionsabgrenzungen weiter an Stellenwert gewinnen.[19] Konkret bedeutet dies, dass bei zukünftigen Förderinitiativen…

   - … die Selbstabgrenzung der Regionen beibehalten und gleichzeitig themenorientiert und zeitlich flexibilisiert werden sollte.
   - … die bisherige stark territorial orientierte Abgrenzung insofern aufgeweicht werden sollte, dass auch Aktivitäten außerhalb einer physisch abgegrenzten Region möglich sind. Konkret ergibt sich hieraus eine physische Region als „Identität stiftende territoriale Basis“ und ein „Handlungsraum“, der sich themenbezogen oder funktional an den Anforderungen einer stofflichen Nutzung der regionalen Potenziale an nachwachsenden Rohstoffen orientiert.

5) Vermeidung von Rohstoff-Fehlallokationen auf der regionalen Ebene durch die Verdrängung bereits etablierter stofflicher Linien, bzw. die Behinderung des Aus- und Aufbaus stofflicher Linien infolge energetischer Nutzung durch Herstellung von Transparenz über Wertschöpfungs-, Arbeitsplatz und $CO_2$-Effekte durch[20]:

   - … verbindliche Prüfungsvorgaben im Sinne eines regionalen Ressourcenmanagements für neue (größere) Energievorhaben (Analyse der lokalen Stoffströme und Konkurrenzsituationen, Auswirkungen neuer energetischer auf konkurrierende Nutzungen, Wertschöpfung und Arbeitsplätze),
   - … Förderung von regionalem Ressourcenmanagement und regionalen Biomassekonzepten für stoffliche und energetische Nutzung,
   - … gezielte Informationen der regionalen Akteure über die höheren Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung und deren Inwertsetzung. Diese Informationen sollten

[19] Vgl. Elbe/Kroës/Schubert 2004: 30

[20] Eine Verdrängung oder Gefährdung bestehender stofflicher durch neue energetische Nutzungslinien richtet gesamtgesellschaftlich und unter Umständen auch regional erheblichen Schaden im Bereich Wertschöpfung und Arbeitsplätzen an. Dies ist vor allem deshalb kritisch, weil die Neuansiedlung komplexer stofflicher Linien so schwer ist. Der Erhalt bestehender stofflicher Linien ist daher von hoher Bedeutung, zumal diese Linien zum Fortbestehen entweder nur einen fairen Wettbewerb zur Energie brauchen oder aber eine Förderung weit unter der der energetischen Linien.

mit Transparenz schaffenden Instrumenten kombiniert werden z.B. verbindlichen regionalen Ist-/Potenzialanalysen, bevor verstärkt in die energetische Nutzung investiert wird. Das könnte als Anforderung für Regionale Entwicklungskonzepte (REK) definiert werden. Denkbar sind auch entsprechende Aus- und Fortbildungsangebote für regionale Akteure, insbesondere Regionalmanager.

Weitere Ansatzpunkte werden in den folgenden Bereichen gesehen und sind im Rahmen von weiterführenden Untersuchungen noch weiter zu diskutieren: Modellvorhaben stoffliche Nutzung, gezielte Förderung stofflicher Nutzung in der Regelförderung (z.B. GAK, ELER), Bonus für Kaskaden- und Kreislaufnutzung, Stärkung der Forschung in ländlichen Regionen, stärkere Fokussierung auf Reststoffe bei der energetischen Nutzung, um Konflikte um Rohstoffe zu vermindern.

## 5.4 Biodiversität und Naturschutz

*Autor: Florian Gerlach*

Welche Auswirkungen auf die Biodiversität sind zu erwarten, wenn auf den zur Verfügung stehenden Flächen in Deutschland Pflanzen zur stofflichen Nutzung kultiviert werden? Würde dies einen Unterschied im Vergleich zur Produktion von Energiepflanzen bedeuten?

*Biodiversität: Gefährdung und Erhaltung*
Zur biologischen Vielfalt (Biodiversität), der Variabilität unter lebenden Organismen, werden sowohl die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten gezählt, als auch die Vielfalt der Ökosysteme. (UN 2001)

Die Agrobiodiversität als Unterbegriff umfasst alle Komponenten der biologischen Vielfalt, die für Ernährung und Landwirtschaft sowie das Funktionieren der Agrarökosysteme von Bedeutung sind, darunter alle Zuchtformen sowie verwandte Wildarten, und sogenannte „ökologische Dienstleistungen“ in Agrarökosystemen. (BLE 2009b)

Als eine der wichtigsten Ursachen für die Gefährdung der Biodiversität wird der Lebensraumverlust angesehen, der unter anderem durch land- und forstwirtschaftliche Nutzung hervorgerufen wird. Zudem droht die Geschwindigkeit des Klimawandels die Anpassungsfähigkeit der Biosphäre zu überfordern und damit einen erheblichen Biodiversitätsverlust auszulösen. Einige Autoren sehen in der Ausbreitung invasiver Neophyten (eingeführte, besonders konkurrenzstarke Pflanzenarten) ebenfalls eine sehr große Beeinträchtigung der Biodiversität. Weitere Faktoren wie Einträge von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln stehen ebenfalls in Zusammenhang mit dem Verlust biologischer Vielfalt. (UBA 2009a, Wilcove et al. 1998)

Nach Angaben des Umweltbundesamts (UBA) hat sich die Artenvielfalt und Landschaftsqualität in den vergangenen zehn Jahren kaum verändert und beträgt immer noch nur 70 Prozent des Ziels der Bundesregierung für 2015 (UBA 2009b). Spezifische Erhaltungsmaßnahmen haben also bisher nur begrenzten Erfolg gezeigt. Insbesondere die Agrobiodiversität (Fruchtvielfalt bzw. Fruchtfolgegestaltung) kann aktuell zu den prioritären Defizitbereichen im Hinblick auf die Umweltqualität der inländischen Agrarproduktion gezählt werden. (UBA 2008)

Das UBA hält erhebliche zusätzliche Anstrengungen von Bund, Ländern und Kommunen in möglichst allen Politikfeldern für notwendig, um das Ziel der Bundesregierung zu erreichen (UBA 2009b).

Einen Ansatz zur Erhaltung von Biodiversität in der Agrarlandschaft sieht das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) in der Veränderung grundlegender agrar- und umweltpolitischer Rahmenbedingungen hin zu einer stärkeren Extensivierung und Diversifizierung (Meyer et al. 1998). Die Beurteilung der stofflichen Nutzung ist in diesem Zusammenhang daher von erheblicher Bedeutung für eine konstruktive Förderpolitik.

Eigenschaften der stofflichen Nutzung in Bezug auf die Biodiversität werden im Folgenden dargestellt. Im Vordergrund steht der Vergleich zum Anbau von Pflanzen als Bioenergiequelle. Da die Datenbasis zur Beurteilung der Auswirkungen stofflicher Nutzung auf Biodiversität und Naturschutz noch sehr unvollständig ist und sich häufig auf eine Auswahl einzelner Kulturen oder Verwendungsbereiche beschränkt, sind Hinweise auf mögliche Wirkungen möglich, jedoch keine allgemeine Beurteilung der Effekte stofflicher Nutzung.

*Höhere $CO_2$-Einsparung pro Flächeneinheit bremst Klimawandel-bedingten Biodiversitätsverlust*
Der Klimawandel stellt global ein bedeutendes Risiko für einmalige Ökosysteme dar, darunter zahlreiche Gebiete mit extrem hoher Biodiversität (IPCC 2007). Allein in Deutschland wird ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5 bis 30 % aller Tier- und Pflanzenarten für die nächsten Jahrzehnte als wahrscheinlich angesehen. Zudem wird bei Bestandsrückgang von Arten mit einem Verlust ihrer genetischen Vielfalt gerechnet. (Korn & Epple 2006)

Wie in Kapitel 4.2.1 dieser Studie gezeigt, leisten viele stoffliche Nutzungswege flächenbezogen einen deutlich höheren Beitrag zum Klimaschutz als z.B. die Nutzung von Energiepflanzen zur Produktion von Biokraftstoffen. Damit tragen diese auch zu einer stärkeren Abmilderung des weltweiten durch das Klima verursachten Artenschwunds bei. Bei insgesamt hoher Spannbreite der Ergebnisse zeigen die ausgewerteten Analysen vor allem bei den Produktgruppen Textilien, Kunststoffe, Tenside, Verbundwerkstoffe und Lacke, dass deutlich höhere Einsparungen klimarelevanter Gase möglich sind als bei der Erzeugung von Biokraftstoffen. Deutlich wird jedoch auch, dass für eine Beurteilung immer die konkrete Produktionskette herangezogen werden muss und die Bewertung je nach Pflanzenart und Produktionsverfahren sehr unterschiedlich ausfallen kann. Beipielsweise ist das Treibhausgas (THG)-Einsparpotenzial von Baumwollfasern für Textilien nur gering, Bast- und Regeneratfasern haben gegenüber der Baumwolle – entsprechende Produktionstechnik vorausgesetzt – ein bis zu Doppelt so hohes THG-Reduktionspotenzial bei der Substitution erdölbasierter Produkte.

*Nutzpflanzenvielfalt*
Die Anbaustruktur nachwachsender Rohstoffe (siehe Abbildung 88) zeigt aktuell eine nur geringe Kulturpflanzenvielfalt auf dem Großteil der hierfür genutzten Flächen. Für Bioenergie werden wenige, intensiv bewirtschaftete Kulturen angebaut, die ohnehin zu den Massenkulturen im Ackerbau zählen. Eine Ausweitung des Energiepflanzenspektrums ist bisher über das Versuchs- und Demonstrationsstadium (unter anderem im Verbundvorhaben „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“, FNR 2009a) nicht wesentlich hinausgekommen.

Zwar werden auch beim Industriepflanzenanbau auf dem überwiegenden Teil der hierfür genutzten Fläche wenige Massenkulturen (Stärke- und Zuckerpflanzen sowie Raps) kultiviert. Anders als bei der Bioenergie werden jedoch bereits heute rund 8 % der Anbaufläche der stofflichen Nutzung mit einer Vielfalt an Nischenkulturen wie Medizinal-, Öl-, Faser- und Färberpflanzen genutzt, die für jeweils spezifische Zwecke Verwendung finden. Die Palette dieser Sonder- und Nischenkulturen umfasst zum Beispiel Sonnenblumen, Hanf und Flachs, Pfefferminze, Kamille und Färberkrapp. Die Anbauflächen sind derzeit noch gering, unter günstigen Rahmenbedingungen wird für zahlreiche Anwen-

dungen jedoch deutliches Expansionspotenzial gesehen. Für die Anwendung in naturfaserverstärkten Kunststoffen beispielsweise wird eine Verdreifachung des Faserbedarfs zwischen 2005 und 2020 angenommen. (Müssig & Carus 2007)

Bioraffinerien, die aus niedermolekularen Agrarrohstoffen wie Zucker oder Stärke als einheitlichen Rohstoffen komplexere Stoffe aufbauen, beziehen ihre Rohstoffe ebenso wie die Bioenergieerzeugung sowie die Futter- und Nahrungsmittelindustrie aus wenigen Massenkulturen wie Mais, Weizen und Zuckerrohr. Die Wirkung dieses auf „Basischemikalien“ beruhenden Segments der stofflichen Nutzung ist daher von der Wirkung auf die Agrobiodiversität her vergleichbar mit der Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Energieträgern.

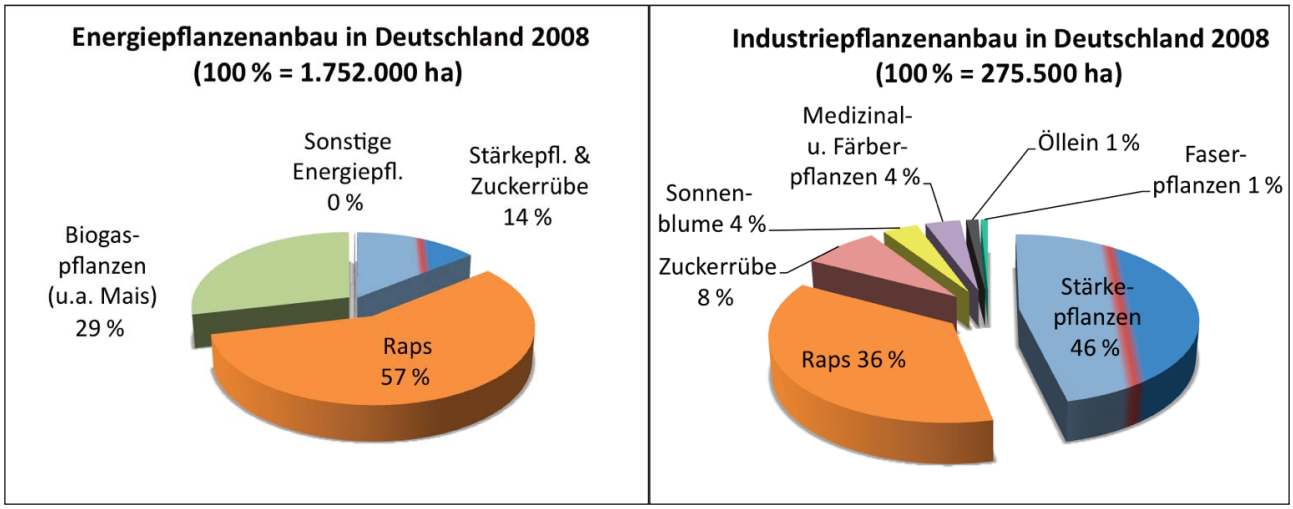



*Abbildung 88: Prozentuale Anteile der Kulturen an den Flächen für Energie- und Industriepflanzen in Deutschland 2008 (Schätzung). Quelle: FNR 2009a und eigene Berechnungen*

Wo jedoch nicht nur pflanzliche Grundbausteine (Zucker, Stärke, unspezifisches Pflanzenöl), sondern komplexe Moleküle und Strukturen der Pflanzen stofflich genutzt werden, entsteht aufgrund der Vielfalt der Anwendungen und der damit verbundenen Anforderungen eine hohe Nutzpflanzenvielfalt. Zu nennen ist hier beispielsweise die in Deutschland genutzte Vielfalt der Faserpflanzen (Hanf, Flachs, Fasernessel), speziellen Ölpflanzen (Sonnenblume, Öllein, Krambe), Färberpflanzen (z.B. Färberkrapp, Färberwaid) und Arzneipflanzen (z.B. Kamille, Salbei, Pfefferminze).

Zahlreiche der Nischenkulturen zur stofflichen Nutzung werden zudem kleinräumig angebaut, nie haben diese Kulturen einen hohen Anteil an der Ackerfläche einer Region. Dies gilt vor allem für Kulturen wie Arzneipflanzen oder Färberpflanzen, die aufgrund der Vielfalt der benötigten Ernteprodukte (Wirkstoffe, Einsatzstoffe) auch bei einer Vervielfachung der Anbaufläche eine hohe Vielfalt behalten. Bei diesen erhöht zudem die Vielfalt der Anbau- und Ernteverfahren die positive Wirkung auf die Biodiversität. (Meyer 2005)

Mit dem kleinräumigen Anbau erhöht sich auch das Angebot an Grenzbereichen (Ökotonen) zwischen verschiedenen Kulturen und damit zwischen unterschiedlichen Lebensräumen. Solche Ökotone weisen regelmäßig eine höhere Artenvielfalt auf als die Summe der Arten, die in den angrenzenden Gebieten vorkommen. (BAFU 2009)

Der Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim BMELV wies in einem Positionspapier von 2008 auf die Bedeutung der Artenvielfalt bei der stofflichen Nutzung hin. Als Leistungen der Landwirtschaft im Bereich Genetische Ressourcen (Arterhaltung) wird der Erhalt aller Arten der Faser- und Färberpflanzen explizit genannt (BMELV 2008). Im Kontext der Förderung nachwachsender Rohstoffe für die stoffliche Nutzung nennen die FNR und das BMELV die Erhöhung der biologischen Vielfalt durch zusätzliche Nischenkulturen als Ziele einer umwelt- und klimaverträglichen Entwicklung (siehe Kapitel 0.2). Im Vereinigten Königreich (UK) gilt die Diversifizierung der Landnutzung als das überzeugendste Argument für die Förderung nachwachsender Rohstoffe. (Murphy-Bokern 2009)

*Exkurs: Forstwirtschaft*
Auch für die Forstwirtschaft gilt, dass die Vielfalt der nachgefragten Produkte bei der stofflichen Nutzung die Artenvielfalt erhöht. Zählt bei Bioenergie vor allem der Brennwert, so verlangt der Markt auf der stofflichen Seite eine Vielfalt an Qualitäten und Holzarten und unterstützt damit einen artenreichen Waldaufbau. Nicht nur Kiefer, Fichte und Buche, auch Esche, Ahorn, Ulme, Zirbe und viele weitere Hölzer sind gefragt, wenn auch häufig das Marktpotenzial beschränkt ist. Im Vergleich zu Ackerland ist die Biodiversität nachhaltig bewirtschafteter Waldflächen viel höher, zugleich ist Holz der mengenmäßig bei Weiten bedeutendste nachwachsende Rohstoff zur stofflichen Nutzung (ca. 58 % des Rohholzbedarfs in Deutschland werden stofflich genutzt, EUWID Neue Energien, Nr. 6 v. 18.03.2009).

*Anbauverfahren und Biodiversität*
Häufig entscheidet sich am konkreten Anbauverfahren, welchen Einfluss bestimmte Kulturen auf die Biodiversität haben. Wie in einem Bericht des Öko-Instituts und von IFEU im Auftrag des Umweltbundesamts dargestellt wird, „ist international anerkannt, dass der Schutz der Biodiversität allein in Schutzgebieten nicht ausreicht, sondern auch genutzte Flächen einbezogen werden müssen." Zu den landwirtschaftlichen Praktiken mit nur geringen negativen Einflüssen auf die Biodiversität zählt diese Studie unter anderem die „Anwendung von Methoden mit geringer Erosion und Maschineneinsatz, niedriger Dünger- und Pestizidgabe und Vermeidung aktiver Bewässerung." (Fritsche et al. 2009)

Wie in den folgenden Abschnitten gezeigt wird, ist unter den bereits genannten Nischenkulturen der stofflichen Nutzung der Anteil von Anbauverfahren mit vergleichsweise günstiger Wirkung auf die Biodiversität auffällig hoch. Von den Massenkulturen abweichende Kulturzeiten und Anbauverfahren tragen bereits zu einer höheren Vielfalt der Lebensbedingungen bei. Zudem sind die Anbauverfahren für viele stofflich genutzte Kulturen extensiv in Bezug auf Dünger- und/oder Pflanzenschutzaufwand, auch geht vom Anbau häufig eine positive Wirkung auf die gesamte Fruchtfolge aus (z.B. geringerer Unkraut- und Schädlingsdruck, Humusanreicherung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit). Auch weil dadurch Pflanzenschutz und Düngung in den Folgekulturen verringert oder Stoffausträge verhindert werden können, ist dies ein weiteres bedeutendes Plus für die Biodiversität der betroffenen Flächen.

*Fruchtfolge*
Als zusätzliche Ackerkulturen stellen die Nischen- und Sonderkulturen zur stofflichen Nutzung eine aus Sicht der Agrobiodiversität willkommene Abwechslung in ackerbaulichen Fruchtfolgen dar. Sie eignen sich aufgrund günstiger Vorfruchteigenschaften in der Regel sehr gut, um nicht nur einzelne Fruchtfolgeglieder zu ersetzen, sondern gerade auch zur Fruchtartendiversifizierung, vor allem in den vorherrschenden getreidebetonten Fruchtfolgen. Beispielsweise hinterlassen Hanf, Lein und Sonnenblume den Boden in einem garen, gut durchwurzelten und unkrautarmen Zustand und haben einen hohen Vorfruchtwert unter anderem für Getreide. Derzeit bieten vier Bundesländer im Rahmen ihrer Agrarumweltprogramme Fördermaßnahmen an, um die Diversität von Fruchtfolgen zu erhöhen

(Groom et al. 2008). Da zahlreiche der Nischenkulturen zudem einen vergleichsweise geringen Nährstoffbedarf haben, ist bereits beim Anbau der Vorfrucht auf eine maßvolle Düngung zu achten, um zu hohe Nährstoffgehalte im Boden zu vermeiden – ein weiterer Vorteil auch für die Biodiversität. (Heyland et al. 2006)

*Anbauzeitraum*

Die Zunahme der Ackerkulturen mit Herbstaussaat (winterannuelle Kulturen) in der modernen Agrarlandschaft schränkt die Lebensbedingungen von Tieren ein. Die Sommerungen (sommerannuelle Kulturen) sind im Rückgang begriffen, jedoch wichtig für viele Samenfresser unter den Vögeln. Wildwuchs und Stoppeln der Vorfrucht schaffen Lebensräume für viele Vögel und Insekten. Ein Ausgleich kann geschaffen werden durch den Anbau von Kulturen, die im Frühjahr ausgesät oder gepflanzt werden (ADAS 2005.) Die meisten der für die stofflichen Nutzung angebauten Kulturen gehören zu dieser Gruppe, darunter Mais, Kartoffel und Zuckerrübe, aber auch Sonnenblume, Hanf, Flachs und zahlreiche weitere Nischenkulturen. Der Anteil der Flächen mit Herbstaussaat ist bei Pflanzen zur energetischen Nutzung deutlich höher – hier entfallen allein 57 % auf den winterannuellen Raps.

*Düngung*

Ein geringeres Düngeniveau als bei Energiepflanzen mit positiven Auswirkungen auch auf die Boden-Biodiversität ist vor allem bei zahlreichen derzeitigen Nischenkulturen Teil der gängigen Anbauverfahren. Wie Abbildung 89 verdeutlicht, ist die Stickstoffdüngung bei den stofflichen Nischenkulturen beinahe durchweg deutlich geringer. (Heyland et al. 2006, Pickert 2004)

Zahlreiche Nischenkulturen der stofflichen Nutzung reagieren auf eine Erhöhung der Düngeintensität mit einer Verringerung der Qualität und/oder Menge der Ernteprodukte. So geht beispielsweise Flachs bei großzügigem Stickstoffangebot ins Lager, was die Ernte erschwert, der Hypericingehalt von Johanniskraut nimmt bei steigender Stickstoffversorgung ab. (Heyland et al. 2006)

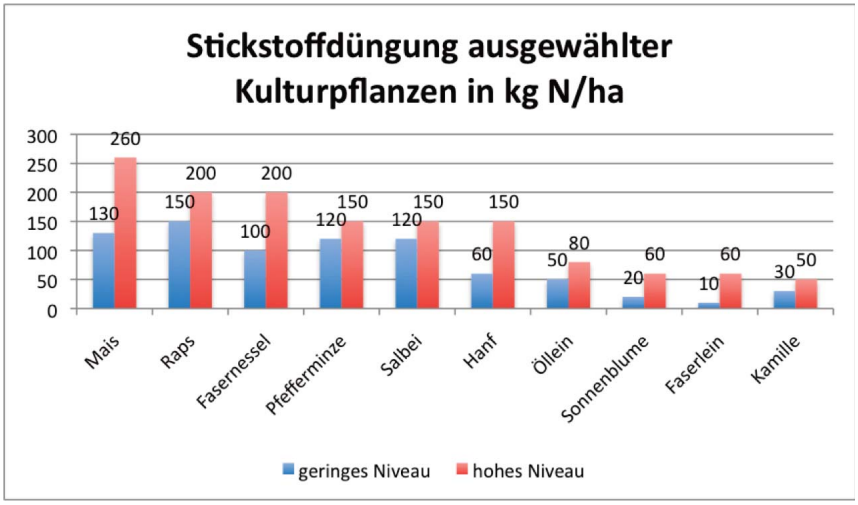



*Abbildung 89: Stickstoffdüngung ausgewählter Kulturpflanzen in kg N/ha (Anbauempfehlungen). Quelle: Heyland et al. 2006 und Pickert 2004*

*Pflanzenschutz*

Eine Reduzierung der Pflanzenschutzintensität hat in der Regel positive Auswirkungen in Hinblick auf die Biodiversität. Insbesondere bei diesem Aspekt muss eine Bewertung kulturspezifisch erfolgen. Bei der stofflichen Nutzung finden sich mehrere Pflanzen, bei denen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kulturbedingt nur in geringem Maß oder gar nicht nötig ist, wie z.B. Pflanzen zur Produktion ätherischer Öle oder Faserhanf. Dabei werden oft Pflanzenteile genutzt, die für Schadorganismen wenig attraktiv sind und daher nur selten geschädigt werden (z.B. Fasern), oder die auf Schädlinge abwehrend wirken (z.B. bestimmte ätherische Öle).

Im Gegensatz zum Anbau von Energiepflanzen zur Ganzpflanzennutzung, bei welchen nicht die Produktqualität, sondern primär die Masse wichtig ist, geht es in der stofflichen Nutzung auch um die Qualität einzelner Pflanzenteile, bzw. definierter Pflanzeninhaltsstoffe als Ernteprodukte. Wird diese von Schadorganismen beeinträchtigt, so werden zusätzliche Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig. Bei Energiepflanzen machen die geringeren Anforderungen an Qualität und Reinheit der Ernteprodukte demgegenüber teilweise eine Verringerung des Pflanzenschutzaufwands denkbar. Ob dies praxisrelevant werden kann, hängt von weiteren Faktoren ab (u.a. Ernte- und Verarbeitungsverfahren, Krankheits-/Unkrautdruck in der Fruchtfolge, benachbarte Kulturen).

*Vergleich der Biodiversitätswirkung einzelner Ackerkulturen*

Der direkte Vergleich mehrerer landwirtschaftlicher Kulturen bezüglich ihrer Wirkung auf die Biodiversität umfasst eine Vielzahl an Faktoren und ist bisher nur ansatzweise durchgeführt worden. Die Wirkung der einzelnen Kulturen wird je nach Methodik deutlich unterschiedlich beurteilt. Soweit einheimische Kulturen schwerpunktmäßig oder ausschließlich zur stofflichen Nutzung mit untersucht wurden, erhalten diese jedoch in den meisten Fällen überdurchschnittlich positive Beurteilungen.

Abbildung 90 zeigt die Einstufung einer Auswahl von Kulturen in Bezug auf ihre Biodiversitätswirkung in einer kanadischen Studie. Die Wirkung des Anbaus auf 26 Biodiversitäts-Parameter wurde anhand einer dreistufigen Skala (positiv/neutral/negativ) beurteilt. Unter den Kulturen zur stofflichen Nutzung wurden Hanf und Flachs insgesamt positiv bewertet, weitere in Deutschland (auch) als Industriepflanzen genutzte Arten (Raps, Kartoffel, Sonnenblume, Weizen, Mais) lagen mit eher negativen Bewertungen auf ähnlichem Niveau wie die gängigen Ackerkulturen für Bioenergie, Futter und Ernährung. (Montford & Small 1999)

Im Wesentlichen auf hierzulande anbaufähige Kulturen beschränkt sich ein Vergleich der Umweltbelastung durch ausgewählte Nutzpflanzen in Europa, den die Europäische Umweltagentur erstellt hat (Abbildung 91). Auch hier werden Öllein und Hanf positiv bewertet, bezüglich der Biodiversitätskriterien wird Öllein auf einer Stufe mit Kurzumtriebsgehölzen genannt. Ebenfalls vergleichsweise positiv schneidet die Sonnenblume ab, deren Auswirkungen auf die Biodiversität mit gering bis mittel angegeben werden. Auch hier wird die Wirkung der nicht auf die stoffliche Nutzung beschränkten Massenkulturen (Weizen, Raps, Zuckerrübe, Kartoffel) eher negativ beurteilt. (EEA 2006)

Die heimischen Faserpflanzen werden regelmäßig als Gewinn in Bezug auf die Beeinflussung der Biodiversität bewertet. Vor allem hygrophile Tierarten wie räuberische Fliegen finden in Hanfbeständen einen geeigneten Lebensraum – ihre Abundanz liegt um ein Vielfaches über der beim Anbau anderer Feldfrüchte. Zudem ist in der Regel kein chemischer Pflanzenschutz erforderlich. Die Unkrautflora unterdrückt Hanf dagegen fast vollständig. Für die Bodenbiodiversität kann dies indirekt ein Vorteil sein, da so in der Folgefrucht gegebenenfalls eine Reduzierung der chemischen Unkrautbekämpfung möglich ist. Bei Flachs (Faser- oder Öllein) kommen dank der späten Ernte fast alle Beikräuter zur Abreife, was deren generative Vermehrung begünstigt. Zudem ist der Stickstoffbedarf dieser Kultur sehr niedrig.

Unter den Heilpflanzen seien beispielhaft Kamille und Salbei genannt. Kamille weist besonders positive Effekte auf standorttypische Begleitorganismen auf. Unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus bewirtschaftete Schläge können zahlreichen Laufkäferarten – darunter vielen gefährdeten Arten – einen Lebensraum bieten. In Regionen mit intensiver Landwirtschaft können derartige Kulturen die vorhandenen Agrozönosen gut aufwerten. Ambivalent fällt die Beurteilung bei Salbei auf. Für Spinnen- und Insektenarten (Wanzen, Zikaden) durchaus attraktiv, beeinflusste der Salbeianbau die Zusammensetzung der Regenwurmfauna und der Beikrautflora negativ. (LfUG & LfL 2001)

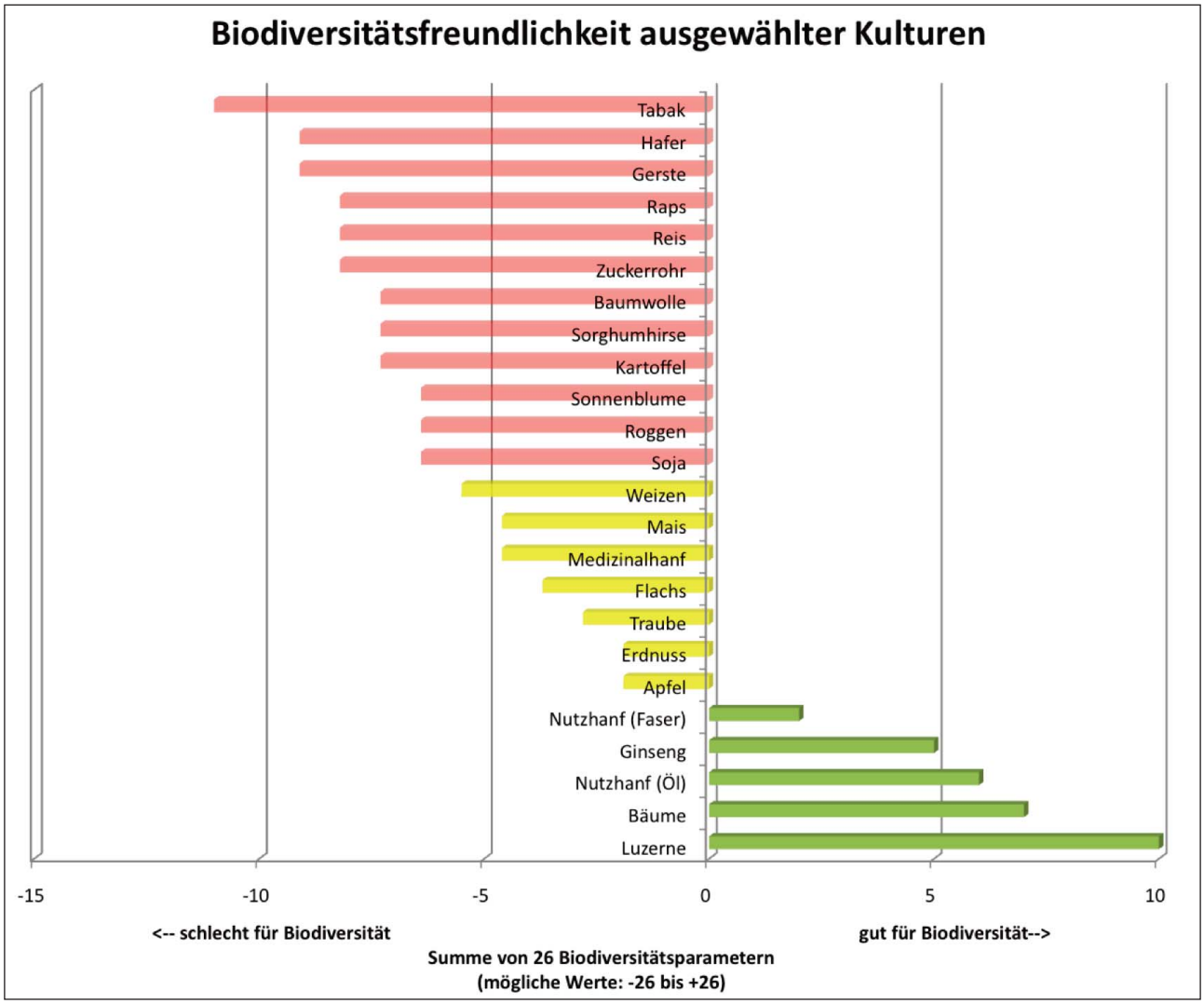



*Abbildung 90: Biodiversitätsfreundlichkeit ausgewählter Kulturen anhand einer Bewertungsskala mit 26 Kriterien (Durchschnittswerte). Quelle: Montford & Small 1999*

Der Maisanbau, der in Deutschland neben Raps einen Großteil der Anbaufläche für Bioenergie einnimmt, in der stofflichen Nutzung jedoch bislang keine Rolle für den einheimischen Anbau spielt, wird überwiegend negativ beurteilt. Eine Untersuchung der University of Washington zur Biodiversitätswirkung von Biokraftstoffen bezeichnet Ethanol aus Mais als die schlechteste Alternative für Biokraftstoffe, unter anderem da diese Option einen hohen Verbrauch an allen beurteilten Inputfakto-

ren Wasser, Düngemittel, Pestizide und Energie aufweist (Groom et al. 2008). Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen beurteilt die Umwelt- und Biodiversitätswirkungen von Mais als sehr negativ (Abbildung 91, SRU 2007). Lediglich in der Studie der kanadischen Wissenschaftler (Abbildung 90) wird Mais im Vergleich zu anderen Massenkulturen als biodiversitätsfreundlicher eingestuft.

*Mehrjährige Kulturen für Lignocellulose*

Die Erzeugung lignocellulosereicher Biomasse durch Anbau mehrjähriger Kulturen, wie Bäumen (Pappel, Weide) in Kurzumtriebsplantagen (KUP) oder Gräsern (Miscanthus) in Dauerkulturen, ist in Deutschland bisher wenig verbreitet, der Anbau könnte jedoch künftig stark zunehmen.

**Umweltbelastungen ausgewählter Anbaupflanzen in Europa**

| | Nährstoffauswaschung | Pestizideinträge | Erosion | Bodenverdichtung | Wasserverbrauch | Auswirkungen auf Biodiversität | Auswirkungen auf Agrobiodiversität |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dauergrünland | A | A | A | A | A | A | A |
| Kurzumtriebsgehölze (Pappel, Weide) | A | A | A | A | B | A/B | A |
| Wintergetreide | A | A | A | A | A | B | B |
| Öllein | A | B | A/B | A | A | A/B | A |
| Hanf | A | A | A/B | A | B | B | A |
| Alfalfa (Luzerne) | B | A | A | A/B | A/B | A/B | A |
| Graseinsaat | B | A | A | A/B | A | B/C | A |
| Rutenhirse | ? | ? | A | A | A | B | A |
| Senf | A/B | B | A/B | A | B | B | A |
| Hirse | A | B/C | A | A | A/C | B | B |
| Weizen | A | B | A | A | B | B/C | C |
| Sonnenblume | A/B | B | B/C | A | B | A/B | B |
| Raps | B/C | C | B | A | 0 | B/C | A/B |
| Zuckerrübe | B/C | B | C | C | A/C | B | B |
| Mais | C | C | C | B | A/B | C | B/C |
| Kartoffel | B/C | B | C | C | C | B/C | C |

A = geringes Risiko, B = mittleres Risiko, C = hohes Risiko,
0 = Kriterium nicht anwendbar, ? = Datenlage nicht ausreichend

*Abbildung 91: Umweltbelastungen ausgewählter Anbaupflanzen in Europa. Quelle: SRU 2007*

Bisher sind diese Biomasse-Dauerkulturen vor allem für die energetische Nutzung von Interesse. Das Erntegut kann heute in der Pelletproduktion eingesetzt werden, zudem eignet es sich als Rohstoff für die noch in der Entwicklung befindlichen synthetischen Biokraftstoffe oder auch für Cellulose-Etha-

nol. Auf der Seite der stofflichen Nutzung könnte die Holzwerkstoffindustrie bei entsprechender Entwicklung der Rohstoffpreise künftig ebenfalls zu den Abnehmern von KUP-Rohstoffen für z.B. die Spanplattenproduktion zählen. Werden Verfahren des Celluloseaufschlusses zur Nutzung in Bioraffinerien marktreif, könnten auch diese künftig Bedarf an lignocellulosereichen Rohstoffen als Alternative zu Stärke und Zucker haben.

In puncto Biodiversität nehmen KUP und weitere mehrjährige Biomassekulturen eine Zwischenstellung zwischen Ackerland und Waldgebieten ein. Die gegenwärtige technologische Entwicklung von Verfahren zum Celluloseaufschluss mit dem Ziel der Nutzung von Cellulose anstelle von Stärke oder Zuckern als Rohstoff kann daher der Biodiversität zugute kommen durch eine Verschiebung der Anbauflächen von Ackerbau hin zu mehrjährigen Biomassekulturen, KUP und Forst.

Von einer positiven Wirkung auf die Biodiversität auszugehen, wenn KUP auf Ackerflächen angelegt sind. Die aus der Bearbeitung resultierende Bodenerosion ist in diesen mehrjährigen Anbausystemen geringer, zudem sinken Nährstoff- und Pestizidbedarf (SRU 2007). Negative Auswirkungen auf die Biodiversität hat dagegen die Umwandlung von Wald-/Forstflächen in Plantagen. In jedem Fall muss die Verwendung von Holz aus nicht nachhaltiger Nutzung von Wäldern vermieden werden (Abholzung ohne Wiederaufforstung, insbesondere Rodung wertvoller Waldgebiete wie Regenwälder).

„Kurzumtriebsplantagen können aus Sicht der [pflanzlichen] Biodiversität eine Bereicherung in waldarmen, ausgeräumten Landschaften mit überwiegend ackerbaulicher Nutzung darstellen. Hier trägt die Anlage von KUP zu einer Strukturierung der Landschaft bei und schafft Lebensräume und Trittsteine für Pflanzenarten. Die Pflanzendiversität in KUP verglichen mit naturnahen Wäldern ist jedoch geringer. Für einen Vergleich zur Grünlandnutzung fehlen bisher noch belastbare Grundlagenuntersuchungen in Deutschland, insbesondere in Pappelplantagen.“ (NABU 2008, S.4)

Die faunistische Bedeutung von KUP „ist eher gering, da […] der Anteil wertvoller Arten klein bis nicht vorhanden ist. Im Vergleich zu anderen, einjährigen Energiepflanzen haben sie aber tierökologische Vorteile. Gegenüber den Anbauflächen von Mais und Raps zum Beispiel profitieren die Tierarten auf KUP von der längeren Bodenruhe, dem geringeren Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie den weniger ausgeprägten Störungen.“ (NABU 2008, S.48)

*Invasive Neophyten*

Die Gefährdung der Biodiversität durch eingeführte Pflanzen, die heimische Arten verdrängen (invasive Neophyten) wird bei Kulturen für die energetische Nutzung als sehr hoch eingeschätzt, da Kerneigenschaften erfolgreicher Energiepflanzen (Massenwachstum, Konkurrenzstärke, Widerstandsfähigkeit) das invasive Potenzial erhöhen. Zahlreiche dieser Pflanzen sind bereits an bestimmten Standorten invasiv, darunter die Ölpalme in den atlantischen Wäldern Brasiliens und mehrjährige Ölpflanzen wie Jatropha (Eggers et al. 2009). Unter den Kulturen für die stoffliche Nutzung werden vor allem solche Pflanzen in Bezug auf ihr invasives Potenzial als kritisch angesehen, die zur Nutzung unspezifischer Biomassen wie (Ligno-)cellulose kultiviert werden.

*Landnutzungsänderungen*

Da die Biodiversität in der Regel in Naturgebieten und auf extensiv genutzten Nutzflächen deutlich größer ist als auf intensiv bewirtschafteten Ackerflächen, ist die großflächige Umwandlung unter anderem von Wäldern, Mooren, Wiesen und Weiden nicht nur aus Klimaschutzgründen, sondern auch aus Naturschutzsicht schädlich. Soweit die Umwandlung für Biodiversität und Naturschutz wertvoller Gebiete in Ackerland den Akteuren (ökonomische) Vorteile bringt – beispielsweise wegen hoher Erlöse für Ackerfrüchte – ist eine politische Kontrolle der Landnutzungsänderungen notwendig. Die

Verhinderung des Biodiversitätsverlustes durch Landnutzungsänderungen ist eine globale Herausforderung.

Eine generelle Sonderstellung der stofflichen Nutzung in dieser Hinsicht ist nicht erkennbar, flächenmäßig bedeutende Landnutzungsänderungen sensibler Flächen finden derzeit weltweit vor allem im außereuropäischen Raum statt (z.B. für Weideland, Soja oder Ölpalmen). Die Regulierung der Landnutzung (ob über Nachhaltigkeitszertifizierungen oder auf anderem Wege) nur für einzelne Nutzungsformen (z.B. Bioenergie) greift zu kurz, da Substitutionseffekte die Wirkung zunichte machen können. Gerade die von solchen Maßnahmen betroffenen Massenkulturen werden meist von mehreren Sektoren genutzt – bei der Zertifizierung nur einer Nutzungsrichtung kann ein schnelles Ausweichen in andere Nutzungsrichtungen bei entsprechendem Flächentausch die Folge sein.

Es ist daher selbstverständlich (siehe Kapitel 6.4), dass die Rohstoffe der stofflichen Nutzung ebenso eine Nachhaltigkeitszertifizierung benötigen wie Rohstoffe zur energetischen Nutzung.

*Zusammenfassung*
Lebensraumverlust, Intensivierung der Landnutzung und die Geschwindigkeit des Klimawandels gehören zu den stärkten Bedrohungen der Biodiversität. Im Bereich der Agrobiodiversität kommt die Abnahme der Nutzpflanzenvielfalt und der damit verbundenen Vielfalt an Anbauverfahren zum Tragen.

Im Gegensatz zur Bioenergie umfasst die stoffliche Nutzung eine Reihe wirtschaftlich genutzter Nischenkulturen mit großem Wert für die Agrobiodiversität. So zeigt die Verteilung der Anbauflächen zur stofflichen Nutzung in Deutschland neben einer Konzentration auf wenige Massenkulturen (Stärkepflanzen, Raps und Zuckerrübe) eine hohe Vielfalt an Nischenkulturen (Medizinal-, Färbe-, Öl- und Faserpflanzen) auf ca. 8 % der für Industriepflanzen genutzten Anbaufläche in Deutschland. Wo von der Natur bereitgestellte komplexe Moleküle und Strukturen stofflich genutzt werden, entsteht eine hohe Nutzpflanzenvielfalt.

Allein in Deutschland wird ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5 bis 30 % aller Tier- und Pflanzenarten für die nächsten Jahrzehnte als wahrscheinlich angesehen. Viele der stofflichen Nutzungswege leisten flächenbezogen einen deutlich höheren Beitrag zum Klimaschutz als die Nutzung von Energiepflanzen für Biokraftstoffe. Damit trägt die stoffliche Nutzung auch zu einer stärkeren Abmilderung des weltweiten klimaverursachten Artenschwunds bei.

Konkrete Vergleiche einzelner Nutzpflanzenarten zeigen die positiven Biodiversitätseffekte der Nischenkulturen aus dem Bereich der stofflichen Nutzung. Hauptgründe liegen in einem relativ geringen Nährstoff- und Pflanzenschutzbedarf vieler dieser Kulturen sowie in deren positiver Wirkung auf die Folgefrüchte (z.B. geringerer Unkraut- und Schädlingsdruck, Humusanreicherung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit). Zudem werden häufig von den Massenkulturen abweichende Kulturzeiten (z.B. Sommerungen) und Anbauverfahren praktiziert, die zu einer höheren Vielfalt der Lebensbedingungen beitragen.

Zur Erzeugung von Zucker, Stärke und Pflanzenöl für Nahrungs- und Futtermittel, Bioenergie und stoffliche Nutzung (u.a. Bioraffinerie) dienen jeweils die gleichen Nutzpflanzenarten (Weizen, Raps, Zuckerrübe). Wesentliche nutzungsspezifische Unterschiede in der Biodiversitätswirkung sind hier nicht zu erwarten.

Kurzumtriebsplantagen, die bisher vor allem für die energetische Nutzung von Interesse sind, aber künftig auch als Rohstofflieferanten für die Holzwerkstoffindustrie und für Bioraffinerien in Frage kommen, haben eine im Vergleich zu Ackerkulturen günstigere Wirkung auf die Biodiversität und

könnten daher eine sinnvolle Ergänzung zum Anbau Stärke und Zucker liefernder Pflanzen werden.

Die Gefährdung der Biodiversität durch ackerbauliche Nutzung naturschutzfachlich und für den Klimaschutz wertvoller Flächen (v.a. Wald, Moor, Grünland) erhöht sich insgesamt bei verstärkter Nachfrage nach Agrarrohstoffen. Die Nachhaltigkeitszertifizierung für Agrar- und Forstrohstoffe für die energetischen Nutzung sollte daher unbedingt auf die stoffliche Nutzung ausgedehnt werden.

## 5.5 Image in Öffentlichkeit und Politik

*Autor: Michael Carus*

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Image der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Politik, Industrie und Öffentlichkeit. Basis für die Untersuchung waren der Expertenworkshop im Juni 2009 sowie aktuelle Auswertungen von Marketing-Aktivitäten unterschiedlicher Unternehmen im Sommer 2009.

Zunächst muss festgestellt werden, dass der Begriff „stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ in Industrie und Öffentlichkeit kaum bekannt ist und auch in der Politik nur in Fachkreisen Verwendung findet. Dies wundert wenig, da der Begriff über eine Vielzahl von Branchen hinweg eine Art „künstliche Klammer“ aus Rohstoffsicht darstellt.

So spricht man je nach Branche vielmehr von „Bio“, „Natur“, „Öko“ oder „Renewable/Nachwachsend“ als Wort- oder Beschreibungszusatz für NaWaRo-Produkte. Beispiele sind im Textilbereich die „Naturtextilien“, was dem Verbraucher weniger die Rohstoffbasis als vielmehr Gesundheitsvorteile suggerieren soll, „Bio-Tenside“, was sich sowohl auf die Rohstoffe als auch die Hautfreundlichkeit bezieht, oder „ökologische Baustoffe“, was wiederum neben der Rohstoffbasis die Umweltfreundlichkeit betonen soll. Auch Holz besitzt beim Verbraucher als Rohstoff für Baustoffe und vor allem Möbel ein positives Image.

In der Chemie- und Kunststoffindustrie verbindet man mit einer nachwachsenden Rohstoffbasis und bio-basierten Kunststoffen vor allem Rohstoffdiversifizierung, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit.

Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen werden von Politik, Industrie und Öffentlichkeit mit folgenden wichtigen Aspekten in Verbindung gebracht, die gesellschaftlich für ein positives Image stehen:

- Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz
- Nachhaltigkeit
- Gesundheit
- Versorgungssicherheit durch Rohstoffdiversifizierung
- Innovation und Beschäftigung

Bevor diese positiven Image-Aspekte näher beleuchtet werden, sollen aber auch drei potenziell negative Imageaspekte genannt werden, die im Zusammenhang mit der Nutzung nachwachsender Rohstoffe existieren:

- Konkurrenz zum Lebensmittelbereich mit Folgen wie ökologisch bedenklichen Landnutzungsänderungen und Preissteigerungen bei Lebens- und Futtermitteln. Der vermeintliche Konflikt um Food & Bioplastics hat zwar nie das Ausmaß der Food & Biofuel-Diskussion erreicht, hat aber durchaus seine Spuren hinterlassen: So haben einige deutsche Automobilkonzerne entschieden, keine Biowerkstoffe auf Basis von Rohstoffen zu verwenden, die auch als Nahrung dienen können. Sobald es in Folge der Erholung der Weltwirtschaft zu neuen Engpässen kommen wird, wird sich diese Diskussion wieder neu entfachen, auch wenn sie an sich keine wirkliche Faktenbasis hat. Dennoch sollte man sich hieraus pro-aktiv vorbereiten und nicht populistisch Öl ins Feuer gießen oder den Kopf in den Sand stecken. (Carus & Piotrowski 2009)
- Die Gentechnik wird bisher nur in geringem Maße mit der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Verbindung gebracht. Vom Image her wird primär die „Grüne Gentechnik" als Problem gesehen, d.h. wenn also genetisch modifizierte Pflanzen im Freiland für technische Zwecke angebaut werden sollen. Dass viele Biopolymere mit Hilfe genetisch modifizierter Bakterien hergestellt werden, wird dagegen nicht als mögliches Imageproblem wahrgenommen. Dies zeigt sich auch daran, dass Volkswagen in diesem Kontext entschieden hat, keine Soja-Schäume in Polstern, Armlehnen etc. einzusetzen, wie dies in Nordamerika heute schon Standard ist, weil diese Schäume auf Basis genetisch veränderter Sojapflanzen hergestellt werden (Hagemann 2008). Biopolymere auf Basis genetisch veränderter Bakterien trifft diese Entscheidung jedoch nicht.
- Von einigen Industrien werden nicht ausreichende Qualitätsstandards in Verbindung zu nachwachsenden Rohstoffen gebracht. Dieses Vorurteil trifft z.B. Holz- und Naturfasern als Füllstoffe oder Verstärkung sowie neue Biopolymere in der Kunststoffindustrie. Neben den vermeintlich natürlich schwankenden Qualitätseigenschaften werden Engpässe in der Rohstoffversorgung sowie fehlendes Know-how befürchtet. Auch wenn die genannten Probleme oftmals seit Jahren überwunden sind, so behindern diese Vorurteile den verstärkten Einsatz mancher Biowerkstoffe.

*Gutes Image der stofflichen Nutzung in der Politik*

In der Politik wird die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe im breiten Konsens sehr positiv gesehen. Die gleichzeitig geringe Unterstützung des Bereiches resultiert daher nicht aus einer mangelnden Akzeptanz (sofern der Bereich überhaupt wahrgenommen wird), sondern vielmehr aus dem Fehlen geeigneter politischer Instrumente.

Einige Beispiele sollen das positive Image der stofflichen Nutzung in der Politik belegen. Zunächst der Antrag „Forschung und Entwicklung für die industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland bündeln und stärken" der Fraktionen CDU/CSU und SPD vom 26.06.2008 an den Deutschen Bundestag, Drucksache 16/9757:

> „Die Vorzüge der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe sind vielfältig: Sie kann langfristig einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung, zur Importunabhängigkeit sowie zum Klima- und Umweltschutz leisten. Gleichzeitig trägt die Veredelung nachwachsender Rohstoffe in Bioraffinerien dazu bei, dass in ländlichen Gebieten neue Beschäftigungsalternativen geschaffen werden und der Land- und Forstwirtschaft Produktions- und Einkommensalternativen geboten werden. Darüber hinaus kann die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zum Erhalt der biologischen Vielfalt beitragen und die Kulturlandschaft bereichern." (Kauder et al. 2008)

Das britische Department for Environment Food and Rural Affairs schreibt im Jahr 2004:

> „Crops provide renewable materials which can substitute for fossil and mineral materials and so reduce depletion of the earth's resources. In addition they can:

> • Benefit the environment by reducing greenhouse gases, cutting waste and pollution, helping biodiversity and prudent use of natural resources
>
> • Improve the economic competitiveness of industry through development of new markets and products
>
> • Produce social benefits by stimulating rural communities through establishment of local industries and providing new markets for farmers.“ (DEFRA 2004)

Bei der Vorstellung des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe am 8. September 2009 sagte Frau Ministerin Ilse Aigner, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Sicherung der Rohstoffversorgung Deutschlands unverzichtbar sei. Weiter heißt es im Aktionsplan (Vorwort Ilse Aigner):

> „ … die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe leistet einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz, zur Einsparung fossiler Ressourcen, zur Verbreiterung der heimischen Rohstoffbasis und zur Stärkung ländlicher Räume“. (BMELV 2009)

und weiter

> „Die stoffliche Verwendung nachwachsender Rohstoffe besitzt ein hohes Innovationspotenzial im Hinblick auf neue Technologien und neue Produkte. … Nachwachsende Rohstoffe bilden die einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle. … Daneben hat ein verändertes Verbraucherverhalten mit steigendem Gesundheits- und Umweltbewusstsein und dem Ruf nach nachhaltig erzeugten Produkten dazu geführt, dass nachwachsende Rohstoffe stärker in den Fokus der Verbraucher rücken.“ (BMELV 2009)

*Image von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe in Industrie und Öffentlichkeit*

Ob es an selektiver Wahrnehmung während der Studie lag oder ein wirklicher Trend ist, nachwachsende Rohstoffe in der Verbraucherwerbung mit positiver Besetzung zu nutzen, kann aufgrund fehlender Langzeituntersuchungen nicht wirklich entschieden werden. Es schien jedenfalls aufzufallen, dass nach dem Jahr 2008, in dem die Nutzung von Agrarrohstoffen außerhalb des Food&Feed-Bereiches in keinem positiven Licht standen, im Jahr 2009 mehrere Unternehmen den Einsatz nachwachsender Rohstoffe in ihrer Werbung ausdrücklich betonten. Hier drei Beispiele:

Im Juli 2009 hat die Firma Tetra Pack eine neue Umweltkampagne gestartet, die nachwachsende Rohstoffe in den Mittelpunkt stellt:

> „ „Zukunft hat nur, was nachwächst“ – unter diesem Motto startet Tetra Pak am 17. Juli 2009 eine groß angelegte Umweltkampagne für Verbraucher und Meinungsbildner. Im Zentrum der Werbe- und Marketingmaßnahmen steht Bob, ein erfahrener Hase. Auf sympathische Weise informiert er darüber, wie jeder durch die Verwendung von Getränkekartons dazu beitragen kann, die natürlichen Ressourcen der Welt zu schonen. Denn Tetra Pak-Getränkekartons bestehen überwiegend aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz und gehören schon allein deshalb zu den Umweltschützern unter den Verpackungen. Bereits im Jahr 2000 wurden sie vom Umweltbundesamt als „ökologisch vorteilhaft“ bewertet. „Zukunft hat nur, was nachwächst“ – diese Botschaft vermittelt der Hase Bob in einem TV-Spot, der auf allen großen Sendern ausgestrahlt wird, in Anzeigen in führenden Meinungsbildnermagazinen und auf vielen Tetra Pak-Getränkekartons im Handel. Darüber hinaus beantwortet Bob persönlich unter www.tetrapak-umwelt.de die Fragen der User zu den Umweltvorteilen des Tetra Pak-Getränkekartons während seines gesamten Lebenswegs – von der Rohstoffgewinnung

über die Produktion und den Transport bis hin zum Recycling.

Ressourcen- und klimaschonende Produktion … So verwendet das Unternehmen nur Holz, das aus verantwortungsvoll und umweltgerecht bewirtschafteten Wäldern stammt. Ihnen werden nur so viele Bäume entnommen, dass sie sich immer wieder regenerieren und so ihre Aufgabe als natürliche $CO_2$-Speicher erfüllen können.“ (Tetra Pak 2009)




*Abbildung 92: Imagewerbung mit nachwachsenden Rohstoffen bei Tetra Pak 2009*

Das nächste aktuelle Beispiel betrifft die Firma Henkel, die Anfang 2009 eine neue Serie von Haushaltsreinigern eingeführt hat, die „Terra- …“ heißen und für die wie folgt auf der Verpackung geworben wird: „Terra Activ vereint die Kraft und Natur für kraftvolle Reinigung auf Basis nachwachsender Rohstoffe. So reinigt man heute.“ Weiter heißt es auf dem Etikett:

- Wirkstoffe auf Basis von Palmkernen, Kokosöl und Mais
- Bio-Alkohol u.a. aus Zuckerrohr
- Parfüm mit natürlichen, ätherischen Ölen
- Terra Activ unterstützt den RSPO zertifizierten und nachhaltigen Anbau von Palmenkernöl und leistet so einen Beitrag zum Regenwaldschutz.




*Abbildung 93: Produktfoto eines neuen Haushaltsreinigers auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen, Quelle: nova-Institut 2009*

Als letztes Produktbeispiel soll ein Produkt aus dem Umweltversand „Waschbär“ dienen. Dort heißt es im August-Rundbrief an prominenter Stelle:

> „Öko-Teelichter – umweltfreundlich wie nie zuvor. Besonders umweltfreundlich: aus Biomasse, das schont Ressourcen. Für diese Öko-Teelichter wird Erdöl nicht angetastet, und der Regenwald wird nicht berührt: Keine Rodung für Palm-Plantagen! Rohstoffe, die als Lebens- oder Futtermittel Verwendung finden könnten, kommen nicht zum Einsatz: Keine Nahrungsmittel-Verknappung und keine Preis-Explosion.
>
> Die vom TÜV Thüringen 2007 mit dem Siegel „Geprüfte Umweltverträglichkeit“ zertifizierte ölhaltige Biomasse zur Herstellung dieser Kerzen stammt aus Deutschland.“ (Waschbär 2009)

In den USA stehen bio-basierte Produkte von Seiten der Regierung in einem sehr positiven Licht und werden auch aktiv promoted (Online Dienst des U.S, Department of Energy’s (DOE) vom 12. August 2009):

> „**Agriculture Department Proposes Consumer Label for Biobased Products.** More than 15,000 biobased consumer products now available, ranging from glycerin hand soap to home furnishings such as jute rugs, could soon appear on store shelves with special „BioPreferred“ labels. The U.S. Department of Agriculture (USDA) recently proposed the voluntary labeling program that would apply to qualifying non-food goods made wholly or significantly of biological ingredients such as renewable

> plant, animal, marine, or forestry materials. This new designation won't include biofuels, however. The BioPreferred program encourages interested parties to submit comments on the proposed rule by September 29. See the USDA press release, and for a complete list of qualifying products, peruse the catalog on the USDA's BioPreferred Web site."

Das „Positive" wird hier unmittelbar mit dem bio-basierten Anteil im Produkt verknüpft. Siehe hierzu auch Kapitel 6.1.3.

Auch in der Industrie selbst gibt es ein wachsendes Interesse an biogenen Werkstoffen und Produkten, deren Image sich sehr verändert hat. Gründe der Industrie sind „Sicherheit und Ökologie", es scheint momentan ein fundamentaler Wandel abzulaufen. Es geht darum, rechtzeitig gegenüber Gesetzesänderungen und -verschärfungen in Bezug auf Emissionen, Klimaschutz und Nachhaltigkeit gewappnet zu sein. Bio-basierte Werkstoffe und Produkte haben das Image und auch das Potenzial, diesen Anforderungen der Zukunft besser zu genügen. Sie können z.B. thermisch entsorgt werden, ohne fossilen Kohlenstoff freizusetzen. (Tuerk 2009)

**Fazit**

Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Form unterschiedlichster bio-basierter Produkte hat in Politik, Industrie und Öffentlichkeit insgesamt ein gutes Image, das vor allem auf folgenden Zuordnungen beruht: Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit, Gesundheit, Versorgungssicherheit durch Rohstoffdiversifizierung sowie Innovation und Beschäftigung. Bio-basierte Produkte sind wie geschaffen für die Herausforderungen der Zukunft.

Dieses positive Image kann von Unternehmen zur Platzierung ihrer NaWaRo-Produkte aktiv genutzt werden, was im Jahr 2009 sogar bei einigen größeren Unternehmen bereits umgesetzt wurde. Das positive Image stellt zudem eine gute Basis für eine Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen der stofflichen Nutzung dar, die in den letzten Jahren gegenüber der energetischen Nutzung immer mehr ins Hintertreffen geraten ist.

Es erscheint allerdings wenig sinnvoll, übergreifende Kampagnen für die stoffliche Nutzung zu fahren („Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz und auch noch Arbeitsplätze – Stoffliche Nutzung – wie cool ist das denn?"), sondern eher produkt- und branchenspezifische Maßnahmen zu entwickeln. Zu unterschiedlich sind die jeweiligen Wahrnehmungen und potenziellen Pluspunkte in den verschiedenen stofflichen Anwendungen.

Eine Ausnahme stellt dabei das potenzielle Negativ-Image infolge des vermeintlichen Konfliktes zum Foodbereich dar. Hier könnte eine übergreifende Kampagne mit guten Hintergrundinformationen zur Versachlichung der Diskussion nützlich sein.

Und schließlich sollte – auch übergreifend – das positive Image der stofflichen Nutzung in Bezug auf Nachhaltigkeit rasch durch eine Ausweitung der Nachhaltigkeitsverordnung abgesichert werden, die bislang nur für Biomassestrom und Biokraftstoffe gilt. Die Beispiele aktueller Marktplatzierungen von NaWaRo-Produkten zeigen, dass die Unternehmen das Thema bereits intensiv aufgreifen, ohne aber im stofflichen Bereich auf eine entsprechende Verordnung zurückgreifen zu können. Anderenfalls könnte das positive Image spätestens bei der nächsten Food-Krise in Gefahr geraten.

# 6 Entwicklung und Diskussion von Instrumenten zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe

## 6.1 Bestandsaufnahme aktueller Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der stofflichen Nutzung

*AutorInnen: Barbara G. Hermann (Universität Utrecht), Michael Carus*

Im Folgenden soll ein Überblick gegeben werden über die in den letzten Jahren und aktuell – in Deutschland, Europa und weltweit – gültigen Gesetze, Verordnungen, Regelungen, Vereinbarungen und andere Maßnahmen, die einen Einfluss auf die politische und ökonomische Situation der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe haben.

### 6.1.1 Situation in Deutschland

*Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (2005 und 2008)*
Die Bundesregierung hat 2005 im Rahmen des „Wegweisers Nachhaltigkeit" das Schwerpunktthema „Nachwachsende Rohstoffe – für neue Produkte und Märkte" bearbeitet. Der Bericht hierzu nimmt eine Bestandsaufnahme vor, identifiziert besonders aussichtsreiche Marktsegmente und schlägt Maßnahmen vor. Im Rahmen des Fortschrittsberichts 2008 zur Nachhaltigkeitsstrategie sind nachwachsende Rohstoffe Bestandteil des Schwerpunktthemas „Schritte zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft" mit den Projekten zur „Nutzung von Holz zur Substitution endlicher Rohstoffe" und zur „Innovativen Mehrfachnutzung nachwachsender Rohstoffe".

*Koalitionsvertrag (2005)*
Im Koalitionsvertrag 2005 von CDU, CSU und SPD heißt es „Die Bundesregierung wird dafür Sorge tragen, die industrielle, energetische und stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen als wichtige Entwicklungsperspektive insbesondere der Landwirtschaft auszubauen und damit wichtige Entwicklungspotenziale in den ländlichen Räumen weiter zu entwickeln. Die Forschung in diesem Bereich wollen wir ressortübergreifend forcieren."

*Hightech-Strategie der Bundesregierung (2006)*
Die High-Tech-Strategie von 2006 der Bundesregierung verfolgt das Ziel, Deutschland wieder an die Spitze der wichtigsten Zukunftsmärkte zu führen. Die Pflanze als Rohstofflieferant ist eines von 17 Zukunftsfeldern, in denen innovationspolitische Maßnahmen definiert wurden. In diesem Rahmen strebt Deutschland an, bis zum Jahre 2015 die europäische Spitzenposition in Pflanzenbiotechnologie und Pflanzenzüchtung zu erreichen und den Einsatz von erneuerbaren und nachwachsenden Rohstoffen in der chemischen Industrie erheblich auszudehnen.

*Rohstoff-Strategie der Bundesregierung (2007)*
In den im März 2007 von der Bundesregierung veröffentlichten „Elemente(n) einer Rohstoffstrategie der Bundesregierung", in der die strategischen Ansätze für eine neu ausgerichtete Rohstoffpolitik dar-

gestellt werden, wurde festgelegt: „Zur besseren und effektiveren Verwendung agrarischer Rohstoffe werden BMELV und BMU einen Aktionsplan auch für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe erarbeiten." Eine „Zwischenbilanz der Rohstoffaktivitäten der Bundesregierung" wurde im Juli 2008 vorgelegt.

*Nationaler Biomasse-Aktionsplan Bioenergie (Januar 2009) und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (2009/2010)*
Der Aktionsplan knüpft an den Biomasse-Aktionsplan der EU-Kommission aus 2005 und die Rohstoff-Strategie der Bundesregierung (2007/2008) an und soll Zielsetzungen, Strategien und Maßnahmen für eine nachhaltige energetische und stoffliche Nutzung definieren. Er wird in Zusammenarbeit unterschiedlicher Ministerien unter Federführung des BMELV erstellt. Während der Aktionsplan für Bioenergie im Januar 2009 veröffentlicht wurde, soll der Aktionsplan für die stoffliche Nutzung noch vor der Bundestagswahl im September 2009 vom Kabinett verabschiedet und der Öffentlichkeit vorgestellt werden (Stand: August 2009).

Neben diesen übergreifenden, strategischen Aktivitäten bestimmen vor allem aktualisierte Verordnungen die Marktchancen für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen.

*Verpackungsverordnung (VerpackV)*
Im April 2008 wurde die 5. Novelle der Verpackungsverordnung (VerpackV) verabschiedet. Diese erhält die Befreiung von der Rücknahmepflicht für Kunststoffverpackungen aufrecht, wenn die Verpackungen aus biologisch abbaubaren Werkstoffen hergestellt und nachweislich kompostierbar sind. Dies gilt unabhängig davon, ob die Verpackungen beim privaten Endverbraucher anfallen oder nicht. Die Hersteller und Vertreiber müssen dabei sicherstellen, dass ein möglichst hoher Anteil der Verpackungen einer Verwertung zugeführt wird. Für Verpackungen, die direkt aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind, gilt außerdem die Besonderheit, dass die energetische Verwertung der stofflichen Verwertung gleichgestellt ist.

Die Novelle enthält zusätzlich ab April 2008 eine Befreiung von der Pfand- und Rücknahmepflicht für alle Getränkeverpackungen, die einen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen von mindestens 75 % aufweisen. Dies betrifft Getränkeverpackungen aller Art, also nicht nur Flaschen, sondern auch Kartons oder Beutel. Der Hersteller muss sich jedoch an einem dualen System beteiligen, wenn diese Verpackungen beim privaten Endverbraucher anfallen. Beide Regelungen sind bis 31.12.2012 befristet und zielen darauf ab, über einen Kostenvorteil die Markteinführung solcher Biomaterialien zu unterstützen. Die Lizenzkosten betragen derzeit 1,30 Euro pro kg für Kunststoffe und 0,175 Euro pro kg für Papier und Karton.

*Bioabfallverordnung (BioAbfV) und die Düngemittelverordnung (DüMV)*
Bislang ließen die Bioabfallverordnung (BioAbfV) und die Düngemittelverordnung (DüMV) nur solche Materialien als Input-Stoffe für die Abfallsammlung zu, die zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen bestanden. Die meisten Biopolymere enthalten aus technischen Gründen abbaubare, petrochemische Zusatzstoffe und waren daher von der Sammlung ausgeschlossen (Käb 2006). In der Neufassung der DüMV vom August 2008 gelten biologisch abbaubare Stoffe, unabhängig von ihrer Herkunft – nachwachsend oder fossil – als akzeptable Fremdbestandteile. Das BMU arbeitet ebenfalls an einer Novellierung der BioAbfV, die vorsieht, Kunststoffe ebenso wie Kunststoffverpackungen als Bioabfall zuzulassen, wenn diese zertifiziert biologisch abbaubar bzw. kompostierbar sind und überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Die 100 %-Klausel würde damit endgültig entfallen und dadurch die Verwendung von Biomaterialien im Verpackungsbereich deutlich erleichtert werden. (siehe auch EEG, weiter unten)

*Markteinführungsprogramme*

Das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) getragene Markteinführungsprogramm „Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“, welches den Einsatz von Naturdämmstoffen unterstützt, galt zunächst nur bis Ende 2006, wurde dann bis Ende 2007 verlängert. Bezuschusst wurde der Kauf von Wärme- und Schalldämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, die in der Förderliste aufgeführt sind. Die Förderhöhe richtete sich nach der Kategorie, in der das Produkt aufgeführt ist. Exemplarisch ergibt sich für den Dämmstoff Thermo-Hanf, dass sich durch die Förderung der Preisnachteil gegenüber Mineralfaser-Dämmstoffen etwa halbiert.

Seit Beginn des Markteinführungsprogramms im August 2003 war insgesamt ein deutlicher Anstieg in der Verwendung der von der FNR geförderten Dämmstoffprodukte sowie eine Reduzierung der Marktpreise für diese Dämmstoffe zu beobachten.

Carmen Hock, Geschäftsführerin des führenden Naturfaserdämmstoff-Produzenten Hock GmbH & Co. KG, nennt die Wirkungen des Programms im Detail: „Durch dieses Förderprogramm wurden vorhandene Informationsdefizite abgebaut, so dass Verbraucher und Verarbeiter Naturfaserdämmstoffe wie Thermo-Hanf kennen und beim Baustoff-Fachhandel vermehrt nachfragen. Hock hat sich im Förderzeitraum mit dem Produkt Thermo-Hanf am Markt etabliert. … Die Absatzmengen für ThermoHanf sind von im Jahr 2003 insgesamt 13.800 Kubikmeter auf im Jahr 2007 insgesamt 100.000 Kubikmeter gestiegen.“ Die Marktpreise für 240 mm dicken Dämmstoff sanken seitdem z.B. von 26,10 €/qm (Januar 2007) auf 23,52 €/qm (März 2008) – trotz parallel gestiegener Rohstoffpreise. (Hock 2008)

Seit 2000 unterstützte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) mit dem Markteinführungsprogramm „Biogene Schmierstoffe“ Schmierstoffe und Hydrauliköle auf Basis von Pflanzenölen. Wer bereit ist, seine Maschinen auf umweltfreundliche Produkte auf natürlicher Basis umzurüsten, erhält eine finanzielle Unterstützung und eine kompetente Beratung.

Bis Ende 2008 wurde die Erstausrüstung und Umrüstung von Maschinen und Anlagen unterstützt. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) e.V., war mit der Umsetzung der Richtlinie betraut. Umweltbewusste Landwirte, Unternehmen oder Kommunen konnten auf Bioschmierstoffe umstellen, es gab sowohl Mittel für die Erstausrüstung als auch für die Umrüstung der verschiedensten Maschinen und Anlagen. Eine Positivliste legte fest, welche Schmierstoffe gefördert wurden. Je nach Produktgruppe und Art der Nutzung wurden Pauschalwerte festgelegt. Mit maschinenspezifischen Kennwerten multipliziert ergab sich die Höhe der Förderung. (FNR 2006)

Biogene Schmierstoffe und Hydrauliköle haben sich durch das Markteinführungsprogramm erheblich besser etablieren können.

*Forschung und Entwicklung*

Weiterhin fördert die Bundesregierung mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) seit 2003 ein Programm zur „Forschung, Entwicklung und Demonstration sowie Markteinführung von nachwachsenden Rohstoffen“ mit gegenwärtig circa 50 Millionen Euro im Jahr 2008 für die stoffliche Nutzung, gegenüber ca. 40 Millionen Euro 2007 (FNR 2008b). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert außerdem seit 2007 ein Programm „BioIndustrie 2021“ für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren in der industriellen Biotechnologie (BMBF 2006). Nachwachsende Rohstoffe werden dort zwar nicht explizit genannt, sind jedoch eng mit industrieller Biotechnologie verknüpft.

***Regularien, die die stoffliche Nutzung in Deutschland aktuell hemmen***

Neben bereits bestehenden, fördernden Regularien existieren andere, welche die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland hemmen.

*Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)*

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) trat am 1. April 2000 in Kraft und ersetzte das seit 1991 gültige Stromeinspeisegesetz. Es soll den Ausbau von Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen fördern. Es dient vorrangig dem Klimaschutz und gehört zu einer ganzen Reihe gesetzlicher Maßnahmen, mit denen die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas oder Kohle verringert werden soll. Das deutsche EEG gilt als Erfolgsgeschichte und wurde bereits von 47 Staaten übernommen. Eine vom Deutschen Bundestag am 6. Juni 2008 beschlossene novellierte Fassung ist am 1. Januar 2009 in Kraft getreten. … Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein fester Vergütungssatz für den erzeugten Strom gewährt wird, der sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart orientiert, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen. Der für neu installierte Anlagen festgelegte Satz sinkt jährlich um einen bestimmten Prozentsatz (Degression), um einen Anreiz für Kostensenkungen zu schaffen. … Die entstandenen Mehrkosten, d.h. die Differenz zwischen Vergütungssatz und Marktpreis des Stroms, werden unter den Energieversorgungsunternehmen (EVU) gleichmäßig aufgeteilt (Bundesweite Ausgleichsregelung) und fließen somit als zusätzlicher Kostenfaktor in Form der sogenannten EEG-Umlage in die Kalkulation und Abrechnung der Endverbraucherpreise ein. (http://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 19.08.2009)

Aber es gibt auch vermehrt Kritik am EEG, wie z.B. das folgende Zitat zeigt:

> „Zwar gilt das EEG als Erfolgsmodell. Es ist verantwortlich dafür, dass hierzulande bereits 15 Prozent des Stroms aus regenerativen Quellen erzeugt werden. Dennoch wächst der Unmut über die Kosten. Durch das EEG erhalten Ökostromproduzenten auf Jahre hinaus eine garantierte Einspeisevergütung, die deutlich über dem Marktpreis liegt. Die Mehrkosten werden auf alle Stromkunden umgelegt. Anfang August hatte auch die Monopolkommission das EEG als teuer und ineffizient kritisiert.“ (FTD, 17.08.2009)

Laut BMU liegen die jährlichen „EEG-Differenzkosten“ bei 3,3 Mrd. € (2006) und könnten bis zum Jahr 2015 auf etwa 6,2 Mrd. € steigen, um dann bis 2020 wieder auf etwa 4,9 Mrd. € zu fallen (unter den Rahmenbedingungen des EEG 2009) (BMU 2008). Die Kosten im Jahre 2008 werden auf etwa 4,2 Mrd. € geschätzt.

Auch aus Sicht der stofflichen Nutzung ist das EEG kritisch zu sehen. Das EEG beeinflusst maßgeblich die Erlössituation bei der energetischen Nutzung von Biomasse und macht es attraktiv, die Biorohstoffe der energetischen statt der stofflichen Nutzung zuzuführen (vgl. Kapitel 3.2). Hierdurch entsteht eine Wettbewerbsverzerrung, die unter ökologischen und makroökonomischen Gesichtspunkten zu einer Ressourcen-Fehlallokation führen kann (vgl. Kapitel 3.3 und 4). Rohstoffe für die stoffliche Nutzung werden verteuert und knapp, stoffliche Produktlinien geraten unter erheblichen Wettbewerbsdruck.

Seit Einführung des Gesetzes ist ein starker Anstieg der Strom- und Gaserzeugung aus Biomasse zu verzeichnen: Dies betrifft vor allem die Bereiche Holz-Hackschnitzel und – Pellets sowie Mais und Biogas in der Strom- und Wärmeproduktion. Dies bedeutet eine zunehmende Nutzungskonkurrenz hauptsächlich um Holz, aber auch um andere Arten von Biomasse. Um die Rohstoffe konkurriert die Stromerzeugung sowohl mit der Wärme- und Kraftstofferzeugung, als auch mit Sektoren der stoffli-

chen Nutzung, wie z.B. dem Bausektor, der Möbelherstellung und auch der Zellstoff- und Papierindustrie (Bringezu et al. 2008a). Es ist anzunehmen, dass sich die Konkurrenzsituation in Zukunft weiter verschärfen wird, insbesondere wenn auch Bioraffinerien und Biokraftstoffe der zweiten Generation um den Rohstoff Holz konkurrieren. Die energetische Holznutzung stieg zwischen 2003 und 2007 speziell bei größeren Heizkraftwerken (> 1 MW) um 7,1 Mio. Festmeter, das entspricht einem Zuwachs von fast 60 % (Mantau 2009). Im gleichen Zeitraum stieg der Verbrauch der traditionellen stofflichen Nutzung (Säge-, Holzwerkstoff-, und Holzschliff- & Zellstoffindustrie) um 16,6 Mio. Festmeter, das entspricht einem Zuwachs von gut 30 % (Mantau 2009).

Insgesamt hat sich der Rohholzbedarf für die energetische Nutzung zwischen 2000 und 2008 auf 52,9 Mio. $m^3$ verdreifacht und macht nun rund 42 % am gesamten deutschen Rohholzbedarf von 126,7 Mio. $m^3$ aus (EUWID Neue Energien, Nr. 11 v. 27.05.2009).

Und damit ist noch lange keine Ende erreicht: Nach einer aktuellen Studie von DBFZ und Öko-Institut wird sich von 2008 bis 2020 die Zahl der Biomasse-Heizkraftwerke in Deutschland etwa verdoppeln (von 220 auf 450 Anlagen) und die installierte Gesamtleistung nahezu verdreifachen (von 1.200 MWel auf 3.200 MWel). 209 der 220 Anlagen im Jahr 2008 erhielten eine Einspeisevergütung nach dem EEG, die restlichen Anlagen produzieren nur für den Eigenbedarf. (EUWID Neue Energien, Nr. 17 v. 19.07.2009)

Die Preise von Sägenebenprodukten, von denen 15–20 % energetisch genutzt werden, wären ohne eine subventionierte energetische Verwertung niedriger gewesen (Bringezu et al. 2008a), da Sägenebenprodukte etwa ein Drittel des Holzrohstoffeinsatzes in der Papierindustrie ausmachen (Bringezu et al. 2008a, Daten des VDP) eine Preissteigerung sich direkt auch auf diese Industrie auswirkt. Wenn auch die Preise anderer (Holz-)Rohstoffe analog zu den Sägenebenprodukten steigen, könnte dies aufgrund der Konkurrenzsituation die Markteinführung neuer stofflicher Anwendungen behindern. (Weiteres zur Nutzungskonkurrenz siehe Kapitel 3.5)

*Kritikpunkte am aktuellen EEG aus Sicht der stofflichen Nutzung*

- Das EEG beeinflusst maßgeblich die Erlössituation bei der energetischen Nutzung von Biomasse und macht es attraktiv, die Biorohstoffe der energetischen statt der stofflichen Nutzung zuzuführen.
- Rohstoffe für die stoffliche Nutzung werden verteuert und knapp, stoffliche Produktlinien geraten unter erheblichen Wettbewerbsdruck. Sollten die oben genannten Zuwachsraten bei Biomasse-Heizkraftwerken eintreten, ist mit erheblichen Engpässen zu rechnen.
- Dies gilt vor allem für Holzrohstoffe, deren energetische Nutzung als Hackschnitzel und Pellets dem Bereich der Holzwerkstoff- und Zellstoff-Papier-Industrie zunehmend den Rohstoff entzieht, wodurch es bereits zu Versorgungsengpässen gekommen ist.
- Seit Jahren gibt es für Sägenebenprodukte z.B. eine Auseinandersetzung um den NaWaRo-Bonus, der für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen gezahlt wird: Während die einen Verbände, wie der Verband der Deutschen Säge- und Holzindustrie (VDS), darum kämpfen, dass diese den NaWaRo-Bonus erhalten („Ende der Diskriminierung“), setzt sich vor allem die Holzwerkstoff-Industrie dafür ein, dass Sägenebenprodukte keinen NaWaRo-Bonus erhalten, um bei diesem Rohstoff nicht noch weiter unter Druck zu geraten. (In der aktuellen Fassung des EEG erhält Waldrestholz den NaWaRo-Bonus, Sägenebenprodukte wie Säge- und Hobelspäne dagegen nicht. Auch Grünabfälle sind seit dem neuen EEG 2009 nicht mehr NaWaRo-Bonus-fähig.)

- Auf dem Acker kommt es durch das EEG zu einer starken Konkurrenz um die Anbauflächen. In der Mais-Biogas-Linie werden infolge des EEG hohe Renditen erzielt (siehe Kapitel 3.2), die es für andere Kulturen (oder auch Futter-Mais) schwer machen, Flächen zu akquirieren. Gleichzeitig erhöhen sich die Pachtpreise in den Biogas-Regionen.
- Auch die Lenkungswirkung des im EEG verankerten NaWaRo-Bonus ist zweifelhaft. So erhält frische Biomasse wie Holz oder Mais den NaWaRo-Bonus, Bioabfälle im Sinne der Bio-Abfall-Verordnung stehen aber auf der Negativliste. Da in der Novellierung der BioAbfV vorgesehen ist, Kunststoffe und Kunststoffverpackungen aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen als Bioabfall zu definieren, hieße dies automatisch, dass diese Stoffe nicht vergärt oder verbrannt werden können, ohne dass die Anlagenbetreiber ihren Anspruch auf den NaWaRo-Bonus dauerhaft verlieren.
- Statt eine Kaskadennutzung zu fördern, wird diese durch den NaWaRo-Bonus eher unattraktiv gemacht. Während die frische Biomasse den Bonus erhält, bekommt Biomasse aus Neben- und Kaskadenströmen keinen Bonus. Aktuellen Diskussionen nach sollte das EEG zukünftig gerade die Kaskadennutzung unterstützen und anstelle des NaWaRo-Bonus ein Kaskaden-Bonus eingeführt werden (so z.B. Franz-Josef Holzenkamp (MdB der CDU)). Hierdurch würden (a) der stofflichen Nutzung weniger Rohstoffe entzogen und (b) die Kaskadennutzung von NaWaRo-Produkten gefördert („Erst stofflich, dann energetisch“).

*Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) und Energiesteuergesetz (EnergieSTG)*
Das Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) vom 26.10.2006 fördert den Einsatz von Biokraftstoffen über eine Quotenregelung: bis 2015 soll die Beimischungsquote bei 8 % Biokraftstoff liegen. Zudem besteht über das Energiesteuergesetz (EnergieSTG) eine Steuerbefreiung für den Einsatz von reinem Biodiesel und Pflanzenöl, welche allerdings bis 2012 abgebaut wird (ausgenommen in der Land- und Forstwirtschaft). Besonders förderungswürdige Biokraftstoffe, hierzu zählen BTL-Kraftstoffe, reines Bioethanol (E85) und Ethanol aus Cellulose, sind bis 2015 zu 100 % steuerbefreit. Aufgrund der Flächenkonkurrenz zwischen der stofflichen Nutzung und der Nutzung als Biokraftstoffe entsteht hier ein Nachteil für die stoffliche Nutzung (siehe hierzu auch Kapitel 3.2).

Im Juni 2009 hat der Bundestag die rückwirkende Senkung der Biokraftstoffquote für das laufende Jahr auf 5,25 % nach lang anhaltenden Diskussionen endgültig beschlossen und sich damit über Bedenken des Bundesrates (und der Biokraftstoffverbände) hinweggesetzt. Das heißt, dass die Beimischungsquote für 2009 von 6,25 auf 5,25 % Anteil zurückgedreht wird; für die Jahre 2010 bis 2014 wird sie auf 6,25 % eingefroren und nicht wie geplant auf 8 % erhöht. Der Biospritanteil am Benzin soll dabei von 2010 bis 2014 nur 2,8 anstelle von 3,6 % betragen, die Dieselquote wird wie geplant von 5 auf 7 % angehoben. Außerdem wurde beschlossen, die nächste Steuerstufe auf reinen Biodiesel von 6 auf 3 Cent zu halbieren. Pflanzenölkraftstoff hat dagegen keine Lobby: Hier erhöht sich der Satz unverändert um 8 Cent. Damit sind 2009 auf beide Dieselsubstitute 18 Cent Energiesteuer aufzuschlagen. (EUWID Neue Energien, Nr. 13 v. 24.06.2009)

Die Änderungen wurden kontrovers aufgenommen: Vertreter der Mineralölindustrie begrüßten die Quotensenkung, Greenpeace bezeichnete die Biokraftstoffquote als „klimapolitischen Unsinn“ und forderte ihre Abschaffung. Der Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (VDB) verlangte hingegen die Beibehaltung der Quote, da sonst die gesamte Branche „an die Wand gefahren“ werde. Schließlich habe der Anteil von Biodiesel und Bioethanol im Jahr 2007 schon 7,6 % betragen, so dass den Herstellern mit dem geplanten Gesetz etwa 25 % ihres Absatzes wegbrechen würde. (EUWID Neue Energien, Nr. 13 v. 24.06.2009)

Auch der WBGU empfiehlt den raschen Ausstieg aus der Förderung von Biokraftstoffen für den Verkehr. (WBGU 2008)

*Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen*
Seit dem Sommer 2008 gibt es in Deutschland das „Gütesiegel Nachhaltiges Bauen“ (www.nachhaltigesbauen.de) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Dabei wird ein komplexes Bewertungssystem mit einer Gewichtung auf Basis sog. Bedeutungsfaktoren angewendet. Ökologische Kriterien im engeren Sinne, die Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen begünstigen könnten, machen dabei nur wenige Prozente aus. Eine entsprechende Überarbeitung der Gewichtung ist daher anzustreben, um NaWaRo-Baustoffe stärker zu etablieren und dem Ziel Klimaschutz bessere Dienste zu erweisen.

### 6.1.2 Situation in Europa

***Existierende Regularien in der Europäischen Union***

*Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)*
Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP), so wie sie 2008 gültig war, benachteiligte die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen an zwei Punkten:

1. Dauerkulturen (wie z.B. Kurzumtriebspflanzen und Miscanthus), die stofflich genutzt werden, bekommen nur dann einen Zuschlag aus der 1. Säule, wenn sie auf Stilllegungsflächen angebaut werden (EPOBIO 2007). Bei energetischer Nutzung können jedoch alle Anbauflächen genutzt werden, ohne den Zuschlag zu verlieren.
2. Außerdem besteht eine Energiepflanzenprämie von 45 € pro Hektar für nachwachsende Rohstoffe, die energetisch genutzt werden und auf Nicht-Stilllegungsflächen angebaut werden, bis zu einer Obergrenze von 2 Millionen Hektar (EPOBIO 2007). Dieser Zuschlag fehlt für die stoffliche Nutzung.

Beide Punkte führten bisher zu einer Benachteiligung der stofflichen im Vergleich zur energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen.

Mit einem Beschluss vom 20. November 2008 schaffte der Agrarministerrat der EU das bereits 2008 nicht mehr genutzte Instrument der obligatorischen Stilllegung ab dem Jahr 2009 ab und erhöhte damit die produktiv genutzte Landwirtschaftsfläche in der EU. Zudem wurde die Energiepflanzenprämie zum 1. Januar 2010 komplett gestrichen. Die Abschaffung der obligatorischen Stilllegung bietet Chancen und Risiken für die stoffliche Nutzung. Nun treten Lebens- und Futtermittelproduktion sowie die energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in unmittelbare Konkurrenz zueinander. (Vgl. Kapitel 3.5)

*Ungleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse bei künftigen Direktzahlungen aus der Zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (Modulation)*
Im November 2008 beschloss der Agrarministerrat nach dem sog. „Health Check“ eine Vielzahl von Vorschlägen zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) (EU 2008). Hierzu gehört auch die „Verordnung (EG) Nr. 74/2009 des Rates zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER).“

In dem Papier wird vorgeschlagen, für welche „spezifische Vorhaben“ solche Direktzahlungen möglich sein sollen. In unserem Kontext ist vor allem der Artikel 1.3 von Bedeutung, mit folgendem Wortlaut:

Folgender Artikel 16a wird eingefügt:

*„Artikel 16a*

***Spezifische Vorhaben für bestimmte Prioritäten***

(1) Ab 1. Januar 2010 nehmen die Mitgliedstaaten in ihre Entwicklungsprogramme für den ländlichen Raum Arten von Vorhaben auf, die auf ihre spezifischen Bedürfnisse abgestimmt sind und auf folgende Prioritäten, die in den strategischen Leitlinien der Gemeinschaft beschrieben und in den nationalen Strategieplänen näher ausgeführt sind, abzielen:

a) Klimawandel,

b) erneuerbare Energien,

c) Wasserwirtschaft,

d) biologische Vielfalt,

e) Maßnahmen zur Begleitung der Umstrukturierung des Milchsektors,

f) Innovationen mit Bezug zu den unter den Buchstaben a, b, c und d genannten Prioritäten.“

Der „Beschluss des Europäischen Rates zur Änderung des Beschlusses 2006/144/EG über strategische Leitlinien der Gemeinschaft für die Entwicklung des ländlichen Raums (Programmplanungszeitraum 2007-2013) (2009/61/EG)“ in diesem Zusammenhang erläutert in seinem Anhang die genannten Prioritäten:

„Die strategischen Leitlinien der Gemeinschaft für die Entwicklung des ländlichen Raums (Programmplanungszeitraum 2007-2013) im Anhang des Beschlusses 2006/144/EG werden wie folgt geändert:

In Teil 2 wird folgende Nummer angefügt:

**2.5. Den neuen Herausforderungen begegnen**

Bei der Prüfung der Reformen von 2003 wurde auch das Gleichgewicht zwischen den Ausgaben für Direktzahlungen im Rahmen der ersten Säule der GAP und der Finanzierung der Politik für die Entwicklung des ländlichen Raums bewertet. Da der Gesamthaushalt der GAP bis Ende 2013 festgeschrieben ist, können zusätzliche Mittel für die ländliche Entwicklung nur durch eine Erhöhung der obligatorischen Modulation bereitgestellt werden. Die zusätzlichen Mittel werden benötigt, um die Bemühungen für die Prioritäten der Gemeinschaft in den Bereichen Klimawandel, erneuerbare Energien, Wasserwirtschaft und biologische Vielfalt (einschließlich der zugehörigen Innovationsförderung) und Umstrukturierung des Milchsektors zu verstärken.“

Auf Bioenergie bezogen finden sich auf im Anhang des Ratsbeschlusses folgende Passagen (Heraushebungen durch die Autoren):

> Zur Umsetzung dieser Prioritäten sind die Mitgliedstaaten aufgefordert, die Förderung auf Kernaktionen zu konzentrieren. Diese Kernaktionen könnten unter anderem folgende Arten von Vorhaben umfassen:
>
> i) Investitionsbeihilfen im Rahmen von Schwerpunkt 1 können vor allem für Energie, Wasser und andere Produktionsmittel sparende Maschinen und Geräte und **für die Produktion erneuerbarer Energien zum Einsatz in Landwirtschaftsbetrieben gewährt werden**. Im Agrar- und Ernährungssektor und in der Forstwirtschaft sollten die **Investitionsbeihilfen zur Entwicklung innovativer und nachhaltiger Methoden bei der Herstellung von Biobrennstoffen beitragen**.
>
> iii) Unter den Schwerpunkten 3 und 4 können Projekte und Zusammenarbeit für erneuerbare Energien auf lokaler Ebene sowie die Diversifizierung von Landwirtschaftsbetrieben zugunsten der Erzeugung von Bioenergie gefördert werden. Die Erhaltung des natürlichen Erbes kann zum Schutz ökologisch wertvoller Biotope und Gewässer beitragen.
>
> iv) Da alle ländlichen Gebiete mit Fragen des Klimawandels und **erneuerbarer Energien** konfrontiert sind, können die Mitgliedstaaten den lokalen Aktionsgruppen in Schwerpunkt 4 (Leader) nahe legen, diese als Querschnittsthemen in ihre lokale Entwicklungsstrategien aufzunehmen. Die Gruppen sind besonders gut geeignet, zur Anpassung an den Klimawandel und zu **Lösungen für erneuerbare Energien** beizutragen, die auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt sind.

*Analyse und Bewertung*

Während die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe nach den aktuellen Vorschlägen der Kommission unmittelbar durch die Direktzahlungen der „Zweiten Säule" der GAP finanziell unterstützt werden kann, ist dies für die stoffliche Nutzung nur mittelbar möglich, wenn Anbau und Nutzung nachweisbare Vorteile für Klima-, Wasserschutz oder Biodiversität erbringen.

Wie in der Vergangenheit oft geschehen, wurde hier die stoffliche Nutzung von der EU-Kommission schlichtweg übersehen, ohne dass dies an sich politisch gewollt war – wie Gespräche in Brüssel bestätigten (Schulz-Greve 2008). Ganz im Gegenteil wird sowohl in Brüssel wie auch in Berlin der stofflichen Nutzung von Agrarrohstoffen als Rohstoffquelle für die Industrie zunehmend Bedeutung beigemessen, insbesondere im Kontext von Bioraffinerie-Projekten.

Da aber auf den Vorschlag der Kommission von Mai 2008 von den Mitgliedsstaaten in diesem Punkt keine Änderungswünsche eingebracht wurden, blieb die Ungleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung in der GAP bestehen. Wie hätte eine Änderung aussehen können?

Naheliegend wäre zunächst, bei einer erneuten Überarbeitung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 in Artikel 16a die stofflich-industrielle Nutzung von Biomasse als Förderkriterium neben „erneuerbare Energien" zusätzlich aufzunehmen, um damit eine direkte Förderung über Direktzahlungen wie bei

Bioenergie zu ermöglichen. Im Anhang sollten dann analog konkrete Beispiele zur Förderung der stofflich-industriellen Nutzung aufgenommen werden, wie dies bei Bioenergie bereits jetzt der Fall ist.

Da in vielen Mitgliedsstaaten die von der EU beschlossene Erhöhung der Direktzahlungen der Zweiten Säule der GAP kritisch betrachtet wird, ist zu erwarten, dass eine Ausweitung der Förderkriterien (auch ohne eine Erhöhung der Gesamtquote) ungern gesehen wird.

Um dennoch eine Gleichbehandlung zwischen energetischer und stofflicher Nutzung zu erreichen, bietet sich die Möglichkeit an, „erneuerbare Energien" bzw. speziell die energetische Nutzung von Biomasse als Förderkriterium zu streichen. Dann müsste jede Form der Nutzung von Biomasse, ob energetisch oder stofflich, zeigen, dass Anbau und Nutzung nachweisbare Vorteile für Klima-, Wasserschutz oder Biodiversität erbringen. Dies entspräche an sich auch eher der Absicht der Kommission, da diese die Direktzahlungen der Zweiten Säulen stärker an Ziele koppeln möchte. Der Ausbau der nachwachsenden Rohstoffe ist aber kein Ziel an sich, sondern kann nur im Kontext „höherer Ziele" sinnvoll im Sinne einer Förderung sein.

Eine Gleichbehandlung der stofflichen und energetischen Nutzung in Bezug auf Direktzahlungen aus der Zweiten Säule ist wichtig, um Marktverzerrungen und ungleiche Konkurrenzsituationen zu vermeiden. Sonst könnten Steuerungseffekte die Folge sein, die politisch nicht beabsichtigt sind.

*Forschung und Entwicklung*
Die EU hat seit dem vierten Rahmenprogramm finanzielle Mittel für die Forschung und Entwicklung zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe" zur Verfügung gestellt. So wurde im vierten Rahmenprogramm die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von industriellen Produkten, außer Nahrungsmitteln, unterstützt. Im fünften Rahmenprogramm lag der Fokus auf der nachhaltigen Landwirtschaft durch Integration der Herstellung und Nutzung von biologischen Materialien, welche nicht für die Nahrungsmittelproduktion bestimmt waren. Im sechsten Rahmenprogramm wurden zwar nachhaltige Energie- und Transportsysteme gefördert, nicht aber Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen. Im siebten Rahmenprogramm wird die Herstellung von Produkten aus Biomasse mit hohem Mehrwert, wie beispielsweise Werkstoffen und Chemikalien, insbesondere im Kontext von Bioraffinerien gefördert.

*European Climate Change Programme*
Von 2000 bis 2001 hat sich das europäische Klimaveränderungsprogramm (European Climate Change Programme) mit den umweltfreundlichsten und kosteneffektivsten Maßnahmen beschäftigt, die der EU helfen könnten, ihr Kyoto Ziel zu erreichen. Dabei wurde festgehalten, dass Polymere, Schmierstoffe, Lösungsmittel und Tenside aus nachwachsenden Rohstoffen eine interessante Maßnahme sind, allerdings mit nur geringem Einsparungspotenzial in der nahen Zukunft (bis 2010). Man stellte jedoch auch fest, dass die Biowerkstoffe langfristig deutlich mehr Emissionen einsparen können (ECCP 2001).

*Memorandum zur industriellen Nutzung nachwachsender Rohstoffe 2007*
Gemäß dem von Deutschland, Frankreich, Belgien, Luxemburg, Finnland und Österreich gezeichneten Memorandum werden als prioritäre Einsatzbereiche nachwachsender Rohstoffe die Bereiche „Chemie", Verpackungen und Baugewerbe definiert, und es wird vorgeschlagen, dafür auf europäischer Ebene jeweils Entwicklungsziele und Maßnahmen festzulegen.

*Lead Markets Initiative (LMI)*

Im Dezember 2007 hat das Europäische Parlament zusammen mit der Kommission des Rates, dem Komitee für ökonomische und Sozialfragen und dem Komitee der Regionen die Pilotmärkte-Initiative für Europa (Lead Markets Initiative – LMI) initiiert (Europäische Kommission 2007a). In sechs besonders aussichtsreichen Zukunftsmärkten sollen Marktpotenziale für innovative Produkte und Dienstleistungen erschlossen werden, indem Hindernisse, die der Innovation entgegenstehen, überwunden werden. Die EU-Kommission rechnet damit, dass die Umsätze in diesen Märkten bis zum Jahr 2020 von 120 auf 300 Mrd. € anwachsen und bis dahin über 1 Mio. Arbeitsplätze entstehen könnten.

Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist einer dieser besonders aussichtsreichen Zukunftsmärkte, deren Ausbau die Kommission mit einem Aktionsplan im Rahmen der Lead Markets Initiative forcieren und unterstützen will. Dabei werden explizit Biokunststoffe, Bioschmierstoffe, Biotenside, Bioenzyme und Biopharmazeutika als Pilotmärkte genannt. Traditionelle Holz- und Papierprodukte sowie Biomasse als Energiequelle werden ausgeschlossen. Die Initiative bestätigt, dass alle diese Märkte, und daher auch die Biowerkstoffe, stärker als andere Märkte von der Schaffung vorteilhafter Rahmenbedingungen durch gesetzliche Regelungen abhängig sind. Die Unsicherheit bezüglich der Produkteigenschaften sowie schwache Markttransparenz werden dabei als Hemmnisse identifiziert, die eine schnelle Aufnahme dieser Produkte in den Markt behindern. Als politische Instrumente, die eine Rolle spielen sollen, um den Markt für Bioprodukte zu unterstützen, werden dabei genannt: Umweltregelungen, Standardisierung, Kennzeichnung, für die Mitgliedsländer Anreize schaffen, um Demonstrationsanlagen aufzubauen, sowie die Ausarbeitung der Gemeinsamen Agrarpolitik.

*Normung und Zertifizierung*

In Brüssel hat sich die Gruppe „Industrial Task Force biobased certification“ gebildet. Fokus der Arbeit ist die Entwicklung eines Zertifizierungsprogramms für bio-basierte Produkte und die Beratung der ausführenden Zertifizierer sowie die Diskussion der politischen Aspekte (derzeit vor allem: LMI). Es sind bisher vertreten: ACDV, COPA-COGECA, EIHA, EuropaBio, EuBP, IK, NNFCC und Plastics Europe. Grundsätzlich herrscht Einigkeit darüber, dass der bio-basierte Anteil nach der C12/C14-Methode (US-Standard) gemessen werden sollte. Im Sommer 2009 waren die Vorschläge bereits weit entwickelt, einige Details müssen allerdings noch abgestimmt werden.

Das „Europäische Komitee für Normung (CEN)“ hat sich inzwischen auch der Normung des Begriffes „Bio-based Products“ (BT/WG 209) angenommen, was die zunehmende Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in der stofflichen Nutzung zeigt. Im Sommer 2009 wurden folgende Definitionen diskutiert:

> **„bio-based“** derived from biomass
>
> **„biomass“** in general is defined as the organic substance produced by plants, microorganism, animals and biological waste.
>
> Note 1 waste : from households, agriculture, animals, and food/feed production.
>
> Note 2 biological material have a certain life cycle to after it can be seen as renewable. For some biological materials this is normally 150 years.
>
> **„Bio-based products“** wurden zunächst ausgehend von der Begriffbildung der Lead Market Initiative definiert: „In the Lead Market Initiative, bio-based products refer to non-food products derived from biomass (plants, algae, crops, trees, marine organisms and biological waste from households, animals and food production). Bio-based products may range from high-value added fine chemicals such as pharmaceuticals, cosmetics, food additives, etc., to high volume materials such as general bio-

> polymers or chemical feedstocks. The concept excludes traditional bio-based products, such as pulp and paper, wood products, and biomass as an energy source.
>
> But includes future oriented and innovative „platform chemicals“ and biolubricants, in the above EU-definition not explcitly mentioned.“ (Wittmeyer 2009).

Diese Definition, die sich – wie auch die Lead Market Initiative – primär an den Prozessketten der chemischen Industrie orientiert, soll für die CEN-Definition erweitert werden. Vermutlich wird ein bestimmter Mindestanteil an Biomasse im Produkt festgelegt werden, damit es sich „Bio-based product“ nennen darf, unabhängig von der Prozesskette der Produktion. Der Abstimmungsprozess hierzu hat gerade erst begonnen. (Busch 2009)

*EU-Kommission unterstützt „grüne Wirtschaft“*
Die EU-Kommission will bis zum Jahr 2013 rund 105 Mrd. € in die „grüne Wirtschaft“ investieren. Etwa drei Mrd. € hiervon soll der Unterstützung umweltfreundlicher Produkte und Produktionsprozesse in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) aufgewendet werden. Hiervon könnten auch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen profitieren. (EU-WID NE 2009)

***Regularien in den EU-Mitgliedstaaten***

*Belgien*
Im Juli 2007 trat ein Gesetz mit dem Beinamen „Picknicksteuer“ in Kraft, das eine Besteuerung von Wegwerfprodukten bewirkt. Die Besteuerung erfolgt in vier Kategorien. Die erste Kategorie umfasst Kunststofftragetaschen und -beutel. Diese kosten dadurch je nach Gewicht 1–10 Cent mehr. Die Steuer gilt nicht für biologisch abbaubare Tüten und sollte dadurch einen Anreiz für Hersteller sein, auf biologisch abbaubares Material umzustellen. Die zweite und dritte Kategorie beinhaltet Frischhaltefolie, auf die 2,70 € Steuer pro kg anfallen und Aluminiumfolie bis zu einer Dicke von 0,2 mm, die mit 4,50 € je kg belastet wird. Zur vierten Produktgruppe, die ins Visier des Gesetzes geraten ist, gehören Bestecke, Teller, Becher und Tassen, Tabletts, Servierteller und Ähnliches aus Plastik, auf die 3,60 € pro kg anfallen (Reynders 2007).

*Frankreich*
In Frankreich wurde 2006 ein Gesetz verabschiedet, das ab dem Jahr 2009 für Müllbeutel und Q-Tips nur Kunststoffe erlaubt, die zu mindestens 40 % pflanzlichen Ursprungs sind und ab dem 01.01.2010 den Vertrieb und Verkauf von Kunststofftragetaschen und -verpackungen verbietet, die nicht biologisch abbaubar sind. Die biologisch abbaubaren Alternativen müssen dabei auch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sein, abbaubare Kunststoffe aus Erdöl sind nicht erlaubt. Aufgrund des Protestes anderer EU-Mitgliedsstaaten und verschiedener Verbände bei der EU-Kommission wurde das Gesetz inzwischen zurückgezogen. Ein weiterer Grund hierfür könnte die nicht ausreichende Verfügbarkeit entsprechender Biokunststoffe gewesen sein. (Michels 2009)

Im Juli 2007 haben Frankreich und Großbritannien einen „Steuerrabatt für klimaschonende Güter“ vorgeschlagen. Nach einem gemeinsamen Vorschlag des britischen Ministerpräsidenten Gordon Brown und Frankreichs Präsidenten Nicolas Sarkozy soll für umweltfreundliche Produkte künftig EU-weit ein geringerer Mehrwertsteuersatz gelten. Der Vorschlag sollte ein Beitrag sein zum Kampf der EU gegen den Klimawandel und könnte beispielsweise „Dämmmaterialien, umweltfreundliche Fahrzeuge und Kühlschränke“ betreffen (FTD 2007-07-23) – hierunter könnten auch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen fallen. „Die Initiative werde ein wichtiges Signal setzen und die Menschen dazu ermutigen, mehr Verantwortung für die Umwelt zu übernehmen, sagte Brown. Neue Marktmechanismen

könnten wirkungsvolle Anreize liefern, damit Menschen auf weniger umweltschädliche Produkte umsteigen. Der für Steuerfragen zuständige EU-Kommissar Laszlo Kovacs begrüßte den Vorschlag, verwies aber darauf, dass alle 27 Mitgliedsstaaten zustimmen müssten. Inzwischen hat sich der Europäische Rat jedoch gegen ermäßigte Mehrwertsteuer-sätze für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen ausgesprochen, so dass dieser Weg auf absehbare Zeit versperrt ist (siehe herzu auch Kap. 6.3.8.3). Der EU-Handelskommissar hatte zuvor angeregt, europaweit alle Zölle auf umwelttechnische Produkte abzuschaffen. Dieser Vorschlag ließe sich möglicherweise mit dem Vorstoß von Brown und Sarkozy verbinden." (FTD 2007-07-23)

Im September 2008 wurde außerdem bekannt, dass der Umweltminister mit Zustimmung des Premierministers an einem Gesetzentwurf arbeitet, der eine Besteuerung von Wegwerf-Plastikprodukten vorsieht, also beispielsweise Plastikgeschirr und -becher. Der Gesetzentwurf, auch bekannt als „Picknicksteuer", wird sich an einem vergleichbaren Gesetz orientieren, das in Belgien bereits 2007 in Kraft trat (s.o.).

Der „Aktionsplan Holz" wurde in Frankreich im Sommer 2009 veröffentlicht. „Nach Aussagen des französischen Ministerpräsidenten Nicolas Sarkozy soll der Holzeinsatz im französischen Bauwesen bis zum Jahr 2020 verzehnfacht werden. Im Rahmen eines „Aktionsplans Holz" soll etwa der Mindestanteil der Holzverwendung im Neubau deutlich gesteigert werden. Darüber hinaus sollen die in Frankreich bislang bestehenden Beschränkungen bei der Verwendung von Holz- und Holzdämmstoffen im Bereich der Fassade aufgehoben werden." (EUWID Holz, Nr. 23 v. 05.06.2009)

Laut Ladislaus Döry, Präsident des Europäischen Holzwerkstoffverbandes (EDF), wird in Frankreich und Italien „ein reduzierter Mehrwertsteuersatz angewendet, um etwa die Möbel oder den Bausektor in Sachen Holz zu unterstützen." (Holz-Zentralblatt, Nr. 28 v. 10.07.2009)

„Frankreich könnte schon im kommenden Jahr ein Ökosteuersystem einführen, das weiter geht als jedes andere in Europa." (FTD vom 29.07.2009) Für eine Tonne $CO_2$-Ausstoß sieht das Gesetz eine Steuer von zunächst 32 € vor, aber auch niedrigere Sätze werden aktuell durchgespielt. Wenn die Ökosteuer auch primär auf den Energiebereich zielt, so ist eine Ausdehnung auf den stofflichen Bereich gut vorstellbar.

Die „taxe carbone" genannte $CO_2$-Steuer ist Ende Dezember 2009, wenige Tage vor ihrer geplanten Einführung, vom Verfassungsgericht gestoppt worden und soll nun überarbeitet werden. Kläger und Kritiker bekamen mit ihrer Argumentation Recht, dass das geplante $CO_2$-Gesetz ungerecht und für das Klima unwirksam sei, da nur die Hälfte der $CO_2$-Verursacher mit Gesetz überhaupt erfasst würde.

Ebenso im Dezember 2009 wurde ein Programm zur verstärkten Nutzung bio-basierter Müllbeutel verabschiedet, welches als führend in Europa gilt:

> "*French government launches bio-based waste bag plan*
>
> France's ecology minister, Chantal Jouanno, has launched a framework agreement to promote bio-based, compostable plastic waste bags in the country. The government says it will make the bags, which will contain 40 % vegetable-based material next year and 70 % in 2018, more available to consumers across the country. "As well as developing waste bags made out of biodegradable plastics we will prioritise organic waste, either by promoting individual composting or by building more industrial composting sites," the minister said in a statement.
>
> The covenant was signed by the French Ministry of Ecology and Sustainable Development, the French Mayors Association (AMF), the Federation of Commerce and Distribution in France (FCD), the French Bioplastics Association (Club Bioplastiques), the Association of Plastics Manufacturers (Plastics Europe) and the French Plastic and Flexible Packaging Association (ELIPSO).

> European Bioplastics praised the initiative, calling it a significant contribution to environmentally sound waste management.
>
> "The use of certified compostable bioplastic waste bags supports the organic recovery of biodegradable waste," says Hasso von Pogrell, European Bioplastics managing director. "The French agreement can therefore be seen as a role model for other European countries."" (Eyre 2009)

*Großbritannien*

In Großbritannien gibt es zwar bisher keine Gesetze auf nationaler Ebene, die gezielt die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen unterstützen. Vielmehr gibt es regionale Maßnahmen und freiwillige Vereinbarungen. Eine solche regionale Maßnahme ist die verstärkte Bemühung, in einzelnen Städten bzw. Verwaltungsbezirken Kunststofftragetaschen zu verbieten. Dies ist bereits in 11 Städten erfolgt, in weiteren 126 Städten und Verwaltungsbezirken geplant (Stand: 03.09.2008). Außerdem hat der Staat mit den Supermärkten ein Selbstbeschränkungsabkommen vereinbart, in dem sich die Supermärkte verpflichten, die Gesamtumweltbelastung durch Tragetaschen bis Ende 2008 um 25 % zu reduzieren (MCA 2008).

Auf der anderen Seite wurde in Großbritannien die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe stets im Fokus behalten und es wurden schon früh mögliche politische Instrumente zur Förderung der energetischen und stofflichen Nutzung analysiert, wie z.B. in der umfassenden DEFRA-Studie „Analysis of Government policies, public R&D programmes and private sector strategies to support the non-food use of crops" (DEFRA 2003), in der die politischen Instrumente in Großbritannien sowie in Frankreich, Deutschland, den Niederlanden, Italien und den USA detailliert untersucht wurden. Die wichtigsten Ergebnisse aus der „Summary and Conclusions" sind im Folgenden zitiert:

> „Public and Private-Sector Activity: The development of Renewable Raw Materials (RRM) for industrial non-food applications has conventionally been driven by agricultural arguments that sought to improve the economy of rural areas. These arguments are now reinforced and largely superseded by environmental, commercial and strategic issues. RRM policy is increasingly driven by government ministries other than those responsible for agriculture. Industrial, energy and environmental policy is now directing most policy interventions.
>
> Within the countries reviewed, government policies are more pragmatic, with a clear desire to encourage the market to „pull" RRM products into industry in response to market needs rather than to support agriculture's attempts to „push" RRM from a supply base. Where market signals alone are insufficient to pull products into commercial applications, intervention has been justified if it is in the nation's perceived strategic interest. The OECD and the European Commission both encourage policy makers to encourage RRM utilisation to support sustainable development policies." (DEFRA 2003)

Als einsetzbare Instrumente nennt die Studie:

> „Economic, fiscal and regulatory policies provide the most immediate support to RRM activity. Voluntary programmes can be important if programme protocols become core market requirements. Information and education programmes and R&D activity invariably have longerterm impacts, but some are specifically targeted to overcome important barriers to acceptance and adoption." (DEFRA 2003)

Für die stoffliche Nutzung kommt die Studie allerdings zu einem ernüchternden Ergebnis:

„To date, the impact of RRM policies, particularly those driven by agricultural departments, is widely recognised as disappointing. While a significant body of knowledge and a strong skill base has been created in many countries, little RRM-based industry has developed (up to 2002) other than in the bio-fuel sector. Despite this, there is an almost universal recognition of the likely future significance of RRM-based technologies. National policies recognise the strategic importance of maintaining capabilities supported by sustained R&D programmes. Governments increasingly seek to bring industrial chains together within these programmes to allow RRM products to be pulled more efficiently into the market place.“ (DEFRA 2003)

Die Empfehlungen an die Regierung, die DEFRA 2003 aus der Analyse ableitet, beziehen sich in erster Linie auf Forschung und Entwicklung sowie umfassende Unterstützung von Markteinführungen.

Seit November 2003 gibt es das „National Non-Food Crops Centre“ – NNFCC, das vor allem als Informationsquelle zur Nutzung und Umsetzung von Produkten und Technologien auf der Basis von NaWaRos dienen soll. Das Zentrum hat sich auch zur Aufgabe gemacht, die verschiedenen Teile der Biomasse-Wertschöpfungskette miteinander in Kontakt zu bringen, also Biomasseproduzenten, Weiterverarbeiter und Konsumenten von NaWaRos.

In der britischen Biomassestrategie („UK Biomass Strategy“, 2007) ist außerdem verankert, dass die Strategie der Regierung in Bezug auf Biomasse eine Verlagerung in Richtung einer Bioökonomie beinhaltet, welche durch nachhaltiges Wachstum und die Entwicklung der Biomassenutzung für Brennstoffe und erneuerbare Materialien erreicht werden soll. Als Beispiele, bzw. mögliche Schwerpunkte werden dabei die Automobilindustrie, die pharmazeutische und chemische Industrie genannt, sowie Anwendungen in der Verpackungsindustrie und im Bausektor. In Bezug auf die stoffliche Nutzung besagt die Strategie:

**„Renewable materials and industrial products**

We believe that, in addition to bioenergy, there is significant potential for development of other non-food uses of biomass. We will therefore be seeking to promote sustainable growth in the following three materials sectors:

• plant based pharmaceuticals, nutriceuticals and bio-actives

• renewable construction materials

• renewable chemicals (including oils, monomers and polymers)

The strategy action plan has been refocused to concentrate on key cross cutting drivers such as:

• communication

• education

• integrating supply chains

• adding value to products

• more focused and joined up R&D

• greater use of public procurement

this should help push forward progress on the four energy and materials priority sectors over the next three years.“ (DEFRA 2007)

Im Mai 2007 hat das Amt für Umwelt, Ernährung und den ländlichen Raum („UK Department for Environment, Food and Rural Affairs“ – DEFRA) eine Erklärung veröffentlicht, als Antwort auf den

Fortschrittsbericht zur Strategie für die Verwendung von NaWaRos im Nicht-Nahrungsmittelsektor („non-food crops“). Darin erklärt das Amt, dass DEFRA 2008/2009 mehr finanzielle Mittel zugewiesen werden, um die Arbeit zu NaWaRos verstärkt fortführen zu können. Als Aufgabengebiete mit der höchsten Priorität werden in der Erklärung zunächst die Bioenergie sowie Bioraffinierien genannt, zusätzlich wird jedoch auch erklärt, dass man sich darauf konzentrieren sollte, nachhaltiges Wachstum in den drei Materialsektoren Pharmazeutika (und Nutrazeutika, bioaktive Stoffe), erneuerbare Konstruktionsmaterialien und erneuerbare Chemikalien zu fördern.

Premierminister Brown hat außerdem am 3. Oktober 2008 ein neues Amt für Energie und Klimaschutz aus der Taufe gehoben, welches die Aktivitäten von DEFRA und dem Amt für Wirtschaft, Gewerbe und behördliche Neugestaltung vereint. Auch wenn der Name des Amtes die stoffliche Nutzung nicht explizit mit einschließt und die exakte Abgrenzung zum DEFRA noch nicht angegeben wurde, so können doch zumindest Impulse erwartet werden.

Schließlich will Großbritannien bis 2009 eine führende Position in Bezug auf die Nachhaltigkeit im (öffentlichen) Beschaffungswesen innehaben. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde 2006 ein nationaler Aktionsplan erarbeitet und veröffentlicht (2007), der nicht nur Empfehlungen gibt, wie die Effektivität und Sichtbarkeit dieser Strategie erhöht werden kann, sondern auch Termine setzt für das Erreichen bestimmter Ziele.

*Irland*

Irland hat 2003 eine Abgabe auf Einkaufstüten aus Kunststoff eingeführt. Ursprünglich betrug die Abgabe 15 Cent, seit Juli 2007 beträgt sie 22 Cent. Das Ziel ist es, den Verbrauch von Kunststofftragetaschen und die Umweltverschmutzung durch „achtlos weggeworfenen Abfall“ (sog. Littering) zu reduzieren. Aus diesen Überlegungen heraus wird nicht zwischen biologisch abbaubaren und konventionellen Kunststofftragetaschen unterschieden. Der Verbrauch von Kunststofftragetaschen ging durch die Abgabe in kürzester Zeit von 328 Tüten je Einwohner auf 21 Tüten je Einwohner pro Jahr zurück, eine Ersparnis von über 90 %. Die Mehreinnahmen für den Staat betragen bereits mehr als 80 Millionen Euro. Der Umsatz an Müllbeuteln hat sich allerdings seit Einführung der Abgabe deutlich erhöht, da die Einkaufstüten zu diesem Zweck nicht mehr in dem Maß zur Verfügung stehen.

*Italien*

Italien hatte bereits 1989 eine Steuer auf Kunststofftragetaschen eingeführt. Sie betrug 100 Lira (ca. 5 Cents) und galt bis 1992. Hintergrund war vor allem die Umweltverschmutzung der Strände und des Meeres. Während der Gültigkeit der Steuer nahm der Staat mehr als 250 Milliarden Lira (ca. 125 Mio. Euro) ein.

Mit dem italienischen Finanzgesetz von 2007 (Gesetz Nr. 296, verabschiedet am 27.12.2006) wurde außerdem eine Steuer auf Plastikwasserflaschen eingeführt. Die Steuer gilt für alle Flaschen aus Plastik, die Mineral- oder Tafelwasser enthalten und an den Endverbraucher verkauft werden. Es wird nicht differenziert zwischen petrochemischem Plastik und Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Die Einkünfte aus dieser Steuer sollen der Entwicklungszusammenarbeit zugute kommen (Parlamento Italiano 2006).

Des Weiteren trat im Februar 2008 ein Gesetz in Kraft, das für die getrennte Müllsammlung der nassen organischen Fraktion (Küchenabfälle) die Verwendung von entweder wieder verwendbaren Behältern oder zertifiziert biologisch abbaubaren Beuteln vorschreibt (Presidente Italiano 2008).

Laut Ladislaus Döry, Präsident des Europäischen Holzwerkstoffverbandes (EDF), wird in Italien und Frankreich „ein reduzierter Mehrwertsteuersatz angewendet, um etwa die Möbel oder den Bausektor in Sachen Holz zu unterstützen.“ (Holz-Zentralblatt, Nr. 28 v. 10.07.2009)

*Malta*
In Malta gilt seit Januar 2005 das „Eco-Contribution“ Gesetz, nachdem Hersteller und Importeure von Kunststofftragetaschen eine Steuer von 14 Cent pro Tüte bezahlen müssen. Die Steuer für biologisch abbaubare Kunststofftragetaschen fällt mit 2 Cent pro Tüte deutlich niedriger aus.

*Die Niederlande*
In den Niederlanden startete im Mai 2008 die Kampagne „Nachhaltiger Einkauf durch die Regierung“. Demnach will der Staat im Jahr 2010 zu 100 % nachhaltig einkaufen, die Provinzen (Bundesländer) und Wasserbehörden zielen auf jeweils 50 % ab, die Gemeinden streben 75 % im Jahr 2010 und 100 % im Jahr 2015 an. Seit Mai 2008 veröffentlicht Senter Novem (Agentur des Wirtschaftsministeriums der Niederlande) Kriterien für den nachhaltigen Einkauf. Viele Kriterien müssen derzeit (Stand: November 2008) noch erarbeitet werden.

Zudem wurde 2008 eine Verpackungssteuer eingeführt, in der die Steuer auf Biokunststoffe zunächst auf 50 % des Tarifs für fossile Kunststoffe festgesetzt wurde. Für das Jahr 2009 sieht die überarbeitete Form vor, zwischen Biokunststoffen und fossilen Kunststoffen zu unterscheiden und den Tarif für Biokunststoffe dem Tarif für Papier und Karton gleichzusetzen. Dieser Tarif liegt dann bei ca. 1/6 des Kunststofftarifs (0,0733 Cent/kg gegenüber 0,4339 Cent/kg) und soll mit rückwirkender Kraft zum 1. Januar 2008 eingeführt werden. Die Verabschiedung dieser Vorschläge ist für Mitte Dezember geplant (Niederländische Gesetzentwürfe Nr. 31704 und 31705, 2008 und PriceWaterhouseCoopers 2008).

Weitere Details nennt BCP 2008 (belangenverenigung composteerbare producten nederland): Betroffen sind nur Unternehmen, die mehr als 15.000 kg Verpackungsmaterial pro Jahr auf den Markt bringen. Die Einnahmen durch die Verpackungssteuer lagen 2008 bei 240 Mio. €, für das Jahr 2009 werden

365 Mio. € erwartet. Die Höhe der Steuer richtet sich nach der Umweltfreundlichkeit der eingesetzten Materialien, wobei vor allem die Emission klimarelevanter Gase zählt.

Regulatory update

**Packaging tax rates**

| | 2008 | 2009 |
|---|---|---|
| Glass | € 0,05 | € 0,0622 |
| Aluminum | € 0,57 | € 0,8766 |
| Other metals | € 0,11 | € 0,1461 |
| Plastics | € 0,36 | € 0,4339 |
| Bio synthetic material | € 0,06 | € 0,0733 |
| Paper and cardboard | € 0,06 | € 0,0733 |
| Wood | € 0,02 | € 0,0194 |
| Other materials | € 0,10 | € 0,1619 |
| | | € 0,5000 |

*Tabelle 62: Verpackungssteuer für verschiedenen Materialien in den Niederlanden. Quelle: BCP 2008*

In den Niederlanden ist zudem eine interessante freiwillige Vereinbarung zwischen dem holländischen Automobilverband und den Kommunen zustande gekommen, nach der die Fahrradwegweiser-Pilze künftig aus naturfaserverstärkten Verbundwerkstoffen hergestellt und damit die herkömmlichen Glasfasern ersetzt werden sollen. Hierzu wird unter anderem Flachs aus Frankreich und den Niederlanden sowie Hanf aus Deutschland eingesetzt. (Böttger 2008)




*Abbildung 94: Fahrradwegweiser-Pilze mit Naturfasern verstärkt (Die Niederlande). Quelle: NPSP 2006*

In den Niederlanden bestehen zudem besondere Abschreibungsmöglichkeiten im Ertragssteuerrecht: „Ein Vorbild stellt insofern die niederländische VAMIL-Regelung dar, die dem Steuerpflichtigen die Möglichkeit einräumt, die Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten für besonders umweltfreundliche Wirtschaftsgüter früher und wesentlich flexibler von der Steuer abzusetzen, als dies bei einer linearen Absetzung zulässig wäre.“ (Marscheider-Weidemann et al. 2005)

Zudem wurden in den Niederlanden Zuschüsse für KMU gegeben, die im Bereich „bio-based economy“ tätig waren – eine neue Runde dieser Förderung wurde im Herbst 2008 unter der Überschrift „Grüne Ressourcen“ verabschiedet.

*Rumänien*
Auch Rumänien wurde ab dem 01.01.2009 eine „Ökosteuer“ auf alle Beutel aus biologisch nicht abbaubaren Materialien erheben. Die Steuer beträgt 2.000 alte rumänische LEI (ROL) bzw. 20 Bani (RON), was umgerechnet 4,9 Euro-Cent pro Stück bedeutet und in den Verkaufsdokumenten besonders hervorgehoben werden muss. Die Gebühr kommt dem rumänischen Umweltfond zugute (Packaging Europe 2008).

*Schweiz*
Im November 2007 stellten Tessiner Kantonsräte die Forderung, Polyethylen-Einkaufstüten in ihrem Kanton zu verbieten. Auch in den Kantonen Bern und Jura werden solche Verbote diskutiert. Auf Bundesebene wurde in der ersten Hälfte des Jahres 2008 eine Petition eingereicht, die ein Verbot nicht-wiederverwendbarer Tüten verlangt. Dies würde auch (biologisch abbaubare) Tüten aus nachwachsenden Rohstoffen betreffen (Kampagnen-Kollektiv 2008).

*Spanien*
Spaniens Umweltministerium hat einen Gesetzesentwurf eingebracht, der als Bestandteil des nationalen Abfallplans 2008–2015 vorsieht, den Verbrauch von Einweg-Kunststofftragetaschen ab 2009 um 50 % zu reduzieren und biologisch nicht abbaubare Einweg-Kunststofftragetaschen spätestens ab 2010 zu verbieten (Packaging Europe 2008).

### 6.1.3 Situation in den USA

*Existierende Regularien*

*Auf nationaler Ebene*
Im August 1999 unterschrieb Bill Clinton das Dekret 13134, welches die Förderung von Bioprodukten und Bioenergie zum Ziel hatte. Auf der Basis dieses Dekrets wurden mehrere Komitees und Räte geschaffen und es sollte eine nationale Strategie entwickelt werden, die mittels Forschung, Entwicklung und Initiativen aus der Privatwirtschaft die Entwicklung und frühe Anwendung von Technologien stimuliert, um Bioprodukte und Bioenergie wettbewerbsfähig zu machen – sowohl im nationalen als auch internationalen Markt. In einem das Dekret begleitenden Memorandum erklärte der Präsident zum Ziel, dass bis 2010 die Nutzung von Bioprodukten und Bioenergie in den USA verdreifacht werden sollte.

*Einkauf im öffentlichen Dienst*
In den USA gibt es auf nationaler Ebene seit 2002 eine Weisung für den Einkauf im öffentlichen Dienst („Federal Biobased Products Preferred Purchasing Program“, FB4P), nach der Biomaterialien vorzuziehen sind. Dies gilt für Ausgaben über 10.000 US$ sowie für Artikel, für die im vorangegangenen

Jahr mindestens 10.000 US$ ausgegeben wurden. Ausnahmen sind zugelassen, wenn diese Produkte a) nicht (ausreichend) verfügbar sind, b) den Qualitätsansprüchen nicht genügen oder c) nur zu unangemessen hohen Preisen erhältlich sind. Für bestimmte Anwendungen sind seit 2005 auch Prozentsätze an Biomaterialien vorgegeben, die einzuhalten sind, so z.B. für Dieselzusatzstoffe (90 %), Dachbeläge (20 %) und Wassertankbeschichtungen (59 %). Artikel werden erst dann in den Produktkatalog aufgenommen, wenn es mehr als einen Hersteller gibt und Zertifikate vorliegen, die bestätigen, dass die Produkte den Ansprüchen genügen – also sowohl den Ansprüchen an die technischen Eigenschaften, als auch den Ansprüchen an den Anteil der nachwachsenden Rohstoffe im Produkt. Im Oktober 2008 wurde eine Liste mit 9 weiteren Produktkategorien veröffentlicht, die in das Programm aufgenommen werden sollen (7 CFR Part 2902, RIN 0503-AA33: Designation of Biobased Items for Federal Procurement, 23.10.2008). Dazu gehören Schmierstoffe und Reinigungsmittel. Für diese Produktkategorien werden jeweils auch Mindestgehalte an Biomaterialen angegeben. Inklusive dieser neuen Produkte umfasst der Katalog nun mehr als 3.700 Produkte, die bevorzugt durch den öffentlichen Dienst eingekauft werden können. Zusätzlich wird auch an einer (freiwilligen) Kennzeichnung gearbeitet („U.S.D.A. Certified Biobased Product“).

Unklar ist bis jetzt, wie effektiv diese Weisungen sind, d.h., wie sich die Ausgaben für Biomaterialien seit Einführung des Programms „USDA BioPreferredSM program“ geändert haben (CIRAS 2008, Barber 2007, USDA 2008).

Interessant sind die verwendeten Definitionen für den „bio-basierten Anteil“ und „bio-basierte Produkte“.

> „**Biobased Content** – determined based on the amount of biobased carbon in the material or product as a percent of weight (mass) of the total organic carbon in the material. [USDA, „Guidelines for Designating Biobased Products for Federal Procurement“]
>
> Designated **Biobased Product** – a product determined by the Secretary to be a commercial or industrial product (other than food or feed) that is composed, in whole or in significant part, of biological products or renewable domestic agricultural materials (including plant, animal and marine materials) or forestry materials. [FSRIA, section 9001]
>
> Designated Item – a generic grouping of biobased products that are eligible for procurement preference established under section 9002 FSRIA. [USDA, „Guidelines for Designating Biobased Products for Federal Procurement“]“
>
> (USDA 2006)

Der gewünschte bio-basierte Anteil ist abhängig vom Produkt und wird hier qualitativ beschrieben:

> Section 9002 „Federal Procurement of bio-based Products“ allowed all Federal Agencies to give preference to items „composed of the highest percentage of bio-based products consistent with maintaining a satisfactory level of competition“. Products had to be reasonably available, meet performance standards and be available at a reasonable price. (DEFRA 2003)

Auf dem letzten Workshop im Projekt berichtete Scharathow 2009, dass das amerikanische „public procurement“-Programm sehr kompliziert sei und nach den bisherigen Erfahrungen nur relativ geringe Effekte gezeigt habe. Aktuell (Stand: Sommer 2009) startet deshalb in den USA eine Evaluierung des gesamten Programms.

*Rat zur Koordinierung der Biomaterialien und Bioenergie*
In den USA entstand innerhalb des US-Ministeriums für Landwirtschaft (USDA) der 1995 gegründete Rat zur Koordinierung der Biomaterialien und Bioenergie („Biobased Products and Bioenergy Coordination Council", BBCC). Der Rat hat vor allem die Aufgabe, den Landwirtschaftsminister (Secretary of Agriculture) zu informieren, strategische Planungen umzusetzen und im Bezug auf die Rolle des Staates bei der Entwicklung und wirtschaftlichen Umsetzung bzw. Markteinführung von industriellen Biomaterialien zu beraten. Der Rat hat zum einen zwischen den 12 involvierten Ämtern und Stellen innerhalb des USDA, und zum anderen mit dem Energieministerium (DOE) sowie der Umweltbehörde (EPA) eine koordinierende Funktion.

*Auf lokaler Ebene – vor allem Verbote von Kunststofftragetaschen*
In den USA gibt es ähnlich wie in Großbritannien verstärkte Bestrebungen, in einzelnen Städten oder Bundesstaaten den Gebrauch von Kunststofftragetaschen zu verbieten.

San Francisco machte als erste US-amerikanische Großstadt den Anfang mit dem Kunststofftragetaschen-Verbot, nur Stoff- und Papiertüten sowie biologisch abbaubare Kunststofftüten bleiben erlaubt. Bisher werden durch diese Maßnahme monatlich 5 Millionen Kunststofftragetaschen eingespart (Gorn 2007). Die Stadt Fairfax (Kalifornien) hat im November 2008 ebenfalls zugunsten eines Kunststofftragetaschenverbots gestimmt, welches das Verbot in San Francisco als Vorbild verwendete.

In Manhattan Beach hingegen sollen alle Einwegtüten durch Mehrwegtaschen ersetzt werden, unabhängig davon, ob sie biologisch abbaubar sind oder nicht – es ergibt sich also kein Vorteil für biologisch abbaubare, bzw. Tüten aus nachwachsenden Rohstoffen. Im August hat die „Save the Plastic Bag Coalition" („Koalition zum Erhalt der Kunststofftragetasche", ein Zusammenschluss von zehn Herstellern und Vertreibern) eine Klage gegen das Verbot bei Gericht eingereicht. Vorgeworfen wird der Stadtverwaltung eine Missachtung des kalifornischen Umweltqualitätsgesetzes, da die Verwaltung es versäumt habe, die Umweltauswirkungen eines solchen Verbots zu analysieren (Associated Press 2008a). In Baltimore stimmte der Stadtrat gegen ein Verbot von Kunststofftragetaschen.

In der Stadt Los Angeles hingegen beschloss der Stadtrat im Juli 2008, ab 01.07.2010 Kunststofftragetaschen in Einkaufsläden zu verbieten. Kunden können eigene Tüten mitbringen oder 25 Cent für eine Tüte aus Papier oder biologisch abbaubarem Plastik bezahlen. Die Stadt Los Angeles schätzt, dass jedes Jahr ca. 2 Milliarden Kunststofftragetaschen verwendet werden (Huffington Post 2008).

Seattle hat ein umfangreiches Umweltprogramm aufgelegt. Seit 2006 müssen Haushalte ihren Müll trennen und recyceln. Ab Januar 2009 wird die Stadt eine Abgabe von 0,20 US$ auf alle Einwegtüten erheben, also nicht nur auf Plastik- sondern auch auf Papiertüten. Kleine Einzelhändler dürfen die Abgabe vollständig behalten, große Einzelhändler nur 5 Cent. Die Stadtverwaltung will mit den Mehreinnahmen u.a. Recyclingprogramme unterstützen. Die Stadt will außerdem jedem Haushalt eine Mehrwegtasche gratis zur Verfügung stellen. Zusätzlich werden ab Januar 2009 Essensbehälter aus Polystyren oder Styropor in Restaurants und Cafes verboten. Ab April 2009 müssen Haushalte ihre Küchenabfälle verwerten, die dann kompostiert werden. Ab Juli 2010 werden auch Plastikbehälter und -geschirr, -besteck etc. in Betrieben verboten, die Speisen servieren. Diese müssen dann auf kompostierbare oder recycelfähige Alternativen umsteigen. Ebenfalls ab Juli 2010 verboten sind geschäumte Schalen für rohes Fleisch oder Fisch und Meeresfrüchte in Lebensmittelläden (West 2008).

*Nachteile für die stoffliche Nutzung*
In den USA hinken die Investitionen bzw. Zusagen des Staates für finanzielle Unterstützungen zur

Entwicklung und Umsetzung der Biomaterialien jenen für Bioenergie und -brennstoffe deutlich hinterher. Allein das US-Energieministerium (DOE) hat für Energie aus nachwachsenden Rohstoffen bereits mehr als eine halbe Milliarde Dollar zugesichert (NNFCC 2008). Im Herbst 2005 hatte das Landwirtschaftsministerium bereits insgesamt 12,6 Millionen US$ an Fördermitteln für Projekte verteilt, die sich mit NaWaRos beschäftigen – aber nur zwei von elf Projekten, an die diese Mittel vergeben wurden, beschäftigten sich mit der stofflichen Nutzung von NaWaRos (Bioenergy Update 2005).

Die Bestimmungen für Environmental, Health and Safety (Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz) für Materialproduzenten sind auf petrochemische Betriebe ausgelegt. Daraus ergibt sich ein unnötig hoher Verwaltungsaufwand sowie Haftbarkeiten (BRDI 2007). Ein Beispiel: Bei der Chemikalienproduktion über weiße Biotechnologie werden Mikroorganismen bei Temperaturen nur wenig über Umgebungstemperatur eingesetzt, während bei petrochemischen Produktionsprozessen Temperaturen bis 1.000 °C keine Seltenheit sind. Dies erfordert unterschiedliche Sicherheitsvorkehrungen.

### 6.1.4 Situation in anderen Ländern außerhalb der EU und USA

*Existierende Regularien*

*Afrika*
Auch in Südafrika, Eritrea, Ruanda, Somalia, Kenia, Uganda und in Teilen von Tansania (Sansibar und Dares-Salam) sind dünne Kunststofftragetaschen inzwischen verboten und/oder werden besteuert (Gorn 2007 und Roach 2008).

In Abu Dhabi, Hauptstadt der Vereinigten Arabischen Emirate, erließ ein Minister Anfang 2010 „im ganzen Land ein Verbot für Plastiktüten ab 2013“. Anlass war die Vorführung des Dokumentarfilms „Plastic Planet“. (FTD 2010-02-25)

*Australien*
In Australien wurde im Oktober 2003 zwischen der australischen Einzelhändlervereinigung und dem Umweltrat ein freiwilliges Abkommen getroffen. Das Abkommen verlangt eine Beteiligung von 90 % bzw. 25 % von Supermärkten und Nicht-Supermärkten und fixiert Ziele von 50 % Verringerung des Verbrauchs und eine Recyclingquote von 50 % für alle Kunststofftragetaschen bis Ende 2005. Erreicht wurden eine Verringerung von 45 % und eine Recyclingquote von 14 % (LCPEA 2007). Im Jahr 2005 wurde ein neues Abkommen unterzeichnet, das eine Erhöhung der Recyclingquote auf 65 % bis 2010 vorsieht. Im April 2008 beschloss der Umweltrat, jene Arbeiten an Forschungs- und Innovationsinitiativen zu intensivieren, die sich mit Alternativen zu Kunststofftragetaschen auseinandersetzen. Hierzu zählten insbesondere auch biologisch abbaubare Kunststofftragetaschen und deren möglicher Nutzen, um negative Effekte von Verpackungen zu vermindern. Dies bietet wiederum Chancen für nachwachsende Rohstoffe (EPHC 2008).

*China*
In China trat am 1. Juni 2008 ein Verbot von Einweg-Kunststofftragetaschen in Kraft, welches den Verbrauch von Kunststofftragetaschen um bis zu 60 % verringern soll. Sehr dünne Kunststofftragetaschen (< 0,025 mm) dürfen weder hergestellt, noch verkauft oder verwendet werden. Dickere Kunststofftragetaschen dürfen nicht mehr umsonst im Laden ausgegeben werden – der Preis muss deutlich gekennzeichnet sein –, und Läden dürfen den Preis nicht auf ihre Produkte umlegen (Associated Press 2008b). Das Verbot trug dazu bei, dass eine große Kunststofftragetaschenfabrik ihre Tore schloss. Indirekt bietet dies aber auch eine Chance für Biomaterialien: eine von zwei beabsichtigten Lösungen

für die Fabrik ist die Umstellung auf Produktion biologisch abbaubarer Tüten, bzw. Tüten aus nachwachsenden Rohstoffen (China Daily 2008).

In Hongkong wird Mitte des Jahres 2009 eine Steuer auf Kunststofftragetaschen eingeführt (Velten 2007).

*Indien und Bangladesch*
Auch Mumbai (Indien) und Dhaka (Bangladesch) verbieten Kunststofftragetaschen, um Verstopfungen der Abwasserkanäle und -gräben – insbesondere während des Monsuns – vorzubeugen (Roach 2008).

Die indische Regierung hat im Jahr 2007 für bestimmte Produkte Kunststoffsäcke als Großverpackung verboten, um damit Märkte für Verpackungen aus Jutefaser-Säcken zu sichern. (Carus et al. 2008a)

*Japan*
In Japan gilt seit 1991 das „Law for Promotion of Effective Use of Resources", das Regelungen zum Recycling enthält. Es schreibt vor, dass Endverbraucher die Recyclinggebühr eines Produkts zu tragen haben. Bei einigen Produkten ist diese Gebühr schon beim Erwerb enthalten, für andere wird sie extra erhoben. Letzteres wird beispielsweise bei Automobilen seit 2005 umgesetzt. Diese gesetzliche Regelung ist eine Triebfeder für japanische Unternehmen vor allem aus der Elektronik- und Automobilbranche, sich verstärkt auf die Forschung und den Einsatz von Biokunststoffen zu konzentrieren.

Im November 2002 begann der Tokioter Stadtteil Suginami in Zusammenarbeit mit den Läden vor Ort mit der Einführung eines Umweltaufklebers. Kunden, die eine Kunststofftragetasche zurückwiesen, bekamen einen kleinen Aufkleber. Wenn der Kunde 25 Aufkleber gesammelt hatte, konnte er diese gegen einen 100 Yen (entspricht 85 Cents) Einkaufsgutschein in den teilnehmenden Läden eintauschen (Edahiro 2008).

Im Juni 2006 wurde das „Containers and Packaging Recycling Law" verabschiedet. Im Vorfeld war erwogen worden, ab 2007 auch Gebühren auf Kunststoff- und Papiereinkaufstüten bei Einzelhändlern zu erheben. Obwohl eine Supermarktvereinigung (Japan Chain Store Association) die Einführung von Gebühren unterstützte, scheiterte dieser Teil des Gesetzentwurfs am Widerstand der Kaufhaus- und Franchisevereinigungen (Edahiro 2008). Das Gesetz enthielt jedoch trotzdem einige Maßnahmen, um den Verbrauch an Kunststofftragetaschen zu reduzieren. So werden Einzelhändler mit hohem Verbrauch an Kunststofftragetaschen sowie an anderen Behältern und Verpackungen dazu angehalten, Maßnahmen zur Reduzierung des Verbrauchs zu unternehmen. Dazu wurden nationale Richtlinien entwickelt, denen zufolge sie Ziele formulieren sollen, um den Verbrauch zu reduzieren, den Kunden wiederverwendbare Tüten zur Verfügung stellen, oder ein Entgelt für Tüten und Verpackungen erheben. Firmen, die einen Verbrauch von mehr als 50 Tonnen Behälter und Verpackungen jährlich haben, müssen außerdem dem Staat jedes Jahr melden, welche Anstrengungen und Aktivitäten sie zur Reduzierung des Verbrauchs von Verpackungen unternommen haben.

Im Mai 2006 machte die Franchisevereinigung (Japanese Franchise Association) bekannt, dass sich 12 große Betreiber von „convenience stores"[1] verpflichtet haben, bis 2010 den Verbrauch von Kunststofftragetaschen um 35 % im Vergleich zum Jahr 2000 zu reduzieren (Japan for Sustainability 2006).

Im Jahr 2007 begannen viele große Supermarktketten damit, in ihren Läden für Kunststofftragetaschen einen Preis zu berechnen. Zusätzlich treiben zehn Gemeinden freiwillige Absprachen zwischen den Gemeinden, Firmen, Bewohnern und Bürgervereinen voran, um auf Kunststofftragetaschen eine

[1] In der Regel große Läden für Gegenstände des täglichen Bedarfs, ähnlich einem Supermarkt, aber mit langen Ladenöffnungszeiten.

Abgabe zu erheben. Acht weitere Gemeinden sollten in der zweiten Hälfte 2008 folgen. Die Stadt Nagoya (Aichi Präfektur) plant ab dem Jahr 2010, für alle Läden eine Abgabe auf Kunststofftragetaschen obligatorisch werden zu lassen. Im Stadtteil Midori ist dies bereits seit Oktober 2007 der Fall; hier wurden bereits in den ersten vier Monaten nach Start der Maßnahme schätzungsweise 8,6 Mio. Tüten eingespart (Edahiro 2008).

Im Jahr 2008 wurde weltweit erstmalig eine Quote für bio-basierte Kunststoffe für das Jahr 2020 in Höhe von 20 % verabschiedet:

> "Another big motivation (and the reason many of the new engineered biopolymers are coming from Asia) is to meet a Japanese government directive that 20 % of all plastics used in Japan must be bio-derived by 2020. This directive opened the way for partly bio-based resins-alloys of blends of bio- and petrochemical materials, which both reduce the overall "carbon footprint" and improve the bio-material's properties." (Schut 2009)

*Kanada*

In Toronto wurde Anfang November 2008 ein Gesetzesvorschlag vorgestellt, der vorsieht, Polyethylen-Kunststofftragetaschen in Zukunft zu recyceln. Der Gesetzentwurf schließt kompostierbare und biologisch abbaubare Tüten bewusst aus mit dem Hinweis, diese könnten die Recyclingströme verschmutzen. Derselbe Entwurf sieht außerdem vor, dass Einzelhändler ihren Kunden einen Rabatt von 0,10 CAN$ bzw. 0,20 CAN$ gewähren, wenn diese keine Einweg-Kunststofftragetaschen bzw. eine wiederverwendbare Tasche benutzen.

*Taiwan*

Taiwan hat im Jahr 2002 seine „Restricted Use Policy On Plastic Shopping Bags" eingeführt. Die Regelung enthält zwei Elemente:

1) ein Verbot von Plastikeinkaufstüten, die dünner sind als 0,06 mm und

2) eine Umweltsteuer im Einzelhandel.

Die Einführung erfolgte in zwei Etappen, zunächst in Ämtern, Schulen und öffentlichen Krankenhäusern und später in Kaufhäusern, Großmärkten, Supermärkten sowie Fastfood-Ketten. Die Höhe der Steuer wird vom Staat nicht festgesetzt und die Einzelhändler dürfen die Einnahmen aus der Steuer behalten. Nicht besteuert werden Kunststofftragetaschen für den Transport verderblicher Ware und geschlossene Verpackungen. Der Verbrauch von Plastikeinkaufstüten ging im ersten Jahr nach Einführung der Regelung um 80 % zurück (LCPEA 2007).

*Türkei*

Denizli, eine anatolische Stadt mit rund 300.000 Einwohnern, macht ebenfalls gegen Einkaufstüten aus Kunststoff mobil. Die Stadtverwaltung, Politiker ebenso wie Geschäftsführer von Einkaufszentren rufen unter dem Motto „No Plastic Bag!" zum Verzicht derselbigen auf und unter den Bewohnern der Stadt treffe dies auf große Resonanz. Es sei an der Zeit, sich verstärkt dem Umweltschutz zu widmen. Die Initiative würde bereits im gesamten Land für Aufsehen sorgen und weitere Teilnehmer der Kampagne würden erwartet. In der Türkei werden jährlich 500 Mrd. Kunststofftüten verbraucht. (EUWID Verpackung Nr. 5 v. 30.01.2009)

### 6.1.5 Schlussfolgerungen zu den bestehenden Regularien

- In vielen Ländern und Regionen gibt es strategische Bekenntnisse, Aktionspläne und Initiativen für die Stärkung und den Ausbau der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen.
- Dennoch ist weltweit kein konsistentes, übergreifendes Konzept zur Unterstützung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung erkennbar.
- Bisher wurden vor allem sektorale Maßnahmen mit begrenzter Wirkung umgesetzt, die auf ausgewählte Produktbereiche abzielen. Kunststofftragetaschen sind dabei die auffälligsten Produkte und werden vor allem wegen des Aspekts der unmittelbaren Umweltverschmutzung von Seiten der Abfallpolitik angegangen.
- Während in vielen Ländern Forschung und Entwicklung, sowie Information und Kommunikation als besonders wichtige Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen werden, gibt es in anderen Bereichen deutliche Unterschiede.
- So nutzte Deutschland vor allem Verordnungen und Markteinführungsprogramme, um z.B. Biokunststoffe, Schmierstoffe oder Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu unterstützen.

- In vielen Ländern werden Steuern und Abgaben eingesetzt, um z.B. umweltfreundlichere Produktoptionen zu unterstützen, wovon auch bio-basierte Produkte profitieren (u.a. in Belgien, Frankreich, Irland, Italien, Malta, den Niederlanden, Rumänien, USA, Japan, Taiwan sowie einigen afrikanischen Ländern).
- Fast ebenso oft werden Gebote und Verbote sowie zum Teil auch Quoten/Mindestanteile, hierzu genutzt, wie z.B. in Frankreich, Großbritannien (regional), Schweiz, Spanien, den USA, afrikanischen Ländern, Japan, China, Indien, Taiwan und Türkei (regional).
- Freiwillige Vereinbarungen z.B. zwischen Handel und Verbrauchern finden sich in Großbritannien, den Niederlanden, Australien und Japan.
- Programme für den öffentlichen Einkauf („public procurement“) werden in Großbritannien, den Niederlanden und vor allem den USA ernst genommen, um bio-basierte Produkte zu fördern.
- Maßnahmen zur Normung und Standardisierung bio-basierter Produkte findet man in den USA und der EU.
- Eine Kosten-Nutzen-Bilanz kann für die meisten Instrumente und Maßnahmen nicht ermittelt werden, da sie größtenteils erst in den letzten Jahren eingeführt wurden oder sich derzeit unmittelbar in der Einführung befinden und eine Evaluierung bisher nicht erfolgte.
- Interessant ist, dass die meisten Instrumente und Maßnahmen beim privaten, industriellen oder öffentlichen Endverbraucher ansetzen und dabei der Marktzugang durch entsprechend gestaltete, sektorale Steuern, Abgaben, Quoten, Gebote und Verbote erzielt werden soll. Wäre es nicht wirkungsvoller und nachhaltiger, nachwachsende Rohstoffe insgesamt auf der Ebene der produzierenden Industrien – die ja letztendlich über den Rohstoffeinsatz entscheiden – attraktiver zu gestalten?

## 6.2 Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe

*Autor: Michael Carus*

Am 17. Oktober 2008 schickte das BMELV das „Grobkonzept eines Nationalen Aktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan stoffliche Nutzung)“ an eine Vielzahl von Verbänden aus dem stofflichen Bereich mit der Bitte um Stellungnahme bis zum 26. November 2008. Im Anschreiben heißt es „Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe gewinnt insbesondere aus rohstoff-, industrie-, und umweltpolitischer Sicht sowie angesichts der Diskussion um eine effiziente und nachhaltige Biomassenutzung zunehmend an Bedeutung. Die Bundesregierung beabsichtigt deshalb unter Federführung des BMELV in Gestalt eines nationalen Aktionsplans ein Gesamtkonzept für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu erarbeiten. … BMELV wird mit Hilfe der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe auf Basis Ihrer Beiträge einen ersten Entwurf des Aktionsplans erstellen. Im weiteren Verlauf ist geplant, diesen Entwurf mit Wirtschaft, Wissenschaft und Bundesländern abzustimmen. Eine Kabinettvorlage ist für Mitte 2009 geplant.“

Im Folgenden werden sämtliche eingegangenen Stellungnahmen, die uns das BMELV dankenswerterweise zur Verfügung stellte, zusammenfassend dargestellt. Die Verbände haben der Veröffentlichung zugestimmt.

Die Stellungnahmen enthalten wertvolle Informationen über die aktuelle Situation der verschiedenen Wirtschaftsbereiche der stofflichen Nutzung, ihrer Konkurrenzsituationen, ihrer Chancen und Risiken, ihrer Hemmnisse und schließlich auch konkrete Aussagen zu möglichen Förderinstrumenten.

Für die folgenden Kapitel 6.3 und 6.4 stellt die folgende Auswertung der Stellungnahmen eine der wichtigsten Quellen dar.

### 6.2.1 Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände e.V. (AGDW)

Die „Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzer e.V.“ legte ihre „vorläufige Stellungnahme zum skizzierten Nationalen Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ am 26.11.2008 vor, aus welcher im Folgenden zitiert wird (AGDW 2008).

Da die Stellungnahmen der AGDW 2008 und DFWR 2008, welche zeitlich zuerst ausgewertet wurden (s.u. Kapitel 1.2.5), in mehreren Passagen (nahezu) identisch sind, sollen hier nur die zusätzlichen Punkte aus AGDW 2008 zitiert werden:

„Wichtig ist die Schaffung so günstiger Rahmenbedingungen, dass insbesondere die Wiederaufforstung, die Bestandespflege, Erstaufforstungen, Investitionen in die Forsttechnik gefördert werden, um damit die Waldbewirtschaftung zu erleichtern und den Rohstoff Holz konkurrenzfähig zu machen. Ziel muss es sein, die Erzeugung des umweltfreundlichen, nachwachsenden Rohstoffs Holz in vermehrtem Umfang zu unterstützen.“

„Zur Sicherung der Rohstoffbasis ist es im Hinblick auf den prognostizierten Klimawandel auch erforderlich, „Fremdländerbaumarten“ und deren Saatgut zuzulassen. Hier können sich zusätzlich Nischenprodukte entwickeln. Auch eine Flächenstilllegung wirkt sich kontraproduktiv auf die Erzeugung von Holz aus.“

Folgende konkrete Maßnahmen nennt die AGDW 2008:

- „Gleichzeitig muss die Verwendung von Holz und Holzprodukten mit Nachdruck vorangetrieben werden (siehe Charta für Holz, 2004).“
- „Dazu sind Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse rechtlich und finanziell so zu unterstützen, dass sie die nachhaltige Bewirtschaftung der von ihnen betreuten Wälder im Sinne der gesellschaftlichen Anforderungen (inklusive des hier zu erarbeitenden Aktionsplans) professionell umsetzen und die Nachfrage nach Holz bedienen können.“
- Zertifizierung: „Freiwillige, kosteneffiziente Zertifizierungssysteme sind mit dem Ziel zu fördern, dass eine nachhaltige produktive Waldbewirtschaftung gestärkt wird.“
- Standards: „Verwendung bereits existierender Definitionen zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung, wie sie im Zuge des MCPFE-Prozesses vereinbart und in freiwillige Zertifizierungssysteme eingearbeitet wurden.“
- „Die Erhöhung der Effektivität in der Bereitstellungskette Holz (Transport, Logistik, Kooperationen, geografische Informationssysteme) sind kurzfristig zu verbessern, um die Mobilisierung zusätzlicher Holzmengen zu forcieren. Diese Verbesserungen erfordern höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung.“
- Besteuerung: „Schaffung von wesentlichen steuerlichen Erleichterungen (auch für Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse), die geeignet sind, die Holzmobilisierung zu forcieren.“
- Öffentliches Antragswesen, Information: „Vereinfachung und Transparenz des Antragswesen ist sicherzustellen.“
- „Ausbau der Verwendung der Biomasse Holz.“
- „Verstärkte Verwendung von Biowerkstoffen aus Holz, Förderung neuer Produkte und damit Erschließung neuer Märkte.“ Dazu gehört die Förderung der Initiative „Nachhaltiges Bauen“. Forschung und Entwicklung zur Verbesserung der Eigenschaften der Holzprodukte.
- Förderung von Marktforschung und Vermarktungsinitiativen, gezielte Verbraucherinformation und -beratung sowie „Aus- und Weiterbildung von baurechtlichen Entscheidungsträgern, Genehmigungsbehörden, Bauherren/Architekten und Verbrauchern“.

### 6.2.2 BIO Deutschland

„Der Wirtschaftsverband der deutschen Biotechnologiebranche, der BiotechnologieIndustrie-Organisation Deutschland e.V. (BIO Deutschland)“ legte seine Stellungnahme am 26.11.2008 vor. Die folgenden Zitate stammen sämtlich aus der Quelle BIO Deutschland 2008.

Die wichtigsten Punkte sind:

- **Zusammenfassend:** „ … ein abgestimmtes Bündel an Maßnahmen, angefangen mit der Ausgestaltung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen über die Unterstützung beim Technologietransfer und bei der Markteinführung bis zu Internationalisierungsmaßnahmen sowie einer gezielten Unterstützung von KMU“ … „einer Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen im Gentechnikrecht um das Potential dieser Technologie zukünftig sicher und sinnvoll nutzen zu können“ … Verbesserung der „Eigenkapitalversorgung der Biotechnologieunternehmen“.

- **Innovationsfreundliche Rahmenbedingungen:** „ … Schaffung … zukunftsweisender Regelungen, technischer Normen, gesetzlicher Grenzwerte und Vollzugsstandards. Durch die Einführung eines fördernden finanzpolitischen Rahmens könnten Innovationsanreize gesetzt werden."
- „Müssen **Nachhaltigkeitskriterien** sicherstellen, dass die zu Verfügung stehende Biomasse effektiv genutzt wird."
- **Gentechnik:** „Gentechnisch veränderte Pflanzen können zukünftig zur Produktion biologisch abbaubarer Schmierstoffe beitragen. Die Forschung zielt derzeit auf die Produktion von hochwertigen Wachsestern, die ihr Einsatzgebiet als Schmierstoffe finden sollen." Im Weiteren werden konkrete Änderungswünsche in Bezug auf das Gentechnikgesetz (GenTG) gefordert, vor allem in Bezug auf „Anspruchs- und Haftungsregelungen". Zudem wird um Unterstützung in Brüssel gebeten, wenn es um die „Ausgestaltung einer Positivliste für sichere Mikroorganismen" geht, „um in den Mitgliedsstaaten im Bereich industrielle Biotechnologie unnötige Bürokratie und Kosten zu vermeiden".
- Verbesserung der Eigenkapitalversorgung durch „uneingeschränkte Nutzung von Verlusten", Verzicht auf die „Abgeltungssteuer bei Kursgewinnen", „Freistellung von Veräußerungsgewinnen" und „steuerliche Förderung von privater Forschung und Entwicklung".

### 6.2.3 DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Die DECHEMA legte mit Datum 26.09.2008 eine Stellungnahme zum „Grobkonzept eines Nationalen Aktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan stoffliche Nutzung)" vor, aus der im Folgenden zitiert wird (DECHEMA 2008).

- Es gilt, „die nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung in der chemischen Industrie als auch in der energetischen Nutzung so effizient und nachhaltig wie möglich zu nutzen".
- Die „Einsparung von Treibhausgasen und einer energieeffiziente Nutzung" sind „als Leitparameter ausschlaggebend". Hierzu gehören auch eine „Kaskadennutzung" und das „Schließen von Stoffkreisläufen"
- Das Thema Nutzungskonkurrenz soll durch „Ertragssteigerungen von Agrarpflanzen mittels klassischer Züchtung aber auch unter Nutzung der modernen Verfahren der Pflanzenbiotechnologie" und „Revitalisierung von degradierten Flächen, die für die Nahrungsmittelproduktion nicht geeignet sind" entschärft werden.
- Wettbewerbsfähigkeit: „Entsprechend des Prinzips der Kaskadennutzung ist die Konversion nachwachsender Rohstoffe zu Chemikalien und Werkstoffen als erster Schritt in der Nutzungskette zu favorisieren. Die derzeitigen Rahmenbedingungen, wie sie beispielsweise durch das EEG vorgegeben werden, führen zu einer vermehrten direkten energetischen Nutzung auch qualitativ hochwertiger (im Sinne einer stofflichen Nutzung) Biomasse. Mit dem dadurch bedingten Anstieg der Rohstoffpreise geht eine Behinderung der Umsetzung von Lösungen zur stofflichen Nutzung von Biomasse einher."

### 6.2.4 DNV – Deutscher Naturfaserverband e.V.

Der „Deutsche Naturfaserverband e.V. (DNV)“ legte am 25.11.2008 eine Stellungnahme mit dem Titel „Konzepte zur Förderung von Flachs und Hanf im Rahmen des Biomasseaktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vor, aus der im Folgenden zitiert wird (DNV 2008):

Naturfasern waren im Jahr 2008 von einem Rückgang der Anbauflächen betroffen. „Grund dafür waren die dramatischen Preissteigerungen für Weizen (ca. 100 %) und andere Ackerfrüchte im Laufe der vergangenen Jahre und die ungebremst starke Nachfrage nach Anbauflächen für die vergleichsweise hoch subventionierten Energiepflanzen, wodurch der Anbau von Hanf für die Landwirte an Attraktivität verloren hat.“

Der DNV sieht ein „massives Ungleichgewicht“ zwischen der Förderung der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und sieht dringenden Handlungsbedarf, „wenn die stoffliche Nutzung gleichermaßen im Sinne eines insgesamt volkswirtschaftlichen Vorteils effektiv gefördert werden soll“.

Als konkrete Maßnahmen nennt der DNV 2008:

- „ … muss eine Förderung von Naturfasern noch vor ihrer Weiterverarbeitung direkt bei der Produktion greifen, da sich der Umfang ihres Einsatzes nur hier auf eine nachvollziehbare Weise quantifizieren lässt. In der praktischen Umsetzung bietet sich eine auf das Produktionsvolumen bezogene Beihilfe oder Steuergutschrift an, die an den Faseraufschlussbetrieb fließt.“
- Die Höhe der Förderung soll sich an der $CO_2$-Einsparung orientieren.
- „Die durch die Förderung gewonnenen Mittel kann der Faseraufschlussbetrieb einerseits dazu nutzen, für seinen Rohstoff, das Hanfröststroh, Preise anzubieten, die den Hanfanbau für die Landwirtschaft attraktiv erscheinen lassen. Auf der anderen Seite kann er seine Produkte zu konkurrenzfähigeren Preisen anbieten, sowohl gegenüber importierten Naturfasern als auch gegenüber den zu substituierenden Rohstoffen auf fossilmineralischer Rohstoffbasis.“
- Vergünstigte KfW-Kredite beim Einsatz nachwachsender Rohstoffe: „Ein in der Umsetzung unkompliziertes und kostenneutrales Förderinstrument kann auch die Kreditvergabe der Kreditanstalt für Wiederaufbau sein. So lässt sich problemlos ein Zinsbonus für den nachgewiesenen Einsatz nachwachsender Rohstoffe, vor allem im Bereich von klein- und mittelständischen bzw. Handwerksbetrieben vergeben.“
- Quote für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen: „Analog zur Biokraftstoffquote kann der verpflichtende Einsatz eines festgelegten Anteils nachwachsender Rohstoffe in geeigneten Produktgruppen der Branche verlässliche Märkte erschließen. So ist es durchaus sinnvoll, die Verwendung eines festgelegten Anteils von nachwachsenden Rohstoffen im Baubereich vorzuschreiben.“
- Höhe der Förderung: „Ein Blick auf die erfolgreiche Einführung und Förderung der Bioenergie zeigt, dass es erforderlich ist, die geförderten nachwachsenden Rohstoffe, also auch Flachs- und Hanfprodukte, zu einem Preis auf dem Markt anzubieten, der noch unter demjenigen der etablierten Konkurrenzprodukte liegt.“
- Fazit: „Ein gutes Zusammenspiel unterschiedlicher Fördermaßnahmen schafft die Voraussetzungen für eine Neustrukturierung der deutschen Naturfaserwirtschaft. Im Ergebnis dieser Entwicklung werden eine verbesserte Wirtschaftlichkeit, die Einführung von Qua-

litätsstandards und bessere Kommunikationsmöglichkeiten gegenüber der abnehmenden Industrie die Branche stabilisieren und zunehmend von Förderungen unabhängig machen."

### 6.2.5 Deutscher Forstwirtschaftsrat e.V.

Der „Deutsche Forstwirtschaftsrat e.V." legte am 09.12.2008 die Stellungnahme „Position des Deutschen Forstwirtschaftsrates (DFWR) zum Grobkonzept eines Aktionsplanes für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan Stoffliche Nutzung)" vor, aus der im Folgenden zitiert wird (DFWR 2008).

- **Effizienz erst durch Kaskadennutzung:** „Aber erst die sog. Kaskadennutzung, die die stoffliche Verwertung in den Vordergrund stellt und Produkte aus Holz erst am Ende ihres Lebenszyklus energetisch verwertet, entspricht einer effizienten nachhaltigen Ressourcennutzung im Sinne einer modernen Nachhaltigkeitsstrategie. Darüber hinaus erhöht ein solches Konzept die Wertschöpfung und fördert und erhält Arbeitsplätze vorrangig in ländlichen Gebieten." „Unter Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in Holzprodukten während ihres Lebenszyklus, macht für industriell und handwerklich nutzbares Holz die Orientierung an einer stofflichen Nutzungskaskade Sinn, an deren Ende die energetische Verwertung stehen sollte. … Die Nutzung von Holz zur Herstellung von Produkten ist ein ideales Beispiel für die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Kaskade. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird verlängert durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten. Durch die heute bereits etablierten Recyclingsysteme kann Holz mehrfach genutzt werden, was die Lebensdauer des Verwertungsprozesses verlängert. Wenn von Nachhaltigkeit und entsprechendem Wirtschaften die Rede ist, sollten ökonomische, ökologische und soziale Aspekte gleichrangig berücksichtigt werden. Idealerweise ist dies bei der Nutzung des Rohstoffes Holz der Fall. Neben erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung folgt die Kreislaufführung von Holz und Fasern den ökologischen Gegebenheiten einer effizienten Nutzung von Ressourcen."
- **Keine quantitativen oder qualitativen Vorgaben:** „Ein wichtiger Grundsatz bei der nachhaltigen und ressourcenschonenden Bewirtschaftung der Wälder ist jedoch, dass auch zukünftig keine quantitativen oder qualitativen Vorgaben für eine spezielle Nutzung und Vermarktung des Rohstoffes Holz vorgegeben werden dürfen. Die Eigentums- und Interessenrechte aller Waldeigentümer sind sicherzustellen und zu berücksichtigen."

An konkreten Maßnahmen fordert der DFWR 2008 u.a.:

- „Überprüfung der Notwendigkeit weiterer Unterschutzstellungen von Waldflächen."
- „Anrechnung der langfristigen Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten."
- „Ausgewogene Unterstützung stofflicher und energetischer Holznutzung."
- „Fortentwicklung des forstpolitischen Steuerungssystems zur Schaffung von Anreizen für waldbauliche Investitionen und Waldnutzungen."
- „Verbesserung der Datenerfassung und Dokumentation in Cluster Forst und Holz."
- Als Probleme nennt der DFWR 2008: „Die Dominanz der auf energetische Nutzung ausgerichteten Förderpolitik" und „die auf Flächenstilllegung ausgerichtete Naturschutzpolitik".

Besonderen Wert legt der DFWR 2008 auf die Honorierung der $CO_2$-Minderung: „Nicht nur dem Wald, sondern auch den Holzprodukten sind Senkenleistungen zuzurechnen. Die Verwendung von Holzprodukten, seien es Möbel, Häuser oder auch Papier aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern, als Roh-, Bau- und Werkstoff, trägt zur Minderung des Treibhauseffektes bei.“ Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- „Holzprodukte ersetzen Produkte, deren Herstellung sehr viel mehr $CO_2$-Emissionen verursacht.“
- „Holzprodukte können am Lebensende energetisch genutzt werden und ersetzen damit fossile Brennstoffe.“
- „Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten verlängert.“ Etablierte stoffliche Recyclingsysteme verlängern die Speicherung.
- „Die Speicherung in den Holzprodukten verlängert die Bindung des Kohlenstoffs, den die Bäume während ihrer Wachstumsphase der Atmosphäre in Form von $CO_2$ entnommen haben, um ihre jeweilige Nutzungsdauer.“

Und speziell in Bezug auf die Forstwirtschaft ist dem DFWR 2008 von Bedeutung:

1. „Senkenrechte aus dem Wald müssen der nationalen Forstwirtschaft zur Verfügung stehen“
2. „Durch forstwirtschaftliche Maßnahmen generierte Emissionsgutschriften zum Emissionshandel sind zuzulassen. Forstliche Senkenprojekte in Form von Aufforstungen, Erhöhung des Vorrats, Verlängerung der Umtriebszeit und Baumartenwechsel sind sowohl nach Kyoto-Protokoll Art. 3.4, als auch nach verschiedenen wissenschaftlichen Studien als Berechtigungen anzuerkennen (Dieter, Elsasser 2004).“
3. „Eine starke Vereinfachung und Standardisierung des Anerkennungsverfahrens für Emissionsgutschriften aus forstwirtschaftlichen Maßnahmen (Dieter, Elasser 2004).“
4. „Die logische Erweiterung der Anrechnung der stofflichen Verwendung von Holz, um die bestehende Senkenleistung bei Einhaltung einer Nachhaltigen Waldbewirtschaftung fortzuführen.“

Als konkrete Maßnahmen nennt der DFWR 2008 u.a.:

- „Intensivierung der Mobilisierung bestehender Holzreserven in bisher ungenutzten Beständen.“
- „Entwicklung neuer Mobilisierungs- und Logistikkonzepte zur verstärkten Nutzung von Holz.“
- „Förderung von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen.“
- „Aus- und Weiterbildung von baurechtlichen Entscheidungsträgern, Genehmigungsbehörden, Architekten und Verbrauchern.“
- Öffentliches Auftragswesen: „Die Gleichrangigkeit der Zertifizierungssysteme PEFC und FSC sollte beibehalten werden und auch von allen Bundeseinrichtungen (BMU, BfN etc.) umgesetzt werden.“

### 6.2.6 european bioplastics

Der Biokunststoffverband „european bioplastics“ legte am 26.11.2008 seine Stellungnahme zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vor, aus welcher im Folgenden zitiert wird (european bioplastics 2008).

Folgende Aspekte sind dem Verband von besonderer Bedeutung:

- Keine Marktverzerrungen: „Auch wenn die Förderung und weitere Unterstützung der bereits erfolgreichen Marktsegmente (Produktkategorien) sinnvoll erscheint, ist unbedingt darauf zu achten, dass getroffene Maßnahmen neue Produkt- und Marktentwicklungen nicht hemmen oder wettbewerbswirksame Marktverzerrungen entstehen. Bei der Auswahl von Förderinstrumenten und Marktsegmenten sollte die Industrie unbedingt konsultiert werden. … Zeitbefristete Anreize zur Nutzung und sowie ggf. Erleichterung bei der Erfüllung von legislativen Vorgaben sollten deshalb im Vordergrund stehen. Markthemmnisse, z.B. bei abfallwirtschaftlichen Regelungen, sollten beseitigt werden.“
- Information & Standards: „Kommunikative Maßnahmen sind höchst sinnvoll und möglichst in jede spezifische Fördermaßnahme zu integrieren. … Die Konsumentenaufklärung durch eine „Basis-Informationskampagne“ ist ebenso zu befürworten wie Maßnahmen, die spezifisch den Kenntnisstand innerhalb der Industrie und des Handels verbessern. … Fördermaßnahmen sollten auf der Basis von anerkannten Standards (Normen) formuliert werden. … Für den Gehalt an erneuerbarem Kohlenstoff im Produkt („bio-basierter Anteil“) wird bisher zumeist auf die US Norm ASTM D-6866 zurückgegriffen.“ (C14-Methode)
- Ökologische Bewertung: „Angesichts des Entwicklungstands (frühe Phase der Entwicklung) sollte die Setzung von Zielen als womöglich bessere Alternative betrachtet werden.“

### 6.2.7 Fachverband der Stärke-Industrie e.V.

Der „Fachverband der Stärke-Industrie e.V.“ legte am 25.11.2008 seine Stellungnahme zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vor, aus welcher im Folgenden zitiert wird (Fachverband Stärke 2008a).

„Wie Sie wissen, unterstützt der Fachverband der Stärke-Industrie e.V. das Memorandum zur industriellen Nutzung nachwachsender Rohstoffe aus dem Jahr 2007. An der Lead-Market-Initiative der EU-Kommission ist unser europäischer Verband aktiv beteiligt (bio-based advisory group).“

„Die Vorteile einer Stärkung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen sind dabei für uns eindeutig:“

- „Reduzierung von $CO_2$-Emissionen.“
- „Verringerte Abhängigkeit von Energieimporten *(Anmerkung: gemeint sind vermutlich „Rohstoffimporte“)*.“
- „Aufbau und Weiterentwicklung von Bio-Raffinerien.“
- „Schaffung neuer Arbeitsplätze und Stärkung der Innovationskraft.“
- „Bessere Erfüllung der Lissabon-Ziele.“

„Hieraus ergeben sich für uns einige konkrete Handlungsempfehlungen, welche die Rahmenbedingungen für die stärkebasierte stoffliche Nutzung in Deutschland und in der EU nachhaltig verbessern könnten:“

- „Zugang zu Stärke-Rohstoffen zu wettbewerbsfähigen Preisen (Verbesserung des Instruments der Produktionserstattung und des Außenschutzes).“
- „Mehr Unterstützung für F&E-Investitionen in diesem Bereich.“
- „Schaffung von Anreizen für die Nutzung von Produkten aus der stärke-basierten stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen:“
  - „Verpflichtende Verwendung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.“
  - „Mindestanteile von nachwachsenden Rohstoffen in bestimmten Produkten (vergleichbar den Mindestanteilen im Kraftstoffbereich).“
  - „Fiskalische Maßnahmen (reduzierte bzw. erhöhte MWSt.).“
  - „Einkaufspolitik der öffentlichen Hand zugunsten von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.“

### 6.2.8 Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft e.V. (FNL)

Die Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft e.V. (FNL 2008) legte zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ am 24.11.2008 einen Brief vor, in dem vor allem der folgende Satz für unser Thema von Bedeutung ist:

„In Ergänzung zu Punkt 4.1 (Stellungnahme zum Aktionsplan Bioenergie) sollte auf jeden Fall auch auf die Effizienz von Nutzungspfaden eingegangen werden, da dies ein entscheidendes Bewertungskriterium für die Nachhaltigkeit von möglichen Handlungsalternativen darstellt.“

### 6.2.9 German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform (FTP)

Die German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform (FTP) legte ihre Stellungnahme zum „Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ am 26.11.2008 vor, aus der im Folgenden zitiert wird (FTP 2008b).

Laut FTP 2008b „besteht bei der deutschen Forst- und Holzwirtschaft generell noch ein Aufholbedarf bei den Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie bei der Einwerbung von europäischen Fördermitteln“. Ziele sind daher:

- „Stärkung von Forschung und Innovation in der Forst- und Holzwirtschaft“
- „Förderung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft“
- „Stärkere Vernetzung des Sektors“
- „Verbesserung des Wissenstransfers und schnellere Umsetzung von Innovationen in marktfähige Produkte“

Im Kontext mit Bioraffinerie-Potenzialen schreibt FTP 2008b:

> „Ziel nachhaltiger Entwicklung muss sein, den zunehmenden Anstieg des Verbrauchs an nicht erneuerbaren Ressourcen wie Erdöl, Erdgas, Kohle und Mineralien zu dämpfen. Für die Produktion von Materialien und Chemikalien bietet sich – im Unterschied zur Erzeugung von Energie – nur die Alternative der verstärkten Nutzung von Biomasse an. Die Entwicklung von Bioraffinerien wird dabei eine Schlüsselstellung für die integrierte Produktion von Lebensmitteln und Futtermitteln, Werkstoffen und Chemikalien, Gebrauchsgütern und Brennstoffen einnehmen."

Im Kontext von Biowerkstoff-Potenzialen schreibt FTP 2008b:

> „Bei zunehmender Verknappung fossiler Rohstoffe und den daraus folgenden steigenden Preisen, wird weltweit ein nachhaltiger Bedarf an Biowerkstoffen und Verbundwerkstoffen entstehen. … Für viele Anwendungen sind die (Weiter-)Entwicklungen von Biowerkstoffen oder naturfaserverstärkten Kunststoffen notwendig, somit besteht noch zum Teil erheblicher Forschungsbedarf, um die benötigten Anforderungen zu erfüllen."

Im Kontext von Potenzialen im Bereich „Bauen und Wohnen" schreibt FTP 2008b:

> „Bei einem verstärkten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen für Bau- und Dämmstoffe, kann die Freisetzung von $CO_2$ doppelt minimiert werden. Wenn die energetische Optimierung von Altbauten und hierbei der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen stärker umgesetzt als bisher, können mehrere deutsche, europäische und globale Kernziele wie $CO_2$-Minderung, Verringerung der Arbeitslosigkeit und Abhängigkeit von politisch labilen Regionen der Welt, gleichzeitig erreicht werden."

Zur Förderung: „Es wird der Einsatz regenerativer Energienutzung gezielt gefördert. Zielführender wäre es, durch eine verstärkte Förderung von energetischer Sanierung und hierbei die verstärkte Nutzung von bio-basierten Werkstoffen, den Energiebedarf kurzfristig zu vermindern."

Folgende konkrete Maßnahmen im Bereich Bauen und Wohnen werden von FTP 2008 vorgebracht:

- „Um das Ziel der drastischen Senkung des $CO_2$-Ausstoßes nicht zu unterlaufen, dürfen für energieintensive Hersteller von Baumaterialien keine Ausnahmeregelungen bei der $CO_2$-Besteuerung und bei den Energiekosten keine Sonderkonditionen gewährt werden. So ist z.B. weltweit allein die Zementindustrie für über 5 % der $CO_2$-Emissionen verantwortlich. Um nationale Nachteile der Hersteller zu verhindern, muss mit politischen Mitteln auf europa- und weltweit abgestimmte Regelungen hingewirkt werden."
- „Die Nutzung von kohlenstoffbindenden Materialien sollte einen Bonus (z.B. über eine geringere MWSt. und bei der $CO_2$-Besteuerung) erhalten."
- „In öffentlichen Ausschreibungen sollte der Einsatz von Materialien auf biogener Basis deutschlandweit (und in einem zweiten Schritt europaweit) explizit gefordert werden, wo dies sinnvoll ist."

Im Kontext von Potenzialen im Bereich „Papier- und Zellstoffindustrie" schreibt FTP 2008:

> „Die Erfüllung der Ziele, die sich die Papierindustrie für das Recycling von graphischen Papieren (80 %) und Verpackungen aus Papier und Karton (70 %) gesetzt hat, kann nur dann erfüllt werden, wenn die stoffliche Verwertung weiterhin Vorrang von einer energetischen Verwertung genießt und gebrauchte Papierprodukte in möglichst sortenreiner Erfassung in die Wiederverwertung gelangt."

### 6.2.10 Hauptverband der Deutschen Holz und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige e.V. (HDH)

Der HDH legte am 21.11.2008 seine Stellungnahme zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vor, aus welcher im Folgenden zitiert wird (HDH 2008).

„Um einer Holzrohstoffverknappung entgegenzuwirken, muss es für die Gesellschaft ökonomisches und auch ökologisches Gebot sein, auf die optimale Wertschöpfung des Holzes zu achten. Hierzu gehört eine Erhöhung der Holzernte aber auch eine lange Nutzung des Holzes in Produkten.“

Wichtig ist dem HDH 2008 die Anrechnung der positiven $CO_2$-Speichereffekte durch die Holznutzung: „Zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung werden auch forstwirtschaftliche Aktivitäten zur Rückbindung des in der Atmosphäre befindlichen $CO_2$ angerechnet. Eine zusätzliche Berücksichtigung der Kohlenstoffspeicherung (C) in langlebigen Produkten sollte politisch ein weiterer Schritt sein. Eine verstärkte Nutzung von Holz als Möbel oder Bauprodukt erschließt Speicherpotenziale für Kohlenstoff und trägt so durch Substitution energieintensiver Materialien zur Verringerung der $CO_2$-Emissionen bei. Eine Unterstützung von mehr Holzeinsatz in diesen Bereichen ist demnach ein wirksames Instrument, um den Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration in der Erdatmosphäre in nennenswertem Umfang zu verlangsamen.“

Zur Konkurrenzsituation stofflich – energetisch schreibt der HDH 2008:

„Um den Wert und die Wirkung von Holz- und Holzprodukten nicht nur für die Natur, sondern auch für das Klimasystem vollständig auszunutzen, muss daher einer stofflichen Verwertung immer Vorrang gegeben werden.“

„Der Wettbewerb um den Rohstoff Holz wird zugunsten der energetischen Verwendung leider politisch immer stärker beeinflusst.“ HDH 2008 nennt als Beispiele das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und die Marktanreizprogramme für Pelletheizungen und resümiert: „Ein fairer Wettbewerb zwischen dem durch diese Maßnahmen marktgängigen Energieträgern und dem Rohstoff zur Herstellung von Möbeln und Baustoffen ist derzeit daher nicht gegeben und muss wieder hergestellt werden.“

„Ziel eines Aktionsplans muss sein, die stoffliche Nutzung von Holz gegenüber der energetischen Nutzung zu priorisieren und zu stärken. Weiterhin sollte das Ziel verfolgt werden, Produkte aus klimaschädlichen Materialien durch Holzprodukte zu ersetzen.“

„ … macht Holz zum energieeffizientesten Werkstoff überhaupt. Eine ausgeprägte Kaskadennutzung sowohl für Industrie- als auch Waldresthölzer, ist demnach anzustreben.“

Weitere Maßnahmen, die der HDH 2008 nennt:

- Holzmobilisierung: „Es müssen beispielsweise Anreize geschaffen werden, dass Kleinwaldbesitzer Forstgemeinschaften bilden und eine Bewirtschaftung ihrer Waldflächen vornehmen.“
- Nachhaltigkeit: „Die Bestrebungen, weitere Flächen als nachhaltig zu zertifizieren, müssen weiter fortgeführt werden. Nicht nur eine umweltpolitische Verantwortung, sondern auch wirtschaftliche Interessen der Deutschen Holzindustrie sind damit untrennbar verbunden.“
- Zertifizierung: „FSC und PEFC sind allgemein anerkannte Zertifizierungssysteme. Dieses unterstreicht der Beschaffungserlass von Holzprodukten vom 17. Januar 2007 der Ministerien BMWi, BMU und BMVBS. Es wäre wünschenswert, die Irritationen auf dem Markt be-

züglich der Glaubhaftigkeit und Anerkennung bei Umweltverbänden beider konkurrierender Systeme aufzuklären. Nur so können Holzprodukte allgemein beim Endkunden eine noch höhere Anerkennung erreichen."

- Gütesiegel: „Das derzeit in Überarbeitung befindliche Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen bildet jedoch durch seine Komplexität nicht die wahren Inhalte der Nachhaltigkeit im Baubereich ab. … Die Vorteile nachwachsender Rohstoffe werden hierbei zu stark überlagert. Die derzeitigen Kriterien dieses Gütesiegels sind im Sinne nachwachsender Rohstoffe grundlegend zu modifizieren und zu vereinfachen."
- Forschung: "Die Forschung und Entwicklung für den Bereich Holz als Roh- und Werkstoff muss daher in Förderprogrammen stärker berücksichtigt werden."
- Bauwesen: „Dem Bauwesen kommt auf Grund der großen Volumina an eingesetzten Materialien eine besonders hohe Bedeutung zu, wenn die vermehrte Holznutzung im Sinne eines geschlossenen $CO_2$-Kreislaufes unterstützt werden soll. So ist ein Programm denkbar, welches einen ersichtlichen Anreiz für den Bau von Energiesparhäusern in Holzbauweise schaffen soll. Konkret heißt dies, dass bei der Nutzung von Holz als überwiegend verwendeter Baustoff beim Neubau eines Energiesparhauses, das ansonsten die Förderkriterien z.B. des KfW-Programms „Ökologisch Bauen" erfüllt, ein zusätzlicher Zuschuss gezahlt werden könnte. Alternativ zu einem direkten Zuschuss könnte dieses Fördervolumen in gleicher Höhe als Bonus zur weiteren Zinsverbilligung auf die Kreditkonditionen des KfW-Programms angerechnet werden. Ein solches Programm würde eine ohne bürokratischen Aufwand praktikable Förderung innerhalb der bestehenden Fördersystematik für energieeffiziente Neubauten ermöglichen." … und erhebliche $CO_2$-Einspareffekte erzielen.

### 6.2.11 Verband der Chemischen Industrie (VCI)

Der „Verband der Chemischen Industrie (VCI)" legte am 25.11.2008 eine umfangreiche Stellungnahme zum „Grobkonzept eines Nationalen Aktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe" vor, aus welcher im Folgenden zitiert wird (VCI 2008).

„Kernaussagen" der Stellungnahme sind:

*Effizienz der Bereitstellung und Nutzung von Biomasse – Nutzungskonkurrenzen*
Biomasse ist aufgrund der Flächenbeschränkungen eine begrenzte Ressource. „Ziel aller Aktivitäten muss die möglichst effiziente Bereitstellung und Verwendung von Biomasse sein." Hierzu wird ein „Sektorübergeifender Gesamtaktionsplan" gefordert.

„Eine effiziente Nutzung von Ressourcen wie Boden, Wasser, Nährstoffen und Energie ist unumgänglich. Auf der begrenzt zur Verfügung stehenden Anbaufläche müssen hochwertige Erträge nachhaltig ausgebaut werden. Hohe Flächenerträge wirken auch einer Ausweitung von Agrarflächen entgegen und tragen so wirksam zum Artenschutz bei."

„Deshalb ist es aufgrund der heute schon erkennbaren Biomasse- und Flächen-Nutzungskonkurrenzen erforderlich, die ökologisch, ökonomisch und aus sozialer Sicht effizientesten Nutzungspfade zu erschließen."

„ … Gesamtkonzept in Form eines sektorübergreifenden Aktionsplans zur optimalen energetischen und stofflichen Nutzung der begrenzt zur Verfügung stehenden nachwachsenden Rohstoffe in den jeweiligen Einsatzbereichen."

Es sind „steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen dem stofflichen Einsatz in der Chemie und den ungleich größeren Sektoren Energieerzeugung und Treibstoffe zu erwarten. Politische Vorgaben dürfen nicht zu einer Verschärfung der Nutzungskonkurrenz zwischen Energieerzeugung, Treibstoffherstellung und dem stofflichen Einsatz führen, die aufgrund der vergleichsweise geringen Einsatzmengen zwangsläufig zu Lasten der chemischen Industrie ginge. Ein gleichberechtigter Zugang der Chemie zu den Rohstoffen muss sichergestellt werden."

*Verfügbarkeit zu Weltmarktpreisen*
„Die Verfügbarkeit nachwachsender Rohstoffe weltweit und zu wettbewerbsfähigen Preisen muss sichergestellt sein". Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe muss „marktgetrieben erfolgen" und sollte nicht „durch staatliche Vorgaben zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe … gefährdet werden."

„Derzeit wird durch die gemeinsame Agrarpolitik der EU der Import landwirtschaftlicher Rohstoffe und Zwischenprodukte wie Zucker und Bioethanol durch hohe Zölle und Quoten erschwert, während der Import chemischer Produkte durch niedrige Zölle begünstigt wird. Dies benachteiligt die chemische Industrie Europas im internationalen Wettbewerb. Handelshemmnisse für nachwachsende Rohstoffe, die in die industrielle Produktion gehen, müssen beseitigt werden." Es darf „keinen Protektionismus am Rohstoffmarkt geben".

Beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der Chemie geht es um „die Erweiterung der Rohstoffbasis".

„Die chemische Industrie wird den Anteil nachwachsender Rohstoffe in Zukunft in dem Maße steigern, in dem zunehmende Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit dies erlauben." … „Damit nachwachsende Rohstoffe wirtschaftlich eingesetzt werden können, müssen sie zu Weltmarktpreisen verfügbar sein."

*Internationale Betrachtung*
„An die Stelle einer nationalen Perspektive muss eine internationale, mindestens aber europäische Betrachtung treten."

*Nachhaltigkeit – Lebenszyklus – Zertifizierung*
„Die Nachhaltigkeit des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe muss jedoch bei jedem Produkt individuell und über den gesamten Lebenszyklus hinweg beurteilt werden."

Dies vor allem deshalb, weil Produkte auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen laut VCI 2008 nicht a priori besser sind: „Grundsätzlich gilt: Es gibt nicht „gute Chemieprodukte" auf Basis nachwachsender Rohstoffe und „schlechte Chemieprodukte" auf Basis fossiler Ressourcen. … Umgekehrt sind nicht alle technisch aus nachwachsenden Rohstoffen herstellbaren Produkte ökologisch vorteilhafter als Produkte auf fossiler Basis. Dies ist darin begründet, dass Chemikaliensicherheit und weitere Produkteigenschaften sowie Qualitäten von der Rohstoffbasis unabhängig sind. Beide Rohstoffarten sind also gleichberechtigt zu behandeln. Und es lassen sich sogar neue Synergiepotentiale durch die Nutzung von Kombinationen aus nachwachsenden und fossilen Komponenten erzeugen."

„Unter klimaschutzpolitischen Gesichtspunkten sollte im Vordergrund stehen, welche $CO_2$-Vermeidungsleistung zu welchen Kosten der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der Energieerzeugung, der Kraftstoffherstellung oder in der Chemie erbringt."

„Die Einführung von Standards und deren Überwachung durch Zertifizierungssysteme ist grundsätzlich ein richtiger Ansatz." „Gleichzeitig muss vermieden werden, dass die Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Biomasse neue Handelsbarrieren für importierte nachwachsende Rohstoffe errichtet."

Zertifizierungssysteme müssen „daher weltweit abgestimmt und umgesetzt werden".

*Mögliche Fördermaßnahmen und Regularien*
„Eine mögliche staatliche Einflussnahme sollte sich auf die Setzung von Rahmenbedingungen beschränken, vor allem auf Forschung und Entwicklung sowie den Abbau von Marktzugangshürden. Direkte Eingriffe in den Markt wie Markteinführungsprogramme sind mit großer Vorsicht zu behandeln. Sie dürfen nicht zu Wettbewerbsverzerrungen führen. Quotenvorgaben für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe sind ebenso wenig hilfreich wie Besteuerungen fossiler Rohstoffe."

„Die chemische Industrie lehnt eine Quotierung bei der Nutzung ihrer Rohstoffe grundsätzlich ab. Gesetzliche Verwendungsquoten, Subventionen und steuerliche Fördermaßnahmen verzerren den internationalen Wettbewerb und belasten Wachstum und industrielle Arbeitsplätze in Deutschland. Denn die chemische Industrie kann zusätzliche Kosten, die durch derartige Vorgaben entstehen würden, nicht am Markt weitergeben (im Gegensatz zu den Energieversorgern und dem Kraftstoffbereich)."

Übergeordnetes Ziel des Aktionsplans sollte vielmehr „die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der stofflichen Nutzung" sein. „Um den derzeitigen Nutzungsanteil von nachwachsenden Rohstoffen und die anschließende Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie zu erhöhen, bedarf es noch erheblicher Forschung und Technologieentwicklung, insbesondere im Grundlagenbereich. Das vorhandene Engagement der öffentlichen Hand sollte dringend konzentriert und weiter verstärkt werden. Zudem sollte eine eindeutige Zuordnung der Kompetenzen der staatlichen Forschungsförderung zwischen BMBF und BMELV (Förderung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) und gegebenenfalls anderen Ministerien erfolgen."

Die Förderung von Forschung und Entwicklung soll vor allem „die Risiken für einzelne Unternehmen bei Prozessinnovationen … mindern." Im Bereich der Bioraffineriekonzepte sollte ein Förderschwerpunkt „auf der Bereitstellung der Rohstoffe liegen". Zudem werden „Prozesse mit deutlich höheren Raum-Zeit-Ausbeuten bei signifikant erhöhtem Nutzungsgrad der eingesetzten Rohstoffe benötigt". „Auch hier gilt, dass eine nachgeschaltete energetische Nutzung („Kaskadennutzung") den Gesamtwirkungsgrad der Prozesse und damit die Wirtschaftlichkeit erhöhen kann."

„Offenheit gegenüber Technologien, z.B. Biotechnologie einschließlich gentechnischer Methoden, um die Einsatzmöglichkeiten von nachwachsenden Rohstoffen zu erhöhen." „Ein dauerhafter Verzicht auf die Grüne Gentechnologie hätte aufgrund der Wechselwirkungen mit anderen Biotechnologiebereichen gravierende Auswirkungen für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, die diese Technologie verwenden."

Was der VCI sehr kritisch sieht, sind folgende potenzielle Fördermaßnahmen und Regularien (VCI 2008):

> „Bei Markteinführungsprogrammen und Besteuerungen beschränkt sich der Staat nicht auf die Setzung allgemeiner Spielregeln, sondern er greift gezielt und lenkend in den Markt ein. Er fördert dadurch selektiv einzelne Produkte und Unternehmen und belastet im Gegenzug andere. Zudem erfordern solche Eingriffe ein Wissen über die Zukunft, das in der Regel nicht vorhanden ist. Die Gefahr von Fehlentwicklungen ist groß."
>
> „Die Förderung der Markteinführung sollte daher nur in begründeten Ausnahmefällen erfolgen. Zudem müssen die Maßnahmen (wie andere industriepolitische Maßnahmen auch) streng zeitlich befristet sein. Sie müssen einer umfassenden Gesetzesfolgenabschätzung unterzogen werden. Sie dürfen die Wettbewerbsfähigkeit insgesamt nicht beeinträchtigen. Darüber hinaus müssen die Aktivitäten mit anderen staatlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und Europa abgestimmt sein. Es macht beispielsweise keinen Sinn, die Markteinführung von nachwachsenden Rohstoffen zu fördern und gleichzeitig die Importe von diesen Rohstoffen mit hohen Zöllen zu versehen."

> „Das Instrument der Förderung über eine verstärkte Beschaffung von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe im Bereich des öffentlichen Auftragswesens sollte mit äußerster Vorsicht und unter Einhaltung enger Grenzen angewendet werden. Einen „Freibrief" für alle Produkte, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, darf es nicht geben."
>
> „Grundsätzlich abzulehnen ist das Instrument der unterschiedlichen Besteuerung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen."

Am Beispiel Bioschmierstoffe führt der VCI 2008 die politische Bevorzugung der energetischen Nutzung als Hemmschuh für die stoffliche Nutzung auf und hält in diesem Fall auch bestimmte sektorale Maßnahmen für vertretbar:

> Der Absatz von Bioschmierstoffen stagniert: „Der Rohstoff- und damit der Produktpreis sind immer noch deutlich höher als für mineralische Produkte." Der Grund: Es „ist festzuhalten, dass die biogenen Kraftstoffe, insbesondere Biodiesel, eine Konkurrenz zur stofflichen Nutzung der natürlichen Ressourcen darstellen. Da die energetische Nutzung durch steuerliche Vergünstigungen und Beimischungsquoten direkt oder indirekt subventioniert wird, ergibt sich für die stoffliche Nutzung ein grundsätzlicher Kostennachteil."

Hier „lassen sich folgende Zielvorgaben zur Verbesserung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe ableiten":

1. „**Standardisierung:** Dies kann beispielsweise mit Selbstverpflichtungen der Industrie zu einheitlichen Definitionen und Prüfmethoden, zum Beispiel zur Festlegung des Begriffes „Bioschmierstoff" und zur Bestimmung des Anteils nachwachsender Rohstoffe (Radiokarbonmethode) beginnen."
2. „**Öffentliches Auftragswesen**: Kann bei unter der gebotenen Vorsicht betriebener systematischer Vorgehensweise eine Initialzündung haben, um im großen Stil die Alltagstauglichkeit unter Beweis stellen und in gewissem Umfang – speziell wenn es auf europäischer Ebene erfolgt – Skaleneffekte auf der Rohstoffseite entfalten."
3. „Eine **Rahmensetzung** zum Einsatz abbaubarer Schmierstoffe in umweltsensiblen Bereichen erscheint erforderlich, um den Argumentationswiderspruch[2] der bisherigen Praxis aufzulösen."

### 6.2.12 Verband Deutscher Papierfabriken

Der Verband der Deutschen Papierfabriken e.V. (VDP) hat am 25.11.2008 ein Positionspapier zum „Grobkonzept eines Aktionsplanes für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan Stoffliche Nutzung)" vorgelegt, aus dem im Folgenden zitiert wird (VDP 2008b).

> Der VDP begrüßt die Ausarbeitung eines Aktionsplan Stoffliche Nutzung: „Dies vor allem vor dem Hintergrund, dass jahrelang die energetische Nutzung, ohne Berücksichtigung der berechtigten Warnungen derjenigen Branchen, die Holz seit jeher stofflich nutzen, gefördert wurde. … zeichnet sich ab, dass erhebliche Anstrengungen notwendig sind, sowohl die Ansprüche der stofflichen wie auch der energetischen Nutzer zu erfüllen." … „Bei der Untersuchung der Frage, welche Folgen die Umsetzung der europäischen Ziele (im Bioenergiebereich) auf die Nachfrage von Holz hätte, kommt

[2] Es „wird den Herstellern von Kundenseite die Frage gestellt, warum ein Endanwender freiwillig abbaubare Schmierstoffe einsetzen soll, wenn der Gesetzgeber der Ansicht ist, dass der Einsatz von nicht abbaubaren Schmierstoffen keine spezifischen Umweltprobleme (zum Beispiel Leckage bei Bau- und Landmaschinen) mit sich bringt". (VCI 2008)

Mantau zu dem Ergebnis, dass bei komplettem Holzeinsatz eine Versorgungslücke von 448 Mio. Fm. Holz bestehen würde. Selbst bei einer Reduzierung auf 75 % des Einsatzes ergäbe sich immer noch eine Differenz von 321 Mio. Fm."

Zu den makroökonomischen Effekten der Holzwirtschaft schreib VDP 2008b: „Untersuchungen der Pöyry Consulting Group 2006 zeigen, dass bei der Papiererzeugung in Europa die Wertschöpfung bei der stofflichen Nutzung von Holz achtmal und der Beschäftigungsfaktor dreizehnmal höher ist als bei energetischer Verwertung. Die Behauptungen, dass durch die Bioenergieproduktion zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden, trifft zumindest in der Holznutzung nicht zu, da dem massive Verluste in der Holzwirtschaft entgegen stehen. … , aber auch unter Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in Holzprodukten während ihres Lebenszyklus, macht für industriell und handwerklich nutzbares Holz die Orientierung an einer stofflichen Kaskade Sinn, an deren Ende die energetische Verwertung stehen sollte."

Hieraus abgeleitet ergibt sich die These (VDP 2008b):

„Die Nutzung von Holz zur Herstellung von Produkten ist ein ideales Beispiel für die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Kaskade. Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung sind zwei Seiten derselben Medaille. Hohe Recyclingraten von Altholz und Altpapier tragen zur Stabilität und Versorgungssicherheit der Rohstoffversorgung in der Holzwirtschaft bei. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird verlängert durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten. Durch heute bereits etablierte Recyclingsysteme kann Holz mehrfach genutzt werden, was die Lebensdauer im Verwertungsprozess verlängert. Holzfasern, die sich nach Gebrauch für eine stoffliche Verwertung nicht mehr eignen, werden anschließend nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung sehr viel effizienter energetisch genutzt."

„Aus diesen Erkenntnissen leitet sich die Forderung der Industrie zum Vorrang der stofflichen Verwertung vor der energetischen Verwertung ab. … Neben erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung folgt die Kreislaufführung von Holz und Fasern den ökologischen Gegebenheiten einer effizienten Nutzung von Ressourcen."

Laut VDP 2008 folgt die aktuelle Politik diesen Erkenntnissen nicht: „Die Förderpolitik der Bundesregierung führt zu Wettbewerbsverzerrungen bei der Konkurrenz zwischen stofflichen und energetischen Nutzern des Rohstoffes Holz einerseits und andererseits durch höhere Strompreise mit den Wettbewerbern auf den Produktmärkten für Zellstoff und Papier. … Es ist daher weder ökonomisch noch gesellschaftspolitisch zu verantworten, wenn neue und teilweise konkurrierende Verwertungsalternativen mit öffentlicher Unterstützung auf den Weg gebracht werden, ohne zuvor Klarheit über die nachhaltigen Rohstoffpotenziale und der Mobilisierbarkeit geschaffen zu haben."

Folgende konkrete Maßnahmen nennt der VDP 2008b:

- „Überprüfung der Notwendigkeit weiterer Unterschutzstellungen von Waldflächen."
- Zertifizierung: „Wie die Zahlen zum Anteil der zertifizierten Fläche an der weltweiten Gesamtfläche zeigen, ist bislang nur ein geringer Anteil der Wälder zertifiziert. Für die Unternehmen in Deutschland ist dies besonders bei der Beschaffung von Zellstoff ein großes Problem, da einerseits nicht genügend zertifizierter Rohstoff vorhanden ist, andererseits der Verarbeiter (nicht der Endverbraucher!) zertifizierte Ware fordert."
- Honorierung $CO_2$-Minderung: „Holzprodukte ersetzen Produkte, deren Herstellung sehr viel mehr $CO_2$-Emissionen verursacht. … Hohe Recyclingraten von Altholz und Altpapier tragen zu Stabilität und Versorgungssicherheit der Rohstoffversorgung in der Holzwirtschaft bei. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten

verlängert. … Holzprodukte können am Lebensende energetisch genutzt werden und ersetzen damit fossile Brennstoffe."

- Öffentliches Auftragswesen: „Die Gleichrangigkeit der Zertifizierungssysteme PEFC und FSC sollte beibehalten werden."
- „Ideales Vorbild für die Zellstoff- und Papierindustrie ist in diesem Zusammenhang die Kreislaufwirtschaft in Form einer Nutzungskaskade sowie die Ressourcenschonung durch nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder."
- „Vorrang der stofflichen vor der energetischen Verwertung von Holz."
- „Durch Förderung oder Subventionierung dürfen keine Wettbewerbsverzerrungen entstehen."
- „Förderung nur bei Einhaltung höchster Effizienzkriterien."

### 6.2.13 Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI)

Der Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI) legte seine Stellungnahme zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe" am 25.11.2008 vor (VHI 2008a), aus welcher im Folgenden zitiert wird:

> „Für die Holzwerkstoffindustrie steht dabei der Abbau derzeit bestehender Wettbewerbsverzerrungen auch aufgrund der einseitigen Förderung der energetischen Holzverwendung im Vordergrund. … Die stoffliche Verwendung liegt mit einem Anteil von etwa 60 % deutlich über der energetischen. Der Wertschöpfungsfaktor ist achtmal höher, der Beschäftigungsfaktor dreizehnmal höher, als bei der alleinigen Verbrennung. Bei der knapper werdenden Ressource Holz muss deren Verwendung künftig ressourcenschonender und effizienter erfolgen. Die FAO geht davon aus, dass aufgrund der EU-Pläne zum Klimapaket 20:20 der Fehlbedarf an Holz in Europa im Jahr 2020 rund 400 Mio. Fm betragen wird." Ein Ausweg könnte laut VHI 2008 sein, „die Kaskadennutzung von Holz zu optimieren."

Der VHI 2008b ließ untersuchen, welche Auswirkungen eine reduzierte Umsatzsteuer für Holzpellets als Brennstoff hat und ob dies ein geeignetes politisches Instrument sei. Das Ergebnis:

> „Currently, a VAT reduced rate is applicable on the supply of firewood. This VAT reduced rate for firewood is applied in many Member States also on the supply of wooden pellets. As statistics show, those are used more and more as fuel whereas our industry needs the saw dust as raw material for manufacturing purposes. In our opinion, the currently applicable VAT reduced rate encourages the use of wooden pellets as fuel to the extent that less and less wood remains available for material use such as furniture or building materials. According to FAO this will lead to a wooden deficit of about 400 millions metric tons in Europe per Year by 2020. Therefore suitable wood sortments should be used in the first place to produce wood products. This delivers better environmental results, because of the $CO_2$-carbon storage in wood products, instead of using them immediately for energy purposes (as biomass). At the final stage and after recycled the rests can be used as fuel (where they are destroyed). Besides the negative effect of the VAT reduced rate on our industry, we will show that for other reasons no VAT reduced rate should be applicable on the supply of firewood in general and wooden pellets in particular.
>
> Our general opinion: Irrespective of the special case of wooden pellets, we consider that VAT reduced rates are generally an inappropriate means of political governance and always bear he risk of triggering other consequences as the ones really sought."

Schon in einem älteren Positionspapier nahmen VDP & VHI 2006 zu der Thematik Stellung, wie die folgende Ausführungen und Forderungen zeigen:

> „Die Zellstoff- und Papierindustrie (ZPI) sowie die Holzwerkstoffindustrie (HWI) bekennen sich ausdrücklich zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie erneuerbaren Energien und unterstützen deren sinnvollen Einsatz. … Im Sinne der Kreislaufwirtschaft, der Ressourcenschonung und langfristigen $CO_2$-Bindung fordern ZPI und HWI den Vorrang der stofflichen Nutzung von Holz vor der energetischen Verwertung, sowie den Stopp der undifferenzierten Förderungen und Subventionen zur energetischen Holznutzung."
>
> „So haben Untersuchungen in der ZPI ergeben, dass die Wertschöpfung bei der stofflichen Verwertung von Holz 15-mal, der Beschäftigungsfaktor 100-mal höher als bei einem energetischen Einsatz ist."

Schon 2006 befürchteten die Verbände Engpässe und Fehlallokationen am Holzmarkt (VDP & VHI 2006):

> „ … die damit vorgesehene Förderung und Subventionierung für Kleinfeuerungsanlagen werden die schon jetzt bestehenden Wettbewerbsverzerrungen zwischen stofflicher und energetischer Nutzung von Holz weiter forcieren. Sie führen zu einem weiteren Entzug des Rohstoffs Holz in einem stofflichen Wertschöpfungskreislauf und zu einer Gefährdung des Arbeitskräftepotenzials in der ZPI und der HWI. … Beide Industriebereiche sind besorgt, dass immer mehr Sortimente wie Sägespäne und Industrieholz (insbesondere Laubholz) in Richtung Bioenergie wandern. Hieraus erwächst ein enormes Versorgungsproblem für die Branchen. … Bei weiter wachsendem Rohstoffbedarf der Holzindustrie entsteht hier ein Konfliktpotenzial zwischen konkurrierenden Verwendungszwecken und Branchen."

Zusammenfassend schreiben VDP & VHI 2006: „Bei der energetischen Verwertung von stofflich nutzbarem Holz handelt es sich volkswirtschaftlich um die Vernichtung von Wertschöpfungspotenzial und sollte erst am Ende der Wertschöpfungskette erfolgen. Nur durch die Verarbeitung von Holz wird $CO_2$ in Höhe mehrerer Mio. Tonnen/Jahr der Atmosphäre über viele Jahre entzogen, bei der Verbrennung wird es gleich wieder freigesetzt und kaum Arbeitsplätze geschaffen."

Folgende Forderungen stellen VDP & VHI 2006:

- „Vorrang der stofflichen Nutzung der für die ZPI und HWI geeigneten Holzsortimente vor der energetischen Nutzung im Sinne der Kreislaufwirtschaft."
- „Keine Förderungen und Subventionen zur unmittelbaren energetischen Nutzung von Holz."
- „Neue holzenergetische Anlagen nur nach regionaler Holzaufkommens- und Bedarfsanalyse"
- „Einstellung des Marktanreizprogramms (MAP) für Pelletheizungen/Holzheizungen"
- „Intensivierung der Mobilisierung bestehender Holzreserven."
- „Öffnungsklausel im EEG zur Einspeisung des biogenen Anteils von Abfällen."
- „Entwicklung eines Biomassekonzepts unter Beteiligung der stofflichen und energetischen Nutzer."

## 6.3 Gruppierung und Bewertung verschiedener politischer Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung

*Autor: Michael Carus*

Es besteht eine Vielzahl an potenziellen politischen Instrumenten, die eingesetzt werden können, um die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu fördern. Die betrachteten Instrumente stammen aus folgenden Quellen:

1. Eigene Erhebungen über weltweit eingesetzte und geplante Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung (Kapitel 6.1)
2. Nennungen in den Verbands-Stellungnahmen zum geplanten „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vom 17.10.2008, die uns vom BMELV dankenswerterweise zur Verfügung gestellt und von den Verbänden freigegeben wurden (Kapitel 6.2)
3. Auswertung aktueller Veröffentlichungen und Artikeln aus der Fachpresse
4. Diskussionen in den zahlreichen Projekt-Workshops sowie bilateraler Austausch mit Experten.

Die Instrumente werden im Folgenden Gruppen zugeordnet, diskutiert und bewertet. Die Bewertung erfolgt vor allem anhand der Stellungnahmen und den Diskussionen in den Projekt-Workshops. Dabei ergeben sich Prioritäten, welche Instrumente den Branchenexperten als besonders geeignet erscheinen (siehe auch Kapitel 6.4).

Eine eigentliche Evaluierung der Instrumente, z.B. in Form einer Effizienz-, Kosten-, Nutzen- oder SWOT-Analyse, ist aktuell nicht möglich. Dazu fehlt die Datenbasis: Die meisten Instrumente werden erst seit wenigen Jahren eingesetzt und bei fast allen Instrumenten steht eine nationale/regionale Evaluierung noch aus, auf deren Daten man hätte zurückgreifen können. In wenigen Jahren wird dies anders aussehen, da entsprechende Projekte nun starten. So soll z.B. in den USA untersucht werden, wie effizient die „Public Procurement“-Programme tatsächlich sind. Kritiker befürchten, dass dem großen Aufwand hier keine adäquaten Effekte gegenüber stehen.

*Gruppenbildung*
Die potenziellen Förderinstrumente für die stoffliche Nutzung sollen im Folgenden strukturiert und Gruppen zugeordnet werden, um sie dann systematisch diskutieren zu können und zu Empfehlungen zu kommen. Dabei gibt es bei den Abgrenzungen, Gruppenbildungen und Zuordnungen erhebliche Spielräume.

Markus Kaup, ehemals Mitarbeiter am nova-Institut, hat in seiner Promotion „Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie“ u.a. die Förderinstrumente, die bis zum Jahr 2000 eingesetzt oder geplant waren, strukturiert, analysiert und bewertet (Kaup 2002).

(I) Fiskalische Maßnahmen (mit öffentlichen Ausgaben bzw. Einnahmeverzicht)

1. Maßnahmen mit öffentlichen Ausgaben

   a. Induzierung privatwirtschaftlicher NR-Aktivitäten über staatliche Direktzahlungen und Interventionen aus Steuerfinanzierung

b. Forschungs- und Entwicklungsförderung

c. Finanzierung von NR-Institutionen

d. Staatliche Beschaffungspolitik aus Steuerfinanzierung (Vorreiterrolle des Staates)

2. Maßnahmen mit öffentlichen Einnahmen bzw. Einnahmeverzicht *Anmerkung: Hierzu zählen z.B. Steuerbefreiungen oder Steuerreduzierungen*

(II) Nicht-fiskalische NR-Fördermaßnahmen *Anmerkung: hierzu zählen z.B auch rechtliche Ge- und Verbote und Auflagen*

Kaup 2002 kommt in seiner Analyse zu konkreten Empfehlungen in Bezug auf Förderinstrumente, die in Kapitel 6.4.6 mit den Ergebnissen unserer Analyse verglichen werden.

Das Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA 2003) in London hat in einer umfassenden Studie Förderinstrumente für nachwachsende Rohstoffe untersucht. In dieser Studie werden die Instrumente wie folgt in Gruppen eingeteilt:

> „**Economic policies** which include the provision of grants and subsidies to support RRM utilisation, give guaranteed access to markets at preferential rates and provide economic intelligence to support investment decisions.
>
> **Fiscal policies** involving the use of taxation to change price relativities and to encourage changes in buyer behavior in favour of RRM utilisation. Duty relief on bio-fuels – as practiced in North America and various European countries – have clearly encouraged RRM consumption. Less directly, land-fill taxes encourage the use of compostable RRM, while carbon taxes encourage bio-energy programmes.
>
> **Voluntary programmes** support RRM utilisation where regulation is missing to give public good benefits. Codes of practice, with compliance often supported by contractual requirements, encourage adoption.
>
> **Regulatory programmes** legislate for the use of renewable resources in such markets as electricity generation. **Information and Education** programmes seek to persuade consumers and the wider public of the benefits of RRM utilisation. **Research and Development** programmes have for the most part, sought to encourage RMM by targeting technical barriers to adoption. Some programmes seek to link industrial chains together to allow market signals to be more clearly felt.
>
> **Other programmes** cover a very wide range of activities, which do not fit easily into any of the above categories. Most are introduced unilaterally by individual states seeking the development of specific industries. German market introduction schemes for example, seek to encourage bio-fuel and bio-lubricant use. US federal procurement programmes aim to encourage a wider utilisation of bio-based materials. Demonstration projects in a range of countries help to establish best practice and show application.“ (DEFRA 2003)

Aufbauend auf den zitierten Gruppenbildungen, den eigenen Analysen und den Diskussionen in den Expertenworkshops wurde für die vorliegende Studie folgende pragmatische Gruppenbildung gewählt, die sich dem Leser unmittelbar erschließen dürfte.

1. Ordnungspolitische Instrumente[3]

   a. Gebote & Verbote sowie Sonderregelungen

[3] Unter „Ordnungspolitik“ wird die Summe aller rechtlich-organisatorischen Maßnahmen verstanden, durch welche die Träger der Wirtschaftspolitik über eine entsprechende Ausgestaltung der Wirtschaftsverfassung die längerfristigen Rahmenbedingungen für den Wirtschaftsprozess innerhalb einer Wirtschaftsordnung set-zen. (nach http://wirtschaftslexikon.gabler.de/)

   b. Zielvorgaben/Quoten
   c. $CO_2$-Handel
2. Steuerpolitische Instrumente[4] (inkl. Abgaben und Zöllen)
3. Direkte finanzielle Unterstützung
4. Freiwillige Selbstverpflichtungen
5. Förderung Forschung & Entwicklung
6. Förderung Information & Kommunikation
7. Sonstige Instrumente/Maßnahmen

Es sei darauf hingewiesen, dass die Zuordnung einzelner Instrumente und Maßnahmen zu diesen Gruppen nicht immer eindeutig ist und manche auch mehreren Gruppen zugeordnet werden müssten. So haben wir z.B. in dem Kapitel „Direkte finanzielle Unterstützungen" auch das EEG diskutiert, obwohl dieses natürlich auch ein ordnungspolitisches Instrument ist (wie bei Kaup 2002). Gleichzeitig führt das EEG aber aus dem Blickwinkel des Biomasse-Anlagenbetreibers zu einer direkten finanziellen Unterstützung des Unternehmens, was eine Einordnung in diese Gruppe rechtfertigt.

### 6.3.1 Ordnungspolitische Instrumente

#### 6.3.1.1 Gebote & Verbote sowie Sonderregelungen

*Umsetzung in Deutschland*
In Deutschland gibt es aktuell keine expliziten Gebote oder Verbote zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Dafür bestehen aber bereits etliche Sonderregelungen für Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe z.B. in der Verpackungsverordnung, der BioAbfallverordung und der Düngemittelverordnung sowie beim EEG (vgl. Kapitel 6.1). Einige Sonderregelungen fördern den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der stofflichen Nutzung, einige erschweren ihn, da sie nur Werkstoffe mit einem 100 %-NaWaRo-Anteil zulassen oder in Konflikt mit einer Kaskadennutzung stehen (Verlust des NaWaRo-Bonus im EEG bei Verwendung von BioAbfall) (Näheres hierzu in Kapitel 6.1).

Gerade im öffentlichen Auftragswesen scheint aber ein interessantes Potenzial zu liegen. 51 Mrd. € der jährlich rund 260 Mrd. € von Bund, Ländern und Kommunen getätigten Ausgaben haben „unmittelbare Relevanz für grüne Zukunftsmärkte". Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie des Beratungsunternehmens McKinsey, die Bundesumweltminister Gabriel Anfang Dezember 2008 in Berlin vorstellte. „Bund, Länder und Kommunen sollten einen Beschaffungs- und Investitionspakt schließen und vereinbaren, Umweltaspekten bei der Beschaffung einen noch höheren Stellenwert einzuräumen", sagte Gabriel. Die größten Einzelposten der umweltorientierten Märkte sind Verkehrswege, Gebäudeneubau und -renovierung sowie Energiebeschaffung. (EUWID Neue Energien, Nr. 26 v. 10.12.2008)

Grundsätzlich sind eine Vielzahl sektoraler und produktspezifischer Gebote & Verbote bzw. Sonderregelungen denkbar, aber es hat sich immer wieder gezeigt, dass solche Regelungen Nebeneffekte haben können, die kaum überschaubar sind und oft die gewünschte Wirkung konterkarieren.

[4] Unter Steuerpolitik werden alle staatlichen Maßnahmen zur Erreichung fiskalischer oder wirtschaftspoliti-scher Ziele durch die Gestaltung des Steuersystems verstanden. (nach http://wirtschaftslexikon.gabler.de/)

*Umsetzungen in anderen Ländern*

In vielen anderen Ländern werden bereits Gebote und Verbote genutzt oder sollen in Kürze implementiert werden, um bio-basierten Produkten den Marktzugang zu erleichtern, wie z.B. in Großbritannien (regional), der Schweiz, Spanien, den USA, afrikanischen Ländern, Japan, China, Indien, Taiwan und Türkei (regional). (siehe Kapitel 6.1)

Gerade im Bereich von (nicht biologisch abbaubaren) Einweg-Kunststofftragetaschen werden international zunehmend Verbote ausgesprochen. Diese Verbote zielen dabei häufig nicht primär auf den verstärkten Absatz von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen, sondern auf die Reduzierung von Abfallproblemen. Lösungen können daher auch kostenpflichtige Mehrweg-Tragetaschen sein und nicht nur der verstärkte Einsatz von Papier- oder Biokunststofftragetaschen. (siehe Kapitel 6.1)

In Großbritannien, den Niederlanden und vor allem den USA setzt man zur Belebung und Etablierung von bio-basierten Produkten verstärkt auf Gebote im öffentlichen Einkauf („public procurement"). (siehe Kapitel 6.1.2 und 6.1.3)

*EU: Taskforce on bio-based products – Lead Market Initiative für Europe*

Die Empfehlungen der Taskforce zum Thema „Öffentliches Auftragswesen" bzw. „Public Procurement" lauten:

> „Public Procurement has a strategic role in stimulating bio-based product markets based on technical standards for „bio-based" and „sustainable" products. Green Public Procurement Policies have to be based on full Life Cycle Analysis of the product, production process and its application, including waste management. …
>
> – The Commission could study, collect information and identify and disseminate good practice of the Member States activities and also third country programmes regarding the procurement of bio-based products, notably for the integration of measurable technical specifications concerning bio-mass content into the tendering document. These can help in describing the products so that public authorities can decide whether they are of interest to them and the specifications would also constitute minimum compliance criteria at the same time. They would then provide measurable requirements against which tenders can be evaluated. If they are not clear and correct, they will inevitably lead to unsuitable offers. Offers not complying with such technical specifications have to be rejected.
>
> – The characteristics of bio-based products and best-practice in public procurement should be communicated widely, i.e. via specific guidelines or handbooks.
>
> – The National Action Plans on Green Public Procurement could be developed further and include milestones and roadmaps for increasing the use of bio-based products.
>
> – A forum concerning procurement of bio-band care sector could be established." (LMI 2007)

*Aus der aktuellen Fachdiskussion*

Das Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) hat im Jahr 2001 eine umfangreiche Untersuchung mit dem Titel „Verstärkter Einsatz von Schmier-, Verfahrens- und Treibstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in umweltsensiblen Bereichen – Möglichkeiten zur Veränderung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen" durchgeführt, die allerdings erst im Jahr 2005 veröffentlicht wurde (Marscheider-Weidemann et al. 2005). Gebote & Verbote und die entsprechenden Verordnungen und Gesetze werden als Instrumente favorisiert; hierzu führen die Autoren aus:

> „Zu den Anwendungsverboten und Anwendungsgeboten: Der Normierung eines Anwendungsgebotes für pflanzliche Kettensägenöle stehen im Grundsatz keine verfassungsrechtlichen und europa-

rechtlichen Hindernisse entgegen. Weniger eindeutig ist die Rechtslage im Hinblick auf ein Anwendungsverbot für mineralische Schalöle zu beurteilen, da biogene Schalöle bislang noch nicht in allen Bereichen des Betonbaus zur Anwendung kommen können. Diesem Umstand ist bei der konkreten Ausgestaltung des Anwendungsverbotes Rechnung zu tragen. Sollte man allerdings zu dem Ergebnis kommen, dass für die überwiegende Anzahl der Einsatzfelder eine Anwendung pflanzlicher Schalöle ausscheidet, lässt sich ein Anwendungsverbot für mineralische Schalöle – vor dem Übermaßverbot – nicht mehr rechtfertigen. Im Einzelnen gilt:

(a) Es wird empfohlen, sowohl das Anwendungsgebot für pflanzliche Kettensägenöle als auch das Anwendungsverbot für mineralische Schalöle in einer Rechtsverordnung der Bundesregierung niederzulegen (…).

(c) Die Verordnung über die Anwendung pflanzlicher Kettenöle für Motorsägen wie auch die Verordnung über das Verbot mineralischer Schalöle ist auf die Verordnungsermächtigung des § 6 BBodSchG zu stützen (siehe Ziff. 4.1.2). Anstelle einer isolierten Rechtsverordnung kommt auch eine Umsetzung in der BBodSchV in Betracht (…)." (Marscheider-Weidemann et al. 2005)

Camille Burel von EuropaBio machte im Rahmen eines Vortrags in Brüssel im März 2009 den folgenden Vorschlag, bio-basierte Produkte bei der Zulassung bevorzugt zu bearbeiten:

- A faster approval and registration system at European level for products produced by bioprocesses or from biomass could stimulate a faster market introduction of biobased products.
- Such „fast track" regulatory procedure could be developed for REACH in negotiation with ECHA (European Chemicals Agency).
- These does not mean lower safety or new alternative regulation but prioritisation through the existing regulatory path. (Burel 2009)

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*

Die Diskussionen im Expertenworkshop zeigten deutlich, dass die Gruppe eine übergreifende Gesamtlösung für alle stofflichen Nutzungen/Anwendungen favorisiert und einer Vielzahl von Geboten & Verboten bzw. Sonderregelungen für Teilbereiche eher ablehnend gegenüber steht.

Die weitere Diskussion erbrachte dann aber, dass sektorale Sonderregelungen in Einzelfällen durchaus Sinn ergeben können, vor allem wenn im entsprechenden Sektor bereits Sonderregelungen akzeptiert und umgesetzt sind, jedoch die Einbeziehung von nachwachsenden Rohstoffen fehlt oder durch die Sonderregelungen die stoffliche Nutzung benachteiligt wird. Es wurde diskutiert, dass Gebote & Verbote für den Gesetzgeber nur geringe Kosten verursachen, zum Teil aber erhebliche Effekte haben können. In Teilbereichen können sie sinnvoll und wirksam – und daher durchaus gewünscht sein.

Die Instrumente Gebote & Verbote bzw. Sonderregelungen sollten aber auf jeden Fall sparsam eingesetzt und stets im Vorfeld mögliche unerwünschte Nebeneffekte detailliert untersucht werden.

**Insgesamt wurde sektoralen Geboten & Verboten bzw. Sonderregelungen eine mittlere Priorität eingeräumt.**

Als übergeordnetes Gebot fand im Workshop die Gleichstellung der stofflichen und energetischen Nutzung in allen neuen politischen Regularien einen breiten Konsens. Eine große Mehrheit ging dabei noch einen Schritt weiter und forderte: Gebot zum Vorrang der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung, Gebot zur Kaskadennutzung/Kreislaufwirtschaft, die energetische Nutzung möglichst

nur NACH der stofflichen Nutzung. Vorrang der stofflichen Nutzung, wo immer es möglich und „sinnvoll“ ist. Diese übergeordneten Gebote werden im Kapitel 6.4 ausführlich diskutiert und sollen daher hier nicht vertieft werden.

Im Einzelnen wurden folgende sektoralen Gebote bzw. Sonderregelungen diskutiert und von der großen Mehrheit der Gruppe als positiv bzw. sinnvoll eingestuft:

- **Bioschmierstoffe:** Gebot bzw. verbindliche gesetzliche Regelungen zum Einsatz ungiftiger sowie biologisch abbaubarer Schmierstoffe und Hydraulikölen in Wasserschutz- und Naturschutzgebieten, umweltsensiblen Gebieten und zertifizierten Wäldern. Dies verhindert zum einen bleibende Umweltschäden und fördert zum anderen die Entwicklung und Markteinführung solcher Schmierstoffe. Solch ein Gebot könnte auch um die Nutzung von Biodiesel bzw. Pflanzenöl-Kraftstoffen in Kettensägen erweitert werden. Solche komplementären Gebote sind nicht vom verstärkten NaWaRo-Einsatz getrieben, sondern von anderen Zielen, wie hier vor allem vom Wasser- und Bodenschutz.
- **EU-Altauto-Richtlinie** und ihre nationalen Konkretisierungen (Deutschland: Altautogesetz): Hier wurden bereits verschiedene Quoten für die stoffliche bzw. energetische Verwertung festgelegt (ab 2006 (2015) „Wiederverwendung und stoffliche Verwertung mindestens 80 (85) Gewichtsprozent) und zum Teil sogar rohstoffspezifische Quoten (wie z.B. die Stahlquote für die automatische Anrechnung bei der stofflichen Verwertung). Ohne großen Aufwand könnte hier eine Sonderregelung für nachwachsende Rohstoffe integriert werden, die z.B. vorsieht, dass der NaWaRo-Anteil im Fahrzeug automatisch der stofflichen Verwertungsquote zugerechnet wird, unabhängig vom konkreten Verwertungspfad. Dies würde für die Automobilindustrie den Einsatz von Biowerkstoffen attraktiv machen und ökologisch wäre diese Sonderregelung dadurch gerechtfertigt, dass bei der Verbrennung des NaWaRo-Anteils in Biowerkstoffen nur biogener Kohlenstoff freigesetzt wird, den die Pflanzen zuvor der Atmosphäre entzogen haben. Fazit: Eine solche Regelung könnte einen erheblichen Nachfrageschub für Biowerkstoffe in der Automobilproduktion auslösen, Treibhausgase reduzieren und für den Gesetzgeber kostenneutral sein. Auch die Mehrkosten für Produzenten und Endverbraucher wären marginal, wenn überhaupt vorhanden.
- **Baubereich** (privates Bauen und öffentliches Auftragswesen): Gebote bei Neubau und Sanierung bzgl. Verwendung nachwachsender Rohstoffe (wie in Österreich in der Umsetzung), Gebote zur Nutzung von NaWaRo-Baustoffen bei Neubau- und Sanierung öffentlicher Gebäude (z.B. Mindestanteil), Gebote zur erneuten stofflichen Nutzung von Altmaterialien von Häusern (vor energetischer Nutzung).
- **Biologisch abbaubare Werkstoffe:** Gebot zur Öffnung kommunaler Verwertungssysteme von Bioabfällen („Biotonne“) für zertifiziert kompostierbare (Bio-)Produkte (Aufhebung des bestehenden Verbots). Die meisten Biopolymere bestehen nicht zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen und sind daher laut der aktuellen Bioabfallverordnung von der Sammlung als Bioabfall ausgeschlossen (siehe Kapitel 6.1). Eine Novellierung der BioAbfV ist daher nötig, um diesen Verwertungsweg für Bioprodukte zu öffnen. Die geplante Novellierung (Stand 19.11.2007) sieht vor, Kunststoffe ebenso wie Kunststoffverpackungen als Bioabfall zuzulassen, wenn diese zertifiziert biologisch abbaubar bzw. kompostierbar sind und überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen.
- Ähnliche **branchenspezifische Regelungen** sind vielfach möglich. Stets geht es darum, bestehende Regelwerke so anzupassen, dass Verwertungswege oder Materialquoten vorgeschrieben oder Erleichterungen oder gar Befreiungen von Vorschriften für Biowerkstoffe

vorgesehen werden und dadurch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen unterstützt wird. Mögliche unerwünschte Effekte sollten aber im Vorfeld detailliert untersucht werden.

- Sollten Sonderregelungen für **nachhaltige bzw. umweltfreundliche Produkte** erlassen werden, so ist stets darauf zu achten, dass NaWaRo-Werkstoffe/Produkte mit in die Regelungen aufgenommen und nicht übersehen oder gar ausgeschlossen werden.
- **Öffentlicher Einkauf:** Gebot zur Bevorzugung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen beim Einkauf im öffentlichen Dienst. Der Staat kann durch die Bevorzugung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen beim Einkauf im öffentlichen Dienst eine Vorreiterrolle erfüllen und damit einerseits Anreize schaffen für die Produzenten und andererseits auch Verbraucher informieren. In den USA gibt es bereits seit 2002 eine solche Weisung (siehe Kapitel 6.1.3), die dortigen Erfahrungen mit der Umsetzung der Weisung sollten mit berücksichtigt werden.
- Vorgeschlagen wurden **übergreifende Sonderregelungen für bio-basierte Produkte** auf Basis der Bindung biogenen Kohlenstoffs. Wie viel „grüner Kohlenstoff" in dem Produkt gebunden ist, lässt sich dabei über die C12/C14-Methode zuverlässig und nachvollziehbar bestimmen (siehe Kapitel 6.2). Der Anteil biogenen Kohlenstoffs könnte mit einem Bonus honoriert werden. So könnte beim Abfall- und Altautogesetz der bio-basierte Anteil automatisch der stofflichen Verwertungsquote zugerechnet werden, unabhängig vom konkreten Verwertungspfad. Vorteil einer solchen Sonderregelung: Einfachere Umsetzung als über Ökobilanzen, unmittelbare Vorteile für bio-basierte Werkstoffe bzw. Produkte, verbunden mit dem Anreiz zum verstärkten Einsatz.
- Gebot der **Nachhaltigkeitszertifizierung** bei der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (heimische und Importe) analog zum Bioenergiebereich (siehe Kapitel 6.4).
- Wichtig war der Gruppe auch, **systematische Benachteiligungen** der stofflichen Nutzungen durch Sonderregelungen z.B. für die energetische Nutzung aufzuspüren und Vorschläge zur Überwindung zu machen; gefordert wurde in diesem Kontext, Ungleichheiten zwischen der Förderung von stofflicher und energetischer Nutzung zu überwinden und eine Kohärenz in politischen Entscheidungen und Gestaltungen zu finden.

Explizite Verbote von Nicht-NaWaRo-Produkten wurden im großen Konsens der Gruppe nicht gewünscht. Verbote wurden primär als die uncharmante Variante von Geboten verstanden, die den Fokus im Gegensatz zu Verboten auf die gewünschte Alternative richten. So ist ein Gebot für Bioschmierstoffe in umweltsensiblen Gebieten nichts anderes als ein Verbot von Nicht-Bioschmierstoffen mit gleichzeitiger Benennung der gewünschten Alternative.

Machen Verbote bei z.B. toxischen Substanzen auch ohne die Benennung von Alternativen durchaus Sinn, so wird das Instrument „Verbot" im Kontext der Förderung von nachwachsenden Rohstoffen als wenig sinnvoll betrachtet.

Konkret wurde ein „Verbot der energetischen Nutzung von frischer Biomasse" diskutiert, aber auch hier zeigte sich, dass ein Gebot zum Vorrang der stofflichen Nutzung bzw. der Kaskadennutzung der sinnvollere und akzeptablere Ansatz ist.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (2008)*
In zahlreichen Stellungnahmen findet sich das Gebot zur Gleichstellung oder meist sogar vorrangigen

Behandlung der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung im Sinne einer Kaskadennutzung bzw. Kreislaufwirtschaft. Dies wird an anderer Stelle (Kapitel 6.4) ausführlich diskutiert und soll hier nicht vertieft werden.

Die Verbände fordern keine neuen Sonderregelungen für den stofflichen Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, sondern primär einen Abbau von Sonderregelungen für konkurrierende Branchen, um einen fairen Wettbewerb zu gewährleisten. Hier einige wenige Beispiele:

- Bau- und Dämmstoffe: „Um das Ziel der drastischen Senkung des $CO_2$-Ausstoßes nicht zu unterlaufen, dürfen für energieintensive Hersteller von Baumaterialien keine Ausnahmeregelungen bei der $CO_2$-Besteuerung und bei den Energiekosten keine Sonderkonditionen gewährt werden. So ist z.B. weltweit allein die Zementindustrie für über 5 % der $CO_2$-Emissionen verantwortlich. Um nationale Nachteile der Hersteller zu verhindern, muss mit politischen Mitteln auf europa- und weltweit abgestimmte Regelungen hingewirkt werden.“ (FTP 2008b)
- „Der Wettbewerb um den Rohstoff Holz wird zugunsten der energetischen Verwendung leider politisch immer stärker beeinflusst.“ HDH 2008 nennt als Beispiele das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie die Marktanreizprogramme für Pelletheizungen und resümiert: „Ein fairer Wettbewerb zwischen den durch diese Maßnahmen marktgängigen Energieträgern und dem Rohstoff zur Herstellung von Möbeln und Baustoffen ist derzeit daher nicht gegeben und muss wieder hergestellt werden.“ (HDH 2008)

Der VCI 2008 hält Sonderregelungen für nachwachsende Rohstoffe grundsätzlich für fraglich und möchte diese vielmehr von nachgewiesenen ökologischen Vorteilen abhängig machen:

> „Die Nachhaltigkeit des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe muss jedoch bei jedem Produkt individuell und über den gesamten Lebenszyklus hinweg beurteilt werden.“
>
> Dies vor allem deshalb, weil Produkte auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen laut VCI 2008 nicht a priori besser sind: „Grundsätzlich gilt: Es gibt nicht „gute Chemieprodukte“ auf Basis nachwachsender Rohstoffe und „schlechte Chemieprodukte“ auf Basis fossiler Ressourcen. … Umgekehrt sind nicht alle technisch aus nachwachsenden Rohstoffen herstellbaren Produkte ökologisch vorteilhafter als Produkte auf fossiler Basis. Dies ist darin begründet, dass Chemikaliensicherheit und weitere Produkteigenschaften sowie Qualitäten von der Rohstoffbasis unabhängig sind. Beide Rohstoffarten sind also gleichberechtigt zu behandeln. Und es lassen sich sogar neue Synergiepotentiale durch die Nutzung von Kombinationen aus nachwachsenden und fossilen Komponenten erzeugen.“ (VCI 2008)

Der Fachverband Stärke 2008a unterstützt auch generell Gebote zum verstärkten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen: „Schaffung von Anreizen für die Nutzung von Produkten aus der stärke-basierten stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen: … Verpflichtende Verwendung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.“

Für ein sektorales Gebot (oder eine ähnliche Regelung) für den Einsatz von Bioschmierstoffen in umweltsensiblen Gebieten macht sich auch der VCI 2008 stark: „Eine Rahmensetzung zum Einsatz abbaubarer Schmierstoffe in umweltsensiblen Bereichen erscheint erforderlich, um den Argumentationswiderspruch der bisherigen Praxis aufzulösen.“

Weitere Sonderregelungen, die gefordert oder bemängelt werden, beziehen sich auf potenzielle Instrumente, die in anderen Kapiteln diskutiert werden, so z.B. in Bezug auf Steuern (siehe folgende Kapitel).

Zum öffentlichen Einkauf/Auftragswesen gibt es einige Passagen in den Stellungnahmen:

- Öffentliches Auftragswesen: „Die Gleichrangigkeit der Zertifizierungssysteme PEFC und FSC sollte beibehalten werden und auch von allen Bundeseinrichtungen (BMU, BfN etc.) umgesetzt werden." (DFWR 2008). Ähnlich äußern sich weitere Verbände wie z.B. VDP 2008b.
- „Schaffung von Anreizen für die Nutzung von Produkten aus der stärke-basierten stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen: … Einkaufspolitik der öffentlichen Hand zugunsten von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen." (Fachverband Stärke 2008a)
- „In öffentlichen Ausschreibungen sollte der Einsatz von Materialien auf biogener Basis deutschlandweit (und in einem zweiten Schritt europaweit) explizit gefordert werden, wo dies sinnvoll ist." (FTP 2008b)
- Der VCI 2008 hält Gebote für den öffentlichen Einkauf für möglich, fordert dabei aber eine „äußerste Vorsicht": „Das Instrument der Förderung über eine verstärkte Beschaffung von Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe im Bereich des öffentlichen Auftragswesens sollte mit äußerster Vorsicht und unter Einhaltung enger Grenzen angewendet werden. Einen „Freibrief" für alle Produkte, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, darf es nicht geben." Weiter heißt es beim VCI 2008 zum selben Thema: „Kann bei unter der gebotenen Vorsicht betriebener systematischer Vorgehensweise eine Initialzündung haben, um im großen Stil die Alltagstauglichkeit unter Beweis stellen und in gewissem Umfang – speziell wenn es auf europäischer Ebene erfolgt – Skaleneffekte auf der Rohstoffseite entfalten."

**Fazit**

Neben dem übergreifenden Gebot der Gleichbehandlung (oder sogar der vorrangigen Behandlung) der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung, werden von der Mehrheit der Akteure einzelne sektorale Gebote in Bereichen wie Öffentlichem Auftragswesen, Einsatz von Bioschmierstoffen in umweltsensiblen Gebieten, Bau-/Wohnbereich und Abfallwesen für sinnvoll erachtet, um den verstärkten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im stofflichen Bereich zu unterstützen sowie die stoffliche Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung zu fördern.

Eine besondere Situation stellen auch bestehende oder zukünftige Regularien dar, die bereits eine Vielzahl an Sonderregelungen in Bezug auf Roh- und Werkstoffe, Verwertungswege oder Ökologie enthalten, bei denen aber eine Einbeziehung nachwachsender Rohstoffe fehlt oder diese sogar benachteiligt. Hier sollte entsprechend nachgebessert werden (z.B. EU-Altauto-Richtlinie).

Sektoralen bzw. produktspezifischen Geboten und Sonderregelungen werden aber grundsätzlich eine nur mittlere Priorität eingeräumt – vor allem wegen der Gefahr unerwünschter Nebeneffekte.

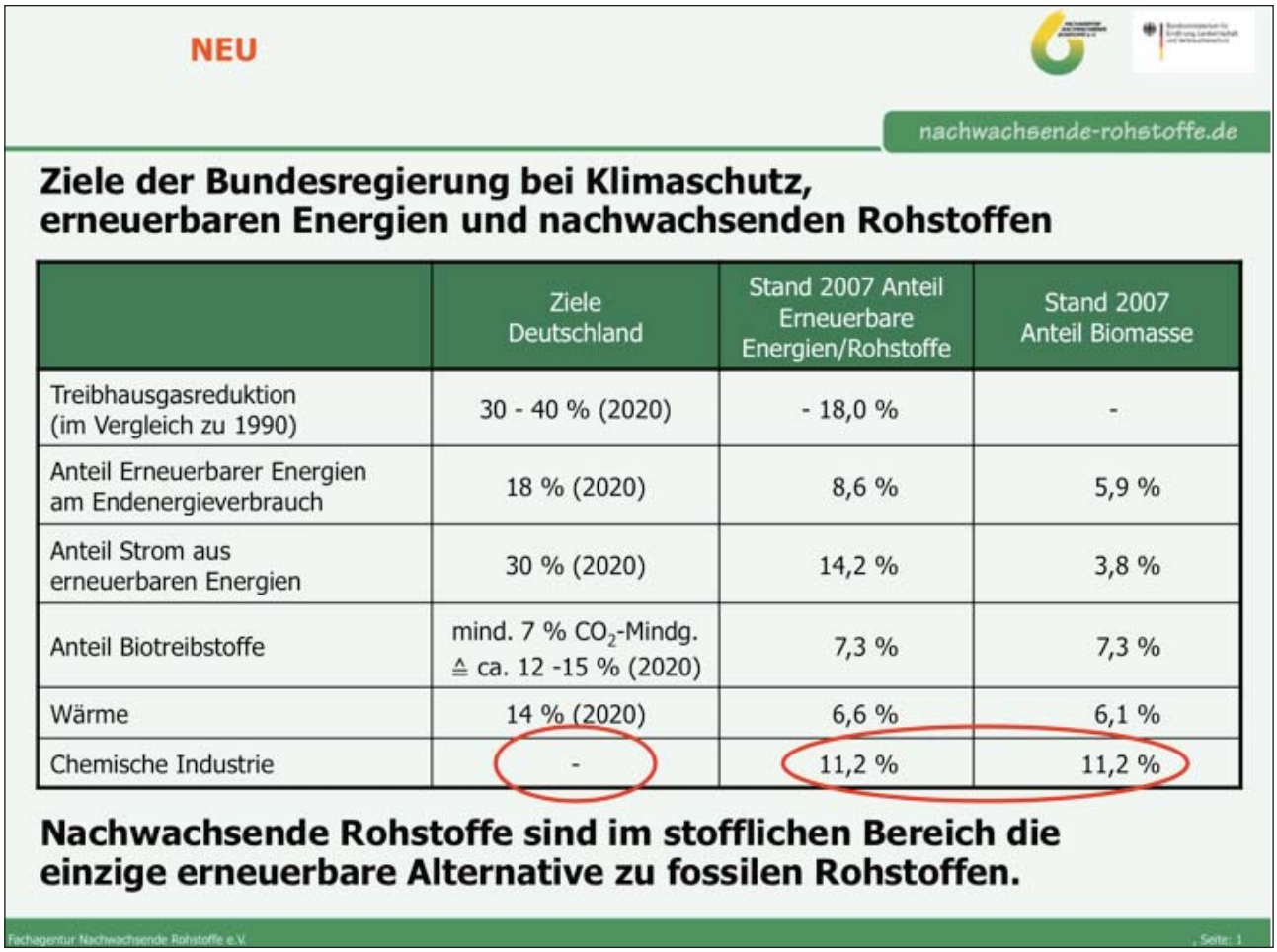
Wichtiger ist den Experten und Verbänden, Sonderregelungen in konkurrierenden Branchen, welche die stoffliche Nutzung erschweren, ausfindig zu machen und zu überwinden. Hierzu wurden konkrete Beispiele benannt.

Schließlich wurden übergreifende Sonderregelungen für bio-basierte Produkte auf Basis der Bindung biogenen Kohlenstoffs vorgeschlagen. Der Anteil biogenen Kohlenstoffs im Werkstoff oder Produkt

könnte grundsätzlich honoriert werden. So könnte beim Abfall- und Altautogesetz der bio-basierte Anteil automatisch der stofflichen Verwertungsquote zugerechnet werden, unabhängig vom konkreten Verwertungspfad. Vorteil einer solchen Sonderregelung: Einfachere Umsetzung als über Ökobilanzen, unmittelbare Vorteile bio-basierter Werkstoffe bzw. Produkte, verbunden mit dem Anreiz zum verstärkten Einsatz.

In anderen Ländern wird Geboten und Verboten eine vergleichsweise größere Bedeutung gegeben, insbesondere im Verpackungsbereich und öffentlichen Auftragswesen.

### 6.3.1.2 Zielvorgaben/Quoten




| | Ziele Deutschland | Stand 2007 Anteil Erneuerbare Energien/Rohstoffe | Stand 2007 Anteil Biomasse |
|---|---|---|---|
| Treibhausgasreduktion (im Vergleich zu 1990) | 30 - 40 % (2020) | - 18,0 % | - |
| Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch | 18 % (2020) | 8,6 % | 5,9 % |
| Anteil Strom aus erneuerbaren Energien | 30 % (2020) | 14,2 % | 3,8 % |
| Anteil Biotreibstoffe | mind. 7 % $CO_2$-Mindg. ≙ ca. 12 -15 % (2020) | 7,3 % | 7,3 % |
| Wärme | 14 % (2020) | 6,6 % | 6,1 % |
| Chemische Industrie | - | 11,2 % | 11,2 % |

*Abbildung 95: Umsetzung in Deutschland und der EU*

Während bei Erneuerbaren Energien (z.B. Anteil Strom aus Erneuerbaren Energie: EU bis 2020: 20 %, Deutschland bis 2020: 30 %) und speziell der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der EU und in den Nationalstaaten eine Reihe von Zielvorgaben in Form von Quoten existieren (vgl. z.B. Biokraftstoffquotengesetz, Kapitel 6.1.1), ist eine entsprechende Festsetzung im Bereich der stofflichen Nutzung bislang nicht erfolgt.

Ausnahme ist die „Charta für Holz“, die das Ziel verfolgt, den Holzverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2014 gegenüber dem des Jahres 2004 um 20 % zu erhöhen. Dieses Ziel wurde im Jahr 2009 be-

reits etwa zur Hälfte erreicht, allerdings primär durch die energetische Nutzung von Holz, gefördert durch das EEG (siehe Kapitel 6.1.1) (deshalb gibt es auch den Vorschlag, die Zielvorgabe jeweils energetisch und stofflich zu erfüllen (VHI 2009).

Des Weiteren gab es im Parteiprogramm von Bündnis 90/Die Grünen u.a. auch eine 25 %-Zielquote auch für den stofflichen Sektor: „Bündnis 90/Die Grünen" setzen sich für das Ziel 4 x 25 % bis 2020 ein: Wir wollen 25 % der stofflichen Nutzung auf Basis nachwachsender Rohstoffe … (z.B. für die chemische Industrie oder als Baumaterial) …" (Bündnis 90/Die Grünen 2004).

Neben dem Energiebereich sind Quoten auch im Abfall- und Recyclingbereich, aber auch im Kontext der EU-Altauto-Richtlinie, als Instrumente etabliert, die ganz erhebliche Steuerungseffekte in Bezug auf technische Entwicklungen und Investitionen gezeigt haben (Verpackungsverordnung von 2001: 30 % aller Verpackungsabfälle müssen stofflich verwertet werden; dies hat einen ganz erheblichen technischen Innovations- und Investitionsschub in Bezug auf Sortier- und Recyclinganlagen ausgelöst. (Michels 2009). Ob die Wirkungen jeweils als Erfolg angesehen werden kann, hängt vom konkreten Fall und von der jeweiligen Bewertung der Nebeneffekte ab.

Grundsätzlich wäre auch eine Zielvorgabe in Form einer Quote für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in bestimmten Branchen, Sektoren oder Anwendungen denkbar, die beispielsweise in x % einen Marktanteil festlegt, den Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen bis zu einer bestimmten Frist erreicht haben müssen. Bei der kaum überschaubaren Vielzahl an Einsatzgebieten nachwachsender Rohstoffe im stofflichen Bereich und teilweise bereits sehr hohen Marktanteilen bei bestimmten Anwendungen, würde eine globale Quote keinen gewünschten Effekt haben und wäre auch kaum zu handhaben. Gleichzeitig wären aber auch eine Vielzahl an sektoralen Quoten sehr kompliziert und in der Praxis kaum anwendbar – von unerwünschten Nebeneffekten ganz abgesehen.

*Umsetzungen in anderen Ländern*
Quoten bzw. Mindestanteile werden in anderen Ländern auch zur Förderung nachwachsender Rohstoffe eingesetzt (vgl. Kapitel 6.1), so z.B. in Frankreich (Mindestanteil der Holzverwendung im Neubau), den USA (Mindestanteile an biogenen Rohstoffen zur Zertifizierung (U.S.D.A. Certified Biobased Products), um ins Public-Procurement-Programm aufgenommen zu werden) oder Japan (2020: 20 % aller Kunststoffe müssen bio-basiert sein).

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshop 2008)*
Konkrete Zielvorgaben im Sinne von Quoten wurden im Expertenworkshop mehrheitlich abgelehnt. Die Mehrheit sieht auch weniger konkrete Zielvorgaben als problematisch an, eine Minderheit hält Zielvorgaben in Bezug auf Wachstum (in %) oder spezielle Ziele für durchaus bedenkenswert. (Workshop 2008)

Das Instrument „Zielvorgabe in Form einer Quote" wurde im Expertenworkshop besonders heftig diskutiert – vor allem die Vertreter der chemischen Industrie (VCI, ERRMA und BASF) sprachen sich vehement gegen jegliche Form von Quoten aus: Für die chemische Industrie sei der freie Zugang zu einheimischen und importierten Rohstoffen existenziell für ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit. Jegliche Quote würde daher potenziell die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschlands gefährden.

Die Erfahrungen mit Zielvorgaben in Form von Quoten im Bioenergie- und insb. Biokraftstoffbereich wurden aufgrund unerwünschter Nebeneffekte und geringer Verlässlichkeit der Politik in Bezug auf die Beibehaltung von Quoten als primär negativ angesehen, eine Einschätzung, die Vertreter der energetischen Nutzung in dieser Form nur teilweise teilen dürften.

Vertreter anderer Branchen diskutierten dagegen Zielvorgaben als durchaus geeignete Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung.

- Vorschlag einer stofflichen Charta für Holz: Z.B. innerhalb von zehn Jahren 20 % mehr stoffliche Holznutzung. Zielvorgabe könnte auch die Erhöhung des stofflichen Anteils bei der Holznutzung sein.
- Zielvorgabe eines stärkeren Beitrags zur $CO_2$-Minderung durch die stoffliche Nutzung, insbesonders auch in Bezug auf die vermehrte Speicherung von $CO_2$ durch die stoffliche Nutzung; Zielvorgabe für Investments in die stoffliche Nutzung zur stärkeren $CO_2$-Speicherung.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Auch in den Stellungnahmen wird die Kontroverse um das Instrument „Quote", „Mindestanteil" bzw. „quantitative oder qualitative Vorgaben" deutlich. Während VCI, DFWR und AGDW Quoten bzw. quantitative oder qualitative Vorgaben generell ablehnen, schlagen DNV und Fachverband Stärke konkret Quoten bzw. Mindestanteile für die stoffliche Nutzung vor:

*Gegen Quoten*

- „Die chemische Industrie lehnt eine Quotierung bei der Nutzung ihrer Rohstoffe grundsätzlich ab. Gesetzliche Verwendungsquoten, Subventionen und steuerliche Fördermaßnahmen verzerren den internationalen Wettbewerb und belasten Wachstum und industrielle Arbeitsplätze in Deutschland. Denn die chemische Industrie kann zusätzliche Kosten, die durch derartige Vorgaben entstehen würden, nicht am Markt weitergeben (im Gegensatz zu den Energieversorgern und dem Kraftstoffbereich)." (VCI 2008)
- Keine quantitativen oder qualitativen Vorgaben: „Ein wichtiger Grundsatz bei der nachhaltigen und ressourcenschonenden Bewirtschaftung der Wälder ist jedoch, dass auch zukünftig keine quantitativen oder qualitativen Vorgaben für eine spezielle Nutzung und Vermarktung des Rohstoffes Holz vorgegeben werden dürfen. Die Eigentums- und Interessenrechte aller Waldeigentümer sind sicherzustellen und zu berücksichtigen." (DFWR 2008)

*Für Quoten*

- Quote für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen: „Analog zur Biokraftstoffquote kann der verpflichtende Einsatz eines festgelegten Anteils nachwachsender Rohstoffe in geeigneten Produktgruppen der Branche verlässliche Märkte erschließen. So ist es durchaus sinnvoll, die Verwendung eines festgelegten Anteils von nachwachsenden Rohstoffen im Baubereich vorzuschreiben." (DNV 2008)
- „Schaffung von Anreizen für die Nutzung von Produkten aus der stärke-basierten stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen: … „Mindestanteile von nachwachsenden Rohstoffen in bestimmten Produkten (vergleichbar den Mindestanteilen im Kraftstoffbereich)." (Fachverband Stärke 2008a)

*Zielvorgaben (ohne konkrete Quote)*
Fast alle Verbände aus dem Holzbereich sehen als Zielvorgabe eine vermehrte stoffliche Nutzung von Holz absolut und relativ zur energetischen Nutzung.

**Fazit**
Konkrete Zielvorgaben und Quoten sind ein sehr mächtiges Instrument, das stark in die Wettbewerbsfähigkeit, Technologieentwicklung und auch ins Investitionswesen eingreift. Von wenigen Ver-

bänden abgesehen, werden Quoten als nachrangiges Mittel zur Förderung der stofflichen Nutzung angesehen, einige Verbände lehnen Quoten oder entsprechende Vorgaben sogar grundsätzlich ab. In jedem Fall wären Quoten bei der Vielfältigkeit und Inhomogenität der stofflichen Branchen ein nur schwer zu handhabendes Instrument mit zudem kaum kalkulierbaren Nebeneffekten.

Zielvorgaben im Sinne einer vermehrten stofflichen Nutzung oder eines stärkeren Beitrags der stofflichen Nutzung zur $CO_2$-Minderung halten verschiedene Verbände und Experten aber für durchaus sinnvoll.

#### 6.3.1.3 $CO_2$-Handel

In mehreren Projekt-Workshops wurde noch einmal auf die Bedeutung des $CO_2$-Handels hingewiesen, da er eine hohe politische und wirtschaftliche Akzeptanz habe, sich gut in die Marktwirtschaft einbette und eine globale Wirkung zeige. Die Einbeziehung der stofflichen Nutzung, ihrer Werkstoffe und Produkte, wäre eines der „grundlegendsten und fairsten“ Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung. Hierbei geht es vor allem auch um die Einbeziehung der $CO_2$-Speichereffekte der stofflichen Nutzung, die bislang generell vernachlässigt werde.

Die vorliegende Studie widmet sich dieser Thematik in mehreren Kapiteln:

- Einen Überblick zum Thema $CO_2$ und stoffliche Nutzung geben Kapitel 4.1.
- Die Kapitel 4.2.1 und 4.2.2 zeigen die Ergebnisse unserer Metaanalyse zu Ökobilanzen der stofflichen und energetischen Nutzung.
- Grundsätzliche methodische Probleme, die $CO_2$-Speicherung der stofflichen Nutzung in Ökobilanzen adäquat zu berücksichtigen, werden in Kapitel 4.2.3 diskutiert.
- Konkrete Möglichkeiten der Einbeziehung der stofflichen Nutzung in den $CO_2$-Handel werden in Kapitel 6.3.8.1 diskutiert.
- Möglichkeiten zur Anrechnung von $CO_2$-Minderungseffekten auf nationaler bzw. staatlicher Ebene werden in Kapitel 6.3.8.2 diskutiert.

### 6.3.2 Steuerpolitische Instrumente

*Umsetzung in Deutschland*
In Deutschland werden steuerpolitische Instrumente vor allem im Bioenergiebereich eingesetzt, um z.B. Holz und Pellets (reduzierter Mehrwertsteuersatz von 7 % für Holz und Pellets zur Verbrennung) sowie Biokraftstoffe (Steuerbefreiungen bzw. -reduzierungen im Energiesteuergesetz) attraktiv zu machen (siehe Kapitel 6.1). Für die stoffliche Nutzung werden steuerpolitische Instrumente bislang nicht eingesetzt, obwohl dies grundsätzlich an zahlreichen Stellen möglich wäre.

*Umsetzungen in anderen Ländern*
In vielen Ländern werden dagegen bereits steuerpolitische Instrumente genutzt oder konkret geplant, um die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe direkt oder indirekt zu fördern: Unterschiedliche Verpackungssteuer je nach Material (Niederlande), Steuer auf Wegwerfprodukte (Belgien, Frankreich), Steuer auf Kunststofftragetaschen u.ä. (mit oder ohne Unterscheidung zwischen biologisch abbaubaren – u.a. in Irland, Kanada, Malta, Rumänien, einigen afrikanischen Ländern und Taiwan), Steuer auf Plastikwasserflaschen (Italien). In Frankreich und Großbritannien wird ein „Steuerrabatt für

klimaschonende Güter“ (z.B. über eine reduzierte Mehrwertsteuer) diskutiert. (Näheres hierzu siehe Kapitel 6.1)

Scharathow 2009 sprach bzgl. der Verpackungssteuer in den Niederlanden von einem guten Ansatz, der aber aufgrund der geringen Höhe der Steuer vermutlich keine große Lenkungswirkung entfalten werde.

*Reduzierte Mehrwertsteuer für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen?*
Die EU-Kommission hält ermäßigte Mehrwertsteuer-Sätze für umweltfreundliche Waren und Dienstleistungen für ein vielversprechendes und erlaubtes Mittel, wenn Mitgliedsstaaten solche Waren und Dienstleistungen fördern möchten. Frankreich und Großbritannien gaben bereits bekannt, dieses Instrument zukünftig nutzen zu wollen. Laut Premierminister Brown (Großbritannien) könnten Produkte wie Dämmmaterialien von einem verminderten Mehrwertsteuersatz von 5 % profitieren (Holz-Zentralblatt, Nr. 17 v. 25.04.2008). Hieraus könnten auch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen unmittelbar Gewinn ziehen.

Die EU-Finanzminister haben Anfang März 2009 den Weg frei gemacht für dauerhaft ermäßigte Steuersätze auf Bauleistungen. Für bestimmte arbeitsintensive Dienstleistungen z.B. im Bereich Renovierung und Reparatur kann die Mehrwertsteuer auf bis zu 5 % gesenkt werden. Während Finanzminister Steinbrück vor einer unklaren Steuerungswirkung und reduzierten Einnahmen des Staates warnt, haben andere EU-Länder hiermit bereits positive Erfahrungen gemacht, insbesondere am Arbeitsmarkt. (Holz-Zentralblatt, Nr. 12 v. 20.03.2009)

Im Rahmen der Diskussion der EU-Kommission, den Mehrwertsteuersatz für einzelne Dienstleistungsbranchen abzusenken, forderte die agrarpolitische Sprecherin der Bundestagsfraktion von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, eine derartige Steuerbegünstigung nicht für einzelne Branchen oder Produkte zu vergeben. Stattdessen verlangte sie, Nachhaltigkeitskriterien anzuwenden. Insbesondere sei davon auszugehen, dass Mehrwertsteuerabsenkungen für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen „einen erheblichen Anreiz für mehr Umwelt- und Klimaschutz schaffen“ (Behm 2008b). Auch die Arbeitsgruppe Nachwachsende Rohstoffe (RRM) hat als Teil ihrer Arbeit für das europäische Klimaprogramm eine Reduzierung der Mehrwertsteuer um 4 % gefordert (ECCP 2001).

*Deponiesteuer*
Die Erhebung einer Deponiesteuer wäre ein weiteres Instrument, welches die Herstellung von Produkten, die weder recycelbar noch biologisch abbaubar sind, bestraft, da diese Produkte am Ende ihres Lebens auf einer Deponie oder in einer Müllverbrennungsanlage entsorgt werden müssen. Im Gegenzug würden Produkte bevorzugt, die das Aufkommen für Deponie oder Verbrennungsanlage verringern. Dadurch könnte eine Vielzahl von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen gefördert werden, da diese oft auch biologisch abbaubar oder recycelbar sind.

*Aus der aktuellen Fachdiskussion*
In einem Antrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 03.12.2008 mit dem Titel „Klima- und umweltschädliche Subventionen abbauen“ heißt es zum Thema stoffliche Nutzung:

> „Die Steuerbefreiung für die stoffliche Nutzung von Erdöl verursacht nicht nur Kosten von weiteren 1,7 Mrd. Euro im Jahr, sondern verhindert auch die notwendige Umstellung in der chemischen Industrie von der Nutzung fossiler auf nachwachsende Rohstoffe.“
>
> Entsprechend wird gefordert, dass „die stoffliche Nutzung von Erdöl besteuert“ wird. (Künast et al. 2008)

Das Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) hat im Jahr 2001 eine umfangreiche Untersuchung mit dem Titel „Verstärkter Einsatz von Schmier-, Verfahrens- und Treibstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in umweltsensiblen Bereichen – Möglichkeiten zur Veränderung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen“ durchgeführt, die allerdings erst im Jahr 2005 veröffentlicht wurde (Marscheider-Weidemann et al. 2005). In dieser Studie haben die Autoren das Ertragsteuerrecht als eine interessante Möglichkeit ausgemacht, den Einsatz von Bio-Hydraulikflüssigkeiten zu fördern:

> „Zum Ertragsteuerrecht: Eine Förderung von Hydraulik- und Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen kann durch flexible Abschreibungsmöglichkeiten im Rahmen des Ertragsteuerrechts erfolgen. Ein Vorbild stellt insofern die niederländische VAMIL-Regelung dar, die dem Steuerpflichtigen die Möglichkeit einräumt, die Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten für besonders umweltfreundliche Wirtschaftsgüter früher und wesentlich flexibler von der Steuer abzusetzen, als dies bei einer linearen Absetzung zulässig wäre. Eine Übertragung der VAMIL-Regelung in das deutsche Ertragsteuerrecht könnte – insbesondere über die Vermittlung von Zins- und Liquiditätsvorteilen – den Einsatz von Hydraulik- und Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen nachhaltig fördern und wäre zudem mit dem Verfassungs- wie auch dem Europarecht zu vereinbaren. Im Einzelnen gilt:
>
> (a) Anknüpfungspunkt für die Gewährung der freien Abschreibungsmöglichkeit muss die Anschaffung bzw. Herstellung eines (hochwertigen) Wirtschaftsgutes sein, welches mit Bio-Hydraulikflüssigkeiten und/oder Biodiesel betrieben wird (…).
>
> (b) Um dem Steuerpflichtigen eine möglichst flexible Abschreibung zu eröffnen, sollte ihm gestattet werden, die Anschaffungs-/Herstellungskosten für das begünstigte Wirtschaftsgut innerhalb der voraussichtlichen Nutzungsdauer frei abzusetzen; es sollte daher dem Steuerpflichtigen überlassen bleiben, wie er den Absetzungsbetrag auf die Nutzungsdauer verteilt (…).“ (Marscheider-Weidemann et al. 2005)

EPEA 2009 schlägt in seinen „Politischen Handlungsempfehlungen zur Implementierung einer Kaskadennutzung von Holz“ konkrete steuerliche Änderungen vor:

> „Paragraph 12 Abs. 2 Nr. 1 UStG in Verbindung mit Anlage 2 Nr. 48: Kein ermäßigter Umsatzsteuersatz von 7 % oder nur Gewährung eines ermäßigten Umsatzsteuersatzes für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.
>
> Ökosteuer (Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform …): Keine Befreiung von Holz von der Ökosteuer oder Befreiung hiervon nur für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.“

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*
Auf dem Expertenworkshop wurden verschiedene Ansätze diskutiert, über unterschiedliche Besteuerungen Steuerungseffekte zu erzielen:

- Reduzierte Mehrwertsteuer für umweltfreundliche Produkte: Wenn es zu irgendeiner Steuer-Reduzierung für umweltfreundliche Produkte kommen sollte, ist unbedingt darauf zu achten, dass NaWaRo-Produkte nicht vergessen werden. So könnten z.B. Biowerkstoffe mit einem NaWaRo-Anteil von über 20 % in den Genuss einer reduzierten Mehrwertsteuer kommen.
- Mehrfach wurde gefordert, einseitige Steuervorteile für die energetische NaWaRo-Nutzung zu beenden (z.B. den reduzierten Mehrwertsteuersatz von 7 % für Holz und Pellets zur Verbrennung), da hierdurch unerwünschte Steuerungswirkungen erzielt werden, Holz energe-

tisch statt stofflich zu nutzen. Steuervorteile sollten insbesondere für eine Kaskadennutzung gelten.

- Ökosteuer: Beim Verbrennen von Holz fällt keine Ökosteuer an – auch diese Ungleichbehandlung sollte beendet werden.
- Vorgeschlagen wurde eine Staffelung der Mehrwertsteuer und anderer Steuern nach Höhe der $CO_2$-Einsparungen, wie bei der Verpackungsteuer in den Niederlanden. Hierbei könnte eine Kaskadennutzung eine besondere Berücksichtigung erfahren. Möglich wäre auch eine reduzierte Mehrwertsteuer auf Basis des biogenen Anteils im Werkstoff bzw. Produkt (vgl. Diskussion in Kapitel 6.3.1.1).
- Kritisch angemerkt wurde, dass eine Koppelung von Steuern an bestimmte Kriterien schwierig sei, außerdem müsse die Steuer direkt wirken, da es sonst kaum Steuerungseffekte gäbe.
- Baubereich: Das private Absetzen von Handwerker-Rechnungen sollte erweitert werden, wenn hierbei NaWaRo-basierte Baustoffe eingesetzt werden.
- Zum Schluss noch eine „charmante Idee“ von Bernd Frank (Badische Naturfaseraufbereitung): Höhere Besteuerung von Fleisch – und mit dem freien Geld eine steuerliche Entlastung der stofflichen Nutzung; hiermit könnten kostenneutral und unmittelbar sowohl Steuerungseffekte in Richtung effizientere Land- und Ressourcennutzung als auch Gesundheitsvorsorge erzielt werden.

*Diskussionen zum Thema Zölle*

Zölle sind Steuern im Sinne der Abgabenordnung und ein Instrument der Außenhandelspolitik. Der Abbau von EU-Zollbarrieren für nachwachsende Rohstoffe – in Verbindung mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung – wurde von den Experten und Verbänden als wünschenswertes Ziel genannt. Dabei könnte es, wie heute schon bei Pflanzenölen umgesetzt, eine Differenzierung nach Einsatzzweck bzw. den Sektoren Food, Feed (mit Zollbarrieren) und chemisch-technisch (ohne Zollbarrieren) geben.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (2008)*

Auch in den Stellungnahmen der Verbände finden sich zahlreiche Passagen zur Förderung der stofflichen Nutzung durch die Steuerpolitik, insbesonders auch in Bezug auf das Beenden von Steuervorteilen für konkurrierende Produkte und Anwendungen. Hier die wichtigsten Vorschläge:

- „Schaffung von wesentlichen steuerlichen Erleichterungen (auch für Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse), die geeignet sind, die Holzmobilisierung zu forcieren.“ (AGDW 2008)
- Verbesserung der Eigenkapitalversorgung (von Biotech-Unternehmen) durch „uneingeschränkte Nutzung von Verlusten“, Verzicht auf die „Abgeltungssteuer bei Kursgewinnen“, „Freistellung von Veräußerungsgewinnen“ und „steuerliche Förderung von privater Forschung und Entwicklung“. (BIO Deutschland 2008)
- „ … muss eine Förderung von Naturfasern noch vor ihrer Weiterverarbeitung direkt bei der Produktion greifen, da sich der Umfang ihres Einsatzes nur hier auf eine nachvollziehbare Weise quantifizieren lässt. In der praktischen Umsetzung bietet sich eine auf das Produktionsvolumen bezogene Beihilfe oder Steuergutschrift an, die an den Faseraufschlussbetrieb fließt.“ (DNV 2008)
- „Zugang zu Stärke-Rohstoffen zu wettbewerbsfähigen Preisen (Verbesserung des Instruments

der Produktionserstattung und des Außenschutzes).“ „Fiskalische Maßnahmen (reduzierte bzw. erhöhte MWSt.).“ (Fachverband Stärke 2008a)

- „Um das Ziel der drastischen Senkung des $CO_2$-Ausstoßes nicht zu unterlaufen, dürfen für energieintensive Hersteller von Baumaterialien keine Ausnahmeregelungen bei der $CO_2$-Besteuerung und bei den Energiekosten keine Sonderkonditionen gewährt werden. So ist z.B. weltweit allein die Zementindustrie für über 5 % der $CO_2$-Emissionen verantwortlich. Um nationale Nachteile der Hersteller zu verhindern, muss mit politischen Mitteln auf europa- und weltweit abgestimmte Regelungen hingewirkt werden.“ (FTP 2008b). Anmerkung: So hat auch die Mineralfaser-Industrie Sonderkonditionen bei der $CO_2$-Besteuerung, wodurch Mineralfaserdämmstoffe kostengünstiger werden.
- „Die Nutzung von kohlenstoffbindenden Materialien sollte einen Bonus (z.B. über eine geringere MWSt. und bei der $CO_2$-Besteuerung) erhalten.“ (FTP 2008b)
- Es „ist festzuhalten, dass die biogenen Kraftstoffe, insbesondere Biodiesel, eine Konkurrenz zur stofflichen Nutzung der natürlichen Ressourcen darstellen. Da die energetische Nutzung durch steuerliche Vergünstigungen und Beimischungsquoten direkt oder indirekt subventioniert wird, ergibt sich für die stoffliche Nutzung ein grundsätzlicher Kostennachteil.“ (VCI 2008)
- VHI 2008b weist auf die Fehlsteuerungen durch eine reduzierte Mehrwertsteuer auf Feuerholz und Brenn-Pellets hin: „Besides the negative effect of the VAT reduced rate on our industry, we will show that for other reasons no VAT reduced rate should be applicable on the supply of firewood in general and wooden pellets in particular.”

Gegen den Einsatz der Steuerpolitik spricht sich explizit der VCI 2008 aus:

- „Die chemische Industrie lehnt eine Quotierung bei der Nutzung ihrer Rohstoffe grundsätzlich ab. Gesetzliche Verwendungsquoten, Subventionen und steuerliche Fördermaßnahmen verzerren den internationalen Wettbewerb und belasten Wachstum und industrielle Arbeitsplätze in Deutschland. Denn die chemische Industrie kann zusätzliche Kosten, die durch derartige Vorgaben entstehen würden, nicht am Markt weitergeben (im Gegensatz zu den Energieversorgern und dem Kraftstoffbereich).“ (VCI 2008)
- „Bei Markteinführungsprogrammen und Besteuerungen beschränkt sich der Staat nicht auf die Setzung allgemeiner Spielregeln, sondern er greift gezielt und lenkend in den Markt ein. Er fördert dadurch selektiv einzelne Produkte und Unternehmen und belastet im Gegenzug andere. Zudem erfordern solche Eingriffe ein Wissen über die Zukunft, das in der Regel nicht vorhanden ist. Die Gefahr von Fehlentwicklungen ist groß.“ (VCI 2008)
- „Grundsätzlich abzulehnen ist das Instrument der unterschiedlichen Besteuerung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen.“ (VCI 2008)

Neben Fehlsteuerungen durch die Steuerpolitik weist VCI 2008 auf unerwünschte Effekte zum Nachteil für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe durch Einfuhrzölle hin:

- „Derzeit wird durch die gemeinsame Agrarpolitik der EU der Import landwirtschaftlicher Rohstoffe und Zwischenprodukte wie Zucker und Bioethanol durch hohe Zölle und Quoten erschwert, während der Import chemischer Produkte durch niedrige Zölle begünstigt wird.

Dies benachteiligt die chemische Industrie Europas im internationalen Wettbewerb. Handelshemmnisse für nachwachsende Rohstoffe, die in die industrielle Produktion gehen, müssen beseitigt werden.“ Es darf „keinen Protektionismus am Rohstoffmarkt geben“. (VCI 2008)

- „Es macht beispielsweise keinen Sinn, die Markteinführung von nachwachsenden Rohstoffen zu fördern und gleichzeitig die Importe von diesen Rohstoffen mit hohen Zöllen zu versehen.“ (VCI 2008)

*Weitere Stellungnahmen*

BDI 2008 stellt in seinem Papier „Für eine strategische und ganzheitliche Rohstoffpolitik – BDI-Kernforderungen zur Rohstoffpolitik“ Folgendes zum Thema Einfuhrzölle fest:

> „Deutsche und europäische Unternehmen, die nachwachsende Rohstoffe zur industriellen Produktion einsetzen, werden durch die Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP) gegenüber ihren internationalen Wettbewerbern benachteiligt soweit in deren Wirtschaftsräumen keine vergleichbaren Instrumente bestehen. So ist in der EU durch die GAP die Einfuhr zahlreicher Rohstoffe mit hohen Zöllen belegt. Die Einfuhrzölle bewirken Marktverzerrungen, die der Wettbewerbsfähigkeit der nachwachsenden Rohstoffe einsetzenden Industrie in Europa schaden. Rohstoffe, die zur industriellen Weiterverarbeitung bezogen werden, müssen auch wie Industrieprodukte behandelt werden. Der durchschnittliche Einfuhrzoll für Industrieprodukte liegt in der EU bei etwa vier Prozent. Im Grundsatz muss ein solcher Zoll auch bei der Verwendung von Agrarrohstoffen in der Industrieproduktion gelten. Bundesregierung und Europäische Kommission sollten sich für eine Differenzierung der Einfuhrzölle nach Verwendung stark machen, wie sie in anderen Ländern bereits praktiziert wird, und bei den anderen Mitgliedstaaten für eine entsprechende Reform der GAP werben.“

**Fazit**

Die Steuerpolitik wird von Experten und Verbänden als ein sehr wichtiges Instrument angesehen, den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in der stofflichen Nutzung positiv zu beeinflussen. Dabei geht es zum einen um den Abbau von Steuervorteilen für konkurrierende Nutzungen und Produkte und zum anderen um Steuervorteile für NaWa-Rohstoffe (für die stoffliche Nutzung), Biowerkstoffe und entsprechende Produkte.

Vorgeschlagen wurde u.a. eine Staffelung der Mehrwertsteuer und anderer Steuern (z.B. Verpackungsteuer) nach Höhe der $CO_2$-Einsparungen. Hierbei sollte auch die Kaskadennutzung eine besondere Berücksichtigung erfahren. Möglich wäre auch eine reduzierte Mehrwertsteuer auf Basis des biogenen Anteils im Werkstoff bzw. Produkt.

Die wichtigste und übergreifendste Steuerungswirkung wurde in der Gestaltung der Mehrwertsteuer gesehen, eine Reihe anderer Steuern könnte aber ebenso genutzt werden, wie auch ein Blick ins Ausland zeigt.

Der Abbau von EU-Zollbarrieren für nachwachsende Rohstoffe in Verbindung mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung wurde von den Experten und Verbänden einhellig als wünschenswertes Ziel genannt.

Eine weitere Option der Steuerpolitik, der Ausbau von Lenkungssteuern auf fossile Kohlenstoffträger, entwickelte sich erst in der Endphase der Studie und wurde dann zu einem der empfohlenen Hauptinstrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung (siehe Kapitel 0.2).

Das Kapitel 6.3.8.3 setzt sich detailliert mit diesem Ansatz sowie auch den zuvor diskutierten Vorschlägen auseinander.

### 6.3.3 Direkte finanzielle Unterstützung

*Umsetzung in Deutschland*
In Deutschland gibt es im Bereich Bioenergie eine Vielzahl an direkten finanziellen Unterstützungen. Das wichtigste Instrument ist hier das EEG inkl. NaWaRo-Bonus, das in Kapitel 6.1.1 ausführlich vorgestellt und diskutiert wird und inzwischen in vielen anderen Ländern in ähnlicher Form zum Einsatz kommt. Weitere Instrumente und Maßnahmen sind: Marktanreizprogramme[5] für Erneuerbare Energien (BAFA, Zuschuss – z.B. für Pelletheizungen), Förderung von Eigenverbrauchstankstellen, ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm (KfW, zinsgünstige Darlehen), KfW-Programm Erneuerbare Energien (KfW, zinsgünstige Kredite, z.T. Teilschulderlass), Ökologisches Bauen (KfW, zinsgünstige Kredite – aber nur für „Einbau von Heizungstechnik auf Basis Erneuerbarer Energien"), ÖKO-Plus-Maßnahmen, (KfW, zinsgünstige Kredite – aber nur für „Erneuerung von Heizungstechnik auf Basis Erneuerbarer Energien").

EPEA 2009 macht konkrete Vorschläge, wie die direkten finanziellen Unterstützungen der Bioenergie zugunsten der stofflichen und Kaskadennutzung verändert werden sollten:

> „Paragraph 27 EEG in Verbindung mit Paragraph 2 BiomasseV: Stopp der Vergütungen für die Einspeisung von aus Holz gewonnenem Strom oder nur Vergütung für Strom, der aus Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, gewonnen wurde.
>
> Marktanreizprogramm (…) 8. Allgemeine Voraussetzungen für die Förderung von Biomasse-Anlagen: Stopp der Bezuschussungen bei der Errichtung von Pelletöfen o.ä. durch das Marktanreizprogramm oder Gewährung der Bezuschussungen unter der Bedingung, dass diese mit Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, betrieben werden.
>
> EEWärmeG: Anlage zu Paragraph 5 und 7 II. Biomasse 3. Feste Biomasse a) (in bb) Verweis auf Paragraph 3 Abs. 1 Nr. 4, 5, 5a oder 8 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen): Keine Anrechnung von aus Holz gewonnener Wärme durch das EEWärmeG oder Anrechnung statt für naturbelassenes Holz für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.
>
> Demgegenüber ist die direkte finanzielle Unterstützung im Bereich der stofflichen Nutzung sehr gering. Das erstaunt, weil die genannten Programme für ökologisches Bauen leicht um Bauprodukte aus nachwachsende Rohstoffe erweitert werden könnten."

*KfW-Effizienzhäuser*
Im Bereich Neubau finanziert die KfW ab 1. April 2009 „die Errichtung, Herstellung und den Ersterwerb von KfW-Effizienzhäusern". Die Förderbank unterscheidet zwei Kategorien: Das „KfW-Effizienzhaus 55" darf beim Jahres-Primärenergiebedarf und beim Transmissionswärmeverlust 55 % der nach Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2007 zulässigen Werte nicht überschreiten. Das „KfW-Effizienzhaus 70" darf entsprechend maximal 70 % der EnEV-Werte erreichen. Bauwillige können aus dem Förderprogramm bis zu 50.000 € als langfristiges, zinsverbilligtes Darlehen mit tilgungsfreier Anlaufzeit erhalten. (VDI Nachrichten vom 27.03.2009)

[5] Bei den Marktanreizprogrammen des BMU handelt es sich um ein großvolumiges Instrument: Im Jahr 2008 wurden BMU-Fördermittel in Höhe von 236 Mio. € in über 150.000 Investitionen im Bereich Erneuerbare Energien getätigt – nicht aber in die stoffliche Nutzung. Für dieses Jahr stehen sogar 400 Mio. € zur Verfügung. (Holz-Zentralblatt, Nr. 9 v. 27.02.2009)

Die Forderung der Experten und Verbände, Bau- und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen in solche Programme zu integrieren, ist aktueller denn je. Denn auch in diesem neuesten Baufinanzierungsprogramm der KfW fehlt jegliche Förderung aufgrund des stofflichen Einsatzes nachwachsender Rohstoffe.

*Markteinführungsprogramme*
Allerdings gab/gibt es in Deutschland direkte finanzielle Unterstützungen der stofflichen Nutzung durch Markteinführungsprogramme für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und für biogene Schmierstoffe (siehe Kapitel 6.1.1). Auch künftig scheinen produktbezogene Markteinführungsprogramme auf Basis von Kriterien wie Nachhaltigkeit und $CO_2$-Reduzierung von Seiten Brüssels möglich zu sein.

Über Projektförderungen konnten neue Maschinen und Anlagen finanziell unterstützt werden (z.B. Abschreibung über die Projektlaufzeit); auch Investitionszuschüsse wurden getätigt, allerdings nicht aufgrund der stofflichen NaWaRo-Nutzung, sondern z.B. im Rahmen von Programmen wie „Aufbau Ost".

In anderen EU-Ländern scheint das Instrument der direkten finanziellen Unterstützung im Bereich der stofflichen Nutzung bislang ebenfalls kaum genutzt zu werden. Lediglich in den Niederlanden gibt es einige Ansätze zur direkten und indirekten finanziellen Unterstützung (siehe Kapitel 6.1.2).

*Investitionshilfen für Hersteller*
In diese Kategorie fallen Zuschüsse, zinsgünstige Darlehen sowie Eigen- oder Risikokapital für Hersteller und Verarbeiter von Biomaterialien. Dabei ist sowohl eine Unterstützung neuer Produktionsanlagen und Hersteller denkbar, als auch die Förderung einer Umrüstung von Anlagen für die Herstellung oder Verarbeitung von traditionellen (petrochemischen) Materialien auf Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Des Weiteren wäre eine Staffelung der Unterstützung denkbar, denn so könnten KMU stärker gefördert werden, die nahe an der Landwirtschaft agieren und so Wertschöpfungsketten im ländlichen Raum entwickeln.

*Förderung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung*
Die Energiepflanzen-Prämie führte zu einem Anreiz für die Landwirtschaft, nachwachsende Rohstoffe für die energetische Nutzung anzubauen und benachteiligte dabei die Akteure der stofflichen Nutzung. Eine entsprechende „Stoffliche Prämie" hat allerdings heute keine realistische Chance, da die Energiepflanzen-Prämie ohnehin ausläuft und in Brüssel keine neuen, sektoralen Förderungen gewünscht sind. Dabei ist aber auch anzumerken, dass die Energiepflanzen-Prämie relativ zu anderen Förderungen an späteren Stellen der Prozesskette auch in der Vergangenheit nur eine geringe Bedeutung hatte (Carus et al. 2008a).

Eine spezielle Förderung des Anbaus zur stofflichen Nutzung dürfte nur wenig in den politischen Konsens Berlins und Brüssels passen, der solche Förderungen eher abbauen – und keinesfalls neue einrichten möchte. Möglich ist lediglich eine Förderung über die Modulation/Zweite Säule der GAP (siehe Kapitel 6.1.2), wenn entsprechende Umweltvorteile nachgewiesen werden können.

*Kommission berücksichtigt bei neuem Programm für EU-Klimaziele explizit umweltfreundliche Produkte*
Die EU-Kommission will bis zum Jahr 2013 rund 105 Mrd. € in die „grüne Wirtschaft" investieren. Insgesamt sollen rund 48 Mrd. € für Maßnahmen bereitgestellt werden, die der Realisierung der EU-Klimaziele und der Reduktion der $CO_2$-Emissionen dienen. Im Rahmen der Kohäsionspolitik sollen

4,8 Mrd. € für erneuerbare Energien und 4,2 Mrd. € für Energieeffizienzmaßnahmen aufgewendet werden; der größte Teil (23 Mrd. €) entfällt auf den Ausbau des Schienenverkehrs. Immerhin 3 Mrd. € sind zur Unterstützung umweltfreundlicher Produkte und Produktionsprozesse in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) vorgesehen. Die EU verspricht sich davon in erster Linie Arbeitsplätze und eine Erhöhung der Gesamtinvestitionen in grüne Technologien. (EUWID Neue Energien, Nr. 6 v. 18.03.2009). Hiervon können auch Produkte und Prozessketten mit nachwachsenden Rohstoffen profitieren.

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*
Auf dem Expertenworkshop wurden vor allem folgende Ansätze diskutiert:

- Es gab einen breiten Konsens, dass zeitlich begrenzte Markteinführungsprogramme für ganz bestimmte Produktlinien, die anschließend eine stark verbesserte Marktposition gewinnen können, als sinnvolles Instrument eingestuft werden.
- Direkte finanzielle Unterstützungen von Unternehmen oder Branchen wurden von einer Mehrheit als kein optimales Instrument angesehen, da es schnell zu Problemen mit dem Beihilfe-/Wettbewerbsrecht kommen könne bzw. daher die ökonomischen Grenzen sehr eng wären. Zudem besteht die Gefahr von Marktverzerrungen und ungewünschten Nebeneffekten.
- Diskutiert wurde eine Gutschrift bzw. Zuschuss für eingesetzte Agrarrohstoffe an industrielle Verarbeiter im stofflichen Bereich, unabhängig von bestimmten Branchen und in Abhängigkeit von z.B. Klimaschutzeffekten. Beim Einsatz von heimischen und importierten NaWaRo sollte wie bei Biokraftstoffen eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen. (Vertiefung siehe Kapitel 6.4)
- Erörtert wurde auch die Idee, die direkte finanzielle Förderung bei der energetischen NaWaRo-Nutzung von einer Kaskadennutzung abhängig zu machen.
- Dort, wo aber Wettbewerbsverzerrungen durch eine starke finanzielle Unterstützung der energetischen Nutzung entstehen (s.o. und insb. EEG, siehe Kapitel 6.1.1), sollten die Unterstützungen beendet oder gleichrangig für die stoffliche Nutzung vorgesehen werden (z.B. bei Programmen im Baubereich). So lassen sich Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen zum Nachteil der stofflichen Nutzung reduzieren sowie das Klimaschutz-Potenzial der stofflichen Nutzung adäquat in Geltung bringen.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Verschiedene Verbände halten Markteinführungsprogramme grundsätzlich für ein überlegenswertes Instrument, das aber mit Vorsicht und unter Abwägung der Nebeneffekte zu handhaben ist:

- „ … ein abgestimmtes Bündel an Maßnahmen, angefangen mit der Ausgestaltung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen über die Unterstützung beim Technologietransfer und bei der Markteinführung bis zu Internationalisierungsmaßnahmen sowie einer gezielten Unterstützung von KMU“ (BIO Deutschland 2008)
- „Auch wenn die Förderung und weitere Unterstützung der bereits erfolgreichen Marktsegmente (Produktkategorien) sinnvoll erscheint, ist unbedingt darauf zu achten, dass getroffene Maßnahmen neue Produkt- und Marktentwicklungen nicht hemmen oder wettbewerbswirksame Marktverzerrungen entstehen. Bei der Auswahl von Förderinstru-

menten und Marktsegmenten sollte die Industrie unbedingt konsultiert werden. … Zeitbefristete Anreize zur Nutzung und sowie ggf. Erleichterung bei der Erfüllung von legislativen Vorgaben sollten deshalb im Vordergrund stehen. Markthemmnisse, z.B. bei abfallwirtschaftlichen Regelungen, sollten beseitigt werden.“ (european bioplastics 2008)

- „Direkte Eingriffe in den Markt wie Markteinführungsprogramme sind mit großer Vorsicht zu behandeln. Sie dürfen nicht zu Wettbewerbsverzerrungen führen.“ … „Die Förderung der Markteinführung sollte daher nur in begründeten Ausnahmefällen erfolgen. Zudem müssen die Maßnahmen (wie andere industriepolitische Maßnahmen auch) streng zeitlich befristet sein. Sie müssen einer umfassenden Gesetzesfolgenabschätzung unterzogen werden. Sie dürfen die Wettbewerbsfähigkeit insgesamt nicht beeinträchtigen. Darüber hinaus müssen die Aktivitäten mit anderen staatlichen Rahmenbedingungen in Deutschland und Europa abgestimmt sein.” (VCI 2008)

In mehreren Stellungnahmen werden weitere finanzielle Unterstützungen vorgeschlagen:

- „Dazu sind Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse rechtlich und finanziell so zu unterstützen, dass sie die nachhaltige Bewirtschaftung der von ihnen betreuten Wälder im Sinne der gesellschaftlichen Anforderungen (inklusive des hier zu erarbeitenden Aktionsplans) professionell umsetzen und die Nachfrage nach Holz bedienen können.“ (AGDW 2008)
- „Es wird der Einsatz regenerativer Energienutzung gezielt gefördert. Zielführender wäre es, durch eine verstärkte Förderung von energetischer Sanierung und hierbei die verstärkte Nutzung von bio-basierten Werkstoffen, den Energiebedarf kurzfristig zu vermindern.“ (FTP 2008b)
- „Konkret heißt dies, dass bei der Nutzung von Holz als überwiegend verwendeter Baustoff beim Neubau eines Energiesparhauses, das ansonsten die Förderkriterien z.B. des KfW-Programms „Ökologisch Bauen“ erfüllt, ein zusätzlicher Zuschuss gezahlt werden könnte. Alternativ zu einem direkten Zuschuss könnte dieses Fördervolumen in gleicher Höhe als Bonus zur weiteren Zinsverbilligung auf die Kreditkonditionen des KfW-Programms angerechnet werden. Ein solches Programm würde eine ohne bürokratischen Aufwand praktikable Förderung innerhalb der bestehenden Fördersystematik für energieeffiziente Neubauten ermöglichen.“ … und erhebliche $CO_2$-Einspareffekte erzielen. (HDH 2008)
- Vergünstigte KfW-Kredite beim Einsatz nachwachsender Rohstoffe: „Ein in der Umsetzung unkompliziertes und kostenneutrales Förderinstrument kann auch die Kreditvergabe der Kreditanstalt für Wiederaufbau sein. So lässt sich problemlos ein Zinsbonus für den nachgewiesenen Einsatz nachwachsender Rohstoffe, vor allem im Bereich von klein- und mittelständischen bzw. Handwerksbetrieben vergeben.“ (DNV 2008)

Kritisiert werden mehrfach finanzielle Unterstützungen im Energiebereich, die zu Marktverzerrungen führen (hier exemplarisch nur zwei Zitate):

- „Der Wettbewerb um den Rohstoff Holz wird zugunsten der energetischen Verwendung leider politisch immer stärker beeinflusst.“ HDH 2008 nennt als Beispiele das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Marktanreizprogramm für Pelletheizungen und resümiert: „Ein fairer Wettbewerb zwischen dem

durch diese Maßnahmen marktgängigen Energieträgern und dem Rohstoff zur Herstellung von Möbeln und Baustoffen ist derzeit daher nicht gegeben und muss wieder hergestellt werden.“ (HDH 2008)

- „Keine Förderungen und Subventionen zur unmittelbaren energetischen Nutzung von Holz.“ – „Einstellung des Marktanreizprogramms (MAP) für Pelletheizungen/Holzheizungen“ (VDP & VHI 2006)

**Fazit**
Direkte finanzielle Unterstützungen der stofflichen Branche oder bestimmter NaWaRo-Produktlinien werden aufgrund befürchteter Wettbewerbsverzerrungen kritisch gesehen und daher nur als Instrument mit mittlerer Bedeutung angesehen. Primär werden zeitlich begrenzte und sorgfältig ausgestaltete Markteinführungsprogramme als sinnvolles Instrument empfunden.

Diskutiert wurde eine Gutschrift/Zuschuss für eingesetzte Agrarrohstoffe an den industriellen Verarbeiter im stofflichen Bereich – unabhängig von bestimmten Branchen und in Abhängigkeit von z.B. Klimaschutzeffekten. Beim Einsatz von heimischen und importierten NaWaRo sollte wie bei Biokraftstoffen eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen.

Dort, wo aber Wettbewerbsverzerrungen durch eine starke finanzielle Unterstützung der energetischen Nutzung entstehen, sollten die Unterstützungen beendet (NaWaRo-Bonus im EEG, Marktanreizprogramm für Pelletheizungen) oder ebenso für die stoffliche Nutzung geöffnet werden (z.B. Programme im Baubereich, Ergänzung entsprechender Förderungen zur energetischen Sanierung bzw. Effizienzhäusern für umweltschonende und speziell NaWaRo-Baustoffe), um die Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen zum Nachteil der stofflichen Nutzung zu reduzieren und das Klimaschutz-Potenzial der stofflichen Nutzung adäquat nutzen zu können.

### 6.3.4 Freiwillige Selbstverpflichtungen

*Umsetzung*
Während es in Deutschland bisher keine freiwilligen Selbstverpflichtungen von Industrie, Verbänden oder öffentlicher Institutionen im Bereich der stofflichen Nutzung gibt, finden wir solche in Großbritannien, den Niederlanden, Australien und Japan. Meistens beziehen sie sich auf den Verpackungsbereich, in einem Fall aber auch auf den Einsatz von Biowerkstoffen. (siehe Kapitel 6.1.2 und folgende)

Im Energiebereich sind entsprechende Selbstverpflichtungen immer wieder zu finden, so z.B. beim Verband der chemischen Industrie (VCI), der auf seiner Internetseite entsprechende Selbstverpflichtungserklärungen aus den Jahren 1996, 1998 („Weiterführung der Senkung energiebedingter $CO_2$-Emissionen zwischen 1990 bis zum Jahr 2005 um über 30 Prozent“), 2001 und 2003 auflistet. Entsprechende Selbstverpflichtungen zur Senkung von $CO_2$-Emissionen durch den rohstofflichen NaWaRo-Einsatz fehlen.

*Freiwillige Selbstverpflichtungen*
Freiwillige Vereinbarungen oder Selbstverpflichtungen werden meist zwischen Staat und Industrie abgeschlossen, wobei sich die Industrie z.B. verpflichtet, ein bestimmtes Umweltziel zu erreichen. Oft werden freiwillige Vereinbarungen getroffen, um einem Gesetz oder einer Verordnung zuvorzukommen oder diese zu vermeiden, da sie möglicherweise keinen Bestand vor höheren Gremien (bei-

spielsweise EU-Recht, WTO Abkommen) hätten. Die Industrie kann damit natürlich auch versuchen, wirklich verpflichtende Regelungen zu umgehen und ihre Spielräume zu erhalten. Dementsprechend gibt es auch erfolgreiche und weniger erfolgreiche Selbstverpflichtungen.

Im Zusammenhang mit nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung ist eine Vielzahl von freiwilligen Vereinbarungen denkbar, so z.B. die Bevorzugung von nachwachsenden Rohstoffen aus der Region oder bestimmte Zielquoten zum Einsatz von Biowerkstoffen in bestimmten Branchen; oder auch die Umstellung bestimmter Produktgruppen auf nachwachsende Rohstoffe. Möglich wären auch freiwillige Vereinbarungen zwischen stofflichen und energetischen Nutzern über Biomasse-Gesamtkonzepte und Kaskadennutzung.

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*
Die Expertenrunde diskutierte zunächst über Sinn sowie Vor- und Nachteile von freiwilligen Abkommen mit der Industrie. Als Vorteil wurde angesehen, dass diese rasch und kurzfristig umsetzbar sind, ein lernendes und anpassungsfähiges System sein können („Motivation"), sinnvoll aber nur mit einer konkreten Roadmap. So können sie in bestimmten Fällen tatsächlich erfolgreich sein (Beispiel chemische Industrie: Substitution von raren und problematischen Rohstoffen sowie Selbstverpflichtung zur $CO_2$-Emissionsreduzierung bei der Deckung des Energiebedarfs). Natürlich wurden auch Zweifel laut, da einige freiwillige Vereinbarungen nur eine Alibi-Funktion hatten, um verbindliche Vorgaben vom Staat zu umgehen. Mögliche freiwillige Abkommen, die als sinnvoll erachtet wurden:

- Freiwillige Abkommen zum Einsatz von Biokunststoff-Tragetaschen, Bio-Pflanztöpfen oder Bio-Mulchfolien können durchaus sinnvoll sein. Sie sollten sehr produktspezifisch sein und eine Supply-Chain-Begleitung/Optimierung beinhalten.
- Die Industrie könnte auch freiwillige Abkommen zur Standardisierung, Zertifizierung oder Labeling von NaWaRo-Produkten/Werkstoffen abschließen.
- Schließlich könnten auch die bestehenden Selbstverpflichtungen zur $CO_2$-Emissionsreduzierung vom Energiebereich auf die stoffliche Nutzung ausgedehnt werden. Dies könnte so aussehen, dass die stoffliche Nutzung ebenso für die $CO_2$-Emissionsreduzierung angerechnet werden kann. Oder es können eigene Verpflichtungen speziell für den stofflichen Bereich vereinbart werden, dass über den verstärkten NaWaRo-Einsatz bestimmte Mengen $CO_2$ eingespart werden sollen.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Nur in wenigen Stellungnahmen wurde das Thema „Freiwillige Abkommen/Selbstverpflichtungen angesprochen":

- „Standardisierung: Dies kann beispielsweise mit Selbstverpflichtungen der Industrie zu einheitlichen Definitionen und Prüfmethoden, zum Beispiel zur Festlegung des Begriffes „Bioschmierstoff" und zur Bestimmung des Anteils nachwachsender Rohstoffe (Radiokarbonmethode) beginnen." (VCI 2008)
- Standards: „Verwendung bereits existierender Definitionen zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung, wie sie im Zuge des MCPFE-Prozesses vereinbart und in freiwillige Zertifizierungssysteme eingearbeitet wurden." (AGDW 2008)

**Fazit**
„Freiwillige Vereinbarungen/Selbstverpflichtungen“ können bei richtiger Ausgestaltung ein schnelles und flexibles Instrument zur Förderung der stofflichen Nutzung sein. Mögliche Felder wären Standardisierung von Definitionen und Prüfmethoden sowie Labeling, Substitution bei bestimmten Produktgruppen (Rohstoff-Einsatz, Biowerkstoffquoten), Einbeziehung der stofflichen Nutzung in Selbstverpflichtungen zur $CO_2$-Emissionsreduzierung oder Vereinbarungen zur Kaskadennutzung.

Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Instrument tatsächlich wirkungsvoll eingesetzt wird, wird von der Mehrzahl der Verbände und Experten als eher gering eingestuft. Wenn es zu einer Umsetzung kommen sollte, macht diese nur in Verbindung mit einem Monitoring-System Sinn.

### 6.3.5 Fördermittel für Forschung und Entwicklung

*Umsetzung in Deutschland*
Eine Förderung der Forschung und Entwicklung durch staatliche Forschungs- und Entwicklungsprogramme erfolgt im stofflichen Bereich seit den 1980er Jahren und ist weiterhin erforderlich, da es immer noch erheblichen (prozess-)technischen Nachhol- und Optimierungsbedarf gibt. Ziele sind u.a. die Optimierung der gesamten Prozesskette, die Verbesserung von Eigenschaften, die Ausweitung der Anwendungsgebiete, die Entwicklung von Normen und Standards sowie die Kostenreduktion.

Durch die jahrzehntelange Fokussierung der Industrie auf fossile und mineralische Rohstoffe gab und gibt es hier erheblichen Nachholbedarf. Gerade weil NaWaRo- und Werkstoffe andere Eigenschaften als fossile und mineralische Roh- und Werkstoffe mitbringen, sind erhebliche Anpassungen in der Prozesskette erforderlich bzw. eine entsprechende Anpassung der NaWaRo- und Werkstoffe an existierende Prozessketten. Das Ausmaß dieser notwendigen Modifizierungen liegt in der Regel deutlich höher als im Bioenergiebereich.

Der Fokus der F&E liegt dabei meist auf anwendungsnahen Projekten, bei denen eine Kofinanzierung von Seiten der Industrie üblich und sinnvoll ist. Hierzu zählt auch die Unterstützung von Demonstrations- und Pilotanlagen.

*EU: Taskforce on bio-based products – Lead Market Initiative für Europe*
Die Empfehlungen der Taskforce zum Thema Innovation und FuE:

> „Recommendation as to possible supply-side actions that could impact on the market development for bio-based products: The „Knowledge-based Bio-Economy“ (KBBE) network of Member States research ministries coordinated by the Research Directorate General, together with relevant European Technology Platforms and the Member States Competitiveness Group in Biotechnology (coordinated by the Enterprise and Industry Directorate General) could play an important role in supporting the development of a strategic European research agenda for bio-based products and help in establishing a number of strategically important bio-refinery pilot plants and demonstrators before 2010, bringing together actors and investments at EU, national and regional level.
>
> Co-ordinated calls of FP7 programmes to develop knowledge and the technology base to speed up development of 2nd generation bio-refineries (by 2009).“ (LMI 2007)

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*
Folgende Vorschläge wurden in die Diskussion eingebracht:

- F&E-Fördermittel sollten als Investition in die Zukunft verstanden werden.
- F&E-Fördermittel für nachwachsende Rohstoffe sollten zu gleichen Teilen in die Bereiche stoffliche und energetische Nutzung fließen (50:50), und zwar bei allen involvierten Ministerien (BMELV, BMU, BMBF, BMWi …)
- Stoffliche Nutzung: Entwicklungs-Rückstand in vielen Bereichen von 30 bis 40 Jahren, dort braucht es Forschung, um den heutigen Anforderungen genügen zu können.
- Die Gruppe forderte entwicklungsbegleitende Normung durch das BMWi.
- F&E zur Höherqualifizierung/-veredlung der EU-NaWa-Rohstoffe gegenüber importierten nachwachsenden Rohstoffen.
- Schaffung einer forschungsunterstützenden Infrastruktur für Biotechnologie.
- Die Forschung und Entwicklung sollte unter Einbeziehung frei verfügbarer Forschungskapazitäten im Wettbewerbsverfahren erfolgen.

*Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Zahlreiche Verbände legen großen Wert auf weitere F&E-Aktivität als Schlüssel für die weitere Entwicklung des stofflichen Bereiches:

- „Die Erhöhung der Effektivität in der Bereitstellungskette Holz (Transport, Logistik, Kooperationen, geografische Informationssysteme) sind kurzfristig zu verbessern, um die Mobilisierung zusätzlicher Holzmengen zu forcieren. Diese Verbesserungen erfordern höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung.“ Dazu gehört die Förderung der Initiative „Nachhaltiges Bauen“. Forschung und Entwicklung zur Verbesserung der Eigenschaften der Holzprodukte. (AGDW 2008)
- Innovationsfreundliche Rahmenbedingungen: „ … Schaffung … zukunftsweisender Regelungen, technischer Normen, gesetzlicher Grenzwerte und Vollzugsstandards. Durch die Einführung eines fördernden finanzpolitischen Rahmens könnten Innovationsanreize gesetzt werden.“ (BIO Deutschland 2008)
- Laut FTP 2008a „besteht bei der deutschen Forst- und Holzwirtschaft generell noch ein Aufholbedarf bei den Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie bei der Einwerbung von europäischen Fördermitteln“. Ziele sind daher: „Stärkung von Forschung und Innovation in der Forst- und Holzwirtschaft“. „Für viele Anwendungen sind die (Weiter-)Entwicklungen von Biowerkstoffen oder naturfaserverstärkten Kunststoffen notwendig, somit besteht noch zum Teil erheblicher Forschungsbedarf, um die benötigten Anforderungen zu erfüllen.“ (FTP 2008a)
- Forschung: „Die Forschung und Entwicklung für den Bereich Holz als Roh- und Werkstoff muss daher in Förderprogrammen stärker berücksichtigt werden.“ (HDH 2008)
- „Eine mögliche staatliche Einflussnahme sollte sich auf die Setzung von Rahmenbedingungen beschränken, vor allem auf Forschung und Entwicklung sowie den Abbau von Marktzugangshürden.“ Übergeordnetes Ziel des Aktionsplans sollte vielmehr „die Förderung von

Forschung und Entwicklung im Bereich der stofflichen Nutzung“ sein. (VCI 2008)

- „Um den derzeitigen Nutzungsanteil von nachwachsenden Rohstoffen und die anschließende Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie zu erhöhen, bedarf es noch erheblicher Forschung und Technologieentwicklung, insbesondere im Grundlagenbereich. Das vorhandene Engagement der öffentlichen Hand sollte dringend konzentriert und weiter verstärkt werden. Zudem sollte eine eindeutige Zuordnung der Kompetenzen der staatlichen Forschungsförderung zwischen BMBF und BMELV (Förderung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) und gegebenenfalls anderen Ministerien erfolgen.“ (VCI 2008)
- Die Förderung von Forschung und Entwicklung soll vor allem „die Risiken für einzelne Unternehmen bei Prozessinnovationen … mindern.“ Im Bereich der Bioraffineriekonzepte sollte ein Förderschwerpunkt „auf der Bereitstellung der Rohstoffe liegen“. Zudem werden „Prozesse mit deutlich höheren Raum-Zeit-Ausbeuten bei signifikant erhöhtem Nutzungsgrad der eingesetzten Rohstoffe benötigt“. „Auch hier gilt, dass eine nachgeschaltete energetische Nutzung („Kaskadennutzung“) den Gesamtwirkungsgrad der Prozesse und damit die Wirtschaftlichkeit erhöhen kann.“ (VCI 2008)
- „Offenheit gegenüber Technologien, z.B. Biotechnologie einschließlich gentechnischer Methoden, um die Einsatzmöglichkeiten von nachwachsenden Rohstoffen zu erhöhen.“ „Ein dauerhafter Verzicht auf die Grüne Gentechnologie hätte aufgrund der Wechselwirkungen mit anderen Biotechnologiebereichen gravierende Auswirkungen für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, die diese Technologie verwenden.“ (VCI 2008)

*Weitere Stimmen zum Thema F&E*

- „Anstelle der von der Gesellschaft jährlich zu tragenden Kosten in Milliardenhöhe über die Subventionierung von Biokraftstoffen der ersten Generation könnten die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) im Bereich neuer, synthetischer Biomaterialien und Biotreibstofftechnologien erhöht werden.“ (Bringezu et al. 2008a)
- Die „Deutsche Forschungsagenda ForstHolzPapier“ benennt 2008 folgende Forschungsfelder zum Thema Kaskaden: „Erfassung und Bewertung von Kreislaufwirtschaftskonzepten“, „Nutzungskaskaden für komplette Produkt- und Prozessketten unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit sowie unter sozialen und ökologischen Aspekten“ und „Konzeption und Weiterentwicklung von Nutzungskaskaden“. (FTP 2008a)

**Fazit**

Weitere Förderung von Forschung und Entwicklung wird von Experten und Verbänden als ein Schlüsselinstrument zur verstärkten stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen. Wichtig sind vor allem die Optimierung der gesamten Prozesskette, die Verbesserung von Eigenschaften, die Ausweitung der Anwendungsgebiete, die Entwicklung von Normen und Standards (siehe Kapitel 6.1.2 und 6.3.6 „Förderung Information & Kommunikation“) sowie die Kostenreduktion.

Aufgrund der Komplexität der stofflichen Nutzung und der notwendigen Anpassungen an bestehende Prozessketten liegt der F&E-Bedarf höher als bei der energetischen Nutzung.

### 6.3.6 Förderung Information & Kommunikation

*Umsetzung bisher*
Hier gab und gibt es in Deutschland und anderen Ländern eine Vielzahl von Aktivitäten (siehe auch Kapitel 6.1). Folgende Abschnitte sollen einige typische Maßnahmen aufzeigen.

*Informationskampagnen für den Verbraucher*
Durch Informationskampagnen kann die Nachfrage nach Biowerkstoffen gestärkt werden. Verbraucher müssen dazu sowohl über die Vorteile der ggf. biologischen Abbaubarkeit und die Qualitäten von nachwachsenden Rohstoffen informiert werden. Wichtig ist, dass der Verbraucher die Vorteile auch nutzen kann, indem die Gesetzgebung und Infrastruktur so angepasst sind, dass z.B. biologisch abbaubare Produkte auch entsprechend entsorgt werden können (Biotonne) (siehe Kapitel 6.1.1).

*Informationskampagnen für die Industrie/Datenbanken*
Oft sind die Informationen über NaWa-Rohstoffe, Biowerkstoffe oder entsprechende Produkte immer noch schwer verfügbar und viele potenzielle Anwender kennen diese Optionen nicht oder nur ungenügend. Informationsbroschüren, Veranstaltungen und Messen, Kampagnen, Publikationen in der Fachpresse und auch spezifische Internet-Datenbanken können hier von großem Nutzen sein.

*Innovation und Wissenstransfer in die Praxis fördern*
In diese Kategorie fällt vor allem die Bildung und Unterstützung von Netzwerken zur Bündelung der Kompetenzen und Aktivitäten sowie zum Wissensaustausch und -transfer, z.B. zwischen Forschungseinrichtungen und Industrie. Wie Nusser et al. 2007b beschreiben, ist die „Vernetzung von angebots- und nachfrageseitigen Faktoren“ von grundlegender Bedeutung, insbesondere das gute Funktionieren der Vernetzung leistungsstarker Teilsysteme und Akteure. So wären beispielsweise Netzwerke denkbar, die den Wissensaustausch von an der Produktion und Verarbeitung bestimmter Gruppen von nachwachsenden Rohstoffen beteiligten Parteien fördern, also z.B. Öl- oder Stärkenetzwerke.

*Normung*
Das Thema Normung von bio-basierten Produkten wird inzwischen in Brüssel bei CEN und im DIN-Spiegelausschuss behandelt (siehe Kapitel 6.1.2) und in den USA bereits weit entwickelt (siehe Kapitel 6.1.3).

EPEA 2009 schlägt Änderungen an bestehenden Normen vor, um die stoffliche und die Kaskadennutzung zu unterstützen:

> „AltholzV Anhang 1 in Verbindung mit Paragraph 2 Nr. 7: Ausweitung des Begriffes der stofflichen Verwertung auf weitere Verwendungen (die stoffliche Verwertung ist aktuell begrenzt auf die Herstellung von Holzwerkstoffen, Industrieholzkohle und Synthesegasgewinnung). Es wäre auch denkbar, eine extra Altholz-Kategorie für „Cradle to CradleSM-Kaskadenholz“ einzuführen oder dieses in die Kategorie A I einzugliedern. (Dieses ist zwar nicht naturbelassen im eigentlichen Sinne und mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt, von ökotoxikologischen Gesichtspunkten her aber unbedenklich.)
>
> DIN-Norm 51731: Ergänzung von DIN-Nrom 51731 dahingehend, dass eine Herstellung von Pellets nicht nur aus naturbelassenem Holz, sondern auch aus Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, möglich ist.“

*Label/Kennzeichnung*

Eine Kennzeichnung, die nachweist, dass Materialien nachhaltig hergestellt wurden, könnte die Markteinführung solcher Materialien günstig beeinflussen. Für Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen wäre dabei ein Nachweis über den enthaltenen biogenen Kohlenstoff („NaWaRo-Anteil"), die Einsparung an $CO_2$ (Footprint) oder nicht-erneuerbarer Energie denkbar. Für die Transparenz beim Verbraucher wäre es günstig, ein solches Label auf europäischer oder sogar internationaler Ebene abzustimmen.

In Nordamerika und Japan wird die Bestimmung des NaWaRo-Anteils über die C12/C14-Methode (US-Norm ASTM D-6866) und eine entsprechende Kennzeichnung immer ernsthafter diskutiert (Carrez 2009) (vgl. Kapitel 6.1.2). Ökologen kritisieren allerdings, dass ein hoher NaWaRo-Anteil nicht automatisch mit ökologischen Vorteilen korreliere. Was also sei eigentlich die Botschaft einer solchen Kennzeichnung?

*EU: Taskforce on bio-based products – Lead Market Initiative für Europe*

Dem Bereich Nachhaltigkeitsstandards und Labelling wird von der Taskforce besonderer Wert beigemessen, hier die entsprechende Empfehlung der Gruppe:

> „Sustainability standards and labels (eco-efficiency) will to a large extent rely on harmonised and in-depth life cycle assessments and would need to cover the whole spectrum of bio-based products, from biomass raw material to intermediate products and final end products. There are also links to be made with standards that are being developed for recycled materials and products. Eco-efficiency standards would also need to take into account that final end-products might be made up of a mix of bio-based and non bio-based components. They should hence build on a sound scientific knowledge base, the achievements of the JRC-IES „European Platform on Life Cycle Assessment" and on the standardisation achievements at international level. In this respect, it is also essential to develop biomass raw material quality standards and bio-degradability standards to also boost the sustainable development in third countries. The potential use of EU sustainability standards in international trade needs to be considered." (LMI 2007)

Und die Empfehlung speziell zum Thema Labelling:

> „It is recommended that bio-based products become a new product group category within a revised EU eco-label scheme and that the specific product requirements are developed with a strong commitment from industries at an early stage and fully embedded into the sustainable development policy. This strategy would increase the uptake of labels in this field. Measures should include actions to raise awareness, the development of standards, assessment criteria and procedures that are cost-effective.
>
> This activity is seen to be short-to medium-term taking into account the current revision activities of the EU eco-labelling regulation." (LMI 2007)

Und die Empfehlung zum Thema Kommunikation:

> „Communication efforts should have a „lighthouse" function steering actors towards the aim of establishing lead markets for bio-based products. This function could be facilitated by the high-level advisory group mentioned above. Communication activities could be financed by the Competitiveness and Innovation Program (CIP).
>
> An „eco-efficiency" approach for the labelling of bio-based products that is firmly embedded into the sustainability policy is seen as an important element of communicating the benefits of bio-based products, and should therefore be seen as one of the priority actions.

> A Eurobarometer public opinion survey will be held during 2008. It is planned to include some questions directly related to the use of bio-based products that might be helpful in understanding the likely consumer response to, as well as the broader European public's understanding of bio-based products and their introduction.“ (LMI 2007)

*Kommunikationsstrategien*

Im Rahmen eines von der FNR geförderten Projektes zu Kommunikationsstrategien an der FH Weihenstephan fand am 4. Mai 2009 in Berlin beim BMELV ein Expertenworkshop zum Thema „Kommunikationsstrategien für nachwachsende Rohstoffe – Bereich Werkstoffe“ statt. Herr Prof. Menrad von der Fachhochschule Weihenstephan fasste die Ergebnisse des Workshops wie folgt zusammen:

> „So müssen beispielsweise verbrauchernahe (private) Produkte mehr mit emotionalen Kommunikationsstrategien gefördert werden, während Produkte für den gewerblichen Verbraucher mit kognitiven Strategien versehen werden müssen. Des Weiteren müssen die Maßnahmen „hieb- und stichfest“ sein, so dass die verschiedenen Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen nicht mit einem negativen Image belastet werden.
>
> Außerdem zeigte die Diskussion, dass je nach Produkt man sich entweder auf die biologische Abbaubarkeit (– also weitgehend unabhängig von der Rohstoffbasis –) oder auf den Bestandteil an nachwachsenden Rohstoffen fokussieren sollte. Hierbei sollte aber nach Ansicht der Mehrheit der Teilnehmer die Rohstoffbasis („aus nachwachsenden Rohstoffen“) in den Mittelpunkt von Kommunikationsstrategien für verschiedene Produkte gerückt werden.
>
> … sieht die Bereiche „Verpackung Lebensmittel“, „Verpackung Industrie“ und „Auto-Interieur“ als die wichtigsten der Vorgestellten an. Außerdem fügt er hinzu, dass die Effekte der Kommunikationsstrategien nachhaltig und auch von längerer Dauer sein müssen.” (Menrad et al. 2009)

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshops 2008 und 2009)*

Folgende Schwerpunkte in Bezug auf Information und Kommunikation wurden auf dem Workshop diskutiert:

- Informationskampagnen für Konsumenten, speziell auch für Jugendliche (z.B. in Schulen), aber insbesondere auch für industrielle Verarbeiter, Handwerk und Handel sowie öffentliche Entscheidungsträger.
- Informationskampagnen sollten idealerweise mit Markteinführungsprogrammen gekoppelt werden.
- Das Thema Kennzeichnung/Labeling wurde kontrovers diskutiert. Einige Experten nannten das Thema „verbrannt“, es gäbe sowieso schon eine Label-Flut und die food & fuel/bioplastics-Diskussion mache die Effekte einer NaWaRo-Kennzeichnung unabsehbar.
- Andere Experten hielten Label durchaus für möglich und nützlich (erwähnt wurde z.B. der große Erfolg des einheitlichen Bio-Labels für Bio-Lebensmittel); man könnte unter Umständen bestehende Labels nutzen und erweitern.
- Konkret vorgeschlagen wurde ein Label für „Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen“.
- Es konnte keine Einigkeit darüber erzielt werden, ob ein NaWaRo-Label/-Gütesiegel auf Basis des biogenen Anteils für die Marktdurchdringung nützlich wäre oder nicht. Wenn, dann sollte es auf freiwilliger Basis genutzt werden können und für ganz Europa (EU) einheitlich gestaltet sein.

- Möglichst ein EU-Label (nationale Label reduzieren), intelligenter als bisherige, „richtige" Kriterien, geringe Kosten und einfache Botschaft. Appell zur Harmonisierung von Labels.
- Eine Nachhaltigkeits-Zertifizierung für NaWa-Rohstoffe wurde dagegen mehrheitlich begrüßt und für sinnvoll empfunden (wie für Holz und Textilien bereits realisiert).
- Lead Markets Initiative – stärker als Leuchtturm-Funktion in der Kommunikation nutzen.
- In den Expertenworkshops wurden auch Maßnahmen diskutiert und vorgeschlagen, die sowohl Elemente von „Information & Kommunikation" als auch „(in)direkter finanzieller Unterstützungen" beinhalten: Stärkere Holz-Mobilisierung für die stoffliche Nutzung (Bonus), Prämien für früheren Einschlag oder übergreifende Marketing-Unterstützung (z.B. Erhebung und Aufbereitung von Marktdaten, Kampagnen).

*Stellungnahmen zum Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Information und Kommunikation spielen in verschiedenen Stellungnahmen der Verbände eine Rolle:

- Förderung von Marktforschung und Vermarktungsinitiativen, gezielte Verbraucherinformation und -beratung sowie „Aus- und Weiterbildung von baurechtlichen Entscheidungsträgern, Genehmigungsbehörden, Bauherren/Architekten und Verbrauchern". (AGDW 2008)
- „Aus- und Weiterbildung von baurechtlichen Entscheidungsträgern, Genehmigungsbehörden, Architekten und Verbrauchern." (DFWR 2008)
- Information & Standards: „Kommunikative Maßnahmen sind höchst sinnvoll und möglichst in jede spezifische Fördermaßnahme zu integrieren. … Die Konsumentenaufklärung durch eine „Basis-Informationskampagne" ist ebenso zu befürworten wie Maßnahmen, die spezifisch den Kenntnisstand innerhalb der Industrie und des Handels verbessern. … Fördermaßnahmen sollten auf der Basis von anerkannten Standards (Normen) formuliert werden. … Für den Gehalt an erneuerbarem Kohlenstoff im Produkt („bio-basierter Anteil") wird bisher zumeist auf die US Norm ASTM D-6866 zurückgegriffen." (C14-Methode) (european bioplastics 2008)
- „Verbesserung des Wissenstransfers und schnellere Umsetzung von Innovationen in marktfähige Produkte" (FTP 2008b)

*Stellungnahmen zum Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*
Zum Thema Zertifizierung:

- Zertifizierung: „Freiwillige, kosteneffiziente Zertifizierungssysteme sind mit dem Ziel zu fördern, dass eine nachhaltige produktive Waldbewirtschaftung gestärkt wird." (AGDW 2008)
- Zertifizierung: „FSC und PEFC sind allgemein anerkannte Zertifizierungssysteme. Dieses unterstreicht der Beschaffungserlass von Holzprodukten vom 17. Januar 2007 der Ministerien BMWi, BMU und BMVBS. Es wäre wünschenswert, die Irritationen auf dem Markt bezüglich der Glaubhaftigkeit und Anerkennung bei Umweltverbänden beider konkurrierender Systeme aufzuklären. Nur so können Holzprodukte allgemein beim Endkunden eine noch höhere Anerkennung erreichen." (HDH 2008)

*Aus der aktuellen Fachpresse zum Thema Zertifizierung*
Helmut Born, Generalsekretär des Deutschen Bauernverbandes (DBV) sagte zum Thema Zertifizierung:

> „Der DBV sehe in der Schaffung internationaler Zertifizierungssysteme zur Sicherstellung einer nachhaltigen Rohstoffproduktion einen Schlüssel für die Weiterentwicklung nachwachsender Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Nutzung. Es werde sich eine wachsende Nachfrage nach zertifizierten Rohstoffen entwickeln, wodurch ein fairer Wettbewerb ausgelöst werde. Der DBV sehe darin eine Entwicklung zur internationalen Harmonisierung der Anforderungen an die landwirtschaftliche Rohstoffproduktion.“ (Born 2009)

*Zertifizierung, Standards für eine umweltverträgliche Biomasseproduktion für die stoffliche Nutzung*
Eine Nachhaltigkeitszertifizierung ist ein wichtiges Instrument zur Information und Kommunikation, um den verstärkten Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen auch im stofflichen Bereich gegen Kritik abzusichern.

Im vergangenen Jahr hat die Diskussion um die Auswirkungen der gestiegenen Nachfrage an (importierter) Biomasse, vor allem für die Biokraftstoffproduktion, zu starker Kritik an Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der Biokraftstoffe sowie an den ambitionierten Zielen u.a. der EU geführt. Verbraucher und Umweltverbände fordern nun klare Regeln zur Umweltverträglichkeit der Biomasseproduktion. Dies muss auch für nachwachsende Rohstoffe gelten, die einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen fordert beispielsweise schon 2007 (SRU 2007): „Die Öffnung der EU-Märkte für außerhalb der EU produzierte Biomasse muss daher unter dem Vorbehalt erfolgen, dass die importierten Erzeugnisse im Einklang mit solchen Standards produziert werden.“ Der SRU fordert in diesem Zusammenhang internationale Übereinkommen für einen Marktzugang, der von der EU analog zu bestehenden Instrumenten bei der Gemeinsamen Handelspolitik formuliert werden könnte (SRU 2007). Daher müssen verbindliche nationale bzw. internationale Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssysteme beschlossen werden. Für manche nachwachsende Rohstoffe, z.B. Holz und Naturtextilien, gibt es bereits Zertifizierungssysteme, auf die – möglicherweise auch nur zum Teil – zurückgegriffen werden kann. Die Notwendigkeit für Zertifizierungssysteme für nachwachsende Rohstoffe generell ist erkannt und Vorschläge wurden und werden dazu von verschiedenen Institutionen erarbeitet (z.B. UNEP, van Dam et al. 2008, BTG 2008).

Für alle energetischen Nutzungen von heimischer und importierter Biomasse, die eine Förderung in Form der Biokraftstoff-Quote, einer Steuerreduzierung (Energiesteuergesetz) oder Mindesteinspeisevergütung (EEG) erhalten wollen, muss in der EU ab Ende 2010 und in Deutschland ab Januar 2010 eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen (Stand Juni 2009). Die Zertifizierungssysteme, die in Deutschland für Bioenergie bzw. Biokraftstoffe unter Federführung des BMELV/FNR und BMU entwickelt wurden, könnten mit geringem Aufwand an die stoffliche Verwertung von Biomasse angepasst bzw. erweitert werden. Dies sollte unmittelbar geschehen. Für die Verarbeitungsstufe von Biomasse zum Endprodukt müssten jedoch ggf. neue Kriterien und Zertifizierungssysteme entwickelt werden.

Eine Übertragung des Zertifizierungssystems auf die stoffliche Nutzung fordert auch ein Antrag der Fraktionen CDU/CSU und SPD:

> „ … sich auf nationaler wie europäischer Ebene dafür einzusetzen, dass für importierte Biomasse zur stofflichen Nutzung analog zum Bereich der Biokraftstoffe Nachhaltigkeitskriterien festgelegt werden;“ (Kauder et al. 2008)

**Fazit**

Informationskampagnen für Konsumenten, für industrielle Verarbeiter, Handwerk und Handel sowie öffentliche Entscheidungsträger können den Bekanntheitsgrad für NaWaRo-Optionen bei Rohstoffen, Werkstoffen und Produkten erhöhen und damit den Absatz fördern. Sie werden von Verbänden und Experten als sehr wichtig eingestuft. Als wichtig eingestuft wurde auch eine übergreifende Marketing-Unterstützung durch die Förderung der Erhebung und Aufbereitung von Marktdaten für die verschiedenen stofflichen Branchen.

Der Wissenstransfer aus Forschung und Entwicklung in die Praxis kann über Akteursnetzwerke aus Forschung und Entwicklung und industrieller Anwendung gestärkt werden.

Es konnte keine Einigkeit darüber erzielt werden, ob ein NaWaRo-Label/-Gütesiegel für Biowerkstoffe und entsprechende Produkte auf Basis des biogenen Anteils für die Marktdurchdringung nützlich wäre oder nicht. Wenn, dann sollte ein solches Label auf freiwilliger Basis genutzt werden können und für ganz Europa (EU) einheitlich gestaltet sein.

Eine Nachhaltigkeitszertifizierung für NaWa-Rohstoffe zur stofflichen Nutzung wurde einstimmig begrüßt. Die soeben beschlossenen Nachhaltigkeitszertifizierungen für die energetische Nutzung von Biomasse (ab 2010) sollten umgehend an die stoffliche Nutzung angepasst bzw. erweitert werden.

### 6.3.7 Sonstige Instrumente/Maßnahmen

*EU: Taskforce on bio-based products – Lead Market Initiative für Europe*

Die Taskforce legt großen Wert auf eine kohärente, übergreifende und koordinierte Gesetzgebung, um bio-basierte Produkte voran zu bringen:

> „A strategic approach towards supporting the development of a lead market for bio-based products will need to be based on coherent, comprehensive and coordinated legislative actions, further streamlining and better targeting the existing ones, in particular, in the areas of agriculture, environmental, health, transport, energy and industrial policy. This coordinated approach will need to cover the full product value chain, starting from the renewable raw material up to the final bio-based end-product, taking into account and satisfying the required product capabilities for customers, ensuring sustainable growth and supporting job creation.“ (LMI 2007)

*Diskussionen im Expertenworkshop (Workshop 2008)*

Im Expertenworkshop (Workshop 2008) wurde eine insgesamt mit den politischen Zielen konsistentere NaWaRo-Politik und eine bessere Verzahnung der Programme verschiedener Ministerien in Deutschland gefordert. Für die Erarbeitung eines konsistenten, übergreifenden Konzepts zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe müssten die verschiedenen Ministerien enger zusammenarbeiten. Angeregt wurde eine dauerhafte interministerielle NaWaRo-Gruppe zur stofflichen und energetischen Nutzung inkl. Kaskadennutzung/Kreislaufwirtschaft.

> Ähnlich sieht dies der Deutsche Bauernverband (DBV): „Born mahnte jedoch, dass in der Bundesregierung alles getan werden müsse, um eine „institutionelle Verzettelung“ bei der Förderung der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu verhindern.“ (Born 2009)

*Weitere Vorschläge aus den Stellungnahmen zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*

In den Stellungnahmen fanden sich noch einige wenige Vorschläge zu weiteren Maßnahmen, die den obigen Gruppen nicht eindeutig zugeordnet werden können.

- „Überprüfung der Notwendigkeit weiterer **Unterschutzstellungen von Waldflächen**." (AGDW 2008, DFWR 2008, VDP 2008b)
- „Verbesserung der **Datenerfassung** und Dokumentation in Cluster Forst und Holz." (DFWR 2008)
- **Kaskadennutzung:** „Öffnungsklausel im EEG zur Einspeisung des biogenen Anteils von Abfällen." (VDP & VHI 2006) (siehe hierzu auch Kapitel 6.1.1)
- **Gentechnik:** „Gentechnisch veränderte Pflanzen können zukünftig zur Produktion biologisch abbaubarer Schmierstoffe beitragen. Die Forschung zielt derzeit auf die Produktion von hochwertigen Wachsestern, die ihr Einsatzgebiet als Schmierstoffe finden sollen." Im Weiteren werden konkrete Änderungswünsche in Bezug auf das Gentechnikgesetz (GenTG) gefordert, vor allem in Bezug auf „Anspruchs- und Haftungsregelungen". Zudem wird um Unterstützung in Brüssel gebeten, wenn es um die „Ausgestaltung einer Positivliste für sichere Mikroorganismen" geht, „um in den Mitgliedsstaaten im Bereich industrielle Biotechnologie unnötige Bürokratie und Kosten zu vermeiden". (BIO Deutschland 2008)

*Weitere mögliche Instrumente und Maßnahmen*

*Von der Abwrack- zur Kaskadenprämie*

Thomas Fricke, Chefökonom der Financial Times Deutschland, schreibt in der FTD vom 20.02.2009:

> „Jedoch wird die Abwrackprämie (für Pkw) nicht reichen, um die gesamte Konjunktur zu retten. Da fehlt das Volumen. Die beste Lehre aus den ersten Wochen neuer deutscher Konjunkturpolitik wäre, das Erfolgsprinzip auszuweiten und Klimaschecks zu verschicken, mit denen nicht nur klimaschonende Autos, sondern auch $CO_2$-arme Kühlschränke, Umwelttickets, Solaranlagen und so weiter gekauft werden dürften. Auch das ließe sich nach Abwrackvorbild zeitlich begrenzen, wäre über bestehende Normen schnell definier- und umsetzbar."

Andere haben im Sinne der stofflichen Nutzung schon weiter gedacht und machen konkrete Vorschläge:

> „Abwrackprämie für Holzfenster" – „Damit einhergehen sollen auch Forderungen an ein mögliches III. Konjunkturprogramm, das die Förderung von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen in einen Zusammenhang mit dem Klimaschutz stellen könnte." Neben einer „Energiesparprämie" ist für den Holzhandelsverband (GD Holz) ebenso denkbar, „eine entsprechende Forderung für den Materialeinsatz zu stellen, also z.B. Holzfenster entsprechend zu fördern." (Holz-Zentralblatt, Nr. 8 v. 20.02.2009)
>
> In einem Leserbrief in derselben Ausgabe wird über eine „Abwrackprämie für alte Möbel" diskutiert."

Ladilaus Döry, Präsident des Europäischen Holzwerkstoffverbandes (EDF), sagt zu diesem Thema (Holz-Zentralblatt, Nr. 28 v. 10.07.2009):

> „Es gibt nicht nur für die Autoindustrie und für die Stahlindustrie die Möglichkeit, staatliche Ver-

schrottungsprämien zu bezahlen. Auch für 15-jährige Küchen wäre dies denkbar, und damit könnte man unserer Industrie helfen."

Die Beispiele scheinen zunächst kaum ernst zu nehmen zu sein. Denkt man jedoch weiter und nennt die Abwrackprämie besser „Kaskadenprämie", so könnte das Ganze plötzlich Sinn ergeben. Man könnte für die Neuanschaffung von Möbeln, Fenstern etc. aus nachwachsenden Rohstoffen bei gleichzeitiger energetischer Nutzung der Altprodukte eine Kaskadenprämie erhalten. Hierdurch würde die Kaskade beschleunigt, neue nachwachsende Rohstoffe in die stoffliche Nutzung gebracht, gleichzeitig der energetischen Nutzung alte Produkte am Ende ihres Lebenszyklus zugeführt und dadurch die energetische Nutzung von frischer Biomasse verringert. Dies hätte nicht nur positive Beschäftigungseffekte, sondern auch unmittelbar positive $CO_2$-Effekte.

In den Expertenworkshops fanden diese Gedanken jedoch keine Zustimmung. Eine solche Prämie würde den Vorteilen der stofflichen Nutzung in Bezug auf lange $CO_2$-Speicherung und Ressourcenschutz entgegenlaufen, sei ökologisch und ökonomisch fraglich, und außerdem sollten NaWaRo-Produkte im Sinne der Kreislaufwirtschaft besser erneut stofflich genutzt werden.

*EU-Öko-Design-Richtlinie für die stoffliche Nutzung nutzen?*

UBA-Chef Andreas Troge diskutiert das Instrument der EU-Öko-Design-Richtlinie: „Die EU-Öko-Design-Richtlinie erlaubt jedoch, neben einer höheren Energieeffizienz auf eine höhere Materialeffizienz hinzuwirken. … Die Politik fokussiert sich zurzeit einseitig auf Klimaschutz und nutzt diese Möglichkeit nicht, bemängelt das UBA. … Ähnliche Vorteile weist die Biotechnik auf: Bakterien, Hefen oder Schimmelpilz ersetzen in Fermentern traditionelle chemische Verfahren. … Dabei wird unter Normaldruck und in etwa Raumtemperatur gearbeitet. Als Nährmedien kommen erneuerbare Rohstoffe wie Melasse oder Molke zum Einsatz. … Das UBA halt den Trend hin zu mehr nachwachsenden Rohstoffen für einen wichtigen Schritt zur Nachhaltigkeit." (Ahrens 2009)

### 6.3.8 Exkurse und Stellungnahmen

#### 6.3.8.1 Optionen der Einbeziehung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Klimaschutzinstrumente

*Sebastian Meyer, Marcus Hagemann, Katja Eisbrenner, Niklas Höhne, Sebastian Klaus, Marion Viehweg (Ecofys Germany GmbH, Köln)*

**1. Hintergrund**

In den Kapiteln 6.2 und 6.4.2 der vorliegenden Studie wird dargelegt, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe nur unzureichend in den bereits implementierten Klimaschutzinstrumenten berücksichtigt wird. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen dieses Gutachtens Optionen zur Berücksichtigung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in bereits implementierten und in der Entwicklung befindlichen Klimaschutzinstrumenten entwickelt und kritisch bewertet. Die Kurzstudie fokussiert dabei auf Emissionshandelssysteme auf Unternehmensebene.

**2. Ansatzpunkte**

Unter die bereits implementierten Klimaschutzinstrumente, die auf Unternehmensebene Anreize zur Einsparung von Treibhausgasemissionen setzen können, zählen die regionalen Emissionshandelssysteme (in Deutschland die nationale Umsetzung des europäischen Emissionshandelssystems), durch

die mit Hilfe der Instrumente Clean Development Mechanism und Joint Implementation auch Anreize zur Emissionsreduktion außerhalb der Industriestaaten geschaffen werden. Der Post-Kyoto-Prozess bietet die Möglichkeit, diese Instrumente zu überarbeiten und neue Klimaschutz-Instrumente zu implementieren. Die zunächst dargelegten Ausführungen behandeln die Optionen der Einbeziehung der Nutzung biogener Rohstoffe in das europäische Emissionshandelssystem.

## 3. Optionen im Rahmen des Europäischen Emissionshandels

### 3. 1 Grundlegende Überlegungen für den EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System)

Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe kann auf drei Ebenen zum Klimaschutz beitragen:

- Durch die Substitution der Produktion fossiler Materialen können Emissionen eingespart werden, wenn die Produktion des biogenen Produktes weniger emissionsintensiv ist als die Produktion des substituierten fossilen Produktes.
- Biogene Materialien können nach der stofflichen Nutzung als Brennstoffe eingesetzt werden und dadurch fossile Energieträger substituieren.
- Biogene Materialen speichern während ihrer Nutzungsperiode biogenen Kohlenstoff, der durch das Wachstum von Pflanzen der Atmosphäre entzogen wurde. Ob die Verweilzeit des biogenen Kohlenstoffs in Speichern außerhalb der Atmosphäre durch die stoffliche Nutzung von pflanzlichen Rohstoffen verlängert oder verkürzt wird, hängt davon ab, was ohne die stoffliche Nutzung geschehen wäre:

  – Möglichkeit 1: Fortwährende Speicherung des biogenen Kohlenstoffs in lebender Biomasse (z.B. in Bäumen)
  – Möglichkeit 2: Freisetzung des biogenen Kohlenstoffs durch das Absterben lebender Biomasse (z.B. eines Baumes) und deren Verrottung
  – Möglichkeit 3: Freisetzung des biogenen Kohlenstoffs durch die energetische Nutzung

Es ist zunächst festzustellen, dass ein Teil der Emissionen der Produktionskette fossiler wie biogener Materialien bereits in das europäische Emissionshandelssystem [EU-ETS] integriert wurde. Hierunter fallen auf der Verarbeitungsstufe die direkten Emissionen von Anlagen zur Destillation oder Raffination von Erdöl, von Anlagen der mineralverarbeitenden Industrie, von Zellstoff- und Papierwerken sowie von Anlagen zur Energieumwandlung und Energieumformung (unabhängig von der Art der verarbeiteten Rohstoffe). Dadurch werden somit schon heute Anreize dazu gesetzt, Materialien mit geringem fossilen Energieeinsatz herzustellen, da über den Emissionshandel aus dem fossilen Energieeinsatz Kosten für die resultierenden $CO_2$-Emissionen entstehen. Diese Kosten werden von den Energieversorgern auf den Energiepreis aufgeschlagen und an die Produzenten fossiler wie biogener Materialien weitergereicht. Folgende Grafik illustriert den geschilderten Sachverhalt:

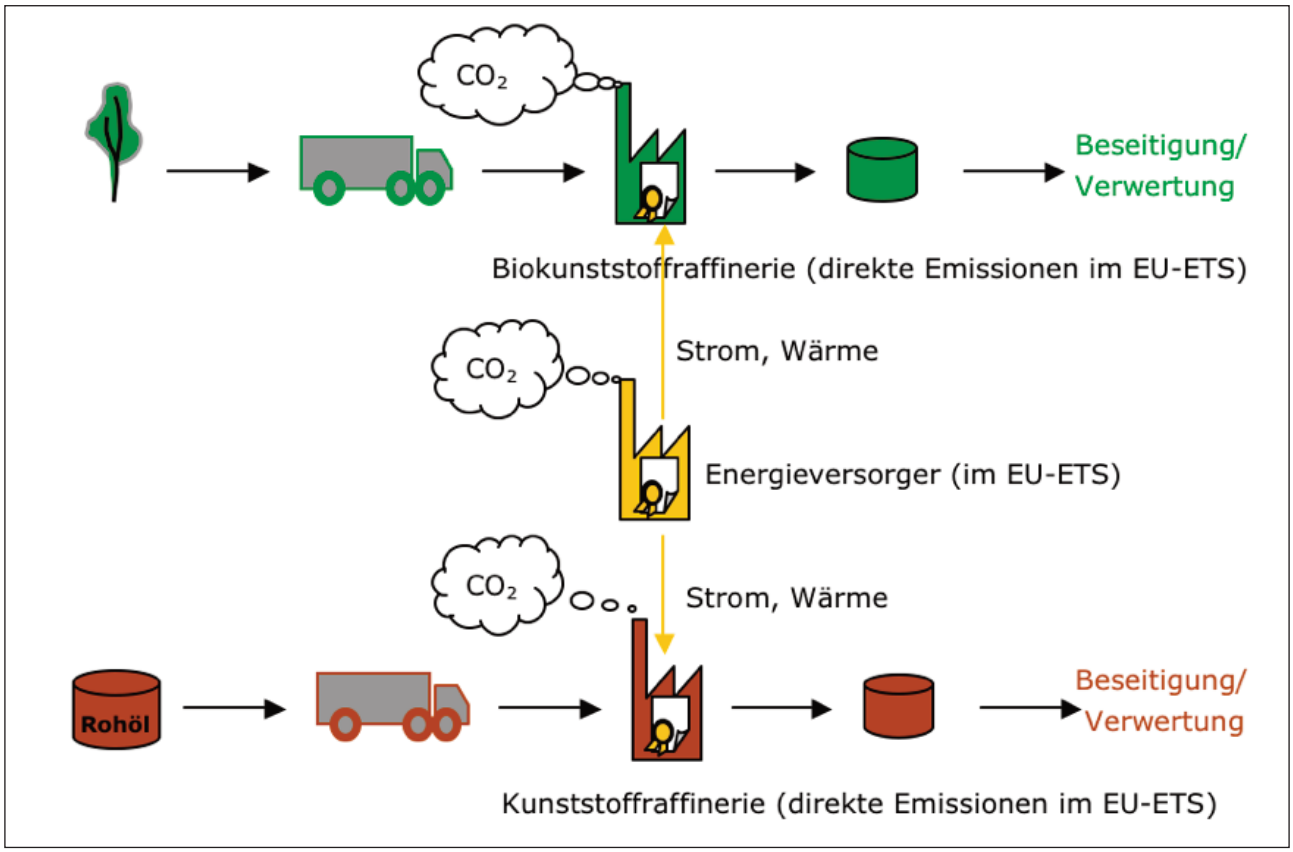



*Abbildung 96: $CO_2$-Emissionen im EU-ETS für nachwachsende und petrochemische Prozessketten*

In das EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System) sind jedoch nicht integriert:

a. die direkten Emissionen, die bei der Rohstoffgewinnung bzw. Rohstoffbereitstellung anfallen (z.B. die Emissionen der Land- und Forstwirtschaft sowie des Bergbaus )

b. die direkten Emissionen des Rohstofftransportes[6]

c. die direkten Emissionen, die bei der Zersetzung fossiler und biogener Schmierstoffe und -Öle entstehen

die direkten Emissionen, die bei der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen entstehen. Folgende Graphik illustriert den geschilderten Sachverhalt, die nicht im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System) integrierten Stufen sind rot markiert:

[6] Ab 2012 wird der Luftverkehr in das EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System) integriert.

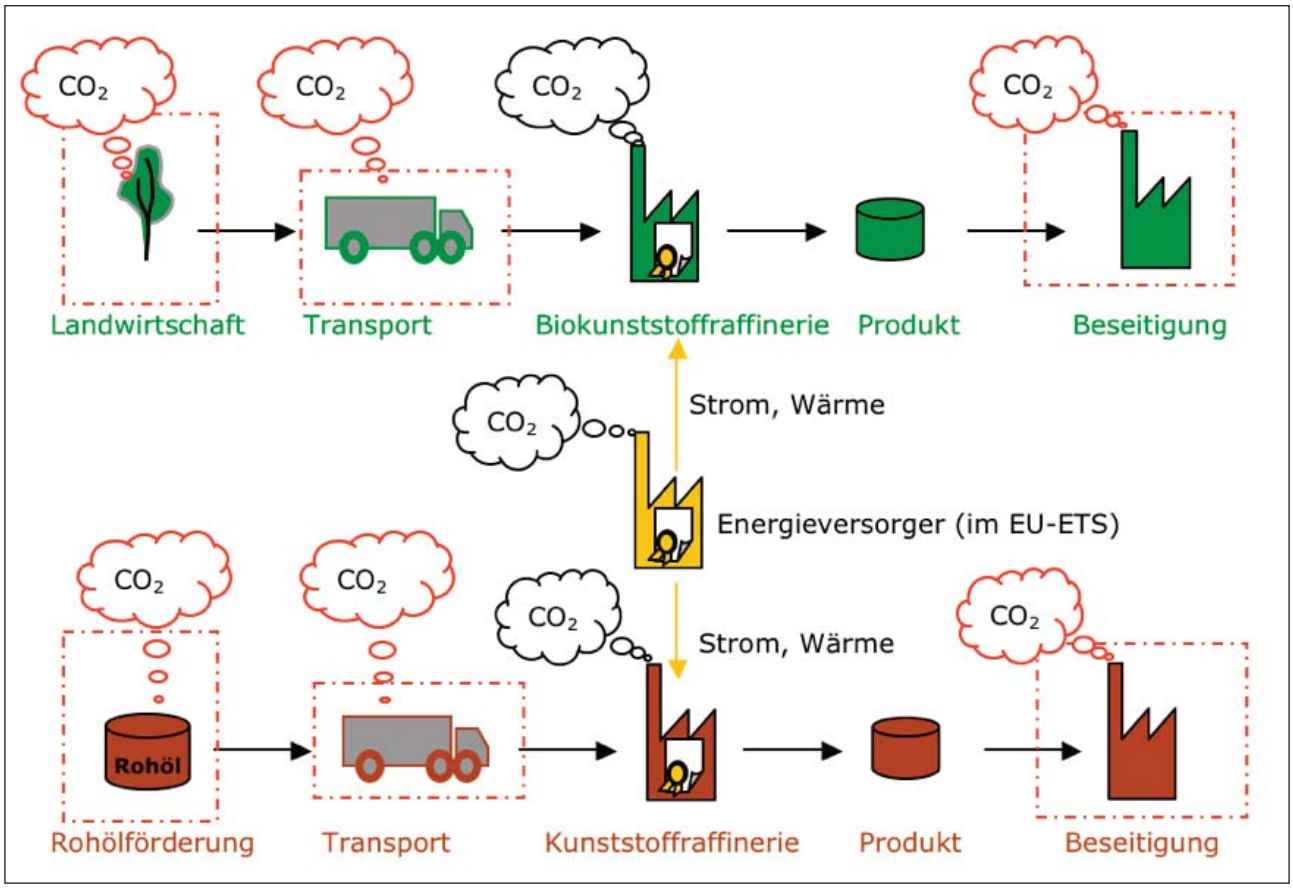



*Abbildung 97: $CO_2$-Emissionen im (schwarz) und außerhalb (rot) des EU-ETS für nachwachsende und petrochemische Prozessketten*

Eine Gleichbehandlung der Nutzung fossiler Rohstoffe und der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe über die gesamte Produktionskette bis hin zur Beseitigung/Verwertung der Rohstoffe wäre nur dann gegeben, wenn die Emissionen aller genannten Produktions- und Verwertungsstufen in den Emissionshandel integriert werden würden. Im Folgenden wird dargelegt, welche Optionen dafür auf den verschiedenen Wertschöpfungsstufen – nach der in diesem Unterkapitel dargelegten Gliederung – denkbar sind. Hierbei wird insbesondere auf die zu erwartenden Hemmnisse bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Optionen eingegangen.

### 3.2 Darlegung und Diskussion der Optionen im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System)

Zu 3.1 a.: Die Einbeziehung der direkten Emissionen aus der Rohstoffgewinnung bzw. Rohstoffbereitstellung mineralischer und biogener Rohstoffe wäre aufgrund der hohen Anzahl der Akteure auf dieser Wertschöpfungsstufe mit hohen Transaktionskosten verbunden.

Zu 3.1 b: Das in Punkt a. aufgeführte Argument tritt auch auf den Rohstofftransport zu.

Zu 3.1 c: Gleiches gilt für die Einbeziehung der Emissionen aus der Zersetzung fossiler und biogener Schmierstoffe und -Öle. Hinzu kommt, das auf dieser Ebene eine Vielzahl privater Akteure in den Emissionshandel einbezogen werden müsste und die resultierenden Emissionen aus diesem Bereich vergleichsweise gering sind.

Zu 3.1 d: Da die direkten Emissionen aus der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen im Emissionshandel nicht berücksichtigt werden, gibt es keinen Anreiz, nachwachsende Rohstoffe mit „grünem Kohlenstoff“ in den Stoffkreislauf einzubringen. Dies stellt insbesondere für die stoffliche Nutzung von Biomasse ein Problem dar, die – im Gegensatz zur energetischen Nutzung von Rohstoffen – nicht durch andere politische Instrumente (wie z.B.: EEG) gefördert wird. Bei einer Einbeziehung der Emissionen aus Müllverbrennungsanlagen in den Emissionshandel würde sich jedoch weiterhin die Frage stellen, ob der Anreiz zur Produktion von biogenen Materialen von den Abfallentsorgern an die Produzenten der biogenen Materialen weitergegeben werden könnte. Die Verwertungsstufe wurde unter anderem deswegen bisher nicht in den Emissionshandel einbezogen, da die Betreiber von Müllverbrennungsanlagen wenig Möglichkeiten haben, ihre Emissionen aktiv zu reduzieren: Sie sind zur thermischen Beseitigung aller angelieferten Abfälle gesetzlich verpflichtet.

Eine weitere Option zur Berücksichtigung der Emissionen aus der Beseitigung von biogenen und fossilen Kunststoffen bestünde darin, bereits die Kunststoffproduktion der Verarbeitungsstufe in den Emissionshandel einzubeziehen:

Die Kunststoffproduzenten könnten dazu verpflichtet werden, Emissionszertifikate in Höhe der Emissionen vorzuweisen, die durch die thermische Beseitigung und den Abbau ihrer Produkte zu erwarten ist. Alternativ könnten den Produzenten von biogenen Kunststoffen Zertifikate für die zu erwartenden Emissionsminderungen bei der Abfallbeseitigung auf Basis eines Benchmark-Vergleichs mit den Emissionen der Verwertung fossiler Kunstoffe zugeteilt werden.

Beide Vorschläge würden jedoch deutlich von der bisherigen Systematik des Emissionshandelssystems abweichen, das auf allen Stufen nur die direkten Emissionen der erfassten Emissionsquellen berücksichtigt. Im Falle einer zusätzlichen Zuteilung von Emissionszertifikaten an die Hersteller von biogenen Kunststoffen müssten die anderen Emissionshandelsteilnehmer entsprechend höhere Einsparungen erzielen. Die zu verpflichtenden Kunstoffproduzenten könnten gegen eine Einbeziehung in den Emissionshandel anführen, dass Teile ihrer Kunststoffproduktion deponiert, ins nicht-europäische Ausland verbracht oder bereits bei den Emissionen von Feuerungsanlagen im Emissionshandel (z.B. im Rahmen der Beifeuerung in Zementwerken) berücksichtigt werden.

### 3.3 Fazit zur Diskussion der Optionen im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System)

Die fehlende Berücksichtigung der direkten Emissionen, insbesondere der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen im gegenwärtigen EU-Emissionshandelssystem, gibt keinen Anreiz zur Verdrängung des fossilen Kohlenstoffs durch biogenen Kohlenstoff im Bereich der stofflichen Nutzung.

Die Einbeziehung der Emissionen aus der Gewinnung, bzw. dem Anbau sowie dem Transport von Rohstoffen und der Zersetzung von Schmierölen und Schmierstoffen, wäre mit hohen Transaktionskosten verbunden und hätte voraussichtlich nur einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Verhältnis der Produktionsmengen biogener und fossiler Materialien. Die Einbeziehung der thermischen Beseitigung von fossilen und biogenen Abfällen in den Emissionshandel ist voraussichtlich politisch schwer durchzusetzen und hätte zudem mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die gewünschte Lenkungswirkung auf die Rohstoffverarbeitung. Eine Einbeziehung der – aus der Einbringung biogenen Kohlenstoffs in den Stoffkreislauf – resultierenden Emissionsminderungen auf der Ebene der Rohstoffverarbeiter wäre wünschenswert und würde zu einem direkten Anreiz zur verstärkten stofflichen Nutzung von Biomasse führen. Dieser Ansatz ist jedoch mit der bisherigen Systematik des Emissionshandelssystem nur begrenzt kompatibel und vorraussichtlich ebenfalls politisch schwer durchzusetzen.

Es bleibt zu prüfen, ob andere politische Instrumente (z.B. die Besteuerung des Einsatzes fossiler Rohstoffe, Steuerreduktionen für die Verarbeitung biogener Rohstoffe oder direkte Flächenprämien) besser geeignet sind, um einen verstärkten Einsatz von Biomasse im Bereich der stofflichen Nutzung in Deutschland und Europa zu erzielen.

**4. Optionen im Bereich CDM (Clean Development Mechanism), JI (Joint Implementation) sowie im Post-Kyoto Prozess**

Wie im EU-ETS (EU Greenhouse Gas Emission Trading System) werden in CDM- und in JI-Projekten nur direkte Emissionseinsparungen berücksichtigt. Somit kann die Einbringung biogenen Kohlenstoffs in den Stoffkreislauf nur auf der Ebene der Abfallverwertung und der Abfallbeseitigung honoriert werden. Da die Abfallverwerter wiederum nur einen geringen Einfluss auf die Rohstoffherstellung haben, stellt sich hier die Frage, ob die Projektentwickler plausibel darstellen können, dass ein erhöhter Anteil an nachwachsenden Rohstoffen in der Abfallverwertung (im Vergleich zur Baseline) auf die Projektaktivitäten zurückgeführt werden kann. Zudem müsste der Projektentwickler mit einem aufwändigen Monitoringsystem nachweisen, welcher Anteil biogener Abfälle in seiner Verwertungsanlage verbrannt wird. Es ist weiterhin anzumerken, dass der Projektentwickler die indirekten Emissionen aus Rohstoffgewinnung, Rohstofftransport und Rohstoffverarbeitung der biogenen und fossilen Materialien in die Berechung der Emissionsreduktionen mit einbeziehen müsste.

Im Post-Kyoto-Prozess werden in erster Linie die Emissionsminderungsziele der einzelnen Staaten verhandelt. Die konkrete Umsetzung von Emissionsminderungsinstrumenten bleibt in der Regel den einzelnen Staaten überlassen. Falls im Rahmen des Post-Kyoto-Prozesses jedoch „Sectoral Crediting Mechanisms“[7] in Non-Annex I Staaten eingeführt und dort in den Sektoren Abfallwirtschaft und Energiebereitstellung implementiert werden würden, wäre in diesen Ländern ein Anreiz zur stofflichen Nutzung von Biomasse gegeben: Die thermische Verwertung und die thermische Beseitigung von biogenen Rohstoffen würde die Emissionen der Sektoren Abfallwirtschaft bzw. Energiebereitstellung in diesen Ländern reduzieren und – im Falle einer Emissionsreduktion unter die vereinbarten sektoralen Ziele – zu einer nationalen Zuteilung von Emissionszertifikaten führen.

**5. Anmerkungen zur Speicherwirkung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe**

In den Kapiteln 4.2.3, 6.1, 6.2, 6.4.2 und 6.3.8.2 der vorliegenden Studie wird die $CO_2$-Speicherung in Produkten auf biogener Basis thematisiert. Experten und Verbände fordern in diesem Zusammenhang, die Senkenleistung von Produkten zu honorieren. Hierbei sind – unabhängig von der möglichen positiven Treibhausgaseffekten der Substution fossiler Materialien durch biogene Materialien – folgende Überlegungen zu berücksichtigen:

Wie bereits dargelegt, kann die stoffliche Nutzung von Biomasse die Verweildauer von Kohlenstoff in Speichern ausserhalb der Atmosphäre verlängern, wenn die eingesetzte pflanzliche Biomasse andernfalls abgestorben und in einem kürzeren Zeitraum durch natürliche Verrottungsprozesse wieder in die Atmosphäre gelangt wäre.

Im Falle der direkten energetischen Nutzung von Biomasse wird sofort fossiler Kohlenstoff im Energiesystem ersetzt. Wenn die biogenen Ressourcen zunächst stofflich genutzt werden, speichern sie zwar während ihrer Produktlebensdauer weiter Kohlenstoff, stehen im gleichen Zeitraum jedoch nicht für die Verdrängung des Einsatzes fossiler Rohstoffe zur Verfügung. Wenn die biogenen Materialien nach Ende ihrer Lebensdauer verbrannt werden und damit fossile Rohstoffe ersetzen, ist gleichzeitig die $CO_2$-Speicherwirkung der Materialien wieder aufgehoben. In der Bilanz sind also für jeden Zeit-

[7] Mechanismus für Emissionsreduktionen auf Basis freiwilliger sektorbezogener Ziele

punkt des Betrachtungszeitraums **im direkten Vergleich** der energetischen und der stofflichen Nutzung immer die gleichen Netto-Emissionen zu verzeichnen. Zur Illustration dieses Sachverhaltes mag folgendes Beispiel dienen:

| | | Alternative 1: | Alternative 2: |
|---|---|---|---|
| **1.** | **Wachstumsphase des Forstes** | **Stoffliche Nutzung** | **Energetische Nutzung** |
| 1950 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| bis 2010 | Emissionswirkung durch die Speicherung biogenen Kohlenstoffs | -100 Tonnen $CO_2$ | -100 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **-100 Tonnen $CO_2$** | **-100 Tonnen $CO_2$** |
| **2.** | **Holzernte sowie stoffliche bzw. energetische Nutzung** | | |
| 2010 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | -100 Tonnen $CO_2$ |
| | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 0 Tonnen $CO_2$ | 100 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **0 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |
| **3.** | **Stoffliche Nutzungsdauer** | | |
| 2010 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| bis 2050 | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **0 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |
| **4.** | **Energetische Nutzung der Abfälle aus der stofflichen Nutzung** | | |
| 2100 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | -100 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 100 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **0 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |

*Tabelle 63: $CO_2$-Bilanzierung entlang der Prozesskette*

**Phase 1** ist für die stoffliche Nutzung und die energetische Nutzung identisch: Das Wachstum der Bäume auf forstwirtschaftlichen Flächen entzieht der Atmosphäre Kohlenstoff und speichert diesen in den Bäumen. In diesen Beispiel wurde angenommen, dass bis zur Ernte der Bäume 100 Tonnen $CO_2$ im Forst gespeichert werden. In **Phase 2** findet die Holzernte und – im Falle der energetischen Nutzung – die sofortige Verbrennung des Holzes statt. Dadurch wird der zuvor gespeicherte biogene Kohlenstoff wieder frei. Gleichzeitig können durch den Einsatz des Holzes als Brennstoff fossile Brennstoffe – z.B. Kohle – verdrängt werden. Somit werden im gewählten Beispiel 100 Tonnen $CO_2$ eingespart. Im Falle der stofflichen Nutzung bleibt der biogene Kohlenstoff weiterhin (diesmal in den Holzprodukten) gespeichert. Dieser Zustand setzt sich in **Phase 3** (während der Nutzungsdauer der Holzprodukte fort). In **Phase 4** werden die Holzprodukte nach Ablaufen ihrer Nutzungsdauer energetisch genutzt. Dadurch werden einerseits 100 Tonnen biogenes $CO_2$ freigesetzt, andererseits können nun 100 Tonnen $CO_2$ durch die Substitution des Einsatzes fossiler Energieträger eingespart werden.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass sich **durch den Speichereffekt allein im direkten Vergleich** der energetischen und der stofflichen Nutzung kein Vorteil bezüglich der Klimawirkung einer der beiden Optionen ergibt: Der längeren Zwischenspeicherung des biogenen Kohlenstoffes bei der stofflichen Nutzung steht die längere Wartezeit bis zur Verdrängung fossiler Energieträger entgegen.

Die stoffliche Nutzung von Biomasse kann der energetischen Nutzung von Biomasse jedoch durchaus **unter Berücksichtigung aller** klimarelevanten Effekte überlegen sein, und zwar immer dann, wenn biogene stoffliche Produkte fossile stoffliche Produkte mit einer schlechteren Treibhausgasbi-

lanz (bei einer Bilanzierung von der Produktion bis zur Entsorgung) ersetzen und dadurch mehr Emissionen eingespart werden als bei der energetischen Nutzung der biogenen Rohstoffe. Die folgende Tabelle illustriert diesen Sachverhalt:

| | | Alternative 1: | Alternative 2: |
|---|---|---|---|
| **1.** | **Wachstumsphase des Forstes** | **Stoffliche Nutzung** | **Energetische Nutzung** |
| 1950 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| bis 2010 | Emissionswirkung durch die Speicherung biogenen Kohlenstoffs | -100 Tonnen $CO_2$ | -100 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **-100 Tonnen $CO_2$** | **-100 Tonnen $CO_2$** |
| **2.** | **Holzernte sowie stoffliche bzw. energetische Nutzung** | | |
| 2010 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | -100 Tonnen $CO_2$ |
| | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 0 Tonnen $CO_2$ | 100 Tonnen $CO_2$ |
| | Emissionswirkung durch die Substitution fossiler Materialien | -100 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **-100 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |
| **3.** | **Stoffliche Nutzungsdauer** | | |
| 2010 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| bis 2050 | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 0 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **0 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |
| **4.** | **Energetische Nutzung der Abfälle aus der stofflichen Nutzung** | | |
| 2100 | Emissionsreduktionen durch die Verdrängung fossiler Energieträger | -100 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | Emissionswirkung durch die Freisetzung biogenen Kohlenstoffs | 100 Tonnen $CO_2$ | 0 Tonnen $CO_2$ |
| | **Kumulierte Emissionswirkung** | **0 Tonnen $CO_2$** | **0 Tonnen $CO_2$** |

*Tabelle 64: $CO_2$-Bilanzierung entlang der Prozesskette mit $CO_2$-Vermeidung durch Substitution fossiler Materialien*

Im Unterschied zur Tabelle 63 wurde in der Tabelle 64 auch die Emissionswirkung der Substitution fossiler Materialien durch biogene Materialien – dargestellt in rot – berücksichtigt. Es wurde in der Tabelle 63 angenommen, dass für die Produktion biogener Materialien auf Basis des verwendeten Holzes 100 Tonnen weniger $CO_2$ emittiert werden, als bei die Produktion der substitutierten Materialien auf Basis fossiler Rohstoffe entstanden wären. Aufgrund dieses Substitutionseffektes ist somit die stoffliche Nutzung der Biomasse der energetischen Nutzung unter dem Aspekt des Klimaschutzes im dargestellten Beispiel insgesamt überlegen.

### 6.3.8.2 Emissionsreduktion im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzregimes durch verstärkte stoffliche Nutzung?

Bei vielen stofflichen Nutzungen wird $CO_2$ in der Wachstumsphase aus der Atmosphäre entnommen, für die Dauer der Nutzungsphase gespeichert und dann erst verzögert wieder freigesetzt. Könnten hiermit nachwachsende Rohstoffe und Produkte aus denselbigen in die „Erreichung der nationalen Ziele zur Emissionsreduktion im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzregimes nach 2012 (post-Kyoto-Protokoll)“ mit einbezogen werden?

Speziell für Holz wird diese Fragestellung für das BMELV intensiv von Prof. Dr. Arno Frühwald, Leiter des Instituts für Holztechnologie und Holzbiologie und seinem Mitarbeiter Sebastian Rüter untersucht.

Um den aktuellen Stand dieser Arbeiten kennen zu lernen, empfahl uns Rüter 2008 die Internetseiten von www.holzundklima.de sowie die Publikation Rüter & Dieter 2008. Der folgende Text ist in leicht gekürzter Form aus diesen Quellen entnommen:

> „Holzprodukte haben positive Auswirkungen auf den Kohlenstoffkreislauf, da sie sowohl Produkte substituieren, deren Herstellung mehr $CO_2$-Emissionen verursacht, als auch an ihrem Lebensende energetisch genutzt werden können und somit fossile Brennstoffe ersetzen. Zahlreiche ökobilanzielle Vergleiche zeigen, dass Produkte bzw. Bauteile mit hohem Holzanteil im Vergleich mit nicht holzbasierten Produkten klimatisch wesentlich geringere Auswirkungen haben; besonders wenn sie am Ende ihres Lebenszyklus energetisch genutzt werden. Allerdings ist es nur sehr schwer möglich, den Ef-fekt der materiellen Substitution auf nationaler Ebene zu quantifizieren, da Produkte oder Systeme, wie z.B. Bauteile, immer nur im Einzelfall unter Berücksichtigung der gleichen funktionellen Eigenschaften miteinander verglichen werden können.
>
> Holzprodukte wirken als Kohlenstoffspeicher, indem sie die Bindung des Kohlenstoffs, welchen die Bäume der Atmosphäre während ihrer Wachstumsphase in Form von $CO_2$ entnommen haben, um ihre jeweilige Nutzungsdauer verlängern. Nach Artikel 1 der im Jahr 1992 verabschiedeten Klimarahmenkonvention (UNFCCC) bedeutet „Speicher“ ein Bestandteil oder mehrere des Klimasystems, in denen ein Treibhausgas oder eine Vorläufersubstanz eines Treibhausgases zurückgehalten wird. Holzprodukte stellen keine $CO_2$-Senke an sich dar, sondern sind ein solcher Speicher, in den der Kohlenstoff aus der Photosynthese übertragen wird. Der Speichereffekt verlängert also den natürlichen Kohlenstoffkreislauf. Relevant für das Klima ist jedoch nicht alleine die Existenz dieser Speicher, sondern deren Veränderung. Neben dem Hinausschieben der Kohlenstofffreisetzung hat somit besonders eine steigende Verwendung von Holz einen positiven Effekt auf das Klima.
>
> Die Grundvoraussetzung für die positive Wirkung der Holznutzung weltweit ist allerdings eine nachhaltige Forstwirtschaft im Sinne der Erhaltung der Kohlenstoffvorräte im Wald. Dies erscheint umso dringlicher, als ca. 20 Prozent der globalen $CO_2$-Emissionen aus Landnutzungsänderungen stammen, wovon der größte Teil mit Entwaldung einhergeht. Besonders Naturwälder unterliegen weltweit einem wachsenden Druck, der sich nicht nur schädlich auf das Klima auswirkt. Neben dem steigenden Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche für die Nahrungsmittelproduktion und die Produktion von Biomasse für die Gewinnung von Biotreibstoffen (Ölpalmen, Soja, etc.) spielt auch die Nachfrage nach Holz eine große Rolle. Entscheidend ist also die Herkunft der Produkte, die nur dann als klimafreundlich zu bezeichnen sind, wenn sie aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen. Dabei sind auch Aspekte der Biodiversität zu berücksichtigen.
>
> Die zweite Bundeswaldinventur aus dem Jahr 2002 hat gezeigt, dass die Waldfläche in Deutschland mit rund 11,1 Mio. Hektar, also knapp einem Drittel Deutschlands, ebenso wie die Holzvorräte trotz aller Inanspruchnahme durch Siedlungen, Industrie und Verkehr sogar weiter zugenommen haben. Somit haben gerade Holzprodukte aus heimischen Wäldern eine positive Klimawirkung, welche durch den Substitutions- und Speichereffekt zum Tragen kommen.
>
> Ende letzten Jahres hat Deutschland beschlossen, die Waldbewirtschaftung nach Art. 3.4 des Kyoto-Protokolls zur Anrechnung der Emissionsreduktionsziele einzubeziehen. Die Höhe der Veränderung des Kohlenstoffspeichers im Wald geht somit in die Berechnung ein. Dies bedeutet gesamtstaatlich einen Anreiz, den bestehenden Holzvorrat bzw. Kohlenstoffspeicher im Wald zu erhalten und weiter zu erhöhen. Anderenfalls wären die Kohlenstoffverluste durch Vorratsabbau durch Emissionseinsparung in anderen Sektoren zu erbringen. Allerdings ist die Senkenwirkung von Wäldern nicht unerschöpflich. So zeigen Untersuchungen, dass selbst nach einer anfänglichen Zunahme der Kohlenstoffspeicherung im Wald durch Erhöhung des Holzvorrates die Netto-Aufnahme von Kohlenstoff langfristig abnimmt. Dies ergibt sich im Wesentlichen aus der Überalterung der Bestände, verbunden mit höherer Gefährdung durch extreme Wetterereignisse (Stürme, Trockenheit) oder andere Kalamitäten (Feuer, Borkenkäfer).

Die derzeit auf den Wald beschränkte Anrechenbarkeit von Kohlenstoffspeicherung ist also auch aus klimapolitischer Sicht eine Sackgasse. Ein Ausweg wäre die Einbeziehung der Holzprodukte. Damit ließe sich der Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz maximieren: einerseits hohe Holzzuwächse und damit hohe $CO_2$-Entnahme aus der Atmosphäre, und andererseits Erhöhung der Produktspeicher und verzögerte Freisetzung nach Ablauf der Nutzungsdauern der Produkte. Werden zudem bei dieser Freisetzung fossile Energieträger ersetzt, erhöht sich der Klima schonende Effekt der Nutzung von Holzprodukten um ein Wesentliches.

Während der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls von 2008 bis 2012 wird bei der Berechnung der nationalen $CO_2$-Emissionen der Einfachheit halber angenommen, dass aller Kohlenstoff, der in Form von Holz oder anderer Biomasse aus Wäldern entnommen wird, auch im Jahr der Entnahme wieder in die Atmosphäre gelangt. Holzprodukte werden also nicht berücksichtigt. Damit wird unterstellt, dass der Kohlenstoffspeicher in Holzprodukten in den betrachteten Ländern nicht anwächst. Schätzungen in zahlreichen Studien gehen jedoch von einer weltweiten Zunahme des jährlichen Kohlenstoff-Pools zwischen 29 und 139 Mio. t C aus.

Vor diesem Hintergrund wird über eine mögliche Einbeziehung von Holz und Holzprodukten zur Erreichung der nationalen Ziele zur Emissionsreduktion im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzregimes nach 2012 (post-Kyoto-Protokoll) zu entscheiden sein, weshalb das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) das Johann Heinrich von Thünen Institut (vTI) mit der Durchführung einer Studie zu diesem Thema beauftragt hat. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen der Erarbeitung einer nationalen Verhandlungsposition im politischen Prozess dienen.

Die Richtlinien zur „guten Praxis“ der Landnutzung (LULUCF Good Practice Guidance) aus dem Jahr 2003 enthalten bereits verschiedene Ansätze zur Berechnung des nationalen Beitrags von Holzprodukten. Die Unterschiede der zur Diskussion stehenden Ansätze zur Berechnung des nationalen Kohlenstoffspeichers liegen vor allem in der Zuordnung (Allokation) des Beitrages von Holz zur Kohlenstoffspeicherung zwischen Produzenten- und Verbraucherländern begründet, d.h. welches Land erhält die Gutschriften für die Kohlenstoffspeicherung und welches die Belastungen für die spätere Freisetzung (Produzent oder Verbraucher). Allerdings sind in ihnen die Allokationsfragen mit methodischen Fragen vermischt, was eine Interpretation ihrer Ergebnisse teilweise erschwert. Während der stock change approach und der production approach die Veränderung der $CO_2$ Emissionen anhand der Veränderung bestimmter Speicher von Kohlenstoff abschätzen, bezieht der atmospheric flow approach hierfür alle Kohlenstoff-Flüsse mit ein, die entlang der Forst- und Holzkette im Wald und im Laufe des Lebenszyklus der Produkte in einem Land entstehen.

Die gesamte Speicherwirkung hängt im Wesentlichen von der Lebensdauer der jeweiligen Produkte und diese wiederum von den einzelnen Verwendungsbereichen ab. Daher muss damit begonnen werden, existierende Holzmarktanalysen auszuwerten und die Daten für die Verwendung in dem Kohlenstoffspeichermodell aufzubereiten.

Anschließend müssen die berechneten Mengen der Produkte in den einzelnen Verwendungsbereichen den durchschnittlichen Lebensdauern zugeordnet, die für diese Marktsegmente bekannt sind.

Um eine Übersicht über die Höhe des jährlich in Holzprodukten in Deutschland festgelegten Kohlenstoffs zu erhalten, wurden bei der Studie des vTI mithilfe des IPCC Modells (Qualitätsstufe 1) erste Berechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse basieren auf dem stock change approach und berücksichtigen den Verbrauch von Schnittholz und Schwellen, Holzwerkstoffen und Papier und Pappe in Deutschland. Dazu wurde von einer mittleren Lebensdauer von drei Jahren für Papier und 30 Jahren für die beiden anderen Produktgruppen ausgegangen (Defaultwerte). Nach diesen Eingangsparametern betrug die Erhöhung des Kohlenstoffspeichers 5,5 Mio. t im Jahr 2005; das entspricht einer Emission in Höhe von 20,2 Mio. t $CO_2$, die durch die Nutzung der genannten Holzprodukte vermieden werden konnte.“

*Übertragbarkeit auf andere nachwachsende Rohstoffe*
Rüter 2008 steht einer Übertragung dieses Konzepts auf andere nachwachsende Rohstoffe skeptisch gegenüber, da hierzu die Datenbasis fehle und die Effekte im Vergleich zu Holz eher marginal wären. In der Diskussion mit Michael Carus ergaben sich folgende Aspekte der Problematik:

- Das ganze Verfahren ist sehr kompliziert und wird gerade erstmalig für die Waldbewirtschaftung, Holz und Holzprodukte entwickelt und muss sich dann noch in der Praxis bewähren. Dann erst sollten andere nachwachsende Rohstoffe einbezogen werden.
- Von den Mengen her dominiert Holz den Bereich der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Die Effekte durch andere nachwachsende Rohstoffe wären damit deutlich geringer und evtl. sogar in erster Näherung vernachlässigbar.
- Die Datenlage ist bereits bei Holz und Holzprodukten (inkl. ihrer Lebensdauern) schwierig, bei anderen nachwachsenden Rohstoffen aber noch erheblich schlechter und lückenhaft. Dies ist umso problematischer, als hier nur Differenzen zählen, d.h. nur eine Zunahme des C-Speichers in Form von mehr NaWaRo-Produkten zum Tragen käme. Bei unsicherer Datenlage dürfte dies kaum sinnvoll zu bestimmen sein.
- Die Erhebung wird bei Holzprodukten auf wenige großvolumige Leitprodukte beschränkt. Die Nutzung anderer nachwachsender Rohstoffe zerfällt aber in hunderte verschiedene Produktlinien mit unterschiedlichen Nutzungsdauern und zudem unterschiedlichen Öko-Bilanzen, die an sich für jede der mehreren hundert Produktlinien mit ihren Substitutionspaaren vorliegen müssten. In der Realität liegen nur für eine kleine Zahl von Produktlinien belastbare Ökobilanzen vor.
- Die Effekte durch andere nachwachsende Rohstoffe als Holz sind aber auch aus weiteren Gründen klein:
- Die Pflanzen selber sind meist einjährig und daher kein dem Wald entsprechender, unter Umständen jährlich wachsender C-Speicher.
- Die Produkte sind zum Teil deutlich kurzlebiger als Holzprodukte, wie z.B. Verpackungen, Tenside oder Schmiermittel.
- Die Ökobilanzen fallen nicht immer so positiv aus wie bei Holzprodukten und ihren Substituten.
- Am ehesten könnte man NaWaRo-Produkte mit einer ähnlichen Funktionalität und Lebensdauer wie Holzprodukte einbeziehen, so z.B. die Biowerkstoffe wie WPC, NFK oder Biokunststoffe. Deren Produktionsmengen sind allerdings im Vergleich zu den Holz-Leitprodukten derzeit noch marginal.

*Empfehlung*
Vor diesem Hintergrund sollte man tatsächlich zunächst die Umsetzung des Systems für Wald, Holz und Holzprodukte realisieren und in der Praxis testen. Für die anderen nachwachsenden Rohstoffe sollte zunächst die Datenbasis in Bezug auf Mengen, Lebensdauer und Ökobilanzen verbessert werden. Dann sollten die quantitativ relevantesten Produktlinien identifiziert werden, um sie dann schließlich, bei positiver Bewertung des Systems für Holzprodukte, in ein erweitertes System zu integrieren.

Grundsätzlich ist aber, von allen Schwierigkeiten abgesehen, richtig, nachwachsende Rohstoffe und deren Produkte in die Erreichung der nationalen Ziele zur Emissionsreduktion im Rahmen eines zukünftigen Klimaschutzregimes mit einzubeziehen.

### 6.3.8.3 Steuerpolitische Instrumente

*Autor: Dr. Michael Thöne (Finanzwirtschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln)*

*Die Sonderrolle von Steuern im Spektrum der förderpolitischen Instrumente*

Im Spektrum betrachteter Instrumente zur erwogenen Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe steht neben ordnungspolitischen Instrumenten, direkten Subventionen, FuE-Förderungen, Selbstverpflichtungen sowie kommunikativen Interventionen auch die Steuerpolitik auf dem Prüfstand. Sie passt sehr gut in dieses Spektrum, weil Steuern wie kaum ein zweites interventionspolitisches Instrument alle wirtschaftlichen Aktivitäten und konsumtiven Entscheidungen von Bürgern wie auch von Unternehmen *einhegen*. In einer modernen, integrierten Volkswirtschaft wie der deutschen gibt es nahezu keine (legalen) ökonomischen Prozesse, die nicht von einer oder mehreren Steuern insofern betroffen sind, als Preise von Gütern und Kosten von Aktivitäten steuerlich verändert werden. Diese Allgegenwart der Besteuerung in wirtschaftlichen Entscheidungen macht Steuern und Abgaben beinahe naturgemäß zu attraktiven Kandidaten, wenn es darum geht, bestimmte Aktivitäten durch preisliche Anreize in besonderer Weise zu sanktionieren. Steuern können gleichermaßen positiv wie negativ sanktionieren – beide Seiten der Lenkungsbesteuerung sind in der Frage nach der optimalen Instrumentierung einer etwaigen Förderung der stofflichen Nutzung von NaWa-Rohstoffen relevant.

Innerhalb des Spektrums möglicher Förderinstrumente nehmen Steuern gleichwohl eine Sonderstellung ein: Steuern können niemals eindimensional sein. Dies kann im Vergleich zu anderen Förderinstrumenten leicht zum Wettbewerbsnachteil werden. Denn gut gestaltete und in ihrem Mitteleinsatz effiziente wirtschaftspolitische Instrumente sind vor allem eines, sie sind *einfach*. Optimale Instrumente entsprechen der berühmten Tinbergen-Regel: In der Wirtschaftspolitik müssen so viele Instrumente verfügbar sein, wie Ziele angestrebt werden.[8] Konkret sollte idealiter für jedes Ziel ein eigenes Instrument genutzt werden. Die bewährte Klugheitsregel spricht klar gegen die auf den ersten Blick attraktive Idee, mehrere Fliegen mit einer Klappe – *einem* wirtschafts-, umwelt- oder gesellschaftspolitischen Instrument – schlagen zu wollen. Ordnungspolitische Eingriffe, Selbstverpflichtungen, direkte finanzielle Hilfen – sie alle können im Zweifelsfall nach der Tinbergen-Regel klar eindimensional gestaltet werden und einen präzise dosierten Eingriff genau dort bieten, wo er gebraucht wird. Steuerliche Förderinstrumente dagegen sind ihrer Natur nach nicht eindimensional. Neben den beabsichtigten Lenkungszweck tritt immer der Fiskalzweck der Steuer. In der Abgabenordnung heißt es: „Steuern sind Geldleistungen, die nicht eine Gegenleistung für eine besondere Leistung darstellen und von einem öffentlich-rechtlichen Gemeinwesen zur Erzielung von Einnahmen allen auferlegt werden, bei denen der Tatbestand zutrifft, an den das Gesetz die Leistungspflicht knüpft; die Erzielung von Einnahmen kann Nebenzweck sein“ (§ 3 Abs. 1, S. 1 AO). Damit ist das Regel-Ausnahme-Verhältnis formuliert: Steuern sollen in der Regel vor allem anderen Einnahmen erzielen. Lenkende Absichten haben hier in der Regel hintan zu stehen. Auf jeden Fall müssen sie in Konkurrenz zum Fiskalzweck und dem diesem zugrunde liegenden Leistungsfähigkeitsprinzip treten. Hinzu können noch weitere mitkonkurrierende Ziele kommen; nicht zuletzt sind Steuern wichtige Werkzeuge verteilungspolitischer Eingriffe.

Dieser grundlegende Vorbehalt verhindert nicht, dass steuerliche Instrumente für bestimmte Förderzwecke in der Praxis allen instrumentellen Alternativen überlegen sein können. Die Kautel verlangt

[8] Vgl. Tinbergen 1966.

allerdings gesteigerte Vorsicht in der Analyse erwogener abgabenpolitischer Interventionen. Insbesondere verbietet es sich, „Abkürzungen" zu nehmen und vom Förderzweck kommend unmittelbar die technisch vorstellbaren Eingriffe in das Steuerrecht allein hinsichtlich ihrer Eignung zur Erreichung einer Verbesserung der stofflichen Nutzung von NaWaRo zu betrachten. Es ist wohl oder übel notwendig, die jeweils betroffenen Steuern in ihrem abgabenpolitischen Kontext zu betrachten.

*Nachhaltigkeitspolitischer Kontext der Steuerdiskussion*
Eine solche Kontextsensibilität ist gerade bei der Frage nach den Rahmenbedingungen für eine erwogene Förderung der stofflichen Nutzung von besonderer Bedeutung. Neben den sonstigen, mitunter konkurrierenden Zwecken der betroffenen Steuern ist hier auch der konkrete nachhaltigkeitspolitische Kontext zentral. Anlass für die vorliegende Untersuchung ist ein zweifacher Wettbewerbsnachteil der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Der Wettbewerbsnachteil besteht dabei eigentlich nicht am Markt, sondern er ist Folge der gewählten, in dieser Hinsicht klar suboptimalen Instrumentierung der Klima- und Nachhaltigkeitspolitik. Der Nachteil kann in zweifacher Weise gesehen werden:

- gegenüber der durch EEG und ergänzende Instrumente subventionierten energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen sowie
- gegenüber der ressourcenökonomisch unzureichend belasteten stofflichen Nutzung nicht-erneuerbarer, insbesondere fossiler Rohstoffe.

Diese beiden Aspekte werfen die Frage nach der optimalen Besteuerung nachwachsender und nicht-nachwachsender Rohstoffe auf. Sie wird hier nur kurz angerissen, um den Hintergrund der konkreten Aufgabenstellung zu klären. Wie die überwältigende Mehrheit aller umwelt- und nachhaltigkeitsökonomischen Fragestellungen sind auch die dargestellten Verwendungskonkurrenzen im ökonomischen Kern ein traditionelles Problem *negativer* externer Effekte. Die energetische oder stoffliche Nutzung nicht-erneuerbarer Rohstoffe verursacht bei Dritten Schäden oder Einbußen, die im Marktpreis nicht berücksichtigt werden. Diese unkompensierten Schäden bewirken, dass die marktlichen Preise suboptimal niedrig sind, was

- einerseits zur Übernutzung nicht-nachwachsender Rohstoffe und
- andererseits zu Preisverzerrungen zulasten von konkurrierenden Rohstoffen ohne Externalitätenproblem

führt. Im klimapolitischen Kontext ist diese Sichtweise akzeptiertes Gemeingut. Beobachtbare und kommende Klimaschäden sind die negativen Externalitäten vor allem der energetischen Nutzung fossiler Rohstoffe. In der nicht-energetischen Nutzung fossiler Rohstoffe stellt sich das Externalitätenproblem in zwei Perspektiven:

- Zum einen ist sie als die intertemporal nicht nachhaltige Inanspruchnahme knapper Ressourcen durch gegenwärtige Generationen anzusehen. Bei allen (latenten) Nutzungskonflikten zwischen den Generationen gehen unregulierte Zugriffe unangemessen stark zu Lasten zukünftiger Generationen, da diese ihre Nachfrage noch nicht am Markt äußeren können bzw. ihre Stimme nicht erheben können. Ohne korrigierenden Eingriff werden damit intergenerativ nutzbare Ressourcen ausschließlich nach den Präferenzen der Gegenwart in Anspruch genommen und verbraucht. Dieses Problem betrifft nicht-erneuerbare Rohstoffe ebenso wie z.B. die Staatsverschuldung.

- Zum anderen ist die nicht-energetische Nutzung fossiler Rohstoffe in aller Regel nicht klimaneutral. Zwar wird hier fossiler Kohlenstoff nicht (nach kurzer petrochemischer Aufbereitung) unmittelbar verbrannt und damit sofort in das klimaschädliche $CO_2$ umgewandelt.

  Aber die Produkte aus nicht-energetischer Nutzung fossiler Rohstoffe können keineswegs als dauerhafte „Kohlenstoff-Senken" angesehen werden. Petrochemisch herstellte Kunststoffe landen früher oder später – mit oder ohne stoffliches Recycling – in der thermischen Verwertung. Gewässerschonende, weil biologisch abbaubare Tenside werden zu $H_2O$ und $CO_2$ umgesetzt. Auch andere Verwendungen fossiler Rohstoffe führen in der Regel nicht zu einer dauerhaften Neutralisierung des zusätzlichen Kohlenstoffs. Hier ist noch Forschungsbedarf, wie lange fossile C empirisch in ihrer stofflichen Nutzungsform gebunden sind, bevor sie dann klimapolitisch relevant, d.h. zum Klimagas, werden.

  Diese im Grunde einfache Einsicht liegt auch der Politik gegenüber biogenen erneuerbaren Energien zugrunde: Bei der Verbrennung von Holz, Biogas etc. wird kein *zusätzliches* Kohlendioxid frei, entsprechend gibt es hier keinen Anlass zum restringierenden klimapolitischen Eingriff (aber eben auch nicht für Subventionen, wie unten noch deutlich wird). Erstaunlich ist dagegen, dass die hier betrachtete „andere Seite" des Arguments – die Freisetzung von Klimagasen am Ende der stofflichen Nutzung fossiler Rohstoffe – bis dato in der Klimadebatte keine Rolle spielt.

Jeweils hinzu kommen noch unmittelbare Klimaschutzaspekte, da in der *Herstellung* von Werkstoffen und Produkten aus petrochemischen Rohstoffen in aller Regel erheblich mehr Treibhausgase emittiert werden als bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Die systematische Betrachtung ist hier analog, auch wenn die Frage in der politischen Praxis bis dato nicht einen dem „konventionellen" Klimaproblem vergleichbaren Widerhall gefunden hat.

Das empfohlene Standardinstrument zur Kompensation („Internalisierung") negativer externer Effekte ist eine Umweltsteuer, welche die verzerrt niedrigen Preise anhebt. Diese Steuerung dämpft einerseits die Übernachfrage, indem die absoluten Preise angehoben werden und korrigiert andererseits die Wettbewerbsverzerrungen, indem die relativen Preise angehoben werden. *Beide* Preiseffekte sind wichtig für die optimale Korrektur der Externalitäten-bedingten Fehlallokation. Lenkungssteuern mit Internalisierungszweck vergleichbar sind Systeme handelbarer Zertifikate wie etwa das EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS), auch hier werden durch staatlichen Eingriff die zu niedrigen Preise „zurechtgerückt".

*Eine Klimaschutzpolitik, die sich lediglich dieser Instrumente bedient und die betroffenen Preise ausreichend erhöhen kann, kann komplett ohne die Förderung erneuerbarer Energien auskommen.* Die direkte Korrektur der Preise nicht erneuerbarer Energien ist – in hinreichender Dosierung – allen Umwegs- und Zusatzinstrumenten vorzuziehen. Im Bereich der NaWaRo kommt hier besonders die steuerliche Belastung aller Nutzungsformen von Erdölen, sowie die Abschaffung der Steuervergünstigungen für Brennholz und Holzpellets auf die Agenda, wie unten noch ausgeführt wird.

Die praktische Klimaschutzpolitik geht einen anderen Weg. Zahlreiche Faktoren lassen es notwendig erscheinen, eine Mischstrategie zu bevorzugen: Partiell durch höhere Belastung fossiler Energien durch Steuern und Emissionshandel, partiell aber auch durch die Subventionierung der energetischen Nutzung erneuerbarer Energien, u.a. aus nachwachsenden Rohstoffen. Kurz gefasst, weil die preisliche Belastung nicht-erneuerbarer Energien für den angestrebten Lenkungserfolg nicht hoch genug ist, werden deren Gegenspieler ergänzend entlastet.

Diese Be- und Entlastungen kombinierende Klimaschutzpolitik kann zwar die relativen Preise von erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energien in gleicher Weise beeinflussen wie eine höhere Lenkungsbesteuerung. Der Anreiz, nicht erneuerbare durch erneuerbare Energien zu ersetzen, kann gleich groß gestaltet werden. Die Nutzung auch subventionierender Elemente hat aber zur Folge, dass die absoluten Energiepreise nicht hinreichend stark steigen, so dass der klimapolitisch wichtige generelle Energiesparanreiz zu niedrig bleibt. Dieses Problem der Mischinstrumentierung wird in der Praxis des EEG dadurch gemildert, dass die zur Subventionierung verwendeten Beträge zulasten der Energieendverbraucher finanziert werden und damit den Energiesparanreiz tendenziell stärken.

Dadurch kann allerdings die durch das EEG und ähnlich ausgerichtete Begleitinstrumente bewirkte Verzerrung zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe nicht beseitigt werden. Dies ist ein weiterer Nebeneffekt der an negativen Seiteneffekten so reichen Förderungen von Bioenergien (vgl. Global Subsidies Initiative 2008). Diese grundsätzliche Problematik ist Gegenstand des vorliegenden Gutachtens und muss an dieser Stelle nicht erneut vertieft werden. Für die steuerliche Diskussion zentral jedoch ist die Feststellung, dass die Frage nach der Notwendigkeit einer Förderung der stofflichen Nutzung von NaWaRo demnach nicht als genuines Umweltproblem angesehen werden kann, sondern als die Folge – in dieser Hinsicht – falsch instrumentierter Umweltpolitik. Es ist ein *Problem unzureichender Besteuerung*[9] der nicht-erneuerbaren Energien.

Wenn über steuerliche Maßnahmen zur Minderung der beschriebenen Wettbewerbsverzerrungen gesprochen wird, so sollte dieser Umstand in den Überlegungen zu den Steuerinstrumenten eine zentrale Rolle spielen. In gleicher Weise mahnt die Erfahrung aus der Förderung von Biokraftstoffen zur Vorsicht mit Blick auf vorstellbare Steuervergünstigungen für die stoffliche Nutzung. Die (unbeabsichtigten) Nebenwirkungen eines großen Subventionsprogramms[10] sind der Anlass, weitere kompensierende Subventionen zu prüfen. Gerade Steuervergünstigungen – im Vergleich zu direkten Finanzhilfen i.d.R. gröber und schwerer lenkbar – müssen hier sehr kritisch geprüft werden, um nicht eine weitere Kaskade ungewollter Verzerrungen in verbundenen Märkten anzustoßen.

*Steuer- und subventionspolitischer Kontext der Förderdiskussion*

Die Frage nach steuerpolitischen Instrumenten zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe – genauer zum Ausgleich ihrer Wettbewerbsnachteile – ist wie geschildert in doppelter Weise zu stellen: Als die Frage nach dem Aus- und Aufbau nachhaltigkeitspolitischer Lenkungssteuern sowie als die Frage nach Steuervergünstigungen zugunsten der stofflichen Nutzung von NaWaRo.

Jede steuerpolitische Diskussion des Jahres 2009 – und voraussichtlich der darauf folgenden Jahre – kann nur im Kontext der allgemeinen finanzpolitischen Situation in und nach der Finanz- und Wirtschaftskrise geführt werden. Krisenbedingt wachsen die öffentlichen Defizite allein des Bundes in der Finanzplanung bis 2012 um 300 Mrd. Euro gegenüber dem im Vorjahr beschlossenen Finanzplan. Gesucht wird eine finanzpolitische Exit-Strategie für die Zeit nach der Krise, die es dem Bund bis 2016 und den Ländern spätestens bis 2020 ermöglicht, die Mitte 2009 beschlossenen Schuldenbremse glaubwürdig und dauerhaft einhalten zu können. Dazu bedarf es nach Ende der Krise – vermutlich 2011 – einer Finanzpolitik, die das gesamtwirtschaftliche Wachstum fördert und parallel die öffentlichen Haushalte saniert.

[9] Analog wirkende Zertifikatssysteme inbegriffen.

[10] Häufig wird das Erneuerbare-Energien-Gesetz nicht den Subventionen bzw. den staatlichen Beihilfen nach Art 87 ff. EGV zugerechnet. Das EEG taucht nicht im Subventionsbericht der Bundesregierung auf, ebenfalls nicht im Europäischen Beihilfenregister. Grund dafür ist die subtile Subventionstechnik des EEG: Es sind keine *staatlichen* Mittel, mit denen die hier erneuerbaren Energien subventioniert werden, vielmehr reguliert der Staat sehr exakt, wie die einen Privaten (EE-Anbieter) von den anderen Privaten (final: Energieverbrauchern) subventioniert werden sollen. Diese neuartige Form der Subventionierung wird von den meisten älteren Definitionen noch nicht berücksichtigt. Lediglich die analytisch sehr weitreichende Subventionsdefinition der WTO umfasst derartige Fördermaßnahmen und verlangt von den Mitgliedstaaten auch deren öffentliche Darlegung. Vgl. Thöne/Dobroschke 2008, S. 10.

Unter diesen Vorzeichen werden solche Maßnahmen, die (zusätzliches) Steueraufkommen generieren, von vielen Seiten als deutlich zeitgemäßer angesehen als Maßnahmen, die zu Steuermindereinnahmen führen bzw. zusätzliche Staatsausgaben erforderlich machen. Wird zudem unter der Prämisse der Wachstumsfreundlichkeit eher Zurückhaltung bei Steuererhöhungen empfohlen, die Konsum und/oder Produktion pauschal belasten, so sind die Vorzeichen für umweltorientierte Lenkungssteuern sehr günstig. Aktuell fordert der Brüsseler, von sechzehn europäischen Regierungen getragene Think Tank BRUEGEL eine Exit-Strategie, die sich fiskalisch in erster Linie auf Einnahmen aus höheren Umweltsteuern und gesteigerten Versteigerungserlösen des Emissionshandelssystems speist („Greening the Debt", v. Weizsäcker 2009).

*Ausbau von Lenkungsteuern*

Wie deutlich geworden ist, sprechen viele Argumente dafür, den steuerlichen Nachteilsausgleich für die stoffliche Nutzung der NaWaRo zuerst über den Ausbau internalisierender Lenkungsbesteuerung zu suchen. Umweltsteuern, die in Richtung einer Internalisierung externer Schäden wirken, sind in doppelter Hinsicht gute Steuern. Wenn sie richtig ausgestaltet sind, können sie sehr effiziente, marktkonforme Instrumente einer ökologischen Nachhaltigkeitspolitik sein. Zudem sind sie auch finanzwissenschaftlich gute Steuern. Alle anderen in der Praxis anwendbaren Steuern haben den ungewollten Nebeneffekt, Faktor- und Güterpreise zu verzerren und ökonomisch erwünschte Aktivitäten wie beispielsweise Arbeiten und Investieren zu verteuern. Lediglich Internalisierungssteuern *entzerren* die Preise und verteuern die Aktivitäten, die wegen ihrer negativen Schadwirkungen reduziert werden sollen. Aufkommen, das aus einer Internalisierungsteuer stammt, ist damit immer dem Aufkommen aus einer sonstigen Steuer vorzuziehen.

Hinsichtlich der Verbesserung der Marktbedingungen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe heißt das zweierlei:

a) Erhöhung der bestehenden Umwelt-/Energiesteuern (bzw. Ausweitung der kostenpflichtigen Zertifikatsversteigerungen im Emissionshandelssystem), um parallel größere Spielräume für den dann möglichen und sinnvollen Subventionsabbau im Bereich der Bioenergieherstellung und -nutzung zu gewinnen.

b) Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz fossiler Rohstoffe. Um steuerliche Neutralität und Wettbewerbsgerechtigkeit zwischen den Nutzungen herzustellen, liegt ein breiterer, umfassenderer Ansatz nahe. Um schnelle Lenkungserfolge erzielen zu können, empfehlen sich Umweltsteuern hingegen dort zuerst, wo enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen entweder schon zur Verfügung stehen, oder der Marktreife nahe sind.

*a) Ausbau der bestehenden Umwelt-/Energiesteuern*

Im Bereich der Konkurrenz der stofflichen Nutzung mit suboptimalen Klimaschutzinstrumenten wäre, wie oben diskutiert, ein Umsteuern hin zur vollen Belastung der Prozesse mit negativem Klimaeffekt und der parallele Abbau der kompensatorisch gemeinten Subventionen für Bioenergien die optimale Strategie. Konkret erfordert dies in EU-Ländern zuerst eine gemeinschaftliche Entscheidung, den Anteil der zu versteigernden Emissionszertifikate ab 2012 schnell und deutlich über die bis dahin zulässigen zehn Prozent zu steigern.

Sollte eine intensivierte Europäische Klimapolitik – trotz oder wegen der Ergebnisse des Kopenhagener Gipfels Ende 2009 – zu höheren Energiesteuern und $CO_2$-Zertifikatspreisen bei fossilen Brennstoffen führen, so hätte dies unmittelbare Folgen auch für einen großen Teil der Biotreibstoff-Subventionen. Im EEG wird Strom aus erneuerbaren Energien – so auch Biotreibstoffe – jeweils mit

festen Einspeisevergütungen gestützt. Der Förderanteil ist dabei jeweils der Erstattungsanteil, der über den jeweils als Benchmark genutzten „Marktpreis“ hinausgeht. Steigen nun aufgrund verschärften klimapolitischen Instrumenteneinsatzes diese Marktpreise, sinkt der Subventionsbestandteil entsprechend. Verstärkte Lenkungsbesteuerung bei fossilen Energien kann perspektivisch das EEG insofern überflüssig machen, als die erneuerbaren Energien auch so am Markt wettbewerbsfähig werden und sich ihre Direktvermarktung lohnt.

In dem Ausmaß, in welchem die faktische Subventionierung der energetischen Nutzung von NaWaRo zurückginge, entfiele auch die Begründung, diesen Umstand kompensierender Subventionen auf Seiten der stofflichen Nutzung zu prüfen.

*b) Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-erneuerbarer Rohstoffe.*
Unabhängig davon stellt sich die Frage, ob – und wenn ja, wie – Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-nachwachsender Rohstoffe eingesetzt werden sollen. Einige praktische Vorschläge bzw. Vorbilder aus dem Ausland lassen sich in diesen Bereich einordnen. Das ist vor allem die Ausweitung der Energiebesteuerung auf die stoffliche Verwendung fossiler Brennstoffe (insbesondere Erdöl). Hinzu kommen ausgewählte Lenkungssteuern bei Produkten, die augenfällig einen nicht-nachhaltigen Konsumstil fördern und enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen haben (Verpackungssteuern, Einweggeschirrsteuern u.ä.).

Unter dem Titel „Klima- und umweltschädliche Subventionen abbauen“ wurde dem Deutschen Bundestag am 03.12.2008 durch die Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN der Entschließungsantrag Drucksache 16/11206 vorgelegt, der – neben vielem anderen – den Vorschlag umfasst, die Steuerbefreiung für die stoffliche Nutzung von Erdöl, die im Antrag mit Kosten von 1,7 Mrd. Euro im Jahr beziffert wird, abzuschaffen, um der chemischen Industrie einen Anreiz zur Umstellung von der Nutzung fossiler auf nachwachsende Rohstoffe zu bieten.

Diese Steuerbefreiung ist in § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes geregelt: „(1) Energieerzeugnisse nach § 4 dürfen steuerfrei verwendet werden zu anderen Zwecken als 1. zur Verwendung als Kraft- oder Heizstoff, (…)“. Formal handelt es sich hierbei nicht um eine Steuervergünstigung, d.h. nicht um eine gesetzliche Ausnahme von einer ansonsten regulär fälligen Besteuerung. Steuerobjekt des Energiesteuergesetzes ist regulär nur die Verwendung von *Energie*erzeugnissen als Heiz- oder Kraftstoff. Die maßgebliche europäische Energiesteuerrichtlinie vom 27. Oktober 2003 stellt dies in Artikel 2 Abs. 4 Buchstabe b) eindeutig fest. Insoweit dient § 25 Abs. 1 Nr. 1 EnergieStG vor allem zur Bestätigung dieser Regel und damit der Transparenz des Regelungsgegenstandes. Damit kann die Steuerbefreiung der stofflichen Nutzung nicht als Ausnahme von der Regel, also nicht als Steuersubvention, bezeichnet werden.

Was heißt das konkret? Die Steuerbefreiung § 25 Abs. 1 Nr. 1 EnergieStG kann in nationaler Autorität nicht abgebaut werden, da hier das deutsche Gesetz vor allem eine gemeinsame europäische Richtlinie umsetzt und konkretisiert. Will man die Befreiung hingegen auf europäischer Ebene abschaffen – was bei energie- und klimapolitischen Instrumenten ohnehin sinnvoll sein kann –, liefe dies auf eine Generaldiskussion hinaus, was die Natur der Energiebesteuerung in Europa sein soll, wenn eben *nicht* nur Energie bzw. energetische Nutzungen besteuert würden. Diese Diskussion kommt angesichts des Spannungsverhältnisses von Energie- und Klimapolitik regelmäßig wieder auf; sie ist wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung auch sehr notwendig.

Aber diese Diskussion muss nicht zwingend geführt werden, wenn die Besteuerung der stofflichen Nutzung fossiler Rohstoffe geprüft wird. Die gemeinschaftliche Abschaffung der Steuerbefreiung würde zur Belastung der stofflichen Nutzung mit den *Normsätzen* der Energiesteuer führen. Wichti-

ger noch als die gerade angedeuteten, hohen prozeduralen Hürden dieses Weges erscheint ein anderer Vorbehalt: Wäre für die stoffliche Nutzung fossiler Brennstoffe die energiesteuerliche Normbelastung überhaupt angemessen? Oder böte nicht eine separate, die klimapolitische Lücke bei der stofflichen Nutzung eigenständig schließende, Lenkungsabgabe sehr viel mehr Möglichkeiten, d.h. den unter Umständen sachlich bzw. politisch notwendigen Differenzierungsspielraum? Rechtlich bietet die Energiesteuerrichtlinie in ihrer gegenwärtigen Form hier kein Hindernis, eben weil sie sich explizit *nicht* auf die stoffliche Nutzung bezieht: Sie verbietet es, stoffliche Nutzung mit der nationalen *Energie*steuer zu belegen. Sie verbietet es nicht, außerhalb des energetischen Bereichs neue Umweltsteuern zu implementieren.

Wie könnte eine solche Steuer auf stofflich genutzte fossile Energieträger aussehen? Naturgemäß kann ein derartiges Instrumentendesign nicht an dieser Stelle geboten werden. Die zentralen Fragen, die zur Gestaltung einer solchen Steuer zu stellen wären, können die Möglichkeiten und Grenzen einer solchen Abgabe aber schon umreißen:

- *Rechtfertigung* der Steuer und *Bemessungsgrundlage* – ressourcen- oder klimapolitisch? Wie oben schon skizziert, kann eine Abgabe auf stofflich genutzte fossile Rohstoffe entweder beim Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen ansetzen oder klimapolitisch begründet werden - mit Blick auf das auch bei stofflichem Einsatz i.d.R. am Ende der Nutzung freigesetzte $CO_2$.

  Beide Begründungsmuster schließen einander nicht zwingend gegenseitig aus. Da sie aber ggf. unterschiedliche Folgen für die Gestaltung der Bemessungsgrundlage und den Steuertarif haben können, muss die Wahl explizit erfolgen. Dabei wären im Zweifelsfall auch Mischmodelle denkbar – wenn das Mischungsverhältnis festgelegt wird.[11] Eine wichtige Rolle spielt hier auch die Einbettung der Steuer in das jeweilige nationale und europäische System zur pretialen Regulierung fossiler Energieeinsätze und Klimagas-Emissionen, d.h. eine doppelte Austarierung in Richtung der Energiesteuer und des Emissionshandelssystems.

- Einheitlicher oder differenzierter *Steuertarif*? Ein einheitlicher Steuersatz wäre die mögliche Schlussfolgerung aus der Entscheidung für eine ressourcenökonomische Steuerbegründung. Gleichgültig, in welche stoffliche Verwendung der fossile Rohstoff überführt wird, die Steuerbelastung ist gleich. Damit werden technische Entwicklungen in diesem Bereich nicht blockiert, zugleich bietet die Tarifform nur geringe Chancen, durch Steuergestaltung die Steuerlast (partiell) zu umgehen.

  Die Entscheidung für eine klimapolitische Begründung der Abgabe würde mitunter nahe legen, eine Tarifdifferenzierung nach Grad und Geschwindigkeit der Freisetzung des zunächst stofflich verwendeten fossilen Kohlenstoffs zu prüfen. Dies wäre ein mit Blick auf das Klimaschutzziel neutraler Tarif. Ob eine solche Differenzierung aber unter dem Aspekt der Steuereinfachheit, der Kontrolle und der Gestaltungsresilienz tatsächlich sinnvoll wäre, müsste geprüft werden. Hinzu kommt, dass auch noch andere Kriterien für eine Tarifdifferenzierung denkbar wären (z.B. der Grad der Substituierbarkeit des fossilen Rohstoffs durch nachwachsende Rohstoffe in einer speziellen stofflichen Verwendung).

- *Steuerzugriff upstream oder downstream?* Je nach Lenkungsabsicht und unter steueradministrativen Erwägungen stellt sich bei einer Steuer auf stofflich verwendete fossile Rohstoffe die Frage nach dem besten Ort des Steuerzugriffs. In der Diskussion um Emissionshandelssysteme hat sich

[11] Analog zum Vorschlag der Europäischen Kommission für eine gemeinschaftsweite 50:50 $CO_2$/Energiesteuer von 1993.

eine Aufteilung der petrochemischen Verwertungskette in *upstream* (ggf. *midstream*) und *downstream* etabliert. *Upstream* ist dabei nahe an der Entstehung (Steuerlager, Raffinerie), *downstream* nahe beim Verbraucher. Diese Begrifflichkeit ist in unserem Kontext hilfreich, insbesondere weil der „Strom" des fossilen Kohlenstoffs von der Quelle bis zur Mündung hier mitunter erheblich länger ist. Im Falle eines aus Erdölderivaten produzierten Kunststoffs beispielsweise wäre *upstream* das Steuerlager, bei dem wegen der stofflichen Verwendung die Ausnahme von der Energiesteuer festgestellt wird. *Downstream* wäre die Müllverbrennungsanlage, in welcher der Kunststoff – ggf. nach mehrmaligem Recycling – schließlich thermisch verwertet und Klimagas frei wird.[12]

In der Abwägung zwischen *up-, mid-* oder *downstream*-Steuerzugriffen spielen viele Faktoren eine Rolle:

- *Einfachheit*: Spricht vermutlich für *upstream*, denn eine steuertechnische Erfassung der fossilen Rohstoffe findet hier i.d.R. schon statt. Je weiter der Steuerzugriff *downstream* verlegt wird, desto schwieriger und administrativ aufwändiger wird er.
- *Differenzierung*: Ein *upstream*-Ansatz schon beim Steuerlager wäre nur dann möglich, wenn hier schon gewiss ist, in welche stoffliche Verwendung der fossile Rohstoff fließen wird. *Midstream*-Ansätze am Ort der stofflichen Verwendung dürften verwaltungsaufwändiger sein, dafür aber weniger gestaltungsanfällig.
- *Verursacherprinzip*: Bei der Implementierung einer klimapolitischen Begründung läge ein Steuerzugriff nahe bei der $CO_2$-Entstehung nahe, also downstream.
- *Lenkungsimpuls*: Je länger in technischer und zeitlicher Hinsicht der Strom von der erstmaligen Umwandlung des fossilen Kohlenstoffs in eine stoffliche Nutzung bis zur finalen $CO_2$-Emission ist, desto unwahrscheinlicher wird es, dass *downstream* angesetzte Steuern „dem Strom entgegen" zurückgewälzt werden und die Wettbewerbsverhältnisse zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen dort austarieren, wo sie technische Substitute sind, d.h. relativ weit oben (*upstream*) in der Produktion.
- *Internationale Aspekte*: Offensichtlich dürfte eine Steuer auf stofflichen Einsatz fossiler Rohstoffe je nach Ansatz *up-* oder *downstream* unterschiedliche Wirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit heimischer Unternehmen haben. Dabei sind Waren- und Stoffströme zwischen besteuerten und nicht besteuerten Standorten ins Auge zu fassen. Auch die Frage nach einer nationalen Abgabe mit oder ohne europäische Gemeinschaftsregeln bzw. Mindeststandards muss betrachtet werden. Mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit muss zudem im Blick behalten werden, dass nicht allein die Konkurrenzsituation der verschiedenen Nutzer fossiler Rohstoffe interessieren darf, sondern dass die Herstellung ausgewogener Wettbewerbsbedingungen zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen ein wichtiges Agens des Steuervorschlags ist.

Angesichts dieser Fülle von zu beantwortenden Fragen wäre es wenig sinnvoll, hier schon ein konkretes Modell als wahrscheinlich bestes zu kennzeichnen. Mit dieser Einschränkung erscheint ad hoc eine *upstream* angesetzte Steuer auf stofflich eingesetzten fossilen Kohlenstoff mit klarer Klima-

[12] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass MVA in Deutschland explizit vom Emissionshandel ausgenommen sind; die „Zugriffslücke" bei stofflicher Nutzung fossiler Rohstoffe also auch am Ende des Nutzungsstroms nicht gestopft wird.

schutzmotivation, jedoch ohne Differenzierung der Steuersätze als die Option, die vordringlich vertieft geprüft werden sollte.

*Punktuelle Steuern auf einzelne Produktgruppen*
Am anderen Ende des Prozesses der stofflichen Verwendung nicht nachwachsender Rohstoffe stehen *punktuelle Steuern auf einzelne Produktgruppen*. In einer Reihe von Ländern werden beispielsweise unterschiedliche Verpackungssteuern je nach Material (Niederlande), Steuern auf Wegwerfprodukte (Belgien, Frankreich), Steuer auf Kunststofftragetaschen u.ä. (mit oder ohne Unterscheidung zwischen biologisch abbaubaren – u.a. in Irland, Kanada, Malta, Rumänien, einigen afrikanischen Ländern und Taiwan) sowie Steuern auf Plastikwasserflaschen (Italien) erhoben.

In Deutschland wären diese Steuern nur zum Teil möglich. Konkret wurden vom Bundesverfassungsgericht kommunale Einwegverpackungssteuern (2 BvR 1991/95 und 2004/95) und bestimmte Abfallabgaben der Länder für verfassungswidrig erklärt (2 BvR 1876/91 u.a.). Die Verfassungswidrigkeit bezog sich dabei nicht auf die grundsätzliche Ablehnung von Steuern zu Lenkungszwecken, sondern darauf, dass die Kommunen bzw. Länder dabei den sachpolitischen Vorrang des Bundes missachtet hatten. Da der Bund bei den jeweiligen Regelungsobjekten im Rahmen der konkurrierenden Gesetzgebung aber schon tätig geworden war, ist den anderen föderalen Ebenen hier der zusätzliche Lenkungseingriff verwehrt.

Damit kommt als potenzieller Gesetzgeber derartiger Steuern nur der Bund in Frage. Dieser wäre in der Lage, die oben beispielhaft genannten Lenkungsteuern einzuführen – allerdings auch nicht voraussetzungslos. In den meisten der oben genannten Länder ist das Einwegpfand unbekannt. In Deutschland regelt die Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen (Verpackungsverordnung von 1991) das Zwangspfand auf die Einweggetränkeverpackungen. Mit der fünften Novellierung der Verpackungsverordnung vom 2. April 2008 (in Kraft seit 1. April 2009) wurden zudem die 2005 eingeführten, fördernden Sonderregeln für Kunststoffverpackungen, die aus biologisch abbaubaren Werkstoffen hergestellt sind, erweitert. Gemäß den Vorgaben des deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes werden alle weiteren Verkaufsverpackungen durch das Duale System haushaltsnah gesammelt und entsorgt. Diese beiden Regelungen müssten substanziell geändert bzw. abgeschafft werden, wenn stattdessen ähnlich gelagerte Lenkungsteuern erhoben werden sollten.

Diese Möglichkeit ist dem Bund prinzipiell gegeben. Es ist allerdings fraglich, ob sich hier der Aufwand lohnen würde, da auch in Deutschland die gewünschte preisliche Differenzierung zum Teil schon stattfindet. Unbenommen davon bleiben punktuelle Verbrauchssteuern auf einzelne Produktgruppen außerhalb des Verpackungsbereichs dann eine Option, wenn die oben angesprochene Besteuerung auf der Inputseite nicht gangbar ist.

*Steuervergünstigungen*
Die Diskussion des Nachteilsausgleichs für die stoffliche Nutzung von NaWaRo über steuerliche Subventionen produziert eine Reihe von Einzelvorschlägen, die an den unterschiedlichsten Steuern ansetzen. Dabei wird häufig, wie oben dargestellt, der steuerliche und finanzpolitische Kontext der Diskussion nicht beachtet. Auch werden zuweilen Steuervergünstigungen in die Diskussion gebracht, ohne dass die zahlreichen und zum Teil grundlegenden instrumentellen Restriktionen dieses Förderinstrumentes mit angesprochen werden.

Grundsätzlich können Steuervergünstigungen sehr starke und dauerhafte Instrumente zur Förderung ökonomisch gerechtfertigter und/oder gesellschaftlich bevorzugter Tätigkeiten sein. Da Steuerver-

günstigungen, sind sie einmal eingeführt, im Gegensatz zu Finanzhilfen ohne weitere Vergabeentscheidungen nahezu überall hin reichen können, stehen sie schnell im Ruf als bestes Instrument, breit angelegte Förderziele unaufwändig zu erreichen. Diesen Vorteilen stehen aber auch gewichtige Vorbehalte und Probleme dieses Förderinstrumentes entgegen:

- Steuervergünstigungen sind vergleichsweise schwer lenkbar, da sie jeweils mit einem (i.d.R. zustimmungspflichtigen) Gesetz beschlossen werden müssen. Einmal eingeführt, fällt das „fine-tuning“ ebenso schwer wie die komplette Wieder-Abschaffung von Steuervergünstigungen.
- Steuervergünstigungen werden außerhalb des Bundeshaushaltes und außerhalb der Ressortzuständigkeiten geführt. Wenn sie zudem auch noch bei Gemeinschaftssteuern angesiedelt sind (Umsatzsteuer, Einkommensteuer, Körperschaftsteuer), handelt es sich schnell um intransparente Instrumente, für die sich finanziell keine Ebene komplett zuständig fühlt.
- Weil Steuervergünstigungen aufgrund ihres Rechtscharakters an keine weiteren Voraussetzungen geknüpft werden können, die Kooperation und Information durch den Transferempfänger sicherstellen, weisen Steuervergünstigungen zudem überdurchschnittlich hohe Mitnahmeeffekte auf.

Diese zentralen Nachteile berücksichtigend, hat die Bundesregierung mit Kabinettsbeschluss vom März 2006 *Subventionspolitische Leitlinien* beschlossen, die Steuervergünstigungen besonders kritisch sehen. Diese Leitlinien wurden mit Vorlage des 22. Subventionsberichts im Januar 2010 von Seiten der neu gewählten Bundesregierung noch einmal bestätigt. Vorgeschrieben wird hier u.a., dass neue Subventionen vorrangig als Finanzhilfen gewährt werden sollen. Bestehende Steuervergünstigungen werden dahingehend überprüft, ob sie in Finanzhilfen oder „andere, den Staatshaushalt weniger belastende Maßnahmen überführt werden können.“

Das aktuelle politische Umfeld für Steuervergünstigungen – gemeint sind damit Steuervergünstigungen *nach* der Krise – wird, wie oben schon dargestellt, durch eine stark fiskalisch geprägte Diskussion dominiert. Zeichen hierfür ist die im Frühsommer 2009 mitten im Vorwahlkampf kurzzeitig aufflebende politische Diskussion um eine komplette Abschaffung reduzierter Umsatzsteuersätze in Deutschland, eine vom Bundesfinanzministerium aktuell initiierte Untersuchung zur kritischen Revision[13] dieser ermäßigten USt-Sätze sowie die im Dezember 2009 veröffentlichte Großstudie, in der die Bundesregierung zwanzig der größten Steuervergünstigungen (rd. 85 % des Volumens aller deutschen Steuervergünstigungen) einer gründlichen, auf einer einheitlichen Evaluationstechnik beruhenden Revision hat unterziehen lassen.[14]

Vor diesem Hintergrund müssen sich Förderungen der stofflichen Nutzung, die instrumentell als Steuervergünstigung erwogen werden, einer voraussichtlich sehr kritischen Vorab-Analyse unterziehen lassen. Dabei wird insbesondere die „traditionelle“ Methode, nahezu alle Steuern, mit denen die zu fördernden Unternehmen in Berührung kommen, als potenziellen Ansatzpunkt für eine Steuersubvention zu betrachten, den Vergleichstest mit direkten Finanzhilfen zu bestehen haben. Folgende Steuervergünstigungen und Abgabenerleichterungen stehen zur Diskussion:

- Ermäßigte Umsatzsteuer für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen.

[13] Das Bundesministerium der Finanzen weist in einem eigenen Bericht 2007 darauf hin, dass die in Deutschland angewandten Mehrwertsteuerermäßigungen nicht in allen Fällen mit dem geltenden EU-Recht übereinstimmen. Vgl. BMF (2007).

[14] Vgl. Thöne et al. (2009).

- Selektive Begünstigungen von Unternehmen, die im Bereich der NaWaRo tätig sind.
- Abbau von Zollhürden für den Import von NaWaRo.

Die Möglichkeiten und Grenzen einer Umsatzsteuerermäßigung der stofflichen Nutzung werden von der europäischen Mehrwertsteuer-Systemrichtlinie vom 28.11.2006 bestimmt. Diese wurde im März 2009 zuletzt novelliert. Dabei wurde die zuvor nur vorübergehend eröffnete Option, arbeitsintensive lokale Dienstleistungen mit einen speziellen ermäßigten Umsatzsteuersatz zu belasten, auf Dauer eingeführt. Jenseits dessen erlaubt es die Mehrwertsteuer-Systemrichtlinie den Mitgliedstaaten, einen oder zwei ermäßigte Steuersätze anzuwenden. Die ermäßigten Sätze müssen mindestens 5 % betragen. Mit wenigen, für die stoffliche Nutzung von NaWaRo überwiegend irrelevanten Ausnahmen ist die Anwendung des ermäßigten Steuersatzes auf die in Anhang III zur MwStSystRL aufgeführten Leistungen beschränkt.

Das nationale Umsatzsteuerrecht sieht einen ermäßigten Umsatzsteuersatz vor. Paragraf 12 Abs. 2 UStG bildet die gesetzliche Grundlage für seine Anwendung. Er beträgt zur Zeit 7 %. Dies ist auch der Steuersatz, der bei der zu prüfenden Förderung der stofflichen Nutzung von NaWaRo ins Auge gefasst werden müsste. Eine nach Nachhaltigkeits-Kriterien gestaffelte Mehrwertsteuer, wie mitunter empfohlen, ist damit ausgeschlossen. Wäre aber ein ermäßigter Umsatzsteuersatz von 7 % bei stofflicher Nutzung von NaWaRo möglich? Die Frage kann nicht abschließend beantwortet werden, aktuell dürften jedoch die die Gegenargumente überwiegen. Dies trifft auch, wie deutlich werden wird, auf die schon *bestehenden* Steuervergünstigungen – konkret: die ermäßigten USt-Sätze für Brennholz – zu. Diese sollten abgeschafft werden.

Es ist sehr fraglich, in welchem Umfang ermäßigte Umsatzsteuersätze für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zulässig wären. Im Vorfeld der jüngsten Reform der Mehrwertsteuerrichtlinie hatte die Europäische Kommission auch umfangreiche Konsultationen und Untersuchungen zu ermäßigten Umsatzsteuersätzen für Umweltzwecke durchgeführt. Dies geht insbesondere auch auf eine britisch-französische Initiative von 2007 zurück, eine solche „Green VAT“ einzuführen. Diese Initiative wurde im Frühjahr 2009 von der Mehrheit der EU-Mitgliedsländer im Ecofin-Rat abgelehnt, auch Deutschland hat sich klar dagegen ausgesprochen. Die letztlich überwiegende Ansicht der Mitgliedstaaten ist, dass es effizientere Instrumente zum Erreichen umweltpolitischer Ziele gibt als Umsatzsteuerermäßigungen.[15] Die Vorbehalte der Mehrheit der Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission beruhten dabei u.a. auf neuesten Forschungsergebnissen, welche Copenhagen Economics 2008 unter dem Titel *„Reduced VAT For Environmentally Friendly Products“* im Dezember 2008 vorgestellt hatten.

Neben dem schlechten instrumentellen Zeugnis für ermäßigte Mehrwertsteuersätze zugunsten umweltfreundlicher Produkte wird hier auch dringend die Abschaffung ermäßigter Sätze für einige Brennstoffe zur häuslichen Wärmeerzeugung empfohlen. Darunter fallen auch die ermäßigten USt-Sätze für Brennholz (Art. 122 MwStSystRL). Zumindest in diesem Bereich könnte also ein Nachteilsausgleich für die stoffliche Holznutzung erreicht werden.

Ansonsten ist vor diesem Hintergrund aber der Weg für die Umsatzsteuerermäßigungen zugunsten der stofflichen Nutzung von NaWaRo auf absehbare Zeit versperrt, denn sie fallen nicht unter die

[15] Vgl. Euractiv v. 6.3.2009.

gemäß Anhang III zur MwStSystRL aufgeführten Leistungen. Dieses Zwischenfazit erlaubt es, die ansonsten zu betrachtenden umsatzsteuertechnischen Probleme einer NaWaRo-Förderung hier nicht diskutieren zu müssen.

Überall, wo Unternehmen nachwachsende Rohstoffe produzieren bzw. in diesem Bereich forschen, NaWaRo zu einer größeren Verbreitung verhelfen oder diese in der Produktion einsetzen, könnten theoretisch deren *Unternehmensteuern* gesenkt und so der Förderwille zum Ausdruck gebracht werden. Da die Einkommen- oder Körperschaft sowie Gewerbesteuern zahlreiche Parameter zur Berechnung der jeweiligen Steuerlasten nutzen, sind sehr viele Ausgestaltungsformen für derartige Steuersubventionen vorstellbar. Die beschleunigte Abschreibung für Maschinen, die mit Bioschmierstoffen laufen oder Biowerkstoffe einsetzen, die steuerliche Förderung von forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen und die steuerliche Freistellung von Veräußerungsgewinnen in diesem Bereich sind hier nur beispielhafte Ideen, die bereits geäußert wurden.

Gemeinsam sind diesen Vorstellungen zu Steuersubventionen einige wesentliche Charakteristika:

- Sie sind schwach bis gar nicht mit dem spezifischen Nachteilsausgleich von NaWaRo verknüpft. Die Parameter der Unternehmensbesteuerung hängen nicht systematisch mit NaWaRo-Fragen zusammen.
- Entsprechend dominiert die Absicht, bestimmten Unternehmen eine monetäre Förderung zukommen zu lassen. Dass dafür der steuerliche Weg vorgeschlagen wird, hat keine erkennbaren instrumentellen Gründe.
- Regulär sind Steuervergünstigungen das schlechtere Instrument, wenn es darum geht, bestimmten Unternehmen für bestimmte, wohl definierte Zwecke eine punktgenaue Förderung zukommen zu lassen. Hierfür sind direkte Finanzhilfen, vergünstigte Kredite oder Bürgschaften das bessere Instrument. Im Gegensatz zu Steuervergünstigungen können diese direkten Instrumente präzise gesteuert werden und die Kontrolle der zweckgerechten Verwendung ist leichter. Außerdem kann die direkte Förderung schnell geändert oder eingestellt werden, wenn sich die technischen oder sonstigen Rahmenbedingungen ändern.
- Steuervergünstigungen, die tief in den Details der Steuerberechnungen stecken, unterminieren zudem nicht nur die leistungsgerechte und gleichmäßige Besteuerung der Unternehmen, sie erhöhen vor allem die Intransparenz und die Befolgungskosten der Besteuerung – Aspekte, welche auch und gerade die begünstigten Unternehmen treffen.

Im Gegensatz zu Steuervergünstigungen bei den Unternehmenssteuern ist der Abbau von Zollschranken beim Import von NaWaRo eine vielversprechende Strategie, die positive Nebeneffekte mit sich bringt. Die Zollpolitik der EU im Bereich von forst- und landwirtschaftlichen Produkten steht seit langem in der Kritik, die internationale Arbeitsteilung zulasten vor allem der Entwicklungs- und Schwellenländer zu verzerren. Auch wenn sich hier im Laufe der Jahre vieles zum Besseren verändert hat, steht der partielle Agrarprotektionismus immer noch im Widerspruch zu dem anderweitig überzeugend durchgesetzten Freihandels-Credo der Europäischen Union. Jeder Schritt, der zu einem weiteren Abbau einiger tarifärer Handelshemmnisse führt, kann demnach als Fortschritt betrachtet werden.

**Fazit**

Steuern spielen im Spektrum der förderpolitischen Instrumente eine Sonderrolle. Sie passen insofern sehr gut in dieses Spektrum, weil Steuern wie kaum ein zweites interventionspolitisches Instrument alle wirtschaftlichen Aktivitäten und konsumtiven Entscheidungen von Bürgern wie auch von Unternehmen einhegen. Aber Steuern können – im Gegensatz zu anderen Instrumenten – niemals eindimensional sein. Zum Lenkungsinteresse kommt immer auch die Einnahmenperspektive – bestärkend bei den echten Lenkungsteuern, als „Gegenspieler" bei den Steuervergünstigungen.

Das Problem der stofflichen Nutzung der NaWaRo, d.h. ihre fehlende Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der energetischen Nutzung, kann nicht als genuines Umweltproblem angesehen werden. Es ist vielmehr die Folge in dieser Hinsicht falsch instrumentierter Umweltpolitik, einer Umweltpolitik, die sich im Klimaschutz zu sehr auf Subventionen für Biokraftstoffe und zu wenig auf belastende und damit internalisierende Instrumente – Lenkungssteuern und Emissionshandel – bei den fossilen Energieträgern verlässt. Es ist ein Problem unzureichender Besteuerung der nicht erneuerbaren Energien.

Diese Erfahrung mahnt auch zur Vorsicht mit Blick auf vorstellbare Steuervergünstigungen für die stoffliche Nutzung. Die Nebenwirkungen eines großen Subventionsprogramms sind der Anlass, weitere kompensierende Subventionen zu prüfen. Gerade Steuervergünstigungen – im Vergleich zu direkten Finanzhilfen i.d.R. gröber und schwerer lenkbar – müssen hier sehr kritisch gesehen werden. Dagegen sprechen viele Argumente dafür, den steuerlichen Nachteilsausgleich für die stoffliche Nutzung der NaWaRo zuerst über den Ausbau internalisierender Lenkungsbesteuerung zu suchen.

Hinsichtlich der Verbesserung der Marktbedingungen für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe heißt das zweierlei:

a) Ausbau der Umwelt-/Energiesteuern bzw. der kostenpflichtigen Zertifikatsversteigerungen im Emissionshandelssystem im Klimaschutz, um größere Spielräume für den Subventionsabbau im Bereich der Bioenergieherstellung und -nutzung zu gewinnen.

b) Verstärkte Nutzung von Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-erneuerbarer Rohstoffe.

Nach den eher ernüchternden Ergebnissen der Kopenhagener Klimakonferenz Ende 2009 liegt die Entscheidung über Kraft und Ambition der europäischen Klimapolitik im erstgenannten Bereich klar nur bei den Mitgliedgliedstaaten der EU. Deutlich weniger vom sonstigen nachhaltigkeitspolitischen Umfeld abhängig ist die Frage, ob Lenkungssteuern aus ressourcenökonomischer Sicht beim stofflichen Einsatz nicht-nachwachsender Rohstoffe eingesetzt werden sollen. Einige praktische Vorschläge bzw. Vorbilder aus dem Ausland lassen sich in diesen Bereich einordnen. Da ist vor allem eine Ausweitung der Besteuerung auf die stoffliche Verwendung fossiler Brennstoffe (insbesondere Erdöl) zu nennen. Die dahingehende Steuerbefreiung in § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes kann in nationaler Autorität nicht abgebaut werden, da hier das deutsche Gesetz vor allem eine gemeinsame europäische Richtlinie umsetzt und konkretisiert. Zur Diskussion stünde eine Abschaffung dieser Steuerbefreiung auf EU-Ebene oder eine Einführung einer ergänzenden Lenkungssteuer, die den bestehenden, unsystematischen Steuervorteil für den stofflichen Einsatz fossiler Rohstoffe ausgleicht. Die zweit genannte Variante wäre insofern optimal, als sie direkt beim Rohstoff ansetzt, also dem Input der stofflichen Verwendung, und so eine einfache und konsistente Setzung des Lenkungsimpulses ermöglicht. Hinzu kommen ausgewählte Lenkungssteuern bei Produkten, die augenfällig einen nichtnachhaltigen Konsumstil fördern und enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen haben

(Verpackungssteuern, Einweggeschirrsteuern u.ä.).

Die Diskussion des Nachteilsausgleichs für die stoffliche Nutzung von NaWaRo über steuerliche Subventionen produziert eine Reihe von Einzelvorschlägen, die an den unterschiedlichsten Steuern ansetzen. Aus verschiedenen Gründen ist die Einführung von Steuervergünstigungen gerade aktuell sehr problematisch, was sich auch in den betrachteten konkreten Vorschlägen niederschlägt.

- Ermäßigte Umsatzsteuer für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen: Der Weg für die Umsatzsteuerermäßigungen zugunsten der stofflichen Nutzung von NaWaRo ist auf absehbare Zeit versperrt, denn sie fallen nicht unter die Leistungen, für die europarechtlich eine Ermäßigung zulässig wäre.
- Selektive Begünstigungen von Unternehmen, die im Bereich der NaWaRo tätig sind, sind immer problematisch, denn sie sind regulär im Vergleich zu direkten Finanzhilfen das ungenauere und unflexiblere Instrument. Derartige Steuervergünstigungen unterminieren zudem die leistungsgerechte und gleichmäßige Besteuerung der Unternehmen und erhöhen die Intransparenz und die Befolgungskosten der Besteuerung

Im Gegensatz zu Steuervergünstigungen bei den Unternehmenssteuern ist der Abbau von *Zollschranken* beim Import von NaWaRo eine vielversprechende Strategie, die *positive* Nebeneffekte mit sich bringt.

Auch ist der *Abbau* von Steuervergünstigungen ein guter Weg, die politisch geschaffenen Wettbewerbsnachteile der stofflichen Nutzung partiell wieder zu senken. Neben dem schon erwähnten Füllen der Steuerlücke, welche die Steuerbefreiung nach § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes lässt, steht hier vor allem der ermäßigte Umsatzsteuersatz für Brennholz zur Diskussion.

## 6.4 Übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe

*Autor: Michael Carus*

### 6.4.1 Entwicklung der nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland in den letzten drei Jahrzehnten

Während der 1980er Jahre erwachte das Interesse an alternativen Nutzungen von Agrarrohstoffen anstelle des alleinigen Einsatzes in der Lebens- und Futtermittelindustrie. Es ging darum, die Überschüsse der Lebensmittelproduktion in neuen Anwendungen zu nutzen, die Abwärtsspirale der Agrarpreise zu stoppen und Beschäftigungsalternativen für die Landwirtschaft zu finden. Nachwachsende Rohstoffe stellten hier die Option der Wahl dar und es wurden eine Vielzahl von FuE-Aktivitäten im stofflichen und energetischen Bereich gestartet, die in langsam wachsenden NaWaRo-Anbauflächen ihre Wirkung zeigten.

Der Anbau und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe kam aber erst richtig in Schwung, als gegen Ende der 1990er Jahre Versorgungssicherheit im Energiebereich und Klimaschutz große politische Themen wurden. Die extreme Abhängigkeit von Erdöl im Verkehrssektor bewirkte eine hohe Attraktivität für einfache Technologien wie Biokraftstoffe der ersten Generation. Die zentrale Frage war, wie man zukünftig Mobilität sichern könnte. Aus einer Reihe von Gründen passte die dann folgende starke und auch erfolgreiche Förderung der energetischen Nutzung perfekt zu den Anforderungen von Politik und Öffentlichkeit (u.a. nach Fritsche 2009a):

- Wenige und einfache politische Instrumente konnten im breiten „Regulierungskonsens“ eingesetzt werden und hohe Effekte („Massenströme“) generieren; mit wenigen Stellschrauben konnte (und wurde) viel erreicht werden.
- In stark regulierten Märkten wie den Energiemärkten sind politische Steuerungen und Eingriffe einfacher möglich, akzeptierter und wirkungsvoller, als im stofflichen Bereich mit wenig regulierten Märkten und hohem globalem Wettbewerbsdruck.[16]
- Der Energiebereich bietet sicheren Absatz dank garantierter Nachfrage, und weist große theoretische Substitutionspotenziale auf.
- Die Förderung im Energiebereich passte unmittelbar zu den breit akzeptierten Zielen wie „Weg vom Öl“ und Klimaschutz.
- Eine unmittelbare und wirkungsvolle Förderung der regionalen Wertschöpfung und ländlichen Entwicklung war über die Förderung der Bioenergie möglich.
- Beim Umbau der EU-Agrarsubventionen wurde die Förderung auf neue Ziele ausgerichtet, u.a. auf die Ausweitung der Bioenergienutzung.
- Während seit den Ölpreisschocks in den 70er Jahren eine staatliche Energiepolitik existierte, gibt es bis heute keine übergreifende Rohstoffpolitik (höchstens für wenige, „kritische“ Rohstoffe). Es fehlt die öffentliche und politische Wahrnehmung der ebenso kritischen Rohstoffver-

[16] Hätte man im stofflichen Bereich ähnlich stark in den Markt eingegriffen, wäre es zudem zu einer Vielzahl von Klagen wegen Wettbewerbsverzerrung gekommen – so geschehen bei der Mineral- und Glasfaserindustrie gegen eine vorübergehend „zu“ starke Förderung von Naturfaseranwendungen.

sorgung der Industrie und damit erst recht der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Grund hierfür ist auch die Komplexität des stofflichen Bereiches und die inhomogene (Lobby)Struktur.[17]

- Im Bioenergiebereich war es einfacher, regional und mit wichtigen Akteuren aus der Energiewirtschaft „Win-win"-Situationen zu finden. In unregulierten Märkten mit hohem Wettbewerbsdruck und vielen Marktteilnehmern wie im stofflichen Bereich ist dies kaum möglich.

Vor diesem Hintergrund war es naheliegend, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe erst aus dem Blickfeld und dann ins Hintertreffen geriet.

Um die Jahrtausendwende bis heute wurde mit EEG, Energiesteuergesetz, Biokraftstoffquotengesetz, Markteinführungsprogramm für Pelletheizungen, reduzierter Umsatzsteuer für Brennholz und vielen weiteren Maßnahmen ein umfassendes Förderinstrumentarium für die energetische Nutzung geschaffen (umfassende Darstellung in Kapitel 6.1.1), das zu einem Siegeszug der Bioenergie führte. Während sich die Anbauflächen für Energiepflanzen innerhalb von zehn Jahren um den Faktor zehn auf ca. 1,8 Mio. Hektar vergrößerten, stagnierte im selben Zeitraum die stoffliche Nutzung (vgl. Kapitel 1.4), die sich auf kein entsprechendes Förderpendant stützen konnte.

In den Folgejahren sollte insbesondere die Biodiesel- und Pflanzenölkraftstoffwirtschaft die Freuden und Leiden der starken Abhängigkeit ihrer Wirtschaftlichkeit von der Politik durchleben. Waren etwa in den Jahren 2005 bis 2007 so günstige Rahmenbedingungen entstanden, dass offen über eine Überkompensation gesprochen wurde und mit Biodiesel tatsächlich große Renditen eingefahren werden konnten, so drehte sich das Blatt schlagartig im Jahr 2008, als die (Teil-)Besteuerung für Biodiesel kam, gleichzeitig Mitte des Jahres der Ölpreis verfiel und zusätzlich noch die „Food & Biofuel"-Debatte weitere Verschlechterungen der Rahmenbedingungen (Quotensenkung) auslöste (siehe Kapitel 6.1.1). Mit einer daraus resultierenden, anhaltenden Unterkompensation begann das Sterben in der Branche, die noch kurz zuvor auf Wachstumskurs gewesen war. „Die Marktlage für die Biodieselhersteller hat sich in den vergangenen zwei Jahren erheblich verschärft. Überkapazitäten und auch Insolvenzen prägen in Deutschland und der Europäischen Union den Wettbewerb" (Bockey 2009).

Während Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe die Verlierer der veränderten Rahmenbedingungen sind, erfreuen sich Biogas und Bioethanol weiterhin einer erheblichen Unterstützung. Die folgende Übersicht zeigt, dass die Asymmetrie in der Förderung der stofflichen und energetischen Nutzung keine Vergangenheit, sondern aktuelle Realität ist (ausführliche Herleitung und Erläuterung in Kapitel 3.2.1).

[17] Hierzu schreibt der kürzlich gegründete Rat der Stofflichen Nutzung: „Ein Grund für diese Ungleichbehandlung ist die Vielfalt der stofflichen Nutzung in Form von hunderten, wenn nicht tausenden Produktlinien und die Inhomogenität der Akteure, die ohne abgestimmte Interessenvertretung in zahlreichen Verbänden organisiert sind – im Gegensatz zum Energiebereich, wo eine vergleichsweise „überschaubare Vielfalt" herrscht und welcher strukturell besser aufgestellt ist. Der stoffliche Bereich wird deshalb leicht übersehen und Fehlsteuerungen werden kaum wahrgenommen." (Rat Stofflich 2009)

| | Förderung in €/ha | Anteil der Förderung am Erlös bzw. Höhe der Preisstützung |
|---|---|---|
| **Energetisch** | | |
| Biogas (Mais), typische Anlagengrößen** | 1.000-3.200 | 40-80% |
| Biodiesel Reinkraftstoff (Raps)* | 417 | 20-35% |
| Biodiesel Beimischung (Raps) | 870 | 50-80% |
| Bioethanol Reinkraftstoff | ca. 1.000-2.600 | ca. 45% |
| Bioethanol Beimischung | ca. 1.500-3.600 | 70-90% |
| Pflanzenölkraftstoff* | 428 | 20-35% |
| BtL | ca. 2.560 | k. A. |
| **Stofflich** | | |
| Hanfkurzfasern (EU-Verarbeitungsbeihilfe) | ca. 135 | ca. 15% |
| Biokunststoffverpackungen (Befreiung von der Rücknahmepflicht gemäß § 16 Verpackungsverordnung) | ca. 1.440-4.320 | ca. 7-14% |

*Tabelle 65: Zusammenfassende Darstellung der Fördersituation energetischer und stofflicher Biomassenutzung im Jahr 2009. Quelle: Eigene Darstellung,*

*Nach Minderung der Steuerreduktion, **vor Degression der Vergütungssätze zum 1.1.2010

So sinnvoll und erfolgreich die starke Förderung der Bioenergie im historischen Kontext auch gewesen sein mag, hat sich doch inzwischen die gesamte Situation im Agrar- und Forstbereich grundlegend verändert, und es ist an der Zeit, sich die Folgen der einseitigen Förderung der energetischen Nutzung anzusehen und ggf. die gesamte Förderung im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe neu auszurichten.

- Zeiten, in denen Agrarwirtschaft und Politik auf der Suche nach sinnvollen Verwertungen von Agrarüberschüssen waren, sind für die meisten Agrarrohstoffe Vergangenheit. Auf den Agrarmärkten herrscht eher Mangel, Bioenergie ist regional und global zu einem wichtigen Nachfrager geworden, der die Agrarmärkte und -preise beeinflusst und nicht mehr nur stabilisiert.
- Die hohen Renditen, die bei der energetischen Nutzung infolge der starken Förderung möglich waren, führten zu einem Anstieg der Rohstoff- und Pachtpreise und verdrängten andere Nutzungsoptionen, die nur geringere Deckungsbeträge erwirtschaften konnten. Hierdurch kam und kommt es im Agrar- und Forstbereich zu einer erheblichen Verschiebung von Landnutzungen, Kulturen und Rohstoffströmen, ohne Überprüfung, ob damit nicht die gewünschten Effekte der Bioenergie-Förderung konterkariert werden. Kritiker sprechen unter Gesichtspunkten wie Klimaschutz und Ressourceneffizienz von einer Ressourcen-Fehlallokation.
- Seit Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung stehen im Agrarbereich alle Nutzungen in unmittelbarer Konkurrenz zueinander. Da sich die Flächenbelegung vor allem an den erwarteten Renditen orientiert, wird es für die wenig unterstützte stoffliche Nutzung schwer, gegenüber dem Lebensmittelbereich (speziell Weizen für Inland und Export) und dem stark geförderten Energiebereich Flächen zu akquirieren.
- Im Forstbereich entzieht vor allem die durch das EEG, das Markteinführungsprogramm für Pelletheizungen und die reduzierte Umsatzsteuer für Brennholz stark geförderte energetische Pelletnutzung der Holzwerkstoffindustrie zunehmend Rohstoffe. Verbände der Holzwerkstoff- und Zellstoff-/Papierindustrie ebenso wie Forschungsinstitute weisen wiederholt auf bereits existierende und zukünftige Engpässe hin, die aktuell lediglich durch die weltweite Wirtschaftskrise entschärft werden, in der die Nachfrage aus der Bau- und Möbelindustrie allgemein zurückgeht. Parallel dazu steigt der energetische Pelleteinsatz unaufhörlich weiter an; aus den heute schon 120.000 Pelletheizungen sollen laut Deutschem Energie-Pellet-Verband (DEP) „spätestens im Jahr 2020“ 1 Million Pelletheizungen werden (Holz-Zentralblatt vom 31. Juli 2009). Sobald die Nachfrage aus der Bau- und Möbelindustrie wieder anzieht, sind unmittelbare Engpässe und weitere Preissteigerungen absehbar. Verschärft wird dies noch durch Vorhaben, Bioraffinerien und BTL-Anlagen mit Holz als Input zu betreiben. Das Deutsche Biomasse-Forschungszentrum (DBFZ) sieht für Deutschland bereits für 2020 eine Unterdeckung von knapp 20 % der zur Verfügung stehenden Holzmasse gegenüber der benötigten Holzmenge (EUWID Neue Energien, Nr. 21 v. 14.10.2009).
- Vor einer zunehmenden Konkurrenzsituation warnt auch die chemische Industrie: „Zwischen den verschiedenen Einsatzgebieten für Biomasse sind erhebliche Nutzungskonkurrenzen heute schon deutlich erkennbar. Bei einem zukünftig verstärkten Einsatz sind steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen dem stofflichen Einsatz in der Chemie und den ungleich größeren Sektoren Energieerzeugung und Treibstoffe zu erwarten. Politische Vorgaben in Form einer isolierten Förderung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe in einzelnen Sektoren drohen Nutzungskonkurrenzen noch zu verstärken. Aufgrund der vergleichsweise geringen Einsatzmengen gingen diese zwangsläufig zu Lasten der chemischen Industrie.“ (VCI 2009)

- Nach einer aktuellen Prognose der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) soll sich in Deutschland der Landbedarf für Bioenergie von heute 1,8 Mio. ha „auf 3,7 Mio. Hektar im Jahr 2020“ vergrößern (EUWID Neue Energien, Nr. 2 v. 27.01.2010). Fraglich ist, ob diese Fläche überhaupt verfügbar sein wird (s.u.).

Vor diesem Hintergrund entstand der „Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ der Bundesregierung, welcher im September 2009 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, sowie die vorliegende Studie, die neue Förderinstrumente für die stoffliche Nutzung entwickelt, um die genannte und von der Politik so nie gewollte Konkurrenzsituation zwischen stofflicher und energetischer Nutzung zu überwinden.

Ziel sollte heute sein, die begrenzte Biomasse so effizient wie möglich zu nutzen, so zu nutzen, dass die „Nachhaltigkeitsziele optimal erreicht werden – und hier wird die stoffliche Nutzung oft Vorrang haben“, so Staatssekretär Gert Lindemann (BMELV) bei der Vorstellung des Aktionsplans (Lindemann 2009).

Bevor in den nächsten Kapiteln (6.4.2ff) die Besonderheiten der stofflichen Nutzung zusammenfassend vorgestellt und das neue Förderinstrumentarium entwickelt werden, sollen zuvor noch ein weiterer Aspekt der asymmetrischen Förderung diskutiert und Aussagen zur Flächenkonkurrenz und Ressourcen-Fehlallokation anderer Autoren zitiert werden.

*Intensität der Förderung und Folgen für die Flächenbelegung*

Die unterschiedlich starken Förderungen der stofflichen und energetischen Nutzung haben nicht nur Einfluss auf die tatsächlich belegte Anbaufläche gehabt, sondern sie haben darüber hinaus auch unsere Vorstellungen von Potenzialen beider Nutzungsarten beeinflusst. So ist es Konsens, dass der stoffliche Bereich ein weitaus geringeres Flächenpotenzial aufweist, obwohl das tatsächliche Flächenpotenzial primär von der zur Verfügung stehenden Agrarfläche abhängt und nicht von theoretisch erschließbaren Potenzialen auf Nachfrageseite (siehe hierzu Kapitel 3.5.3).

Eine Analyse der Förderung im Energiebereich zeigt schnell, dass hier eine Förderung bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit stets selbstverständlich und auch notwendig ist, um gegen die petrochemischen Konkurrenz Marktanteile gewinnen zu können. Warum sollte der Kunde sonst Bioenergieträger nutzen? Nur durch eine entsprechend starke Förderung (der Anteil der Förderung am Erlös liegt bei 50 % und darüber, siehe Kapitel 3.2.1) konnte der Erfolg von Energiepflanzen erzielt werden.

Am Beispiel von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffen kann dies leicht verdeutlicht werden. In der Branche besteht Konsens darüber, dass Pflanzenölkraftstoffe und Biodiesel an der Tankstelle nicht nur gleichpreisig wie Diesel sein müssen, um vom Kunden akzeptiert zu werden, sondern sogar 15 bis 20 cent/Liter (Pflanzenölkraftstoffe) bzw. 10 bis 12 cent/Liter (Biodiesel) preiswerter, um einen ausreichenden Kaufanreiz für den Verbraucher zu bieten, der zum einen die evtl. notwendige Umrüstung, häufigere Ölwechsel zu amortisieren, und zum anderen eine psychologische Hemmschwelle zu überwinden habe. Die Förderung muss also hoch genug sein, um dies sicherzustellen. Als dies im Sommer 2008 nicht mehr gegeben war (s.o.), brach der Absatz von reinem Biodiesel (B100) und Pflanzenölkraftstoffen stark ein.

Aber auch neue Energiekulturen wie Kurzumtriebsplantagen[18] zeigen, dass sich an diesem Grundprinzip nichts geändert hat: Energetische Nutzung werde nur dann zum Erfolg, wenn sie bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit gefördert werde. Und dann könne sie auch große Anbauflächen realisieren.

*Aber wie sieht die Situation im stofflichen Bereich aus?*

- Im stofflichen Bereich ist hingegen eine Förderung einer Produktlinie bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit nie erfolgt, weder bei Naturfaserdämmstoffen, noch bei Bioschmierstoffen oder Biokunststoffen. Dennoch haben die teureren Werkstoffe oder Produkte (einige) Käufer gefunden.
- Wäre auch im stofflichen Bereich bis zur Wettbewerbsfähigkeit gefördert worden, so hätten unserer Hypothese nach ähnliche Anbauflächen akquiriert werden können wie im Bioenergiebereich. Ein Gedankenexperiment weiter unten soll dies verdeutlichen.
- Warum aber wurde die stoffliche Nutzung nicht entsprechend gefördert? Der Grund ist einfach: Ein solch starker Markteingriff wie bei der Bioenergie ist nur in stark regulierten, nationalen Märkten wie im Energiebereich möglich. Im stofflichen Bereich, der durch wenige regulierte Märkte mit hohem globalem Wettbewerbsdruck und vielen Akteuren gekennzeichnet ist, ist ein entsprechender Eingriff nicht durchsetzbar: Sofort wäre es zu einer Klagewelle wegen Wettbewerbsverzerrungen gekommen.
- Das heißt, die Aussage, dass der stoffliche Bereich grundsätzlich nur über geringe Flächenpotenziale verfügt, ist ein Fehlschluss. Der Grund ist vielmehr, dass im stofflichen Bereich eine Förderung bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit strukturell nicht möglich ist[19]. Solange eine solche Förderung gegenüber petrochemischen Rohstoffen notwendig ist, ist der Bioenergiebereich erheblich leichter zu erschließen als der stoffliche Bereich.

*Gedankenexperiment Naturfaserdämmstoffe*

Um die geführte Diskussion etwas anschaulicher zu machen, bietet sich ein Gedankenexperiment an. Ein Gedankenexperiment deshalb, weil es sich nicht um einen Vorschlag handelt, sondern um die Frage, welche Fläche hätte man mit Hanfdämmstoffen erschließen können, wenn diese bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit gefördert worden wären?

Zunächst die Realität. Das Markteinführungsprogramm für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (siehe Kapitel 6.1.1) hat die Preisdifferenz zwischen Hanf und Glaswolle in etwa halbiert, wie die folgende Grafik zeigt.

[18] Auf dem Energieholzkongress dieses Jahr wurde festgestellt, dass das größte Hemmnis für die Entwicklung von Kurzumtriebsplantagen für die energetische Nutzung die geringe Rentabilität im Vergleich zur ackerbaulichen Nutzung sei. Daraufhin folgte der Vorschlag: Würde die öffentliche Hand beispielsweise eine Kurzumtriebsplantage pauschal mit 1.000 €/ha unterstützen, könnte die derzeit vorhandene Fläche von über 1.000 ha durch die Investition von einer Mio. € vermutlich verdoppelt werden. (EUWID Neue Energien, Nr. 5 v. 04.03.2009)

[19] Hierbei sollte nicht vergessen werden, dass im stofflichen Bereich große Bereiche ohne jegliche Förderung wettbewerbsfähig sind. Das sind z.B. Bereiche wie Zellstoff und Papier, Möbel und Bau oder auch Tenside. Neue Anwendungen wie Biowerkstoffe oder Dämmstoffe sind - wie die meisten Linien im Energiebereich - nur teilweise oder nicht wettbewerbsfähig und benötigen zur Entwicklung eine dem Energiebereich entsprechende Förderung, die sie bislang aber nicht bekommen.

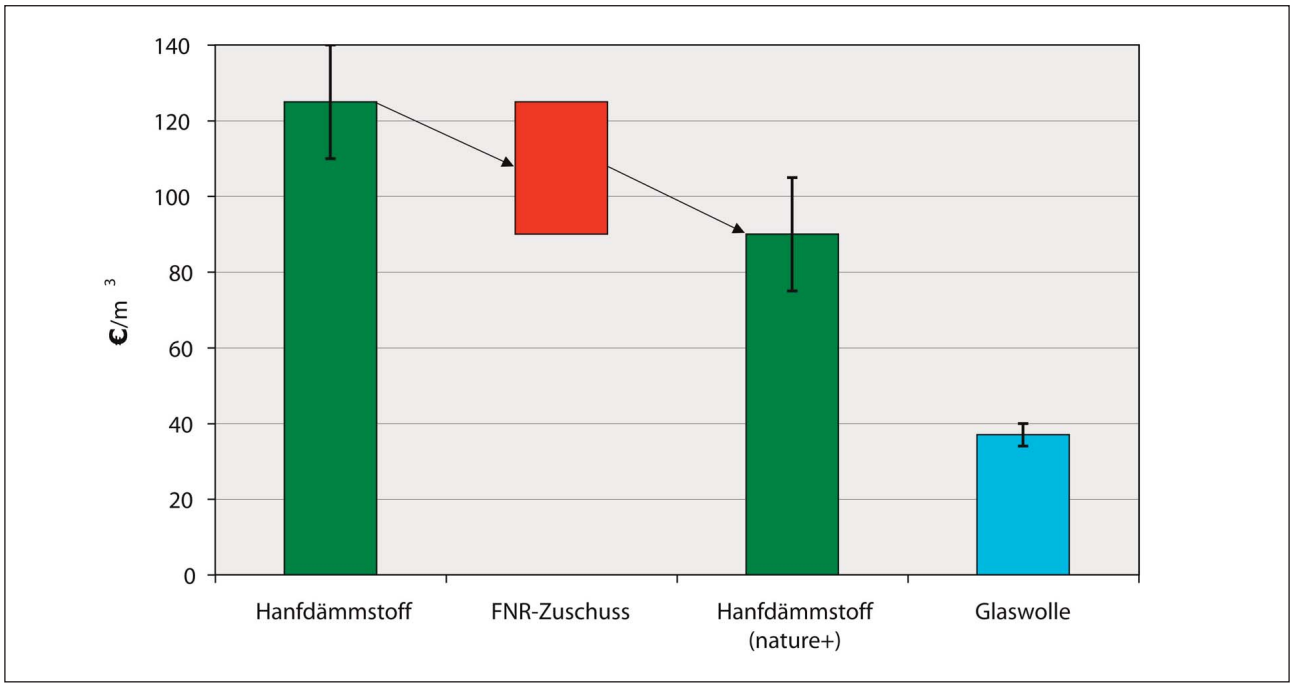



*Abbildung 98: Einfluss der Markteinführungsprogramms Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen („FNR-Zuschuss“) auf die Marktpreise für Hanfdämmstoffe. Quelle: Carus et al. 2008*

Trotz weiterhin bestehenden Preisnachteils wuchs der Absatz von Thermo-Hanf von 14.000 cbm (2003) auf 100.000 cbm (2007), und gleichzeitig sank auch der Marktpreis durch produktionsbedingte Skaleneffekte, ohne jedoch selbst mit Förderung in die Nähe der Glaswolle zu kommen.

Nehmen wir nun in einem Gedankenexperiment an, dass die Förderung so hoch sei, dass Hanfdämmstoffe bei gleicher Dämmleistung gleich teuer oder sogar preiswerter als die marktbeherrschenden Glasfaser- bzw. Mineralfaserdämmstoffe sind[20].

- Würde man Naturfaserdämmstoffe bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit fördern, wäre ein Marktanteil von mindestens 10 % als realistisch anzunehmen.
- In Deutschland wurden im Jahr 2007 ca. 24 Mio. cbm Dämmstoffe verbraucht. Einem Anteil von 10 % entsprächen 2,4 Mio. cbm.
- Hanfdämmstoff: 35 kg/cbm, d.h. 2,4 Mio. cbm entsprächen 84.000 t Hanffasern.
- Für 84.000 t Hanffasern werden 50.000 bis 60.000 ha Anbaufläche benötigt.

Vielleicht wäre sogar ein Marktanteil von 20 % zu erreichen, was dann schon 100.000 bis 120.000 ha Agrarfläche entsprechen würde. In der Realität liegt die Hanfanbaufläche in Deutschland aber bei nur etwa 2.000 ha.

Eine Vielzahl weiterer Gedankenexperimente sind möglich, gibt es im stofflichen Bereich doch hunderte Produktlinien, die technisch möglich wären, in der Praxis aber an einer fehlenden Konkurrenzfähigkeit scheitern und daher nur ein Nischendasein fristen.

[20] Der Deutsche Naturfaserverband fordert in seiner Stellungnahme zum Entwurf des Aktionsplans genau dies: „Ein Blick auf die erfolgreiche Einführung und Förderung der Bioenergie zeigt, dass es erforderlich ist, die geförderten nachwachsenden Rohstoffe, also auch Flachs- und Hanfprodukte, zu einem Preis auf dem Markt anzubieten, der noch unter demjenigen der etablierten Konkurrenzprodukte liegt.“ (DNV 2008)

Fazit: Bei ähnlicher „Förderintensität“, d.h. bei Förderung bis zur vollen Wettbewerbsfähigkeit, sind in der stofflichen Nutzung durchaus ähnliche Flächeneffekte wie bei Biokraftstoffen zu erwarten.

Wie schon eingangs gesagt: Dies ist kein Vorschlag für eine entsprechend hohe Förderung im stofflichen Bereich. Dies war nur ein Gedankenexperiment, das aufzeigen sollte, wie stark unsere Vorstellungen von Flächenpotenzialen von der Förderintensität beeinflusst sind.

Den Abschluss dieses Kapitels bilden Stellungnahmen und Zitate aus wissenschaftlichen Studien zum Thema Flächenkonkurrenz und Ressourcen-Fehlallokationen.

*Stellungnahmen zur Konkurrenzsituation der stofflichen und energetischen Nutzung*
Zur Konkurrenzsituation zwischen stofflicher und energetischer Nutzung schreiben die Verbände und Experten in ihren Stellungnahmen zum Entwurf des Aktionsplans stoffliche Nutzung Ende 2008:

- Es sind „steigende Nutzungskonkurrenzen zwischen dem stofflichen Einsatz in der Chemie und den ungleich größeren Sektoren Energieerzeugung und Treibstoffe zu erwarten. Politische Vorgaben dürfen nicht zu einer Verschärfung der Nutzungskonkurrenz zwischen Energieerzeugung, Treibstoffherstellung und dem stofflichen Einsatz führen, die aufgrund der vergleichsweise geringen Einsatzmengen zwangsläufig zu Lasten der chemischen Industrie ginge. Ein gleichberechtigter Zugang der Chemie zu den Rohstoffen muss sichergestellt werden.“ (VCI 2008b)
- Es „ist festzuhalten, dass die biogenen Kraftstoffe, insbesondere Biodiesel, eine Konkurrenz zur stofflichen Nutzung der natürlichen Ressourcen darstellen. Da die energetische Nutzung durch steuerliche Vergünstigungen und Beimischungsquoten direkt oder indirekt subventioniert wird, ergibt sich für die stoffliche Nutzung ein grundsätzlicher Kostennachteil.“ (VCI 2008b)
- „Die Förderpolitik der Bundesregierung führt zu Wettbewerbsverzerrungen bei der Konkurrenz zwischen stofflichen und energetischen Nutzern des Rohstoffes Holz einerseits und andererseits durch höhere Strompreise mit den Wettbewerbern auf den Produktmärkten für Zellstoff und Papier. … Es ist daher weder ökonomisch noch gesellschaftspolitisch zu verantworten, wenn neue und teilweise konkurrierende Verwertungsalternativen mit öffentlicher Unterstützung auf den Weg gebracht werden, ohne zuvor Klarheit über die nachhaltigen Rohstoffpotenziale und der Mobilisierbarkeit geschaffen zu haben.“ (VDP 2008b)

Verschiedene aktuelle Studien diskutieren die Konkurrenzsituation der stofflichen Nutzung und eine eventuell sinnvolle Vorrangigkeit der stofflichen Nutzung gegenüber der energetischen auf Basis der Entwicklungen in den letzten zehn Jahren.

*Institut der deutschen Wirtschaft (IW), zitiert nach VDP 2008b:*

- Fokussierung der Biomasse-Förderung auf die Bereiche, wo zusätzliches Potenzial besteht und nicht andere Verwendung von Biomasse wegfällt oder wesentlich verteuert wird.
- Primäre Verwendung von Holz für stoffliche Zwecke, für die andere natürliche Rohstoffe nicht technisch und wirtschaftlich nutzbar zur Verfügung stehen, mit anschließender energetischer Verwertung.
- Berücksichtigung von möglichen Kostenverschiebungen für bestehende Nutzer von Biomasse.

*WBGU 2008: „Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“*

„Dagegen kann erneuerbare Energie auch auf Wegen bereitgestellt werden, die kaum Landnutzungskonflikte auslösen, etwa mittels Wind- oder Solarenergie. Risiken entstehen dann, wenn durch den Anbau von Energiepflanzen direkte oder indirekte Landnutzungskonkurrenzen ausgelöst oder verschärft werden.“ (S. 5)

„Die bestehenden Regelungen in der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und im Kyoto-Protokoll führen zu einer verzerrten Darstellung des Klimaschutzbeitrages von Bioenergie und zu Fehlanreizen in Bezug auf Bioenergieproduktion und -nutzung bis hin zur Förderung klimaschädlicher Bioenergienutzung.“ (S. 11)

„Mit dem Ziel einer weltweit nachhaltigen Landnutzung ist mittelfristig ein globaler Landnutzungsstandard anzustreben, der die Produktion aller Biomassearten für verschiedenste Nutzungen (Nahrungs- und Futtermittel, energetische und stoffliche Nutzung usw.) länder- und sektorübergreifend regelt.“ (S. 12)

„Wenn man in ferner Zukunft alle Kunststoffe sowie Bitumen und Schmierstoffe (zusammen etwa 8 % des Rohölverbrauchs) aus biogenen Rohstoffen herstellen würde, ergäbe sich ein sehr hoher Flächenverbrauch. Bei einem halb so hohen Pro-Kopf-Verbrauch wie derzeit in Deutschland und einer Weltbevölkerung von 9 Mrd. Menschen würde der Flächenbedarf für Produkte aus traditionell landwirtschaftlicher Erzeugung (Textilien, chemische Produkte aus Ölen, Zucker und Stärke) und für die biogene Erzeugung von Kunststoffen, Bitumen und Schmierstoffen nach Berechnung des WBGU zusammen bei rund 10 % der Weltagrarfläche liegen.“ (S. 77)

„Der WBGU empfiehlt den raschen Ausstieg aus der Förderung von Biokraftstoffen für den Verkehr.“ … „Höchste energetische Nutzungsgrade der Biomasse im Verkehrssektor werden durch Stromerzeugung und -nutzung in elektrischen Fahrzeugen erreicht. Für einen Ausbau der Elektromobilität sollten geeignete Rahmensetzungen erfolgen.“ (S. 8 und 16)

*Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV, zitiert nach VDP 2008b*

„Auch der Wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik beim BMELV spricht in diesem Zusammenhang von einer verfehlten Bioenergiepolitik, wenn er ausführt: „Gerade wenn Deutschland beim Klimaschutz aber besonders hohe Ziele erreichen und mit gutem Beispiel vorangehen will, ist es nach Auffassung des Beirats wichtig, die knappen Ressourcen auf die effizientesten Klimaschutzstrategien zu konzentrieren. Diesem Anspruch wird die deutsche Bioenergiepolitik bisher nicht gerecht. Sie fördert mit hohen Subventionsäquivalenten besonders jene Bioenergielinien, die relativ teuer und vielfach ineffizient sind.“

*Bringezu et al. 2008b: „Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe“ (Wuppertal Institut, Fraunhofer UMSICHT, IFEU)*

„Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung muss vor allem eine dauerhaft umweltgerechte Flächennutzung ermöglicht werden, die den Erfordernissen der stofflichen und energetischen Versorgung durch nachwachsende Rohstoffe gerecht wird und die zukünftige Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung nicht gefährdet.“ (S. 2)

„Auch im Hinblick auf möglichst mehrfache stoffliche Nutzungen vor der energetischen Verwertung am Ende des Produktlebenszyklus ist die Förderung durch den NaWaRo-Bonus für die energetische Nutzung auch in den Fällen zu überdenken, bei denen dadurch höherwertige, stoffliche Verwendungen der Sekundärrohstoffe benachteiligt werden.“ (S. 201)

*Bringezu et al. 2008a: „Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse“ (Wuppertal Institut, RWI Essen)*
„Anstelle der von der Gesellschaft jährlich zu tragenden Kosten in Milliardenhöhe über die Subventionierung von Biokraftstoffen der ersten Generation könnten die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) im Bereich neuer, synthetischer Biomaterialien und Biotreibstofftechnologien erhöht werden.“ (S. 159)

„Zum anderen werden mit der Produktion von synthetischen Grundstoffen und Polymeren auf der Basis von organischen Reststoffen und Nebenprodukten stoffliche Kreisläufe geschlossen, und zugleich eine „doppelte Dividende“ ermöglicht: nach der primär stofflichen Nutzung kann der Energiegehalt der entstehenden Abfälle genutzt werden.“ (S. 160)

„Nutzungskonkurrenzen zu vermeiden, sollte daher vorrangiges Ziel sein. Das dies möglich ist, zeigt der Einsatz von organischen Reststoffen wie Gülle zur Energiegewinnung. Generell sollte eine energetische Verwertung von Biomasse erst nach der stofflichen Nutzung erfolgen.“ (S.219)

Zitiert nach VDP 2008: „Wuppertal-Institut und Rheinisch-Westfälisches Institut stellen fest, dass in Deutschland die Forcierung der primär energetischen Biomassenutzung grundsätzlich hinterfragt werden muss. Speziell zur Nutzung von Holz wird ausgeführt, dass das Beispiel der heimischen Zellstoff- und Papierindustrie zeige, wie die subventionierte energetische Nutzung von Industrierestholz zu einem verzerrtem Wettbewerb führen kann. Der Vorteil der Kreislaufwirtschaft besteht dann darin: „Angesichts der Tatsache, dass Industriezweige wie die Zellstoff- und Papierindustrie derartige Stoffe auch ohne eine Subventionierung dazu verwenden, teure fossile Brennstoffe dadurch kostengünstig zu ersetzen, ist der Sinn einer solchen finanziellen Förderung grundsätzlich in Frage zu stellen.“

*BDI 2008: „Für eine strategische und ganzheitliche Rohstoffpolitik – BDI-Kernforderungen zur Rohstoffpolitik“*
„8. Staatliche Förderungen des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe zurückführen

Die Preisentwicklung bei nachwachsenden Rohstoffen wird durch die staatlichen Förderungen der energetischen Verwendung nachwachsender Rohstoffe und der Herstellung von Biokraftstoffen mit beeinflusst. Bei einer Reihe nachwachsender Rohstoffe ist es in den vergangenen Jahren innerhalb der EU daher zu einem deutlichen Anstieg der Nachfrage gekommen. In der Folge sind in verschiedenen Industriezweigen drastische Kostenanstiege, vereinzelt sogar Engpässe in der Rohstoffversorgung aufgetreten. So ist es in der chemischen Industrie zu starken Verteuerungen bei Fetten und Ölen gekommen. In der Papierindustrie hat es starke Preisanstiege bei Holz gegeben. Staatliche Förderungen sollten grundsätzlich den Charakter einer Anschubfinanzierung haben, das heißt sie sollten zeitlich klar befristet sein. Im Zusammenhang mit staatlichen Förderungen ist insbesondere sicherzustellen, dass die Förderung einzelner Bereiche aufgrund der bestehenden Wechselwirkungen nicht negative Auswirkungen auf andere Bereiche hat. EU-Förderungen des Rohstoffeinsatzes für spezifische Zwecke, die Preisanstiege oder Engpässe in anderen Industriezweigen zur Folge haben, sollten daher zurückgeführt und nationale Förderungen hinsichtlich ihrer wettbewerbsverzerrenden Auswirkungen von den europäischen Wettbewerbsbehörden genau untersucht werden.“

### 6.4.2 Besonderheiten und Bewertung der stofflichen Nutzung: Zusammenfassung

In diesem Kapitel werden die bisherigen Ergebnisse der Studie zusammen gefasst und weitere Aspekte wie Ressourcen-Effizienz, Kaskadennutzung, Versorgungssicherheit und $CO_2$-Speicherung diskutiert, die keine eigenen Kapitel aufweisen. Die Präsentation der Ergebnisse entspricht ihrer Reihenfolge in der Studie.

*Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2007 (vgl. Kapitel 1.4)*
Als Ergebnis unserer Erhebung gehen wir von einer Gesamtmenge der zur stofflichen Nutzung verwendeten nachwachsenden Rohstoffe von 3,6 Mio. t in der verarbeitenden Industrie aus (ohne Holz und Stroh), hinzu kommen 44,3 Mio. t Holz sowie bis zu 6 Mio. t Getreidestroh (vor allem im landwirtschaftlichen Bereich).

**Rohstoffeinsatz in der verarbeitenden Industrie 2007**

| Rohstoff | Menge stoffliche Nutzung (in t) | Menge energetische Nutzung (in t) |
|---|---|---|
| Holz | 44.300.000 | 32.600.000 |
| Öle/Fett<br>+ Glycerin | 1.450.000<br>+ 84.000 | 2.890.000 (für Biodiesel)<br>770.000 (für Pflanzenöl) |
| Zucker/Stärke | 1.040.000 | 460.000 (für Bioethanol) |
| Naturfasern | 160.000 | – |
| Sonstige | 850.000 | ca. 6.000.000 (für Biogas)* |
| **Gesamt:<br>90,6 Mio. t** | **~ 47,9 Mio. (53 %)<br>ohne Holz:<br>3,6 Mio. (26 %)** | **~ 42,7 Mio. (47 %)<br>ohne Holz:<br>10,1 Mio. (74 %)** |

nova © nova-Institut 2010

*Abbildung 99: Vergleich nachwachsender Rohstoffe in der stofflichen und energetischen Nutzung in Deutschland 2007. Quelle: nova-Institut 2009*

Von den 3,6 Mio. t industriell genutzten Agrarrohstoffen werden 2,3 Mio. t (64 %) importiert und 1,3 Mio. t (36 %) in Deutschland auf einer Fläche von insgesamt 280.000 ha gewonnen.

Dabei spielen vor allem die Einfuhrmengen im Bereich der Pflanzenöle (Palm-, Kokos, Sojaöl) und die Importe von Naturkautschuk, Chemiecellulose, Naturfasern (insbesondere Baumwolle), Maisstärke sowie Arzneipflanzen (mit sehr hoher Wertschöpfung) eine bedeutende Rolle, während im Bereich der Proteine sowie beim Zucker bis 2008 kaum oder gar keine Rohstoffmengen importiert wurden.

Im Holzbereich liegt die Importquote bei etwa 10 % (bezogen auf Rohholz für die verarbeitende Industrie). Fasst man die Gesamtmenge Agrar und Forst zusammen, ergibt sich durch die unverhältnismäßig große Holzmenge eine Gesamtimportquote von nur 14 % aller nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung – die Inlandsdeckung beträgt also 86 %.

| Industrie | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (mit Holz, in t) | Einsatz nachwachsender Rohstoffe (ohne Holz, in t) |
|---|---|---|
| Säge- und Holzwerkstoffindustrie | 36.300.000 | – |
| Papier- und Zellstoffindustrie | 7.060.000 | 661.000 |
| Chemische Industrie | 1.670.000 | 1.670.000 |
| Oleochemie | 979.000 | 979.000 |
| Textilindustrie* | 158.000 | 158.000 |
| Pharma-/Kosmetikindustrie | 74.000 | 74.000 |
| Andere | 1.640.000 | 40.000 |
| **Total** | **~ 47,9 Mio.** | **~ 3,6 Mio.** |

nova © nova-Institut 2010

* Cellulosefasern sind der chemischen Industrie zugeschlagen; die Textilindustrie umfasst sowohl Gewebe als auch Vliesstoffe (z.B. Dämmvlies)

*Tabelle 66: Branchenverteilung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (dargestellt ist nur die erste Verarbeitungsstufe)*

*Mengen- und Flächenpotenziale der stofflichen Nutzung in Deutschland bis zum Jahr 2020 (vgl. Kapitel 2.7)*

Unter günstigen Rahmenbedingungen kann die stoffliche Nutzung bis zum Jahr 2020 eine Fläche von über 1,8 Mio. ha belegen, was in derselben Größenordnung wie die aktuelle energetische Nutzung läge. Die wichtigsten Rohstoffe sind Raps (905.000 ha), Weizen (655.000 ha) und Zuckerrübe (175.000 ha), deren wichtigste Einsatzgebiete die chemische Industrie allgemein und im Speziellen der Bereich Biowerkstoffe sowie die Oleochemie (Tenside, Schmiermittel) sind. Daneben können Nischenkulturen wie Hanf, Miscanthus, Kurzumtriebsplantagen und Arzneipflanzen zusammen eine Fläche von bis zu 90.000 ha erreichen. Sie werden vor allem als Biowerkstoffe (Holzwerkstoffe, naturfaserverstärkte Kunststoffe, Dämmstoffe, Textilien) sowie im Pharmabereich eingesetzt.

*Agrarökonomische Analysen, makroökonomische Effekte, Flächenkonkurrenz und -potenziale (vgl. Kapitel 3.6)*

Die Analysen haben gezeigt, dass die Fördermaßnahmen in der energetischen Nutzung in vielen Fällen 50 % bis 80 % der Umsatzerlöse ausmachen. Die Förderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette liegen umgerechnet auf die Anbaufläche zwischen 300 und 3.600 €/ha, wobei Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe (inzwischen) am unteren Ende liegen und kleine Biogasanlagen, Bioethanol und BTL am oberen Ende. Demgegenüber bestehen für stofflich genutzte nachwachsende Rohstoffe nur für einzelne wenige Produktlinien zeitlich begrenzte Fördermaßnahmen, die zudem weniger stark in die Wettbewerbsfähigkeit eingreifen.

Die erheblichen Anreize zur energetischen Nutzung treiben die Preise für entsprechende Rohstoffe nach oben, wie die Beispiele Silomais als Biogassubstrat und Raps zur Biodieselproduktion zeigen. Dies verdrängt andere Nutzungsoptionen dieser Rohstoffe, z.B. Silomais als Futtermittel oder andere Kulturen, von der verfügbaren Anbaufläche. Zudem trägt die neue und starke Nachfrage aus dem energetischen Bereich zu steigenden Pachtpreisen bei, was die Nutzungskonkurrenz weiter verschärft.

Unter diesen Rahmenbedingungen können stoffliche Nutzungen kaum die Renditen erbringen, die den Anbau für den Landwirt attraktiv machen. Eine Erhöhung der Rohstoffpreise ist wegen des starken internationalen Wettbewerbs mit fossilen und importierten NaWa-Rohstoffen auch kein Ausweg.

Die Auswertung neuerer Studien zu den makroökonomischen Effekten nachwachsender Rohstoffe sowie eigenen Erhebungen haben gezeigt, dass trotz unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen und der verschiedenen betrachteten Ketten das Potenzial der stofflichen Nutzung für Beschäftigung und Wertschöpfung signifikant höher liegt als bei der energetischen Nutzung, und zwar um etwa den Faktor 5 bis 10 (bei den direkten Bruttoarbeitsplätzen), bzw. 4 bis 9 (bei der Wertschöpfung) – jeweils bezogen auf den selben Stoffstrom (Masse) bzw. die selbe Anbaufläche. Der Grund hierfür liegt bei den deutlich komplexeren und längeren Wertschöpfungsketten der stofflichen Nutzung.

Das Flächenpotenzial für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland liegt bei 2 bis maximal 3 Mio. ha, wenn man zugrunde legt, dass diese Fläche jedes Jahr, d.h. auch in Jahren hoher Weizenpreise auf dem Weltmarkt, der Industrie zur Verfügung stehen soll. Grundsätzlich kann die gesamte Fläche von 3 Mio. ha rein energetisch, rein stofflich oder in einer beliebigen Mischung genutzt werden, wobei die politischen Rahmenbedingungen hier einen maßgeblichen Einfluss haben, da die meisten NaWaRo-Linien ohne Förderung nicht die im Food&Feed-Bereich gewohnten Renditen erbringen können.

Die realisierbaren Flächenpotenziale für die energetische und stoffliche Nutzung sind für Deutschland gleich hoch, da sie ausschließlich von der zur Verfügung stehenden Fläche, d.h. den 2 bis 3 Mio. ha, bestimmt werden und nicht von theoretischen Nachfragepotenzialen im energetischen und stofflichen Bereich.

Unter dem Gesichtspunkt der makroökonomischen Effekte haben stofflich genutzte NaWaRo nach unserer Analyse deutliche Vorteile. Eine verstärkte stoffliche Nutzung würde bei einer Kaskadennutzung zudem der energetischen Nutzung nicht einmal Biomasse entziehen, sondern dieser nur verzögert zufließen lassen und dabei die Agrarressourcen und -flächen besonders effizient, klimaschonend und mit maximaler Wertschöpfung nachhaltig nutzen.

*Ökologische Bewertung der stofflichen Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung (vgl. Kapitel 4.2.2)*

Die große Mehrheit der stofflichen Linien zeigt deutliche Energie- und Treibhausgas (THG)-Einsparungen gegenüber den fossilen Referenzprodukten.

Für die stofflichen Produktlinien sind große Streuungen und einige Clusterbildungen erkennbar. Es zeigt sich, dass die meisten Studien den stofflichen Linien mindestens gleiche, häufig sogar deutlich größere Effekte im Vergleich zu Biokraftstoffen der ersten Generation zusprechen. Die stofflichen Linien mit den höchsten Energie- und THG-Einsparungen liegen dabei sogar deutlich über den Bilanzen der zweiten Generation von Biokraftstoffen. Im Durchschnitt über alle stofflichen Produktlinien kann eine Einsparung von etwa 5 bis 10 t $CO_2$-Äq./(ha*a) angesetzt werden.

Dies stellt, wenn auch auf unbefriedigender Datenlage, ein recht positives Ergebnis für die stoffliche Nutzung dar.

Das Bild verbessert sich für die stoffliche Nutzung weiter, wenn man den Effekt der längerfristigen Kohlenstoff-Speicherung und das Potenzial zur Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) mit einbezieht. Hierdurch kann im groben Mittel eine Einsparung von etwa 10 bis 20 t $CO_2$-Äq./(ha*a) erzielt werden, bei einigen Produktlinien auch deutlich mehr.

Zudem werden in vielen Linien durch Skaleneffekte in der Produktion und technische Optimierung der Prozessketten zukünftig noch günstigere $CO_2$-Bilanzen erwartet. In vielen Fällen treten neue, wenig optimierte NaWaRo-Produkte gegen über Jahrzehnte optimierte fossile Produkte an.

Unter dem Gesichtspunkt der Energie- und Treibhausgaseinsparungen pro Fläche macht es Sinn, sich künftig stärker mit dem Potenzialen der stofflichen Nutzung zu beschäftigen. Und auch mit der Ökobilanzierung selber, die für die stoffliche Nutzung noch der methodischen Weiterentwicklung und Standardisierung bedarf, um auf das hohe Niveau der Bilanzierungen der energetischen Nutzung zu kommen und dann mit zukünftigen Ökobilanzen einen umfassenden und belastbaren Vergleich unterschiedlicher stofflicher und energetischer Nutzungen zu ermöglichen.

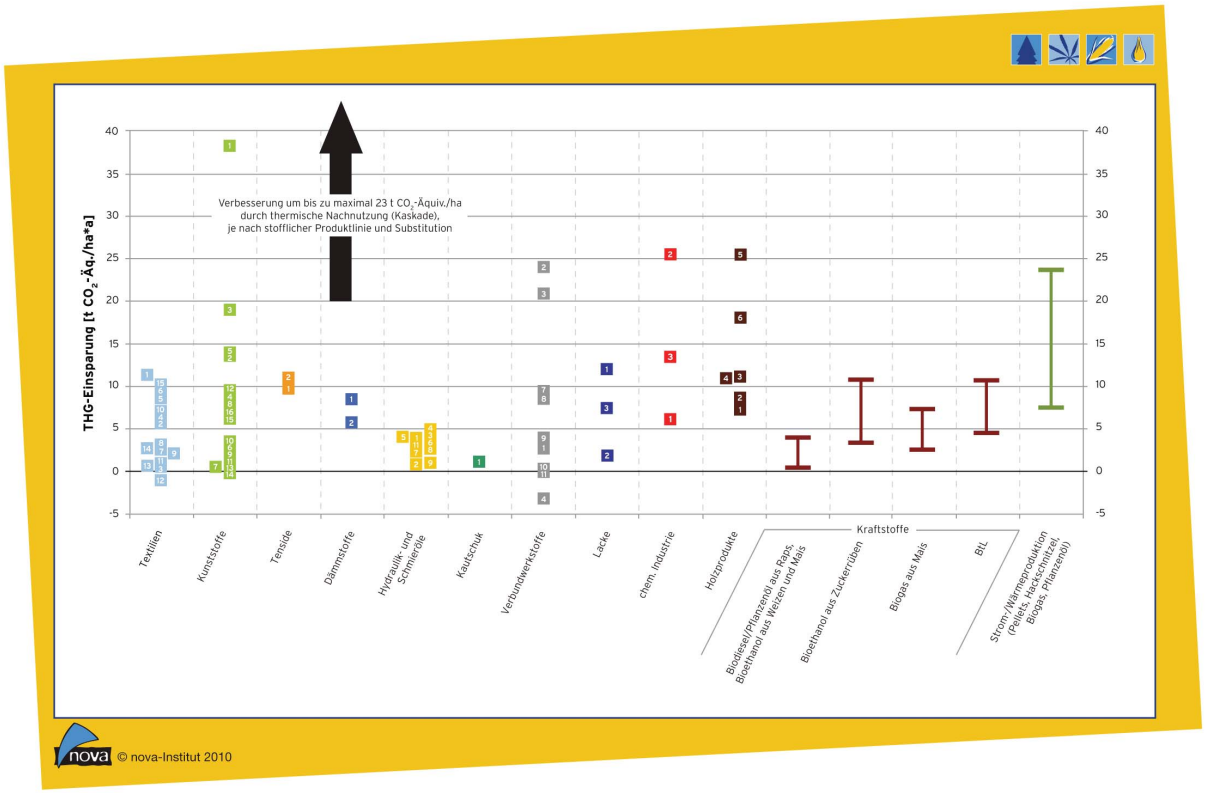



*Abbildung 100: THG-Einsparungen in t $CO_2$-Äq./(ha*a) ausgewählter Ökobilanzierungs-Studien zur stofflichen Nutzung und im Vergleich zur energetischen Nutzung. Der schwarze Pfeil deutet die zusätzliche THG-Einsparung bei Kaskadennutzung an.*

Die Abbildung zeigt die analysierten Produktgruppen aus stofflicher und energetischer Nutzung sowie ihre Treibhausgas-Einsparungen pro Hektar und Jahr. Der Pfeil nach oben deutet an, wie sich die $CO_2$-Äq./(ha*a)-Einsparungen bei den stofflichen Linien verbessern können, wenn einen Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) erfolgt.

*Effizienz der Biomasse-Nutzung: Exkurs in die Biochemie (vgl. Kapitel 5.1)*
In der folgenden Darstellung sind die errechneten prozentualen Anteile der eingesetzten Biomasse aufgeführt, die im Produkt noch enthalten sind. Es ist zu sehen, dass bei den Energieträgern, die aus Kohlenhydraten hergestellt werden, relativ wenig Biomasse im Produkt enthalten ist. Die Anteile von Biogas und BTL liegen bei nur ca. 30 %. Das Fermentationsprodukt Ethanol stellt mit 46 % den größten Anteil dar. Die Energieträger aus Pflanzenöl übernehmen wesentlich mehr Ausgangsbiomasse mit ins Produkt. Hier liegen die Anteile um die 90 %. Pflanzenölkraftstoff sowie Schmier- und Hydrauliköle werden chemisch nicht verändert und haben damit den höchsten Wert von 100 %.

Diesen Wert erreichen auch die Celluloseregenerate, Cellulosederivate und Stärkepolymere. Diese drei Produkte nutzen stofflich 100 % der Biomasse. Die organischen Säuren liegen bei etwa 80 % stofflicher Nutzung. Dies ist auch damit zu erklären, dass alle Säuren fermentativ hergestellt werden. Die Mikroorganismen verstoffwechseln einen Teil der Biomasse und bauen durch ihr Wachstum aber auch selbst neue Biomasse auf. Die Biopolymere PLA und P3HB sind zum Teil bzw. ganz durch Fermentation hergestellt. PLA liegt mit 80 % stofflicher Nutzung höher als P3HB mit 47 %.

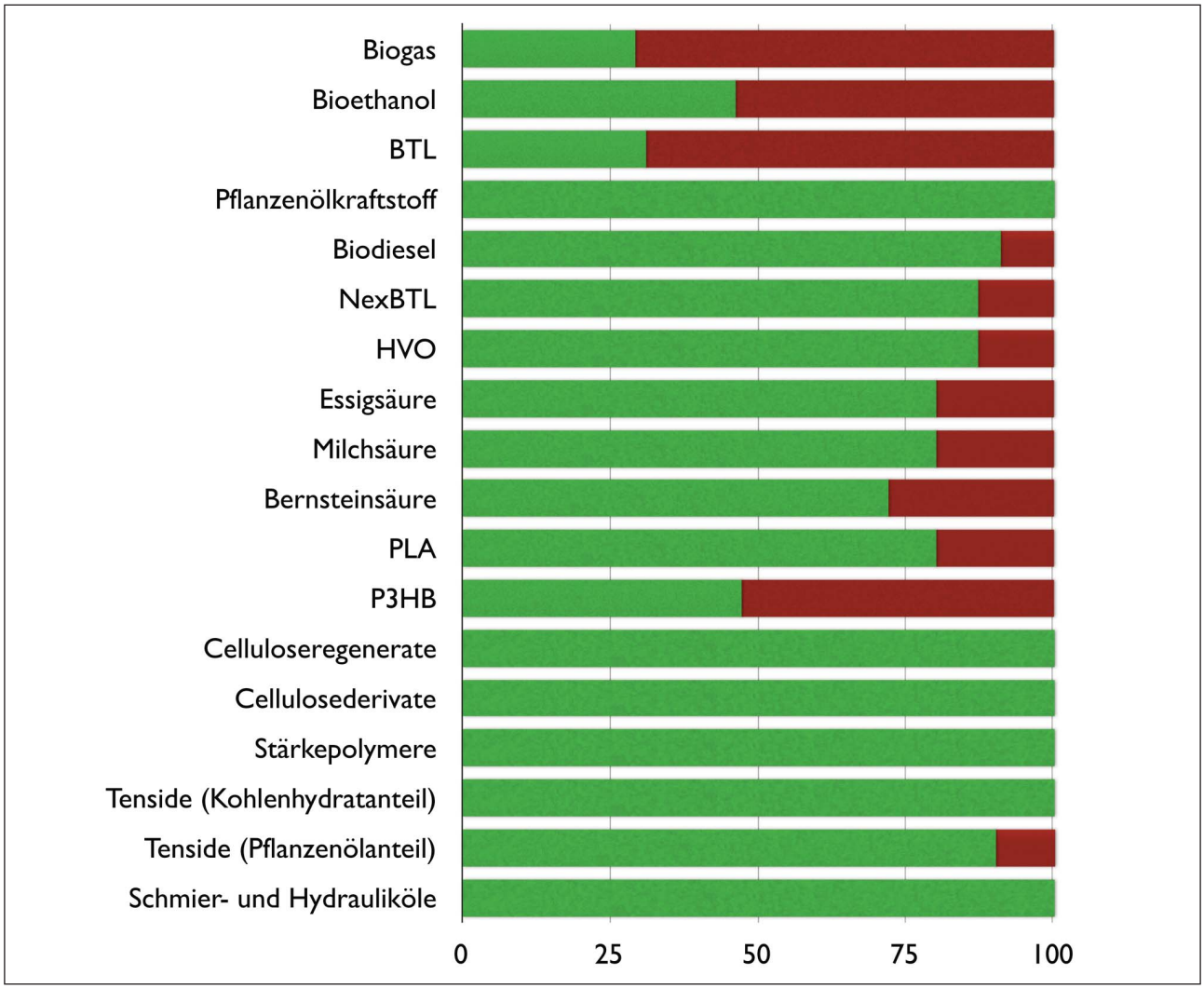



*Abbildung 101: Verhältnis von Ausgangsbiomasse, die im Produkt noch enthalten ist (grün), und Ausgangsbiomasse, die verloren geht (rot)*

Insgesamt zeigt sich, dass der Anteil der im Produkt genutzten Biomasse weniger davon abhängt, ob es sich um eine stoffliche oder energetische Nutzung handelt, sondern vielmehr vom eingesetzten Rohstoff und Prozess.

*Verbände, Interessens- und Lobbystrukturen bei der energetischen und stofflichen Nutzung im Vergleich (vgl. Kapitel 5.2)*
Im Energiebereich steht für die Verbände eine Marktsicherung durch politisches Lobbying für die geeignete Gestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderinstrumente im Mittelpunkt.

Der Erfolg im stofflichen Bereich kann aus Verbandssicht dagegen vor allem durch umfassende Marktanalysen und darauf aufbauende Marketingaktivitäten erzielt werden. Durch die Exportorientierung der Branche sind solche Aktivitäten, im Gegensatz zur Bioenergiebranche, nicht auf Deutschland oder Europa beschränkt.

Die Unterschiede liegen in der historischen Ausgangssituation und vor allem in den unterschiedlichen Marktstrukturen begründet. Der Energiebereich ist durch stark regulierte Märkte mit hoher Nachfrage nach standardisierten Produkten (Strom, Wärme, Kraftstoffe) gekennzeichnet, die in erster Linie politisch beeinflusst werden können. Im stofflichen Bereich findet man dagegen weitgehend unregulierte Märkte mit hohem globalen Wettbewerbsdruck.

Hieraus ergibt sich auch, dass eine systemische Förderung des stofflichen Bereiches für die Politik schwerer ist als in dem stärker regulierten Energiebereich.

*Beitrag zur ländlichen Entwicklung und regionalen Wertschöpfung (vgl. Kapitel 5.3)*
Die höheren gesamtgesellschaftlichen Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung durch höherwertige Produkte und längere Wertschöpfungsketten sowie durch die Möglichkeit des Recyclings und der Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) werden in Bezug auf die regionale Wertschöpfung in den ländlichen Räumen strukturell durch andere entscheidungsrelevante Kriterien für regionale Akteure überlagert. Die Kaskadennutzung ist hierbei ebenfalls kein zugkräftiges Argument, weil die Märkte für Produkte aus der stofflichen Nutzung in den Städten liegen (Exportorientierung). Ein Rücktransport der Güter nach Gebrauch zur energetischen Verwertung in die ländlichen Räume findet aufgrund der Transportkosten nicht statt – was auch ökologisch und ökonomisch wenig effizient wäre.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aus regionaler Sicht die Wertschöpfung unter den aktuellen Rahmenbedingungen strukturell einfacher durch energetische Nutzung erhöht werden kann. Die strukturellen Unterschiede basieren zu einem wesentlichen Teil auf Subventionen und anderen Anreizen (insb. EEG), die in Deutschland, je nach Verfügbarkeit und Art der nachwachsenden Rohstoffe, fast flächendeckend in den ländlichen Räumen wirken und absorbiert werden können.

Für die stärkere Hebung sowohl der gesamtgesellschaftlichen als auch der regionalen Wertschöpfungspotenziale im Bereich der stofflichen Nutzung bieten sich verschiedene Strategien an.

Besonders wichtig erscheint die Vermeidung von Rohstoff-Fehlallokationen auf der regionalen Ebene durch die Verdrängung bereits etablierter stofflicher Linien, bzw. die Behinderung des Aus- und Aufbaus stofflicher Linien infolge energetischer Nutzung durch Herstellung von Transparenz über Wertschöpfungs-, Arbeitsplatz- und $CO_2$-Effekte, durch:

- … verbindliche Prüfungsvorgaben im Sinne eines regionalen Ressourcenmanagements für neue (größere) Energievorhaben (Analyse der lokalen Stoffströme und Konkurrenzsituationen, Auswirkungen neuer energetischer auf konkurrierende Nutzungen, Wertschöpfungs- und Arbeitsplätze),

- … Förderung von regionalem Ressourcenmanagement und regionalen Biomassekonzepten für stoffliche und energetische Nutzung,
- … gezielte Informationen der regionalen Akteure über die höheren Wertschöpfungspotenziale der stofflichen Nutzung und deren Inwertsetzung. Diese Informationen sollten mit Transparenz schaffenden Instrumenten kombiniert werden z.B. verbindlichen regionalen Ist-/Potenzialanalysen, bevor verstärkt in die energetische Nutzung investiert wird. Das könnte als Anforderung für Regionale Entwicklungskonzepte (REK) definiert werden. Denkbar sind auch entsprechende Aus- und Fortbildungsangebote für regionale Akteure, insbesondere Regionalmanager.

Eine Verdrängung oder Gefährdung bestehender stofflicher durch neue energetische Nutzungslinien richtet gesamtgesellschaftlich und unter Umständen auch regional erheblichen Schaden im Bereich Wertschöpfung und Arbeitsplätzen an. Dies ist vor allem deshalb kritisch, weil die Neuansiedlung komplexer stofflicher Linien so schwer ist. Der Erhalt bestehender stofflicher Linien ist daher von hoher Bedeutung, zumal diese Linien zum Fortbestehen entweder nur einen fairen Wettbewerb zum Energiesektor brauchen, oder aber eine Förderung weit unter der der energetischen Linien.

*Biodiversität und Naturschutz (vgl. Kapitel 5.4)*
Lebensraumverlust, Intensivierung der Landnutzung und die Geschwindigkeit des Klimawandels gehören zu den stärksten Bedrohungen der Biodiversität. Im Bereich der Agrobiodiversität kommt die Abnahme der Nutzpflanzenvielfalt und der damit verbundenen Vielfalt an Anbauverfahren zum Tragen.

Im Gegensatz zur Bioenergie umfasst die stoffliche Nutzung eine Reihe wirtschaftlich genutzter Nischenkulturen mit großem Wert für die Agrobiodiversität. So zeigt die Verteilung der Anbauflächen zur stofflichen Nutzung in Deutschland neben einer Konzentration auf wenige Massenkulturen (Stärkepflanzen, Raps und Zuckerrübe) eine hohe Vielfalt an Nischenkulturen (Medizinal-, Färbe-, Öl- und Faserpflanzen) auf ca. 8 % der für Industriepflanzen genutzten Anbaufläche in Deutschland. Wo von der Natur bereitgestellte komplexe Moleküle und Strukturen stofflich genutzt werden, entsteht eine hohe Nutzpflanzenvielfalt.

Allein in Deutschland wird ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5 bis 30 % aller Tier- und Pflanzenarten für die nächsten Jahrzehnte als wahrscheinlich angesehen. Viele der stofflichen Nutzungswege leisten flächenbezogen einen deutlich höheren Beitrag zum Klimaschutz als die Nutzung von Energiepflanzen für Biokraftstoffe. Damit trägt die stoffliche Nutzung auch zu einer stärkeren Abmilderung des weltweiten klimaverursachten Artenschwunds bei.

Konkrete Vergleiche einzelner Nutzpflanzenarten zeigen die positiven Biodiversitätseffekte der Nischenkulturen aus dem Bereich der stofflichen Nutzung. Hauptgründe liegen in einem relativ geringen Nährstoff- und Pflanzenschutzbedarf vieler dieser Kulturen sowie in deren positiver Wirkung auf die Folgefrüchte (z.B. geringerer Unkraut- und Schädlingsdruck, Humusanreicherung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit). Zudem werden häufig von den Massenkulturen abweichende Kulturzeiten (z.B. Sommerungen) und Anbauverfahren praktiziert, die zu einer höheren Vielfalt der Lebensbedingungen beitragen.

Zur Erzeugung von Zucker, Stärke und Pflanzenöl für Nahrungs- und Futtermittel, Bioenergie und die stoffliche Nutzung (u.a. Bioraffinerie) dienen jeweils die gleichen Nutzpflanzenarten (Weizen, Raps, Zuckerrübe). Wesentliche nutzungsspezifische Unterschiede in der Biodiversitätswirkung sind hier nicht zu erwarten.

Kurzumtriebsplantagen, die bisher vor allem für die energetische Nutzung von Interesse sind, aber künftig auch als Rohstofflieferanten für die Holzwerkstoffindustrie und für Bioraffinerien in Frage kommen, haben eine im Vergleich zu Ackerkulturen günstigere Wirkung auf die Biodiversität und könnten daher eine sinnvolle Ergänzung zum Anbau Stärke und Zucker liefernder Pflanzen werden.

Die Gefährdung der Biodiversität durch ackerbauliche Nutzung naturschutzfachlich und für den Klimaschutz wertvoller Flächen (v.a. Wald, Moor, Grünland) erhöht sich insgesamt bei verstärkter Nachfrage nach Agrarrohstoffen. Die Nachhaltigkeitszertifizierung für Agrar- und Forstrohstoffe für die energetischen Nutzung sollte daher unbedingt auf die stoffliche Nutzung ausgedehnt werden.

*Image der stofflichen Nutzung in Politik, Industrie und Öffentlichkeit (vgl. Kapitel 5.5)*
Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Form unterschiedlichster bio-basierter Produkte hat in Politik, Industrie und Öffentlichkeit insgesamt ein gutes Image, das vor allem auf folgenden Zuordnungen beruht: Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit, Gesundheit, Versorgungssicherheit durch Rohstoffdiversifizierung sowie Innovation und Beschäftigung. Bio-basierte Produkte sind wie geschaffen für die Herausforderungen der Zukunft.

Dieses positive Image kann von Unternehmen zur Platzierung ihrer NaWaRo-Produkte aktiv genutzt werden, was im Jahr 2009 sogar bei einigen größeren Unternehmen bereits umgesetzt wurde. Das positive Image stellt zudem eine gute Basis für eine Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen der stofflichen Nutzung dar, die in den letzten Jahren gegenüber der energetischen Nutzung immer mehr ins Hintertreffen geraten ist.

Es erscheint allerdings wenig sinnvoll, übergreifende Kampagnen für die stoffliche Nutzung zu fahren („Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz und auch noch Arbeitsplätze – Stoffliche Nutzung – wie cool ist das denn?“), sondern eher produkt- und branchenspezifische Maßnahmen zu entwickeln. Zu unterschiedlich sind die jeweiligen Wahrnehmungen und potenziellen Pluspunkte in den verschiedenen stofflichen Anwendungen.

Eine Ausnahme stellt dabei das potenzielle Negativ-Image infolge des vermeintlichen Konfliktes zum Foodbereich dar. Hier könnte eine übergreifende Kampagne mit guten Hintergrundinformationen zur Versachlichung der Diskussion nützlich sein.

Und schließlich sollte – auch übergreifend – das positive Image der stofflichen Nutzung in Bezug auf Nachhaltigkeit rasch durch eine Ausweitung der Nachhaltigkeitsverordnung abgesichert werden, die bislang nur für Biomassestrom und Biokraftstoffe gilt. Die Beispiele aktueller Marktplatzierungen von NaWaRo-Produkten zeigen, dass die Unternehmen das Thema bereits intensiv aufgreifen, ohne aber im stofflichen Bereich auf eine entsprechende Verordnung zurückgreifen zu können. Anderenfalls könnte das positive Image spätestens bei der nächsten Food-Krise in Gefahr geraten.

*Bestandsaufnahme aktueller Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der stofflichen Nutzung (vgl. Kapitel 6.1)*
In vielen Ländern und Regionen gibt es strategische Bekenntnisse, Aktionspläne und Initiativen für die Stärkung und den Ausbau der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Dennoch ist weltweit kein konsistentes, übergreifendes Konzept zur Unterstützung von nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche Nutzung erkennbar.

Bisher wurden vor allem sektorale Maßnahmen mit begrenzter Wirkung umgesetzt, die auf ausgewählte Produktbereiche abzielen. Kunststofftragetaschen sind dabei die auffälligsten Produkte und werden vor allem wegen des Aspekts der unmittelbaren Umweltverschmutzung von Seiten der Abfallpolitik angegangen.

Während in vielen Ländern Forschung und Entwicklung sowie Information und Kommunikation als besonders wichtige Instrumente zur Förderung der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe angesehen werden, gibt es in anderen Bereichen deutliche Unterschiede.

So nutzte Deutschland vor allem Verordnungen und Markteinführungsprogramme, um z.B. Biokunststoffe, Schmierstoffe oder Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu unterstützen. In vielen Ländern werden Steuern und Abgaben eingesetzt, um z.B. umweltfreundlichere Produktoptionen zu unterstützen, wovon auch bio-basierte Produkte profitieren (u.a. in Belgien, Frankreich, Irland, Italien, Malta, den Niederlanden, Rumänien, den USA, Japan, Taiwan sowie einigen afrikanischen Ländern). Fast ebenso oft werden Gebote und Verbote sowie zum Teil auch Quoten/Mindestanteile hierzu genutzt, wie z.B. in Frankreich, Großbritannien (regional), Schweiz, Spanien, den USA, afrikanischen Ländern, Japan, China, Indien, Taiwan und Türkei (regional).

Freiwillige Vereinbarungen, z.B. zwischen Handel und Verbrauchern, finden sich in Großbritannien, den Niederlanden, Australien und Japan. Programme für den öffentlichen Einkauf („public procurement“) werden in Großbritannien, den Niederlanden und vor allem den USA ernst genommen, um bio-basierte Produkte zu fördern. Maßnahmen zur Normung und Standardisierung bio-basierter Produkte findet man in den USA und der EU.

Eine Kosten-Nutzen-Bilanz kann für die meisten Instrumente und Maßnahmen nicht ermittelt werden, da sie größtenteils erst in den letzten Jahren eingeführt wurden oder sich derzeit unmittelbar in der Einführung befinden und eine Evaluierung bisher nicht erfolgte.

Interessant ist, dass die meisten Instrumente und Maßnahmen beim privaten, industriellen oder öffentlichen Endverbraucher ansetzen und dabei der Marktzugang durch entsprechend gestaltete sektorale Steuern, Abgaben, Quoten, Gebote und Verbote erzielt werden soll. Wäre es nicht wirkungsvoller und nachhaltiger, nachwachsende Rohstoffe insgesamt auf der Ebene der produzierenden Industrien – die ja letztendlich über den Rohstoffeinsatz entscheiden – attraktiver zu gestalten?

*Im Folgenden werden noch verschiedene Aspekte wie Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung, Versorgungssicherheit und* $CO_2$*-Speicherung diskutiert, die keine eigenen Kapitel aufweisen.*

*Ressourceneffizienz*
Ressourceneffizienz ist ein sehr wichtiges Kriterium für die Gestaltung der zukünftigen politischen Rahmenbedingungen und viele Experten halten eine bessere Ressourceneffizienz erst durch eine stärkere stoffliche Nutzung für möglich. Hierauf beruht auch das übergreifende Förderkonzept für die stoffliche Nutzung, das in Kapitel 6.4.4 vorgestellt wird. Methodisch sind die eingesparte Primärenergie und vermiedene $CO_2$-Äq.-Emissionen pro Hektar mögliche Größen, eine Ressourceneffizienz zu messen.

Die Bedeutung der Ressourceneffizienz wird in folgenden Verbands-Stellungnahmen deutlich:

- „Müssen Nachhaltigkeitskriterien sicherstellen, dass die zu Verfügung stehende Biomasse effektiv genutzt wird.“ (BIO Deutschland 2008)
- Es gilt, „die nachwachsenden Rohstoffe für die stoffliche Nutzung in der chemischen Industrie als auch in der energetischen Nutzung so effizient und nachhaltig wie möglich zu nutzen“. (Dechema 2008)
- Die „Einsparung von Treibhausgasen und einer energieeffiziente Nutzung“ sind „als Leitparameter ausschlaggebend“. (Dechema 2008)
- „ … sollte auf jeden Fall auch auf die Effizienz von Nutzungspfaden eingegangen werden, da dies

ein entscheidendes Bewertungskriterium für die Nachhaltigkeit von möglichen Handlungsalternativen darstellt.“ (FNL 2008)

- Biomasse ist aufgrund der Flächenbeschränkungen eine begrenzte Ressource. „Ziel aller Aktivitäten muss die möglichst effiziente Bereitstellung und Verwendung von Biomasse sein.“ Hierzu wird ein „sektorübergreifender Gesamtaktionsplan“ gefordert. (VCI 2008b)
- „Eine effiziente Nutzung von Ressourcen wie Boden, Wasser, Nährstoffen und Energie ist unumgänglich. Auf der begrenzt zur Verfügung stehenden Anbaufläche müssen hochwertige Erträge nachhaltig ausgebaut werden. Hohe Flächenerträge wirken auch einer Ausweitung von Agrarflächen entgegen und tragen so wirksam zum Artenschutz bei.“ (VCI 2008b)
- „Deshalb ist es aufgrund der heute schon erkennbaren Biomasse- und Flächen-Nutzungskonkurrenzen erforderlich, die ökologisch, ökonomisch und aus sozialer Sicht effizientesten Nutzungspfade zu erschließen.“ (VCI 2008b)
- „Aus diesen Erkenntnissen leitet sich die Forderung der Industrie zum Vorrang der stofflichen Verwertung vor der energetischen Verwertung ab. … Neben erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung folgt die Kreislaufführung von Holz und Fasern den ökologischen Gegebenheiten einer effizienten Nutzung von Ressourcen.“ (VDP 2008b)
- „Förderung nur bei Einhaltung höchster Effizienzkriterien.“ (VDP 2008b)
- „Auch der Wissenschaftliche Beirat Agrarpolitik beim BMELV spricht in diesem Zusammenhang von einer verfehlten Bioenergiepolitik, wenn er ausführt: „Gerade wenn Deutschland beim Klimaschutz aber besonders hohe Ziele erreichen und mit gutem Beispiel vorangehen will, ist es nach Auffassung des Beirats wichtig, die knappen Ressourcen auf die effizientesten Klimaschutzstrategien zu konzentrieren. Diesem Anspruch wird die deutsche Bioenergiepolitik bisher nicht gerecht. Sie fördert mit hohen Subventionsäquivalenten besonders jene Bioenergielinien, die relativ teuer und vielfach ineffizient sind.“ (zitiert nach VDP 2008b)
- „Seine Aufgabe ist es, die Politik über die Verwendung Nachwachsender Rohstoffe in der industriellen Produktion zu informieren und dahingehend zu beraten, wie die stoffliche Nutzung zukünftig in allen neuen Regularien der energetischen Nutzung gleichgestellt werden kann. Dabei geht es nicht darum, die alten, sektoralen Instrumente zur Förderung der energetischen Nutzung auf die stoffliche Nutzung zu übertragen, sondern neue politische Rahmenbedingungen zu entwickeln. Im Vordergrund steht dabei eine möglichst nachhaltige und effiziente Nutzung von Agrarressourcen. Hierzu zählt auch die Förderung der Kaskadennutzung, bei der die energetische erst nach der stofflichen Nutzung erfolgt.“ (Rat Stofflich 2009)

In vielen Stellungnahmen wird Ressourceneffizienz direkt in Zusammenhang mit Kaskadennutzung gesetzt (wie in der letzten Stellungnahme), siehe hierzu den nächsten Abschnitt.

Staatssekretär Gert Lindemann (BMELV) sagte bei der Vorstellung des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung (Lindemann 2009): „Ziel sollte heute sein, die begrenzte Biomasse so effizient wie möglich zu nutzen, so zu nutzen, dass die Nachhaltigkeitsziele optimal erreicht werden – und hier wird die stoffliche Nutzung oft Vorrang haben.“

*Kaskadennutzung*

Das Motto der Kaskadennutzung ist: „Erst stofflich, dann energetisch nutzen – verbrennen kann man nur einmal!“ und „Ressourceneffizienz geht nur über Kaskadennutzung“.

Das bedeutet, dass eine höhere Ressourceneffizienz nur über eine Kaskadennutzung, bei der zunächst die einmalige oder mehrfache stoffliche Nutzung und am Lebensende erst die energetische Nutzung steht, erreicht werden kann. Auch die Neben- und Abfallströme werden möglichst umfassend stofflich und/oder energetisch genutzt.

EPEA 2009 hat eine umfassende Studie zum Thema Kaskadennutzung durchgeführt („$CO_2$-Speicherung und Wertschöpfung – Holznutzung in einer Kaskade"), in der die Möglichkeiten der Kaskadennutzung für Holz detailliert untersucht und Hemmnisse aufgezeigt werden, ebenso wie konkrete Strategien zur Überwindung derselbigen.

> „Um aus dieser konkurrierenden Verwertungssituation herauszukommen, bietet sich der effektive Nutzungsweg der Mehrfachverwertung an. Diese Kaskadennutzung ermöglicht eine mehrfache stoffliche Nutzung, die am Ende der Kaskade Raum für eine energetische Nutzung (für Strom, Wärme, Kraftstoffe) bietet.
>
> Bei einer Kaskadennutzung werden die „Produkte oder ihre Komponenten so lange wie möglich im Wirtschaftssystem genutzt." Dadurch würde eine effektivere Nutzung der begrenzten Ressource Holz erfolgen, energetische und stoffliche Verwertung würden einander nicht ausschließen, sondern beide nacheinander erfolgen."
>
> „Um eine Kaskadennutzung von Holz in die Praxis umsetzen zu können, sind Modifikationen bestehender Gesetze/Verordnungen notwendig. Hierfür bieten sich zwei Wege an:
>
> • Subventionierung der energetischen Nutzung künftig nur unter der Voraussetzung, dass eine vorherige stoffliche Nutzung in Form einer Kaskade unter Verwendung von Holz(produkten), (öko) toxikologischer Unbedenklichkeit und Eignung zur Verbrennung erfolgte
>
> • Alternativ dazu: Einstellung der Subventionen für die energetische Nutzung." (EPEA 2009)

Der erste Weg würde praktisch einen Verlust jeglicher Förderung bedeuten, wenn „neue Biomasse" energetisch genutzt würde; nur wenn vorher eine stoffliche Nutzung erfolgt, wäre eine förderfähige, energetische Nutzung möglich. In den Experten-Workshops wurde diese Option intensiv diskutiert: Ohne Frage wäre diese eine sehr wirkungsvolle Maßnahme, die Kaskadennutzung massiv zu fördern. Andererseits wird ein solches Gebot nur schwer umsetzbar sein und langer Übergangsfristen bedürfen.

Schon heute wird Widerstand gegen eine solche Regelung formuliert:

> „Einer zwingenden Kaskadennutzung von Holzprodukten erteilte Martin Bentele, Geschäftsführer des Deutschen Energie Pellet Verbandes (DEPV), Berlin, allerdings eine Absage. Bentele bezeichnete entsprechende Vorstöße als unrealistisch und lehnte dirigistische Maßnahmen ab." (EUWID Neue Energien, Nr. 11 v. 27.05.2009, S. 5)

In den Stellungnahmen der Verbände spielt die Kaskadennutzung eine wichtige Rolle; oft wird sie im Zusammenhang mit Kreislaufwirtschaft genannt:

- Die „Einsparung von Treibhausgasen und einer energieeffiziente Nutzung" sind „als Leitparameter ausschlaggebend". Hierzu gehören auch eine „Kaskadennutzung" und das „Schließen von Stoffkreisläufen." (Dechema 2008)
- „Entsprechend des Prinzips der Kaskadennutzung ist die Konversion nachwachsender Rohstoffe zu Chemikalien und Werkstoffen als erster Schritt in der Nutzungskette zu favorisieren. Die derzeitigen Rahmenbedingungen, wie sie beispielsweise durch das EEG vorgegeben werden, führen

zu einer vermehrten direkten energetischen Nutzung auch qualitativ hochwertiger (im Sinne einer stofflichen Nutzung) Biomasse. Mit dem dadurch bedingten Anstieg der Rohstoffpreise geht eine Behinderung der Umsetzung von Lösungen zur stofflichen Nutzung von Biomasse einher.“ (Dechema 2008)

- Effizienz erst durch Kaskadennutzung: „Aber erst die sog. Kaskadennutzung, die die stoffliche Verwertung in den Vordergrund stellt und Produkte aus Holz erst am Ende ihres Lebenszyklus energetisch verwertet, entspricht einer effizienten nachhaltigen Ressourcennutzung im Sinne einer modernen Nachhaltigkeitsstrategie. Darüber hinaus erhöht ein solches Konzept die Wertschöpfung und fördert und erhält Arbeitsplätze vorrangig in ländlichen Gebieten.“ „Unter Berücksichtigung der $CO_2$-Speicherung in Holzprodukten während ihres Lebenszyklus, macht für industriell und handwerklich nutzbares Holz die Orientierung an einer stofflichen Nutzungskaskade Sinn, an deren Ende die energetische Verwertung stehen sollte. … Die Nutzung von Holz zur Herstellung von Produkten ist ein ideales Beispiel für die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Kaskade. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird verlängert durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten. Durch die heute bereits etablierten Recyclingsysteme kann Holz mehrfach genutzt werden, was die Lebensdauer des Verwertungsprozesses verlängert. Wenn von Nachhaltigkeit und entsprechendem Wirtschaften die Rede ist, sollten ökonomische, ökologische und soziale Aspekte gleichrangig berücksichtigt werden. Idealerweise ist dies bei der Nutzung des Rohstoffes Holz der Fall. Neben erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung folgt die Kreislaufführung von Holz und Fasern den ökologischen Gegebenheiten einer effizienten Nutzung von Ressourcen.“ (DFWR 2008)
- „Auch hier gilt, dass eine nachgeschaltete energetische Nutzung („Kaskadennutzung“) den Gesamtwirkungsgrad der Prozesse und damit die Wirtschaftlichkeit erhöhen kann.“ (VCI 2008b)
- „Die Nutzung von Holz zur Herstellung von Produkten ist ein ideales Beispiel für die Kreislaufwirtschaft im Sinne einer Kaskade. Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung sind zwei Seiten derselben Medaille. Hohe Recyclingraten von Altholz und Altpapier tragen zur Stabilität und Versorgungssicherheit der Rohstoffversorgung in der Holzwirtschaft bei. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird verlängert durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten.“ (VDP 2008b)
- „Ideales Vorbild für die Zellstoff- und Papierindustrie ist in diesem Zusammenhang die Kreislaufwirtschaft in Form einer Nutzungskaskade sowie die Ressourcenschonung durch nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder.“ (VDP 2008b)
- „Die FAO geht davon aus, dass aufgrund der EU-Pläne zum Klimapaket 20:20 der Fehlbedarf an Holz in Europa im Jahr 2020 rund 400 Mio. Fm betragen wird.“ Ein Ausweg könnte laut VHI 2008a sein, „die Kaskadennutzung von Holz zu optimieren.“ (VHI 2008a)
- „Im Vordergrund steht dabei eine möglichst nachhaltige und effiziente Nutzung von Agrarressourcen. Hierzu zählt auch die Förderung der Kaskadennutzung, bei der die energetische erst nach der stofflichen Nutzung erfolgt.“ (Rat Stofflich 2009)

*Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft sind die Leitparameter für neue politische Rahmenbedingungen zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im stofflichen und energetischen Bereich.*

*Versorgungssicherheit durch stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe*

Während es im Energiebereich mit Erneuerbaren Energien wie Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft und Geothermie viele Alternativen gibt, wird die Situation bei der Rohstoffversorgung der In-

dustrie prekärer. Sonne, Wind und auch Kernenergie liefern Energie, aber keine Materie und keine Rohstoffe für die (werk)stoffliche Nutzung.

Zur Sicherung der Rohstoffbasis unserer Industrie ist ein umfassendes Ressourcenmanagement und eine Rohstoffdiversifizierung unter Einbeziehung von Agrarrohstoffen unverzichtbar. Dabei ist der Einsatz von Agrarrohstoffen in der stofflichen Nutzung so unvermeidlich wie ihr Einsatz im Lebens- und Futtermittelbereich. Woher sollen sonst zukünftig, wenn das Erdöl neue Preisrekorde erzielen wird, die Rohstoffe für all die Produkte herkommen, die uns alltäglich umgeben?

Die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist eine unverzichtbare Schlüsseltechnologie zur sicheren Versorgung der deutschen Industrie mit Rohstoffen, und ihre Bedeutung wird kontinuierlich zunehmen. Allein deshalb sollte die Politik einen stärkeren Fokus auf die stoffliche Nutzung setzen.

Viele Experten teilen diese Sichtweise, wie die folgenden Zitate zeigen. So schreibt z.B. die German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform (FTP) in ihrer Stellungnahme zum Entwurf des Aktionsplans:

> „Ziel nachhaltiger Entwicklung muss sein, den zunehmenden Anstieg des Verbrauchs an nicht erneuerbaren Ressourcen wie Erdöl, Erdgas, Kohle und Mineralien zu dämpfen. Für die Produktion von Materialien und Chemikalien bietet sich – im Unterschied zur Erzeugung von Energie – nur die Alternative der verstärkten Nutzung von Biomasse an. Die Entwicklung von Bioraffinerien wird dabei eine Schlüsselstellung für die integrierte Produktion von Lebensmitteln und Futtermitteln, Werkstoffen und Chemikalien, Gebrauchsgütern und Brennstoffen einnehmen." (FTP 2008b)

Eckart Grundmann von der Effizienz-Agentur NRW schätzt die Situation ähnlich ein:

> „Langfristig gibt es keine Alternative zur Nutzung von NaWaRos, eine erfolgreiche „Rohstoffwende" ist für die moderne Industriegesellschaft mithin eine Überlebensfrage." (Grundmann 2009)

Bei der Vorstellung des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe am 8. September 2009 sagte Frau Ministerin Ilse Aigner, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Sicherung der Rohstoffversorgung Deutschlands unverzichtbar sei. Weiter heißt es im Aktionsplan im Vorwort von Ministerin Ilse Aigner sowie im weiteren Text:

> „ … die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe leistet einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz, zur Einsparung fossiler Ressourcen, zur Verbreiterung der heimischen Rohstoffbasis und zur Stärkung ländlicher Räume. … Die chemische Industrie ist bei der Produktion organischer Verbindungen auf kohlenstoffhaltige Rohstoffquellen angewiesen. Nachwachsende Rohstoffe bilden die einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle." (BMELV 2009)

Der eigentliche Engpass bei pflanzlichen Lebens- und Futtermitteln betrifft weltweit Proteine, nicht Kohlenhydrate oder Pflanzenöle. Die Proteinversorgung kann aber gerade durch Biokraftstoffe der ersten Generation (Biodiesel, Bioethanol), durch entsprechende stoffliche Nutzungen sowie verschiedene Bioraffinerie-Konzepte gesichert werden: Hier fallen Proteine als Nebenprodukte an, die bei der Tierfütterung bereits eine wichtige Rolle spielen.

Man könnte also an sich die NaWaRo-Nutzung von Raps, Mais oder Weizen als Nebenprodukt der Proteingewinnung verstehen (Capitain 2009). Die NaWaRo-Linien brauchen die Kohlehydrate, die Lebens- und vor allem Futtermittelindustrie braucht die Proteine. Bei richtigem Ressourcenmanagement

gibt es eigentlich keinen Konflikt zwischen Lebens- und Futtermitteln auf der einen und technischen Nutzungen auf der anderen Seite.

Eine stärkere Einbindung der Landwirtschaft in die weitere Prozesskette könnte die Versorgungssicherheit zusätzlich erhöhen.

*$CO_2$-Speicherung durch langlebige Produkte der stofflichen Nutzung*
Die Speicherung von $CO_2$ über die Lebenszeit der Produkte, die zwischen Wochen und mehreren Jahrzehnten liegen kann, ist ein Spezifikum der stofflichen Nutzung, dessen Bedeutung für den Klimaschutz kontrovers diskutiert wird.

Es geht zunächst darum, auf Prozessketten und Anwendungen zu setzen, die möglichst effizient $CO_2$

$CO_2$ durch Substitution fossiler Produkte einsparen. Hier zeigt die stoffliche Nutzung im Vergleich zur energetischen Nutzung gute Ergebnisse (vgl. Kapitel 4.2.1).

Zusätzlich kann die stoffliche Nutzung große Mengen an $CO_2$, das die Pflanzen der Atmosphäre entzogen haben, über einen längeren Zeitraum binden. Durch eine verstärkte stoffliche Nutzung könnten so erhebliche Mengen an $CO_2$ gebunden und so, gerade in der für das Weltklima kritischen Zeitspanne der nächsten 20 Jahre, die Atmosphäre unmittelbar entlastet werden.

HDH 2008 hat den Effekt für Holzanwendungen im Baubereich näher quantifiziert:

> „Zum Aufbau einer Tonne absolut trockenem Fichtenholz entzieht der Baum der Atmosphäre rund 1,85 Tonnen $CO_2$. In einer Holzkonstruktion bleibt dieses $CO_2$ über deren gesamte Lebensdauer gebunden. Ein durchschnittliches Einfamilienhaus mit einer Nutzfläche von rund 130 Quadratmetern enthält beispielsweise je nach Konstruktion zwischen 10 und 15 Tonnen Holz und Holzwerkstoffe. Das in einem einzigen Haus verarbeitete Holz speichert somit durchschnittlich 25 Tonnen $CO_2$. Das Holzbauvolumen 2006 von rund 18.700 Häusern in Deutschland stellt ein langes Speicherpotenzial von rund 470.000 Tonnen $CO_2$ bereit. … Der Umstieg von konventionellen Baumaterialien auf Holz würde eine Senkung des Netto-Treibhauspotenzials um etwa 50 Prozent im geförderten Neubauvolumen bedeuten. Würde das Holzbauvolumen auf 30.000 Gebäude pro Jahr erhöht, so ergäbe sich daraus eine jährliche $CO_2$-Speicherkapazität von insgesamt bis zu 750.000 Tonnen. Zusätzlich ergäbe sich durch den wesentlich geringeren Energieeinsatz bei der Herstellung des Baumaterials eine Verringerung des ausgestoßenen $CO_2$-Äquivalents von schätzungsweise rund 120.000 Tonnen pro Jahr gegenüber konventionellen Bauweisen. In der Addition entspricht dieses $CO_2$-Minderungspotenzial den Emissionen des jährlichen Stromverbrauchs von knapp 600.000 Haushalten oder einer mittleren Jahresfahrleistung von rund 125.000 PKW.“ (HDH 2008)

Eigene Berechnungen zeigen:

- 100 kg Holz beinhalten ca. 50 kg Kohlenstoff.
- 1 kg Kohlenstoff ist in 3,67 kg $CO_2$ enthalten.
- 100 kg Holz entsprechen als 183,5 kg $CO_2$. Für andere NaWaRo ergeben sich ähnliche Werte.
- Bei jährlich in Deutschland stofflich genutzten 48,1 Mio. t NaWaRo speichern diese – teilweise über Jahrzehnte – etwa 88 Mio. t $CO_2$. Eine Ausdehnung der stofflichen Nutzung um 10 % würde also weitere 8,8 Mio. t $CO_2$ speichern – zusätzlich zu dem Effekt der $CO_2$-Minderung über die stoffliche Produkt-Substitution.

Nach EPEA 2009 liegt die in deutschen Holzprodukten gespeicherte Menge zwischen 193 und 241 Mio. t $CO_2$ und trägt damit erheblich zum Klimaschutz bei.

Experten und Verbände der stofflichen Nutzung sehen diesen Effekt der $CO_2$-Speicherung bislang zu wenig honoriert.

- „Anrechnung der langfristigen Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten." Besonderen Wert legt der DFWR 2008 auf die Honorierung der $CO_2$-Minderung: „Nicht nur der Wald, sondern auch den Holzprodukten sind Senkenleistungen zuzurechnen. Die Verwendung von Holzprodukten, seien es Möbel, Häuser oder auch Papier, aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern, als Roh-, Bau- und Werkstoff, trägt zur Minderung des Treibhauseffektes bei." (DFWR 2008)
- Eine zusätzliche Berücksichtigung der Kohlenstoffspeicherung (C) in langlebigen Produkten sollte politisch ein weiterer Schritt sein. Eine verstärkte Nutzung von Holz als Möbel oder Bauprodukt erschließt Speicherpotenziale für Kohlenstoff und trägt so durch Substitution energieintensiver Materialien zur Verringerung der $CO_2$-Emissionen bei. Eine Unterstützung von mehr Holzeinsatz in diesen Bereichen ist demnach ein wirksames Instrument, um den Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration in der Erdatmosphäre in nennenswertem Umfang zu verlangsamen." (HDH 2008)
- Honorierung $CO_2$-Minderung: „Holzprodukte ersetzen Produkte, deren Herstellung sehr viel mehr $CO_2$-Emissionen verursacht. … Hohe Recyclingraten von Altholz und Altpapier tragen zu Stabilität und Versorgungssicherheit der Rohstoffversorgung in der Holzwirtschaft bei. Die $CO_2$-Speicherung im Wald wird durch die Speicherung von $CO_2$ in den Produkten verlängert. … Holzprodukte können am Lebensende energetisch genutzt werden und ersetzen damit fossile Brennstoffe." (VDP 2008b)

Wie eingangs erwähnt, wird unter Experten kontrovers diskutiert, ob die Speicherung von $CO_2$ über einen längeren Zeitraum durch Produkte der stofflichen NaWaRo-Nutzung einen relevanten Zusatznutzen zur Erreichung der Klimaschutzziele darstellt. Wenn dies der Fall wäre, sollte dies in künftigen politischen Regularien honoriert werden. Auch in den Experten-Workshops und bilateralen Gesprächen war dies einer der häufigsten Diskussionspunkte – und die Diskussion ist sicherlich noch nicht beendet.

Einen wichtigen Beitrag zu dieser Diskussion tragen Sabine Deimling und Michael Spielmann von PE International mit Kapitel 4.2.3 bei. Sie sehen methodischen Handlungsbedarf, die $CO_2$-Speicherung in bestehende Verfahren adäquat zu integrieren – so schreiben sie in ihrem Fazit:

> „Im Rahmen der gängigen Lebenszyklusanalyse werden in der Regel nur die Substitutionseffekte berücksichtigt, während der zeitliche Faktor unberücksichtigt bleibt.
>
> Die Notwendigkeit einer Erweiterung der gängigen Praxis der Lebenszyklusanalyse zur Berücksichtigung von Zeit/Speichereffekten ist bereits erkannt (siehe PAS 2050) und steht prinzipiell nicht im Widerspruch zur ISO 14040/44.
>
> Allerdings besteht noch kein Konsens über das „wie"; d.h. die Quantifizierung dieser Effekte." (Kapitel 4.2.3)

Sebastian Meyer et al. (Ecofys) sehen am Ende von Kapitel 6.3.8.1 zwar deutliche Vorteile bei der stofflichen Kaskadennutzung, nicht aber durch die Speicherung an sich:

> „Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass sich durch den Speichereffekt allein im direkten Vergleich der energetischen und der stofflichen Nutzung kein Vorteil bezüglich der Klimawirkung einer der beiden Optionen ergibt: Der längeren Zwischenspeicherung des biogenen Kohlenstoffes bei der stofflichen

> Nutzung steht die längere Wartezeit bis zur Verdrängung fossiler Energieträger entgegen.“ (Kapitel 6.3.8.1)

*Innovationsstärkung deutscher Exportindustrie (z.B. Maschinenbau)*
Grundsätzlich wäre es sehr interessant, die indirekten Effekte für den Export von Anlagen und Maschinen in der energetischen und stofflichen Nutzung bzw. der entsprechenden Förderungen näher zu untersuchen, was aber im Rahmen dieser Studie nicht möglich war. Daher hier nur erste Anmerkungen.

Im Bereich der energetischen Nutzung exportiert Deutschland vor allem Produktionsanlagen. Im stofflichen Bereich sind es ebenso Produktionsanlagen verschiedenster Art in der Primär- und Sekundärproduktion, hinzu kommen dann aber auch Anlagen und Maschinen in allen folgenden Verarbeitungsstufen entlang der Wertschöpfungskette bis hin zum Endprodukt. Wichtige Branchen sind dabei u.a. die Agrar/Forst-, Bau-/Möbel-, Chemie-, Kunststoff- und Textilindustrie.

Diskussionen in den Experten-Workshops kamen zu dem Fazit, dass die Gesamtexporte des deutschen Maschinen- und Anlagebaus für den stofflichen Bereich deutlich über dem des Energiebereichs liegen dürften – allein schon aufgrund der erheblich längeren Wertschöpfungsketten mit einer Vielzahl involvierter Sektoren mit jeweils eigenen Maschinen und Anlagen.

Zu einem ähnlichen Fazit kamen die Experten im Bereich der Patente. Im stofflichen Bereich seien bereits heute viel mehr Patente vorhanden und dies würde sich auch zukünftig fortsetzen, da es einfach viel mehr und unterschiedlichere Prozessketten gäbe. Etwa 50 % der Patente in Deutschland halte derzeit die chemische Industrie. (Capitain 2009)

Die indirekten Effekte auf Wertschöpfung und Arbeitsplätze infolge der Exporte im Maschinen- und Anlagenbau sowie der Nutzung von Patenten sind in den makroökonomischen Analysen in Kapitel 3.3 nicht enthalten und würden vermutlich die Vorteilhaftigkeit der stofflichen Nutzung (auf Basis gleicher Stoffströme) weiter untermauern.

**Ein zusammenfassender, tabellarischer Überblick über die Ergebnisse der Besonderheiten der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe findet sich im Kapitel 0.2 „Zusammenfassung der Ergebnisse“ (Tabelle IV).**

### 6.4.3 Anforderung und Erwartungen an ein übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung

Im Mittelpunkt der nächsten Kapitel steht die Entwicklung eines übergreifenden Instrumentariums zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung. Die Diskussion nachrangiger sektoraler Instrumente, die zusätzlich zur Wirkung kommen sollen, findet umfassend in Kapitel 6.4.6 statt.

Die Entwicklung eines übergreifenden Instrumentariums anstelle vielfältiger sektoraler Maßnahmen steht in Einklang mit den Erfahrungen aus der Bioenergieförderung, der aktuellen politischen Diskussion in Brüssel und Berlin sowie den Stellungnahmen und Forderungen von Verbänden und Experten der stofflichen Nutzung.

*Trend bei Förderinstrumenten – weg von sektoralen Maßnahmen?*
Sektorale Maßnahmen zeigen vor allem zwei große Schwächen: Unerwünschte Nebeneffekte und geringe politische Verlässlichkeit.

Auf einem Experten-Workshop von EuropaBIO in Brüssel im Januar 2009 wurde dieses Thema ausführlich diskutiert. Das Ergebnis: In der Politik findet man aktuell eine immer stärkere Abkehr von sektoralen Maßnahmen, da deren Nebeneffekte unübersehbar und in vielen Fällen unerwünscht sind. Sektorale Eingriffe werden mehr und mehr kritisch gesehen, da sie meist in unüberschaubarer Weise in den Wettbewerb eingreifen.

So haben aktuelle Analysen gezeigt, dass die sektor-spezifischen Maßnahmen in der EU immer wieder zu „Desastern" geführt hätten. Zitiert wurden dabei aktuelle, noch nicht publizierte Studien aus den Niederlanden und Großbritannien zum Thema 25 Jahre Non-Food-Policy, die insgesamt eine „stupid policy" zeigten, bei der man sich „rückblickend fragte, was man eigentlich habe erreichen wollen". (Elbersen 2009)




*Abbildung 102: Struktur politischer Instrumente in der Gegenwart (links) und Zukunft (rechts). Quelle: Eigene Darstellung*

Hinzu kommt die geringe politische Verlässlichkeit in Bezug auf die von der Politik mit sektoralen Maßnahmen verfolgten Ziele. Rückblickend erscheint es zumindest fragwürdig, Biokraftstoffe der er-

sten Generation über Jahre hinweg durch Steuerbefreiungen bzw. -reduzierungen massiv zu fördern, um sie dann kurze Zeit jenseits der (auch reduzierten) Beimischungsquote später „fallen zu lassen", wie es die Branche selber formuliert. (siehe auch Kapitel 6.4.1)

Es ist ein erfreuliches Zeichen, dass Experten und Verbände der stofflichen Nutzung ihre Lehren aus den Erfahrungen der sektoralen Förderung der energetischen Nutzung gezogen haben und heute keine entsprechenden massiven sektoralen Maßnahmen für die stoffliche Nutzung fordern, wie man dies durchaus hätte annehmen können. Vielmehr fordern sie ein übergreifendes Instrumentarium auf Basis von nachvollziehbaren und dauerhaften Kriterien. Dies wird in den Stellungnahmen der Verbände zum Aktionsplan Stoffliche Nutzung (Kapitel 6.2), in den Diskussionen des Expertenworkshops (Kapitel 6.3) und auch in der ersten Pressemitteilung des Rates für Stoffliche Nutzung deutlich:

> „Seine Aufgabe ist es, die Politik über die Verwendung nachwachsender Rohstoffe in der industriellen Produktion zu informieren und dahingehend zu beraten, wie die stoffliche Nutzung zukünftig in allen neuen Regularien der energetischen Nutzung gleichgestellt werden kann. Dabei geht es nicht darum, die alten, sektoralen Instrumente zur Förderung der energetischen Nutzung auf die stoffliche Nutzung zu übertragen, sondern neue politische Rahmenbedingungen zu entwickeln. Im Vordergrund steht dabei eine möglichst nachhaltige und effiziente Nutzung von Agrarressourcen. Hierzu zählt auch die Förderung der Kaskadennutzung, bei der die energetische erst nach der stofflichen Nutzung erfolgt. … Die aktuelle Politik führt so zu einer Fehlallokation wertvoller natürlicher Ressourcen zum Nachteil der stofflichen Nutzung mit negativen ökonomischen, sozial- und umweltpolitischen Folgen." (Rat Stofflich 2008)

Es geht also nicht darum, neue und womöglich wettbewerbsverzerrende sektorale Instrumente für die stoffliche Nutzung zu entwickeln.

*Anforderung und Erwartungen an ein übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung*

Ziel ist es, zu einem übergreifenden Instrumentarium für alle industriellen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe zu kommen, das vor allem unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes die aktuellen Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen kurzfristig reduziert und mittelfristig überwindet.

In den Kapiteln 6.2 und 6.3 finden sich zahlreiche Hinweise auf Anforderungen und Erwartungen an ein übergreifendes Instrumentarium zur nachhaltigen Förderung der stofflichen Nutzung. Im Folgenden sollen die wichtigsten Eckpunkte aufgeführt werden:

- Als übergeordnetes Gebot fand im Expertenworkshop die **Gleichstellung der stofflichen und energetischen Nutzung in allen neuen politischen Regularien** einen Konsens. Somit die Wiederherstellung eines fairen Wettbewerbs zwischen stofflicher und energetischer Nutzung.
- Die große Mehrheit ging dabei noch einen Schritt weiter: Gebot nach **Vorrang der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung, Gebot zur Kaskadennutzung/Kreislaufwirtschaft**, die energetische Nutzung möglichst nur NACH der stofflichen Nutzung. Vorrang der stofflichen Nutzung, wo immer es möglich und „sinnvoll" ist.
- Insbesondere aus den Stellungnahmen zum nationalen Aktionsplan ergibt sich: **Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft sollten die Leitparameter** für neue politische Rahmenbedingungen zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe im stofflichen und energetischen Bereich sein. Auch die Nutzung von Neben-, Rest- und Abfallströmen sollte dabei berücksichtigt und Rohstoff-Fehlallokationen vermieden werden.

- Die längerfristige **Speicherung von $CO_2$** durch Produkte der stofflichen NaWaRo-Nutzung könnte einen interessanten Zusatzwert für die Erreichung von Klimazielen darstellen, den so auch nur die stoffliche Nutzung bietet. Er sollte in politischen Regularien künftig stärker honoriert werden.
- Im Idealfall sollten **übergreifende Instrumente bzw. Kriterien** gefunden werden, die sowohl für den **stofflichen wie auch energetischen Bereich** Anwendung finden können.
- Die Förderung der stofflichen und energetischen Nutzung sollte an **konkrete Kriterien** gekoppelt werden, die **leicht handhab- und nachvollziehbar sowie politisch und öffentlich dauerhaft akzeptiert** sind. Die Kriterien sollten sich dabei an den Leitparametern **Ressourcen-Effizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft** orientieren.
- Kriterien und Förderinstrumente sollten unmittelbaren Bezug und Wirkung auf die **Flächenkonkurrenz** verschiedener Kulturen und Anwendungen haben, denn auf der Fläche entscheidet sich, was für welche Nutzung angebaut wird, und dies hängt vor allem von der erzielbaren Rendite ab.
- Als weitere Kriterien für Förderinstrumente wurden im Expertenworkshop (Workshop 2008) genannt:
  - Politische und gesellschaftliche Relevanz, Akzeptanz und Vermittelbarkeit (Kommunizierbarkeit).
  - Transparenz und Nachvollziehbarkeit.
  - Gute Aussichten auf politische Verlässlichkeit.
  - Möglichst einfache Handhabbarkeit, wenig Formalismus für KMU.
  - Hohe Wirksamkeit und Effizienz im Sinne von maximal gewünschtem Effekt bei möglichst geringem Aufwand (administrativ und finanziell) und ungewollten Nebenwirkungen.
  - Konkurrenzanalyse, Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen zu anderen Nutzungen oder Agrar- und Forstrohstoffen, dies gilt für den übergreifenden Förderansatz und vor allem für evtl. weitere, flankierende sektoralen Maßnahmen.
  - Der neue Förderansatz sollte innovationsfördernd sein und auch die gesamtvolkswirtschaftliche Wertschöpfung, aber auch die regionale Wertschöpfung verschiedener Nutzungen berücksichtigen.
  - Importe sollten auch bei der stofflichen Nutzung Berücksichtigung finden (eine Exklusivität für heimische Agrar- und Forstressourcen ist nicht möglich), aber wie bei der energetischen Nutzung sollten Förderungen nur bei entsprechenden Nachhaltigkeitszertifizierungen möglich sein.

*Gleichstellung oder Vorrang der stofflichen Nutzung?*

Wenn man sich die Besonderheiten der stofflichen Nutzung vor Augen führt (vgl. Kapitel 5.4.2) gibt es gute Gründe zu fordern, der stofflichen Nutzung Vorrang gegenüber der energetischen Nutzung einzuräumen. Nur die stoffliche Nutzung erlaubt über eine Kreislaufführung und Kaskadennutzung eine wirkliche Ressourcen-Effizienz – „Verbrennen kann man nur einmal“ (Sauerwein 2008). Auch in politischen Stellungnahmen und Zielforderungen wird der stofflichen und Kaskadennutzung oft Vor-

rang eingeräumt, ohne bislang Taten folgen zu lassen – im Gegenteil, die stoffliche Nutzung ist in der Förderrealität deutlich schlechter gestellt als die energetische Nutzung. (Siehe Kapitel 6.1.1 und 6.4.1)

Auch in den Experten- und Verbandsstellungnahmen wurde wiederholt ein Vorrang für die stoffliche Nutzung gefordert:

- „Um den Wert und die Wirkung von Holz- und Holzprodukten nicht nur für die Natur, sondern auch für das Klimasystem vollständig auszunutzen, muss daher einer stofflichen Verwertung immer Vorrang gegeben werden." (HDH 2008)
- „Ziel eines Aktionsplans muss sein, die stoffliche Nutzung von Holz gegenüber der energetischen Nutzung zu priorisieren und zu stärken. Weiterhin sollte das Ziel verfolgt werden, Produkte aus klimaschädlichen Materialien durch Holzprodukte zu ersetzen." (HDH 2008)
- „Aus diesen Erkenntnissen leitet sich die Forderung der Industrie zum Vorrang der stofflichen Verwertung vor der energetischen Verwertung ab. … Neben erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung folgt die Kreislaufführung von Holz und Fasern den ökologischen Gegebenheiten einer effizienten Nutzung von Ressourcen." (VDP 2008)
- „Vorrang der stofflichen vor der energetischen Verwertung von Holz." (VDP 2008b)
- „Im Sinne der Kreislaufwirtschaft, der Ressourcenschonung und langfristigen $CO_2$-Bindung fordern ZPI und HWI den Vorrang der stofflichen Nutzung von Holz vor der energetischen Verwertung, sowie den Stopp der undifferenzierten Förderungen und Subventionen zur energetischen Holznutzung." (VDP & VHI 2006)
- „Bei der energetischen Verwertung von stofflich nutzbarem Holz handelt es sich volkswirtschaftlich um die Vernichtung von Wertschöpfungspotenzial und sollte erst am Ende der Wertschöpfungskette erfolgen. Nur durch die Verarbeitung von Holz wird $CO_2$ in Höhe mehrerer Mio. Tonnen/Jahr der Atmosphäre über viele Jahre entzogen, bei der Verbrennung wird es gleich wieder freigesetzt und kaum Arbeitsplätze geschaffen." (VDP & VHI 2006)
- „Vorrang der stofflichen Nutzung der für die ZPI und HWI geeigneten Holzsortimente vor der energetischen Nutzung im Sinne der Kreislaufwirtschaft." (VDP & VHI 2006)
- „Generell sollte eine energetische Verwertung von Biomasse erst nach der stofflichen Nutzung erfolgen." (Bringezu et al. 2008a)

Die Royal Belgian Academy Council of Applied Science nahm bereits 2004 bereits hierzu Stellung: „Es sollte mindestens eine Gleichbehandlung von energetischer und stofflicher Nutzung von Biomasse in Bezug auf politisches Commitment und Anreize/Subventionen geben". (BACAS 2004)

So gerechtfertigt eine vorrangige Behandlung der stofflichen Nutzung aus sein mag, ist es aus unserer Sicht politisch ratsamer und nachhaltiger, **eine Gleichbehandlung der stofflichen und energetischen Nutzung unter nachvollziehbaren und politisch dauerhaft akzeptierten Kriterien in allen neuen Regularien zu fordern**, wie es auch der Rat der Stofflichen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe in seiner ersten Pressemitteilung getan hat:

> „ … wie die stoffliche Nutzung zukünftig in allen neuen Regularien der energetischen Nutzung gleichgestellt werden kann. Dabei geht es nicht darum, die alten, sektoralen Instrumente zur Förderung der energetischen Nutzung auf die stoffliche Nutzung zu übertragen, sondern neue politische Rahmenbedingungen zu entwickeln. Im Vordergrund steht dabei eine möglichst nachhaltige und effiziente Nutzung von Agrarressourcen. Hierzu zählt auch die Förderung der Kaskadennutzung … " (Rat Stofflich 2009)

Wenn die stoffliche Nutzung tatsächlich unter Kriterien wie Ressourceneffizienz oder Klimaschutz besser sein sollte als die energetische Nutzung, dann bekommt sie ihren Vorrang aufgrund dieser nachvollziehbaren Kriterien und nicht einfach, weil sie die „stoffliche Nutzung" ist. Letzteres würde auch sehr an die Sonderregelungen bei der energetischen Nutzung erinnern, die überwunden werden sollen.

*Vorrang soll es also nur für die stofflichen (oder energetischen) Linien geben, die diesen Vorrang aufgrund von nachvollziehbaren Kriterien auch verdienen. Die bisherige Analyse legt nahe, dass dies in vielen Fällen die stoffliche Nutzung sein wird, aber es gilt, dies für die entsprechenden Nutzungspfade zu überprüfen.*

Dies steht u.a. im Einklang mit dem VCI, der fordert: „Die Nachhaltigkeit des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe muss jedoch bei jedem Produkt individuell und über den gesamten Lebenszyklus hinweg beurteilt werden." (VCI 2008)

Abschließend sei aus dem im September 2009 veröffentlichen „Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe" zitiert, der sich auch der Nachhaltigkeit verpflichtet (BMELV 2009):

> „Ziel des Aktionsplans ist ein Gesamtkonzept für eine deutliche und anhaltende Steigerung des Biomasseanteils und der Effizienz des Biomasseeinsatzes bei der Rohstoffversorgung in Deutschland unter Beachtung der Ziele und Anforderungen der nationalen und europäischen Nachhaltigkeitsstrategien. Damit soll zugleich die international führende Rolle Deutschlands bei der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe gesichert und ausgebaut werden.
>
> Der Aktionsplan soll einen Beitrag leisten
>
> – zur Schonung fossiler Ressourcen und zur Sicherung der Rohstoffversorgung,
>
> – zum Klimaschutz durch Bindung von $CO_2$ durch Rohstoff liefernde Pflanzen und Substitution fossiler Rohstoffe durch nachwachsende Rohstoffe … " (BMELV 2009)

*Geeignete Parameter für die Erfüllung der Anforderungen an ein übergreifendes Instrumentarium*
Welche Parameter stehen zur Verfügung, um den genannten Anforderungen gerecht zu werden?

Von den vielen Bewertungskriterien, die heute im Kontext von Ökobilanzen, ökologischer, sozialer und ökonomischer Nachhaltigkeit, Flächenkonkurrenz, Konkurrenz zu Food&Feed, Biodiversität, Materialverbrauch, Kreislaufwirtschaft etc. diskutiert werden, bleiben nur wenige, die in Öffentlichkeit und Politik bekannt und akzeptiert sind, dauerhaft für wichtig gehalten werden und – das ist in diesem Kontext besonders wichtig – für die auch Daten für eine Vielzahl von Produktlinien zur Verfügung stehen. Dies sind[21]:

[21] In der aktuellen RES-Directive (RES 2008) zum „Climate-energy legislative package" des Ministerrats der EU und des EU-Parlaments sind als wichtigste Nachhaltigkeitskriterien aufgeführt:

• Umwelt: Treibhausgas-Emissionen, Wasser, Boden, Biodiversität etc. sowie

• Soziale Aspekte.

• Ganz oben stehen auch hier die Treibhausgas-Emissionen.

- Vermiedener Primärenergieverbrauch durch die NaWaRo-Nutzung
- Vermiedene $CO_2$-Emissionen (bzw. $CO_2$-Äquivalente) durch die NaWaRo-Nutzung
- Um überhaupt eine Förderung erhalten zu können, kommt in Zukunft noch die Nachhaltigkeitszertifizierung hinzu, entsprechende Nachhaltigkeitsverordnungen wurden in Deutschland für Biomassestrom und Biokraftstoffe erlassen und sollte auf alle Agrar- und Forstrohstoffe für jegliche stoffliche oder energetische Nutzung ausgedehnt werden.

Die Wahl der Parameter vermiedener Primärenergiebedarf und vermiedene $CO_2$ Äquiv.-Emissionen als Basis für ein nachhaltiges Instrumentarium zur Förderung der stofflichen (und energetischen) Nutzung ist weder überraschend noch originell. Auf der anderen Seite wäre es aber ein Novum, eine Förderung wirklich von diesen Kriterien abhängig zu machen. Beide Größen stehen zudem in einem Kontext zur geforderten Ressourceneffizienz in Bezug auf die Land- und Rohstoffnutzung.

Mit der Entscheidung für diese Leitparameter fangen die eigentlichen Probleme aber erst an. Die Daten zum vermiedenen Primärenergieverbrauch und vermiedenen $CO_2$-Emissionen stammen aus Sach- oder Ökobilanzen, die von ihrer Methodik her nur Produktpaare gleicher Funktion miteinander vergleichen können (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2). So ist es nicht einmal möglich, einen Biokraftstoff mit einer Pelletheizung zu vergleichen, geschweige denn mit den unterschiedlichen stofflichen Nutzungspfaden.

Die EU-Kommission hat versucht, dieses Problem dadurch zu lösen, dass sie für Biokraftstoffe, die für die Beimischungs-Quote angerechnet werden sollen, fordert, dass diese mindestens 35 % Treibhausgase vermindern – relativ zu ihrem fossilen Gegenpart:

> „Auf Initiative der deutschen Bundesregierung hatte sich die Europäische Union im Dezember 2008 auf Nachhaltigkeitsanforderungen für die energetische Nutzung von Biomasse verständigt. Diese legen Mindestanforderungen für die Erzeugung von Biomassen fest, die als Pflanzenöl für die Strom- und Wärmeerzeugung oder als Biokraftstoff im Verkehr eingesetzt werden. Sie müssen danach so hergestellt werden, dass ihr Einsatz zur Energieerzeugung gegenüber fossilen Energieträgern mindestens 35 % weniger Treibhausgase freisetzt und dass der Anbau der Pflanzen keine naturschutzfachlich besonders schützenswerten Flächen zerstört, z.B. Regenwälder oder Feuchtgebiete. Auch müssen die sozialen Bedingungen beim Anbau, z.B. die Einhaltung internationaler Arbeits- und Kinderschutzabkommen, erfasst werden.“ (Holz-Zentralblatt, Nr. 9 v. 27.02.2009)
>
> „Umweltverbände kritisierten, dass keine verbindlichen sozialen Kriterien festgelegt seien, es keine Auflagen zum Schutz von Böden, Wasser und Luft gäbe und indirekte Landnutzungsänderungen völlig ignoriert würden.“ (EUWID Neue Energien, Nr. 4 v. 18.02.2009)

Der zweite Teil des Zitats zeigt, dass es auch hier die Diskussion um die richtigen Kriterien gibt und auch hier die Entscheidung war, als einzig konkreten Parameter die Treibhausgasemissionen zu nehmen.

Ist aber der prozentuale Minderungsansatz zielführend? Kaum, denn auf diese Weise können nicht die Minderungen verschiedener NaWaRo-Pfade untereinander verglichen werden, sondern immer nur eines NaWaRo-Produktes mit seinem fossilen oder mineralischen Pendant. Da aber schon diese Pendants sehr unterschiedlich „gut“ sein können, sagt der prozentuale Ansatz letztendlich nicht viel aus. Nötig wäre vielmehr eine absolute Größe, die einen Vergleich alle NaWaRo-Linien untereinander und im besten Fall sogar einen Vergleich zu anderen Anwendungen wie Sonnen- und Windenergie ermöglichen würde.

*Unser Ansatz – Normierung auf Fläche (und Jahr)*
Nach vielen Experten-Diskussionen wurde schließlich Größen gefunden, die dies tatsächlich ermöglichen, indem sie die vermiedene Primärenergie und die vermiedenen $CO_2$-Emissionen auf die Anbaufläche zurückführen:

- **Vermiedener Primärenergieverbrauch pro Hektar (und Jahr) durch die NaWaRo-Nutzung**
- **Vermiedene $CO_2$-Äquivalente pro Hektar (und Jahr) durch die NaWaRo-Nutzung**

Diese beiden Parameter erfüllen die Anforderungen an das neue Instrumentarium in geradezu idealer weise:

- *Übergeordnetes Gebot:* ***Gleichstellung der stofflichen und energetischen Nutzung in allen neuen politischen Regularien****. Somit die Wiederherstellung eines fairen Wettbewerbs zwischen stofflicher und energetischer Nutzung.*
  - Die flächenbezogenen Parameter erlauben einen unmittelbaren Vergleich zwischen stofflicher und energetischer Nutzung und somit können beide Nutzungen in gleicher Weise bewertet und entsprechend gleich behandelt werden[22]. Eine Förderung kann sich daran orientieren, wie viele $CO_2$-Äq.-Emissionen eingespart werden, wenn man auf 1 ha Raps für Biodiesel anbaut und dadurch Diesel ersetzt oder wenn man auf 1 ha Hanf anbaut, daraus Dämmstoffe herstellt und mit diesen Mineralfasern substituiert. Natürlich werden nur die Netto-Effekte verglichen, Energiebedarf und Emissionen entlang der gesamten Prozesskette werden berücksichtigt.
- *Gebot nach* ***Vorrang der stofflichen gegenüber der energetischen Nutzung, Gebot zur Kaskadennutzung/Kreislaufwirtschaft****, die energetische Nutzung möglichst nur NACH der stofflichen Nutzung. Vorrang der stofflichen Nutzung, wo immer es möglich und „sinnvoll" ist.*
  - Ein Vorrang für die stoffliche Nutzung ist nicht erforderlich und auch nicht sinnvoll, da sich dieser automatisch ergibt, wenn die stoffliche Nutzung tatsächlich Vorteile in Bezug auf eingesparte Primärenergie oder vermiedene $CO_2$-Äq.-Emissionen aufweist.
- ***Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft sollen die Leitparameter*** *für neue politische Rahmenbedingungen zur nachhaltigen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe im stofflichen und energetischen Bereich sein. Auch die Nutzung von Neben-, Rest- und Abfallströmen sollte dabei berücksichtigt und Rohstoff-Fehlallokationen vermieden werden.*
  - Die Nutzung der Ressource „Fläche" wird durch die flächenbezogenen Parameter für solche NaWaRo-Linien unterstützt, die besonders viel Primärenergie/ha und besonders viel $CO_2$-Äq.-Emissionen/ha vermeiden. Nutzungen mit höherer Ressourcen-Effizienz in Bezug auf Fläche und Rohstoff werden also stärker unterstützt. Kaskadennutzung, Kreislaufwirtschaft und ebenso die Nutzung von Neben-, Rest- und Abfallströmen wird automatisch gefördert, da vermiedene Primärenergie und die vermiedenen $CO_2$-Äq.-Emissionen pro Fläche für Neben- und Restströme in Ökobilanzen besonders hoch sind. Ebenso ist die energetische Nutzung eines bereits stofflich genutzten Produkts mit einer höheren Minderung verbunden als die energetische Nutzung frischer Biomasse. Die hier gewünschten Steuerungseffekte werden durch den gewählten Ansatz grundsätzlich erfüllt.
- *Die längerfristige* ***Speicherung von $CO_2$*** *durch Produkte der stofflichen NaWaRo-Nutzung könnte*

[22] Dies gilt sogar im Vergleich zu anderen Flächennutzungen wie Fotovoltaik-Anlagen. Sämtliche stofflichen und energetischen Nutzung der Landfläche können auf diese Weise in Bezug auf die gewählten Parameter miteinander verglichen werden.

*einen interessanten Zusatzwert für die Erreichung von Klimazielen darstellen, den so auch nur die stoffliche Nutzung bietet. Er sollte in politischen Regularien künftig* ***stärker honoriert*** *werden.*

  - Idealerweise sollte die Ökobilanz-Methodik so weiter entwickelt werden, dass alle möglicherweise klimarelevanten Effekte der Speicherung adäquat berücksichtigt werden. Dann wäre diese Anforderung automatisch bei der Berechnung der Minderungseffekte erfüllt.

- *Im Idealfall sollten* ***übergreifende Instrumente bzw. Kriterien*** *gefunden werden, die sowohl für den* ***stofflichen wie auch energetischen Bereich*** *Anwendung finden können.*
  - Dies ist mit den flächenbezogenen Parametern gegeben.
- *Die Förderung der stofflichen und energetischen Nutzung sollte an* ***konkrete Kriterien*** *gekoppelt werden, die* ***leicht handhab- und nachvollziehbar sowie politisch und öffentlich dauerhaft akzeptiert*** *sind. Die Kriterien sollten sich dabei an den Leitparametern* ***Ressourceneffizienz, Kaskadennutzung und Kreislaufwirtschaft*** *orientieren.*
  - Die Größen vermiedene Primärenergie/ha und vermiedene $CO_2$-Äq.-Emissionen/ha erfüllen dies in geradezu idealer Weise. Beide Größen sind leicht nachvollziehbar und werden sicherlich dauerhaft akzeptiert. Ob die daraus abgeleitete Förderung „leicht handhabbar" ist, muss die weitere Ausgestaltung erbringen.
- *Kriterien und Förderinstrumente sollten unmittelbaren Bezug und Wirkung auf die* ***Flächenkonkurrenz*** *verschiedener Kulturen und Anwendungen haben, denn auf der Fläche entscheidet sich, was für welche Nutzung angebaut wird und dies hängt vor allem von der erzielbaren Rendite ab.*
  - Da sich beide Parameter unmittelbar auf die Fläche beziehen, werden die Nutzungen belohnt, die pro Fläche besonders viel Primärenergie einsparen und besonders viele $CO_2$-Äq.-Emissionen vermeiden. Die Flächenkonkurrenz wird demnach im Sinne dieser akzeptierten Kriterien beeinflusst.
- *Als weitere Kriterien für Förderinstrumente wurden im Experten-Workshop (Workshop 2008) genannt:*
  - *Politische und gesellschaftliche Relevanz, Akzeptanz und Vermittelbarkeit (Kommunizierbarkeit).*
  - Ist in hohem Maße gegeben.
  - *Transparenz und Nachvollziehbarkeit.*
  - Ist gegeben.
  - *Gute Aussichten auf politische Verlässlichkeit.*
  - Ist in hohem Maße gegeben.
  - *Möglichst einfache Handhabbarkeit, wenig Formalismus für KMU.*
  - Hängt von der konkreten Ausgestaltung ab.
  - *Hohe Wirksamkeit und Effizienz im Sinne von maximal gewünschtem Effekt bei möglichst geringem Aufwand (administrativ und finanziell) und ungewollten Nebenwirkungen.*
  - Hängt von der konkreten Ausgestaltung ab.

- *Konkurrenzanalyse, Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen zu anderen Nutzungen oder Agrar- und Forstrohstoffen – dies gilt für den übergreifenden Förderansatz und vor allem für evtl. weitere, flankierende sektoralen Maßnahmen.*

– Grundsätzlich käme es unmittelbar zu einer Reduzierung der aktuellen Wettbewerbsverzerrung zwischen energetischer und stofflicher Nutzung. Die detaillierten Folgen einer Umstellung der Förderung auf die beiden flächenbezogenen Parameter müssten noch näher untersucht werden und hängen natürlich auch von der konkreten Ausgestaltung sowie den Übergangsfristen ab.

- *Der neue Förderansatz sollte innovationsfördernd sein und auch die Wertschöpfung, insbesondere auch die regionale Wertschöpfung, verschiedener Nutzungen berücksichtigen.*

– Die Nutzungen werden in Richtung vermiedener Primärenergie/ha und vermiedener $CO_2$-Äq.-Emissionen/ha verschoben. Da sich dies vor allem durch Effizienzsteigerungen in der gesamten Verarbeitungskette erreichen lässt, ist der Förderansatz Innovationen unterstützend. Innovationen könnten zusätzlich dadurch gefördert werden, dass neue NaWaRo-Anwendungen einen Innovationsbonus erhalten, da ihre Prozessketten noch nicht optimiert werden konnten und damit ihre Ökobilanzen tendenziell schlechtere Ergebnisse zeigen.

– Da die stofflichen Linien über ein besonders hohes Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenzial verfügen und die vorgeschlagenen Parameter der stofflichen Nutzung mehr Bedeutung geben als heute, werden auch in Bezug auf Wertschöpfung und Beschäftigung die Vorgaben erreicht.

- *Importe sollten auch bei der stofflichen Nutzung Berücksichtigung finden (eine Exklusivität für heimische Agrar- und Forstressourcen ist nicht möglich), aber wie bei der energetischen Nutzung sollen Förderungen nur bei entsprechenden Zertifizierungen möglich sein.*

– Dies gilt unabhängig von dem Ansatz der flächenbezogenen Parameter.

Es zeigt sich also, dass der Ansatz der flächenbezogenen Vermeidung von Primärenergie und $CO_2$-Emissionen gut mit den entwickelten Anforderungen harmonisiert. Die Größen führen die Förderung auf eine sachliche und nachvollziehbare Basis zurück, führen zu einem einheitlichen und kalkulierbaren Markteingriff, der unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes alle Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen überwindet und lassen ansonsten die Kräfte des freien Marktes walten. Der Ansatz kommt auch dem Wunsch nach einfachen, klaren und praktikablen Regeln entgegen. Die Steuerungswirkung ist automatisch im Einklang mit entsprechenden politischen Zielvorgaben[23].

Es gibt höchstens Bedarf für zwei Ergänzungen, die schon genannt wurden:

- *Bonus für langlebige Produkte, die zu einer längeren $CO_2$-Speicherung führen (Mindestlebensdauer von z.B. einem Jahr)*. Wie z.B. in Kapitel 6.4.2 diskutiert, ist es unklar, ob und wie man diesen Effekt tatsächlich in Wert setzen sollte. Besser wäre vermutlich zudem, die Ökobilanz-Methodik so zu gestalten, dass ein stofflicher Speichereffekt adäquat integriert würde (siehe Kapitel 4.2.3).

[23] Wie die verschiedenen stofflichen und energetischen Nutzungen bei den hier verwendeten Parametern abschneiden, wird ausführlich in Kapitel 4.2.1 und zusammenfassend in Kapitel 4.2.2 diskutiert.

- Bonus für innovative, neue Produktlinien, deren Prozessketten noch nicht optimiert sind und damit bei Ökobilanzen tendenziell schlechter abschneiden.

Andreas Schütte, Geschäftsführer der FNR, gab bei der Präsentation des Zwischenberichts zu bedenken, dass hierdurch klare („harte“) Kriterien durch unscharfe („weiche“) Kriterien aufgeweicht würden (Schütte 2009). Dies ist in der Tat nicht unproblematisch.

Zumindest ein Innovations-Bonus wäre überlegenswert, da neue Prozessketten kaum die Effizienz etablierter Prozesse aufweisen können und damit tendenziell zu schlecht abschneiden (Käb 2009).

Darauf weist auch Wittmeyer 2009 explizit hin, der wie Käb durch eine reine Bezugnahme auf die $CO_2$-Minderung Innovationshemmnisse befürchtet. Ein Innovationsbonus könnte diese Problematik durchaus entschärfen.

> „LCA considers factual data and therefore represents a snapshot of the impact of a product. In-depth life cycle assessment for innovative products can be a difficult task as data or even methodology to measure them may not be readily available and can be potentially damaging to innovative technologies.
>
> LCA constitutes an excellent guide for a company to improve its performances and the impact of their product but as it is not dynamic and does not take into account improvement potential can be insufficient for ranking purposes.
>
> The introduction of market measures or legislations barely based on LCA need to be considered carefully as it may hinder innovation rather than encourage it.“ (Wittmeyer 2009)

*Reaktion der Experten*

Der hier entwickelte Vorschlag wurde mit vielen Experten diskutiert und die Resonanz war in der Mehrheit der Fälle sehr positiv.

Auf dem Experten-Workshop bei EuropaBIO in Brüssel im Januar 2009 wurde der Ansatz als zukunftsweisend eingestuft, da auf diese Weise unterschiedlichste Nutzungen miteinander verglichen werden können. Man kann hiermit neben stofflicher und energetischer Nutzung nachwachsender Rohstoffe sogar auch Sonnen- und Windenergie mit einbeziehen. Insgesamt wurden folgende Punkte genannt (De Greef 2009):

- Der Ansatz ermöglicht den Vergleich unterschiedlichster Nutzungen mit Landbedarf (stofflich, energetisch, erneuerbare Energien) über eine absolute und unmittelbar vergleichbare Größe.
- Dies ist viel besser als die bisherigen Ansätze in Brüssel über eine prozentuale $CO_2$-Äq.-Minderung (z.B. 35 % für Biokraftstoffe), die keine Vergleiche unterschiedlicher Nutzungen untereinander ermöglichen sowie nicht automatisch zu Ressourcenoptimierung führen.
- Ein solcher $CO_2$-Äq./ha-Ansatz überwindet alle sektoralen Sonderregeln. Es gibt unterschiedliche Ideen, die auf dieser Basis berechneten Vorteile in Wert zu setzen. Man kann auch $CO_2$-Kredite für die geringe Flächenbelegung vergeben ($CO_2$-Kredite für „using less land“).

Zudem würden die sektorspezifische politischen Instrumente auf EU-Ebene in den nächsten Jahren mehr und mehr auslaufen – eine aktuelle Analyse habe der üblichen, sektoralen Non-Food-Policy der letzten 25 Jahre in den Niederlanden und Großbritannien ein sehr schlechtes Zeugnis ausgestellt – und durch übergreifende Instrumente ersetzt, die sich primär am Klimaschutz orientieren.

Auch Martin Patel (Universität Utrecht) (Patel 2009) und Guido Reinhardt (IFEU-Institut) (Reinhardt 2009) äußerten sich positiv über diesen Ansatz, ebenso wie die Teilnehmer beim Expertenworkshop (Workshop 2008). Reinhardt sagte, dass er diesen Ansatz schon seit Jahren favorisiere, er aber bislang politisch nicht durchsetzbar gewesen sei. Es wäre gut, wenn dieser Ansatz nun durch die stärkere Beachtung der stofflichen Nutzung wieder neu in die Diskussion käme.

*Aktuelle Vorschläge weiterer Experten, die Förderung von der $CO_2$-Bilanz abhängig zu machen*
Im Jahr 2009 häufen sich die Stimmen, den aktuellen Förder-Flickenteppich insbesondere im Bioenergiebereich auf eine nachvollziehbare und nachhaltige Basis zu stellen, um Marktturbulenzen (mit negativem Ausgang) wie in den letzten Jahren bei Biokraftstoffen zu vermeiden. Die meisten Experten kommen dabei zu ähnlichen Ansätzen wie in der vorliegenden Studie, ohne sie aber – bis auf eine Ausnahme – auf den stofflichen Bereich auszuweiten und ein wirklich übergreifendes Instrumentarium für alle industriellen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe zu entwickeln, das unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes alle Marktverzerrungen und Rohstoff-Fehlallokationen überwindet.

Die Denkrichtung unseres Ansatzes steht in jedem Fall im Einklang mit der aktuellen Expertendiskussion, die im Folgenden exemplarisch präsentiert werden soll.

In einer aktuellen Studie der OECD zum Thema „Bioökonomie“ werden explizit Instrumente gefordert, die Bioprodukte mit guten Öko- und speziell auch guten Treibhausgasbilanzen belohnen und ihnen damit einen besseren Marktzugang verschaffen.

> „**Market creation** and **Regulations/standards**: „Green“ production of biofuels and other bioproducts produced in biorefineries will not be effective or sustainable unless there are: (1) standards and enforcement methods to prevent displacing rainforest, peat bogs and other carbon sinks with tree plantations, food or feed crops and (2) market mechanisms to support the competitiveness of bioproducts. The former will require performance standards, based on a robust life cycle analysis (LCA) methodology, to assess the level of GHGs and other pollutants from biotechnological and other methods of producing chemicals, plastics and fuels. Mandates or incentives are required to create a market for bioproducts with favourable LCA scores. Carbon will need to be priced high enough to maintain the competitiveness of low GHG energy in the face of inevitable declines in fossil fuel prices from a fall in demand.“ (OECD 2009)

Laut EUWID (Neue Energien, Nr. 15 v. 05.08.2009) macht Herr Professor Folkhard Isermeyer vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (VTI) in seinem Beitrag (Isermeyer 2009) deutlich,

> „ … dass sich die verschiedenen Bioenergie-Linien hinsichtlich ihrer Effizienz für den Klimaschutz erheblich unterscheiden. Holzhackschnitzel schnitten hier zum Beispiel deutlich besser ab als Biodiesel. Die politischen Entscheidungsträger seien bei der Auflage von Förderprogrammen „gut beraten“, zunächst Präferenzen hinsichtlich der Ziele – Klimaschutz, Versorgungssicherheit oder Technologieführerschaft – festzulegen und dann die Förderinstrumente dahingehend auszurichten.“

In seinem Beitrag zeigt Isermeyer 2009 Berechnungen aus seinem Hause zur $CO_2$-Äq.-Vermeidung pro Hektar für verschiedene Bioenergielinien. Am schlechtesten schneiden hier Biodiesel und Bioethanol ab, am besten Hackschnitzel (Strom & KWK).

Frau Daniela Thrän, Leiterin des Bereichs Bioenergiesysteme am Deutschen Biomasse-Forschungs-Zentrum (DBFZ) spricht sich in einem Interview mit VDI nachrichten ebenso für einen solchen Weg aus.

> „Frage: Die Bundesregierung will 2015 ihre Förderung umstellen und statt der bisherigen Mengenverpflichtungen eine Klimaschutzquote einführen. Ist das realistisch, angesichts der Vielfalt an Rohstoffen und Herstellungsverfahren im Markt?
>
> Thrän: Zunächst einmal ist der Gedanke richtig. Die Förderung richtet sich dann daran aus, was zählt: effizienter Klimaschutz. Die Pläne laufen darauf hinaus, dass von einem Biokraftstoff mit doppelt so hoher $CO_2$-Minderung nur halb so viel beigemischt werden muss. Er darf also auch erheblich teurer sein. Es geht um die Qualität.
>
> Frage: Was muss ein Hersteller tun, um den Nachweis über die $CO_2$-Minderung seines Kraftstoffes zu führen? Gerade wenn er Rohstoffe aus unterschiedlichen Quellen bezieht?
>
> Thrän: Es gibt Standardwerte für die gängigen Kraftstoffmixe auf dem Markt. Hersteller müssen nur dann den Nachweis führen, wenn sie den Standard unterbieten wollen. Das macht natürlich nur derjenige, der sein Anliegen begründen und nachweisen kann, wo seine Rohstoffe herkommen. Wichtig ist, dass ein Umdenken einsetzt. Bei der Förderung von Anlagen der 1. Generation war egal, welchen Beitrag sie zum Klimaschutz leisten. Jetzt müssen auch deren Betreiber Effizienzpotenziale heben – etwa bei der Erzeugung der Hilfsenergie.“ (Trechow 2009)

Und schließlich Inge Paulini, Generalsekretärin des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (Paulini 2009):

> „Wir brauchen deshalb dringend Standards, die klar vorschreiben, welche $CO_2$-Reduktion mit einer bestimmten Menge an Biomasse – zum Beispiel einer Tonne – mindestens erreicht werden muss. Aus diesem Blickwinkel erkennt man sofort, dass bei der Stromerzeugung eine sehr viel höhere Klimawirkung erreicht wird als im Verkehr oder bei der reinen Wärmeerzeugung.
>
> Daraus leitet sich logisch ab: Für maximalen Klimaschutz durch Bioenergie müssen wir aus der Förderung von Biokraftstoffen für den Straßenverkehr aussteigen und die Beimischungsquoten zurücknehmen – Biokraftstoffe der ersten Generation – wie Biodiesel aus Raps oder Bioethanol aus Mais – sind für den Klimaschutz ungeeignet. … Auch Biokraftstoffe der zweiten Generation schneiden nicht besser ab.“

**Wichtige Anmerkung**

In diesem Kapitel wurde die Basisförderung über eine Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar im Detail ausgestaltet und diskutiert. Sie stellt das wichtigste empfohlene Förderinstrument dieser Studie dar, welches im Laufe des Projektes vor allem mit dem Feedback der Experten-Workshops entwickelt wurde.

In der Schlussphase des Projektes wurde dann ein weiteres Instrument zu einem gleichrangig empfohlenen Förderinstrument: Die Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger. Eine detaillierte Darstellung findet sich in Kapitel 6.3.8.3 sowie zusammen fassend in Kapitel 0.2.

Produktionskostenerstattung und Lenkungssteuer könnten sich dabei gegenseitig ergänzen. Bei konsequenter Umsetzung und entsprechender Höhe einer Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger kann zwar zunehmend auf andere Instrumente verzichtet werden. In einer Übergangsphase könnten aber die Einnahmen aus einer solchen Lenkungssteuer zur Finanzierung der Produktionskostenerstattung genutzt werden. Das bedeutet, dass beide Instrumente parallel und verzahnt zum Einsatz kommen könnten.

### 6.4.4 Konkrete Ausgestaltung der Förderung anhand der flächenbezogenen Parameter vermiedener Primärenergie- und $CO_2$-Äquiv.-Emissionen

Wie sollen die genannten flächenbezogenen Parameter aber zu einem wirklichen Instrument zur Förderung der stofflichen (und energetischen) Nutzung werden?

Die Grundidee, die im Folgenden noch näher diskutiert und ausgestaltet wird, sieht nachstehende Empfehlungen vor (u.a. auf Basis der Expertendiskussionen Workshop 2008 & 2009):

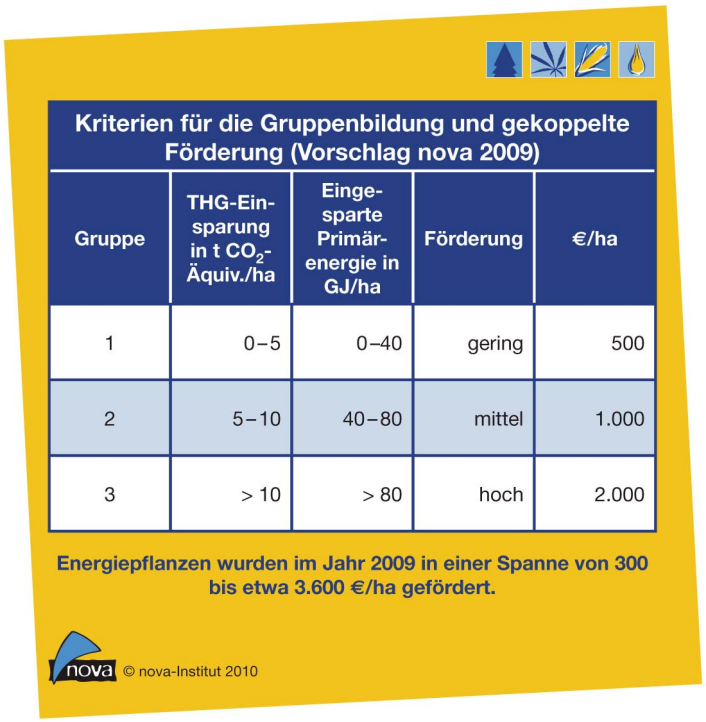
- Die Förderung nachwachsender Rohstoffe soll sich zukünftig vorrangig an der pro Hektar vermiedenen Primärenergie bzw. den vermiedenen $CO_2$-Äquiv.-Emissionen orientieren („Basisförderung“). Zusätzlich sollte es, da wo es notwendig und sinnvoll ist, flankierende Maßnahmen geben.
- Aufgrund von standardisierten Ökobilanzen werden für verschiedene NaWaRo-Produktlinien, stofflich wie energetisch, die vermiedene Primärenergie und die vermiedenen $CO_2$-Äquiv.-Emissionen gegenüber Referenzprodukten berechnet und über den entsprechenden NaWa-Rohstoffeinsatz auf die Anbaufläche umgerechnet. So erhält man für einen NaWa-Rohstoff in einer bestimmten Anwendung die Größe vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar.
- Die so ermittelten Werte werden bestimmten (wenigen) Vermeidungsgruppen zugeordnet. Jeder dieser z.B. drei Gruppen werden bestimmte Fördersätze zugewiesen. Die Gruppeneinstufung soll regelmäßig nach technischem und Ökobilanz-Fortschritt überprüft werden.
- Für innovative neue Produktlinien gibt es einen Bonus, der eine Hochstufung um jeweils eine Gruppe bewirkt.
- Eine finanzielle Förderung soll es nur für den Agrarbereich geben, nicht aber für den Forstbereich, wie auf dem Workshop im Juni 2009 von unterschiedlichen Vertretern aus dem Forst- und Holzbereich verabschiedet[24].

Im Folgenden werden drei Fördergruppen vorgeschlagen, die auch bereits in mehreren Workshops vorgestellt und diskutiert wurden. Die quantitative Einteilung orientiert sich in ihrer Größenordnung an existierenden Förderungen für Energiepflanzen, wobei eine gewisse Absenkung des durchschnittlichen Förderniveaus vorgesehen ist.

Die für Energiepflanzen genannten Förderungen umfassen sämtliche Förderungswege wie EEG, Steuerreduzierung, Biokraftstoffquoten etc. und wurden in ihrer Summe für bestimmte Pflanzen und Prozesswege auf eine Gesamtförderung pro Fläche umgerechnet. (vgl. Kapitel 3.2.1.4)

[24] Genauer wurde Folgendes verabschiedet: „Der Forstbereich benötigt grundsätzlich keine Förderung (außer zur verstärkten Holzmobilisierung sowie F&E) und möchte daher auf das vorgeschlagene Instrument verzichten. Holz-Fehlallokationen resultieren aus einer einseitigen Förderung der energetischen Nutzung, die gänzlich zurückgefahren werden sollte.

Im Agrarbereich liegen Wertschöpfungen und Renditen auf einem anderen Niveau, das vor allem von Food&Feed vorgegeben ist. Ohne Förderung gäbe es keine energetische Nutzung und ein verstärkter stofflicher Einsatz ist kaum zu erwarten. Im Agrarbereich soll daher das vorgeschlagene Instrument zum Einsatz kommen.



**Kriterien für die Gruppenbildung und gekoppelte Förderung (Vorschlag nova 2009)**

| Gruppe | THG-Einsparung in t $CO_2$-Äquiv./ha | Eingesparte Primärenergie in GJ/ha | Förderung | €/ha |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0–5 | 0–40 | gering | 500 |
| 2 | 5–10 | 40–80 | mittel | 1.000 |
| 3 | > 10 | > 80 | hoch | 2.000 |

**Energiepflanzen wurden im Jahr 2009 in einer Spanne von 300 bis etwa 3.600 €/ha gefördert.**



*Abbildung 103: Vorschlag des nova-Instituts für Kriterien der Fördergruppenbildung sowie die gekoppelte Förderung*

Wie die Einordnung bestimmter stofflicher und energetischer Linien in dieses Förderschema konkret aussehen könnte, kann den Grafiken in Kapitel 4.2.1 entnommen werden. Dort findet sich nämlich die Analyse sämtlicher verfügbarer Ökobilanzen zur stofflichen Nutzung. Es wurden jeweils die vermiedene Primärenergie/ha und die vermiedenen $CO_2$-Äquiv.-Emissionen/ha abgeleitet und grafisch aufgetragen. Für die energetische Nutzung wurden die neuesten Übersichtsstudien entsprechend ausgewertet und die flächenbezogenen Vermeidungen zum Vergleich ebenfalls grafisch aufbereitet. Eine kurze Darstellung der Ergebnisse findet sich auch in Kapitel 4.2.2.

*Ablauf im Detail*

Im Folgenden soll kurz skizziert werden, wie eine solche Basisförderung konkret aussehen könnte und wie die notwendigen finanziellen Mittel aufgebracht werden können.

Das produzierende Unternehmen, das nachwachsende Rohstoffe in der Produktion einsetzen möchte oder bereits einsetzt, stellt einen Antrag auf finanzielle Förderung des Rohstoff-Einsatzes („Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“)[25] in benannten stofflichen Produktlinien. Dies ist auch für Importe WTO-konform gestaltbar;

[25] Der Begriff lehnt sich bewusst an das inzwischen ausgelaufene Produktionskostenerstattungs-System á la Chemiezucker- und Chemiestärkeregelung in der EU an, das sich über Jahre als praktikabel und wirkungsvoll erwiesen hat. Auch musste das produzierende Unternehmen einen Verwendungsnachweis erbringen. Zuckerexperte Jean-Lois Barjol zieht das Fazit: „... the Union established a system of production refunds ... It can therefore be said that this regulation has worked well.“ (Barjol 2008)

zukünftig wird für alle heimischen und importieren NaWaRo eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen müssen, die parallel zu den Nachhaltigkeitsverordnungen im Bioenergiebereich gestaltet werden sollte[26]. Nur wenn diese vorliegt, ist überhaupt eine Förderung möglich.

Das Unternehmen legt nun eine oder mehrere Ökobilanzen nach neuestem Standard für die betreffenden bio-basierten Produkte vor. Diese Ökobilanzen können unmittelbar auf die eingesetzten NaWa-Rohstoffe und das produzierte Produkt des Unternehmens bezogen sein (Hanf –> „Thermohanf“) oder auch auf die entsprechende Produktgruppe (heimische Naturfasern –> „Dämmstoffe aus einheimischen Naturfasern“), die ein entsprechender Verband beauftragt hat.

*Exkurs Ökobilanzen*
Da es bei den stofflichen Ökobilanzen noch viele Mankos (Kapitel 4.1, 4.2 und 6.4.2) gibt, sollte ein Programm zur Förderung von Ökobilanzen für den stofflichen Bereich und speziell für Produkte aus NaWa-Rohstoffen aufgelegt werden, um bestehende Lücken und Schwächen bislang durchgeführter Ökobilanzen schneller überwinden zu können. Hierbei ist auch dem methodischen Fortschritt bei Ökobilanzen Rechnung zu tragen, zumal eine adäquate Einbeziehung der Kohlenstoffspeicherung der stofflichen Nutzung in die Ökobilanz-Methodik noch zu fehlen scheint (siehe Kapitel 4.2.3). Wünschenswert wäre auch eine angemessenere Bewertung der Nebenprodukte.

Eine weitere Frage ist, ob man die komplexen und vielstufigen stofflichen Anwendungen nicht in Modulen bilanzieren könnte. Bei spritzgegossenen bio-basierten Produkten würde es evtl. genügen, das Granulat des Biokunststoffs zu bilanzieren und nicht einzeln alle möglichen Anwendungen des Granulats.

Wie im Bioenergiebereich sollten mittelfristig für die wichtigsten stofflichen Linien Standardwerte für die $CO_2$-Einsparung („Default-Werte“) ermittelt werden, die individuelle Ökobilanzen erübrigen, es sei denn, das Unternehmen möchte höhere Einsparungen nachweisen.

Technischer Fortschritt in bio-basierten Produktlinien und methodischer Fortschritt bei Ökobilanzen werden regelmäßig im Verfahren berücksichtigt.

Ein Expertengremium prüft die Güte der vorgelegten Ökobilanz(en) und nimmt die Einstufung in eine der drei Fördergruppen vor. Dabei werden mögliche Hochstufungen bei neuen innovativen Produkten berücksichtigt.

Damit liegt die Höhe der Förderung pro Hektar fest (500, 1.000 oder 2.000 €/ha); diese wird nun auf die Rohstoffmenge umgerechnet, die das Unternehmen jährlich einsetzt bzw. eingesetzt hat, und an das Unternehmen ausgezahlt (wie ehemals die Produktionskostenerstattung bei Chemiezucker und -stärke in der EU, die auch den Verarbeiter ausgezahlt wurde[27]). Es wurde bei den Workshop-Diskussionen angeregt, einen Teil der Förderung direkt dem Landwirt zukommen zu lassen (s.u.).

[26] Für Biomassestrom und Biokraftstoffe, die eine Förderung in Form der Biokraftstoff-Quote, einer Steuerreduzierung (Energiesteuergesetz) oder Mindesteinspeisevergütung (EEG) erhalten wollen, muss in der EU ab Ende 2010 und in Deutschland an Januar 2010 eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorliegen. (Stand Juni 2009)

[27] Wie bei der ehemaligen Produktionskostenerstattung müssen je – nach Komplexität der Produktlinie unterschiedlich aufwändig – sämtliche NaWaRo-Stoffströme entlang der Prozesskette erfasst werden.

Da das Anlaufen dieses Prozesses – auch infolge evtl. noch zu erstellender Ökobilanzen – Zeit braucht, soll eine Übergangsregelung greifen, die unmittelbar umgesetzt werden kann: Bis geeignete Ökobilanzen vorgelegt werden können, soll eine generelle Förderung nach Gruppe 1 (500 €/ha) erfolgen, da nach den vorliegenden Ökobilanzen praktisch alle stofflichen Nutzungen die entsprechende Einsparung erreichen – wie auch alle Biokraftstoffe der ersten Generation.

Auf dem letzten Experten-Workshop wurde vorgeschlagen, dass diese Übergangsregelung zum Normalfall werden solle. Alle stofflichen Linien, deren Rohstoffe eine Nachhaltigkeitszertifizierung vorweisen können, sollen nach Gruppe 1 gefördert werden. Eine Hochstufung in Gruppe 2 oder 3 erfolgt erst auf Antragstellung, die wie oben beschrieben ablaufen soll.

Neben- und Koppelprodukte, wie auch Rohstoffe aus der stofflichen Kaskade werden zunächst auch in Gruppe 1 eingeordnet; die Umrechnung auf die Förderung pro Masse (Tonnen) kann nur bedingt über die Fläche erfolgen – die genauen Verfahren für alle möglichen Fälle müssen noch definiert werden. Bei Neben- und Koppelprodukten ist aber darauf zu achten, dass sich die Fördersumme insgesamt auf Hauptprodukte und Nebenprodukte aufteilen muss (siehe Beispiel Hanf weiter unten). In der Kaskade (und nur hier!) kann ein Rohstoff auch mehrfach gefördert werden, dies ist bewusst gewollt.

Parallel werden, wie im Bioenergiebereich bereits umgesetzt, Standard-Werte für alle wichtigen stofflichen Linien ermittelt und die Standardgruppen-Einstufung vorgenommen. Sobald diese vorliegt, werden die NaWaRo-Linien nicht mehr automatisch in Gruppe 1, sondern in ihre jeweilige Standardgruppe eingestuft. Eine Hochstufung erfolgt dann wiederum auf Antrag und bei entsprechendem Nachweis.

*Den entsprechenden politischen Willen vorausgesetzt, könnte die vorgeschlagene Förderung der stofflichen Nutzung kurzfristig umgesetzt und damit die existierende Marktverzerrung zwischen stofflicher und energetischer Nutzung deutlich reduziert werden.*

*Förderung an wen auszahlen?*
An wen soll aber die beschriebene „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“ de facto ausgezahlt werden? Zunächst scheint der industrielle Verarbeiter die richtige Stelle für eine Förderung zu sein, da er über den Rohstoffpreis direkten Einfluss auf die Flächennutzung hat. Er kann die Förderung an den Landwirt weitergeben, um den Anbau der entsprechenden Kulturen in der Flächenkonkurrenz attraktiver zu machen, oder aber den Marktpreis des Endprodukts reduzieren, um Marktanteile hinzuzugewinnen, die letztendlich in einer größeren Anbaufläche resultieren. Nur der Verarbeiter kann die Preise entlang der Wertschöpfungskette vom Bauern bis zum Endverbraucher austarieren.

Die Erfahrung zeigt allerdings, dass Landwirte hierbei auch leer ausgehen können. Da man den Landwirten aber den NaWaRo-Anbau attraktiv gestalten muss, um die Anbauflächen überhaupt akquirieren zu können, wurde im Workshop diskutiert, einen gewissen Teil der Förderung direkt dem Landwirt zukommen zu lassen, um so zu garantieren, dass dieser Transfer zum Landwirt nicht nur naheliegend ist, sondern auch tatsächlich stattfindet.

Weitere Diskussionen führten dann zu dem Ergebnis, dass die Basisförderung zu gleichen Teilen an den Landwirt und den industriellen Verarbeiter gehen sollte. Da die Gruppeneinteilung unmittelbar zu einem flächenbezogenen Fördersatz führt (Gruppe 1:500 €/ha), kann nun einfach der halbe Betrag (250 €/ha) direkt an den Landwirt fließen und die andere Hälfte wird entsprechend auf die Rohstoffmenge umgerechnet. An dem oben beschriebenen Verfahren ändert sich ansonsten nichts. Der Antrag auf Förderung muss wie oben beschrieben vom industriellen Verarbeiter gestellt werden.

Letztendlich kann der Aufbau neuer stofflicher Linien nur gelingen, wenn die gesamte Wertschöpfungskette finanziell besser gestellt ist. Dies scheint hier optimal der Fall zu sein, da die Wertschöpfungskette ganz am Anfang (Landwirt) und an der entscheidenden Schnittstelle zum industriellen Verarbeiters finanziell unterstützt wird. Die Stufen zwischen Landwirt und Industrie, die sich vor allem mit der Rohstoffaufbereitung beschäftigen, können nun von beiden Seiten profitieren. Der Landwirt hat durch die Förderung mehr Spielraum für seine Rohstoff-Verkaufspreise (er kann einen Teil der Förderung in Form niedrigerer Rohstoffpreise weitergeben) und der industrielle Verarbeiter hat mehr Luft beim Rohstoff-Einkauf (er kann einen Teil der Förderung dazu nutzen, einen höheren Preis für den Rohstoff zu zahlen). So ist die gesamte Kette vom Landwirt bis zur Industrie finanziell besser gestellt, bis hin zum niedrigeren Produktpreis beim Endkunden.

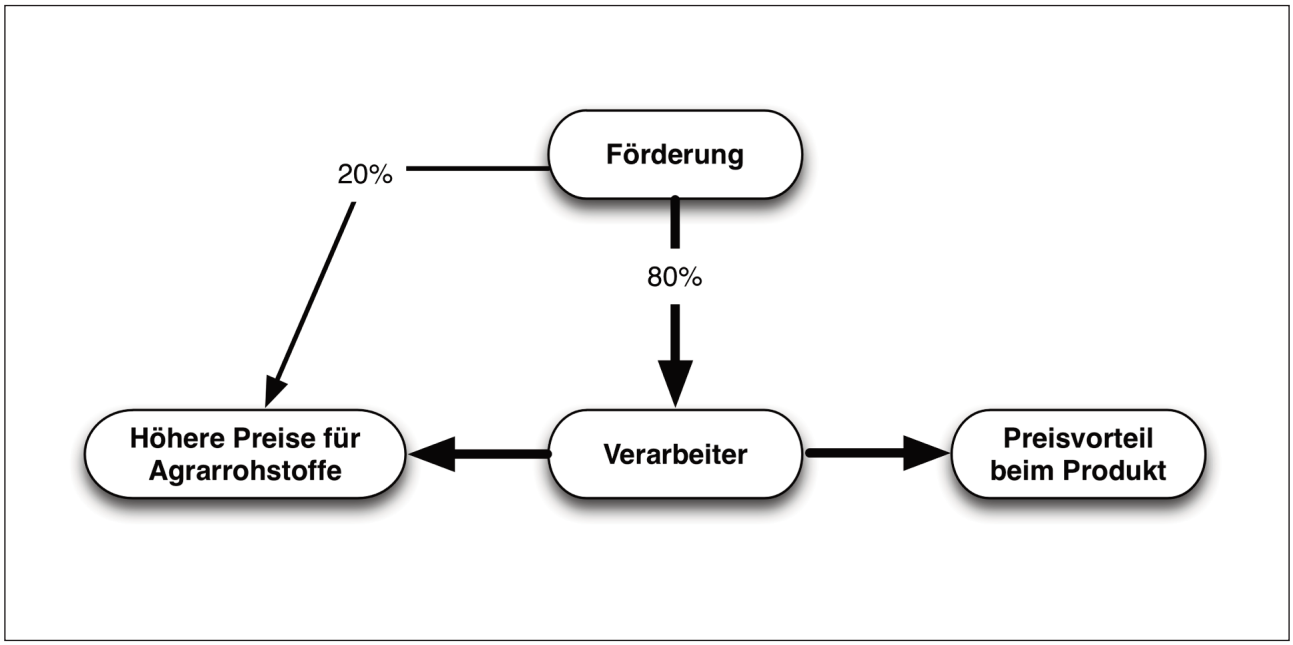



*Abbildung 104: Auszahlung der vorgeschlagenen Basisförderung an den Landwirt und industriellen Verarbeiter*

*Beispielrechnungen für zwei Kulturen und Anwendungen*

Anhand von zwei Beispielen soll die Basisförderung nach Gruppe 1 (500 €/ha) konkret berechnet werden. Wir betrachten folgende Fälle:

1. Produktion von PLA auf Basis von Weizenstärke. Auf einem Hektar können ca. 5,3 t Weizenstärke gewonnen werden und daraus wiederum ca. 2 t PLA (Merzenich 2009). Weizenstärke kostet aktuell (September 2009) zwischen 290 und 340 €/t für den industriellen Verarbeiter (Capitain 2009); wir nehmen einen Mittelwert von 315 €/t an.

   Der industrielle Verarbeiter ist das Unternehmen, das die Weizenstärke für die Milchsäureproduktion (für wiederum die PLA-Produktion) einkauft.

   Die 500 €/ha entsprechen einer Förderung von 94,34 €/t Weizenstärke, was bei einem Marktpreis von 315 €/t einer Förderung von 30 % entspricht (für Landwirt und industriellem Verarbeiter). Der industrielle Verarbeiter selber erhält dabei nur den halben Betrag (s.o.) von

47,17 €/t, was einer Förderung seines Weizenstärkeeinkaufs von ca. 15 % entspricht.

Bei einer Basisförderung nach Gruppe 2 würden sich alle Beträge entsprechend erhöhen.

2. Produktion von Dämmstoffen und Spanplatten auf Basis von Hanffasern (1,5 t/ha) und -schäben (3 t/ha). Mengenmäßig fallen etwa doppelt so viele Schäben wie Fasern pro Hektar an. Da finanziell beide Rohstoffe aber etwa denselben Erlös einspielen, soll die Aufteilung der flächenbezogenen Basisförderung 1:1 zwischen Fasern und Schäben geschehen. Vliesfähige Hanffasern werden am Markt für 650 €/t angeboten, Schäben für 300 €/t (lose) bzw. 320 €/t (big pack). (Frank 2009)

   Der industrielle Verarbeiter ist der Dämmstoffbetrieb, der aus den Hanffasern den Dämmstoff herstellt, und der Spanplattenhersteller, der die Hanfschäben einkauft.

   Die 500 €/ha werden zunächst zu gleichen Teilen auf Fasern und Schäben verteilt. Daraus ergibt sich dann eine Förderung von 166,67 €/t für Hanffasern und eine Förderung von 83,33 €/t für Hanfschäben. Bezogen auf die oben genannten Rohstoffpreise bedeutet dies eine Förderung von 26 % bei Hanffasern und 27 % bei Hanfschäben. Der industrielle Verarbeiter selber erhält dabei jeweils nur den halben Betrag (s.o.), was einer direkten Förderung des Hanffaser-Einkaufs von ca. 13 % und des Hanfschäben-Einkaufs von ca. 13,5 % entspricht.

   Bei einer Basisförderung nach Gruppe 2 würden sich alle Beträge entsprechend erhöhen.

Die Beispiele zeigen, dass die hier vorgeschlagene Basisförderung weniger in den Markt eingreift als die heutige Bioenergieförderung, die sowohl pro Hektar, als auch prozentual in der Regel deutlich höher liegt. Bei den meisten Bioenergie-Linien macht die Förderung zwischen 50 und 80 % des Erlöses beim Endprodukt aus. (siehe Kapitel 6.4.1)

Selbst eine Basisförderung nach Gruppe 2 (1.000 €/ha) bliebe in den beiden Beispielen prozentual unter den Anteilen heutiger Bioenergieförderung.

### 6.4.5 Optionen zum Aufbringen der Mittel für die Basisförderung

Neben den im letzten Kapitel 6.4.4 diskutierten Gruppenzuordnungen und Festlegungen der Förderhöhen[28] gilt es, einen weiteren zentralen Punkt zu lösen: Woher sollen die Gelder kommen, die im stofflichen Bereich als Produktionskostenerstattung an die industriellen Verarbeiter und an die Landwirte ausgezahlt werden sollen, um die bestehenden Asymmetrien und Marktverzerrungen der aktuellen Förderstruktur zu überwinden?

*Energetische Nutzung und Solarenergie*
Bei Umstellung der aktuellen auf die neuen Fördersätze auf Basis vermiedener Treibhausgas(THG)-Emissionen, können bei der energetischen Nutzung die bisherigen Instrumente wie EEG, Energiesteuergesetz und Biokraftstoffquotengesetz weiterhin genutzt werden, lediglich die Förderhöhen

[28] Im Experten-Workshop (Workshop 2008) wurde auch die mögliche Förderhöhe intensiv diskutiert. Am wichtigsten war der Gruppe die Gleichbehandlung der stofflichen und energetischen Nutzung. Als weitere Punkte wurden genannt: degressiv, dynamisch, langfristig und sicher – konkret wurde eine Kopplung an die Agrar- und Erdölpreise mit ½-jährlicher Anpassung vorgeschlagen.

müssten innerhalb einer Übergangsfrist von z.B. einigen Jahren entsprechend angepasst werden. Da die Förderhöhen nach dem Vorschlag in Kapitel 6.4.4 durchschnittlich etwas sinken würden, stellt die Finanzierung kein Problem dar.

Im Übrigen könnten man auch die Förderung der Solarenergie, insbesondere von Fotovoltaik-Freiflächenanlagen, in das vorgeschlagene System einbeziehen. Wie auch heute schon würden Fotovoltaikanlagen auf die Fläche bezogen eine deutlich höhere Förderung bekommen als nachwachsende Rohstoffe, was aber dann mit entsprechend höheren $CO_2$-Äquiv./ha-Einsparungen begründet werden könnte. Wie in Kapitel 4.2.1 berechnet, liegt die Einsparung pro Fläche bei einer Fotovoltaik-Freiflächenanlage mit 185 t $CO_2$-Äquiv./ha $CO_2$-Äquiv./ha um fast den Faktor 20 höher als bei den besten Biokraftstoffen (Bioethanol aus Zuckerrübe und BTL).

*Gesamthöhe der Basisförderung für die stoffliche Nutzung*
Aber zurück zur Ausgangsfrage: Woher soll das Förderbudget für die stoffliche Nutzung kommen? Zunächst sollte grob geschätzt werden, welche jährliche Fördersumme für die in Kapitel 6.4.4 beschriebene Basisförderung als Produktionskostenerstattung zur Verfügung gestellt werden müsste.

Bei einer Anbaufläche von etwa 300.000 ha für stofflich genutzte Kulturen und einer kompletten Einstufung aller Produktlinien in Gruppe 1 (500 €/ha) würden die Produktionskostenerstattungen bei maximal 150 Mio. €/Jahr liegen, bei einer kompletten Einstufung in Gruppe 2 (1.000 €/ha) wären dies maximal 300 Mio. €/Jahr. Da aber nur ein Teil der Betriebe einen Antrag auf Produktionskostenerstattung stellen wird, wird der reale Betrag deutlich tiefer liegen.

Im Weiteren gehen wir davon aus, dass in den nächsten Jahren maximal ein Betrag von etwa 200 Mio. € zur Verfügung gestellt werden müsste, der bei einer erfolgreichen Ausweitung der stofflichen Nutzung in den nächsten Jahren auf etwa 400 Mio. € anwachsen könnte.

*Bereitstellung der Fördersumme von 200 bis 400 Mio. €*
Im Folgenden werden mehrere Ansätze vorgestellt, die während der Experten-Workshops im Juni 2009 entwickelt und diskutiert wurden; der Ansatz, das EEG für die Förderung der stofflichen Linien zu nutzen und entsprechend weiter zu entwickeln, wurde dabei favorisiert. Die ursprüngliche Idee stammt von Herrn Peter Sauerwein (Geschäftsführer des VHI), der sie auf dem Experten-Workshop „Holz“) im Juni 2009 einbrachte. Die Idee wurde dann im Sinne des übergreifenden Förderinstruments „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“ weiter entwickelt und konkretisiert, in Folge-Workshops zur Diskussion gestellt und schließlich in die folgende Form gebracht:

*Erweiterung des EEG zum EERG (Erneuerbare-Energien-und-Rohstoff-Gesetz)*
Die Fördersumme für die stoffliche Nutzung soll mit der Erweiterung des EEG zum EERG (Erneuerbare-Energien-und-Rohstoff-Gesetz) aufgebracht werden[29]. Ab dem Startjahr erhalten die Einspeiser von Biomassestrom oder sogar alle Einspeiser erneuerbaren Stroms nicht mehr den vollen Betrag nach EEG, sondern es wird ein Anteil zur Förderung der stofflichen Nutzung abgezweigt. Der Anteil kann zunächst gering sein und dann in einer Übergangszeit ansteigen, bis die Förderung komplett auf die Basis pro Fläche vermiedener Treibhausgas-Emissionen umgestellt ist.

Bezieht man sämtliche Einspeiser erneuerbaren Stroms in diese Umschichtung ein, also auch z.B. Solar- und Windenergie, so würde ein Anteil von etwa 5 bis 10 % ausreichen, um der stofflichen Nutzung die vorgeschlagene Förderung zukommen zu lassen: Die sog. „EEG-Differenzkosten“, die auf die Stromverbraucher umgelegt wurden, lagen im Jahr 2008 bei etwa 4,2 Mrd. € (siehe Kapitel 6.1.1);

5 bis 10 % dieser Summe wären etwa die maximal notwendige Fördersumme von 200 bis 400 Mio. €.

Man könnte aber alternativ auch den NaWaRo-Bonus im EEG nutzen, der, wie im Folgenden berechnet wird, etwa 625 Mio. € pro Jahr ausmacht. So könnte man den NaWaRo-Bonus nur noch zur Hälfte den entsprechenden Biomassestrom-Produzenten und die andere Hälfte entsprechenden Akteuren der stofflichen Nutzung zukommen lassen. Dies wäre auch deshalb attraktiv, weil die Umschichtung dann innerhalb der Biomassenutzung stattfinden würde, und gerade der NaWaRo-Bonus in seiner jetzigen Form zu einer Marktverzerrung zwischen energetischer und stofflicher Nutzung führt. In diesem Kontext wurden dieses Jahr bereits Stimmen laut, den NaWaRo-Bonus abzuschaffen und in einen Kaskaden-Bonus zu überführen (siehe Kapitel 6.1.1).

Die Förderung der stofflichen Nutzung wird in beiden Fällen letztendlich vom Stromkunden finanziert, allerdings ohne eine Mehrbelastung gegenüber heute. Die Mehrkosten pro kWh blieben grundsätzlich unverändert, würden aber zunehmend auch für die Unterstützung der stofflichen Nutzung verwendet.

Die Umschichtung vom energetischen zum stofflichen Bereich sollte solange erfolgen, bis auch die energetische Nutzung auf dem Förderniveau der „3 Gruppen“ auf Basis eingesparter $CO_2$-Äquiv.-Emissionen/ha angekommen ist und damit eine vollständige Gleichbehandlung der stofflichen und energetischen Nutzung, entsprechend der Förderung auf Basis vermiedener THG-Emissionen/ha, erreicht ist. Für diesen Übergangsprozess ist ein Zeitraum von mindestens 10 Jahren anzusetzen.

*Exkurs: Höhe des jährlich ausgezahlten NaWaRo-Bonus*

„Etwa 60 Prozent aller Biogasanlagen nehmen derzeit den Bonus für nachwachsende Rohstoffe in Anspruch“ (EEG-Erfahrungsbericht 2007). Der Anteil der EEG-Festbrennstoffanlagen mit NaWaRo-Bonus dürfte etwas höher liegen, da überwiegend Holz verbrannt wird. Genaue Angaben liegen jedoch nicht vor.

Der NaWaRo-Bonus beträgt für Anlagen bis 500 kW 7 cent/kWh bei Biogasanlagen und 6 cent/kWh bei anderen Biomasseanlagen. Für alle Biomasseanlagen bis 5 MW beträgt der Bonus 4 cent/kWh. Abweichend davon beträgt der NaWaRo-Bonus bei Anlagen mit einer Leistung von 500 kW bis 5 MW 2,5 cent/kWh, wenn sie Strom durch die Verbrennung von Holz erzeugen, das nicht aus KUP stammt oder im Rahmen der Landschaftspflege anfällt. Im Durchschnitt sämtlicher Biomasseanlagen dürfte der NaWaRo-Bonus rund 5,5 cent/kWh betragen.

Die gesamte eingespeiste Strommenge von Biomasseanlagen (also Biogas und feste Biomasse) betrug in 2008 18.947 GWh (BDEW 2009). Detaillierte Angaben für Biogasanlagen und andere Biomasseanlagen liegen nicht vor. Der NaWaRo-Bonus dürfte in erster Abschätzung also etwa 625 Mio. € (18.947 GWh x 0,6 x 5,5 cent) betragen. Bei genauerer Erfassung des Anteils der EEG-Biomasse-Festbrennstoffanlagen mit NaWaRo-Bonus würde diese Summe vermutlich noch höher liegen.

Die gesamten EEG-Vergütungszahlen für Biomasse (also Biogas und feste Biomasse) betrugen 2008 2.698,74 Mio. € (BDEW 2009), der NaWaRo-Bonus macht davon also etwa 23 % aus.

Die vier Übertragungsnetzbetreiber ENBW, RWE, Vattenfall und EON veröffentlichen ihre Vergütungen für die Biogasanlagen in ihrem Einzugsgebiet und für RWE zeigt unsere Rechnung, dass der NaWaRo-Bonus etwa 22 % an den gesamten Einspeisevergütungen ausmacht, was die obige Rechnung bestätigt.

*Reaktionen der Experten*
Die Reaktionen der NaWaRo-Experten in den Workshops auf die hier dargelegten Vorschläge zur Basisförderung über eine Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar und Bereitstellung der Fördersumme über eine Erweiterung des EEG waren in hohem Maße positiv. Viele Verbands- und Industrievertreter meinten, „so könnte sich wirklich mal etwas bewegen".

Volker Capitain von Tate & Lyle drückte es so aus (Capitain 2009): „Wenn die vorgestellte Produktionskostenerstattung Realität werden sollte, dann

- würde biotechnologische Innovation weiterhin in Deutschland stattfinden,
- würde die Biotech-Produktion wieder zurück nach Deutschland kommen und hier in neue Anlagen investiert werden sowie
- würden die Landwirte verstärkt Kulturen für die stoffliche Nutzung anbauen, um die Rohstoffversorgung dauerhaft sicherzustellen."

*Andere Optionen zur Bereitstellung der Fördersumme*
Auch wenn die Option, ein weiter entwickeltes EEG zur stofflichen Förderung zu nutzen, von den Experten in den Workshops eindeutig favorisiert wurde, bestehen weitere Möglichkeiten zur Finanzierung der Förderung, die hier aber nur kurz erwähnt werden sollen. Zudem besteht die Möglichkeit, die Fördersumme aus mehreren unterschiedlichen Quellen zu generieren oder auch die verschiedenen stofflichen NaWaRo-Linien über unterschiedliche Zahlungswege zu fördern.

Auch das Energiesteuergesetz mit seinen reduzierten Steuern für Biokraftstoffe (siehe Kapitel 6.1.1) könnte so umgestaltet werden, dass ein Teil der Steuerreduzierung nicht den Biokraftstoffen, sondern der stofflichen Nutzung zugute käme.

Die Fördersummen könnten auch direkt von den involvierten Ministerien BMU und BMELV aufgebracht werden – oder auf EU-Ebene aus dem Agrarhaushalt, aber auch hier durch haushaltsneutrale Umschichtung.

Als weitere Möglichkeit wurde genannt, dass die Verkaufserlöse aus den $CO_2$-Zertifikaten in einer Stiftung für stoffliche Nutzung angelegt werden könnten, die dann die Produktionskostenerstattung vornehmen würde.

Die Auszahlung über die volle Integration der stofflichen Nutzung in bestehende Klimaschutzinstrumente (insb. $CO_2$-Handel) wäre zwar grundsätzlich sinnvoll, ist aber mit erheblichen methodischen und politischen Problemen behaftet (siehe Kapitel 6.3.8.1).

Als steuerpolitische Instrumente bieten sich vor allem Lenkungssteuern, wie z.B. eine Verpackungssteuer an, die sich auch an den hier diskutierten Treibhausgas-Einsparungen pro Fläche (mit)orientieren könnten. Allerdings kann auf diese Weise keine übergreifende Förderung des gesamten stofflichen Bereiches erzielt werden.

Im Kapitel 6.3.8.3 sowie zusammenfassend in Kapitel 0.2 wird eine übergreifende Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger detailliert diskutiert. Das bedeutet vor allem die Ausweitung der Energiebesteuerung auf die stoffliche Verwendung fossiler Kohlenstoffträger (insb. Erdöl), d.h. das Füllen der Steuerlücke, die die Steuerbefreiung nach § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes lässt.

Produktionskostenerstattung und Lenkungssteuer könnten sich dabei gegenseitig ergänzen. Bei konsequenter Umsetzung und entsprechender Höhe einer Lenkungssteuer auf fossile Kohlenstoffträger

kann zwar zunehmend auf andere Instrumente verzichtet werden. In einer Übergangsphase könnten aber die Einnahmen aus einer solchen Lenkungssteuer zur Finanzierung der Produktionskostenerstattung genutzt werden. Das bedeutet, dass beide Instrumente parallel und verzahnt zum Einsatz kommen könnten.

### 6.4.6 Gesamtstruktur des Förderinstrumentariums

In den vorangegangenen Kapiteln 6.4.3, 6.4.4 und 6.4.5 wurde bisher nur das erste Hauptinstrument des Förderinstrumentariums „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar“, entwickelt, diskutiert und an konkreten Beispielen zur Anwendung gebracht. Das zweite Hauptinstrument, der „Ausbau von Lenkungssteuern auf fossile Kohlenstoffträger“ wurde umfassend in Kapitel 6.3.8.3 entwickelt. Weitere flankierende sektorale und auch übersektorale Instrumente wurden in Kapitel 6.3 erarbeitet, diskutiert und bewertet.

Daraus ergibt sich für das gesamte Förderinstrumentarium folgendes Bild, wobei die Bedeutung der Instrumente von oben nach unten abnimmt (Handlungsebene 1 bis 4).

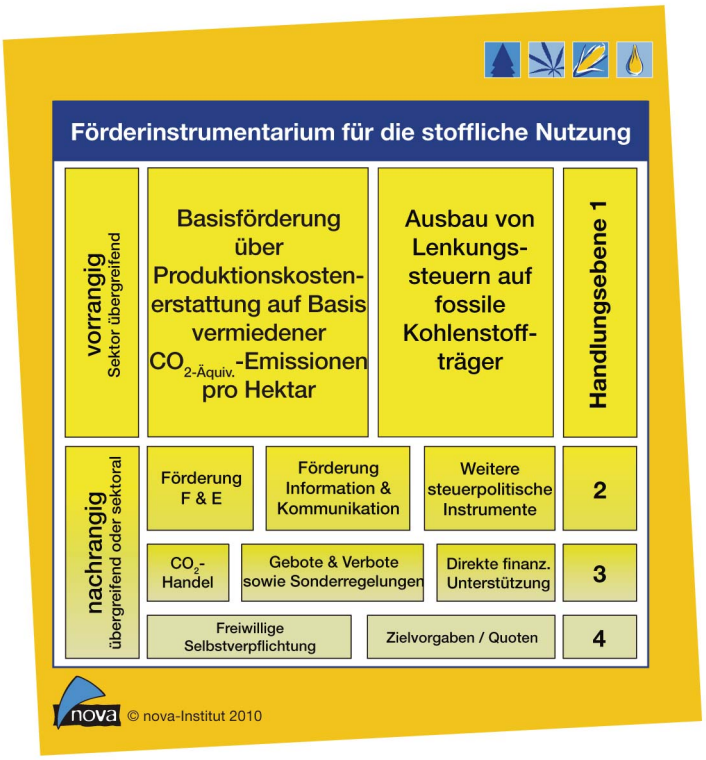



*Abbildung 105: Struktur des erarbeiteten Förderinstrumentariums*

Ein zusammenfassende Vorstellung und Diskussion der in der Abbildung gezeigten Förderinstrumente findet sich in der Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 0.2, Seiten 27 bis 41) und soll an dieser Stelle nicht wiederholt werden.

*Vergleich des entwickelten Förderinstrumentariums mit den Ergebnissen von Kaup 2002*
Markus Kaup hat in seiner Promotionsarbeit mit dem Titel „Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie“ (Kaup 2002) „empfehlenswerte NR-Fördermaßnahmen bei Marktversagen“ entwickelt, die im Folgenden mit den Ergebnissen unserer Untersuchung verglichen werden.

Bis auf das sehr unterschiedlich eingeschätzte Instrument „Quote“, liegen die Ergebnisse der beiden Arbeiten sehr nah zusammen. Das Hauptinstrument der vorliegenden Studie „Ausbau von Lenkungssteuern auf fossile Kohlenstoffträger“ wird bei Kaup an erster Stelle genannt, das zweite Hauptinstrument der „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv-Emissionen pro Hektar“ wird in ähnlicher Weise bei Kaup an zweiter Stelle genannt.

| **Kaup 2002** | **nova 2010 (vorliegende Studie)** |
|---|---|
| **Marktversagen durch Externe Effekte* bzw. Informationsmängel**** | |
| **Steuern und handelbare Zertifikate zur Internalisierung negativer externer Effekte***<br><br>Diese klassischen umweltökonomischen Instrumente bleiben – falls konsequent angewandt – letztlich effizienter als Subventionslösungen, bzw. die Internalisierung positiver NR-Externalitäten. | **Steuerpolitische Instrumente & $CO_2$-Handel**<br>Die Diskussion der steuerpolitischen Instrumente in unserer Studie kommt genau zu diesem Ergebnis. Lenkungssteuern auf fossile Kohlenstoffträger sind eines der beiden Hauptinstrumente.<br>Die Nutzung handelbarer Zertifikate erweist sich in ihrer Umsetzung als schwierig, bzw. unter den jetzigen Rahmenbedingungen kaum möglich.<br>(Handlungsebenen 1, 2 und 3) |
| **Subventionslösungen auf der Wertschöpfungsstufe der Erstverarbeitung von NR zur Internalisierung positiver Effekte***<br><br>Wichtig ist hier die Kopplung an eine sinnvolle Bezugsgröße. Auf der Stufe der Erstverarbeitung bietet sich hierzu eine Kopplung an die NR-Verarbeitungsmenge an, welche in einem Zusammenhang mit der erzielten $CO_2$-Reduktion im Endprodukt steht. | **Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_{2\text{-Äquiv.}}$-Emissionen pro Hektar**<br><br>Das zweite Hauptinstrument der vorliegenden Studie (Produktionskostenerstattung) steht dem von Kaup vorgeschlagenen Instrument sehr nahe (Kopplung an $CO_2$-Reduktion im Endprodukt), außer dass in unserem Modell die Förderung zu gleichen Teilen sowohl an den Landwirt, als auch den industriellen Verarbeiter geht.<br><br>(Handlungsebene 1) |
| **Mengenlösung auf den Wertschöpfungsstufen der Weiterverarbeitung und Endproduktherstellung von NR zur Internalisierung positiver Effekte***<br><br>Einführung einer Quote wie im Energiebereich, welche in der chemischen Industrie ansetzen könnte | **Zielvorgaben / Quoten**<br><br>Zählt in unserer Studie nicht (wie bei Kaup) zu den empfehlenswerten Maßnahmen, sondern wird insbesondere von der chemischen Industrie und den Waldbesitzern strikt abgelehnt und nur von wenigen Akteuren im stofflichen Bereich als wünschenswert eingestuft.<br><br>(Handlungsebene 4) |
| **Staatlich geförderte Grundlagenforschung bzw. Investitionsbeihilfen zu konkreten Anlage-Investitionen in NR-Verarbeitungs–technologien (z.B. wie im Rahmen des Markteinführungsprogramms „Biogene Treib- und Schmierstoffe“)*** | **Direkte finanzielle Unterstützung**<br><br>In unserer Studie nicht sehr hoch angesiedelt, zielgenaue und zeitlich begrenzte Markteinführungsprogramme werden allerdings ebenso begrüßt.<br><br>(Handlungsebene 3) |
| **Staatlich geförderte F&E-Maßnahmen zur Entwicklung von Qualitätsstandards****<br><br>Nur auf Markt- und Wettbewerbsverzerrungen beruhende Informationsasymmetrien gilt es hier durch staatliche Förderung zur Entwicklung von Qualitätsstandards zu vermeiden. | **Förderung Forschung und Entwicklung**<br><br>In unserer Studie auch als empfehlenswert eingestuft.<br><br>(Handlungsebene 2) |

*Tabelle 67: Empfehlenswerte NR-Fördermaßnahmen bei Marktversagen (Kaup 2002) im Vergleich zu den Ergebnissen unserer Untersuchung*

### 6.4.7 Aufstellung der wichtigsten Forderungen nach konkreten Veränderungen in der Ordnungs- und Förderpolitik

In den letzten Kapiteln wurde das in dieser Studie in Abstimmung mit stofflichen NaWaRo-Experten aus Verbänden, Unternehmen und Instituten entwickelte Förder-Instrumentarium ausführlich vorgestellt (Kapitel 6.4.4, 6.4.5 und 6.4.6). Die Basisförderung bezieht sich dabei nur auf den Agrarbereich, der Forstbereich benötigt keine Basisförderung, sondern primär eine Ende der Bevorzugung der energetischen Nutzung von Holz in möglichst allen Regularien.

An vielen Stellen der Studie, vor allem in den Kapiteln 6.1, 6.2 und 6.3, wurden einzelne indirekte und direkte Förderungen der energetischen NaWaRo-Nutzung genannt, welche die stoffliche Nutzung benachteiligen und behindern, und es wurde gleichzeitig gefordert, diese möglichst rasch im Sinne einer Reduzierung von Marktverzerrungen und Gleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung zu ändern.

Andere Vorschläge beziehen sich darauf, bestehende Markthemmnisse für NaWaRo-Produkte zu überwinden bzw. NaWaRo-Produkten den Marktzugang zu erleichtern.

Im Folgenden sollen nun die wichtigsten dieser Vorschläge zusammengestellt werden. Auf ihnen sollte politisch ein besonderes Augenmerk liegen, da sie evtl. schneller als die vorgeschlagene Basisförderung umgesetzt werden können und damit unmittelbar zur Wirkung kämen.

*Vorschläge im Bereich Holzrohstoffe*
Die folgenden Vorschläge stammen aus der Studie EPEA 2009, greifen die Bevorzugung der energetischen Holznutzung auf und wollen vor allem der Kaskadennutzung optimale Rahmenbedingungen verschaffen. In der Studie werden die Vorschläge umfassend begründet und diskutiert.

> „Folgende Gesetze/Verordnungen müssten hierfür modifiziert werden:
>
> **Paragraph 27 EEG in Verbindung mit Paragraph 2 BiomasseV:** Stopp der Vergütungen für die Einspeisung von aus Holz gewonnenem Strom, oder nur Vergütung für Strom, der aus Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, gewonnen wurde.
>
> **Marktanreizprogramm (Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt) 8. Allgemeine Voraussetzungen für die Förderung von Biomasse-Anlagen:** Stopp der Bezuschussungen bei der Errichtung von Pelletöfen o. ä. durch das Marktanreizprogramm, oder Gewährung der Bezuschussungen unter der Bedingung, dass diese mit Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, betrieben werden.
>
> **Paragraph 12 Abs. 2 Nr. 1 UStG in Verbindung mit Anlage 2 Nr. 48:** Kein ermäßigter Umsatzsteuersatz von 7 % oder nur Gewährung eines ermäßigten Umsatzsteuersatzes für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.
>
> **Ökosteuer (Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform, zuletzt geändert durch das Gesetz zur Neuregelung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromsteuergesetzes):** Keine Befreiung von Holz von der Ökosteuer oder Befreiung hiervon nur für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.
>
> **EEWärmeG:** Anlage zu Paragraph 5 und 7 II. Biomasse 3. Feste Biomasse a) (in bb) Verweis auf Paragraph 3 Abs. 1 Nr. 4, 5, 5a oder 8 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen): Keine Anrechnung von aus Holz gewonnener Wärme durch das EEWärmeG oder Anrechnung – statt für naturbelassenes Holz – für Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch un-

bedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet.

**AltholzV Anhang 1 in Verbindung mit Paragraph 2 Nr. 7:** Ausweitung des Begriffes der stofflichen Verwertung auf weitere Verwendungen (die stoffliche Verwertung ist aktuell begrenzt auf die Herstellung von Holzwerkstoffen, Industrieholzkohle und Synthesegasgewinnung). Es wäre auch denkbar, eine extra Altholz-Kategorie für „Cradle to CradleSM – Kaskadenholz" einzuführen oder dieses in die Kategorie A I einzugliedern. (Dieses ist zwar nicht naturbelassen im eigentlichen Sinne und mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt, von ökotoxikologischen Gesichtspunkten her aber unbedenklich.)

**DIN-Norm 51731:** Ergänzung von DIN-Norm 51731 dahingehend, dass eine Herstellung von Pellets nicht nur aus naturbelassenem Holz, sondern auch aus Holz aus vorheriger stofflicher Nutzung, das (öko)toxikologisch unbedenklich ist und sich zur Verbrennung eignet, möglich ist." (EPEA 2009)

Die Vorschläge von EPEA 2009 würden bei einer Umsetzung die Kaskadennutzung von Holz ganz erheblich stärken und stimmen zum großen Teil auch mit Forderungen aus den Stellungnahmen zum Entwurf des Aktionsplans zur stofflichen Nutzung (Kapitel 6.2) überein (die im Folgenden daher nicht wiederholt werden).

Die Forderung aber, durch das EEG bzw. EEWärmeG nur noch „Kaskadenholz" zu fördern, wird in dieser Form kurz- und mittelfristig nicht durchsetzbar sein, auch wenn dies in Bezug auf Ressourceneffizienz und Klimaschutz positiv zu bewerten wäre.

Interessant ist in diesem Kontext, dass Vertreter des Bundesumweltministeriums sich Ende 2009 für eine verstärkte Nutzung von Abfall- und Reststoffen in so genannten Kaskaden aussprachen: „In diesem Zusammenhang sei etwa denkbar, die energetische Verwertung von Altholz der Kategorie A I nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) nicht mehr zu fördern, um der stofflichen Verwertung einen Vorrang vor der energetischen einzuräumen." (EUWID Neue Energien, Nr. 25/26 v. 09.12.2009).

*Vorschläge im Bereich Agrarrohstoffe (und übergreifend für alle NaWaRo)*
Insgesamt wurde von den Experten aus Verbänden, Industrie und Instituten die finanzielle Gleichbehandlung der energetischen und stofflichen Nutzung als wichtigste, zentrale Forderung genannt. Dies soll mit Hilfe der „Basisförderung über Produktionskostenerstattung auf Basis vermiedener $CO_2$-Äquiv.-Emissionen pro Hektar" (siehe Kapitel 6.4.4) erreicht werden.

Im Folgenden werden die wichtigsten konkreten Vorschläge aus Kapitel 6.3 (in der Reihenfolge ihrer dortigen Nennung) aufgegriffen, die umsetzbar erscheinen und von der Mehrheit der Verbände in den Stellungnahmen zum Entwurf des Aktionsplans „Stoffliche Nutzung" und den Experten in den Workshops als sinnvoll eingestuft wurden.

- **Bioschmierstoffe:** Gebot bzw. verbindliche gesetzliche Regelungen zum Einsatz ungiftiger sowie biologisch abbaubarer Schmierstoffe und Hydraulikölen in Wasserschutz- und Naturschutzgebieten, umweltsensiblen Gebieten und zertifizierten Wäldern. Dies verhindert zum einen bleibende Umweltschäden und fördert zum anderen die Entwicklung und Markteinführung solcher Schmierstoffe.
- **EU-Altauto-Richtlinie** und ihre nationalen Konkretisierungen (Deutschland: Altautogesetz): Hier sollte eine Sonderregelung für nachwachsende Rohstoffe integriert werden, die vorsieht, dass der NaWaRo-Anteil im Fahrzeug automatisch der stofflichen Verwertungsquote zugerechnet wird, unabhängig vom konkreten Verwertungspfad. Dies würde für die Automobilindustrie den Einsatz von Biowerkstoffen attraktiv machen und ökologisch wäre diese Sonderregelung

dadurch gerechtfertigt, dass bei der Verbrennung des NaWaRo-Anteils in Biowerkstoffen nur biogener Kohlenstoff freigesetzt wird, den die Pflanzen zuvor der Atmosphäre entzogen haben.

- **Biologisch abbaubare Werkstoffe:** Gebot zur Öffnung kommunaler Verwertungssysteme von Bioabfällen („Biotonne“) für zertifiziert kompostierbare (Bio-)Produkte, auch wenn diese nicht zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen (Aufhebung des bestehenden Verbots). Eine Novellierung der BioAbfV ist nötig, um diesen Verwertungsweg für Bioprodukte zu öffnen.
- **Bau- und Dämmstoffe:** Um das Ziel der drastischen Senkung des $CO_2$-Ausstoßes nicht zu unterlaufen, dürfen für energieintensive Hersteller von konventionellen Baumaterialien (Zement- und Mineralfaserindustrie) keine Ausnahmeregelungen bei der $CO_2$-Besteuerung, und bei den Energiekosten keine Sonderkonditionen gewährt werden. Dies führt derzeit zu einer Marktverzerrung zu Ungunsten von NaWaRo-Produkten.
- **Öffentliches Beschaffungswesen:** Beim öffentlichen Einkauf und in öffentlichen Ausschreibungen sollte der Einsatz von Materialien auf biogener Basis („Biowerkstoffe“), da wo es sinnvoll ist, explizit gefordert werden.
- **Steuerpolitische Instrumente**[29]**:** Verstärkte Nutzung von Lenkungssteuern beim stofflichen Einsatz nicht-erneuerbarer Rohstoffe. Das ist zum einen die Ausweitung der Energiebesteuerung auf die stoffliche Verwendung fossiler Brennstoffe (insbesondere Erdöl) – das Füllen der Steuerlücke, die die Steuerbefreiung nach § 25 Abs. 1 Nr. 1 des Energiesteuergesetzes lässt. Zum anderen die Einrichtung ausgewählter Lenkungssteuern für Produkte, die augenfällig einen nicht-nachhaltigen Konsumstil fördern und enge Substitute aus nachwachsenden Rohstoffen haben (Verpackungssteuern, Einweggeschirrsteuern u.ä.).
- **Zölle:** Der Abbau von EU-Zollbarrieren für nachwachsende Rohstoffe – in Verbindung mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung. Dabei könnte es, wie heute schon bei Pflanzenölen umgesetzt, eine Differenzierung nach Einsatzzweck bzw. den Sektoren Food, Feed (mit Zollbarrieren) und chemisch-technisch (ohne Zollbarrieren) geben.
- **KfW-Effizienzhäuser:** Im Bereich Neubau finanziert die KfW ab 1. April 2009 „die Errichtung, Herstellung und den Ersterwerb von KfW-Effizienzhäusern“. Bauwillige können aus dem Förderprogramm bis zu 50.000 € als langfristiges, zinsverbilligtes Darlehen mit tilgungsfreier Anlaufzeit erhalten. In dem Programm fehlt jegliche Förderung des stofflichen Einsatzes nachwachsender Rohstoffe. Bau- und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, die ja nachweislich $CO_2$ einsparen, sollten in solche Programme integriert werden.
- **Modulation/Zweite Säule der GAP (Brüssel):** Die stoffliche Nutzung sollte hier in gleicher Weise förderfähig sein, wie derzeit schon die energetische Nutzung. Aktuell muss die stoffliche Nutzung ihre Umweltvorteile (Klima-, Wasser-, Biodiversitätsschutz) explizit nachweisen, während diese bei energetischer Nutzung als gegeben angesehen werden.

[29] Die hier genannten Vorschlägen stammen aus einem spät im Projekt vergebenen Unterauftrag (vgl. Kapitel 6.3.8.3) und konnten aus zeitlichen Gründen nicht in den Experten-Workshops abgestimmt werden.

# Literatur

ADAS 2005: Centre for Sustainable Crop Management: UK Flax and Hemp production: The impact of changes in support measures on the competitiveness and future potential of UK fibre production and industrial use. Department for Environment, Food and Rural Affairs; S. 11–12.

ADNR (Arbeitsgemeinschaft für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V.) 2004: Statistische Angaben der Arbeitsgemeinschaft für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V. (ADNR).

AGDW (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzer e.V. 2008: Vorläufige Stellungnahme der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzer e.V. zum „skizzierten Nationalen Aktionsplan stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Berlin, 26.11.2008.

Ahrens, R. 2009: Anwender müssten aus Eigeninteresse auf nachhaltige Chemie setzen. In: VDI Nachrichten vom 13.03.2009.

Akiyama, M.; Tsuge, T.; Doi, Y. 2003: Environmental life cycle comparison of polyhydroxyalkanoates produced from renewable carbon resources by bacterial fermentation. Polymer Degradation and Stability, 80(1), 183–194.

Albrecht, S.; Rüter, S.; Welling, J.; Knauf, M.; Mantau, U.; Braune, A.; Baitz, M.; Weimar, H.; Sörgel, S.; Kreissig, J.; Deimling, J.; Hellwig, S. 2008: ÖkoPot – Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern Abschlussbericht zum BMBF-Projekt FKZ 0330545, Stuttgart, Deutschland. http://www.holzundklima.de/docs/albrecht-etal_2008_oekopot-bericht.pdf.

Althaus, H. J.; Dinkel, F.; Stettler, C.; Werner, F. 2007: Life-Cycle Inventories of Renewable Materials. Final report ecoinvent data v2.0 No. 21. EMPA, Swiss Centre for Life-Cycle Inventories, Dübendorf, Schweiz.

Andrews, J. 2008: Persönliche Auskunft zur Nutzung von Naturkautschuk in der Reifenindustrie an Nicklas Monte; Weber & Schaer.

Antranikian, G. 2006: Angewandte Mikrobiologie. Springer-Verlag Heidelberg.

Arthur D. Little 2008: Market analysis of key renewable materials and product sectors. Main Report and Appendices. Report to the National Non-Food Crops Centre, UK, August 2008.

Associated Press 2008a: China bans free plastic shopping bags. Herald Tribune 09.01.2008.

Associated Press 2008b: Plastic-bag lawsuit in Manhattan Beach. San Francisco Chronicle 20.08.2008.

BACAS (Royal Belgian Academy Council of Applied Science) 2004: Industrial Biotechnology and Sustainable Chemistry. Brussels: BACAS.

BOGK 2010: Ungleiche Förderung der Bio-Energie jetzt korrigieren, Pressemitteilung v. 03.02.2010, www.bogk.org/Positionen/PP-Biogas-2010-02-03

BAFU (Bundesamt für Umwelt) 2009: Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, Glossar. www.biodiversitymonitoring.ch/deutsch/service/glossar.php, abgerufen am 2009-08-24.

Barber, J. 2007: Policy Gap Analysis: Findings & Policies Recommendations for the Biomass Sector. Im Auftrag von The Biomass R&D Technical Advisory Commitee’s Polica Subcommitee, 21.02.2007.

Barjol, J.-L. 2008: Sugar for the Chemical Industry. Brüssel 22. Mai 2008.

Baumann, E. 2008: Persönliche Auskunft von Herrn Elmar Baumann, Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.

Bayer Research 2009: Nachwachsende Rohstoffe – „Grüne Kunststoffe“ für den Klimaschutz. Bayer Research Ausgabe 20, 2009; S. 16–20.

BCP (Belangenvereinigung Composteerbare Producten Nederland) 2008: Vortrag Frankfurt, 8.12.2008.

BDB (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V.) 2009: Bioethanol: Produktion in Deutschland 2008 um 46% gewachsen. Pressemitteilung vom 09. Februar 2009.

BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) 2009: EEG Jahresabrechnung 2008,

http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_EEG-Jahresabrechnungen/$file/2009-07-27_EEG-Jahresabrechnung-2008_Internet.pdf.

BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.) 2008: Für eine strategische und ganzheitliche Rohstoffpolitik – BDI-Kernforderungen zur Rohstoffpolitik. Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Dokumenten-Nr.: D-0252, 10.11.2008.

BE (Bioenergie GmbH & Co. KG) 2007: Etablierung einer Energieversorgung auf Basis des Nachwachsenden Rohstoffes Stroh. Anlässlich der Novellierung des EEG.

Bechthold, I.; Bretz, K.; Kabasci, S.; Kopitzky, R.; Springer, A. 2008: Succinic acid: A new platform chemical for biobased polymers from renewable resources. Chemical Engeneering & Technology 31 (5); S. 647–654.

Behm, C. 2008a: Grünlandverluste schreiten beschleunigt voran. Pressemitteilung der agrarpolitischen Sprecherin der Bundestagsfraktion von BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 13. November 2008.

Behm, C. 2008b: Mehrwertsteuer für nachhaltig erzeugte Produkte absenken. Pressemitteilung vom 09.07.2008.

Beiz, W.; Grote, K.-H. 1986: Taschenbuch für den Maschinenbau. Springer Verlag, Berlin.

Bundesamt für Naturschutz (BfN) 2009: Where have all the flowers gone? – Grünland im Umbruch, Hintergrundpapier und Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz, http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landwirtschaft/Gruenlandumbruch_end.pdf, abgerufem am 26.08.2009.

BIO-Deutschland 2008: Stellungnahme der BIO Deutschland zum „Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Berlin, 26.11.2008.

Bitter, W.-G.; Dümmer, R.; Schade, V. 2008: ZMP-Marktbilanz Forst und Holz 2008 Deutschland. Hrsg. Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn.

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) 2009a: Bericht über Öle und Fette für Deutschland – April 2009. Veröffentlichung der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung vom 9. Juli. 2009.

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) 2009b: Glossar Agrobiodiversität auf www.ble.de, abgerufen am 2009-06-08.

Bleier, J. 2009: Rapsöl im Straßenbau – seit 17 Jahren in Österreich bewährt. In: Pflanzenöl 1/2009, S. 17–19.

Blotevogel, H.H. 2000: Zur Konjunktur der Regionsdiskurse. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2000): Die neue Konjunktur von Region und Regionalisierung. Informationen zur Raumentwicklung. Heft 9/10.2000. Bonn. S. 491–506.

BMBF 2006: Bekanntmachung von Richtlinien zur Fördermaßnahme „BioIndustrie 2021 – Cluster-Wettbewerb zur Entwicklung neuer Produkte und Verfahren in der industriellen Biotechnologie“ im Rahmenprogramm „Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, 22. August 2006.

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) 2008: Bekanntmachung von Richtlinien zur Fördermaßnahme „BioIndustrie 2021 – Cluster-Wettbewerb zur Entwicklung neuer Produkte und Verfahren in der industriellen Biotechnologie“ im Rahmenprogramm „Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“. Stand Dezember 2008.

BMELV & FNR (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2008: Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe – Programm des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Stand Juni 2008.

BMELV 2008: Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Agrobiodiversität in der Agrarpolitik – Chancen erkennen und neue Optionen entwickeln. Positionspapier zur Reform der europäischen Agrarpolitik 2013.

BMELV 2009, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Berlin, August 2009.

BMELV o.J., Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): Darstellungen des

Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), besonders Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE).

BMF (Bundesministerium der Finanzen) 2007: Bericht des Bundesministeriums der Finanzen über die Anwendung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes vom 30. Oktober 2007, Berlin.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2007: Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht), http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/erfahrungsbericht_eeg_2007.pdf.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2008: Antwort vom 07.05.2008 der parlamentarischen Staatssekretärin Astrid Klug (BMU) auf eine Anfrage von Horst Meierhofer (MdB) (Arbeitsnummer 04/186).

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2009: Wieviel ist der nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütete Strom wert?, http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/38611/4590/, Abgerufen 16.08.2009.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2009a: Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Stand: Juni 2009.

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) 2009: Branchenfokus Textil und Bekleidung, http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Wirtschaft/branchenfokus,did=196528.html, abgerufen am 8. September 2009.

Bockey, D. 2009: Biodiesel: Stand – Probleme – Perspektiven. In: forum.new power, Ausgabe 3/2009.

Boehland, T. 2009: Prognosen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis zum Jahr 2020, Ergebnisse im Rahmen einer internen Umfrage; Evonik.

Borgards, A.; Sixta, H. 2006: Chemiezellstoffe – Markt, Technologie und Innovationen, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, Nr. 222, Nov. 2006, S. 23–30.

Bokermann, R. 2007: Wirtschaftliche Aspekte von hofeigenem Rapsöl als Kraftstoff, http://www.biokraftstoffportal.de/data/partner/File/Hessen/Aktuelles/Wirtschaftliche_Aspekte_von_hofeigenem_Rapsoel_als_Kraftstoff.pdf, abgerufen am 8. September 2009.

Bolangier, L. 2009: Persönliche Mitteilung durch Luc Bolangier, Syral.

Bolte, T. 2009: Persönliche Mitteilung durch Thomas Bolte, Bremer Woll-Kämmerei AG.

Born, H. 2009: DBV: 2009 als „Jahr der nachwachsenden Rohstoffe“. In: EUWID, Neue Energien, Nr. 2 vom 21.01.2009.

Böttger, W. 2008: Persönliche Mitteilung, GF des Unternehmens „npsp composieten bv“ aus Den Niederlanden.

Bowyer, J.L.; Ramaswamy, S. 2009: Alignment is essential for Bioenergy Development. In: TAPPI Journal TECHNLINK, März 2009.

Biomass Research Development Initiative (BRDI) 2007: Policy Gap Analysis: Findings & Policy Recommendations for the Biomass sector . Biomass Research & Development Initiative (BRDI).

Brickwede, F.; Erb, R.; Hempel, E.; Schwake, M. 2008: Nachhaltigkeit in der Chemie. 13. Internationale Sommerakademie St. Marienthal. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Bringezu, S.; Schütz, H.; Arnold, K.; Bienge, K.; Borbonus, S.; Fischedick, M.; von Geibler, J.; Kristof, K.; Ramesohl, S.; Ritthoff, M.; Schlippe, H.; Frondel, M.; Janßen-Timmen, R.; Vance, C. 2008a: Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse. Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsbefähigung durch staatlich induzierte Förderprogramme. Erstellt durch: Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal, und Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen.

Bringezu, S.; Schütz, H.; Schepelmann, P.; Lange, U.; v. Geibler, J.; Bienge, K.; Kristof, K.; Arnold, K.; Merten, F.; Ramesohl, S.; Fischedick, M.; Borelbach, P.; Kabasci, S.; Michels, C.; Reinhardt, G.A.; Gärtner, S.; Rettenmaier, N.; Münch, J. 2008b: Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe.

BSI (British Standards Institution) 2008: PAS 2050: 2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution (BSI), London, United Kingdom.

BTG (Biomass Technology Group) 2008: Sustainability Criteria & Certification Systems for Biomass Production. Project No. 1386. Im Auftrag der Europäischen Kommission, DG TREN.

Bundesmonopolverwaltung Branntwein 2008: Daten übermittelt durch die AFC Management Consulting GmbH (AFC) im Rahmen des Projektes „Statistische Datenerhebung Nachwachsender Rohstoffe".

Bündnis90/Die Grünen 2004: „Ölwechsel": „Weg vom Erdöl – hin zu nachwachsenden Rohstoffen", Fraktionsbeschluss, Berlin, 9.11.2004.

Burel, C. 2009: Policies for biorefinery, Vortrag in Brüssel, 30. März 2009, Kongress „BioreFuture 2009".

Busch, R. 2009: Persönliche Mitteilungen. August 2009; Busch ist Vorsitzender der CEN-Gruppe zu „Bio-based products".

Capitain, V. 2008: Persönliche Auskunft zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Industrie; Tate & Lyle.

Capitain, V. 2009: Persönliche Auskunft zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der Industrie und zum Flächenpotenzial für nachwachsende Rohstoffe; Tate & Lyle.

Capitain, V. 2009a: Prognosen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis zum Jahr 2020, Ergebnisse im Rahmen einer internen Umfrage; Tate & Lyle.

CARMEN (Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V.) 2009: Preisentwicklung bei Bio-Ethanol (E85), http://www.carmen-ev.de/dt/energie/beispielprojekte/biotreibstoffe/ethanol/preis/index.htm, abgerufen am 22. August 2009.

Carrez, D 2009.: Beiträge auf dem Experten-Workshop von EuropaBIO am 23. Januar 2009 (Industrial Bio-technology Director von EuropaBIO).

Carus, M., Piotrowski, S. 2009: Land use for Bioplastics, in: bioplastics Magazine, Vol. 4, S. 46–49.

Carus, M. 2008: Stoffliche versus energetische Nutzung – Sind die Weichen richtig gestellt? Nachwachsende Rohstoffe für die Industrie (BMELV / FNR), Berlin, 27. November 2008. http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/sympNR2008/Carus.pdf.

Carus, M.; Gahle, C.; Pendarovski, C.; Vogt, D.; Ortmann, S.; Grotenhermen, F.; Breuer, T.; Schmidt, C. 2008a: Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaser-Werkstoffen (Deutschland und EU). Gültzower Fachgespräche Band 26. Erstellt durch: nova-Institut GmbH, Hürth. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Carus, M.; Müssig, J.; Gahle, C. 2008b: Naturfaserverstärkte Kunststoffe. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

CDU/CSU-Fraktion und SPD-Fraktion des Deutschen Bundestags 2008: Forschung und Entwicklung für die industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland bündeln und stärken. Antrag 16/9757 im Deutschen Bundestag vom 25.06.2008.

CEI-Bois 2009: European Wood Factsheets: 1. Forestry and 2. The woodworking industry. Verfügbar auf der Internetpräsentation unter http://www.cei-bois.org/.

CEPI (Confederation of European Paper Industries) 2007: The European Paper Industry. Using wood for paper first and for energy last.

CEPI (Confederation of European Paper Industries) 2008: Key Statistics 2007. European Pulp and Paper Industry. Juli 2008.

CEPI (Confederation of European Paper Industries) 2009a: 2020 Fit for the future. Europe's pulp and paper industry in 2020 and beyond.

CEPI 2009b, Confederation of European Paper Industries (CEPI): Preliminary Statistics 200. European Pulp and Paper Industry.. European Pulp and Paper Industry. Februar 2009.

Cescutti, G.; Schneider, T.; Bluhm, C. 2006: Baumaterialien, Dämmprodukte und Möbel. In: Schmitz et al. 2006a.

China Daily 2008: Plastic bag ban forces closure of factory. 27.02.2008.

Christensen, C.H.; Rass-Hansen, J.; Marsden, C.C.; Taarning, E.; Egeblad, K. 2008: The Renewable Chemicals Industry. In: ChemSusChem 4/2008, Wiley-VCH Verlag GmbH&CoKaA, Weinheim. S. 284–289.

CIRAS (Center for Industrial Research and Service) at Iowa State University 2008: BioPreferred (FB4P). Center for Industrial Research and Service of Iowa State University. Präsentiert auf der Internetseite http://www.ciras.iastate.edu/bioindustry/BioPreferred.asp.

CIRFS (Comité International de la Rayonne et des Fibres Synthétiques) 2009: World production of cotting, wool & man-made fibres, http://www.cirfs.org/images/world.pdf., abgerufen am 8. September 2009.

Copenhagen Economics 2008: Reduced VAT For Environmentally Friendly Products, Kopenhagen, 8.12.2009.

Corbière-Nicollier, T.; Gfeller Laban, B.; Lundquist, L.; Leterrier, Y.; Månson, J. A. E.; Jolliet, O. 2001: Life cycle assessment of biofibres replacing glass fibres as reinforcement in plastics. Resources,Conservation and Recycling, 33(4), 267–287.

Council of the European Union 2008: Climate-energy legislative package, 17086/08 vom 12. November 2008.

Dany, C. 2009: Politikwechsel: Elektro- statt Bio-Mobil, Resignation bei Biokraftstoffen – Elektromobilität in Aufbruchstimmung. Nachrichten-Portal www.nachwachsende-rohstoffe.info vom 2009-05-16.

DeGreef, W. 2009: Beiträge auf dem Experten-Workshop von EuropaBIO am 23. Januar 2009 (Generalsekretär von EuropaBIO).

DECHEMA e.V. 2008: Stellungnahme der DECHEMA zum Grobkonzept eines Nationalen Aktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan stoffliche Nutzung), Frankfurt a.M., 26.09.2008.

DEFRA 2003: Analysis of Government policies, public R&D programmes ans private sector strategies to support the non-food use of crops, DEFRA, May 2003.

DEFRA 2004: A strategy for non-food crops and uses. Creating value from renewable materials, London 2004.

DEFRA 2007: UK Biomass Strategy, May 2007.

Deimling, S.; Goymann, M.; Baitz, M.; Rehl, T. 2007: Auswertung von Studien zur ökologischen Betrachtung von nachwachsenden Rohstoffen bei einer stofflichen Nutzung. PE INTERNATIONAL GmbH, Leinfelden-Echterdingen, Deutschland.

Demirbas, A. 2009: Progress and recent trends in diodiesel fuels. Energy Conversion and Management 50, S. 14–34.

DENA (Deutsche Energie-Agentur) 2006: Biomass to Liquid – BtL Realisierungsstudie. Zusammenfassung.

DEPI (Deutsches Pelletinstitut) 2009: Förderfibel 2009.

Deutscher Bundestag 2006: Gesetz zur Einführung einer Biokaftstoffstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften vom 18. Dezember 2006 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 62, ausgegeben zu Bonn am 21. Dezember 2006).

Deutscher Bundestag 2006a: Gesetz zur Neuregelung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromsteuergesetzes vom 15. Juli 2006 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 33, ausgegeben zu Bonn am 19. Juli 2006).

Deutscher Bundestag 2008: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften vom 25. Oktober 2008 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 49, ausgegeben zu Bonn am 31. Oktober 2008).

Deutscher Bundestag 2009: Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 15.07.2009 (Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 41, ausgegeben zu Bonn am 20. Juli 2009).

DFWR (Deutscher Forstwirtschaftsrates) 2008: Stellungnahme des DFWR mit dem Titel „Position des Deutschen Forstwirtschaftsrates (DFWR) zum Grobkonzept eines Aktionsplanes für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan Stoffliche Nutzung)“, Berlin, 09.12.2008.

Diehlmann, A.; Kreisel, G.; Bartmann, D.; Peters, H.; Lübker, U.; Lott, A.; Sack, W.; Metzger, J. O. 2000: Strahlenpolymerisierbare lösemittelfreie Schutz- und Dekorationsbeschichtungen für Holz und Holzwerkstoffe auf Basis nachwachsender heimischer Rohstoffe. DREISOL GmbH & Co KG, Systeme für den Oberflächenschutz, Pr. Oldendorf-Holzhausen in Kooperation mit Lott-Lacke Produktions- und Handels-GmbH, Bielefeld, Fachhochschule Osnabrück, Institut für Technisch-wissenschaftliche Innovation Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, Deutschland.

Diener, J.; Siehler, U. 1999: Ökologischer Vergleich von NMT- und GMT-Bauteilen. Angew. Makromol. Chem., 272(4744), 1–4.

Dinkel, F.; Pohl, C.; Ros, M.; Waldeck, B. 1996: Ökobilanz stärkehaltiger Kunststoffe (Nr. 271) 2 volumes. BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), Bern, Schweiz.

Dispan, J.; Grulke, M.; Statz, J.; Seintsch, B. 2008: Zukunft der Holzwirtschaft – Szenarien 2020 – „Swot-Analyse und zukünftige Rahmenbedingungen der 1. Verarbeitungsstufe des bundesweiten Clusters Forst und Holz“ (Teil III). In: Cluster Forst und Holz, Sonderdruck der im Holz-Zentralblatt von 2006–2008 veröffentlichten Ergebnisberichte der Teilstudien, Oktober 2008.

DMH (Deutsche Melasse Handelsgesellschaft mbH) 2008: Persönliche Mitteilung an Herrn Dr. Ulrich März.

DMK (Deutsches Maiskomitee) 2009: Maisanbaufläche Deutschland, 2008 und 2009 (vorläufig) nach Bundesländern und Nutzungsrichtung in ha, http://www.maiskomitee.de/dmk_download/fb_fakten/dateien_pdf/Maisanbauflaeche_D_08-09.pdf, abgerufen am 26.08.2009.

DNV (Deutscher Naturfaserverband e.V.) 2008: Stellungnahme des Deutschen Naturfaserverbandes e.V. (DNV) mit dem Titel „Konzepte zur Förderung von Flachs und Hanf im Rahmen des Biomasseaktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Waldenburg, 25.11.2008.

Domininghaus, H. 2005: Die Kunststoffe und ihre Eigenschaften. Springer, Berlin-Heidelberg 2005 (6. Aufl.).

Dornburg, V.; Lewandowski, I.; Patel, M. 2003: Comparing the Land Requirements, Energy Savings, and Greenhouse Gas Emissions Reduction of Biobased Polymers and Bioenergy. Journal of Industrial Ecology, 7(3–4), 93–116.

ECCP 2001: European Climate Change Programme – Long Report. European Commission, June 2001, pp.78–90.

Edahiro, J. 2008: More Shops Stop Offering Free Plastic Bags, More People Bring Their Own Shopping Bags. Japan for Sustainability Newsletter No.67.

EEA (European Environment Agency) 2006: How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report 7/2006, Annex 4.

EEE (Europäisches Zentrum für Erneuerbare Energie Güssing GmbH) 2005: Informationen zu den Entwicklungen auf dem Sektor der erneuerbaren Energie in der Öko-Region Güssing.

Egger Floor Products 2008: Umweltproduktdeklaration von Laminatböden nach ISO 14025: Egger Laminatboden. Egger Floor Products GmbH, Wismar, Deutschland, durchgeführt von PE INTERNATIONAL. http://www.egger.com/pdf/ZF_EPD_Laminatfussboden_DE.pdf.

Eggers, J.; Tröltzsch, K.; Falcucci, A.; Maiorano, L.; Verburg, P.H.; Framstad, E.; Louette, G.; Maes, D.; Nagy, S.; Ozinga, W.; Delbaere, B. 2009: Is biofuel policy harming biodiversity in Europe? In: GCB Bioenergy 1, 2009, S. 18–34, doi 10.1111/j.1757-1707.2009.01002.x.

Elbe, S.; Kroës, G.; Schubert, D. 2004: Nachhaltige Entwicklung im Rahmen der EU-Strukturfondsförderung. Controllinginstrumente zur Integration von Umweltbelangen in die EU-Strukturfondsförderung in Deutschland. In: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2004) Texte 31/04. Endbericht zum UBA FuE Vorhaben 201 19 106. Berlin.

Elberson, W. 2009: Beiträge auf dem Experten-Workshop von EuropaBIO am 23. Januar 2009 (Agrotechnological Research Institute Wageningen (NL).

Endres, H.-J.; Siebert-Raths, A. 2009: Technische Biopolymere. Rahmenbedingungen, Marktsituation, Herstellung, Aufbau und Eigenschaften. Carl Hanser Verlag München.

Environment Australia 2001: A National Approach to Waste Tyres. Prepared by Atech Group for Environment Australia. http://www.environment.gov.au/settlements/publications/waste/tyres/national-approach/pubs/national-approach.pdf.

Enzing, C.; van der Giessen, A.; van Groenestijn, J.; van Dongen, M. 2008: Biobased economy – Exploring the opportunities for The Netherlands. Bijlage 3: Public policy instruments to support a bio-based economy. Studie für das Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 30. September 2008.

EPEA (Environmental Protection Encouragement Agency) 2009: $CO_2$-Speicherung und Wertschöpfung – Holznutzung in einer Kaskade, Hamburg, Mai 2009.

EPHC (Environment Protection and Heritage Council) 2008: Plastic Bags. Angaben auf der Website http://www.ephc.gov.au/ephc/plastic_bags.html

EPOBIO 2007: Industrial Crop Platforms for the Production of Chemicals and Biopolymers. CPL Press, Newbury.

Erklärung von Cork 1996: Erklärung von Cork – Ein dynamischer ländlicher Raum. Die Europäische Konferenz über ländliche Entwicklung. vom 7. bis 9. November 1996 in Cork, Irland. http://europa.eu.int/comm/agriculture/rur/cork_de.htm (Stand 10.10.2005).

Estermann, R.; Schwarzwälder, B.; Gysin, B. 2000: Life cycle assessment of Mater-Bi and EPS loose fills. Study prepared by COMPOSTO for Novamont, Novara, Italy.

EurActiv.com 2009: Green VAT proposal likely to be scrapped, 6 March 2009, Brussels.

Europäische Kommission, Generaldirektion Landwirtschaft und ländliche Entwicklung 2006: Die gemeinsame Agrarpolitik – Zuckermarktreform.

Europäische Kommission 2007: The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets, http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/biofuel/impact042007/text_en.pdf, abgerufen am 28. April 2009.

Europäische Kommission 2007a: Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A lead market initiative for Europe. 12.12.2007.

Europäische Kommission 2008a: Verordnung des Rates mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe.

Europäische Kommission 2008b, Europäische Kommission: Angaben auf der Website http://ec.europa.eu/research/.

Europäische Kommission 2008c: Reform der Stützungsregelung für Baumwolle. Angaben auf der Website http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/cotton/index_de.htm.

Europäische Kommission (Advisory group on flax and hemp, Compte-rendu du groupe consultatif) 2008d: Lin et chanvre, 13. Oktober 2008, http://ec.europa.eu/agriculture/consultations/adco/flax_hemp/081008.pdf. Abgerufen am 28. April 2009.

Europäische Kommission 2009: Agriculture in the European Union – Statistical and economic information 2007. Verfügbar auf der Internetpräsentation unter http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/2007/table_en/index.htm.

Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie GmbH 2005: Regionale Wertschöpfung Güssing.

european bioplastics 2008: Stellungnahme des Biokunststoffverbandes „european bioplastics“ zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“, Berlin, 26.11.2008.

EUWID Holz 2009: Frankreichs Regierungschef will Holzindustrie stärken. EUWID Holz Nr. 23 v. 05.06.2009.

EUWID Holz spezial 2008a: Deutschland: Parkettproduktion hat 2008 deutlich nachgegeben. In EUWID Holz spezial: Bau & Innenausbau 2008.

EUWID Holz spezial 2008b: Verschiedene Parkettthersteller listen Tropenhölzer aus. In EUWID Holz spezial: Bau & Innenausbau 2008.

EUWID Holz spezial 2008c: Dämmplattenbranche setzt Ausbau der Kapazitäten fort. In EUWID Holz spezial: Bau & Innenausbau 2008. EUWID Neue Energie 2009 EUWID Neue Energie Kommission stellt 48 Mrd. € für EU-Klimaziele bereit. EUWID Neue Energien Nr. 6 v. 18.03.2009.EUWID Neue Energie 2009a: Energieholzmarkt wird zunehmend zur Absatzalternative für Rohholzhändler. In: EUWID Neue Energie 11/2009, 2009-05-27, S.5.

EUWID Neue Energie 2009b: Bundestag verabschiedet Senkung der Biokraftstoffquoten. EUWID Neue Energien Nr. 13 v. 24.06.2009 sowie 18.02.2009.

EUWID Neue Energie 2009c: ForschungsReport mit NaWaRo-Schwerpunkt. EUWID Neue Energien Nr. 15 v. 05.08.2009.

Eyre, Ch. 2009: French government launches bio-based waste bag plan. In: PRW.com – A Plastics News Global Group site, 2009-12-21.

Fachverband Stärke 2008a: Stellungnahme des Fachverbandes der Stärke-Industrie e.V. zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Berlin, 25.11.2008.

Fachverband Stärke 2008b: Positionspapier zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Schreiben vom 08. Dezember 2008.

Fachverband Stärke 2009: Zahlen & Daten, http://www.staerkeverband.de/html/zahlen.html, abgerufen am 8. September 2009.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007: Wood resources availability and demands - implications of renewable energy policies. UNECE, FAO, University of Hamburg, 19. Oktober 2007.

FEDIOL 2009: Angaben zur Ölproduktion und -verwendung in Europa auf der Website http://www.fediol.be

FEFAC (European Feed Manufacturers’ Federation) 2008: Feed & Food. Statistical Yearbook 2007 sowie weitere statistische Daten.

Finnis, J. 2009: Vortrag von J. Finnis (Naturally Advanced Technologies) auf der International Conferenve of the European Industrial Hemp Association, Wesseling, 28. Mai 2009.

Flake, M.; Fleissner, T.; Hansen, A. 2000: Ökologische Bewertung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe für Verkleidungskomponenten im Automobilbau. Braunschweig, Deutschland.

FNL (Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft e.V.) 2008: Brief der Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft e.V. (FNL) zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Berlin, 24.11.2008.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2006: Förderung Bioschmierstoffe geht weiter – neue Richtlinie für 2007. FNR-Pressemitteilung Nr. 503 vom 2006-12-04.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2007: Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2008a: Bioenergie Basisdaten Deutschland. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2008b: Informationen auf der Internetpräsenz http://www.fnr.de

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2009a: EVA II gestartet.http://www.energiepflanzen.info/projekte/eva/eva-ii.html, abgerufen am 2009-08-25.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2009b: Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2008.

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) 2010: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. Stoffliche Nutzung von Agrar- und Holzrohstoffen in Deutschland.

FPAC (Forest Products Association of Canada) 2010: Transforming Canada's Forest Products Industry. Hrsg. FPAC, Februar 2010.

Frank, B. 2009: Arbeitseinsatz im Hanfanbau und Hanffaseraufschluss. Persönliche Mittteilung, August 2009.

Freedonia Group 2008: Freedonia study presents trends for the rise on biodegradable plastic in the U.S.A. Pressemitteilung vom 22. August 2008.

Fritsche, U. R.; Rausch, L. 2008: Bestimmung spezifischer Treibhausgas- Emissionsfaktoren für Fernwärme. Öko-Institut e.V., Büro Darmstadt, Bereich Energie & Klimaschutz, Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) (Hrsg.). Dessau-Roßlau. http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2008/6405/pdf/3476.pdf.

Fritsche, U. R.; Wiegmann, K. 2008a: Kumulierter Primärenergie-Aufwand (KEA) biogener Öle. Öko-Institut e.V., Büro Darmstadt, Kurzstudie im Auftrag des Instituts für wirtschaftliche Oelheizung e.V. (IWO) http://www.oeko.de/service/bio/dateien/kea_biogene_oele_iwo_2008.pdf.

Fritsche, U. R.; Wiegmann, K. 2008b: Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergie-Konversionspfaden unter Berücksichtigung möglicher Landnutzungsänderungen. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Geschäftsstelle Berlin.

Fritsche, U. 2009a: Redebeitrag beim Projekt-Workshop am 2009-07-02/03.

Fritsche, U. 2009b: Flächenpotenziale für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland. Persönliche Mitteilung, Juni 2009.

Fritsche, U.; Dehoust, G., Jenseit, W.; Hüneke, K.; Rausch, L.; Schüler, D.; Wiegmann, K.; Heinz, A.; Hiebel, M.; Ising, M.; Kabasci, S.; Unger, C.; Thrän, D.; Fröhlich, N.; Scholwin, F.; Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Patyk, A.; Baur, F.; Bemmann, U.; Groß, B.; Heib, M.; Ziegler, C.; Flake, M.; Schmel, M.; Simon, S. 2004: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Endbericht. Koordiniert durch Ökoinstitut, in Zusammenarbeit mit FhG Umsicht, IE, IFEU, IZES, TU Braunschweig, WZW. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 2004.

Fritsche, U.R.; Henneberg, K.J.; Hermann, A.; Hünecke, K.; Schulze, F.; Wiegmann, K.; Fehrenbach, H.; Roth, E.; Hennecke, A.; Giegrich, J. 2009: Nachhaltige Bioenergie: Stand und Ausblick. Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel" von Öko-Institut und ifeu im Auftrags des Umweltbundesamtes.

Fritsche, U., Hennenberg, K., Hünecke, K., Thrän, D., Witt, J., Hennig, C., Rensberg, N. 2009a: IEA Bioenergy Task 40: Country Report Germany.

FTP (German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform) 2008a: Deutsche Forschungsagenda ForstHolzPapier, Forschungsfeld 3.2 „Nutzungskonkurrenz und Verwertungskaskaden".

FTP (German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform) 2008b: Stellungnahme der German National Support Group der Forest-Based Sector Technology Platform (FTP) zum „Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe", 26.11.2008.

Gahle, C. 2008: Persönliche Auskunft zu Biowerkstoffen; nova-Institut GmbH.

Gahle, C.; Carus, M.; Geuder, M. et al. 2007: Marktanalyse Biokunststoffe. Verfügbarkeit, Akteure, Märkte, Trends. Studie im Auftrag der Reiffenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik. Erstellt durch: nova-Institut GmbH, Hürth.

Gandini, A. 2008: Polymers from Renewable Resources: A Challenge for the Future of Macromolecular Materials. Macromolecules 41 (24), S. 9491–9504.

Gienapp, C. 2006: Der Landwirt als Energiewirt – Chancen und Perspektiven. Beitrag zur Veranstaltung „Bioenergie Basis für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Landwirtschaft". 8.–9. März 2006, Güstrow.

Global Subsidies Initiative 2008: Biofuels – At What Cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries, Genf.

GME (Gelatine Manufacturers of Europe) 2008: Angaben auf der Website http://www.gelatine.de (Abgerufen 18.09.2008).

Gorn, D. 2007: San Francisco Plastic Bag Ban Interests Other Cities. NPR, 27. April 2007.

Gothe, D.; Hahne, U. 2005: Regionale Wertschöpfung durch Holz-Cluster. Best-Practice-Beispiele regionaler Holzcluster aus den Bereichen Holzenergie, Holzhaus- und Holzmöbelbau. Kassel 2005.

Graf von Armansperg, M. 2006: Chemie. In: Schmitz et al. 2006a.

Graser, S.; Jack, N.; Pantoulier, S. (Hrsg.) 2008: Agrarmärkte 2007. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 4/2008.

Groom, j.M.; Gray, E.M.; Townsend, P.A. 2008: Biofuels and Biodiversity: Principles for creating better policies for biofuel production. Conservation Biology 22 (3), S. 602–609.

Gruber 1999, Gruber, E.: Makromolekulare Chemie, Ökologie und Ökonomie der Nachwachsenden Rohstoffe: Nutzung von Lignin. Unterlagen zur Vorlesung Windersemester 1999/2000.

Grundmann, E. 2009: Persönliche Mitteilung durch E. Grundmann, NRW-Effizienzagentur. März 2009.

Hagemann 2008, Hagemann, M.: Redebeitrag auf dem nova-Kongress „Rohstoffwende & Biowerkstoffe“ am 3. und 4. Dezember 2008 in Köln.

Hagen, R. 2009: Vortrag von R. Hagen (Uhde-Inventar-Fischer) auf der 2nd PLA bottle conference, München, 14.–16. September 2009.

Harding, K. G.; Dennis, J. S.; von Blottnitz, H.; Harrison, S. T. L. 2007: Environmental analysis of plastic production processes: Comparing petroleum-based polypropylene and polyethylene with biologically-based poly-β-hydroxybutyric acid using life cycle analysis. Journal of Biotechnology, 130(1), 57–66.

Hardy, R.W.F. 2002: The Bio-based Economy. In: J. Janick, A. Whipkey (Hrsg.): Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, V.A.

Harms, H. 2006: Das Konzept der Holz-“Raffinerie“. Lenzinger Berichte 86, S.1–8.

Harvinga, J. 2003: How green is Natural Rubber? In Natuurrubber – Natural Rubber, Newsletter of the Rubber Foundation. Information Center for Natural Rubber. Einhoven, The Netherlands. V.30, 2nd quarter 2003. http://www.rubber-stichting.info/

Hauff, J., Haag, W., Zywietz, D. 2008: Bioenergie und dezentrale Energieversorgung – Chancen in Deutschland und Europa.

HDH (Hauptverband der deutschen Holz und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige e.V.) 2008: Stellungnahme des Hauptverbandes der Deutschen Holz und Kunststoffe Verarbeitenden Industrie und Verwandter Industriezweige e.V. (HDH) zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Bad Honnef, 21.11.2008.

Heißenhuber, A., Demmeler M., Rauh, S. 2008: Auswirkungen der Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion auf Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 2, 17. Jg., September 2008.

Henze, A., Zeddies, J. 2007: Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energiepflanzen der Landwirtschaft der Europäischen Union. Agrarwirtschaft 56, Heft 5/6, S. 255–262.

Heyer, R. 2008: Persönliche Auskunft von Rudolf Heyer, übermittelt durch Anatoli Pauls, nova-Institut GmbH.

Heyland, K.-U.; Hanus, H.; Keller, E.R. 2006: Ölfrüchte, Faserpflanzen, Arzneipflanzen und Sonderkulturen. Handbuch des Pflanzenbaus Band 4. Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Hilaire, B. et al. 2007: Etude du marché actuel des bioproduits industriels et de biocarburants & evolutions prévisibles à 2015/2030. Study conducted for the Agence de l`Environment et de la Maltrise de l’Enerie (Ademe), France, April 2007.

Hill, K. 2008: Vegetable oils as raw materials for industrial applications. Vortrag im Rahmen des Kongresses ‘Rohstoffwende’, Dezember 2008.

Hill, K. 2009: Persönliche Mitteilung durch Dr. Karlheinz Hill (Cognis GmbH).

Hirth, T. 2008: Rohstoffe, Technologien und Plattformchemikalien für (bio-basierte) Chemieprodukte. In: Brickwede et al. 2008.

Hock, C. 2008: Persönliche Mitteilung durch C. Hock, Thermohanf. November 2008.

Hodges, C. 2006: NExBTL – Renewable Synthetic Diesel. Präsentation im Rahmen des „Climate Action Team Technology Symposium“, Juni 2006.

Hoffmeister, C.; Schneider, T.; Müssig, J. 2006: Textilien. In: Schmitz et al. 2006a.

Holladay, J.; Bozell, J.; Johnson, D. 2007: Top Value Added Chemicals From Biomass. Volume II—Results of Screening for Potential Candidates from Biorefinery Lignin. Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and the National Renewable Energy Laboratory (NREL), Oktober 2007.

Holm-Müller, K., Breuer, T. 2006: Potenzialkonzepte für Energiepflanzen, in: Informationen zur Raumentwicklung, Heft ½, S. 15–21.

Holmes, C. A. 2005: IENICA – Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications. Summary Report fort he European Union 2000–2005. Veröffentlicht auf der Internetseite http://www.ienica.org.

Holz-Zentralblatt 2008: Markt für Terrassendecks bei rund 11 Mio. m². Holz-Zentralblatt vom 28.7.2008.

Holz-Zentralblatt 2009a: Papierindustrie erwartet schwieriges Jahr. Holz-Zentralblatt vom 27.2.2009.

Holz-Zentralblatt 2009b: Zweistelliges Minus beim Tropenholz-Import der EU. Holz-Zentralblatt vom 12.6.2009.

Hoppe, B. 2006: Studie zum Stand des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland (2003) und Abschätzung der Entwicklungstrends in den Folgejahren. Erstellt durch: Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V., Bernburg.

Hoydonckx, H. 2009: Furan chemicals and their application in new materials. Vortrag im Rahmen des Kongresses ‘BIO-raffiniert’, März 2009.

Huffington Post 2008: LA Plastic Bag Ban: Disposable Bags Outlawed By 2010. 30.09.2008.

ICON 2008: Industrial Crops producing added value Oils for Novel chemicals – EU-Projekt im Rahmen des Förderprograms FP7. Website http://icon.slu.se/ICON/

IfnE 2008: Vermiedene Energie-Importe und externe Kosten durch die Nutzung erneuerbarer Energien 2007.

INARO (Informationsstelle Nachwachsende Rohstoffe beim Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung) 2008: Informationssystem Nachwachsende Rohstoffe ist Teil der regionalen Informationsstelle Nachwachsende Rohstoffe beim Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung (IfUL) in Müllheim, Baden-Württemberg; abrufbar unter http://www.inaro.de.

International Rubber Study Group 2008a: Angaben auf der Website http://www.rubberstudy.com (Abgerufen 27.07.2008).

International Rubber Study Group 2008b: Persönliche Auskunft zu Verbrauchsdaten Deutschland an Nicklas Monte.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report – Summary for Policymakers, S. 19.

Isermeyer, F. 2009: Streit um die Bioenergie – was steckt dahinter? In: BMELV (Hrsg.) 2009: ForschungsReport 1/2009, S. 12–15.

ISO (International Standardisation Organisation) 1997: ISO 14040:1997, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, International Standardisation Organisation.

ISO (International Standardisation Organisation) 1998: ISO 14041:1997, Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis, International Standardisation Organisation.

ISO (International Standardisation Organisation) 2006a: ISO 14040:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, International Standardisation Organisation.

ISO (International Standardisation Organisation) 2006b: ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines, International Standardisation Organisation.

IVC (Industrievereinigung Chemiefaser e.V.) 2007: Die Chemiefaser-Industrie in der Bundesrepublink Deutschland e.V.

IVC (Industrievereinigung Chemiefaser e.V.) 2008: Angaben auf der Website http://www.ivc-ev.de (Abgerufen 23.07.2008).

IWTO (International Wool Textile Organisation) 2008: IWTO Market Information Edition 2008. Woolmark International Pty Ltd 2008.

Japan for Sustainability 2006: Convenience Stores to Cut Plastic Bag Use by 35% by 2010. 16.08.2006.

Jering, A.; Günther, J.; Raschka, A.; Carus, M.; Piotrowski, S.; Scholz, L. 2010: Use of renewable raw materials with special emphasis on chemica industry (ETC/SCP Working Paper 1/2010).

Jungbluth, N.; Tuchschmid, M. 2007: Photovoltaics. In: Dones, R. (Ed.) et al., Sachbilanzenvon Energiesystemen: Grundlagen fuer den ökologischen Vergleich von Energiesystemen in Ökobilanzen fur die Schweiz. ecoinvent report No. 6–XII, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

juwi solar 2008: Neue Dimensionen der solaren Stromerzeugung – Mit Dünnschicht-Technologie zu einem der weltweit grössten Solarparks. juwi solar GmbH, Wörrstadt, Deutschland http://www.juwi.de/fileadmin/user_upload/Solarenergie/juwi_Waldpolenz_200812.pdf.

Käb, H. 2006: Aussagen von H. Käb in Gahle et al. 2007.

Käb, H. 2009: Persönliche Mitteilung 2009.

Kahnau, P. 2009: Der Anfang vom Ende bei Biokraftstoffe. In: Pflanzenöl 1/2009, S. 20–21.

Kaltschmitt M.; Merten D.; Fröhlich N. 2003: Energiegewinnung aus Biomasse. Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003: „Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit“. WBGU, Berlin.

Kaltschmitt, M., Wiese, A., Streicher, W. 2003: Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

Kamm, B.; Gruber, P.R.; Kamm, M. 2006: Biorefineries – Industrial Processes and Products; Status Quo and Future Directions, Volume 1. Wiley-VCH, Weinheim.

Kampagnen-Kollektiv GmbH 2008: Angaben auf der Website http://www.littering.ch/.

Karus, M.; Lohmeyer, D.; Grotenhermen, F.; Peifer, R.; Kaup, M.; Leson, G., Kupfer, M. 2003: Das kleine Hanflexikon. 2. Auflage. Verlag Die Werkstatt, Göttingen.

Kauder et al. 2008: Antrag „Forschung und Entwicklung für die industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland bündeln und stärken“ der Fraktionen CDU/CSU und SPD vom 26.06.2008 an den Deutschen Bundestag, Drucksache 16/9757.

Kaup, M.; Karus, M. 2000: Hanf, Flachs und andere Naturfasern für Spezialzellstoffe in der EU: Eine Marktstudie, Hrsg. nova-Institut, Hürth, September 2000.

Kaup, M. 2002: Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie. Kölner Forschungen zur Wirtschafts- und Sozialgeographie Band 52. Hrsg. Wirtschafts- und Sozialgeographisches Institut der Universität zu Köln.

Kemmitz, D. 2008: Persönliche Mitteilung durch Dietmar Kemmitz, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

Keßler, M. 2008: Naturkautschuk – Ein Agrarprodukt als Industrierohstoff. Vortrag im Rahmen des Kongresses 'Rohstoffwende & Biowerkstoffe', Dezember 2008.

Kibat, K.-D. 2008: Persönliche Mitteilung durch Dr. Klaus-Dieter Kibat, Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP).

Kim, S.; Dale, B. E. 2005: Life cycle assessment study of biopolymers (Polyhydroxyalkanoates) derived from no-tilled corn. International Journal of Life Cycle Assessment, 10(3), 200–210.

Kircher, M. 2009: Cluster industrielle Biotechnologie CLIB2021 – Kooperation mit exzellenten Partnern in Akademia, KMU und Industrie ist der Schlüssel zum Erfolg. Vortrag auf der Tagung Bio-raffiniert V am 25. März 2009.

Knauf, M.; Mantau, U. 2009: Industriebau: mit wirtschaftlichen Argumenten punkten. Holz-Zentralblatt 9. Januar 2009.

Knickel Karlheinz; Siebert, Rosemarie; Ganzert, Christian u.a. 2004: Ergebnisse der Begleitforschung 2002 bis 2003. Abschlussbericht. www.modellregionen.de.

Korn, H.; Epple, C. (Bearb.) 2006: Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. BfN-Skripten 148, Bundesamt für Naturschutz.

Korte, H. 2008: Persönliche Mitteilung zur Entwicklung der Holzproduktion und der Holzmärkte.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft) 2006: Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft) 2008: Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger. KTBL-Vortragstagung vom 8. bis 9. September 2008 in Aschaffenburg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.), Darmstadt, Deutschland.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft) 2009a: Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do;jsessionid=DCF089EE7B8E58223C0E6D5EA10D997A, abgerufen am 8. September 2009.

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft) 2009b: Standarddeckungsbeiträge, http://www.ktbl.de/index.php?id=798, abgerufen am 8. September 2009.

Kuhlmann 2008: Persönliche Auskunft zur Menge Industriezucker in Europa; BLE.

Künast, R.; et al. 2008: Antrag „Klima- und umweltschädliche Subventionen abbauen" der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 03.12.2008 an den Deutschen Bundestag, Drucksache 16/11206.

LAB (Landwirtschaftliche Biokraftstoffe e.V.) 2008: Daten übermittelt durch die AFC Management Consulting GmbH (AFC) im Rahmen des Projektes „Statistische Datenerhebung Nachwachsender Rohstoffe".

Land & Forst 2009: Rapspreise klettern auf 300 €/t, Nr. 21, 22. Mai 2009, S. 20–21.

LCPEA 2007: LCPEA Overseas Experience on Plastic Shopping Bag Reduction.

Lehr, U. 2009: Persönliche Mitteilung, Juli 2009.

Leible, L.; Arlt, A.; Fürniß, B.; Kälber, S.; Kappler, G.; Lange, S.; Nieke, E., Rösch, C., Wintzer, D. 2003: Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen, Erstellt durch: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, FZKA 6882, FZK Karlsruhe.

Lenz, V.; Weber, M. 2006: Schmier- und Verfahrensstoffe. In: Schmitz et al. 2006a.

Lenzing 2008: Ausbau der Cellulosefaser-Kapazitäten. Technische Textilien 4/2008, S. 156.

LfUG & LfL (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) (Hrsg.) 2001: Nachwachsende Rohstoffe (Hanf, Flachs, Salbei und Kamille) – Anbau und Bedeutung für den Lebensraum Acker in Sachsen.

Lindemann, G. 2009: Rede zur Vorstellung des Aktionsplans der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Berlin, 8. September 2009.

Lindstrom, M. 2008: The biorefinery as a source for renewable materials – from technology push to market pull. Vortrag im Rahmen des Kongresses 'Rohstoffwende & Biowerkstoffe', Dezember 2008.

LMI 2007: Accelerating the Development of the Market for Bio-based Products in Europe: REPORT OF THE TASK-FORCE ON BIO-BASED PRODUCTS. Composed in preparation of the Communication “A Lead Market Initiative for Europe” {COM(2007) 860 final}.

Lohmann, C. 2008: Persönliche Auskunft zur Produktion von Vegecol, Colas Bauchemie GmbH.

Lünnemann, O. 2008: Quo vadis Glycerin? Große Mengen fallen bei der Herstellung von Biodiesel an – und müssen Verwendung finden. Pressemitteilung. Universität Dortmund (Bezug: Forschungsarbeit Arno Behr, Fachbereich Bio- und Chemieingenieurwesen).

Luther, R. 2009: Lubricants based on renewable raw materials.Vortrag im Rahmen des Kongresses ‘Biorefinica 2009’, Februar 2009.

Macedo, I. C.; Seabra, J. E. A.; Silva, J. E. A. R. 2008: Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. Biomass and Bioenergy, 32(7), 582–595.

Maier, K. 2008: Persönliche Auskunft von Herrn Dr. Karsten Maier, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (WVZ).

Mann, S. 1998: Nachwachsende Rohstoffe. Ulmer Verlag, Stuttgart.

Mantau, U. 2008: Wood availability in Europe under the special aspects of the wood-based panel industry demands. Präsentation auf dem 6thEuropean Wood-Based Panel Symposium, October 2008.

Mantau, U.; Sörgel, C.; Weimar, H.W. 2007: Energetische und stoffliche Holzverbrauchentwicklung in Deutschland. Präsentation vom 22.–23. März 2007, Hannover.

Mantau, U. 2009: Holzrohstoffbilanz Deutschland: Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012. In: Björn Seintsch, Matthias Dieter (Hrsg.): Waldstrategie 2020. Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.–11. Dez. 2008, Berlin.

Marscheider-Weidemann, F., Angerer, G., Schleich, J. 2005: Verstärkter Einsatz von Schmier-, Verfahrens- und Treibstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in umweltsensiblen Bereichen – Möglichkeiten zur Veränderung der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen. Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung. Karlsruhe, 11.11.2005.

März, U. 2008: Persönliche Mitteilungen von Dr. Ulrich März, Ecosys GmbH, im Rahmen mehrerer Gespräche und Workshops.

März, U. 2009: Persönliche Mitteilungen von Dr. Ulrich März, Ecosys GmbH, im Rahmen mehrerer Gespräche und Workshops.

März, U. 2009: Stoffliche Verwertung von Kohlenhydraten in der Bundesrepublik Deutschland. Studie angefertigt im Auftrag für die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Dezember 2009.

MCA (Marine Conservation Area) 2008: Plastic bag free areas. Angaben auf der Website http://www.adoptabeach.org.uk/pages/page.php?cust_id=80.

McManus, M. C.; Hammond, G. P.; Burrows, C. R. 2004: Life-cycle assessment of mineral and rapeseed oil in mobile hydraulic systems. Journal of Industrial Ecology, 7(3–4), 163–177.

Melliand 2009: Geringe deutsche Faserproduktion. In Melliand Textilberichte 6/2009, S. 194.

Menrad, K.; et al. 2009: Ergebnisprotokoll des Expertenworkshops: „Kommunikationsstrategien für nachwachsende Rohstoffe – Bereich Werkstoffe“, Berlin, 04.05.2009.

Mensink 2007: Mensink 2007, zitiert nach Bowyer & Ramaswamy 2009 (ohne weitere Angaben).

Merzenich, B. 2008: Persönliche Mitteilung durch Bernd Merzenich, Pyramid Bioplastics Guben GmbH.

Merzenich, B. 2008: Vortrag von B. Merzenich (Pyramid GmbH) auf der 2nd PLA bottle conference, München, 14.–16. September 2009.

Meyer, R. 2005: Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren. TAB-Arbeitsbericht Nr. 103, Zusammenfassung. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.

Meyer, R.; Revermann, C.; Sauter, A. 1998: Gentechnik, Züchtung und Biodiversität. TAB-Arbeitsbericht Nr. 55, Zusammenfassung. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.

Michels, C. 2009: German and international environmental policy on bioplastics. Präsentation im Rahmen eines GTZ-Projektes Bioplastic Policy in Thailand, März 2009.

Michels, C. 2009: Redebeitrag beim Projekt-Workshop am 2009-07-02/03.

Miller, S. A.; Landis, A. E.; Theis, T. L.; Reich, R. A. 2007: A comparative life cycle assessment of petroleum and soybean-based lubricants. Environmental Science and Technology, 41(11), 4143–4149.

Montford, S.; Small, E. 1999: Measuring harm and benefit: The biodiversity friendliness of Cannabis sativa. In: Global biodiversity 8(4): 2–13.

Mrosek, T., Kies, U., Schulte, A. 2005: Clusterstudie Forst und Holz Deutschland 2005. In: Holz-Zentralblatt, Nr. 84 v. 4. November 2005.

Müller, M.; Schneider, S. 2006: Papier, Karton und Pappe. In: Schmitz et al. 2006a.

Müller, K. 2008: Daten nach Karlheinz Müller, B2B Industriemarktforschung GmbH; Offizielle Datenaufnahme für die Linoleumindustrie.

Müller-Langer, F.; Majer, S. 2009: Auf die (Öko-)Bilanz kommt es an – Zum Stand der Dinge in der Biokraftstoffdiskussion. Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ), gemeinnützige GmbH. Leipzig, Deutschland. http://www.smul.sachsen.de/landwirtschaft/download/DBFZ_Oekobilanz_Biokraftstoffe_2009-01-30_pdf.pdf

Müller-Langer, F.; Rönsch, S.; Weithäuser, M.; Oehmichen, K.; Scholwin, F.; Höra, S.; Scheftelowitz, M.; Seiffert, M. 2009: Ökonomische und ökologische Bewertung von Erdgassubstituten aus nachwachsenden Rohstoffen. Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ), Leipzig, Deutschland; Im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Gülzow. http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_387-3320002_dbfz_endbericht_biomethan_nawaro_2009.pdf.

Müller-Sämann, K. M.; Reinhardt, G.; Vetter, R.; Gärtner, S. 2003: Nachwachsende Rohstoffe in Baden-Württemberg: Identifizierung vorteilhafter Produktlinien zur stofflichen Nutzung unter besonderer Berücksichtigung umweltgerechter Anbauverfahren. Forschungsbericht, Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung (IFUL), Müllheim und Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg. http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/40139/BWA20002SBer.pdf?command=downloadContent&filename=BWA20002SBer.pdf&FIS=203 .

Münch, J. 2008: Nachhaltig nutzbares Getreidestroh in Deutschland, Positionspapier. Erstellt durch: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Juli 2008.

Murphy-Bokern, D. 2009: Dr. Donal Murphy-Bokern (DEFRA, UK), pers. Mitteilung, 2009-08-11.

Murphy-Bokern, D. 2010: Dr. Donal Murphy-Bokern (DEFRA, UK), pers. Mitteilung, 2010-01.

Müssig, J.; Carus, M. 2007: Bio-Polymerwerkstoffe sowie holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe. In: Schmitz et al. 2007a.

Müssig, J.; Hoffmeister, C.; Schneider, T. 2006a: Verpackungsprodukte. In: Schmitz et al. 2006a.

Müssig, J.; Hoffmeister, C.; Schneider, T. 2006b: Faserverbundwerkstoffe und Formteile. In: Schmitz et al. 2006a.

Mineralölwirtschaftsverband 2009: Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Dieselkraftstoff, http://www.mwv.de/cms/front_content. php?idcat=14&idart=52, abgerufen am 9. September 2009.

NABU (Naturschutzbund Deutschland) (Hrsg.) 2008: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft – Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes.

Nebel, B.; Zimmer, B.; Wegener, G. 2006: Life cycle assessment of wood floor coverings: A representative study for the German flooring industry. International Journal of Life Cycle Assessment, 11(3), 172–182.

Nimz, H.H. 2001: Wood: chemistry of wood. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

NNFCC 2008: Biochemical Opportunities in the United Kingdom. NNFCC project 08-008. Study funded by Defra, project managed by NNFCC and conducted by Nexant ChemSystems. September 2008.

nova-Institut 2010: Daten zum WPC-Markt des nova-Instituts, Stand 2010.

nova-Institut & Reifenhäuser EXTRUSION GmbH & Co. KG 2008: Pressemitteilung des nova-Instituts und Reifenhäuser vom 04. März 2008 „Globale Marktsituation der Biokunststoffe".

nova-Institut, Scheurer & Partner GmbH, Hochschule Bremen 2009: BIB'09 – Branchenführer Innovatiuve Biowerkstoffe 2009.

nova-Workshop 2008, Verschiedene: Ergebnisse eines Workshops zur Erfassung der Daten zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, 3. und 4. September 2008.

Nowicki, P.; Banse, M.; Bolck, C.; Bos, H.; Scott, E. 2008: Biobased economy. State-of-the-art assessment. Study from the Agricultural Economics Research Institute (LEI), Le Hague, Februar 2008.

Nuissl, H. 2000: Weiterbildung und „regionale Lernprozesse". In: Raumforschung und Raumordnung. Heft 6/2000. S. 467–476.

Nusser, M.; Sheridan, P.; Walz, R.; Seydel, P.; Wydra, S. 2007a: Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Nusser, M.; Wydra, S.; Hartig, S.; Gaisser, S. 2007b: Forschungs- und wissensintensive Branchen: Optionen zur Stärkung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Innovationsreport für das Büro für Technikfolgenabschätzung im Bundestag.

Nusser, M.; Hüsing, B., Wydra, S. 2007c: Potenzialanalyse der industriellen, weißen Biotechnologie – Endbericht. Erstellt durch: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung.

O'Sullivan, M., Edler, D., Ottmüller, M., Lehr, U. 2009: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008.

OECD & FAO 2009: Agricultural Outlook 2009–2018, OECDpublishing 2009.

OECD 2006: Das neue Paradigma für den ländlichen Raum. Politik und Governance. OECD-Bericht über die Politik für den ländlichen Raum. Paris.

OECD 2008: Biofuel Support Policies – An Economic Assessment.

OECD 2009: The Bioeconomy to 2030, Designing A Policy Agenda.

Oertel, D. 2007: Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Sachstandsbericht zum Monitoring Nachwachsende Rohstoffe. Hrsg. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Berlin.

OVID 2008: Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland (OVID e.V.) Daten übermittelt durch die AFC Management Consulting GmbH (AFC) im Rahmen des Projektes „Statistische Datenerhebung Nachwachsender Rohstoffe".

OVID 2009: Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland, Daten entsprechend der Website http://www.ovid-verband.de

Packaging Europe 2008: Angaben auf der Website http://www.packagingeurope.com/.

Pagliaro, M.; Ciriminna, R.; Kimura, H.; Rossi, M.; Della Pina, C. 2007: Von Glycerin zu höherwertigen Produkten. In: Angewandte Chemie 119, Wiley-VCH Verlag GmbH&CoKaA, Weinheim. S. 4516–4522.

Parlamento Italiano 2006: Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2007). Gazzetta Ufficiale n. 299, 27.12.2006.

Patel, M. 2009: Persönliche Mitteilung durch Prof. Martin Patel, Universität Utrecht.

Patel, M.; Bastioli, C.; Marini, L.; Würdinger, E. 2003: Life-cycle Assessment of Bio-based Polymers and Natural Fiber Composites, 1st. Ed. Wiley-VCH, Weinheim.

Patel, M.; Crank, M.; Dornburg, V.; Hermann, B.; Roes, L.; Hüsing, B.; Overbeek, L. 2006; Terragni, F.; Recchia, E.: The BREW-Project: Medium and long-term Opportunities and Risks of the Biotechnological Production of Bulk Chemicals from Renewable Resources – The Potential of White Biotechnology. Abschlussbericht September 2006.

Paul, N. 2008: Anbau nachwachsender Rohstoffe konstant bei 2 Millionen Hektar. Pressemittelung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe13.10.2008.

Paulini, I. 2009: Biomasse raus aus dem Verkehr. In: zeozwei 02.09.

Pauls, A. 2008: Persönliche Auskunft zu Mengen und Nutzungen von Agrarrohstoffen; nova-Institut GmbH.

Pauls et al. 2008: Potenzialanalyse über alternative heimische und exotische Nachwachsende Rohstoffe für die Holzwerkstoffindustrie in Deutschland (gefördert von VHI und FNR, FKZ: 22012807).

Pereira, A. 2008: Cork – from a traditional product to a modern building material for industry. Vortrag im Rahmen des Kongresses ‘Rohstoffwende & Biowerkstoffe’, Dezember 2008.

Pervaiz, M.; Sain, M. M. 2003: Carbon storage potential in natural fiber composites. Resources, Conservation and Recycling, 39(4), 325–340.

Peterek, G. 2008: Persönliche Auskunft von Frau Dr. Gabriele Peterek, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

Peters, D. 2006: Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Peters, D. 2008: Persönliche Auskunft von Herrn Dr. Dietmar Peters, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

Pfitzer, J 2008.: Persönliche Auskunft zur Verwendung von Lignin. Tecnaro GmbH.

Pickert, J. 2004: Leitfaden erfolgreicher Maisanbau. Bayer Crop Science Deutschland.

Piotrowski, S. 2009: Der Weltbaumwollmarkt: Aktuelle Entwicklungen in den USA, China und Indien. In: melliand Textilberichte 3/2009, S. 73–75.

Pless, P.S. 2001: Technical and Environmental Assessment of Thermal Insulation Materials from Bast Fiber Crops University of California, Los Angelos, U.S.

Pöyry Forest Industry Consulting 2006: Value added and employment in PPI and energy alternative. Studie im Auftrag der CEPI (Confederation of European Paper Industries).

Presidente Italiano 2008: Decreto legislativo di 16 gennaio 2008.

PriceWaterhouseCoopers 2008: Verpakkingenbelasting – update (25.09.2008) http://www.nl.pwc.com/extweb/Bn/Taxnews.nsf/Public/KE16415

Prüfer, D. 2008: persönliche Auskunft zu Löwenzahnkautschuk, 29.07.2008.

Pude, R.; Wenig, B. 2005: Pflanzen für die Industrie. 4. Auflage. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Pude, R. 2008: Aktuelle Informationen aus der Miscanthus-Forschung von Priv.-Doz. Dr. Ralf Pude. Veröffentlicht auf http://www.miscanthus.de

Quirin, M.; Gärtner, S.; Pehnt M.; Reinhard G. 2004: $CO_2$-neutrale Wege zukünftiger Mobilität durch Biokraftstoffe: Eine Bestandsaufnahme. Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU); Im Auftrag der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen (FVV), der Union zur Förderung von Öl und Proteinpflanzen (UFOP) und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT). Heidelberg, Deutschland. http://www.ufop.de/downloads/Co2_neutrale_Wege.pdf

Rappold, K. 2004: Gelatine – Ein natürliches Nahrungsmittel. bmi aktuell 1/2004, Hrsg. Informationszentrale für Backmittel und Backgrundstoffe zur Herstellung von Brot und Feinen Backwaren e.V.

Rat Stofflich (Rat zur Stofflichen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe 2009): Rat zur Stofflichen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe gegründet. Pressemitteilung der nova-Institut GmbH vom 5. März 2009.

Raupert, W. 2009: Neue Spielregeln an Agrarmärkten, in: Land & Forst Nr. 4, 22. Januar 2009, S. 23–24.

Reimann, D.O. 2006: CEWEP Energy report: Results of specific data for energy, efficiency rates and coefficients, plant efficient factors and NCV of 97 European W-t-E plants and Determination of the main energy results, Confederation of European Waste-to-Energy plants (CEWEP), October 2005, Bamberg, Deutschland.

Reineke, R.-D.; Graf von Armansperg, M. 2006: Farben und Lacke. In: Schmitz et al. 2006a.

Reinhardt, G. A.; Jungk, N.C. 1999: KEA und regenerative Energieträger: Methodische Besonderheiten und Aussagekraft der Ergebnisse. Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg, Deutschland. In: Ökoinstitut (ed.): internet publication of the contributions to the symposium „Kumulierter Energieaufwand – Grobcheck für Ökobilanzen“ (Cumulated energy demand – rough check for LCAs), Weimar. www.oeko.de/service/kea.

Reinhardt, G. 2009: Persönliche Mitteilung durch Guido Reinhardt, ifeu-Institut.

Reinhardt, G. A.; Herbener, R.; Gärtner, S. O. 2001: Life cycle analysis of lubricants from rape seed oil in comparison to conventional lubricants. Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg, Deutschland. http://www.brdisolutions.com/pdfs/bcota/abstracts/13/z312.pdf.

Reinhardt, G. A.; Detzel, A.; Gärtner, S. O.; Rettenmaier, N.; Krüger, M. 2007: Nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie: Optionen und Potenziale für die Zukunft. Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU); Gefördert durch die Fachvereinigung Energie, Klimaschutz und Rohstoffe (FEK) im Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI). Heidelberg, Deutschland.

Reis Neto, O. P. 2007: Bio-based polyolefin initiative. Braskem S.A. Sao Paulo, Brazil.

Reiss, T.; Encing, C.; Tait, J.; Gaisser, S.; Dominguez Lacasa, I.; Bührlen, B.; Schiel, B.; van der Giessen, A.; van der Molen, S.; van Groenestijn, J.; Meesters, K.; Koivisto, R.; Auer, S.; Albers, W.M.; Siitari, H.; Wirtanen, G.; Miettinen-Oinonen, A.; Menrad, K.; Petzoldt, M.; Feigl,, S.; Hirzinger, T.; Gabriel, M.; Bruce, A.; Shelley-Egan, C.; Rosiello, A.; Nicholls, N.; Butterfield, G.; Yogendra, S.; Lyall, C.; Suk, J.; Plastow, G.; Huzair, F.; Ryan, J.; Forde, T.; Smith, S.; Cozzens, S.; Arundel, A. 2007: Consequenzes, Opportunities and Challenges of Modern Biotechnology for Europe (BIO4EU). Abschlußbericht für die EU JRC-IPTS.

RES 2008: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources = Result of final trilogue: consolidated text, 17086/08 vom 11. Dezember 2007.

Reske, J. 2008: Beitrag auf Workshop 2008 (European Bioplastics).

Rettenmaier, N.; Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Münch, J. 2008: Bioenergie aus Getreide und Zuckerrübe: Energie- und Treibhausgasbilanzen. Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU); Im Auftrag des Verbandes Landwirtschaftliche Biokraftstoffe e.V. (LAB), Berlin. Heidelberg, Deutschland. http://www.ifeu.org/landwirtschaft/pdf/IFEU%20-%20Bioenergie%20LAB%20-%20Kurzversion.pdf

Reynders D. 2007: Circulaire dd. 08.06.2007 concernant l’application du Titre VII, Chapitre VII de la loi-programme du 27 avril 2007 portant introduction de la cotisation environnementale. 15.06.2007.

Riepl, H. 2008: Wertstoffe aus biogenen Roh- und Reststoffen. In: Brickwede et al. 2008.

Ringel, A.K., Mildner, E.; Wilke, T.; Vorlop, K.-D. 2009: Fermentative Herstellung von 1,3-Propandiol aus Glycerin. Chemie Ingenieur Technik – CIT Volume 81 Issue 8, Pages 1206 – 1207 (Special Issue: ProcessNet-Jahrestagung und 27.Jahrestagung der Biotechnologen).

Roach, J. 2008: Plastic-Bag Bans Gaining Momentum Around the World. National Geographic News, 04.03.2008.

Rothermel, J. 2008: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Zwischenbilanz und Ausblick. In: Brickwede et al. 2008.

Rüter, S. 2009: Das Thema Klimawandel und die Bedeutung für den Holzsektor – Der Beitrag der Holznutzung, Vortrag vom 20. Januar 2009, Berlin, HAF-Workshop im Rahmen der Internationalen Grünen Woche 2009.

Rybisky, W.; Hill, K. 1997: Alkylpolyglycoside – Eigenschaften und Anwendungen einer neuen Tensidklasse. Angewandte Chemie 110 (10), 1997.

SABIC – Saudi Basic Industries Corporation 2009: Sabic to turn out WPC/NFC composites, Pressemitteilung vom 9. Juli 2009.

Sandler, C.H. 2008: Vliesstoffe – Vielfalt bewährt sich im Wandel. Editorial in avr – Allgemeiner Vliesstoff-Report 6/2008.

Sauerwein, P. 2008: Persönliche Mitteilungen von Dr. Peter Sauerwein, Verband der Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI).

Scharathow, R. 2009: Redebeitrag beim Projekt-Workshop am 2009-07-02/03.

Schmidt, R.D. 2006: Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik. 2. Aufl., Wiley-VCH Weinheim.

Schmidt, P.A.; Glaser, T. 2009: Kurzumtriebsplantagen aus Sicht des Naturschutzes, in: Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen, Hrsg: Reeg, T., Bemmann, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H., Wiley-VCH, Weinheim, 2009.

Schmidt, B. 2007: RapsAsphalt - Marktsituation. In: C.A.R.M.E.N Jahrbuch 2006/2007 Nachwachsende Rohstoffe. C.A.R.M.E.N. e.V., Straubing.

Schmidt M., Maul, A.; Richter, M.; Gramm, U. 2008: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2007. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.

Schmitz, B. 2008: For the four Themes concerned of the Cooperation Specific Programme. Info Day & Brokerage Event Biorefinery Joint Call Brussels, 16 September 2008.

Schmitz, N.; Hofmann, F.; Kalies, M.; Schneider, S.; Scholwin, F.; Weber, M.; Rommeiß, N.; Witt, J.; Müller-Langer, F.; Vogel, A.; Kaltschmitt, M.; Henke, J.; Lenz, V.; Graf von Armansperg, M.; Reineke, R.-D.; Kroth, E.; Steinhoff, B.; Grohs, B.; Müller, M.; Müssig, J.; Hoffmeister, C.; Schneider, T.; Cescutti, G.; Bluhm, C. 2006a: Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe. Erstellt durch: meó consulting Team, Faserinstitut Bremen, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Schmitz, N.; Kroth, E.; Steinhoff, B.; Grohs, B. 2006b: Pharma und Kosmetik. In: Schmitz et al. 2006a.

Schmitz, N.; Müssig, J.; Carus, M.; Graf von Armansperg, M.; Patel, M.;Kroth, E.; Steinhoff, B.; Grohs, B. 2007a: Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe Teil II. Erstellt durch: meó consulting Team, Faserinstitut Bremen, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Schmitz, N.; Kroth, E.; Steinhoff, B.; Grohs, B. 2007b: Phytopharmaka. In: Schmitz et al. 2007a.

Schmitz, N.; Henke, J.; Klepper, G. 2009: Biokraftstoffe – Eine vergleichende Analyse. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow.

Scholten, E.; Renz, T.; Thomas, J 2009.: Continuous cultivation approach for fermentative succinic acid production from crude glycerol by Basfia succiniciproducens DD1. Biotechnology Letters, published 25. August 2009.

Schönleber, N., Henze, A., Zeddies, J. 2007: Angebotspotenziale der Landwirtschaft in Europa zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion und ihr potenzieller Beitrag zu erneuerbaren Energien. Beitrag zur 47. Jahrestagung der GEWISOLA in Freising/Weihenstephan, 26–28. September 2007.

Schöpe, M.; Britschkat, G. 2006: Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Bioethanol zum Einsatz im Kraftstoffbereich, ifo-Schnelldienst 21/2006.

Schöpe 2006, Schöpe, M.: Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel zum Einsatz als Kraftstoff, ifo-Schnelldienst 17/2006.

Schröer, T. 2009: Persönliche Mitteilung durch Thomas Schröer (Verband der Deutschen Lederindustrie e.V.)

Schulz-Greve, W. 2008: Persönliche Mitteilung durch W. Schulz-Greve, Europäische Kommission.

Schut, J.H. 2009: Biopolymers – Bio-Resins Tackle Durable Applications. In: PlasticsTechnology-Online 09-01 (www.ptonline.com).

Schütte, A. 2009: Diskussionsbeitrag bei der Vorstellung des Zwischenberichts im BMELV, Berlin, 20.04.2009.

Seintsch, B. 2008: Schlussfolgerungen und Empfehlungen der bundesweiten Clusterstudie Forst und Holz für Baden-Württemberg. Vortrag im Rahmen der „Auftaktveranstaltung Cluster „Forst und Holz“ Baden-Württemberg – Mehrwert durch Zusammenarbeit –“ am 10. Juli 2008.

Seintsch, B. 2008a: Entwicklungen und Bedeutung des bundesweiten Clusters Forst und Holz: Studie „Volkswirtschaftliche Bedeutung des Clusters Forst und Holz im Rahmen der „Bundesweiten Clusterstudie Forst und Holz“. In: BMELV (Hrsg.) 2008: Cluster Forst und Holz, Sonderdruck der im Holz-Zentralblatt von 2006-2008 veröffentlichten Ergebnisberichte der Teilstudien.

Sharai-Rad, M.; Welling, J. 2002: Environmental and energy balances of wood products and substitutes. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.

Shen, L.; Patel, M. 2008a: Life Cycle Assessment of Polysaccharide Materials: A Review. Journal of Polymers and the Environment, 16(2), 154–167.

Shen, L.; Patel, M. 2008b: Life Cycle assessment of man-made cellulose fibres. Utrecht University, The Netherlands.

Sixt, B. 2009: Persönliche Mitteilung durch Barbara Sixt, Deutscher Pelzverband e.V.

Schnarr, M. 2009: Prognosen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis zum Jahr 2020, Ergebnisse im Rahmen einer internen Umfrage; european bioplastics.

sonnenseite.com 2004: Metzeler bettet auf Sonnenblumen statt auf Erdöl. Nachricht von 15. April 2007.

Specht, S. 2009: Persönliche Mitteilung durch St. Specht, Thermohanf. August 2009.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) 2007: Klimaschutz durch Biomasse – Sondergutachten. Juli 2007.

Staatsblad 2009: Niederländische Gesetzentwürfe Nr 31704 und 31705, 2008: Belastingplan 2009 und Overige fiscale maat-regelen 2009 veröffentlicht im Staatsblad 565.

Statistisches Bundesamt 2008: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Landwirtschaftliche Bodennutzung, Anbau auf dem Ackerland, Fachserie 3, Reihe 3.1.2.

Statistisches Bundesamt 2008a: Daten zu Importen und Exporten von Rohstoffen und ausgewählten Produkten, Datenstand September 2008.

Statistisches Bundesamt 2008b: Landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Hauptnutzungsarten, http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Bodennutzung/Tabellen/Content75/HauptnutzungsartenLF,templateId=renderPrint.psml (Abgerufen 14.07.2008)

Stiens, G. 2000: Die neue Konjunktur von Region und Regionalisierung. Einführung. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (2000): Die neue Konjunktur von Region und Regionalisierung. Informationen zur Raumentwicklung. Heft 9/10.2000. S. I–VII.

StMELF (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) 2009: Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten, http://www.lfl.bayern.de/ ilb/db/14249/?context=/landwirtschaft/unternehmensfuehrung/ abgerufen am 8. September 2009.

Stokoe, J. 2009: Germany gears up for biotech future. ICIS Chemical Business, Juni/Juli 2009.

Stosch, M. 2007: Produktinnovation und Wissenstransfer. Chancen am Beispiel des Möbelleichtbaus. Präsentation auf dem ZiMit-Abschluss-Kongress am 5. November 2007.

Südstärke 2008: Südstärke GmbH: Persönliche Mitteilung an Herrn Dr. Ulrich März.

Südzucker 2008: Südzucker AG: Persönliche Mitteilung an Herrn Dr. Ulrich März.

Tetra Pak 2009: Tetra Pak: Zukunft hat nur, was nachwächst. Tetra Pak startet eine neue Umweltkampagne. Pressemitteilung, Hochheim, 14. Juli 2009.

Theissen, H. 2006: Die Marktsituation biologisch abbaubarer und biogener Schmierstoffe in Deutschland 2006. Erstellt durch: Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS), Aachen.

Theissen, H. 2008: Persönliche Auskunft zur Nutzung von Pflanzenölen in Schmierstoffen. Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS).

Thomas, F.; Denzel, K.; Hart, E.; Luick, R.; Schmoock, K. 2009: Kurzfassungen der Agrarumwelt- und Naturschutzprogramme. Bfn-Skripten 253, Bundesamt für Naturschutz, S. 27.

Thöne & Dobroschke 2008, Thöne, M.; Dobroschke, S.: WTO Subsidy Notifications – Assessing German subsidies under the GSI notification template proposed for the WTO. Köln/Genf/Winnipeg.

Thrän, D., Weber, M., Scheuermann, A., Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A., Thoroe, C., Schweinle, J., Fritsche, U.R., Jenseit, W., Rausch, L. und Schmidt, K. 2005: Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Studie für das BMU. Endbericht. Leipzig.

Thöne, M.; Dobroschke, S. et al. 2009: Evaluierung von Steuervergünstigungen, Studien im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen, ZEW Mannheim, Copenhagen Economics, FiFo Köln (Federführung), Köln/Mannheim/Kopenhagen, erscheint demnächst.

Thrän, D.; Weber, M.; Scheuermann, A,; Fröhlich, N., Zeddies, J., Henze, A.; Thoroe, C.; Schweinle, J.; Fritsche, U.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Schmidt, K. 2006: Sustainable Strategies for Biomass Use in the European Context. Analysis in the charged debate on national guidelines and the competition between solid, liquid and gaseous biofuels. IE – Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig 2006.

Thrän, D.; Kaltschmitt, M.; Kicherer, A.; Piepenbrink, M.; Hempel, M. 2008: Kriterienmatrix zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Initiativen zum Umweltschutz Band 69, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Thrän, D., Witt, J., Hennig, C., Daniel-Gromke, J., Rensberg, N., Schwenker, A., Scheftelowitz, M., Wirkner, R., Vetter, A., Graf, T., Reinhold, G. 2009: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Zwischenbericht „Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse 2008“, Deutsche BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) und Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL).

Tinbergen, J. 1966: Economic Policy – Principles and Design, Amsterdam.

Tokay, B.A. 2005: Biomass Chemicals. In: Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

top-agrar 2008: EU-Exporterstattungen auf neuem Tiefststand, http://www.topagrar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3749& Itemid=364, abgerufen am 26.08.2009.

top-agrar 2009: Deutsche Agrarexporte im Aufwind, in: top agrar 3/2009, S. 157.

Trechow, P. 2009: Biokraftstoffe brauchen eine internationale Diskussion über Flächennutzung. In: VDI nachrichten vom 28. Mai 2009.

Tuerk, O. 2009: Persönliche Mitteilungen durch Dr. Oliver Tuerk (Polynt S.p.A./Italien).

Tufvesson, L.; Börjesson, P. 2008: Wax production from renewable feedstock using biocatalysts instead of fossil feedstock and conventional methods. The International Journal of Life Cycle Assessment, 13(4), 328–338.

Turunen, L.; van der Werf, H. M. G. 2006: Life Cycle Assessment of Hemp Textile Yarn – Comparison of three hemp fiber processing scenarios and a flax scenario. Institut National de la Recherche Acronomique (INRA), Rennes-Cedex, France.

UBA (Umweltbundesamt) 2008: Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe. Endbericht vom 2008-06-08, UBA Vorhaben Z 6 – 91 054/82.

UBA (Umweltbundesamt) 2009a: Umwelt-Kernindikatorensystem, Biologische Vielfalt, Naturhaushalt und Landschaft. www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2855, abgerufen am 2009-07-30.

UBA (Umweltbundesamt) 2009b: Wie steht es um den Umweltschutz in Deutschland? Pressemitteilung vom 2009-05-29.

UFOP 2010: Inlandsverbrauch Biokraftstoffe, Tabelle der UFOP unter http://www.ufop.de/3897.php, abgerufen am 26. Oktober 2010.

UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen) 2009: Verbrauch an Reinkraftstoffen sinkt. Infografik der UFOP, Januar 2009.

UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen) 2009a: UFOP Marktinformation Ölsaaten, verschiedene Ausgaben.

UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen) 2009b: UFOP informiert über das Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen, http://www.ufop.de/downloads/RZ_Steuerinfo_190609.pdf, abgerufen am 8. September 2009.

UN (United Nations) 2001: Multilateral Convention on biological diversity (with annexes). Concluded at Rio de Janeiro on 5 June 1992. In: United Nations Treaty Series Vol. 1760, S.146 (Article 2. Use of Terms).

UNEP: Environmental Due Diligence Of Renewable Energy Projects – Guidelines for Biomass Systems based on Energy Crops. Release 1.0.

USDA (United States Department of Agriculture) 2006: Department of Agriculture – Biobased Affirmative Procurement Program, 8. Mai 2006.

USDA (United States Department of Agriculture) 2008: USDA published Round 5 Proposed Rule Designating Nine Additional Biobased Items for Federal Procurement. United States Department of Agriculture (USDA) News Release. http://www.biopreferred.gov/files/USDA_Releases_Proposed_Rule_for_Round_5.pdf

van Dam, J.; Junginger, M.; Faaij, A.; Jürgens, I.; Best, G.; Fritsche, U. 2008: Overview of recent developments in sustainable biomass certification. Biomass & Bioenergy 32, S. 749–780.

van Dongen, M.; Bossenbroek, J.; Piera, T.; van Groenestijn, J.; Enzing, C. 2008: Biobased economy – Exploring the opportunities for The Netherlands. Bijlage 2: Market potential of chemical applications for The Netherlands. Studie für das Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 30. September 2008.

van Groenestijn, J.; Enzing, C.; van Dongen, M.; Bossenbroek, J. 2008: Biobased economy – Exploring the opportunities for The Netherlands. Bijlage 1: Overview of high value added applications of biomass and biorefinery. Studie für das Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 30. September 2008.

VCI (Verband der Chemischen Industrie) 2008a: Chemiewirtschaft in Zahlen 2008.

VCI (Verband der Chemischen Industrie) 2008b: Stellungnahme des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) zum Grobkonzept eines Nationalen Aktionsplans für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Schreiben vom 25.11.2008.

VCI (Verband der Chemischen Industrie) 2009: Rohstoffbasis der chemischen Industrie: Daten und Fakten, VCI, Frankfurt am Main, 15.12.2009.

VDL (Verband der deutschen Lackindustrie e.V.) 2008: Jahresbericht 2007/2008.

VDL (Verband der Deutschen Lederindustrie e.V.) 2009: Angaben auf der Internetpräsentation des Verbandes der Deutschen Lederindustrie e.V. http://www.vdl-web.de

VDP & VHI (Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) 2006: Position der Zellstoff-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie zur Nutzung des Rohstoffes Holz, Bonn und Gießen, 18.09.2006.

VDP (Verband Deutscher Papierfabriken e.V.) 2008a: Kennzahlen deutscher Zellstoff- und Papierfabriken. Hrsg. VDP, Bonn.

VDP (Verband Deutscher Papierfabriken e.V.) 2008b: Position des Verbandes Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP) zum Grobkonzept eines Aktionsplanes für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Aktionsplan Stoffliche Nutzung), Bonn. 25.11.2008.

Velten, M. 2007: India: Last date for filing return extended to February 29, 2008. Asiatax Blog, 17.12.2007.

VHI (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) 2008a: Stellungnahme des Verbandes der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI) zum „Nationalen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, Gießen, 25.11.2008.

VHI (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) 2008b: Consulting paper TAXUD/D1 D/24232, Review on existing legislation on VAT reduced rates.

VHI (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) 2008c: Daten und Fakten der Holzwerkstoffindustrie in Deutschland. Persönliche Mitteilung des VHI auf Anfrage.

VHI (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) 2009: Aktionsplan stoffliche Nutzung. Anschreiben von Dr. Peter Sauerwein (VHI) and das BMELV von 04. Juni 2009.

Vidal, R.; Martínez, P.; Mulet, E.; González, R.; López-Mesa, B.; Fowler, P.; Fang, J. M. 2007: Environmental assessment of biodegradable multilayer film derived from carbohydrate polymers. Journal of Polymers and the Environment, 15(3), 159–168.

Vidal, R.; Martínez, P.; Garraín, D. 2008: Life cycle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters. International Journal of Life Cycle Assessment, 1–10.

Vink, E. T. H.; Glassner, D. A.; Kolstad, J. J.; Wooley, R. J.; O’Connor, R. P. 2007: The eco-profiles for current and near-future NatureWorks® polylactide (PLA) production. Industrial Biotechnology, 3(1), 58–81.

Vogt, D.; Gahle, C.; Karus, M. 2005: Erstellung eines Überblicks zu Marktsituation und Trends zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (NR) in Nordrhein-Westfalen. Erstellt durch: nova-Institut GmbH, Hürth.

von Weizsäcker, J. 2009: Greening the Debt, in: New York Times, 15. April 2009.

Waschbär 2009: Kundenrundbrief August 2009.

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2007: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU).

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2008: Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Wissenschaftlicher
Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU), Geschäftsstelle Berlin.
http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008.pdf.

WDK (Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V.) 2007: Die Kautschukindustrie 2006.

WDK 2008, Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V. (WDK): Die Kautschukindustrie 2007.

Weber & Schaer 2004: Länderstatistik Verbrauch von Naturkautschuk 2001–2003; Quelle IRSG Rubber Statistical Bulletin Vol. 58 Nr. 10–11, Juli/August 2004.

Weber & Schaer 2008: Länderstatistik Verbrauch von Naturkautschuk 2004–2006; Quelle IRSG Rubber Statistical Bulletin Vol. 61 Nr. 8–9, Mai/Juni 2007 .

Weichhart, P. 2000: Designerregionen. Antworten auf die Herausforderungen des globalen Standortwettbewerbs? In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) 2000: Die neue Konjunktur von Region und Regionalisierung. Informationen zur Raumentwicklung. Heft 9/10.2000. S. 549–566.

Wenig, B. 2007: Arzneipflanzen. Hrsg. FNR e.V., Gülzow.

Wenzel, B.; Diekmann, J. 2006: Ermittlung bundesweiter, durchschnittlicher Strombezugskosten von Elektrizitätsversorgungsunternehmen – Eine vergleichende Darstellung bekannter Ansätze von Alternativen auf Basis von Börsendaten zur Berechnung von EEG-Differenzkosten. Ingenieurbüro für neue Energien (IfnE), Teltow, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin.

Werpy, T.; Petersen, G.; Aden, A.; Bozell, J.; Holladay, J.; White, J.; Manheim, A. 2004: Top Value Added Chemicals From Biomass. Volume I: Results of Screening for Potential Candidates from Sugars and Synthesis Gas. Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) and the National Renewable Energy Laboratory (NREL), August 2004.

West, L. 2008: Seattle First U.S. City to Charge Shoppers for Paper and Plastic Bags. About.com Environmental Issues, 29.07.2008.

Westholm, E. 1999: Exploring the Role of Rural Partnerships. In: Westholm, Erik; Malcom Moseley; Niklas Stenlas (eds.) (1999): Local Partnerships and Rural Development in Europe. A Literature Review of Practice and Theory. Falun. S. 13–24.

Wightman, P.; Eavis, R.; Batchelor, S.; Walker, K.; Bennett, R.; Carruthers, P.; Tranter, R. 1999: Comparison of rapeseed and mineral oils using Life-Cycle Assessment and Cost-Benefit Analysis. OCL – Oleagineux Corps gras Lipides, 6(5), 384–388.

Wilcove, D.S.; Rothstein, D.; Dubow, J.; Phillips, A.; Losos, E. 1998: Quantifying threats to imperilled species in the United States. BioScience 48: 607–615).

Wittlich, P. 2001: Biotechnosche Herstellung von 1,3-Propandiol aus Glycerin mit immobilisierten Zellen von Clostridium butyricum NRRL B-1024 und thermophilen Mikroorganismen. Dissertation an der gemeinsamen Fakultät der TU Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, August 2001.

Wittmeyer, D. 2008: Beitrag auf Workshop 2008 (ERRMA).

Wittmeyer, D. 2009: Persönliche E-Mail und Präsentation ERRMA Juni 2009.

Witzenhausen-Institut 2008: Rapsasphalt: Auf der Website Nawaro kommunal: http://www.nawaro-kommunal.de/produkte/rapsasphalt.html (Abgerufen 17.07.2008).

Wötzel, K.; Wirth, R.; Flake, M. 1999: Life cycle studies on hemp fibre reinforced components and ABS for automotive parts. Die Angewandte Makromolekulare Chemie, 272(1), 121–127.

Würdinger, E.; Roth, U.; Wegener, A.; Peche, R.; Borken, J.; Detzel, A.; Fehrenbach, H.; Giegrich, J.; Möhler, S.; Patyk, A.; Reinhardt, G. A.; Vogt, R.; Mühlberger, D.; Wante, J. 2002: Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: Vergleichende Ökobilanz für Loose-fill-Packmittel aus Stärke bzw. Polystyrol (Biobased Polymers: Comparative Life-cycle Assessment of Loose-fill-packaging from Starch and Poly(styrene)). Projektgemeinschaft Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH (BIfA), Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), Flo-Pak GmbH. http://www.bifa.de/download/nawaros.pdf.

WVZ & VdZ (Wirtschaftliche Vereinigung Zucker; Verein der Zuckerindustrie): Jahresbericht 2007/08. Vorgelegt anläßlich der Mitgliederveranstaltung am 3. Juli 2008.

WVZ & VdZ (Wirtschaftliche Vereinigung Zucker; Verein der Zuckerindustrie) 2008b: Statistisches Tabellenbuch 2007/08. Abschlossen am 31. März 2008.

WVZ & VdZ (Wirtschaftliche Vereinigung Zucker; Verein der Zuckerindustrie) 2008c: Angaben auf der gemeinsamen Website der Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (WVZ) und dem Verein der Zuckerindustrie (VdZ) http://www.zuckerwirtschaft.de (Abgerufen 23.07.2008).

WVZ (Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e.V.) 2008: Daten übermittelt durch die AFC Management Consulting GmbH (AFC) im Rahmen des Projektes „Statistische Datenerhebung Nachwachsender Rohstoffe“.

Wydra, S. 2009: Zur Beschäftigungswirkung durch stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Persönliche Mitteilung, Juli 2009.

Zah, R.; Hischier, R.; Leão, A. L.; Braun, I. 2007: Curauá fibers in the automobile industry – a sustainability assessment. Journal of Cleaner Production, 15(11–12), 1032–1040.

ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtstelle) 2008: Statistische Angaben der Zentralen Markt- und Preisberichtstelle (ZMP).

Zoebelein, H. 2001: Dictionary of Renewable Resources. 2. Auflage, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.