



**Studie**

**Wood-Plastic-Composites (WPC)**

**Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe**

**Märkte in Nordamerika, Japan und Europa  
mit Schwerpunkt auf Deutschland**

**Technische Eigenschaften – Anwendungsgebiete**

**Preise – Märkte – Akteure**

Gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) ([www.fnr.de](http://www.fnr.de))  
mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz (BMELV) (Förderkennzeichen 22009204)

**nova-Institut GmbH, Hürth**

**Überarbeitete und ergänzte Auflage, Januar 2006**

**Autoren:**

Dipl.-Geogr. Dominik Vogt, Dipl.-Phys. Michael Karus, Dipl.-Ök. Sven Ortmann,  
Dipl.-Ing. Christin Schmidt, Dipl.-Gwl. Christian Gahle

nova-Institut GmbH

Goldenbergstraße 2

50354 Hürth

Die vollständige Studie wird ab Februar 2006 bei der **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)**  
(Druckversion) und vorab beim nova-Institut (PDF-Version) unter: [www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info)  
(Menüpunkt: „nova-Publikationen“) und [www.wpc-kongress.de](http://www.wpc-kongress.de) verfügbar sein.

## Inhalt

<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Charakteristika, Herstellungsverfahren und Eigenschaften von Wood-Plastic-Composites (WPC).....</b>	<b>9</b>
2.1 Definitionen und Charakteristika.....	9
2.2 WPC-Bestandteil „Kunststoff“ .....	10
2.3 WPC-Bestandteil „Holz“ .....	12
2.4 WPC-Bestandteil „Additive“ .....	14
2.5 Zusammenfassende Darstellung.....	15
<b>3. Überblick über die unterschiedlichen Verfahren zur WPC-Produktion .....</b>	<b>18</b>
3.1 Compoundierung.....	20
3.2 Extrusionsverfahren.....	25
3.3 Spritzgießverfahren .....	26
3.4 Eingesetzte, patentierte und lizenzierbare Verfahren – ein beispielhafter Überblick.....	27
<b>4. Eigenschaften und Funktionalitäten von WPC.....</b>	<b>30</b>
4.1 Mechanische Eigenschaften von WPC .....	33
4.2 WPC-Alterungsbeständigkeit und Umwelteinwirkungen .....	40
4.3 WPC-Recycling .....	41
<b>5. Anwendungsgebiete .....</b>	<b>44</b>
5.1 Aktuell wichtigste Anwendungsgebiete für WPC in Nordamerika .....	44
5.2 WPC-Anwendungsgebiete in Japan.....	46
5.3 Aktuelle wichtige Anwendungsgebiete in Deutschland und Europa.....	46
5.4 Entwicklungen und potenzielle Märkte .....	48
<b>6. Beschaffungsmärkte und Preise .....</b>	<b>53</b>
6.1 Holzbeschaffungsmarkt.....	53
6.1.1 Holzrohstoffpreis .....	56
6.2 Kunststoff- und Additivbeschaffungsmarkt .....	57
6.2.1 Kunststoffpreise .....	58
6.2.2 Additivpreise.....	60
6.3 Preise von WPC-Granulaten am deutschen Markt.....	60
6.3.1 Exemplarische Darstellung von WPC-Endproduktpreisen am deutschen Markt.....	61
6.3.2 Preis- und Kostenvergleich .....	61

<b>7. Absatzmärkte – ein Überblick über die unterschiedlichen Jahresproduktionszahlen von WPC.....</b>	<b>63</b>
7.1 Absatzmärkte - Marktvolumen und Marktstruktur in Nordamerika und Japan.....	64
7.2 Absatzmärkte in Europa und insbesondere Deutschland – Marktvolumen und Marktstruktur .....	68
7.2.1 Europa - WPC-Produktionsvolumen .....	68
7.2.2 Europa - WPC-Marktstrukturen.....	68
7.2.3 Deutschland - WPC-Produktionsvolumen und Marktstrukturen .....	69
<b>8. Wichtigste WPC-Akteure in Europa und Deutschland .....</b>	<b>72</b>
<b>9. WPC-Markt Deutschland: Chancen, Hemmnisse und daraus abgeleitete Empfehlungen .....</b>	<b>79</b>
<b>10. Quellen.....</b>	<b>85</b>
<b>11. Anhang .....</b>	<b>90</b>
Erster Deutscher WPC-Kongress mit großer Resonanz .....	91

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kunststoffpyramide (Stadlbauer 2005, ergänzt) .....	11
Abbildung 2: Anteil verschiedener Polymere bei der Produktion von WPC, bezogen auf den US-Markt.....	11
Abbildung 3: Anteil verschiedener Polymere bei der Produktion von WPC, bezogen auf den deutschen Markt.....	12
Abbildung 4: Im Uhrzeigersinn: Polyethylengranulat, Holzmehl und WPC-Granulat..	16
Abbildung 5: Schematische Darstellung typischer WPC-Produktionsverfahren .....	19
Abbildung 6: Konische Doppelschnecke der Fibrex Extruder Serie von Cincinnati .....	20
Abbildung 7: Beispielhafte Darstellung WPC-Extrusionsanlage .....	20
Abbildung 8: Palltruder® Kammer .....	23
Abbildung 9: Palltruder® Anlage.....	23
Abbildung 10: Schematischer Ablauf der Compoundierung mit vorgetrocknetem Holz- oder Naturfaser-Material.....	24
Abbildung 11: Schematischer Ablauf der Compoundierung mit Trocknung .....	25
Abbildung 12: Schematischer Ablauf Spritzgießverfahren (von rechts nach links).....	27
Abbildung 13: Mechanische Eigenschaften von WPC im Vergleich zu anderen Materialien .....	35
Abbildung 14: Zugfestigkeit im Vergleich.....	36

---

Abbildung 15:	Biegefestigkeit im Vergleich.....	37
Abbildung 16:	Biegemodule im Vergleich .....	38
Abbildung 17:	Schlagzähigkeit im Vergleich .....	39
Abbildung 18:	Wichtigste WPC-Anwendungen in den USA.....	45
Abbildung 19:	Decking der Firma Correct Building Products (USA).....	45
Abbildung 20:	Produkte aus WPC .....	46
Abbildung 21:	Exemplarischer Terrassenboden und Autolüfter der Firma Werzalit AG.....	47
Abbildung 22:	Exemplarische Bodendielen der Firma Fawo Wood Deutschland GmbH.....	47
Abbildung 23:	WPC-Sockelleiste .....	50
Abbildung 24:	WPC im Außenbereich? .....	52
Abbildung 25:	Struktur der Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland – Rohstoffsituation in Deutschland .....	54
Abbildung 26:	Anfall von Sägenebenprodukten (SNP) nach Regierungsbezirken – Nadelholz (Stand 2001) .....	55
Abbildung 27:	Polymerpreisentwicklung 2003-2005 .....	59
Abbildung 28:	Preisvergleich von WPC und hölzernen Deckings.....	62
Abbildung 29:	Kostenvergleich zwischen WPC- und Holzdeckings.....	62
Abbildung 30:	WPC-Deckingmarktanteile bezogen auf den Gesamtdeckingmarkt (USA) .....	65
Abbildung 31:	North American Residential Deck Market 2000-2005.....	65
Abbildung 32:	Anteile japanischer WPC-Produzenten, die geringgefüllte / hochgefüllte WPC-Anwendungen produzieren .....	66
Abbildung 33:	Prognostizierte Additivnachfrageentwicklung für WPC (USA) .....	67
Abbildung 34:	Voraussichtliche Entwicklung des WPC-Marktes für 2006, untergliedert in einzelne europäische Länder .....	68
Abbildung 35:	Decking der Firma Werzalit AG & Co. KG .....	90
Abbildung 36:	WPC-Stuhl .....	90

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Exemplarische Additivaufistung zur WPC-Produktion .....	15
Tabelle 2:	Bestandteile von Wood-Plastic-Composites (WPC) .....	15
Tabelle 3:	Übersicht Holz- und Kunststoffanteile in exemplarischen WPC aus US-Produktion.....	16
Tabelle 4:	Holz-Kunststoffanteile und Polymeranteile in exemplarischen WPC aus europäischer Produktion .....	17
Tabelle 5:	Vergleich verschiedener Compoundiersysteme .....	22
Tabelle 6:	WPC-Verfahren und Lizenzen (1).....	28
Tabelle 7:	WPC-Verfahren und Lizenzen (2).....	29
Tabelle 8:	Mechanische Eigenschaften einiger exemplarischer WPC und weiteren Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.....	31
Tabelle 9:	Auswahl typischer WPC-Anwendungsbereiche, produziert von deutschen Firmen.....	48
Tabelle 10:	Aufkommen von Sägenebenprodukten nach Sortimenten .....	53
Tabelle 11:	Übersicht der Hersteller von Kunststoffen in Deutschland.....	58
Tabelle 12:	Beispielhafte Additivpreise.....	60
Tabelle 13:	WPC-Endproduktpreise (Endkundenpreise).....	61
Tabelle 14:	Unterschiedliche Angaben zu WPC-Produktionsmengen in USA, Nordamerika, Japan, Europa und Deutschland .....	63
Tabelle 15:	WPC-Produzenten und –Handelsgruppen in Deutschland.....	73
Tabelle 16:	WPC-Maschinen- und Werkzeughersteller sowie -vertreiber in Deutschland .....	75
Tabelle 17:	WPC-Additivhersteller in Deutschland .....	76
Tabelle 18:	WPC-Forschung und -Entwicklung in Deutschland .....	77
Tabelle 19:	WPC-Akteure in Europa .....	78

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ABS</b>	<b>Acrylonitril Butadien Styren</b>
<b>BWI</b>	<b>Bundeswaldinventur</b>
<b>GT</b>	<b>Gigatonne</b>
<b>GUS</b>	<b>Gemeinschaft Unabhängiger Staaten</b>
<b>HD-PE</b>	<b>Hochdichtes Polyethylen</b>
<b>LD-PE</b>	<b>Geringdichtes Polyethylen</b>
<b>MDF</b>	<b>Middle Density Fiberboard (Mitteldichte Holzfaserplatte)</b>
<b>NFK</b>	<b>Naturfaser Verstärkte Kunststoffe</b>
<b>OECD</b>	<b>Organisation for Economic Co-operation and Development</b>
<b>OPEC</b>	<b>Organisation of Petroleum Exporting Countries</b>
<b>PE</b>	<b>Polyethylen</b>
<b>PP</b>	<b>Polypropylen</b>
<b>PS</b>	<b>Polystyrol</b>
<b>PVC</b>	<b>Polyvinylchlorid</b>
<b>WPC</b>	<b>Wood Plastic Composites</b>

## 1. Zusammenfassung

Wood-Plastic-Composites (WPC) sind eine neue Werkstoffgruppe, die sich derzeit weltweit mit hohen Zuwachsraten dynamisch entwickelt. WPC sind thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz, meist synthetischen Kunststoffen und Additiven. Ein typisches WPC-Produkt ist z.B. ein extrudiertes Profil für einen Veranda-Bodenbelag, aus 70% Holzmehl, 25% Polyethylen oder Polypropylen und 5% Additiven, wie Haftvermittler, UV-Schutzzusätzen und Farbpigmenten.

Ein allgemein akzeptierter deutscher Begriff hat sich bislang nicht etablieren können. Die wörtliche Übersetzung von WPC lautet: Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe.

Weltweit führend bei Produktion und Einsatz von WPC ist Nordamerika, wo im Jahr 2005 ca. 700.000 t am Markt abgesetzt werden.

	Japan	Europa	Deutschland	Nordamerika
1998	-	-	-	-
1999	14.000	-	-	-
2000	22.000	3.000	-	135.000
2002	-	15.000	-	-
2003	30.000	30.000	-	600.000
2004	-	-	5.000	-
2005	-	-	10.000	700.000

Abbildung: WPC-Jahresproduktion in ausgewählten Ländern (in t)  
(nova 2005, vereinfacht)

Wichtigster Absatzmarkt ist in Nordamerika der Bereich „Decking“, das sind Bodenbeläge für Außenanwendungen, wie Veranda, Terrasse oder Außentreppe, wo WPC vor allem Kesseldruck-imprägniertes Echtholz ersetzt. Die jährlichen Zuwachsraten sind beachtlich, schon bald dürfte die 1 Mio.-Tonnen-Marke überschritten sein. Die klassische Holz- und Kunststoffindustrie sieht mit Erstaunen eine neue Werkstoffgruppe wachsen, die vor allem aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz besteht.

Während für Nordamerika detaillierte Marktstudien vorliegen, ist die Datenlage für die nächst wichtigen WPC-Märkte, Asien und Europa, eher dürftig. In Europa schätzen Experten die aktuelle WPC-Produktion auf etwa 30.000 t/Jahr.

Die vorliegende Studie liefert erstmalig detaillierte Fakten zum deutschen WPC-Markt. Aufgrund der aktuellen Dynamik kann dies nur eine erste Zwischenbilanz, eine Momentaufnahme sein. Die Studie macht Aussagen zum Marktvolumen, den wichtigsten Anwendungen, Produzenten und Akteuren. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Im Jahr 2004 wurden in Deutschland etwa 5.000 t WPC produziert.
- Für das Jahr 2005 wird eine Verdopplung der Produktionsmenge auf 10.000 t WPC erwartet.
- Gerade für die Holzwerkstoffproduzenten ist WPC ein heißes Thema, alle beobachten die Entwicklung, viele stehen in den Startlöchern.
- Inzwischen gibt es in Deutschland mindestens 17 Unternehmen, die WPC-Granulate und –Produkte herstellen. Aktuell werden erhebliche Investitionen getätigt und die Kapazitäten ausgebaut.
- Anders als in Nordamerika ist das Anwendungsspektrum in Deutschland stärker diversifiziert. Ebenso wie in den USA werden mittels Extrusion Boden-Profile für den Außenbereich produziert. Andere Anwendungsfelder wie die Automobil- und Möbelindustrie stehen aber ebenso im Visier der Produzenten. Hier spielen vor allem Polypropylen als Matrix und Spritzgießen als Verfahren eine wichtige Rolle.
- Viel wird entwickelt und probiert – in welchem Bereich in fünf Jahren die Hauptanwendungsfelder liegen werden, ist offen.

Besondere Chancen und Hemmnisse ergeben sich bei WPC aus der „Hochzeit“ zwischen Holz- und Kunststofftechnologie:

- Der primäre Werkstoff Holz mit seinen Qualitätsschwankungen, Staub- und Feuchteproblemen ist der Kunststoffindustrie weitgehend fremd. Im Vergleich zu Kunststoffen haben Holzrohstoffe jedoch den Vorteil preiswerter zu sein.
- Die Produktion von WPC auf Extrudern, den Standardmaschinen der Kunststoffindustrie, ist der Holzindustrie fremd und verglichen mit der Produktion von Holzplattenwerkstoffen langsam und teuer.
- Beide Industrien betreten mit WPC also Neuland.

Auch auf Seiten der Werkstoffe liegen die Vorteile von WPC gegenüber Holz und Kunststoffen höchst unterschiedlich:

- Gegenüber Vollholzprodukten und üblichen Holzwerkstoffen weisen WPC vor allem folgende Vorteile auf: Die freie Formbarkeit des Werkstoffs und die größere Feuchteresistenz sowie damit verbundene gute Witterungsbeständigkeit ohne Nachbehandlung. Diesen Vorteilen stehen die höheren Produktionskosten gegenüber.
- Gegenüber synthetischen Kunststoffen können WPC wegen ihres potenziell niedrigeren Preises, ihrer Haptik, ihrem Natur-Image und einiger veränderter technischer Eigenschaften (höhere Steifigkeit, deutlich geringerer thermischer Ausdehnungskoeffizient) interessant sein. Gerade der Preis von WPC mit hohen Holzanteilen von 60 bis 90% ist nur wenig von den steigenden Erdölpreisen abhängig.

Insbesondere in Zeiten steigender Ölpreise haben WPC ein interessantes Potenzial, in vielen Anwendungsbereichen zum Einsatz zu kommen.

Unternehmen aller Branchen, die Holz oder Kunststoffe als Werkstoff einsetzen, sollten sich mit diesem Potenzial beschäftigen. Interessante Perspektiven zeigen sich auch für den

deutschen Maschinenbau und die Hersteller von Additiven. Der Holzindustrie bringt die Vermarktung insbesondere der Nebenprodukte spanabhebender Prozesse, wie z.B. in Sägewerken, Hobelindustrie, Massivholzverarbeitung, für die WPC-Produktion eine zusätzliche Wertschöpfung.

Es passiert nicht jeden Tag, dass ein neuer preiswerter und vielseitiger Massenwerkstoff am Markt auftaucht. Aus unserer Sicht stellt es eine Herausforderung dar, die Markteinführung und -etablierung von WPC in geeigneter Weise durch Normung, Qualitätsmanagement, praxisnahe Forschung, politisch-rechtliche Rahmenbedingungen und Zusammenarbeit der Akteure (Verbandsgründung) zu begleiten, abzusichern und zu beschleunigen.

Die Studie möchte dazu beitragen, den neuen Werkstoff ins Bewusstsein von Industrie und Politik zu rücken.

Dipl.-Phys. Michael Karus

Geschäftsführer des nova-Instituts

Die Zusammenfassung entspricht der Pressemitteilung vom 15.09.2005.

#### *Erster Deutscher WPC-Kongress*

Am 8. und 9. November fand im Kölner Maritim-Hotel der „Erste Deutsche WPC-Kongress“ statt. Es waren 300 Teilnehmer und 24 Aussteller vertreten. Nähere Informationen zu Programm, Ausstellung und Teilnehmern finden Sie unter:

<http://www.wpc-kongress.de>

Unter dieser Adresse können Sie auch die CD-ROM zum Ersten Deutschen WPC-Kongress bestellen. Auf der CD-ROM finden Sie sämtliche 25 Vorträge des Kongresses, die Videos, das Presse-Echo, das Kongress-Magazin, die Teilnehmerliste, die nova WPC-Marktstudie und vieles mehr.

Den Preetext zu den Ergebnissen des Ersten Deutschen WPC-Kongresses finden Sie im Anhang ab Seite 91.

## 2. Charakteristika, Herstellungsverfahren und Eigenschaften von Wood-Plastic-Composites (WPC)

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die verschiedenen Definitionen und Charakteristika von Wood-Plastic-Composites (WPC).

### 2.1 Definitionen und Charakteristika

In Europa existiert aktuell weder eine Norm, die eine klare Definition des neuen Werkstoffes Wood-Plastic-Composites (WPC) liefert, noch ein eindeutiger und allgemein gebräuchlicher deutschsprachiger Ausdruck. Und dies, obwohl es zur Abgrenzung gegenüber anderen Holzwerkstoffen, als auch für ein geschlossenes Auftreten beim Marketing in der breiten Öffentlichkeit sehr nützlich wäre, sich auf einen einheitlichen Begriff zu einigen.

Mögliche Definitionen zur Abgrenzung der Wood-Plastic-Composites-Werkstoffe von der Vielzahl an unterschiedlichen Holzwerkstoffen und –produkten, wie beispielsweise MDF- und Spanplatten, finden sich in der Literatur und in Aussagen von WPC-Experten in großer Anzahl. Die folgenden drei Zitate zeigen das breite Spektrum der möglichen aktuellen Begriffsdefinitionen von Wood-Plastic-Composites:

*„Wood-Plastic Composites (WPC) sind ein Werkstoffverbund des natürlichen Polymers „Holz“ mit dem synthetischen Polymer „Kunststoff“ und gehören der Gruppe der verstärkten Kunststoffe an.“ (Kirsch und Daniel 2004).*

*„These composite materials are produced by combining thermoplastic polymers with natural fibers derived from wood and agricultural crops.“ (Wolcott and Smith 2004).*

*„Mit Holzfasern gefüllte oder verstärkte Kunststoffe, die sich wie Kunststoffe in Extrusions- und Spritzgießverfahren verarbeiten lassen.“ (Stadlbauer 2005).*

Im Rahmen dieser Kurzstudie wurden aus diesen und anderen Definitionen für den Werkstoff Wood-Plastic-Composites (WPC) eine Definition erarbeitet, wie sie für die vorliegende Studie – sowie darüber hinaus als Anregung – gelten soll:

**Wood-Plastic-Composites (WPC) sind thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe, die aus unterschiedlichen Anteilen von Holz, Kunststoffen und Additiven bestehen, und durch thermoplastische Formgebungsverfahren, wie z.B. Extrusion, Spritzguss oder Presstechniken, verarbeitet werden. (nova-Institut 2005)**

Anmerkungen zur Definition:

Wichtig ist die Bezeichnung „thermoplastisch verarbeitbar.“ Es handelt sich bei WPC nicht unbedingt um einen thermoplastischen Werkstoff – auch wenn dies meist der Fall ist. Es gibt aber am Markt auch duroplastische WPC, die aber nach unserer Definition nur dann den Namen WPC verdienen, wenn sie zumindest einmal „thermoplastisch verarbeitbar“ sind.

Bei den verwendeten Kunststoffen handelt es sich meistens um Mineralöl-basierte Kunststoffe, zum Teil aber auch um Bio-Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe.

Extrusions- und Spritzgießverfahren sind Standardverfahren der Kunststoffindustrie, die sich grundlegend von den üblichen Verfahren der Holzindustrie unterscheiden. Neben diesen beiden gibt es im kleineren Umfang noch thermoplastische Pressverfahren.

### *Deutscher Begriff für WPC*

Es gibt aber nicht nur eine Vielzahl von Definitionen für den Werkstoff WPC, sondern ebenso viele deutsche Übersetzungen für den englischsprachigen Ausdruck „Wood Plastic Composites“, die im Kern den gleichen Verbundwerkstoff meinen. „Holz/Kunststoffverbundwerkstoffe (HKV)“ (Schwarzbauer und Eder 2003) wird ebenso verwendet wie „hightec - Holz“ (Werzalit GmbH 2005), „Wetterholz“ (häussermann 2005), „Flüssigholz“ (Kleine 2005) oder „Thermoplastische Faserstoffe (TPF)“ (PPT 2005) – um nur einige zu nennen. Auch aus Gründen einer besseren Vermarktbarkeit wäre ein einheitlicher Ausdruck, wie beispielsweise „Holzkunststoffe“ von Vorteil.

Da sich im deutschen Sprachraum bislang kein Begriff etablieren konnte, wird in dieser Studie generell der international übliche, englischsprachige Ausdruck „Wood-Plastic-Composites (WPC)“ verwendet, auf dessen namensgebende Komponenten im Folgenden eingegangen werden soll.

## **2.2 WPC-Bestandteil „Kunststoff“**

Zur Herstellung von WPC eignen sich aufgrund der eingesetzten Holzrohstoffe insbesondere synthetische und Bio-Polymere mit einer Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur von unter 200 °C, da Temperaturen oberhalb von 200 °C zu Schädigungen der Bestandteile des Holzes (Lignine, Hemicellulosen) führen können. Zu diesen Polymeren gehören Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchloride (PVC) sowie – bislang mit geringer Bedeutung – Stärke- und Lignin-basierte Bio-Kunststoffe. (Fraunhofer WKI 2004)

Die genannten synthetischen Polymere gehören zu der Gruppe der Standard- oder Massenkunststoffe, wie in Abbildung 1 ersichtlich wird, und sind daher zu günstigen Preisen am Markt erhältlich.

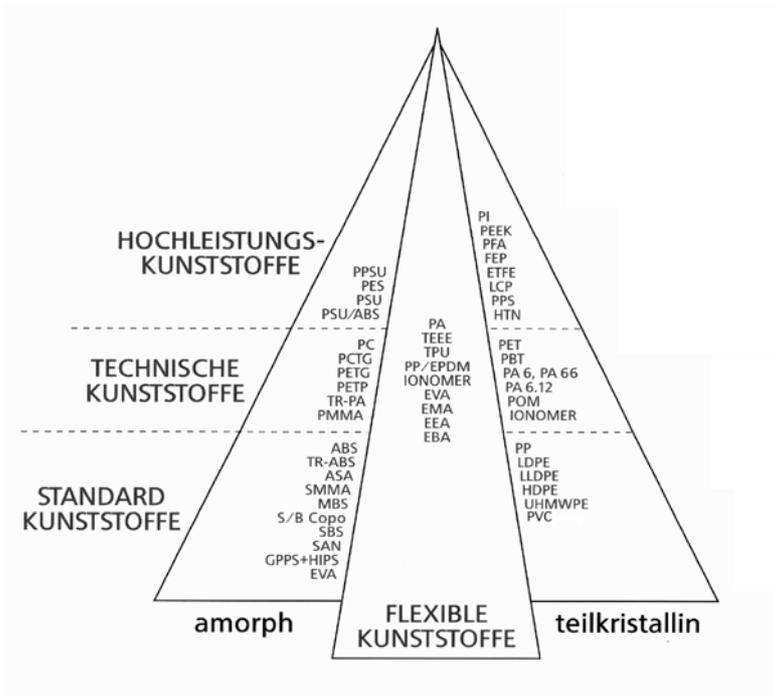


Abbildung 1: Kunststoffpyramide (Stadlbauer 2005, ergänzt)

Aktuell werden vor allem die thermoplastischen Massenkunststoffe Polypropylen (PP), Polyethylen (PE) und Polyvinylchlorid (PVC) sowohl auf dem US-Markt als auch auf dem deutschen Markt zur WPC-Produktion - in sehr unterschiedlichen Anteilen – eingesetzt. Andere Kunststoffe, wie z.B. ABS, werden vor allem aus Kostengründen selten verwendet. Ein weiterer Grund, der gegen die Verwendung anderer Kunststoffe als PP, PE und PVC spricht, sind die bereits erwähnten zu hohen Verarbeitungstemperaturen, die die Holzbestandteile Lignin und Hemicellulosen schädigen und zu Geruchsproblemen führen können. Neben den genannten Polymeren finden noch thermoplastisch verarbeitbare Duroplaste in geringen Mengen Eingang in die WPC-Produktion.

Einen Überblick über die Verarbeitung von Polymeren in den USA liefert Abbildung 2. Deutlich wird die primäre Verwendung von Polyethylen (PE) mit einem Anteil von rund 70% (WRAP 2003). Andere Autoren geben den PE-Anteil sogar mit 83% an (Morton 2003 sowie Clemons u.a. 2004).

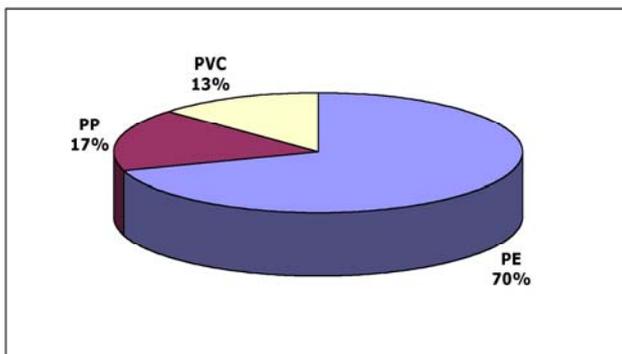


Abbildung 2: Anteil verschiedener Polymere bei der Produktion von WPC, bezogen auf den US-Markt

(Quelle: WRAP 2003)

In den USA hat Polyethylen (PE) in recycelter und unrecycelter Form zur Herstellung von WPC den größten Marktanteil. Wichtiger Vorteil von Polyethylen ist der Preis; Polyethylene (MDPE, HDPE und LDPE) sind z.B. deutlich preiswerter als PVC. Nachteilig ist dagegen, dass PE bei erhöhten Temperaturen wenig formstabil ist; es muss daher mit Additiven gegen Hitzeinwirkungen während der Herstellung und dem eigentlichen Gebrauch stabilisiert werden. Hier ist PVC im Vorteil, dass auch bei erhöhten Temperaturen formstabil bleibt. Aufgrund der niedrigeren Oberflächenspannung von PE sind eine Nachbehandlung und ein Überstreichen der WPC-Produkte schwieriger. Um die gleiche Qualität der Endprodukte auf Basis von Polypropylen (PP) zu erreichen, muss bei der Produktion der Anteil an Additiven, die eine Degradation verhindern, im Vergleich zum Einsatz von PE, erhöht werden. (WRAP 2003)

Im Rahmen dieser Studie hat sich gezeigt, dass in Deutschland Polypropylen (PP) den größten Marktanteil als Kunststoff in der WPC-Produktion hält. Anders als auf dem US-amerikanischen Markt, wo für die WPC-Deckingproduktion vor allem PE Verwendung findet, wird in Deutschland für die WPC-Deckingproduktion in erster Linie PP eingesetzt, da es höhere Festigkeiten und eine geringere Kratzanfälligkeit aufweist. (Korte 2005)

PE und vor allem PVC spielen nach Auswertung der Interviewergebnisse eher eine untergeordnete Rolle bei der WPC-Produktion in Deutschland und auch in Europa (Clemons u.a. 2004). PVC ist aus gesundheits- und umweltpolitischen Gründen ein Problemfall, allerdings wird es aufgrund seiner guten technischen Eigenschaften in der WPC-Fenster- und Türenherstellung, z.B. bei der Firma Möller GmbH & Co. KG, verarbeitet.

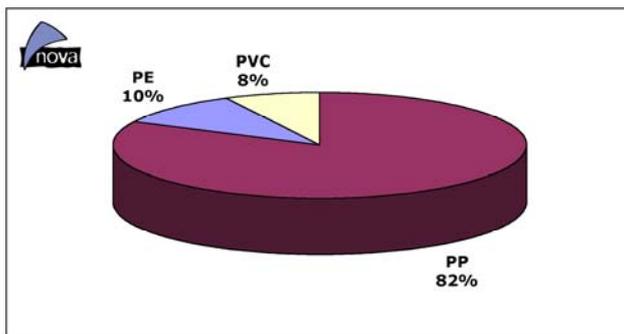


Abbildung 3: Anteil verschiedener Polymere bei der Produktion von WPC, bezogen auf den deutschen Markt

(Quelle: nova-Interviews und Produktdatenblätter 2005)

### 2.3 WPC-Bestandteil „Holz“

Bei der Produktion von WPC machen die synthetischen Polymere quantitativ gesehen meist den geringeren Anteil aus. Hauptbestandteil ist in der Regel der Rohstoff Holz in natürlicher oder recycelter Form – Weichholz (Nadelholz) wie Fichte, Kiefer, Tanne oder Hartholz (Laubholz) wie Eiche oder Ahorn (Maine 2004). Rohstoffe aus Nadelholz nehmen bei der WPC-Produktion einen größeren Anteil ein, als diejenigen aus Laubholz (Walther 2005).

Für die WPC-Produktion sind insbesondere die sog. Sägenebenprodukte von Bedeutung. Sägenebenprodukte sind Holzreste, die bei der Verarbeitung von entrindeten Stämmen zu Nutzholz oder der nachfolgenden Holzverarbeitung anfallen. Dazu zählen Holzhackschnitzel, Holzspäne, Holzmehl und nach weiterer Aufbereitung auch Holzfasern. Im

Laufe dieser Studie hat sich gezeigt, dass diese Begriffe in der Fachwelt vielfach synonym bzw. unsystematisch verwendet werden. Dabei haben diese unterschiedlichen Holzrohstoffe bzw. –zwischenprodukte zum Teil sehr unterschiedliche Eigenschaften und führen dadurch in der WPC-Produktion zu sehr verschiedenartigen Materialeigenschaften. So haben z.B. die Feinheit und der sogenannte Schlankheitsgrad – das Verhältnis von Breite zu Länge – großen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften. Vom Schlankheitsgrad hängt es ab, ob das Holz in der Kunststoffmatrix eher ein Füllmittel oder eine Verstärkung darstellt.

Im Folgenden sollen daher die wichtigsten Begriffe kurz definiert bzw. erklärt werden.

- *Holzfasern*: Die Dimensionen einzelner Holzfasern reichen je nach Baumart von 0,5 bis 30 mm (= 500 - 30.000  $\mu\text{m}$ ) in der Länge und 0,02 mm bis 0,04 mm (= 20 - 40  $\mu\text{m}$ ) im Durchmesser. Typische Werte für Nadelhölzer, wie sie für WPC verwendet werden, sind 2.500 - 3.000  $\mu\text{m}$  (Länge) und 30  $\mu\text{m}$  (Durchmesser). Der Schlankheitsgrad, das Verhältnis von Breite zu Länge, beträgt in diesem Fall 1:100 (Thömen 2005). Allerdings werden aktuell aus Kostengründen kaum Holzfasern für die WPC-Produktion verwendet; zudem kann es bei Holzfasern zu Problemen bei der Zufuhr kommen.

Zur Gewinnung von einzelnen Holzfasern werden thermo-mechanische oder auch chemische Refiner/Pulping-Prozesse verwendet. Holzfasern sind keine Füllmittel, sondern Verstärkungsfasern. (Thömen 2005, Schwendemann und Frisk 2004, [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) 2005).

- *Holzmehl*: Feine Holzpartikel, die etwa gleich lang wie breit sind (typisch: 300 - 400 $\mu\text{m}$ ) werden als Holzmehl bezeichnet. Ihr Schlankheitsgrad beträgt etwa 1:1 (Walther 2005). Holzmehl kann nur als Füllstoff eingesetzt werden.
- *Holz hackschnitzel und Holzspäne (Säge- und Hobelspäne)* weisen unterschiedliche Schlankheitsgrade und Formen auf. Schnitzel und Späne bestehen aus einer Vielzahl miteinander verbundener (Bindemittel: Lignin) Holzfasern und Holzfaserfragmenten. Typische Größen für Holz hackschnitzel sind folgende Dimensionen in Faserrichtung (Korte 2005):

Länge ca. 25 - 40 mm

Dicke ca. 5 - 15 mm

Breite ca. 10 - 100 mm

Holzspäne (Sägespäne und Hobelspäne) sind sehr heterogen und mit Feinpartikeln (Staub) versetzt. Eine Aufbereitung erfolgt durch verschiedene trockene Mahlungen und Siebung. (Korte 2005)

Eine Aufbereitung durch einen Refiner (Mahlmaschinen) ist für die WPC-Produktion vielfach Voraussetzung einer Weiterverarbeitung, um die Rohstoffe zu homogenisieren. (Thömen 2005 & Walther 2005)

Im Vergleich zu anorganischen Füllstoffen weisen die Holzrohstoffe neben anderen Vorteilen „eine geringere abrasive Neigung auf.“ Allerdings muss zum Teil ein höheres Gewicht des Endproduktes in Kauf genommen werden (Kaczmarek und Wortberg 2003). Entscheidende Kriterien für den Einsatz von Holzfasern zur WPC-Produktion sind neben dem

Preis vor allem auch qualitative Aspekte, wie die Restfeuchte, die Faserlänge und der Harzgehalt (Kampf 2005).

### *Verarbeitungstemperaturen*

Bei der WPC-Produktion ist auf optimale Schmelz- und Verarbeitungstemperaturen zu achten (vgl. Kapitel 2.2.). Eine thermische Veränderung des Holzes setzt ab einer Temperatur von ca. 160 °C ein. Sie ist aber wesentlich abhängig von der Temperatureinwirkzeit. Da Holz ein guter Isolator ist, ist eine sehr kurzfristige Behandlung mit deutlich höheren Temperaturen ohne Schädigung möglich. Neben einer Veränderung des Lignins werden als strukturgebundene Bestandteile vor allem Hemicellulosen verändert. (Korte 2005)

## **2.4 WPC-Bestandteil „Additive“**

Zur Herstellung von WPC sind Additive unerlässlich, auch wenn sie in der Regel lediglich einen Anteil von 2-4% der zur WPC-Produktion benötigten Komponenten ausmachen.

Durch die Zugabe von Haftvermittlern wie mit Maleinsäureanhydrid (MA) - in Form von mit MA gepfropften PP (MAPP) - wird eine ausreichende Bindung zwischen der hydrophilen Oberfläche der Holzpartikel und der hydrophoben Matrixoberfläche des Kunststoffes hergestellt, wie dies insbesondere bei PE und PP erforderlich ist, um gute mechanische Eigenschaften zu erzielen. In Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften des WPC-Produkts werden „Pigmente, Lichtstabilisatoren, Gleitmittel, Fungizide oder feuerhemmende Komponenten“ hinzu gegeben. (Fraunhofer WKI 2004)

Die Hauptfunktionen von Additiven lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften: Haftvermittler wie Maleinsäureanhydrid zur besseren Bindung zwischen Holz und Kunststoffmatrix sowie Kalziumkarbonat, Talkum und Glimmer für verbesserte Biegefestigkeit, Hitzestabilität und vermindertes Kriechen (Holz-Zentralblatt 2004).
- Verbesserung der Compoundierbarkeit und des Fließverhaltens der Rohmaterialien durch Gleitmittel.
- Erhaltung der chemischen Stabilität während der Herstellung und des Gebrauchs (EPIC 2003).
- Pigmente und Licht- bzw. UV-Stabilisatoren, um die optischen Eigenschaften zu beeinflussen bzw. zu erhalten.
- UV-Stabilisatoren und Fungizide, um – gerade bei hoch Holz-gefüllten WPC – die Haltbarkeit des Materials zu gewährleisten.
- Feuerhemmende Additive zum Brandschutz.

Einige exemplarische Additive sind zusammen mit ihren jeweiligen Anteilen am WPC-Endprodukt in folgender Tabelle abgebildet:

Additive	Function	Type	HDPE, LDPE, LLDPE		Polypropylene	
			Product	Use Level	Product	Use Level
Coupling Agent	Promote adhesion and dispersion	Maleated polyolefin	Polybond 3009	1 - 4%	Polybond 3000 or 3200	1 - 4%
AO/Stabiliser	Prevent degradation during processing and service	Hindered phenol and phosphite	Naugard76 Naugard524	0.01-0.02% 0.04-0.08%	Naugard B25	0.1-0.25%
UV Stabiliser	Prevent light degradation of resin	HALS	Chemasorb 944 Tinuvin770	0.1-0.25%	Chemasorb 944 Tinuvin770	0.1-0.25%
UV Absorber	Prevent degradation of Wood	Benzophenone or Benzotriazole	Cyasorb 531 Tinuvin 327	0.5%	Cyasorb 531 Tinuvin 327	0.5%
Buffer	Scavenge Cl residues (powder resin only)	Metal Stearate or EBS	Calcium or Zinc stearate (Lubrazinc W)	0.05-0.1%	Calcium or Zinc stearate (Lubrazinc W)	0.05-0.1%
Lubricants	Improve flow and throughput. Prevent edge distortions	Fatty acid salts, amide, oil, waxes, CaSt, ZnSt	Lubrazinc W White oils PE waxes	0.25-2%	Lubrazinc W White oils PE waxes	0.25-2%

Tabelle 1: Exemplarische Additivaufstellung zur WPC-Produktion  
(Quelle: WRAP 2003)

## 2.5 Zusammenfassende Darstellung

Eine Übersicht über die potenziellen WPC-Komponenten und ihren spezifischen Anteilen am WPC-Endprodukt liefert folgende Tabelle:

Holz	Synthetische Polymere	Bio-Polymere	Additive
Holzfasern	Thermoplaste	Stärke und modifizierte Stärke	natürliche Harze
Holzspäne	Duroplaste (thermoplastisch verarbeitbare Duroplaste)	Lignin (modifiziert)	Öle
Holz hackschnitzel		Poly-Lactid-Acid (PLA)	Schmiermittel
Holzmehl		Kolophonium	Farbstoffe
Papierabfälle			Bindemittel
			feuerhemmende Zusätze
			Pigmente
			Lichtstabilisatoren
			Fungizide
			Stabilisatoren
<b>5-90%</b>	<b>2-70%</b>	<b>20-60%</b>	<b>2-20%</b>

Tabelle 2: Bestandteile von Wood-Plastic-Composites (WPC)  
(Quelle: Schwarzbauer und Eder 2003, verändert)

Zur visuellen Verdeutlichung sind in folgender Abbildung die beiden Hauptkomponenten Holz (hier: Holzmehl) und Kunststoff (hier: Granulat), sowie daraus produziertes WPC-Granulat, dargestellt.



Abbildung 4: Im Uhrzeigersinn: Polyethylengranulat, Holzmehl und WPC-Granulat

(Quelle: USDA 2004)

### ***Vergleich unterschiedlicher Holz-Kunststoffanteile in WPC***

Die im Folgenden (Tabelle 3 und 4) vorgestellten unterschiedlichen Holz-Kunststoff-Anteile in verschiedenen WPC sowie der unterschiedlich hohe Anteil der verschiedenen synthetischen Polymere liefern Hinweise darauf, welche WPC-Anwendungen im Mittelpunkt stehen und welche Polymere in den jeweiligen Regionen aus preislichen und technischen Gründen bevorzugt werden.

### ***Übersicht Holz- und Kunststoffanteile in WPC (USA)***

In Tabelle 3 sind eine Reihe typischer US-WPC-Marken und deren Anteile an Kunststoff und Holz zusammengestellt. Der Holzanteil beträgt maximal 60%.

<b>Firmenname</b>	<b>Markenname</b>	<b>Polymer</b>	<b>Kunststoffanteil (≈%)</b>	<b>Holzanteil (≈%)</b>
Trex	Trex	PE mix	50	50
Crane Plastics	Timbertech	HDPE	50	50
Fiber Composites	Fiberon	HDPE, LDPE, PVC	50	50
AERT	ChoiceDek	PE	k.A.	k.A.
USPL	Carefree Composite	HDPE	65	35
Anderson	FibreX	PVC	50	50
Nexwood	Nexwood	HDPE	40	60
LP Specialty Products	WeatherBest	PE	50	50
Mikron	MikronWood	HDPE, LDPE	k.A.	k.A.
Certain Teed	boardwalk	PVC	max. 65	max. 45
Kadant Composites	GeoDeck	HDPE	40	60
Dura Products	DuraDeck	HDPE	k.A.	k.A.
Correct Building Products	CorrectDeck	PP	40	60

Tabelle 3: Übersicht Holz- und Kunststoffanteile in exemplarischen WPC aus US-Produktion

(Quelle: Clemons u.a. 2004)

### ***Übersicht Holz- und Kunststoffanteile in WPC (Deutschland/Europa)***

In Tabelle 4 ist eine Übersicht zu Holz- und Kunststoffanteilen in WPC in Deutschland/Europa dargestellt. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit, aber es werden zwei wesentliche Aussagen möglich:

- Der Holzanteil in WPC ist verglichen mit dem US-WPC-Marken hoch (max. 90%) und
- es wird, anders als im US-Markt (siehe Tabelle 3), überwiegend PP eingesetzt.

 Firmenname	Markenname	Polymer	Kunststoffanteil (≈%)	Holzanteil (≈%)
Beologic	beoline und beofibre	PVC, PP, PE	max. 50	max. 85
CopyWood	Copywood	PP, PE, PET, PVC	30	70
Fagerdala Deutschland	Fawo®wood	PP	20	80
Fasalex	Lex	PP & Stärke	max. 15	max. 75
FKUR	Fibrolon 46 N	PP	60	40
häussermann	Wetterholz	PP, PE	30	70
Kosche	Kovalex	PP, PE	max. 40	max. 80
Megawood	MegaWood	PP	max. 20	max. 90
Möller	Lignodur	PVC	70	30
Polykemi	Scanwood	PP	max. 65	max. 55
Pro Poly Tec	TPF	PP, PVC	20	80
JRS	Lignocel	PP	30	70
TechWood	TechWood	PP	30	70
Technamation	Fibroform	PP, HDPE, PVC, ABS	max. 60	max. 70
Tecnaro	Arbofill	PP	30	70
Werzalit	S2-30	PP	max. 70	max. 60

Tabelle 4: Holz-Kunststoffanteile und Polymeranteile in exemplarischen WPC aus europäischer Produktion

(Quelle: nova-Interviews 2005 und WPC-Produktdatenblätter)

Nach der Darstellung der möglichen WPC-Komponenten wird im Folgenden auf die unterschiedlichen WPC-Herstellungsverfahren eingegangen.

### 3. Überblick über die unterschiedlichen Verfahren zur WPC-Produktion

Wood-Plastic-Composites verbinden zwei unterschiedliche Industriezweige, die Holz- und die Kunststoffindustrie. Für die Holzindustrie sind die verwendeten Produktionsmaschinen, die Extruder, vollkommenes Neuland und für die Kunststoffindustrie sind die Holzrohstoffe mit ihrer unterschiedlichen Qualität, Feuchte- und Staubproblemen bislang weitgehend unbekannte Rohstoffe.

Die in der Holzindustrie üblichen Produktionsverfahren für Holzwerkstoffe, Span- und OSB-Platten, Sperrholz, Hartfaserplatten (HDF) sowie MDF und Leimholzplatten, unterscheiden sich grundlegend von den Verfahren zur WPC-Produktion. Die genannten Verfahren führen zu quasi zwei-dimensionalen Plattenwerkstoffen, die Produktionsgeschwindigkeit ist sehr hoch (z.B. MDF-Platten, 300 m pro Minute (Stadlbauer 2005)) und die Produktionskosten niedrig.

Im Gegensatz hierzu können mit WPC nahezu beliebig komplexe drei-dimensionale Formen produziert werden, dafür ist die Produktionsgeschwindigkeit um mehr als eine Größenordnung langsamer (z.B. lineare Profile, 0,5 bis 6 m pro Minute) und die Produktionskosten entsprechend höher. Es geht daher bei der WPC-Produktion auch nicht um die Substitution herkömmlicher Holz-Plattenwerkstoffe, sondern vielmehr um neue Anwendungsfelder, die bislang entweder Vollholz- oder Kunststoffprodukten vorbehalten waren.

Die wichtigste Maschine zur Produktion von WPC ist der Extruder, der in der Kunststoffindustrie weit verbreitet ist. Extruder werden sowohl für die Vermischung der Bestandteile Holz, Kunststoff und Additive verwendet als auch zur eigentlichen Produktion der WPC-Teile. Entsprechend kann man die WPC-Herstellungsverfahren in zwei Stufen, die je nach konkretem Verfahren mehr oder weniger getrennt oder vereint sind, unterteilen:

- Stufe 1, Compoundierung: Herstellung des WPC-Materials aus den Bestandteilen Holz, Kunststoff und Additiven. Hier gibt es grob unterteilt drei Linien: konische, gegenläufige Doppelschneckenextruder und parallel, gleichlaufende Doppelschneckenextruder sowie Heiz-Kühl-Mischer.
- Stufe 2, Produktion: Produktion der WPC-Teile aus dem WPC-Material. Häufigste Verfahren sind Extrusion und Spritzgießen, möglich sind aber auch thermische Pressverfahren; da diese derzeit praktisch keine Rolle spielen (Thömen 2005) sollen sie in dieser Kurzstudie nicht weiter betrachtet werden. Diese Verfahren können aber durchaus in naher Zukunft an Bedeutung gewinnen (Korte 2005).

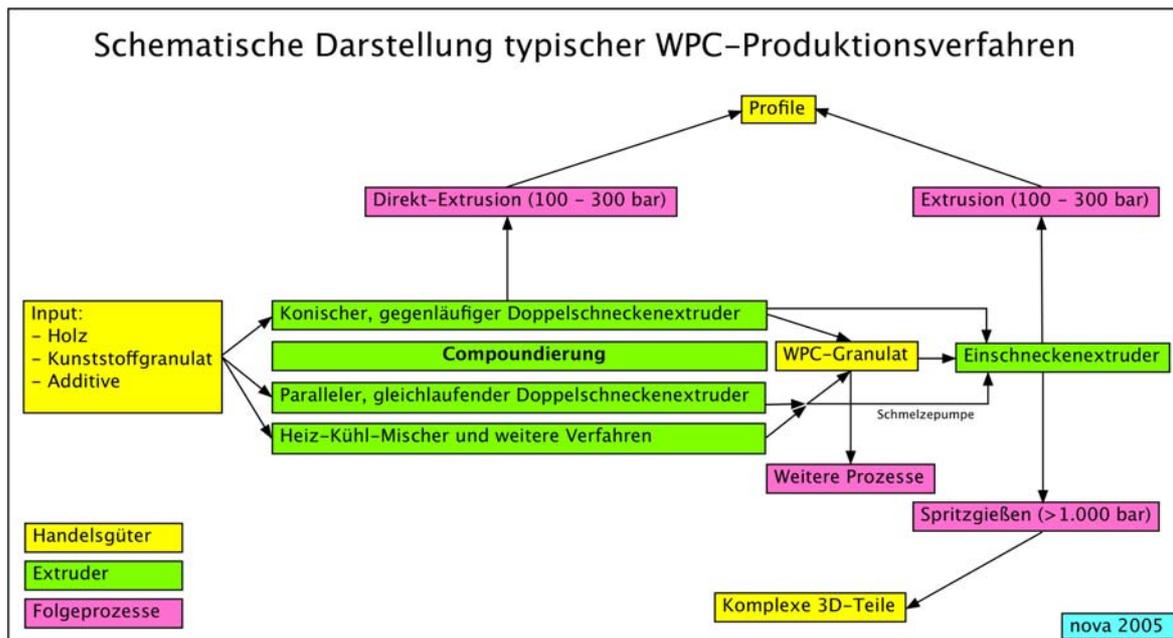


Abbildung 5: Schematische Darstellung typischer WPC-Produktionsverfahren

### *Extrusion und Spritzgießen*

Während die Unterschiede zwischen den verschiedenen Compoundierverfahren eher für den Ingenieur von Interesse sind, unterscheiden sich die Produktionsverfahren Extrusion und Spritzgießen grundlegend voneinander und müssen je nach Anwendung ausgewählt werden (WRAP 2003).

Aktuell ist die Extrusion das führende Verfahren. So werden in den USA 98% der WPC-Produkte in Extrusion hergestellt und ca. 2% in Spritzgießen, in Europa ist die Dominanz der Extrusion nicht so stark ausgeprägt. Mit dem Spritzgieß-Verfahren lassen sich komplexe, drei-dimensionale Teile herstellen, während das Extrusionsverfahren nur für lineare drei-dimensionale Produkte, wie vor allem lineare Profile, geeignet ist. (Stadlbauer 2005 und Holz-Zentralblatt 2004)

Die Extrusionsverfahren eignet sich vor allem für große Produktionsmengen bzw. Stückzahlen. Eine Form der Extrusion stellt die „Inline-Extrusion“ oder auch „Direkt-Extrusion“ genannt dar, bei dem kein WPC-Granulat aufgeschmolzen und extrudiert wird, sondern in einem durchgängigen Prozess die Holzfasern, Kunststoffe und Additive compounding und extrudiert werden. Dies ist bei großen Produktionsmengen durchaus von Vorteil.

Wesentlich flexibler und insbesondere auch für kleinere Serien geeignet ist das Spritzgieß-Verfahren. In der Regel wird hier WPC-Granulat verwendet, das aufgeschmolzen und spritzgegossen wird. Ein „Direkt-Spritzgießverfahren“ wird aufgrund der Unflexibilität und der hohen Kosten praktisch nicht eingesetzt. (Stadlbauer 2005)

Spritzgießen weist aufgrund der hohen Werkzeugkosten generell höhere Kosten auf als die Extrusion. Dies führt zu hohen Kosten bei Kleinserien; erst bei Großserien verlieren die Kosten des Werkzeugs an Relevanz.

Weitere Details zu dieser Thematik finden Sie in den Kapiteln 3.2 und 3.3.

### 3.1 Compoundierung

Unter WPC-Compoundierung versteht man das Mischen von Kunststoff, Holz und Additiven zu einer homogenen Masse. Der Vorgang der Compoundierung bildet den ersten Schritt eines jeden WPC-Herstellungsprozesses (WRAP 2003).

Bis heute konnten sich folgende, typische Compoundierverfahren etablieren:

#### *Der konische, gegenläufige Doppelschneckenextruder*

Dieses Verfahren hat aktuell den größten Marktanteil bei der WPC-Produktion und eignet sich insbesondere zur Direkt-Extrusion von linearen Profilen, die bislang wichtigste Produktgruppe für WPC. Führender Maschinenhersteller in Europa ist die österreichische Firma Cincinnati GmbH. Die folgende Darstellung zeigt das „Herz“ der Cincinnati-Fiberex-Serie, die konische Doppelschnecke.



Abbildung 6: Konische Doppelschnecke der Fiberex Extruder Serie von Cincinnati

(Quelle: Cincinnati 2005)



Abbildung 7: Beispielhafte Darstellung WPC-Extrusionsanlage

(Quelle: Cincinnati 2005)

Konisch geformte Doppelschneckenextruder weisen eine kompakte Bauweise, geringe Drehzahlen und kurze Verweilzeiten des Materials im Extruder auf, wodurch die thermische Belastung und das Risiko einer Schädigung des Holzmaterials gering ausfallen. Allerdings haben die Anlagen relativ schlechte Mischwirkungen im Extruder. (Stadlbauer 2005)

Stand der Technik ist eine gleichzeitige Zudosierung aller Bestandteile - Holz, Kunststoff und Additive – in den Extruder, die aber über einzelne Dosieraggregate erfolgt. Teilweise wird eine trockene Vormischung durchgeführt, um die Dosierung zu erleichtern.

Die in diesem Konzept aufgebauten Drucke (100 bis 300 bar) reichen aus, um mit dem Compound-Material direkt in den Extrusionsprozess zur Profilherstellung zu gehen (WRAP 2003). Dies ist aktuell das am meisten eingesetzte WPC-Produktionsverfahren. Im Englischen spricht man von „in-line processing“ (Clemons 2002). Für ein Direkt-Spritzgießen reichen die erzielbaren Drucke nicht aus, da beim Spritzgießen typischerweise 1.000 bar (und höher) benötigt werden.

Statt unmittelbar die Direkt-Extrusion einzuleiten, kann das compoundierte Material auch zu WPC-Granulaten für die spätere Weiterverarbeitung in Extrusions- oder Spritzgießverfahren produziert werden.

#### *Der parallele, gleichlaufende Doppelschneckenextruder*

Gleichlaufende Doppelschneckenextruder in nicht-konischer – also paralleler – Bauweise sind die klassischen Extruder für Massenkunststoffe wie PP, wenn diese mit Füllstoffen, wie Talkum und Additiven, vermischt werden müssen. Solche Extruder werden von zahlreichen Maschinenproduzenten hergestellt.

Im Bereich WPC werden solche Extruder vor allem zur Compoundierung und anschließender WPC-Granulatproduktion eingesetzt. Soll eine Direkt-Extrusion oder ein Direkt-Spritzgießen erfolgen, muss auf den gleichlaufenden Doppelschneckenextruder zum Druckaufbau ein Einschneckenextruder (Standard der Kunststoffverarbeitung) oder eine Pumpe folgen.

Vorteile der gleichlaufenden Doppelschneckenextruder sind die gute Mischwirkung und Produktionsgeschwindigkeit. Nachteil ist die längere Verweildauer des Materials im Extruder, durch die eine längere thermische Einwirkung auf die Holzmaterialien stattfindet.

Je nach Schneckendurchmesser werden Extruder als 25er, 40er, 60er oder 90er bezeichnet. So bedeutet „90er“ einen Schneckendurchmesser zwischen 90 und 99 mm. Während 25er-Extruder typischerweise in Entwicklungslaboren und Technikumanlagen stehen, werden schon 40er-Extruder industriell eingesetzt.

Bei gleichlaufenden Doppelschneckenextrudern liegen die Compound-Produktionsmengen typischerweise bei:

- 40er: 80 bis 100 kg/Stunde
- 60er: 200 bis 300 kg/Stunde
- 90er: 800 bis 1.000 kg/Stunde

Die Kosten für eine Gesamtanlage mit einem hochwertigen 90er-Doppelschneckenextruder liegen bei etwas unter 1 Mio. € (Nogossek 2005)

Eine Gegenüberstellung von gegenläufigen und gleichlaufenden Doppelschneckenextrudern bietet Tabelle 5.

	<b>Gegenläufiger Doppelschnecken- extruder</b>	<b>Gleichlaufender Doppelschnecken- extruder</b>
Fördermechanismus	Zwangsförderung Blockströmung	Schleppstörung (Zwangsförderung)
Schneckendrehzahl min <sup>-1</sup>	25 bis 80	160 bis 1200
Viskositätsbereich	groß	groß
Verweilzeit	klein	mittel
Wärmeaustausch	++	+++
Mischverhalten		
zerteilend	++	++
verteilend	+	+++
Selbstreinigung	+++	+++
Entgasung	++	+++
Druckaufbau	+++	+
Flexibilität	+	+++
+++ : sehr gut; ++ : gut; + : befriedigend		

Tabelle 5: Vergleich verschiedener Compoundiersysteme  
(Quelle: Schwendemann und Frisk 2004, verändert)

#### *Herstellung von WPC-Granulat durch den Palltruder<sup>®</sup>*

Die Palltruder<sup>®</sup> Anlage produziert trockenes Granulat aus Naturfasern und Thermoplasten. Dieses Granulat ist das Aufgabematerial für die Weiterverarbeitungsprozesse, wie Extrusion, das Spritzgießen und das Pressformen für die Herstellung von WPC-Teilen. Die Ausgangsfeuchte der Naturfasern beträgt max. 8% und die Restfeuchte des Granulates liegt unter 1%.

Insbesondere Holzmehl, Kunststoff in Form von Spänen, Schnitzeln, Fasern oder Pulver sowie Additive - werden kontinuierlich und gleichmäßig dem Palltruder<sup>®</sup> zudosiert. Durch Friktionswärme und mechanischen Druck, erzeugt durch eine Schnecke mit spezieller Druckscheibe an ihrem Ende, wird die Materialmischung durch die Löcher einer speziellen Matrize gedrückt. Der plastifizierte Kunststoff wird dabei in die Holzfasern eingearbeitet. Umlaufende Messer schneiden das an der Matrize austretende Material ab.

Der während des Palltrusionsprozesses aufgrund der Feuchte der Holzfasern freigesetzte Dampf wird abgesaugt.

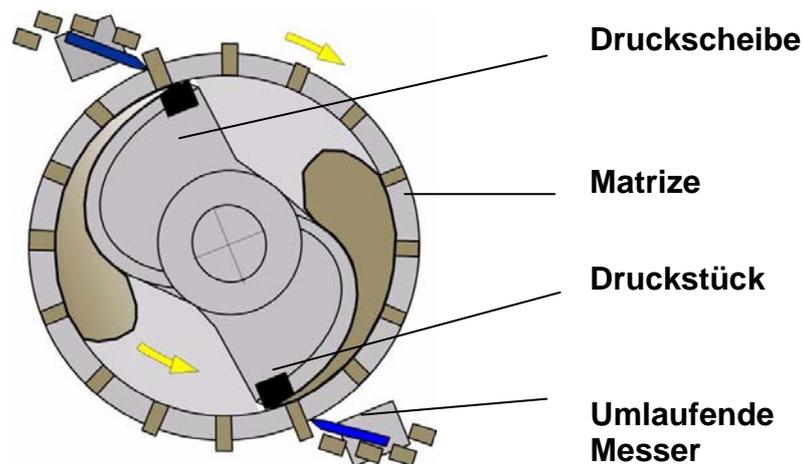


Abbildung 8: Palltruder® Kammer  
(Quelle: Wuttke 2005)

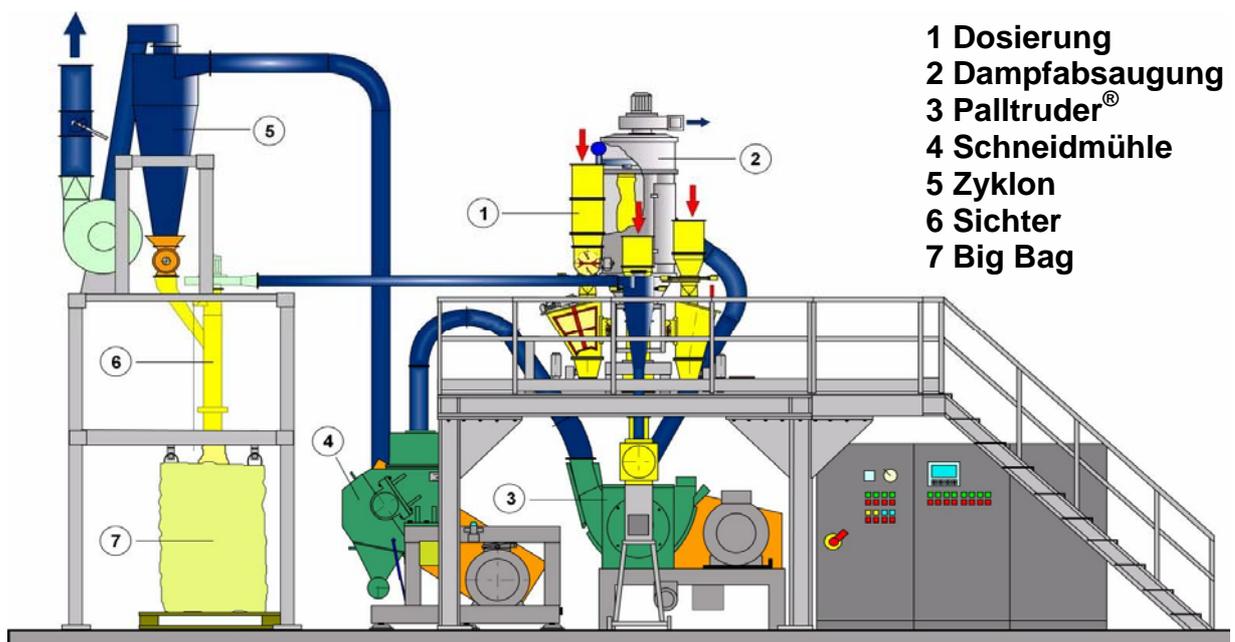


Abbildung 9: Palltruder® Anlage  
(Quelle: Wuttke 2005)

### *Heiz-Kühl-Mischer*

Eine weitere Möglichkeit zur Compoundierung ist der Heiz-Kühl-Mischer, wie er vor allem für PVC Verwendung findet. Aufgabe des Heiz-Kühl-Mischers ist es, Kunststoffe, Füllstoffe wie Holz, Stabilisatoren, Haftvermittler, Gleitmittel, Pigmente und weitere Mo-

difizierungsmittel homogen zu verteilen und diese Mischung in einen möglichst staubfreien, trockenen und rieselfähigen Zustand zu überführen. Dabei werden im Heiz-Kühl-Mischer der Kunststoff und die Komponenten 5 bis 10 Minuten vermischt und gleichzeitig auf 110 bis 130 °C erwärmt. Dadurch werden die Komponenten an die Kunststoffpartikel gebunden. Bei dieser Temperatur neigt das entstandene Compound zum Verpressen. Daher wird das Mischgut aus dem Heizmischer in den Kühlmischer entleert und dort auf ca. 40 °C abgekühlt.

### *Problem Feuchtegehalt des Holzes („Holzfeuchte“) und Lösungen*

Frisch eingeschlagenes Holz kann einen Feuchtigkeitsgehalt von weit über 100% haben (die Holzfeuchte wird definiert als das Verhältnis der Masse des in der Holzprobe enthaltenen Wassers zu seiner Masse im darrtrockenen Zustand). Um es zur Produktion von WPC einsetzen zu können, muss das Holz vorgetrocknet werden. Je nach Extruder-Konzept kann mit verschieden feuchtem Holz gearbeitet werden. In jedem Fall sollte der Feuchtigkeitsgehalt unter 12% liegen (Stadlbauer 2005), einige Extruder-Konzepte verlangen sogar Werte unter 0,5% (Maine 2004). Grundsätzlich ist ein möglichst geringer Feuchtigkeitsgehalt anzustreben, da Feuchtigkeit die Compoundierung mit Kunststoffen stört und im Prozess entfernt werden muss. Da das Vortrocknen aber mit erheblichen Kosten verbunden ist, gilt es einen Kompromiss zwischen Technik und Ökonomie zu finden.

Gut getrocknete Holzpartikel oder -fasern können schonend in die bereits geschmolzene Polymermasse eingeführt werden. In Abbildung 10 ist zu sehen, wie die Holzfasern über eine Seitenzufuhr der Polymermasse im Doppelschneckenextruder zugefügt und anschließend homogenisiert werden. In einem anschließenden Vakuumbereich werden alle noch vorhandenen flüchtigen Stoffe entgast. Der nächste Schritt ist die Granulat- bzw. Pelletherstellung oder die direkte Weiterverarbeitung (Schwendemann 2003).

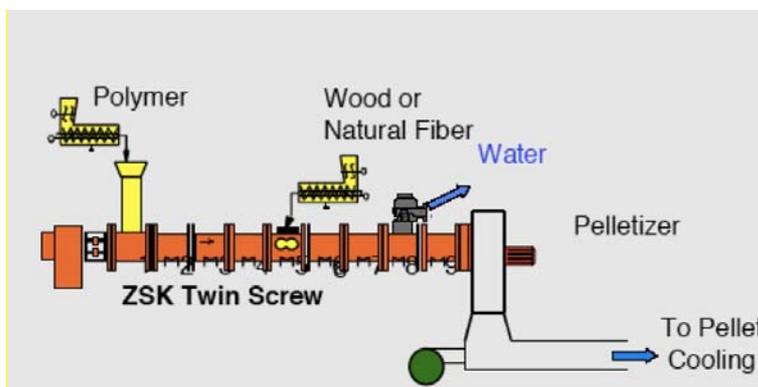


Abbildung 10: Schematischer Ablauf der Compoundierung mit vorgetrocknetem Holz- oder Naturfaser-Material

(Quelle: Schwendemann 2003)

Das Rohmaterial Holz kann jedoch auch während des Compoundierens getrocknet werden, wie beispielhaft in Abbildung 11 gezeigt. Das nicht ausreichend trockene Holzmaterial wird im Extruder nachgetrocknet, bevor ein Gemisch aus Polymeren und Additiven zugegeben wird. Durch die Erzeugung eines Unterdrucks („Vakuum“) in speziellen Bereichen des Extruders können die Restfeuchte und andere flüchtige Verbindungen entzogen werden. Zwei dieser Unterdruckbereiche finden sich vor der Bemischung der Polymere und

Additive, ein dritter beim Übergang vom Doppelschnecken- zum Einschneckenextruder. (Schwendemann 2003)

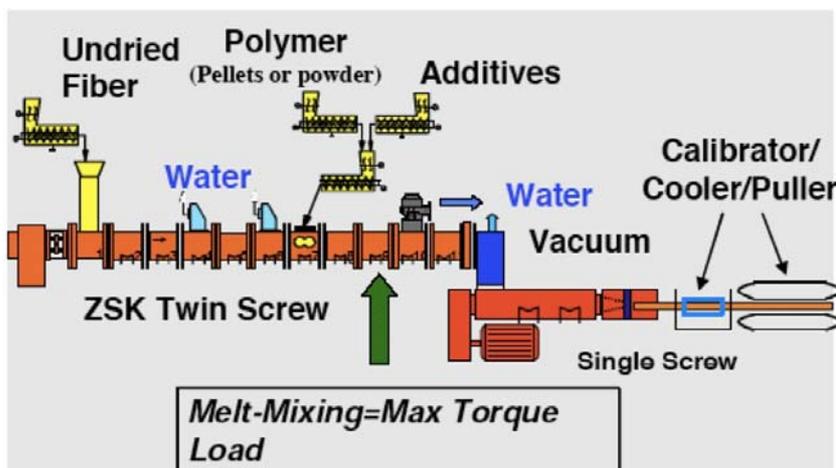


Abbildung 11: Schematischer Ablauf der Compoundierung mit Trocknung

(Quelle: Schwendemann 2003)

Insbesondere beim konischen, gegenläufigen Doppelschneckenextruder werden die Rohstoffe Holz, Kunststoff und Additive vorvermischt und dann simultan in den Extruder eingegeben. Ebenso können Holz, Polymere und Additive aber auch durch jeweils eigene Dosiereinrichtungen dem Materialeinzug zugeführt werden.

### 3.2 Extrusionsverfahren

Bei der Extrusion wird das Holz-Kunststoff-Fasergemisch in einem kontinuierlichen Verfahren bei 100 bis 300 bar durch eine Düse in ein Werkzeug gepresst. Holzfüllgrade bis ca. 80% sind ebenso möglich wie eine Direkt-Extrusion, wodurch die Gefahr einer Schädigung der Begleitstoffe der Holzfasern verringert wird, da nur eine einmalige Erhitzung durchgeführt wird. Ein Nachteil findet sich in der eingeschränkten Möglichkeit, lediglich lineare Profile herstellen zu können, die in der Formgebung sehr eingeschränkt sind. (Stadlbauer 2005)

Im Extruder wird der für das Durchfließen der Düse notwendige Druck aufgebaut. Nach dem Austreten aus der Düse erstarrt das Holz-Kunststoffgemisch in einer Kalibrierung. Der Querschnitt des so entstehenden geometrischen Körpers entspricht annähernd der verwendeten Düse oder Kalibrierung, da ein geringer thermischer Schrumpf berücksichtigt werden muss.

Im Extrusionsverfahren lassen sich beliebige Querschnitte ohne Nacharbeit in einem Fertigungsschritt herstellen. Dadurch sind im Vergleich zur Herstellung von Profilen aus Vollholz in der Fertigung Kostenvorteile erzielbar. (Kaczmarek und Wortberg 2003)

### 3.3 Spritzgießverfahren

Das Spritzgießverfahren wird insbesondere zur Produktion von komplexen Formen dem Extrusionsverfahren, das auf die Herstellung linearer Profile beschränkt ist, vorgezogen. Ein bedeutender Unterschied zum Extrusionsverfahren liegt darin, dass es sich um diskontinuierliches Verfahren handelt.

Beim Spritzgießen wird praktisch immer mit Granulatzugabe gearbeitet. Direktes Spritzgießen ist dagegen kaum am Markt vertreten, da es unflexibel, schwer zu handhaben und mit hohen Investitionsleistungen verbunden ist (Stadlbauer 2005). Für Anwendungen mit hohen Stückzahlen findet es aber durchaus seinen Markt.

Die Holzfüllgrade liegen beim Spritzgießen deutlich niedriger als bei der Extrusion. Beim Spritzgießen sind Holzfüllgrade zwischen 30 und maximal 60% üblich. Bei höheren Füllgraden wird die Viskosität des Materials zu hoch, das Material ist für die Zufuhrkanäle und komplexe Werkzeug nicht mehr flüssig genug.

Beim Spritzgießen wird das WPC-Granulat aus dem Trichter über eine Schnecke (vgl. Abbildung 12) („Einschneckenextruder“) gefördert und durch Friktion und Erwärmung geschmolzen. Die Schnecke verdichtet anschließend das Gemisch und spritzt ihn unter hohem Druck (typisch 1.000 bar (Nogossek 2005)) durch eine Düse in eine temperierte Spritzgießform („Werkzeug“) ein. Wie bei der Extrusion muss auch hier eine speziell abgestimmte Massetemperatur gewählt werden, um ein optimales Fließverhalten des Materials zu gewährleisten und gleichzeitig eine thermische Schädigung des Holzanteils auszuschließen. Außerdem gilt es einer möglichen Entmischung des Holz- und Kunststoffanteils entgegen zu wirken, da dies sonst negative Auswirkungen auf das optische Erscheinungsbild und die mechanischen Eigenschaften des WPC-Endproduktes haben kann. (Battenfeld 2004)

Anschließend wird die eingeschlossene Formmasse durch Kühlung des Werkzeugs wieder zum Erstarren gebracht.

„Nach der Restkühlzeit öffnet sich das Spritzgusswerkzeug und stößt das fertige Spritzgießteil aus.“ ... „Hinsichtlich des Formteilbildungsprozesses kann der Spritzgießprozess in Plastifizieren und Formteilbildung aufgeteilt werden. Bei der Formteilbildung werden die Prozesse wie Einspritzen, Verdichten (Kompression) und Kühlen durchlaufen. Verdichten und Kühlen laufen teilweise parallel ab. Die Aufteilung der Formteilbildung in Einspritz-, Kompressions- und Nachdruckphase bringt die wesentlichen Grundlagen für die heute realisierten Automatisierungskonzepte. Die Kompressionsphase bezeichnet die Zeit für die Umschaltung vom Einspritzdruck auf Nachdruck. Unmittelbar an das Kühlen schließt sich die Verfahrensstufe Entformen an. In diesem Teilprozess geschieht die Entnahme des fertigen Spritzgießformteils.“ (Haman 2004)

Die nun folgende schematische Darstellung der Spritzgießmaschine (Abbildung 12) veranschaulicht die Anordnung der prozessrelevanten Maschinenteile.



die Anpassung des Verfahrens, des Werkzeugs und der Rezeptur an das jeweils spezifische Produkt – und dies bei unterschiedlichen Rohstoffqualitäten – sind allerdings unvermeidbar. Die zu leistenden Lizenzgebühren für Verfahren, wie Strandex, Woodruder und EIN Engineering, fallen recht unterschiedlich aus und können mehrere Hunderttausend Euro betragen. (WRAP 2003)

Dies könnte wiederum einer der Hauptgründe dafür sein, dass sich beispielsweise das EIN-WOOD-Verfahren der japanischen Firma EIN Engineering auf dem europäischen Markt bisher nicht durchsetzen konnte. Der überwiegende Teil der in Deutschland eingesetzten Verfahren zur Holzextrusion basieren auf Cincinnati-Technik und einige beispielsweise auf Holzextrusionstechnik aus dem Hause Weber. (Kampf 2005)

Das Fasalex-Verfahren wird ebenfalls in der nun folgenden Tabelle aufgelistet, allerdings soll dem interessierten Leser folgendes nicht vorenthalten bleiben: „Die Fasalex GmbH hat das Lizenzmodell eingestellt und beschäftigt sich derzeit ausschließlich mit der Lohnextrusion sowie Granulatextrusion.“ (Strasser 2005).

In den nun folgenden zwei Tabellen werden einige national und international verwendete Verfahren zur WPC-Produktion vorgestellt, wobei festgestellt werden muss, dass beispielsweise Informationen über Lizenznehmer oder allgemeine Informationen zum Lizenzverfahren nur schwer erhältlich sind.

Markenname	Techwood®	Fasalex™	Fibrex®
<b>Technik</b>	TECHWOOD liefert eine Technologie, um compoundingierte Granulate aus 70% Holzfasern und 30% PP sowie Additiven zu produzieren. Die Restfeuchte beträgt <1%, so dass kein Vortrocknen notwendig ist.	Kein Vortrocknen nötig. Als Rohmaterialien dienen Holzfasern (60-80%), Stärke (10-25%) und 5-17% Kunststoffe, meist Polypropylen (PP). Zur WPC Herstellung wird lediglich ein an die WPC-Produktion angepasster konischer Doppelschneckenextruder benötigt. Outputrate: 230-420 kg/Std.	Die sogenannte Fibrex®-Technologie ermöglicht eine einwandfreie Produktion von WPCs mit einem Naturfaseranteil von 50-90%. „Herzstück dieses Konzepts ist ein an die individuellen Anforderungen abstimmbarer konischer Doppelschneckenextruder.“ (Kirsch und Daniel 2004).
<b>Lizenzen</b>	Um Granulate nach dem TECHWOOD-Verfahren herstellen zu können, ist eine Lizenz notwendig.	Eine Lizenzgebühr wird erst dann fällig, wenn der WPC-Hersteller plant eine eigene Fasalex Granulatproduktion zu starten,	
<b>Lizenznehmer (Beispiele)</b>			
<b>Anwendungen</b>	<b>Außenbereich:</b> Fassadenelemente, Profile, Spundwände	<b>Innenbereich:</b> Fensterprofile, gedeckt von Aluminiumprofilen, Innendekor, Wände, Decke und Boden, Möbel, Türen, Paneele, Verkleidungen, Abschlüsse, Technische Profile wie Kabelkanäle, Stützbalken; Außenanwendungen sind frühestens ab Jahresende 2004 verfügbar (Fasalex 2004)	Profile aller Art
<b>Vorteile</b>	hoher Ausstoß mit geringer Restfeuchte möglich; hohe Witterungsbeständigkeit; hohe Steifigkeit möglich; geringe Wanddicke von minimal 2 mm	keine Vortrocknung nötig, glatte Oberflächen möglich, bestehender Extruder kann zur WPC-Produktion genutzt werden	Eine vollständige Aufschmelzung und Dispergierung des Materials ermöglicht höhere Produktqualitäten in Sachen Optik und Festigkeit. Auch das Quellverhalten kann dadurch positiv beeinflusst werden. „Ein weiterer Vorteil des Fibrex®-Konzeptes besteht in der Rückdruckunabhängigkeit, die den Einsatz unterschiedlicher Werkzeuge bei unterschiedlichen Ausstoßen und gleichzeitig kontrollierbaren Prozessparametern ermöglicht“ (Kirsch und Daniel 2004)
<b>Nachteile</b>	Oberflächenbehandlung notwendig für Außenanwendungen Spezialausrüstung für Vortrocknung, Schraubengeometrie und Werkzeugdesign notwendig	keine Außenanwendungen möglich	

Quelle: WRAP 2003



Tabelle 6: WPC-Verfahren und Lizenzen (1)

Markenname	Strandex	Woodtruder	EIN WOOD™
<b>Technik</b>	Strandex hat das Schraubendesign und das Verfahren zusammen mit Cincinnati Extrusion entwickelt. Es wird ein konisch geformter Doppelschneckenextruder verwendet. Das System nutzt modifizierte Technologie zur Herstellung von Kunststoffen. (Patent auf spezielle Faserorientierung im Werkzeug) Holzfasergehalt bis max. 70%, PE (30%); Outputrate: 600 kg/Std.	Das Woodtruder-Verfahren nutzt einen parallel arbeitenden Zwillingsschrauben- und einen darauf montierten Einzelschraubenextruder mit Seitenzuführung zur WPC-Herstellung. Verwendbare Kunststoffe: HPDE, PP, PS, PVC, ABS und recycelte Kunststoffe. Verwendbare Naturfasern: Holzfasern, Erdnussschalen, Reishülsen, Holzspäne und Jute. Outputrate: 300-900 kg/Std.	EIN Engineering lizenziert Herstellungsverfahren für WPC-Produkte schwerpunktmäßig mit einem Extrusionsverfahren. Zur WPC-Produktion nutzt EIN Engineering PE und PP (40-50%) und Holzmehl (50-60%). Outputrate: 100 kg/Std.
<b>Lizenzen</b>	Die Lizenz selber wird mit einer einmaligen Zahlung erworben. Die zur Produktion notwendigen Pressformen kosten zusätzlich; hinzu kommt eine vom erzielten Ausstoß abgängige Gebühr.		
<b>Lizenznehmer (Beispiele)</b>	<b>Nordamerika:</b> Compos-A-Tron Manufacturing Inc.; Premium Composites, LLC; Louisiana-Pacific Corporation; PlyGem Industries, Inc./Kroy Building Products; Universal Forest Products; <b>Japan:</b> Eidai Kako Co., Ltd.; Sekisui Chemical Co., Ltd.; <b>Europa:</b> Strandex Europe; Silvadec SA; ( <a href="http://www.strandex.com/licensees.html">www.strandex.com/licensees.html</a> ). Copywood GmbH*		<b>Nordamerika:</b> GSW Thermoplastics Inc.; <b>Japan:</b> Green Techno, Green Techno Miyama; Sugi Hide Kogyo Co. Ltd.; Ein Superwood Co., Ltd.; Misaw Hime Co., Ltd.; YKK AP Co., Ltd.; Kayaba Industry Co. Ltd.; Juken Sangyo Co. Ltd.; ECO-World Co. Ltd.; Green-Tech Co. Ltd.; Lee-Tech Co. Ltd.; Fukui Techno Green; <b>Korea:</b> S&E Corp.
<b>Anwendungen</b>	<b>Außenbereich:</b> Türrahmen, Pfosten und Schwellen, Fensterrahmen von Rahmen von Oberlichtern, Tragrahmen von Stahltüren, Zäune und Zaunpfosten, Garten- und Büromöbel, Lärmschutzwände sowie horizontale und vertikale Verkleidungen, Terrassenböden <b>Innenbereich:</b> Küchenschränke und -arbeitsplatten, Ersatz für Laminatböden, Vorgefertigte Bodenfliesen, Decken- und Wandverkleidung	Das Woodtruder-Verfahren stellt ein sehr gebräuchliches Verfahren in den USA dar, da es insbesondere in der Deckingproduktion, aber auch in der Fenster- und Türenproduktion, verbreitet ist.	<b>Außenbereich:</b> Zäune, Anzeigetafeln, Poller; <b>Innenbereich:</b> Treppen, Handläufe, Auftrittflächen, Verandateile; <b>Produkte für den öffentlichen Bereich:</b> Rahmenkonstruktionen (für Fenster und Türprofile), Vorsprünge, Lärmschutzwände für Autobahnen etc.
<b>Vorteile</b>		Fasern mit einem Feuchtigkeitsgehalt <8% sind verwendbar; Getrennte Aufheizung und Schmelze von Fasern und Polymer; Gute Durchmischung von Fasern und Polymer; Hoher Druck bei niedriger Schmelztemperatur möglich; Keine weiteren Kosten für Trocknung, Zerkleinerung und Mischen	
<b>Nachteile</b>		Restfeuchte des Holzes kann während der Verarbeitung nicht überwacht werden	relativ geringe Outputrate und hohe Lizenzgebühren
Quelle: WRAP 2003	* <a href="http://www.architekten24.de/produkte/produkte-terrassen/terrassenbelaege-aussenanlagen-copywood/">http://www.architekten24.de/produkte/produkte-terrassen/terrassenbelaege-aussenanlagen-copywood/</a>		

Tabelle 7: WPC-Verfahren und Lizenzen (2)

Im nächsten Kapitel werden einige wichtige mechanische Eigenschaften von WPC vorgestellt und mit Werten von anderen gefüllten und verstärkten Kunststoffen verglichen.

## 4. Eigenschaften und Funktionalitäten von WPC

In diesem Abschnitt werden die spezifischen mechanischen Eigenschaften, die Alterungsbeständigkeit und die Recyclingfähigkeit von WPC-Produkten diskutiert und mit anderen Materialien verglichen.

Wenn ein neues Material in den Markt eingeführt werden soll, ist das Wissen über die Eigenschaften und Funktionalitäten, über die Kennwerte des Materials von großer Bedeutung. Dies gilt umso mehr, wenn das Material versucht, existierende Materialien auf Basis etablierter Kunststoffe zu substituieren. Für diese etablierten Kunststoffe liegen umfassende Kennwerte vor, die dem Ingenieur die Entscheidung erleichtern, für welchen Zweck er welchem Material den Vorzug geben soll. Ferner ermöglichen die Kennwerte, im Vorfeld Simulationen (CAE, CAD) durchzuführen, um z.B. die Auslegung des Werkzeugs oder auch die Wandstärken späterer Produkte optimieren zu können.

Akteuren aus dem Kunststoffbereich ist dies seit langem bekannt. Untersuchungen zeigen, dass das Vorhandensein von Kennwerten ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Materialauswahl darstellt. Die Akteure aus dem Bereich der Holzindustrie haben, ebenso wie die Akteure aus dem Bereich Naturfasern, hier noch Nachholbedarf.

Im Rahmen dieser Marktstudie wurden über ein Dutzend WPC-Datenblätter zusammengetragen und ausgewertet. Dabei zeigte sich:

- Die Datenlage in Bezug auf Kennwerte von WPC-Materialien ist als unbefriedigend zu bezeichnen. Sie ist sogar deutlich schlechter als bei den „Schwestermaterialien“ Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK).
- Die WPC-Kennwerte stammen fast ausschließlich von den Produzenten selbst. Dabei verwendet (nahezu) jeder Hersteller andere Normen, so dass ein Vergleich untereinander und mit anderen Materialien nur schwer möglich ist. Zudem sind die Daten meistens unvollständig.
- Es ist zu erwarten, dass WPC – ebenso wie NFK – gerade bei Kennwerten jenseits der mechanischen Standardwerte (Festigkeit, Steifigkeit (Modul) und Schlagzähigkeit) Besonderheiten aufweisen, wie z.B. beim (sehr guten!) thermischen Schrumpfungsverhalten. Erst wenn alle Kenndaten bekannt sind, kann das Potenzial von WPC zielgenau ausgeschöpft und auch eine adäquate Wertschöpfung generiert.
- Oftmals sind nicht einmal die verwendeten Holz-Rohstoffe benannt, obwohl diese ganz maßgeblichen Einfluss auf die Materialeigenschaften haben.
- Die im Folgenden gezeigten WPC-Daten sind mit großer Vorsicht zu genießen. Einige Herstellerangaben erscheinen bei der Kenntnis der Werte anderer Materialien als wenig glaubhaft. Bis von unabhängiger Seite mit normgerechten Messungen ermittelte Daten vorliegen, sind wir auf die Angaben der Hersteller angewiesen.

In Tabelle 8 sind einige der erhobenen Daten beispielhaft dargestellt. Zu Vergleichszwecken wurden auch Werte einer MDF-Platte, von Naturholz und einem naturfaserverstärkten Kunststoff (PP-Hanf, Faseranteil 45%) hinzugezogen. Die Werte sind, wie schon gesagt, mit Vorsicht zu genießen. Vor allem die Werte für das WPC mit 70% Holzanteil erscheinen unrealistisch. Aus diesem Grund wurde beispielsweise der Biegemodulwert von 8.000 MPa in den Grafiken in Kapitel 4.1 nicht aufgenommen.

Material	Biegemodul (MPa)	Biegefestigkeit (MPa)	Zugmodul (MPa)	Zugfestigkeit (MPa)
WPC 40% Holz, PP	2825		3395	26,3
WPC 55% Holz, 45% PP	2300	41,2	2600	21,4
WPC 55% Holz, 45% PE	2300	28,4	2400	16,2
WPC 70% Holz, 30% PP	8000	85	6300	40
PP-NF (Hanf) 45%	5109	76	5037	53
Naturholz (Penderosa-Pinie)	9400	87,9	10100	43,6
Holzfaserverplatte (MDF)	3900	36,7	3100	17

Tabelle 8: Mechanische Eigenschaften einiger exemplarischer WPC und weiteren Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

(Quelle: Kaczmarek und Wortberg 2003, ergänzt)

Zum Teil ist bei den Daten auch nicht klar, ob es sich um Kennwerte für genormte Prüfstäbe oder um die von Profilen handelt. Da bei Profilen die Struktur zusätzliche Stabilität bringt, sind die höheren Werte dann keine Material-, sondern Produkteigenschaften. Ein Vergleich mit anderen Materialien ist auf diese Weise nicht möglich.

Daniel & Kirsch 2004 schreiben zu den mechanischen Eigenschaften von Profilen: „WPC-Profile weisen sehr hohe Festigkeiten und E-Module auf. Abhängig vom Holz- und Kunststoffanteil betragen die Biegefestigkeiten zwischen 25 MPa und 80 MPa und die Biegemodule zwischen 3.000 MPa und 8.000 MPa.“ Eine Biegefestigkeit von 80 MPa ist dabei die absolute Ausnahme (wenn der Wert überhaupt ein Materialwert ist!), Werte bis 40 MPa sind üblich und WPC damit in Bezug auf die Biegefestigkeit weniger als halb so gut wie Fichte oder Kiefer (Korte 2005).

Die folgende Übersicht zeigt, welche Kennwerte für neue Materialien im Idealfall vorliegen sollten, um der Kunststoff-verarbeitenden Industrie die Informationen liefern zu können, die sie bei etablierten Kunststoffen gewöhnt sind (z.B. Kunststoffdatenbank CAMPUS®). Die Liste wurden von den Partnern nova-Institut (Hürth), M-Base (Aachen) und dem Faserinstitut Bremen (FIBRE) im Rahmen der PP-NF-Kampagne zur Markteinführung von Naturfaserverstärkten Kunststoffen entwickelt. Das Projekt wird finanziell von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) unterstützt (FKZ: 22006304).

### Zusammensetzung des Granulats

- Polymermatrix (Typ, Gewichtsanteil)
- Zuggeführtes Holzmaterial (Art, Gewichtsanteil)
- Haftvermittler (Typ, Gewichtsanteil)
- Weitere Additive (Typen, Gewichtsanteile)

**Materialkennwerte** (auf Basis normgerechter Prüfkörper und Prüfverfahren, entsprechende Normen jeweils in Klammern)

- Zugfestigkeit (Wert nach ISO 527 in MPa)
- Zugmodul (Wert nach ISO 527 in MPa)
- Biegefestigkeit (Wert nach ISO 178 in MPa)
- Biegemodul (Wert nach ISO 178 in MPa)

- Streckspannung (Wert nach ISO 527 in MPa)
- Streckdehnung (Wert nach ISO 527 in %)
- Charpy-Schlagzähigkeit (+23°C) (Wert nach ISO 179/1eU in kJ/m<sup>2</sup>)
- Charpy-Schlagzähigkeit (-30°C) (Wert nach ISO 179/1eU in kJ/m<sup>2</sup>)
- Charpy-Kerbschlagzähigkeit (+23°C) (Wert nach ISO 179/1eA in kJ/m<sup>2</sup>)
- Charpy-Kerbschlagzähigkeit (-30°C) (Wert nach ISO 179/1eA in kJ/m<sup>2</sup>)
- Izod-Schlagzähigkeit (Wert nach ISO 180)
- Izod-Kerbschlagzähigkeit (Wert nach ISO 180)
- Kriechmodul 1.000 h (Wert nach ISO 899 in MPa)
- Dichte (Wert nach ISO 1183 in kg/m<sup>3</sup>)
- Feuchtigkeitsaufnahme (Wert nach ISO 62 in %)
- Schmelzevolumenrate (nach Norm für PP bei 230°C zu messen oder Wert nach ISO 1133 in cm<sup>3</sup>/10min)
- Viskositäts-Schergeschwindigkeits-Diagramm (Wert nach ISO 11443 in Pa\*s; 1/s; °C)
- Schubmodul-Temperatur (Wert nach ISO 6721 MPa)
- HDT Wärmeformbeständigkeit (Wert nach ISO 75 in °C (1.8, 0.45 und 8.0 MPa))
- VICAT Erweichungstemperatur (Wert nach ISO 306 in °C (50 °C/h 50 N))
- Schwindung (Wert nach ISO 294 in % (parallel und normal))
- Fließlänge-Wandstärke Diagramm (keine Norm)
- Fogging (Wert nach DIN 75201 oder VDA 270, 275, 276, 277 oder 278 (verwendete Norm ist anzugeben))

### **Fragen zu den Produkteigenschaften**

- Sind Informationen zur Brennbarkeit verfügbar? Hat das Material eine UL-Yellow Card?
- Existieren Informationen zur Schwankungsbreite der Eigenschaften im Handelsprodukt?
- Gibt es Informationen zur Chemikalienbeständigkeit? Bitte ggf. Datenblätter beilegen.
- Erfüllt das Material die Spezifikation von OEM (Automobilkonzerne)? Bitte ggf. weitergehende Infos beilegen.
- Wurden Studien zur Reproduzierbarkeit der Materialqualität durchgeführt?
- Welche Eigenschaften haben die Fasern nach der Compoundierung (Länge, Feinheit, Orientierung)?
- Wie ordnen Sie ihr Produkt im Vergleich zu (welchen?) konventionellen Polymeren und Verbundwerkstoffen ein? (Eigenschaften, Preis?)

## 4.1 Mechanische Eigenschaften von WPC

Trotz der Vorbemerkungen, dass auf aktueller Datenbasis kaum eine belastbare Bewertung von WPC im Vergleich zu anderen Materialien möglich ist, soll in diesem Kapitel der Versuch unternommen werden, zumindest für die Standard-Kennwerte eine Einordnung vorzunehmen.

Die mechanischen Eigenschaften eines WPC-Produkts werden im Wesentlichen von drei Faktoren bestimmt: „Die WPC-Produkteigenschaften hängen von der Verbundstruktur sowie von der Qualität des Rohmaterials und des Verarbeitungsprozesses ab“ (Kaczmarek und Wortberg 2003).

### *Rohmaterial – füllen oder verstärken?*

Die Art des Rohmaterials hat im Falle von Holz einen sehr großen und maßgeblichen Einfluss auf die Materialeigenschaften. Ob es sich um Späne, Schnitzel, Mehl oder gar wirkliche Einzelfasern (siehe Kapitel 2.3) handelt, hat unmittelbare Folgen für z.B. die Festig- und Steifigkeit des Materials.

Der Schlankheitsgrad des Materials, der das Verhältnis zwischen Breite und Länge angibt, entscheidet darüber, ob das Material zum Füllstoff oder zur Verstärkungsfasern wird. Bei einem Schlankheitsgrad von 1:50 oder größer spricht man von einem Füllstoff. Ein Füllstoff führt zu einer höheren Steifigkeit, aber nur zu einer geringen Verbesserung der Festigkeit. Typischer Füllstoff in der Kunststoffindustrie ist Talkum (Kreide). Holzmehl ebenso wie Späne und Schnitzel können von ihrem Schlankheitsgrad nur Füllstoff sein und treten damit technisch und ökonomisch in Konkurrenz zu Talkum. (Snijder 2005, Lützkendorf 2005, Kohler 2005)

Bei einem Schlankheitsfaktor von 1:50 oder niedriger wird das Material zur Verstärkungsfasern. Elementare Holzfasern erfüllen diese Bedingung, ihr Schlankheitsgrad liegt z.B. bei 1:100. Auffibrillierte Naturfasern wie Hanf kommen auf Schlankheitsgrade von 1:200 und niedriger; noch besser liegen Glasfasern. Mit Verstärkungsfasern werden die Kunststoffe nicht nur steifer sondern zeigen auch höhere Festigkeiten. Dabei spielt neben dem Schlankheitsgrad (dessen Effekt vor allem die Vergrößerung der Oberfläche zur Matrix ist) auch die Festigkeit der Faser selbst eine Rolle. Hier sind Holzfasern deutlich im Nachteil gegenüber Bastfasern wie Flachs oder Hanf. (Snijder 2005, Lützkendorf 2005, Kohler 2005)

Demnach können WPC-Materialien in Bezug auf Zug- und Biegefestigkeiten selbst bei der Verwendung von Holzfasern nicht die Werte der naturfaserverstärkten Kunststoffe erreichen. Da diese aber auch erheblich teurer sind, ist dies nicht unbedingt dramatisch. Vielmehr decken beide Werkstoffe gemeinsam ein sehr breites Anforderungsprofil in Bezug auf technische Eigenschaften und Preise ab.

### *Grenzen der Betrachtung*

Infolge des großen Einflusses des Rohstoffes Holz auf die mechanische Eigenschaften macht es wenig Sinn, Kennwerte verschiedener WPC ohne Benennung der verwendeten Rohstoffe und ihrer relativen Anteile im Material zusammen zu stellen. Da die Produzenten diesbezüglich aber kaum Angaben machen, war eine solche differenzierte Darstellung im Rahmen der Studie nicht möglich.

Auch der Holzanteil spielt neben den bereits erwähnten Einflussfaktoren eine bedeutende Rolle. „So steigt die Steifigkeit von PP mit Holzfasern in einem großen Bereich annähernd linear mit dem Holzfaseranteil an.“ WPC mit 50% Holz ist beispielsweise fünfmal so steif wie reines PP (Kaczmarek und Wortberg 2003).

### *Verbundstruktur*

Die mechanischen Eigenschaften des Materials werden bei Verbundmaterialien, bestehend aus einer Kunststoffmatrix und einem Füll- oder Verstärkungsmaterial, vor allem durch die Bindung/Haftung zwischen dem Füll- bzw. Verstärkungsmaterial und der Matrix bestimmt. Bei Verwendung von Mineralöl-basierten Massenkunststoffen wie PP und PE kommt es ohne Haftvermittler aufgrund der Polarität der Kunststoffe und des Holzes zu keiner wirklichen Verbindung.

Aus diesem Grund werden praktisch immer Haftvermittler, wie vor allem Maleinsäureanhydrid (MA) (in Form MAPP-Granulat = mit MA gepropftes PP), eingesetzt, um die Bindung und damit die Steifigkeits- und Festigkeitswerte zu verbessern. Dabei wird die poröse Holzmatrix verdichtet und die Kunststoffmatrix kann teilweise in verbleibende Hohlräume eindringen.

Außerdem führt die Zugabe von Haftvermittlern und anderen Additiven dazu, die Oberflächenqualität zu optimieren und die Wasserabsorptionfähigkeit zu verringern.

### *Verarbeitungsprozess*

Neben einer gleich bleibenden Qualität der Holzfasern muss ebenfalls eine möglichst konstante Verarbeitungsqualität gewährleistet sein, um vergleichbare mechanische Eigenschaften zu erhalten. Das Holz muss unversehrt verarbeitet werden. Zu lange Verweilzeiten oder Überhitzung sind zu vermeiden.

Eine schlechte Vermischung im Extruder kann zudem zu inhomogenen Materialeigenschaften und Schwachstellen im Material führen. Je nach Materialvorbereitung können außerdem bei gleicher Materialmischung sehr unterschiedliche Produkteigenschaften erzielt werden (Korte & Hansmann 2005).

## ***Mechanische Werte von WPC im Vergleich***

### *Dichtewerte und Quellverhalten*

Im Rahmen der Kurzstudie wurde festgestellt, dass in Abhängigkeit vom Holzanteil und der Spangröße die Dichte des WPC-Materials in der Regel zwischen 0,9 und 1,4 g/cm<sup>3</sup> variiert. Damit ist WPC schwerer als die beiden Ausgangskomponenten Holz und Kunststoff für sich alleine genommen. Der Grund: Die poröse Holzstruktur wird verdichtet (theoretische Dichte des Holzes ohne Hohlräume 1,45 – 1,49 g/cm<sup>3</sup>) und der Kunststoff kann teilweise in verbleibende Hohlräume eindringen.

Dies hat neben einer höheren Dichte eine - im Vergleich zu Massivholz – verringerte, sehr verlangsamte Quellbarkeit des WPC-Materials durch Wasser zur Folge (design report 2004). Die Quellbarkeit ist ein wichtiger Parameter, da mit einer Quellung eine Veränderung der mechanischen Werte verbunden ist.

So kann es beispielsweise sein, dass ein WPC mit 70% Holzanteil nach der Verarbeitung bei einer Lagerung von 23 °C und 50% relativer Feuchte noch etwa 2% an Masse zunimmt. „Bis Massekonstanz erreicht wird, vergeht etwa ein halbes Jahr.“ (Kaczmarek und Wortberg 2003). Dies ist aber sehr vom WPC-Material und Produkt abhängig. Im Falle einer Feuchtigkeitszunahme werden Steifigkeit und Festigkeit herabgesetzt, die Dehnung bis zum Bruch nimmt zu (Kaczmarek und Wortberg 2003). Eine Gewichtszunahme durch Wasserabsorption lag bei fast allen untersuchten WPC-Marken bei 1-2% nach 24 Stunden. Eine Ausnahme bildete beispielsweise die „LEX“-Serie von Fasalex, wobei nach Angaben des Produktdatenblattes eine Gewichtszunahme bis zu 21,3% nach 2 Stunden zu verzeichnen ist. Allerdings wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich um ein WPC für den Innenbereich handelt.

### Zug- und Biegefestigkeiten, Steifigkeit und Schlagzähigkeit

Bevor wir zu einer eigenen vergleichenden Darstellung der genannten Standardparameter kommen, soll eine Grafik von Schwendemann & Frisk 2004 vorgestellt und diskutiert werden, in der PP-Holz 50%, reines PP und PP-Talkum 30% verglichen werden.

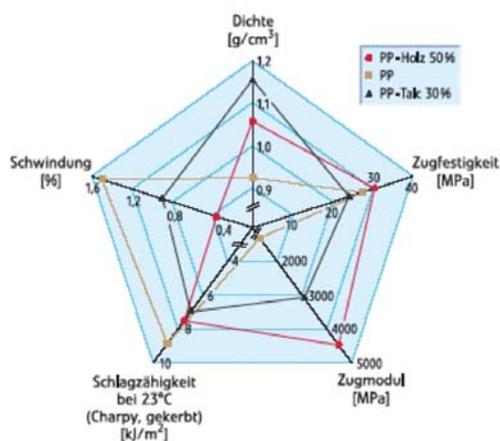


Abbildung 13: Mechanische Eigenschaften von WPC im Vergleich zu anderen Materialien

(Quelle: Schwendemann und Frisk 2004)

Wie es sich für einen Füllstoff gehört, erhöhen sowohl Talkum als auch Holz die Steifigkeit (Zugmodul) ganz erheblich. Die Zugfestigkeit wird dagegen kaum verändert, das Schrumpfungsverhalten wird deutlich verbessert. Die Verschlechterung der Schlagzähigkeit erfolgt wie erwartet, da sie in der Regel gegenläufig zur Verbesserung der Steifigkeit erfolgt. Die Dichte wird, wie oben beschrieben, deutlich erhöht.

Gegenüber PP-Talkum 30% hat WPC eine deutlich bessere Steifigkeit, eine bessere Festigkeit, eine bessere Schlagzähigkeit, eine (noch) geringere thermische Schwindung und eine geringere Dichte.

Da PP-Talkum ein sehr weit verbreitetes Material ist, können WPC hier ein interessantes Substitutionspotenzial erschließen.

Der nun folgende Vergleich mechanischer Kennwerte zwischen WPC, naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK), Talkum-gefüllten und Glasfaser-verstärkten Kunststoffen verdeutlicht auf anschauliche Weise die Stärken und Schwächen der verschiedenen Werkstoffe.

Die Werte für PP-Talkum und PP-Glasfaser wurden renommierten Kunststoffdatenbanken, (wie KI-Web) und den jeweiligen Produktdatenblättern entnommen, die Werte für naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) stammen aus verschiedenen, von nova und FIBRE durchgeführten, normgerechten Vergleichs- und Rundtests und die Werte für WPC sind Herstellerangaben, deren Qualität und Belastbarkeit schwer einzuschätzen ist (s.o.). Vor allem ist nicht immer klar, ob es sich um Material- oder Produkttest handelt. Da die WPC-Produkte meist Profile sind, sind deren mechanische Werte durch die Profilstruktur bedingt deutlich besser als die eigentlichen Materialwerte.

### *Zug- und Biegefestigkeit*

Abbildung 14 zeigt die Zugfestigkeit für die vier Materialgruppen. WPC (PE oder PP mit Holz) und NFK (PP mit Bastfasern, Faseranteil 25 bis 45%) im Vergleich zu PP-Talkum 40% und PP-Glasfaser 20%. Für die beiden letzten Materialien wurde ein typischer Wert angesetzt, für WPC und NFK die Spanne der erhobenen bzw. gemessenen Werte (min – max).

Zunächst zeigt sich, dass kein Material an die Zugfestigkeit von PP-GF 20% herankommt. Hätte man zum Vergleich PP-GF 30% oder 40% genommen, wäre der Abstand zu den anderen Materialien noch höher ausgefallen. Werden hohe Zugfestigkeiten benötigt, kann glasfaserverstärktes Material weder durch WPC noch durch NFK substituiert werden.

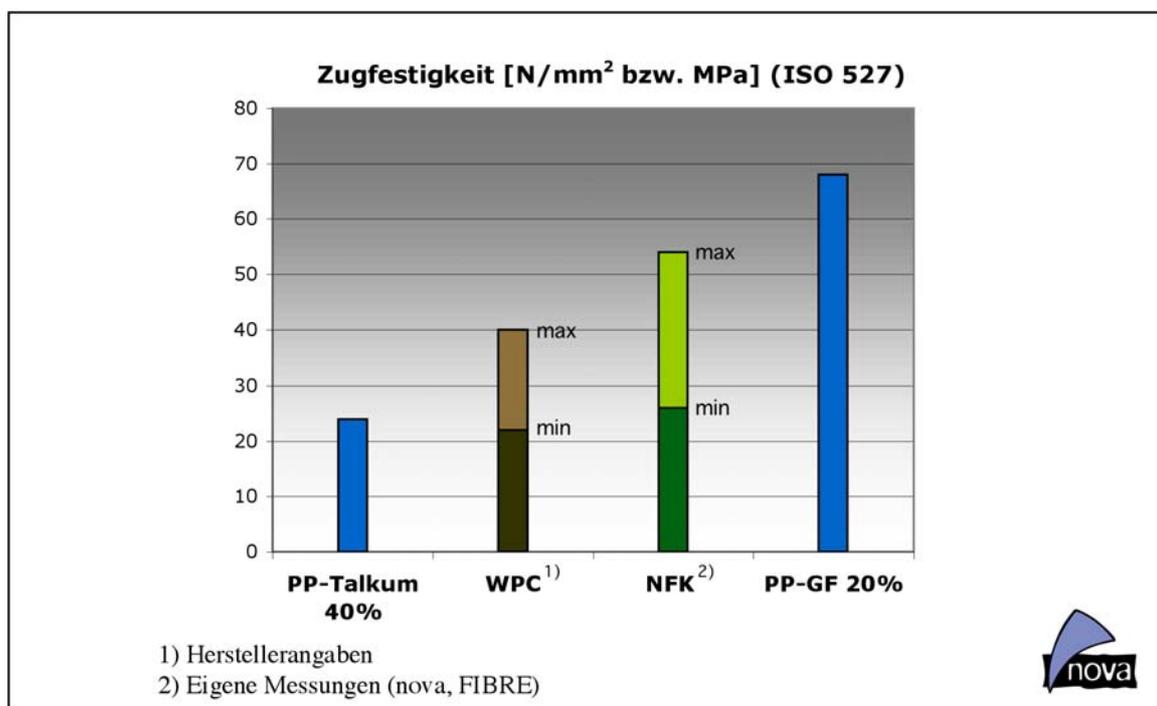


Abbildung 14: Zugfestigkeit im Vergleich

(Quelle: WPC-Produktdatenblätter und Karus et al. 2004)

Die Zugfestigkeiten von PP-Talkum 40% können von WPC-Materialien erreicht und übertroffen werden.

Die Zugfestigkeiten von NFK liegen tendenziell höher als die von WPC, was aufgrund der besseren Schlankheitsgrade der Bastfasern gegenüber Holz zu erwarten war. Vermutlich wäre der Abstand zwischen NFK und WPC höher, wenn auch für WPC normgerechte, unabhängige Messungen vorlägen und sichergestellt wäre, dass keine WPC-Profile gemessen wurden.

Für die Biegefestigkeiten ergibt sich weitgehend dasselbe Bild wie bei den Zugfestigkeiten, was auch von Theorie her zu erwarten ist. Lediglich das Maximum für WPC fällt aus dem Rahmen. Hier müsste überprüft werden, ob WPC-Materialien wirklich solche Werte erreichen können.

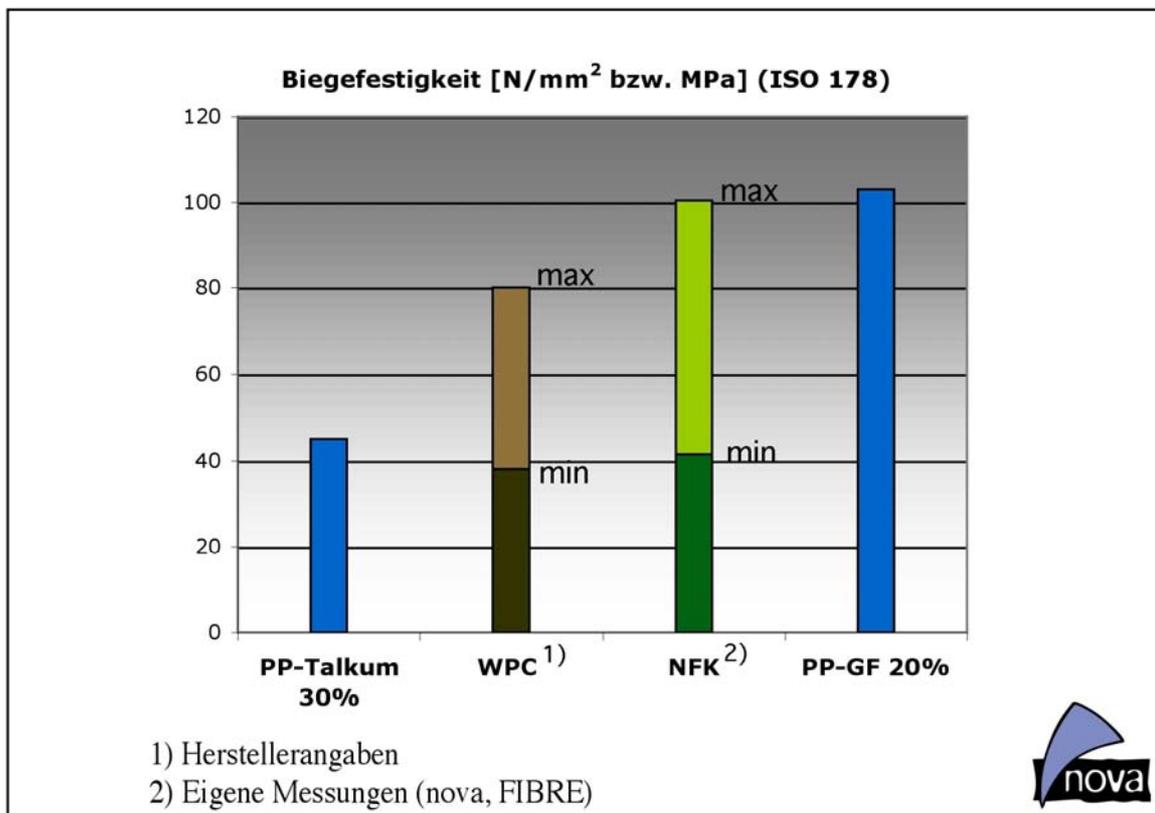


Abbildung 15: Biegefestigkeit im Vergleich

(Quelle: WPC-Produktdatenblätter und Karus et al. 2004)

### Steifigkeit

Bei der Steifigkeit, gemessen im Biegeversuch (Biegemodul) (Abbildung 16), zeigen sich zwischen den Materialien geringere Unterschiede als bei den Festigkeiten, grundsätzlich aber ähnliche Tendenzen. Auch dies ist zu erwarten. Auffallend ist die sehr große Wertespanne für die WPC-Materialien, die eine Überprüfung nahe legt, zumal die Höchstwerte für WPC nicht realistisch erscheinen.

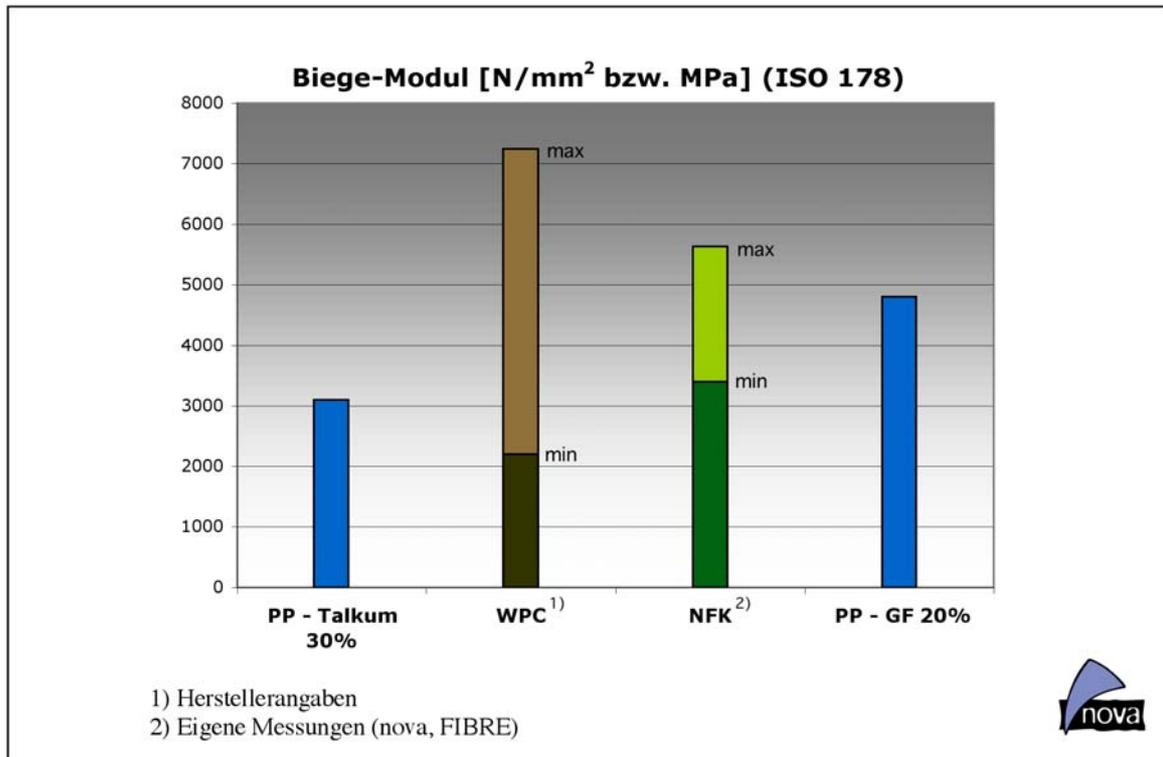


Abbildung 16: Biegemodule im Vergleich

(Quelle: WPC-Produktdatenblätter und Karus et al. 2004)

### Schlagzähigkeit

Abbildung 17 zeigt, dass WPC-Materialien und auch NFK Schwäche bei der Schlagzähigkeit aufweisen. Auch dies ist bekannt. Selbst im Vergleich zu PP-Talkum fallen die Werte für WPC nicht sehr überzeugend auf, zumal die Werte für WPC extrem schwanken.

Werden hohe Schlagzähigkeiten benötigt, so fällt die Wahl eher auf PP-Glasfaser 20 bis 40% oder auf ABS, das in reiner Form bereits Werte bis zu 50 kJ/m<sup>2</sup> erreicht.

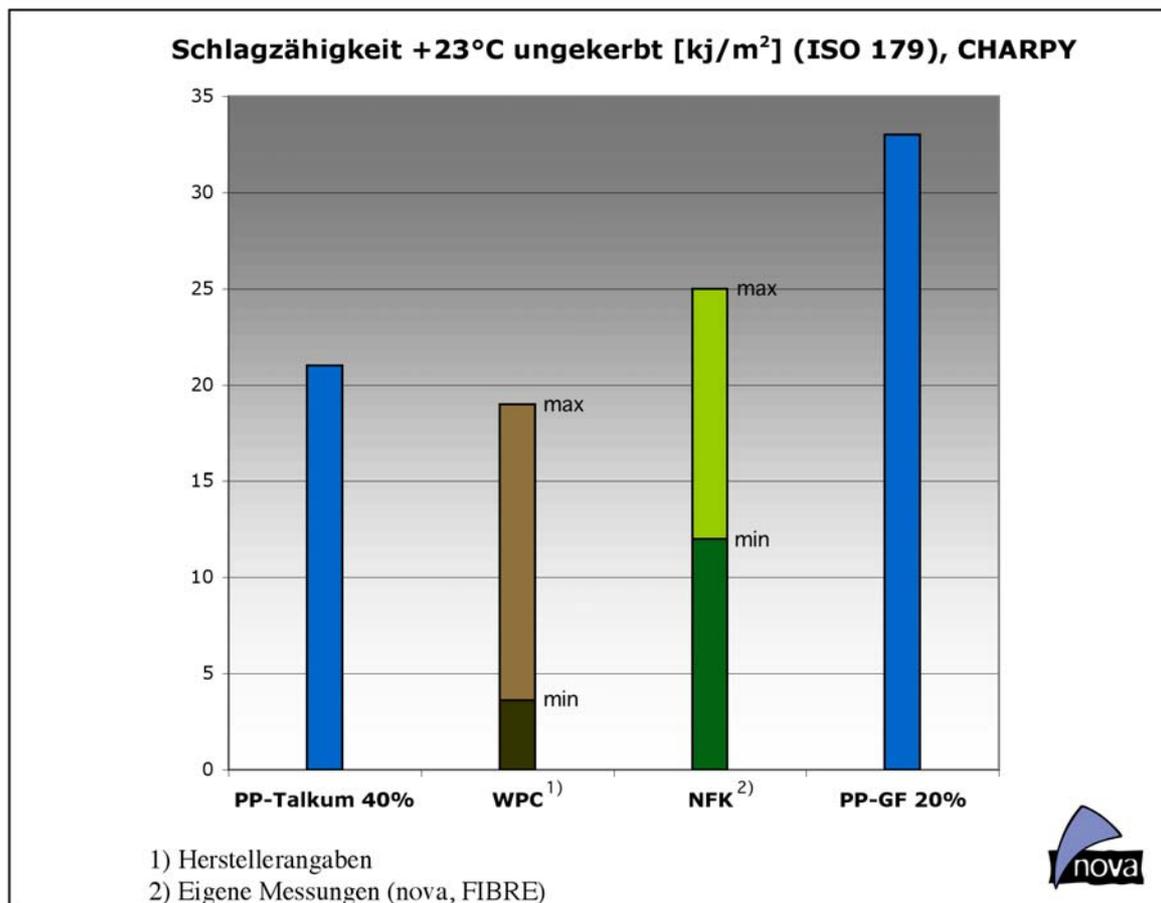


Abbildung 17: Schlagzähigkeit im Vergleich

(Quelle: WPC-Produktdatenblätter und Karus et al. 2004)

### Fazit

Auch wenn die Daten für WPC unvollständig sind, so lässt sich für die wenigen hier vorgestellten Kennwerte folgendes ableiten:

- WPC weisen gute Steifigkeiten und für viele Anwendungen ausreichende Festigkeiten auf. Eine Schwachstelle ist die geringe Schlagzähigkeit.
- Für die genannten Kennwerte und Materialien ergibt sich in erster Näherung folgendes Bild („<“ bedeutet „schlechter als“):  
PP-Talkum < WPC (PP mit Holzmehl, -spänen, -schnitzeln) < WPC (mit Holzfasern) < NFK (PP mit Bastfasern) < PP-Glasfaser 20% < PP-Glasfaser 40%

- Diese Reihenfolge nach technischen Werten entspricht weitgehend der Reihenfolge bei den Granulatspreisen.
- Durch geeignete Profile können die mechanischen Werte im Produkt verbessert werden.
- In vielen Anwendungen werden die hohen mechanischen Werte von PP-Glasfaser nicht wirklich benötigt, so dass eine Substitution durch NFK und teilweise sogar durch WPC durchaus möglich sein kann.

## 4.2 WPC-Alterungsbeständigkeit und Umwelteinwirkungen

Wood-Plastic-Composites werden vor allem in Außenanwendungen und weniger bei Innenanwendungen besonderen Umwelteinflüssen ausgesetzt, die zu Veränderungen der Eigenschaften und des Erscheinungsbildes von WPC führen können. Man unterscheidet zwischen biotischen (z.B. Pilze) und abiotischen (z.B. UV-Strahlung) Einflussfaktoren, die einzeln auf das WPC-Material Einfluss ausüben können oder im Zusammenwirken ihr Veränderungspotenzial entfalten.

*„Since most WPC are used in exterior applications, environmental exposure degrades material performance and reducing the recycling potential. Both fungal decay and UV exposure can change the structure of WPCs during their service life.“ (Clemons u.a. 2004)*

In der Frage der Alterungsbeständigkeit von WPC gehen die Meinungen der Experten auseinander. Es werden von WPC-Herstellern sogar 10-jährige Garantien für ihr Produkt gegeben (Timbertech 2005). Andererseits kann es bei WPC-Produkten im Außenbereich bereits innerhalb weniger Wochen aufgrund der UV-Einstrahlung und zu gering dosierten UV-Schutzadditiven zu einem Ausbleichen der Holzfasern kommen, so dass unter Umständen bestimmte Pflegemaßnahmen ergriffen werden müssen. Dabei muss die UV-Einstrahlung nicht besonders intensiv sein, um die Alterung des WPC-Materials zu beschleunigen. „Degradation of polymers as a result of photooxidation has undesirable effects, including a loss of strength, stiffness and surface quality“. (Stark und Matuana 2003)

Der Einsatz von UV-Blockern scheint in jedem Falle von Außenanwendungen nötig zu sein, um den Alterungsprozess zu verlangsamen oder wenn möglich ganz zu stoppen.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die Alterungsbeständigkeit von WPC stellt der Befall von Pilzen dar. Dabei unterscheidet man einerseits zwischen Holzzerstörern, wie dem echten Hausschwamm oder dem Kellerschwamm, und den Holz färbenden Pilzen, wie z.B. einigen Aspergillus-Arten, die eher einen oberflächlichen Befall verursachen (Korte 2005). Das Ausmaß des Pilzbefalls wird durch das Wasserabsorptionsvermögen des WPC-Materials beeinflusst. Je geringer die Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit von WPC-Anwendungen ist, desto eher kann Pilzbefall vermieden werden. Ein Pilzbefall ist nach Einschätzung von Holzexperten erst bei einer Holzfeuchte von über 20% zu erwarten (Korte 2005).

Des Weiteren spielen die Expositionsdauer und die Umgebungstemperatur eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung von Pilzen auf WPC. Die im Allgemeinen verwendeten, unterschiedlichen Holzarten haben hingegen keinen messbaren Einfluss auf das Pilzwachstum (Capocci u.a. 2004). Würde man besonders hochwertiges, dauerhaftes Holz einsetzen, das aus Verfügbarkeits- und Kostengründen nicht verwendet wird, wäre ein Einfluss sicherlich festzustellen und der Pilzbefall verringert (Korte 2005).

Generell kann man sagen, dass das Ausmaß des biologisch verursachten Zerfalls mit der Höhe des Holzfaserteils steigt. WPC-Rezepturen, die einen Holzanteil über 60 bis 70% haben und im Außenbereich eingesetzt werden, neigen dazu, einen erhöhten Grad an Pilzbefall und eine insgesamt herabgesetzte Dauerhaftigkeit aufzuweisen (Leithoff 2005).

Um dem biologisch-chemischen Zerfall zuvor zu kommen oder zu vermindern, können beispielsweise während des Produktionsprozesses entsprechende Additive beigemischt werden. Eine Zinkboratbeimengung, die den biologischen Zerfall verlangsamen könnte, würde erst nach rund 20 Jahren aus dem WPC-Material ausgewaschen sein. (Clemons u.a. 2004)

Es existieren auch sog. Multi-Functional-Additive, die beispielsweise die Fleckenbildung durch Pilzbefall und chemische Reaktionen zwischen Holzfasern, Mikroorganismen (z.B. Pilzen) und möglichen Metallteilen unterdrückt (Capocci u.a. 2004).

Aber nicht nur der biologisch-chemische Zerfall stellt ein Problem dar, sondern auch die Beeinflussung der mechanischen Werte durch klimatische Einflüsse. Selbst UV-stabilisierte WPC verloren „33% stiffness after 2000 h of weathering.“ (Stark & Matuana 2003). Bei dem sog. „weathering“, also der künstlichen Bewitterung, handelt es sich allerdings um eine intensive, zeitlich geraffte Simulation der auf das WPC-Material einwirkenden Klimafaktoren.

Es wurden nach Angaben von Stark und Matuana (2003) Versuche durchgeführt, um herauszufinden, in welchem Ausmaß die Farben von WPC-Produkten verblassen. Dabei wurden polypropylen- und polyethylenhaltige WPC untersucht. „The results indicated that the polypropylene-based composites faded more than the polyethylene (PE-)based composites.“ (Stark & Matuana 2003)

Zumindest in diesen Tests wurden entsprechende Resultate gefunden, die jedoch nicht unbedingt für alle entsprechenden WPC-Materialien gelten müssen, zumal die Farbbeständigkeit nicht nur von der eingesetzten Matrix abhängig ist.

Insgesamt ist die Optimierung der Beständigkeit von WPC gegenüber den sie umgebenden Umwelteinflüssen und den daraus folgenden potenziellen Zerfallsprozessen ein dynamisches Forschungsgebiet, in dem es noch viele bislang ungeklärte Probleme zu untersuchen und Lösungen zu finden gilt.

### 4.3 WPC-Recycling

Die Recycelfähigkeit wird als ein entscheidendes Argument für den Einsatz von WPC angeführt. Vor dem Hintergrund, dass in wenigen Jahren die ersten Produkte ihre Nutzungsdauer erreicht haben werden, ist es um so wichtiger, die Identifizierung der spezifischen Materialzusammensetzung zu gewährleisten.

WPC können natürlich auch am Ende des Verwendungszyklusses thermisch verwertet werden. „Finally WPC products can also be burned and used in energy production“ (Mali u.a. 2003). Trotzdem sollte die Wiederverwendung, das materielle Recyceln von WPC, einer thermischen Verwertung vorgezogen werden und aus technischer Sicht scheint dies auch kein Problem darzustellen (Stadlbauer 2005).

Grundsätzlich können thermoplastische WPC nach ihrer Nutzung wieder eingeschmolzen, zu Granulat verarbeitet und erneut extrudiert bzw. spritzgegossen werden. Inwiefern darunter die Qualität leidet bzw. frischer Holzrohstoff hinzugefügt werden muss, um den mechanischen Anforderungen zu genügen, ist noch nicht ausreichend untersucht worden.

„Ein Verkaufsargument ist die Umweltfreundlichkeit, welche durch die Verwendung von wiederverwertbaren sowie Restmaterialien (recyceltes Plastik und Holzreste) gewährleistet wird“ (Holz-Zentralblatt 2004). „Die Matrix aus Naturfasern und Thermoplasten ist zu 100% rezyklierbar.“ (Kirsch und Daniel 2004). Das zu einem großen Teil zur WPC-Produktion in Deutschland verwendete PP, kann als „environmentally friendly product“ (Eder und Schwarzbauer 2002) bezeichnet werden. Voraussetzung für das umweltfreundliche Image ist allerdings, dass kein PVC eingesetzt wird (Eder und Schwarzbauer 2002).

Wird eine der Thermoplasten (PE, PP) durch einen biologisch abbaubaren Kunststoff, natürliches Lignin oder durch Harze ersetzt, so ist ein biologischer Abbau zu 100% möglich. (Kirsch und Daniel 2004)

Grundsätzlich müssen jedoch beim Recycling bestimmte Standards eingehalten werden, um eine ökologisch und technisch optimale Lösung zu finden. Oft sind verschiedene Kunststoffe vermischt, „was eine Wiederaufbereitung nicht gerade einfach macht“ (Landmann 2004). Nach Möglichkeit sollten deshalb nur sortenreine Kunststoffe eingesetzt werden. Andererseits gibt es durchaus technische Möglichkeiten, die Zusammensetzung des aufzubereitenden Materials in kürzester Zeit festzustellen (Stadlbauer 2005). Clemons u.a. 2004 geben zu bedenken, dass eine „degradation of WPCs due to repeated processing cycles and environmental exposure“ das Recyclingverfahren durchaus verkomplizieren kann; hier sind noch weitergehende Forschungsaktivitäten notwendig.

#### *WPC sind schon Recyclingprodukte – macht eine zweite Recyclingrunde Sinn?*

Mit dem Einsatz von Holznebenprodukten, wie Spänen, Recycling von beispielsweise Paletten und ggf. Recycling-Kunststoffen in WPC, werden diese Materialien einer stofflichen Nutzung zugeführt, die sonst schwierig zu realisieren ist. Ähnliches gilt für die Recycling-Kunststoffe, die oft in der WPC-Produktion verwendet werden (s.u.).

Eine zweite stoffliche Nutzung durch erneutes Recycling, vor allem nach langer Gebrauchsdauer erscheint dann nicht sinnvoll, wenn die Sortenreinheit und damit der Einfluss auf die Gebrauchseigenschaften nicht mehr gegeben sind.

Aufgrund der hohen Verdichtung von WPC gegenüber Vollholz und der Anreicherung mit Kohlenwasserstoffen aus den Thermoplasten eignen sich WPC jedoch hervorragend für die thermische Nutzung. (Korte 2005)

#### *Einsatz von recycelten Kunststoffen*

Ökonomisch lohnenswert ist ein Einsatz von recyceltem Kunststoff bei der Herstellung von WPC-Produkten laut Clemons u.a. 2004 in jedem Fall. Aus diesem Grund seien im nachfolgenden Punkt - bezogen auf den US-Markt - einige Fakten zum Einsatz von recycelten Kunststoffen und Holz zur WPC-Produktion dargelegt.

*USA: Hoher Anteil von recyceltem Kunststoff und Holz in WPC*

Eine große Anzahl von WPC-Produzenten in den USA verwenden eine Mischung aus recyceltem Holz und recycelten Kunststoffen zur WPC-Produktion. „Boise has recently developed and introduced its new HomePlate siding made with 50 percent recycled polyethylene and 50 percent reprocessed “urban” wood fiber.“ (Clemons u.a. 2004)

Alleine der WPC-Marktführer Trex hat in 2002 eine tägliche Menge von 0,27 Mio. t Kunststoffabfällen bezogen. Die gesamte WPC-Industrie in Nordamerika hat in 2001 ca. 204 Mio. t Kunststoffe verarbeitet, wovon 95% aus recyceltem Material bestanden. (Clemons u.a. 2004)

*„Though WPCs can divert recyclable wood and plastic from the landfill and into durable building applications, additional environmental benefit could be obtained if the composites themselves are recycled at the end of their useful life.“ (Clemons u.a. 2004)*

## 5. Anwendungsgebiete

Im diesem Kapitel wird eine Zusammenstellung der aktuellen und zukünftig wichtigsten WPC-Anwendungsgebiete auf internationaler und nationaler Ebene gegeben. Dazu soll zunächst auf den nordamerikanischen, hier insbesondere den US-amerikanischen, und auf den japanischen Markt eingegangen werden.

### 5.1 Aktuell wichtigste Anwendungsgebiete für WPC in Nordamerika

Besonders in den USA haben Wood-Plastic-Composites (WPC) schon einen beachtlichen Marktanteil erobern können, nicht zuletzt, weil durch das Verbot der dort bis Ende 2003 üblichen Holzschutzmittel auf Basis von CCA („chrome copper arsenic“) ein erhöhter Bedarf an dauerhafteren Holzprodukten („woodlike plastics“) entstand (Kürsten 2004). Redwood- und Zedernholzeinsatz bleibt aus Umweltgesichtspunkten nur begrenzt einsetzbar, um kesseldruckimprägniertes Holz mit arsenischen Verbindungen zu substituieren (Holz-Zentralblatt 2004). Diese Marktlücke haben WPC-Hersteller genutzt und sich positioniert. In Nordamerika decken WPC-Anwendungen inzwischen ein breites Anwendungsspektrum ab.

#### *WPC im Bausektor*

Bauprodukte stellen das dominierende Marktsegment dar. Rund 75% der WPC werden in den USA im Baubereich verwendet (Schwarzbauer und Eder 2003). Über 53% des gesamten WPC-Marktvolumens machen dabei Terrassen- und Verandenböden – die sog. „Deckings“ - aus (Morton 2003).

Schon im Jahr 2003 hatten WPC-Deckings einen Anteil von 14% am gesamten Deckingmarkt, der rund 3,5 Milliarden US-\$ umfasste. (vgl. Kapitel 7.1). Deckings werden fast ausschließlich aus Polyethylen (PE) und mit einem Holzanteil von 50-70 % verwendet (Holz-Zentralblatt 2004). Firmen wie TimberTech, US Plastic Lumber, AERT und Louisiana-Pacific zählen zu den führenden Unternehmen. CertainTeed verwendet PVC und Correct Deck PP zur Deckingherstellung. (Maine 2004)

#### *Überblick über WPC-Anwendungsbereiche*

Weitere große Anwendungsgebiete stellen der Bedarf in der Infrastruktur (Promenaden, Lärmschutzwände und Hafendocks), in der Zaun- und Geländerherstellung und der Fenster- und Türenproduktion dar (Wolcott and Smith 2004).

Abbildung 18 liefert einen Überblick über die wichtigsten aktuellen Anwendungsgebiete in den USA in 2003, aber es zeigt sich, dass „exterior structural applications such as marine, transportation and deck structures are likely initial markets“ (Wolcott and Smith 2004), auf die weitere Anwendungen folgen werden.

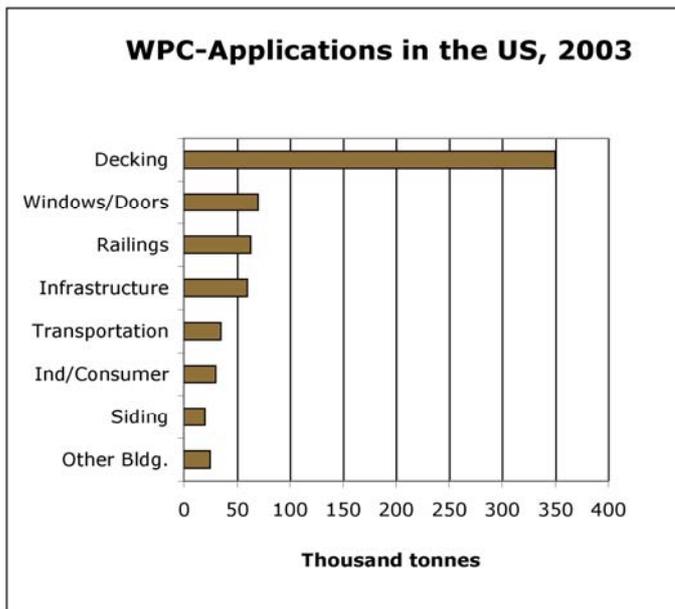


Abbildung 18: Wichtigste WPC-Anwendungen in den USA  
(Quelle: Morton 2003)

Zur Veranschaulichung im Folgenden eine Anwendung, die die höchsten Produktionszahlen aufzuweisen hat, wie auch in Abbildung 18 ersichtlich: Decking



Abbildung 19: Decking der Firma Correct Building Products (USA)  
(Quelle: Homepage der Firma Correct Building Products, 2005)

Zukünftig wird angestrebt, neben dem Wachstumsfeld Decking, in der Automobilindustrie, der Möbelindustrie (Gartenmöbel) und im Freizeit- und Sportartikelsektor WPC-Marktanteile zu gewinnen (Mali u.a. 2003).

## 5.2 WPC-Anwendungsgebiete in Japan

In Japan existiert ebenfalls ein Markt für Deckings, Möbel (Innen- und Außenbereich), Fußbodenbelag und Wandelemente (Clemons 2002). Hier ist es bereits möglich, Möbel aus WPC zu kaufen, aber „die wertmäßig interessantesten Anwendungen bestehen auch hier im Baubereich“ (Schwarzbauer und Eder 2003). Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt im Automobilsektor (Kikuchi 2002).

Eine sehr umfassende Produktpalette sowohl für den Innen- als auch den Außenbereich von WPC-Anwendungen bietet die im japanischen WPC-Markt führende Firma EIN Engineering Co. Ltd an. (vgl. Kapitel 7.1). Die Anwendungen erstrecken sich beispielsweise über folgende Bereiche:

- Bau von Garagen und Vorrathshäusern
- Bodenbeläge aller Art im Innen- und Außenbereich
- Trennwände, Schallschutzelemente, Isolationselemente und Türen
- Gartenzubehörprodukte, wie Blumentöpfe, Bänke, Kompost
- Profile aller Art



Abbildung 20: Produkte aus WPC

(Quelle: EIN Engineering Homepage, Stand 2005)

Wie im nächsten Punkt deutlich wird, haben der europäische und dementsprechend auch der deutsche WPC-Markt im Vergleich zum US- und japanischen Markt teilweise andere Anwendungsbereiche entwickelt.

## 5.3 Aktuelle wichtige Anwendungsgebiete in Deutschland und Europa

Im Vergleich mit dem nordamerikanischen WPC-Markt befinden sich der europäische und der deutsche WPC-Markt mengenmäßig noch in einem „embryonalen Zustand“ (Sperber 2005). „Während WPC in den USA und Japan seit einigen Jahren zunehmend für Fensterprofile, Verkleidungen von Gebäuden und für den Gartenbau zum Einsatz kommt, entdeckt der Markt in Europa erst in letzter Zeit diesen neuen Holzwerkstoff.“ (WKI für Holzforschung 2004)

Einige der befragten WPC-Firmen befinden sich noch in der Phase der Granulatentwicklung. In einigen Firmen ist die Serienfertigung von WPC-Produkten allerdings schon seit einigen Jahren Realität und dementsprechend sind schon vielfältige Anwen-

dungsbereiche besetzt worden, auch wenn die WPC-Produktionsmengenentwicklung noch weit hinter der in den USA zurückliegt.

Neben den quantitativen Unterschieden existieren auch strukturelle. WPC-Anwendungsgebiete, die in den USA ein sehr großes Marktvolumen besitzen, wie der Deckingmarkt, sind in Europa und Deutschland bislang nicht existent. (Clemons 2002)

Zumindest mag diese Aussage für das Jahr 2002 gegolten haben. Inzwischen zeichnen sich in Europa und Deutschland jedoch auch in diesem Anwendungsbereich erste Erfolge ab. Mehrere Firmen bieten inzwischen Terrassendielen auf WPC-Basis am Markt an und können im Jahr 2005 nicht über mangelnden Absatz klagen.



Abbildung 21: Exemplarischer Terrassenboden und Autolüfter der Firma Werzalit AG

(Quelle: Homepage der Werzalit AG, 2005)



Abbildung 22: Exemplarische Bodendielen der Firma Fawo Wood Deutschland GmbH

(Quelle: Homepage der Fawo®Wood GmbH, 2005)

Tabelle 10 zeigt einige der wichtigsten deutschen WPC-Firmen (Produzenten und Handelsgesellschaften) und deren aktuelle Anwendungsbereiche für WPC im Innen- als auch im Außenbereich.

 Hersteller	Innenanwendung	Außenanwendung
CopyWood GmbH	grundsätzlich auch für Möbelbau und Wandpaneelen geeignet	Türzargenprofil, Türschweller, Poolumrandung, Balkonboden, Freilandweg, Dach-, Balkon-, Pool-, Gartenterrassen, Freilandwege, Freilandterrassen, Rahmen, Laufstege, Bootsstege, Türzargen, Geländer, Fassaden
NOVO-TECH GmbH & Co. KG (ehemals: Fawo Wood Deutschland GmbH)	Sockelleisten, Tür- und Fensterrahmen, Möbel, Gerätetechnik, Wickelhülsen	Terrassenbodendielen, Aussenfassaden, Zäune, Pfosten, Dach- und Wandschindeln, Transportkisten, Verkleidungen, Schalungen
FiberGran Beyer GmbH & Co. KG	Automobilinnenausstattung	
FKUR Kunststoff GmbH	100% des produzierten Granulates wird in der Automobilproduktion eingesetzt! komplexe Platten, Profile, Hohlprofile, Automobilinnenausstattungen	
häussermann GmbH & Co. KG		Terrassen, Dielensysteme
Kosche Profilmantelung GmbH	Bodendielen, Wand- und Deckenverkleidungen	Zaunsysteme, Fensterbänke, Terrassendielen, Fassadenelemente
Leunaspan GmbH	Platten, Leisten, Möbelteile, Paneele	Profile
Megawood GmbH		Terrassendielen (Vertrieb)
Möller GmbH & Co. KG		Fenstersysteme
PRIMO Profile GmbH, Berlin	Abschluss- und Abdeckleisten, Fussleisten und Türeinfassungen	
Polykemi GmbH Deutschland	Automobilindustrie, Fußbodenleisten, Kabelführungen	Fensterteile, Bauindustrie
Pro Polytec (PPT)	Deckenleisten, Bodendielen, Abdeckleisten, Sonderprofile, Beton-Schalungselemente	Profile für Deckings
TECHNAMATION Technical Europe GMBH	Automobilbau: Lenkrad, Schaltknäuf; Transportbox, Abdeckkappen, Dübel, Treppenstufenprofile	Fensterbank, Fassadenprofile, Furnierträger aller Art, Winkelverbinder, Gartenmöbel, Parkbänke, Griffe
Tecnaro GmbH	Gehäuse für Elektroartikel aller Art (z.B. Küchenarbeitsgeräte, Spielzeug); Innenraumprofile und -leisten	Terrassendielen
Werzalit AG & Co. KG	Profile, Zierblenden, Rasierpinsel, Automobilzubehör (Teile vom Amaturenbrett), Lautsprecher	Terrassendielen

Tabelle 9: Auswahl typischer WPC-Anwendungsbereiche, produziert von deutschen Firmen

(Quelle: nova-Interviews 2005 & Firmenhomepages)

Rettenmaier & Söhne GmbH & Co. KG, Lehmann GmbH und Haller Formholz GmbH sind ebenfalls WPC-Akteure, die sich aktuell auf den Bereich der Produktion von WPC-Granulaten konzentrieren.

## 5.4 Entwicklungen und potenzielle Märkte

Aus den Experten-Interviews kristallisierte sich vielfach heraus, dass der WPC-Markt in Europa und Deutschland mittelfristig durchaus große Wachstumspotenziale bietet. Zu einem ähnlichen Schluss kommt die Trendanalyse Zukunft Holz. „Die meisten der Experten erwarten für die Holz-Kunststoffe in den nächsten Jahren den Marktdurchbruch in Europa. Wer diese Technologie in Deutschland marktreif macht, ist noch offen. Es werden wohl nicht die etablierten Anbieter im Bereich der Holzwerkstoffe sein: Eher werden sich neue Anbieter etablieren, die z.B. aus dem Bereich der Kunststoffherstellung kommen.“ (Knauf und Frühwald 2004)

Der allgemeine Grundtenor der geführten Interviews mit den Unternehmensvertretern ist, dass es einen Marktdurchbruch für WPC-Anwendungen in Deutschland in ein bis zwei Jahren geben wird (z.B. Luengas-Idilbi 2005, Marx 2005). „Der Stein ist ins Rollen geraten und kann nicht mehr so einfach gestoppt werden“, so die Aussage eines WPC-Experten. „Es gibt bei vielen Anwendungen keinen Weg vorbei an WPC, die Firmen müssen

sich jetzt anpassen und in diese Bereiche einsteigen, um langfristig Anteil zu haben am wachsenden WPC-Markt.“ (Luengas-Idilbi 2005)

In welcher Form und welcher Geschwindigkeit sich der WPC-Markt entwickeln wird, wird kontrovers diskutiert. „Wir können und wollen nicht jeden beliebigen Holzwerkstoff durch unsere Produkte ersetzen. Wir wollen uns nur in den Bereichen einmischen, in denen wir dem Kunden durch das Material einen Mehrwert bieten können, sei es etwa durch die Unverrottbarkeit des Werkstoffes oder die gesteigerten Möglichkeiten in der Formgebung, die die Extrudiertechnik möglich macht. Wir wollen Problemlöser sein bei Fragen, für die man mit Holz, Holzwerkstoffen oder auch Kunststoffen keine Antwort findet. Bei allem anderen werden wir den Preiskampf verlieren.“ (Tech-Wood Verkaufsleiter Herr Beverborg zur Produktpolitik des Unternehmens 2004). Ein anderer Experte ist der Auffassung, dass „der Durchbruch meines Erachtens moderat verlaufen wird, stürmisch sicher nicht. Ich meine, dass WPC vielleicht eine 2- bis 4%-Nische im Holzmarkt finden wird. Das wäre auch schon viel.“ (Marx 2005).

Andererseits gibt es eine Anzahl von Unternehmen (Werzalit 2005, Luengas-Idilbi 2005, etc.), die ihre Produktionskapazitäten aufgestockt haben bzw. dies fest einplanen. Und die bereits aufgestockten Kapazitäten reichen teilweise nicht aus, um der Nachfrage innerhalb einer 5-Tage Woche beizukommen. Selbst an Wochenenden wird derzeit produziert. Eine steigende Nachfrage nach WPC-Produkten ist also vorhanden (Luengas-Idilbi 2005, Marx 2005).

Die Aussagen „es gibt schon eine große Nachfrage nach WPC-Produkten und diese wird noch weiter ansteigen“ (Luengas-Idilbi 2005) und „wenn ich mit Lieferanten spreche oder aus Erfahrungen im Gespräch mit anderen, so ist die zweite und dritte Maschine schon bestellt“ (Marx 2005), sprechen sicherlich nicht für die gesamte WPC-Branche, lassen aber eine tendenzielle Entwicklung bei einer Vielzahl von Unternehmen erkennen. Nicht nur in Deutschland, sondern auch in Italien, Skandinavien (Stadlbauer 2005) und Polen (Marx 2005) werden aktuell beträchtliche Investitionen in WPC-Produktionsanlagen getätigt.

Leider setzt auch in diesem Industriesektor ein Abwanderungsmechanismus aus Deutschland z.B. ins ost- oder südeuropäische Ausland ein, da dort die Standortfaktoren für Unternehmen vielfach günstiger sind. Im Speziellen sind die Produktionsfaktoren Arbeit und Boden mit geringen Kosten verbunden. Die Aussage „Ich kenne eine Firma, die hat bereits sieben Maschinen für Polen gekauft, weil dort die Landpreise und Arbeitskräfte billiger sind“ untermauert dies. (Marx 2005)

#### *Potenzielle WPC-Märkte - Grundsätzliches*

Es ist keine Frage, dass es aufgrund des Eigenschaftsprofils – technisch und ökonomisch - eine breite Palette potenzieller WPC-Anwendungen gibt. Dies ist auch das Ergebnis der durchgeführten Experten-Interviews. Allerdings liegen die Schwerpunkte der zukünftigen WPC-Anwendungen noch nicht fest. „Überall stehen die Firmen in den Startlöchern und keiner weiß genau, wo die wichtigsten Märkte liegen werden.“ (Stadlbauer 2005)

Es gibt eine Vielzahl von Bereichen, in denen WPC-Anwendungen Marktanteile gewinnen könnten, da sie durch bessere Eigenschaften das Potenzial haben, herkömmliche Anwendungen und Materialien zu substituieren.

Beispiele sind der „Ersatz von Holzprodukten mit aufwändigen Geometrien, der Ersatz von Aluminium in bestimmten Bereichen“ sowie der Herstellung von „WPC-Profilen, bei denen höhere Steifigkeiten erforderlich sind.“ (Möller 2005). Aber auch mit Talkum ver-

stärkte Kunststoffe lassen sich nach Einschätzungen von WPC-Experten durch WPC substituieren (siehe Kapitel 4.1).

Eine Substitution von Tropenhölzern und MDF wird es nur in einem geringen Umfang geben. „Der weitaus größere Teil wird Anwendungen finden, in denen Holz momentan noch keine Rolle spielt. Zukünftig ist auch eine Verwendung im Baubereich möglich, beispielsweise als Trägermaterial.“ (Landmann 2004)

Die möglichen zukünftigen WPC-Anwendungen und deren Märkte werden vielfach aus unternehmensspezifischer Sichtweise dargestellt, das heißt aufbauend auf aktuellen eigenen Entwicklungen, Anwendungen und Erfahrungen. So kommen beispielsweise Hersteller, die sich auch jetzt schon auf WPC-Anwendungen im Innenbereich konzentrieren, zu dem Ergebnis, dass höchstwahrscheinlich auch zukünftige WPC-Märkte in diesem Bereich liegen werden. (FKUR 2005)

Vielfach waren die interviewten WPC-Experten der Meinung, sich auf einen engen Bereich von Anwendungsfeldern zu konzentrieren, um sich auf diesem Wege über maßgeschneiderte Entwicklungen und hochwertige Produktqualitäten von der Konkurrenz abgrenzen zu können. Außerdem muss das WPC-Produkt einen Zusatznutzen im Vergleich zu herkömmlichen Holz- oder Kunststoffwerkstoffen haben, um sich in einer Marktnische durchsetzen zu können. Hier kann beispielsweise die WPC-Sockel-Produktion in Hohlkammerform erwähnt werden.



Abbildung 23: WPC-Sockelleiste

(Quelle: Cincinnati 2005)

Bei diesen Produkten können Kabelstränge im Hohlprofil verlegt werden. Dies ist mit bisherigen Holzprodukten nicht möglich, beim Holzbau aber durchaus Kundenwunsch (Stadlbauer 2005).

#### *Potenzieller WPC-Markt für industrielle Bauteilfertigung und Möbelindustrie*

Mehrere Quellen und interviewte WPC-Experten kommen zu dem Schluss, dass in der industriellen Bauteilfertigung und in der Möbelindustrie die größten Entwicklungschancen für den WPC-Markt liegen.

„Der Schwerpunkt der Anwendungsbasis wird vermutlich zunächst auf Spezialanwendungen und anspruchsvolleren Produkten wie Fensterprofilen, Sockelleisten und einigen Anwendungen in der Möbelindustrie liegen.“ (Frost und Sullivan 2004). Die Firmen Battenfeld GmbH und Werzalit GmbH sehen eine ähnliche Entwicklung.

„Es ist zu erwarten, dass insbesondere die Möbel- und Bauindustrie über kurz oder lang die Vorteile von Holz-Kunststoff-Compounds erkennen und diese beispielsweise als Trägermaterial für Holzfurniere oder in Form von Möbelgriffen nutzen.“ (Battenfeld 2004).

Der oben aufgeführte potenzielle Anwendungsbereich der WPC-Möbelherstellung wird auch in einer weiteren Untersuchung, die an der Universität für Bodenkultur (Wien) durchgeführt wurde, als zukunftssträftig beschrieben.

Über 80% der befragten Möbelhersteller würden WPC zur Möbelherstellung verwenden. „Designmöglichkeiten sind geringfügig wichtiger bewertet worden als die technischen Eigenschaften des Materials.“ (Schwarzbauer und Eder 2003).

Ebenso kann sich eine Mehrheit von 61% der befragten Türenhersteller im deutschsprachigen Raum vorstellen, WPC-Profile in der Türenproduktion einzusetzen. „Andere genannte potenzielle Anwendungen der Türenproduzenten waren Fenster (19%), Möbel (11%) und Fassaden (6%).“ Zu gleichen Ergebnissen kommt die AMI-Studie (10/2003): Gerade die Märkte für Fensterprofile und Fassadenelemente auf kurze Sicht durchaus als Erfolg versprechend anzusehen, da sie entsprechend hohe Wachstumsraten erwarten lassen.

#### *Potenzieller WPC-Markt - Automobilbau*

Für die Hersteller von Autoinnenraumteilen treten bei der Rohstoffwahl im Vergleich zu den Möbel- und Türherstellern andere Schwerpunkte in den Vordergrund, nämlich insbesondere verarbeitungstechnische Eigenschaften sowie die Preisentwicklung der Werkstoffe (Schwarzbauer und Eder 2003). Doch auch in der Automobilindustrie zeichnen sich Substitutionspotenziale für WPC-Anwendungen ab. Und dies „selbst in thermisch beanspruchten Bereichen“ wie bei Trägerteilen des Armaturenbretts. (Battenfeld 2004, Werzalit 2005). Im Automobilbau ist Europa im internationalen Markt im Bereich naturfaserverstärkter Verbundwerkstoffe führend, „während bei Holz-gefüllten Materialien speziell Deutschland weit hinter den Märkten Nordamerikas und Japans zurückbleibt.“ Hier sind noch enorme Wachstumsraten möglich. (Kaczmarek und Wortberg 2003)

#### *Potenzieller WPC-Markt - Hygienebereich*

WPC mit integrierter antibakterieller Wirkung stellen ein interessantes Anwendungsfeld in Kliniken, Wartezimmern oder Toiletten dar. Das Verfahren dazu existiert bereits und wurde von EIN Engineering in Japan patentiert. Dort sind auch bereits entsprechende Produkte am Markt. (Kaczmarek und Wortberg 2003)

Eine ähnliche Produktentwicklung gibt es bereits jetzt bei der Firma Kosche mit einer fußpilzfreien Bodendiele (Korte 2005).

#### *Potenzielle Märkte für WPC-Außenanwendungen*

„Es gibt unterschiedliche Meinungen, ob es sich bei WPC um ein Nischen- oder Massenprodukt handeln wird. Einige Experten wiesen darauf hin, dass Wood-Plastic-Composites kein preiswertes Produkt sind (Kosten für Thermoplaste, relativ langsames Herstellungsverfahren) und leiten daher ab, dass dieser Werkstoff sich neue Anwendungsfelder erschließen muss und nicht nur als Substitut für MDF eingesetzt wird. Daher wird der Durchbruch von Holz-Kunststoffprodukten wohl auch eher im Außenbereich sein, wo sich

Holzprodukte neue Anwendungen in Konkurrenz zu Kunststoff erschließen können. Hierzu ist auch das Fenster zu zählen.“ (Knauf und Frühwald 2004)

Als Beispiele für WPC-Märkte für Außenanwendungen kommen Fertighausherstellung, Wintergartenherstellung, Terrassenbau und Freilandarchitektur Realisierungen in Frage (Marx 2005).

Abbildung 24 zeigt eine Zweidrittelmehrheit der Experten, die zukünftigen WPC-Märkte insbesondere im Außenbereich sehen. Bei Vertretern aus der Holzwerkstoffindustrie sind sogar noch deutlichere Ergebnisse herausgekommen.

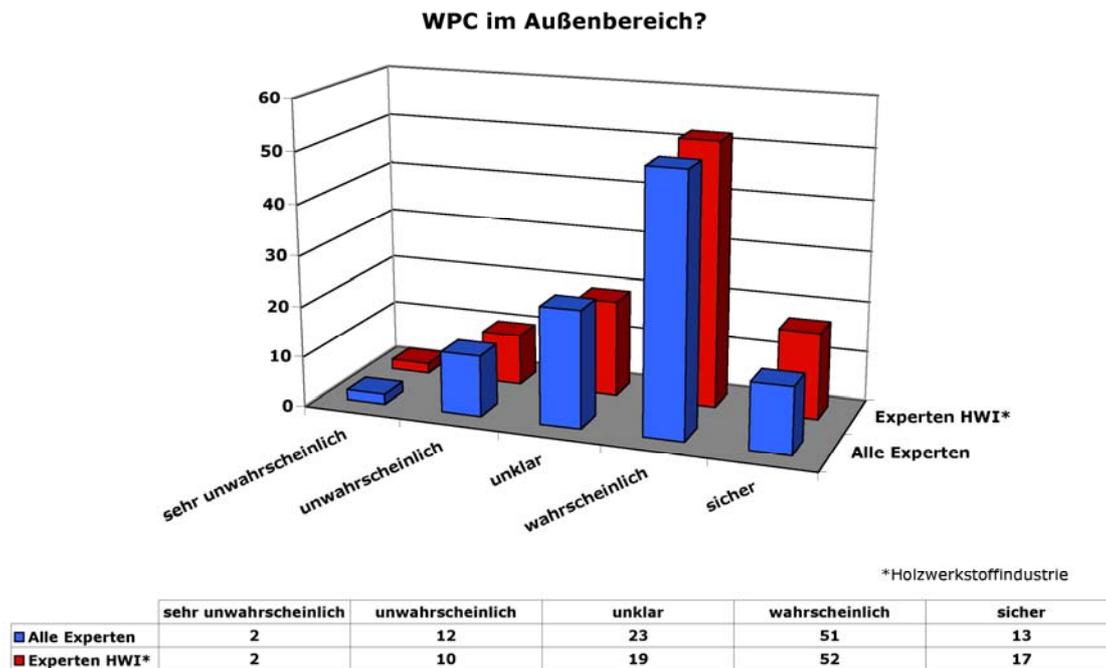


Abbildung 24: WPC im Außenbereich?

(Knauf und Frühwald 2004)

### Fazit

WPC weisen viele potenzielle Anwendungsfelder auf, sowohl im Innen- wie Außenbereich. Welche Anwendungen in Zukunft die größten Anteile erlangen werden, ist offen und wird sich erst in den nächsten fünf bis zehn Jahren zeigen. Ob WPC Massenprodukte werden können oder Nischenprodukte bleiben werden ist ebenso offen.

WPC haben ihre Grenzen. Denkt man beispielsweise an tragende Bauelemente im Hausbau oder an die Konkurrenzsituation durch die bereits fest etablierten Holz-Plattenwerkstoffe, gegenüber denen die WPC-Produkte preislich nicht konkurrenzfähig sein werden, die aber ihrerseits in der Formgebung stark begrenzt sind.

WPC werden sich dort etablieren, wo sie durch ihren Mehrwert, wie geringere Wärmeausdehnung, vielfältige Formbarkeit und gute Recyclingfähigkeit ihre Konkurrenzfähigkeit unter Beweis stellen können. Gegenüber Kunststoffprodukten können WPC oft auch preislich punkten. Gegenüber Holzwerkstoffen gilt dies nur bei komplexen Formen (wenn bei der klassischen Holzwerkstoffproduktion, z.B. durch Fräsen, hohe Kosten und Abfälle anfallen) oder bei speziellen Anforderungen wie Witterungsbeständigkeit.

## 6. Beschaffungsmärkte und Preise

In diesem Kapitel werden die Beschaffungsmärkte der zur WPC-Produktion nötigen Rohstoffe und deren Preise erörtert.

### 6.1 Holzbeschaffungsmarkt

Nach Angaben der Zweiten Bundeswaldinventur existieren alleine in Deutschland 11,1 Mio. ha Wald. Das entspricht einem Waldanteil von über 31% bezogen auf die Gesamtfläche Deutschlands von 357.026 km<sup>2</sup>. (Die zweite Bundeswaldinventur 2004)

Sowohl Nadelholz- als auch Laubholzprodukte können zur WPC-Produktion verwendet werden. Deshalb ist ein Blick auf die Holzmärkte und das Holzaufkommen sinnvoll. Insbesondere Sägenebenprodukte werden in der WPC-Produktion eingesetzt.

In Deutschland fielen im Jahr 2000 in Sägewerken gut 12,2 Mio. m<sup>3</sup> Sägenebenprodukte an. Von den erwähnten 12,2 Mio. m<sup>3</sup> entfallen 10,38 Mio. m<sup>3</sup> auf Nadelholz und etwa 0,94 Mio. m<sup>3</sup> auf Laubholz. Die größten Sägenebenprodukte stellen Hackschnitzel (Nadelholz: ca. 6 Mio. m<sup>3</sup>, Laubholz 0,25 Mio. m<sup>3</sup>) und Sägespäne (Nadelholz ca. 3,7 Mio. m<sup>3</sup>, Laubholz 0,94 Mio. m<sup>3</sup>) dar. (Kürsten 2004)

Eine andere Quelle geht insgesamt von einem etwas niedrigeren Sägenebenproduktionsvolumen aus. Mantau (Universität Hamburg) hat in der im Jahre 2004 erschienenen Studie „Holzrohstoffbilanz Deutschland“ einen Anteil marktfähiger Sägenebenprodukte von 10,6 Mio. m<sup>3</sup> für das Jahr 2002 ermittelt. (Mantau 2004)

Eine detaillierte Übersicht über das Aufkommen von Sägenebenprodukten, unterteilt in verschiedene Laubholz- und Nadelholzsortimente liefert folgende Tabelle:

	Nadelholz		Laubholz		Insgesamt	
	[FM]	Anteil	[FM]	Anteil	[FM]	Anteil
Einschnitt	27.937.467	100%	1.990.807	100%	29.928.274	100%
Schnittholzproduktion	17.041.855	61%	1.333.841	67%	18.375.696	61%
nicht erfasst/sonstiges	279.375	1%	19.908	1%	299.283	1%
Sägenebenprodukte - brutto	10.616.237	38%	637.058	32%	11.253.295	38%
interne Verwendung von SNP	1.380.111	13%	172.006	27%	1.552.117	14%
Sägenebenprodukte - netto	9.236.127	87%	465.053	73%	9.701.180	86%
Sägespäne/Sägemehl	3.140.283	34%	153.467	32%	3.293.751	32%
Schwarten/Spreissel	554.168	6%	204.623	44%	758.791	44%
Hackschnitzel	5.541.676	60%	106.962	23%	5.648.638	23%

Tabelle 10: Aufkommen von Sägenebenprodukten nach Sortimenten

(Quelle: Mantau & Sörgel 2004)

Hauptabnehmer der Nebenprodukte der Sägewerke ist die Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie. Das Material mit den geringsten Marktpreisen, Sägespäne und Sägemehl, wird auch in der Tierhaltung, im Bausektor oder eben in der WPC herstellenden Industrie verwendet. „In vielen Ländern wird Sägemehl nur deponiert oder nutzlos verbrannt.“ (Kürsten 2004). Hier kann eine vermehrte stoffliche Nutzung der Sägenebenprodukte zur WPC-Produktion eine ökologisch sinnvolle und auch ökonomisch interessante Alternative darstellen.

### Waldverteilung in Deutschland

Eine grobe Verteilung der Holzvorräte in Deutschland wird in Abbildung 25 dargestellt. Zur kostenoptimalen Standortwahl einer WPC-Produktion kann dies eine Hilfe sein, um entsprechende Transportkosten für den Rohstoff Holz zu minimieren.

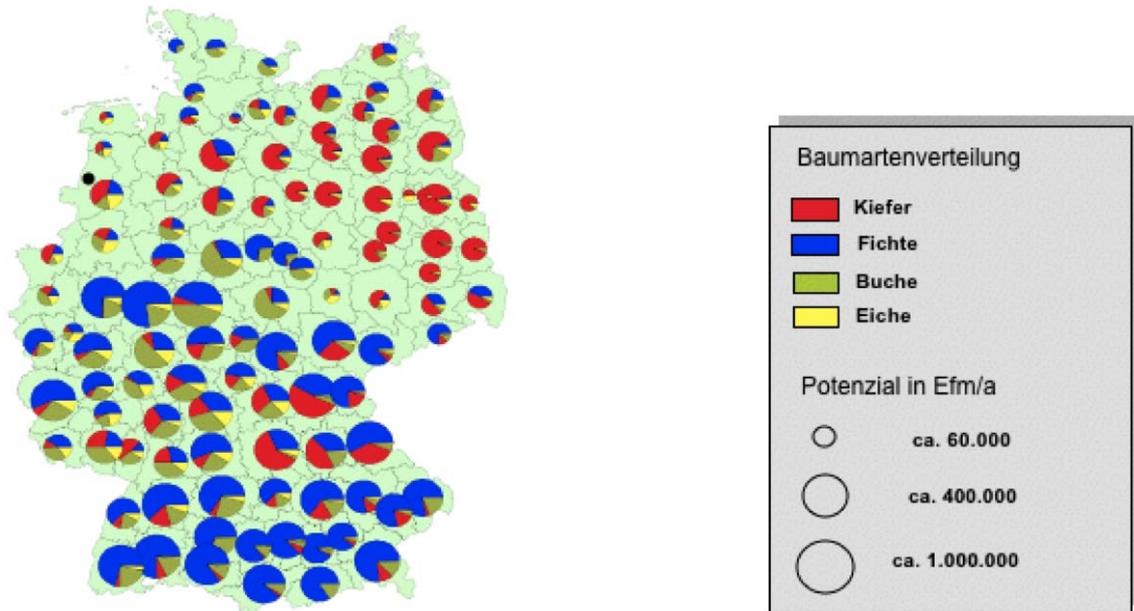


Abbildung 25: Struktur der Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland - Rohstoffsituation in Deutschland

(Quelle: Jaakko Pöyry Consulting 2004)

Die größten Holzvorräte befinden sich eher in den südlichen Bundesländern, wie Baden-Württemberg und Bayern, und dementsprechend fallen dort auch die größten Sägenebenproduktmengen an, wie in Abbildung 26 zu entnehmen ist. Dargestellt sind auf Regierungsebene lediglich Sägenebenproduktmengen aus Nadelholz, da diese zur WPC-Produktion am häufigsten eingesetzt werden. Bezogen auf Nadelholz hat Fichtenholz bei der Produktion von WPC-Granulaten und -Produkten einen großen Verwendungsanteil, Tannenholz- und Kiefernfasern werden ebenso eingesetzt. Buchenfasern werden dagegen in sehr geringen Mengen als WPC-Rohstoff verkauft (Kampf 2005, Korte 2005).

Ein wichtiger Lieferant für aufbereitete Holzfasern, Holzpartikel und Holzmehl ist in Deutschland beispielsweise die Firma J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co. KG.

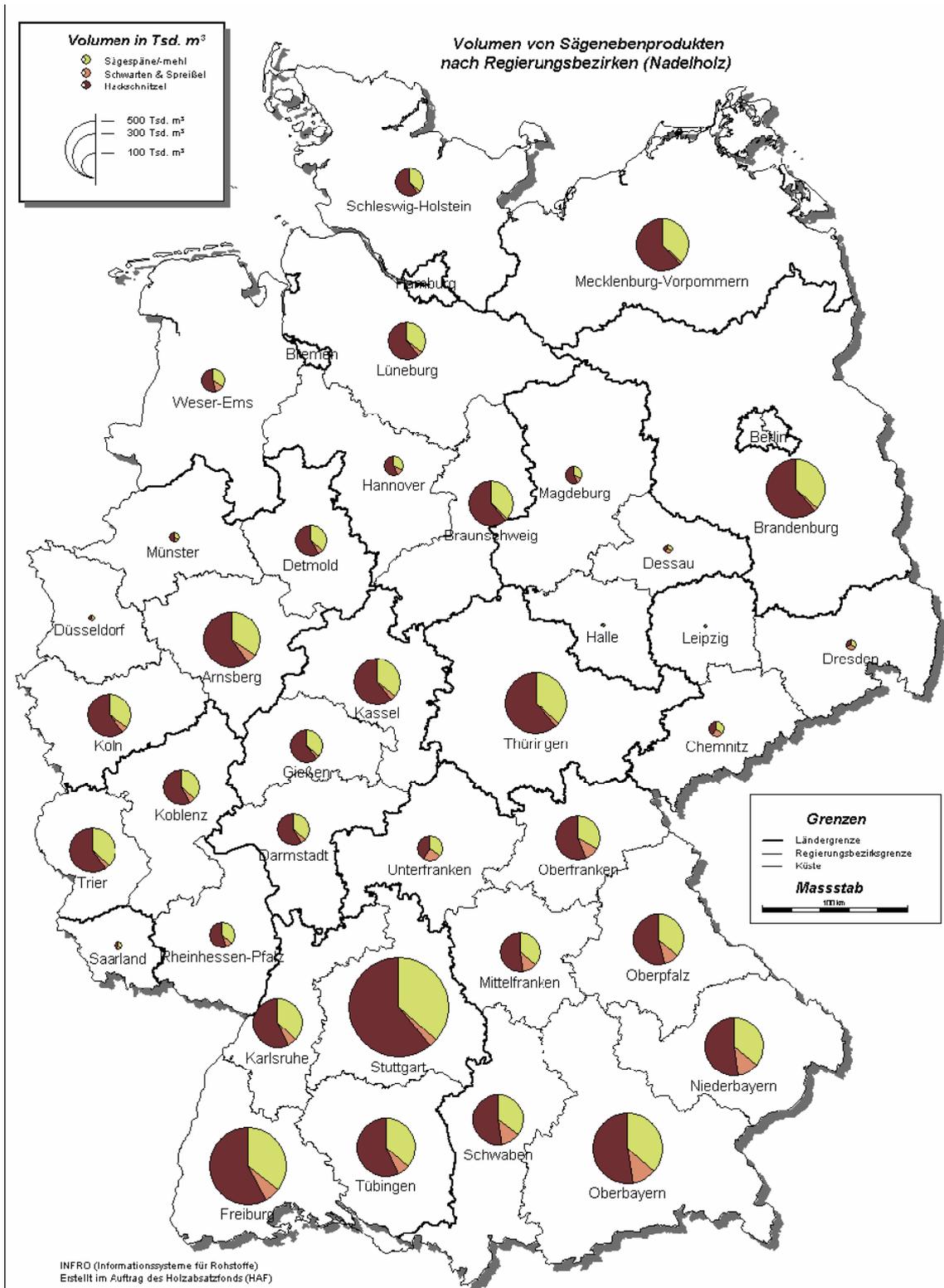


Abbildung 26: Anfall von Sägenebenprodukten (SNP) nach Regierungsbezirken – Nadelholz (Stand 2001)

(Quelle: Mantau und Sörgel 2004)

### *Aussichten*

Auch auf längere Sicht gesehen wird der nachwachsende Rohstoff Holz auch für die WPC-Produktion in hinreichender Menge zur Verfügung stehen. „Die ersten Auswertungen der 2. Bundeswaldinventur (BWI) hinsichtlich des potenziellen Rohstoffaufkommens in Deutschland haben ergeben, dass im Zeitraum von 2002 bis 2022 in Deutschland rein rechnerisch rund 37% mehr Holz nachhaltig genutzt werden kann, als bislang angenommen.“ Vor allem die mit Fichte, Tanne und Kiefer durchgeführten Nachkriegsaufforstungen sorgen für einen deutlichen Zuwachsschub (EUWID, NR. 49, 2004).

Der wachsende Markt der energetischen Verwertung des Rohstoffes Holz nimmt Einfluss auf die Verfügbarkeit des Rohstoffes Holz zur WPC-Produktion. In welchem Ausmaß dies der Fall ist, ist jedoch noch unklar.

Der nachwachsende Rohstoff Holz ist für die Produktion von WPC-Granulaten und -produkten von ganz besonderer Bedeutung, da sein Anteil bis zu 90% betragen kann (Kazcmarek & Wortberg 2003).

WPC-Hersteller werben mit niedrigeren Gesamtkosten durch eine längere Lebenszeit der WPC-Produkte und mit geringeren Instandhaltungskosten im Vergleich zu Vollholzprodukten (Holz-Zentralblatt 2004, Marx 2005). Ob die entstehenden Gesamtkosten für eine WPC-Anwendung trotz des unter Umständen höheren Anschaffungspreises niedriger ausfallen als bei vergleichbaren Konkurrenzprodukten, gilt es näher zu ergründen.

#### **6.1.1 Holzrohstoffpreis**

##### *Holzfasern/Holzspäne/Holzmehl*

Nach Angaben mehrerer Experten liegen die Preise für den für die WPC-Produktion geeigneten Rohstoff Holz, insbesondere Holzmehl oder Holzspäne aus Nadelhölzern zwischen 0,13 €/kg und 0,35 €/kg, wobei die Preisspanne zwischen 0,20 bis 0,35 €/kg marktüblich zu sein scheint (Stadlbauer (2005-03), Höppel (2005-03), Kampf (2005-03)). Günstige Holzfasern unter 0,20 €/kg können einen erhöhten Wassergehalt von bis zu 15% aufweisen, so dass eine Vortrocknung nötig wird (Stadlbauer 2005). Bei Holzspänen ohne jegliche Vorbehandlung werden 0,06-0,07 €/kg veranschlagt, wobei dieser Rohstoff für die WPC-Produktion noch aufbereitet werden muss (Thömen 2005).

Grundsätzlich werden für die Produktion je nach WPC-Endanwendung bzw. Anforderungsprofile sehr unterschiedliche Holzrohstoffqualitäten verwendet. Da es zudem regionale und saisonale Effekte auf den Preis gibt, sind detaillierte Angaben schwierig. Die folgende Aufzählung zeigt exemplarisch die Rohstoffe und Preise eines großen Anbieters Anfang des Jahres 2005 (Anonymus 2005). Das Unternehmen bietet folgende Rohstoffe für die WPC-Produktion an (siehe auch Kapitel 2.3):

- Einfaches ungetrocknetes Holzmehl mit ca. 100 µm Partikelgröße und einer Restfeuchte von ca. 5-6 %: 0,23 €/kg
- Spezielle Holzfasern mit kubischer Struktur und guter Dosierfähigkeit ca. 500 µm Länge sowie einer Restfeuchte von 7-9 %: 0,27 €/kg
- Hochtrockenes Holzmehl mit max. 2 % Restfeuchte und ca. 100 µm Partikelgröße: 0,35 €/kg. (Anonym 2005)

Tendenziell nimmt mit höherem Holzanteil in WPC der Preis für das WPC-Endprodukt ab, da der Holzrohstoff in jedem Fall deutlich preiswerter als die Kunststoffkomponente ist (siehe Kapitel 6.2.1).

### *Aussichten*

Im Vergleich zu früheren Jahren hat sich ein Markt für stoffliche und energetische Verwertung von Sägenebenprodukten gebildet, bei dem eine zeitweilige Verknappung des Rohstoffes Holz zumindest kurzfristig höhere Preise zur Folge hatte. Im vergangenen Winter ist es zu einer Verknappung von Altholzsortimenten in Mitteleuropa gekommen, so dass „Biomasseheizkraftwerke in stärkerem Umfang Sägeresthölzer eingekauft haben, was sich in regional und temporär wirksamen Preissteigerungen niederschlug.“ (EUWID Holz und Holzwerkstoffe 2005) Man muss sich dabei vergegenwärtigen, dass in „2001 im südwestdeutschen Raum kleinere Sägewerke eine Entsorgungsgebühr für Sägeresthölzer zahlen mussten“ (Seeger 2002).

Die Preisentwicklung für den Rohstoff Holz weist grundsätzlich einen vergleichsweise konstanten Verlauf auf. Dies wird von den Interviewergebnissen gestützt. (Nägele 2005, Kampf 2005). Dadurch erhöht sich die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Produkten aus reinen Massenkunststoffen, die in den letzten Jahren einen starken Preisanstieg erlebt haben. Steigen die Preise für die im WPC-Bereich wichtigen Massenkunststoffe, so steigt auch der Preis des WPC-Endproduktes. Es sei denn, es gelingt, einen möglichst großen Anteil an Massenkunststoffen in einem technisch vertretbaren Rahmen durch Holz zu substituieren.

Mehr zur Verfügbarkeit und Preisentwicklung der Massenkunststoffe im nun folgenden Kapitel.

## **6.2 Kunststoff- und Additivbeschaffungsmarkt**

Für die WPC-Produktion werden insbesondere PP, PE und PVC herangezogen. Diese gehören zur Gruppe der verbreiteten Standard-Kunststoffe, die von einer Vielzahl von Produzenten in großen Volumina hergestellt werden.

In Deutschland lag die Polymerproduktion im Jahr 2003 bei rund 10,9 Mio. t. Den größten Anteil hat dabei LD-PE und HD-PE mit zusammen 2,875 Mio. t, gefolgt von PVC mit 1,915 Mio. t und PP mit 1,785 Mio. t. (PlasticsEurope 2004)

Eine sehr detaillierte Übersicht der einzelnen Kunststoffhersteller bietet folgende Abbildung. Basell, DOW und Sabic liefern die zur WPC-Produktion wichtigen Rohstoffe PE und PP. Auf PVC-Herstellung spezialisierte Firmen sind EVC, Slovin, Vestolit und Vinnolit. Im Bereich der Additivproduktion gibt es ebenfalls zahlreiche Firmen, wie Baerlocher, Schönöx und Honeywell, die den WPC-Markt mit Additiven versorgen.

	PE-LD/ LLD	PE-HD/ MD	PP	PS	EPS	PVC	ABS, ASA, SAN	PMMA	PA	PET	Sonst. Thermoplaste	PUR	Sonstige Kunststoffe
Atolina													
Bakelite													
Barlo													
Basell													
BASF													
Bayer													
Borealis													
Degussa													
Deutsche BP													
Domo													
Dow													
DuPont													
Dyneon													
EMS-Chemie													
EVC													
EXXON Mobil													
Kosa													
Kraton													
Polimeri													
Raschig													
Resolution													
Rütgers													
Sabici													
Solvix													
Ticona													
Vestolit													
Vinnolit													

Tabelle 11: Übersicht der Hersteller von Kunststoffen in Deutschland (PlasticsEurope 2004)

*Aussichten*

Die Welt-Erdölreserven - als Ausgangsstoff für synthetische Kunststoffe - betragen „Ende 2001 ca. 152 Gigatonnen. Regional entfallen auf die Länder des Nahen Ostens ca. 62 % der Weltreserven, etwa 14 % auf Amerika und knapp 10 % auf die GUS. Bei den wirtschaftspolitischen Gruppen ist die Verteilung noch ungleichmäßiger. Die OPEC verfügt über fast 75 % der Reserven (davon 61 % in der Golf-Region), die OECD nur über 8 %.“ „Die statische Reichweite der Reserven beträgt ca. 43 Jahre.“ (BGR 2003)

Festzustellen bleibt jedoch, dass sehr viele die Ölreserven beeinflussenden Faktoren, wie Weltwirtschaftsentwicklung und Verbesserung der technischen Effizienz, über einen solch langen Zeitraum nicht prognostizierbar sind.

**6.2.1 Kunststoffpreise**

Aufgrund der Vielzahl der am Markt verfügbaren Kunststoffe soll in diesem Kapitel die Preisentwicklung der drei Massenkunststoffe PP, HDPE und PVC, welche bei der WPC-Herstellung vorwiegend Verwendung finden, analysiert werden.

In Abbildung 27 ist die Preisentwicklung über den Zeitraum von über zwei Jahren dargestellt. Der Preis von Polyethylen hat sich von Mitte 2003 bis Anfang 2005 von rund 600 €/t auf über 1.100 €/t erhöht. Die Preise für Polypropylen lagen Anfang 2005 ebenfalls bei rund 1.100 €/t. Seit Anfang dieses Jahres ist eine tendenziell rückläufige Preisentwicklung für alle drei aufgelisteten Polymere auf immer noch hohem Niveau zu verzeichnen. Dagegen hält der Preisanstieg bei technischen Kunststoffen unvermindert an (Kunststoff Information 2005).

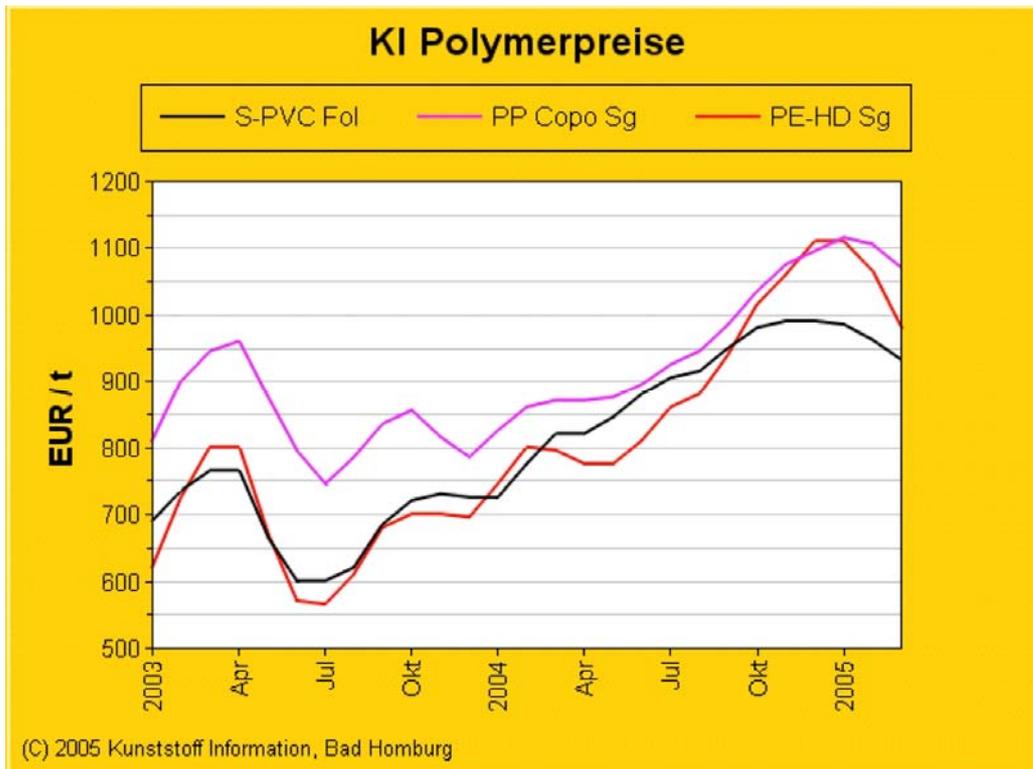


Abbildung 27: Polymerpreisentwicklung 2003-2005

(Quelle: Kunststoff Information (KI), Stand 2005-04)

Nach Expertisen von Kunststoff Information (2005-04) gab es im Frühjahr 2005 ein übermäßiges Angebot von Polymeren am Markt. „Die Verarbeiter konnten sich aus vielen Quellen zu günstigen Konditionen bedienen.“ (Kunststoff Information 2005). Allerdings „streben führende westliche PP-Erzeuger Preissteigerungen zwischen 50 und 70 €/t an.“ Für die gesamte „PE-Palette werden Preiserhöhungen von bis zu 70 €/t angekündigt.“ Gleiches gilt für PVC. (Kunststoff Information 2005)

Um konkurrenzfähige WPC-Anwendungen am Markt platzieren zu können, werden auch günstigere recycelte Kunststoffe bei der WPC-Produktion verwendet. (vgl. Kapitel 4.3). Dies kann jedoch dazu führen, dass der Endverbraucher davon ausgeht, kein High-End Produkt gekauft zu haben und diesem aus diesem Grund eher negativ eingestellt ist. (Mali u.a. 2003)

## 6.2.2 Additivpreise

In folgender Tabelle werden beispielhaft einige Additivpreise dargestellt.

Produkt	Preis EUR/kg	Quelle
Talkum	0,027	LUZENAC, 2004
Gleitmittel	0,43-0,68	EASTMAN, 2004
Haftvermittler (allg.)	2,00-4,00	Stadlbauer, 2005
Maleinsäure- anhydrid	3,50-4,00	Anonym, 2005

Tabelle 12: Beispielhafte Additivpreise

Additive können trotz ihres relativ geringen Anteils am WPC-Endprodukt einen großen Anteil am Endpreis eines WPC-Granulates haben. Dazu folgende Aussage:

„Ich kenne WPC-Granulatspreise von 0,40 bis 0,60 €/kg. Bei besonderen Additiven für z.B. UV-Beständigkeit oder Durchfärbemittel geht der Preis auch schon mal auf 1,20 €/kg und darüber.“ (Anonym 2005).

Ein relativ preiswert am Markt zu beschaffendes Additiv stellt dagegen „Talkum“ dar, wie der Tabelle zu entnehmen ist.

## 6.3 Preise von WPC-Granulaten am deutschen Markt

Im Rahmen der Interviews wurde eine breite Palette an WPC-Granulatspreisen festgestellt. Die Angaben der WPC-Granulathersteller zum Granulatspreis schwanken zwischen den beiden Werten 0,60 €/kg und bis ca. 4 €/kg. Bei Granulatspreisen unter 0,60 €/kg handelt es sich um temporäre Dumpingpreise.

Diese Preisspannbreite ergibt sich vor allem aus folgenden Einflussfaktoren (Korte 2005):

- dem geplanten Einsatzbereich des WPC-Endprodukts
- die geplanten Produktionsmenge
- dem Holz-Kunststoffverhältnis
- der Kunststoffqualität (recycelte und nicht recycelte Kunststoffe)
- der Holzqualität
- der Additivmenge und –art

Außerdem passen WPC-Hersteller ihre Rezepturen den Kundenansprüchen an, so dass es in Zukunft ohne weiteres mehrere Dutzend Rezepturen eines WPC-Granulatherstellers geben kann, wodurch sich eine sehr unterschiedliche Preisgestaltung für das WPC-Granulat ergibt (Korte 2005).

Die gebräuchlichsten Granulatspreise liegen nach Auswertung der Interviewergebnisse im Bereich zwischen 1,00 €/kg und 1,30 €/kg. Materialien mit Preisen weit darunter genügen oft nicht den Qualitätsansprüchen des Marktes, da hier beispielsweise den Preis beeinflussende Additive fehlen. Zum Teil handelt es sich auch nur um kurzzeitige Lockpreise.

Die hochpreisigen WPC-Granulate sind vielfach Spezialanwendungen vorbehalten, also nicht für den WPC-Massenmarkt gedacht. Teilweise weisen die teuren WPC auch eine Bio-Kunststoff-Matrix auf.

### Naturfaserverstärkte Kunststoffe

Die im Kapitel 4.1 unter technischen Gesichtspunkten mit WPC verglichenen naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK), bestehend aus PP mit einer Verstärkung durch Bastfasern wie Hanf, Flachs, Jute oder Kenaf, liegen im Preis höher.

Nach aktuellen Markterhebungen des nova-Instituts von Anfang 2005 kosten NFK-Granulate am Markt zwischen 1,40 und 1,90 €/kg und damit etwa 40% mehr als WPC-Granulate. Wie oben bereits erläutert, sind auch die technischen Eigenschaften entsprechend besser, so dass sich beide neuen Materialgruppen ideal in technischer und ökonomischer Sicht ergänzen.

### 6.3.1 Exemplarische Darstellung von WPC-Endproduktpreisen am deutschen Markt

Die folgende Preisübersicht beruht auf Informationen der Copywood-Homepage (2005) und auf Angaben der Firma Megawood (2005). Die Übersichtstabelle stellt lediglich exemplarische Preisbeispiele für einige WPC-Profile dar und soll ein Gefühl für die aktuelle Preisgestaltung von WPC-(Außen-)anwendungen vermitteln. Die angegebenen Preise von Copywood und Megawood stellen durchschnittliche Endkundenpreise dar, wie sie in einem Baumarkt (Megawood) oder im Direktvertrieb (Copywood) anzutreffen sind.

Anbieter	WPC-Produkt	Anwendung	Preis in EUR/lfd. Meter incl. 16% MwSt.
Copywood	Brett 28x144	Terrasse, Treppe, Laufsteg	8,29
Copywood	Brett 25x140	als Konstruktionselement oder als Trittsfläche für erhöhte Belastungen	9,16
Copywood	Holm 28x50	Unterbau, Konstruktionselement	5,90
Copywood	Leiste 14x36	Verbinder von Copywood Brettern und Holmen	3,60
Copywood	Leiste 16x70	Konstruktionselement	7,30
Megawood	Glattkantenbrett 18x75	Konstruktionselement	4,95
Megawood	Barfußdiele	Terrasse	7,95
Megawood	Nutleiste	Konstruktionselement	2,75
Megawood	Konstruktionsbalken 40x60	Konstruktionselement	7,95

Tabelle 13: WPC-Endproduktpreise (Endkundenpreise)  
(Marx 2005, Megawood 2005, Holz-Speckmann 2005)

### 6.3.2 Preis- und Kostenvergleich

Da der US-amerikanische WPC-Markt schon über einen längeren Zeitraum existiert, sind hier eher Aussagen über unterschiedliche Preise und Kosten von WPC gegenüber anderen Holzprodukten möglich. In der folgenden Abbildung werden bekannte WPC-Produkte von zwei führenden WPC-Firmen Trex druckbehandeltem (Premium-)Holz (Pinie und Redwood) gegenübergestellt.

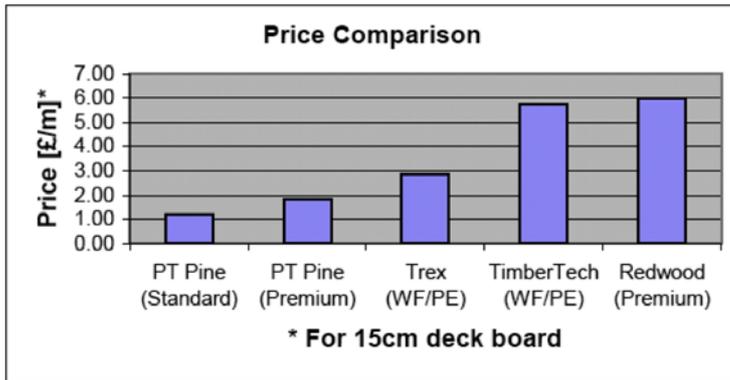


Abbildung 28: Preisvergleich von WPC und hölzernen Deckings  
(Quelle: WRAP 2003)

Bei dem Trex-Produkt handelt es sich um ein WPC-Produkt, welches auf dem US-WPC-Markt im mittleren Preissegment angesiedelt ist. Das druckbehandelte PT Pine bildet in dieser Gegenüberstellung das untere und Redwood (Premium) das obere Preissegment. Auf längere Sicht treten die Vorteile von WPC-Produkten in den Vordergrund, da die Erhaltungsinvestitionen, die beispielsweise im Rahmen von Holzschutz- und -nachstreichmaßnahmen anfallen, geringer ausfallen oder gar nicht ins Gewicht fallen. Die folgende Abbildung stammt von der US-amerikanischen WPC-Firma TimberTech. Aus diesem Sichtwinkel wird zumindest klar, wie sich die generelle Kostenentwicklung von WPC- und Holzprodukten über die Jahre hin entwickeln kann.

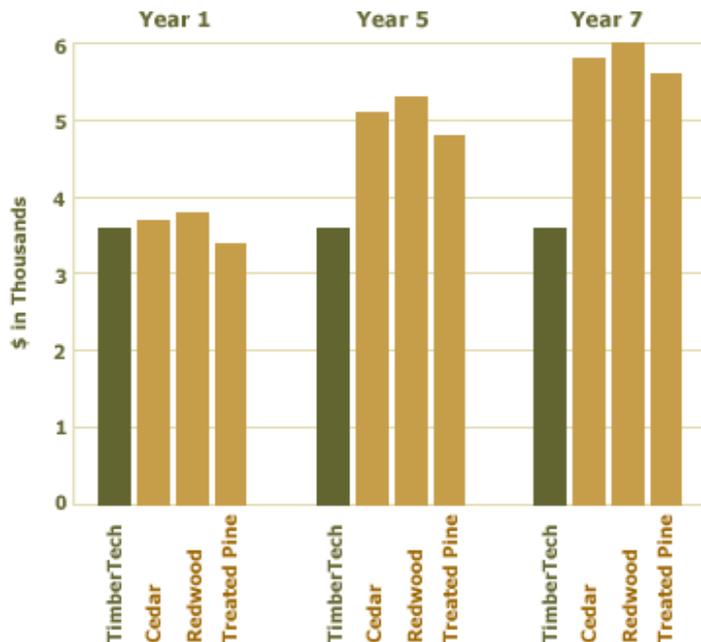


Abbildung 29: Kostenvergleich zwischen WPC- und Holzdeckings  
(Quelle: TimberTech 2005)

## 7. Absatzmärkte – ein Überblick über die unterschiedlichen Jahresproduktionszahlen von WPC

In den Literaturquellen finden sich unterschiedliche Angaben zu den internationalen Jahresproduktionsmengen von WPC. Die jeweiligen Angaben zu den europäischen Jahresproduktionsmengen von WPC differieren teilweise um mehrere Zehntausend Tonnen, wie in Tabelle 14 ersichtlich wird.

	Japan	Europa	Deutschland	Nordamerika	USA
1998	–	–	–	–	100.000 t <sup>1)</sup>
1999	14.000 t <sup>7)</sup>	–	–	–	–
2000	22.000 t <sup>7)</sup>	3.000 t <sup>2)</sup> - 50.000 t <sup>3)</sup>	–	135.000 t <sup>3)</sup>	200.000 t <sup>1)</sup>
2002	–	15.000 t <sup>1)</sup>	–	–	–
2003	30.000 t <sup>6)</sup>	20.000 t <sup>4)</sup> 25.000 t <sup>1)</sup> 30.000 t <sup>2)</sup>	–	600.000 t <sup>5)</sup>	400.000 t <sup>2)</sup>
2004	–	–	5.000 t <sup>8)</sup>	–	–
2005	–	–	10.000 t <sup>9)</sup>	700.000 t <sup>10)</sup>	–
Quellen: 1) Kaczmarek & Wortberg 2003    4) Kirsch & Daniel 2004    6) pers. Mitteilung T. Kikuchi (EIN Engineering, 2005)    8) nova 2005 2) AMI 2003    3) Eder 2003    5) www.american-recycler.com (01/2004)    7) Kikuchi 2002    9) Prognose nach nova 2005    10) Hackwell & Pritchard 2005 "-": keine Daten verfügbar					

Tabelle 14: Unterschiedliche Angaben zu WPC-Produktionsmengen in USA, Nordamerika, Japan, Europa und Deutschland

Tendenziell ist ein Anstieg aller WPC-Jahresproduktionsmengen zu verzeichnen, auch in Europa und Deutschland.

Interessant ist außerdem ein Blick auf den chinesischen Markt zu werfen, der in der oben aufgeführten Tabelle nicht abgebildet wurde. Hier geht man von einer Produktionskapazität von „150.000 tons (dies entspricht 136.000 Tonnen Anm. d. Redaktion) per year“ aus, wobei beachtet werden muss, dass aufgrund „the rapid development, high concentration on WPC pallets, and technical challenges it is estimated that only one third to one half of that capacity has been realized“. (Song 2005). Dies entspricht ca. 50.000-70.000 t.

Auf die einzelnen in Tabelle 14 dargestellten Absatzmärkte wird im Folgenden eingegangen.

## 7.1 Absatzmärkte - Marktvolumen und Marktstruktur in Nordamerika und Japan

### *Marktvolumen USA und Nordamerika*

Das jährliche WPC-Produktionsvolumen beträgt weltweit bereits etliche Hunderttausend Tonnen. Alleine in den USA beläuft sich die Jahresproduktion auf rund 400.000 t (vgl. auch Tab. 20) in 2003 (AMI 09/2003). Verglichen mit der Jahresproduktion im Jahre 2000 handelt es sich hierbei um eine Verdopplung (Schwendemann & Frisk 2004). Einer Prognose nach wird die WPC-Jahresproduktion bis 2010 auf ca. 1,7 Mio. Tonnen, bezogen auf den nordamerikanischen Markt und unter Beibehaltung derzeitiger Wachstumsraten, anwachsen (Clemons u.a. 2004).

### *Marktstrukturen USA*

Die Vorreiterrolle der nordamerikanischen WPC-Industrie ist klar gegeben: „Mehr als 75 Firmen produzieren WPC in Nordamerika und Europa, davon geschätzte 55-60 in Nordamerika“ (Holz-Zentralblatt 2004).

Der gesamte WPC-Absatz belief sich in 2002 bezogen auf Nordamerika und Europa auf rund 750 Mio. US-Dollar, wobei 85 % dieser Summe auf dem US-Markt abgesetzt wurde (Holz-Zentralblatt 2004).

Ein Großteil der WPC-Anwendungen wird von wenigen WPC-Produzenten hergestellt: Die Firma Trex Company Inc. (Winchester, VA) ist mit rund 20% Marktanteil und 170 Mio. \$ Absatz in 2002 der größte WPC-Produzent (Holz-Zentralblatt 2004). Nach Angaben von Maine (2004) wurde im Jahr 2003 bereits die 200 Mio. \$ Grenze überschritten. Weitere namhafte Unternehmen mit 5-7% Marktanteil und 30-40 Mio. \$ Absatz sind im Folgenden aufgelistet:

- ⇒ Valley Forge (Tochter der französischen Saint-Gobain Corp.),
- ⇒ TimberTech (Tochter von Crane Plastics Inc.),
- ⇒ Louisiana Pacific Corp. und
- ⇒ Advanced Environmental Recycling Technologies Inc. (AERT Inc.)

(Holz-Zentralblatt 2004).

Im Jahre 2000 umfasste der US-Deckingmarkt rund 18,5 Millionen m<sup>3</sup>, davon entfielen ca. 90% auf behandeltes Holz und ca. 10% auf WPC (Clemons u.a. 2004). In 2003 hatte der gesamte US-Deckingmarkt ein Volumen von 3,5 Milliarden \$. Der WPC-Anteil am gesamten Deckingmarkt betrug in 2003 rund 14%. Davon entfallen wiederum 40% Marktanteil auf die Firma Trex Company Inc. Etwa 30% Marktanteil liegen bei fünf Strandex-lizensierten Firmen, 9% bei AERT, 9% bei TimberTech und ca. 12% bei anderen nicht näher erläuterten Firmen (Holz-Zentralblatt 2004). Abbildung 30 zeigt den rapiden Marktanteilzuwachs von WPC-Deckings seit 1997 für den US-Markt. Aktuell liegt der Anteil bereits bei geschätzten 20%.

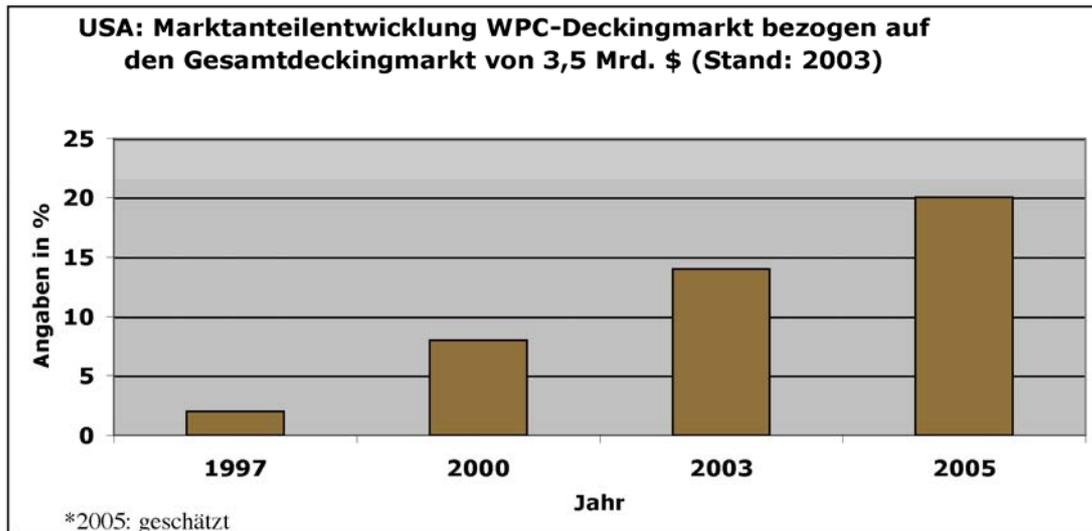


Abbildung 30: WPC-Deckingmarktanteile bezogen auf den Gesamtdeckingmarkt (USA)

(Quelle: Clemons, Craig 2002 und Holz-Zentralblatt 2004)

Deckings aus reinem Kunststoff spielen praktisch keine Rolle im kontinuierlich wachsenden Deckinggesamtmarkt, wie in Abbildung 31 ersichtlich wird (EPIC 2003).

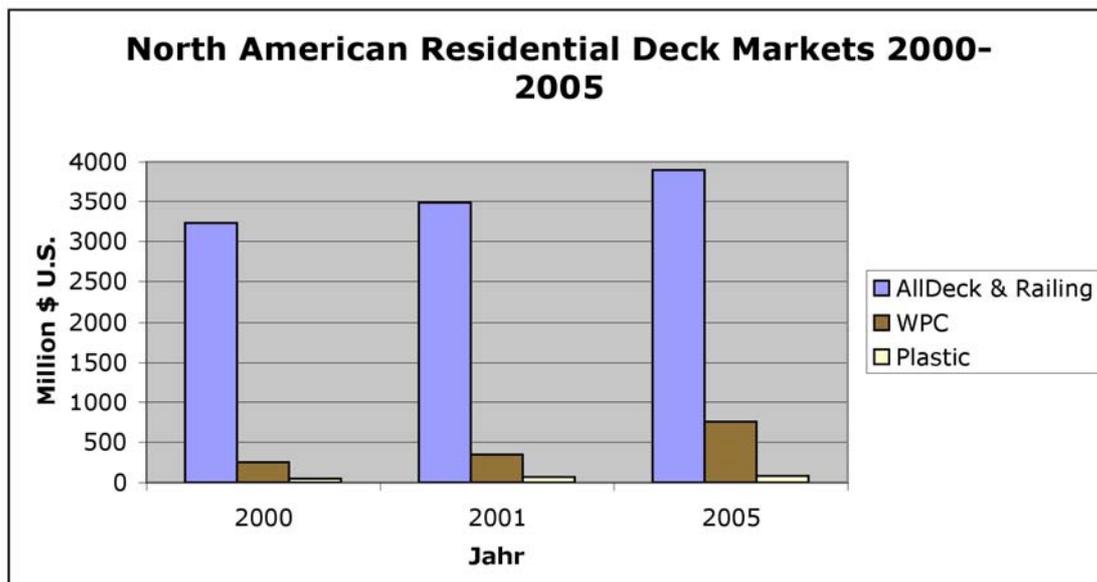


Abbildung 31: North American Residential Deck Market 2000-2005

(Quelle: EPIC 2003)

Ein wesentlicher Grund für den Erfolg der WPC-Deckings liegt darin begründet, dass Ende 2003 die US-Industrie ihre vom US Environmental Protection Agency auferlegte Verpflichtung nachkommen musste, keine arsenischen Verbindungen (Chrom-Copper-Arsen (CCA)) in der Verarbeitung und Produktion von Holzprodukten für den Hausbau einzusetzen (WRAP 2003). Diese Marktlücke wird derzeit von WPC-Deckings zunehmend ausgefüllt, wobei kesseldruckimprägniertes Holz immer noch große Marktanteile besitzt.

Dazu die folgende Auflistung der häufigst verwendeten Materialien im Deckingbereich, bezogen auf den US-Markt im Jahre 2003:

- kesseldruckimprägniertes Holz 73%
- WPC 14%
- Dauerhaftes Holz wie Redwood 6%
- Zeder 3%
- Andere Materialien 3%

(Holz-Zentralblatt 2004)

Neben dem Deckingmarkt wird ebenfalls der Markt für Zaunsysteme eine bedeutende Rolle spielen. Bis 2007 wird ein Gesamtmarktvolumen von rund 3,3 Milliarden \$ angenommen, der sich in 2002 wie folgt aufteilte: 45% Holz, 44% Metall, 7% Kunststoffe und 4% andere Materialien. Wie groß der WPC-Marktanteil sein wird, ist dabei noch nicht klar (Clemons u.a. 2004).

#### *Marktvolumen und -strukturen Japan*

In Asien ist bislang neben dem chinesischen vor allem der japanische Markt von Bedeutung, aber auch dieser ist klein gegenüber dem nordamerikanischen Markt.

In Japan hatte im Jahre 2003 das WPC-Produktionsvolumen ca. 30.000 t (Kikuchi 2005) erreicht, nach 22.000 t in 2000 und 14.000 t in 1999 (Kikuchi 2002).

Es sind mindestens 29 WPC-Produzenten im japanischen Markt aktiv (Kikuchi 2002). Deutlich wird in Abbildung 32 die dominierende Stellung der Firma EIN Engineering Co. Ltd im japanischen WPC-Markt. Zumindest aus dieser Abbildung von Kikuchi (2002) geht hervor, dass rund 65% aller japanischen WPC-Produzenten mit Lizenzen oder Sublizenzen von EIN produzieren.

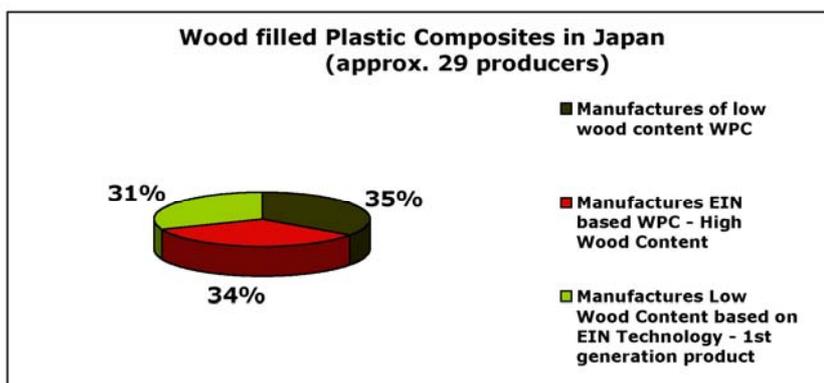


Abbildung 32: Anteile japanischer WPC-Produzenten, die geringgefüllte / hochgefüllte WPC-Anwendungen produzieren

(Quelle: Kikuchi 2002)

Die WPC-Produktionsanteile verteilen sich zu etwa 70% auf den industriellen Bausektor, zu 10% auf den Wohnungsbau und die restlichen 20% verteilen sich auf die Möbel- und Autoindustrie (Kikuchi 2002).

Verglichen mit der Landesgröße und der Bevölkerungszahl ist die Marktdurchdringung mit WPC-Produkten in Japan beachtlich. Dies trifft auch im Vergleich mit Nordamerika, vor allem aber mit Europa, zu.

#### *Additivnachfrageentwicklung USA*

Von einer insgesamt positiven Entwicklung im WPC-Sektor profitiert auch der Additivmarkt. Man geht von einer Verdopplung der Nachfragemengen für den US-WPC-Markt aus. Insbesondere die Additivgruppen „Farbstoffe“ und „Schmiermittel“ werden dieser Prognose nach einen besonderen Nachfrageschub erleben (vgl. Abbildung 33) (Special-Chem – Polymer Additives & Colors 2002).

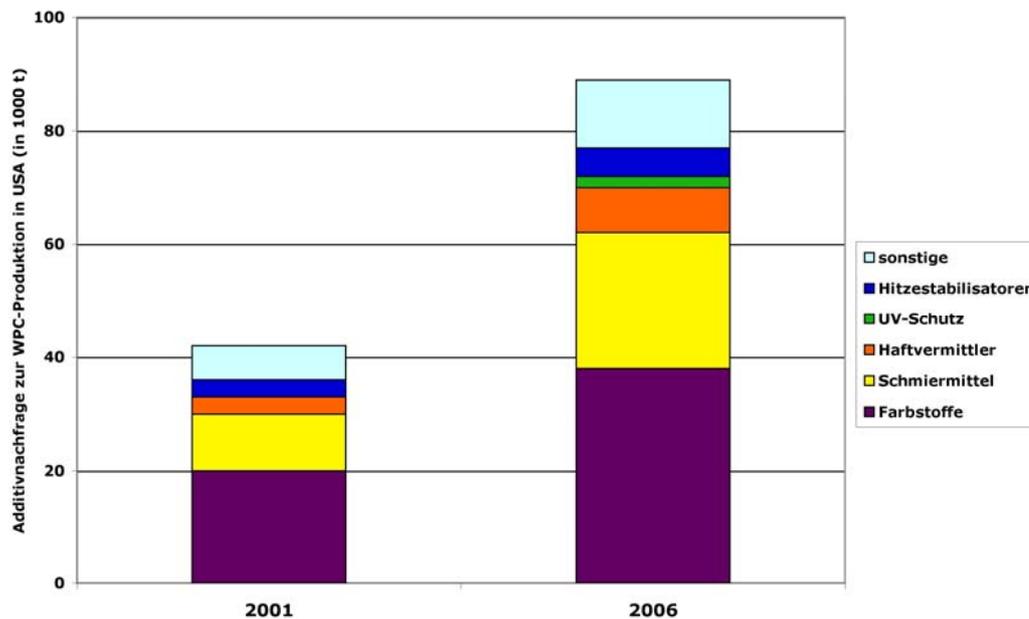


Abbildung 33: Prognostizierte Additivnachfrageentwicklung für WPC (USA)

(Quelle: SpecialChem 2002)

In 2001 hatte der Additivmarkt in den USA ein Volumen von 57 Mio. Dollar. Bis 2006 soll das Volumen auf 120 Mio. Dollar anwachsen (Lerner 2003).

## 7.2 Absatzmärkte in Europa und insbesondere Deutschland – Marktvolumen und Marktstruktur

### 7.2.1 Europa - WPC-Produktionsvolumen

Für den europäischen Markt geht man von einem Schätzwert von rund 30.000 t WPC-Jahresproduktion im Jahre 2003 aus. Gegenüber dem Jahr 2000 (3.000 t) ist dies ein beachtlicher Anstieg (AMI 09/2003). Andere Autoren geben für das Jahr 2003 eine Jahresproduktion von ca. 25.000 t an (Kaczmarek & Wortberg 2003). Nach Angaben von Walther (2005) wird außerdem ein erheblicher Teil der europäischen Jahresproduktion in die USA und nach Japan exportiert.

Laut einer Prognose wird sich die Jahresproduktionsmenge von WPC in Europa bis 2010 voraussichtlich auf ca. 270.000 t erhöhen (Clemons u.a. 2004).

### 7.2.2 Europa - WPC-Marktstrukturen

In folgender Abbildung wird eine Prognose über den europäischen Markt in 2006 gegeben. Rund 80% des WPC-Marktes wird dann laut AMI von den Ländern Deutschland, Großbritannien, den Beneluxstaaten und der Schweiz gebildet, wobei Deutschland mit rund 27% voraussichtlich den größten Anteil einnehmen wird. Skandinavien, Frankreich, Spanien und Österreich spielen entgegen möglicher Vermutungen eine eher untergeordnete Rolle am WPC-Markt. (AMI 10/2003)

Die WPC-Marktanteile sind jedoch vor dem Hintergrund der jeweiligen Größe der Volkswirtschaften zu sehen. Der italienische WPC-Markt findet in Abbildung 34 aus nicht näher erläuterten Gründen keine Erwähnung.

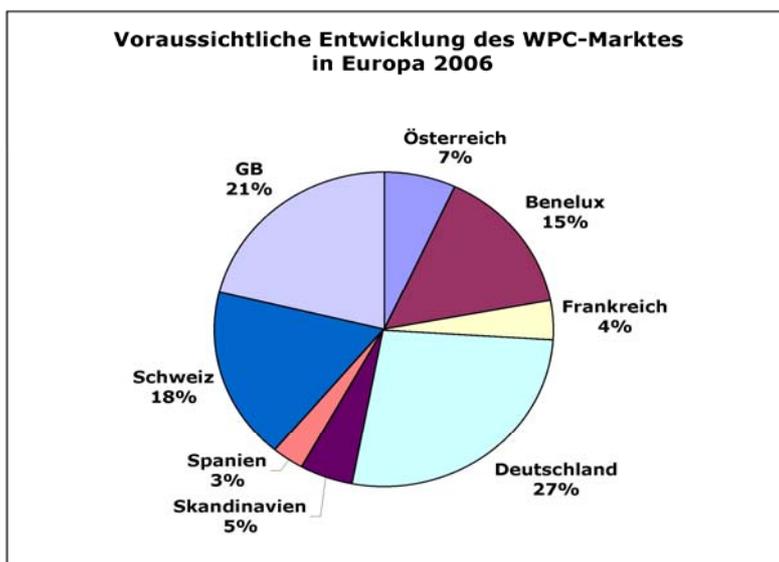


Abbildung 34: Voraussichtliche Entwicklung des WPC-Marktes für 2006, untergliedert in einzelne europäische Länder

(Quelle: AMI 10/2003)

Der europäische WPC-Markt hat sich insbesondere in Deutschland schon jetzt stark entwickelt. „The European WPC market has so far developed most strongly in Germany, with the supply structure numerically strongest in Germany and the UK.“ (AMI 10/2003). Es gibt sehr unterschiedliche Angaben über die Anzahl der WPC-Produ-

zenten in Europa. Die Zahlen schwanken zwischen 15-20 (Holz-Zentralblatt 2004) und 25 WPC-Produzenten in Europa (AMI 10/2003). Allerdings ziehen es rund 350 europäische Firmen durchaus in Erwägung, in die WPC-Produktion einzusteigen (WRAP 2003). Aufgrund unserer aktuellen Erhebung für Deutschland, bei der bereits über 17 WPC-Produzenten gefunden wurden, dürfte die Zahl in Europa bereits heute bei 40 bis 50 Unternehmen liegen.

Die Herkunftsstruktur der WPC-Produzenten in Europa, wie sie in 2003 vorherrschte, gliedert sich in verschiedene Sektoren auf. Mit rund 26% bildet die Gruppe der Firmen, die sich neu gegründet haben, den größten Anteil. Jeweils 22% entstammen der Holzverarbeitenden Industrie sowie dem Lager der PVC-Profil-Hersteller. Eine weitere Gruppe bilden Recyclingunternehmen mit rund 11%. Compoundeure, Maschinenhersteller und Bodenbelaghersteller kommen zusammen auf rund 19%. (AMI 10/2003)

### 7.2.3 Deutschland - WPC-Produktionsvolumen und Marktstrukturen

Mit der vorliegenden Studie wurden zum ersten Mal überhaupt Daten über den deutschen WPC-Markt erhoben. Die Ergebnisse fügen sich dabei gut in das europäische Bild ein.

Der deutsche WPC-Markt ist noch sehr jung und in einer dynamischen Entwicklungsphase. Die vorliegende Studie kann daher nur eine Momentaufnahme, eine frühe Zwischenbilanz darstellen. Es scheint geradezu, dass erst im Jahr 2005 eine wirkliche Dynamik im deutschen WPC-Markt zu verzeichnen ist. So war die häufige Antwort auf die Frage, ob für das Jahr 2004 Jahresproduktionszahlen für WPC vorliegen: „Daten in diesem Zeitraum nicht erhoben, da noch in der Entwicklung befindlich.“

Bis auf wenige Ausnahmen hat der überwiegende Teil der befragten 15 WPC herstellenden Unternehmen erfreulicherweise Datenmaterial zur Verfügung stellen können.

Folgende grundsätzliche Aussagen können getroffen werden:

- Diejenigen WPC-Firmen, die sich in 2004 noch in der Entwicklungsphase befanden, sind i.d.R. zur Serienfertigung übergegangen,
- Viele WPC-Firmen, die in 2004 vergleichbar geringe WPC-Jahresproduktionsmengen aufwiesen, prognostizieren für 2005 deutlich höhere Mengen.

#### *Deutschland - WPC-Jahresproduktionsmengen*

Man kann davon ausgehen, dass in dieser Studie mehr als 90% der deutschen WPC-Produzenten in die Hochrechnung zur Erfassung der WPC-Jahresproduktionsmengen eingegangen sind. Ausgenommen sind all die Unternehmen, die sich noch im Entwicklungsstadium befinden oder befanden und dementsprechend keine Daten liefern konnten; ihre Produktionsmengen sind gering. Die nun folgenden Zahlen zur Jahresproduktion beruhen auf Aussagen von elf Produzenten, die für die Jahre 2004 und 2005 Zahlen zur Verfügung stellen konnten.

Auf Grundlage der geführten Interviews kann man in Deutschland für das Jahr 2004 von einer WPC-Jahresproduktionsmenge von rund 5.000 t ausgehen. Viele Unternehmen standen im Jahr 2004 in der Entwicklungsphase und konnten teilweise noch keine großen Aufträge im WPC-Bereich verbuchen. Die Angaben zu Produktionsvolumina der einzelnen Firmen schwankten zwischen wenigen Tonnen, insbesondere für Testzwecke hergestelltes WPC, bis hin zu etlichen hundert Tonnen WPC-Produktion.

In 2005 entwickelt sich der deutsche WPC-Markt bisher insgesamt sehr erfreulich. Aufgrund der vielfach einsetzenden Investitionstätigkeit zur Erweiterung der WPC-Produktion oder der häufig durch die Befragten genannten besseren Auslastung durch vermehrte Kun-

denaufträge, ist nach Addition der gesamten prognostizierten Produktionszahlen der WPC-Produzenten mit einem Produktionsvolumen von mindestens 10.000 t in 2005 zu rechnen. Dies ist das Ergebnis der geführten Interviews und deckt sich mit der Einschätzung von WPC-Experten wie Korte 2005.

Es ist vielleicht noch etwas zu früh, um genaue Prognosen für das Jahr 2006 zu erstellen, aber nach vorsichtigen Schätzungen eines WPC-Produzenten geht dieser von 3.000 bis 4.000 t alleine für sein Unternehmen aus. Dies entspräche 60-80% dessen, was auf dem gesamtdeutschen WPC-Markt in 2004 produziert wurde. Aber selbst wenn in 2006 die WPC-Jahresproduktionsmenge bei 15.000 oder 20.000 t liegen würde, ist ein Vergleich mit dem nordamerikanischen Markt in diesem Punkt sinnvoll, um die unterschiedlichen Dimensionen der Produktionsmengen zu erkennen. Dazu ein Zitat von Stark, Matuana und Clemens (2004):

*„For building products alone, approximately 500.000 tons of woodplastic composites are predicted to be used in North America in 2006“.*

Eine Differenzierung der Produktionsmengen nach einzelnen WPC-Anwendungsgruppen ist aufgrund fehlender Angaben - sei es aus betriebsinternen Gründen oder allgemein aufgrund nicht erhobener Daten seitens der Produzenten – derzeit für den deutschen Markt nicht möglich.

#### *Deutschland - WPC-Marktstrukturen*

Da sich der WPC-Markt in Deutschland noch in einer dynamischen Entwicklungsphase befindet, sind belastbare Aussagen über die Marktstrukturen schwierig und als Momentaufnahme zu sehen.

Es existierte weder bei den Befragten noch in den ausgewerteten Literaturquellen eine geschlossene Meinung darüber, ob die zukünftigen WPC-Akteure eher der Holz- oder der Kunststoffindustrie zuzurechnen sind.

Tendenziell werden in Deutschland nach Meinung einiger Experten die Kunststoffverarbeiter den WPC-Markt zukünftig dominieren. Dazu folgende Zitate:

*„Auf Dauer werden die Kunststoffverarbeiter den WPC-Markt dominieren, da sie den Prozess, mit Abstrichen in der Holzverarbeitung, beherrschen. Holzfirmen sind mit den Verfahren Extrusion und Spritzgießen weniger vertraut.“* (Stadlbauer 2005).

*„Wer diese Technologie in Deutschland marktreif macht, ist noch offen. Es werden nach Einschätzung der Experten wohl nicht die etablierten Anbieter von Holzwerkstoffen sein: Eher werden sich neue Anbieter etablieren, die z.B. aus dem Bereich der Kunststoffherstellung kommen.“* (Knauf und Frühwald 2004).

Andererseits gibt es auch Stimmen, die die WPC-Akteure zu gleichen Teilen der Kunststoff- und Holzindustrie zuordnen (z.B. Thömen 2005).

Für die Holzwerkstoffproduzenten spricht das Know-how mit dem Umgang Holz. Den Umgang mit Extrudern und Spritzgießmaschinen kann man lernen bzw. das Know-how einkaufen. Aus unserer Sicht wichtig wird sein, welche Branche den besseren Zugang zu den Kunden hat – und dies hängt vor allem von den WPC-Anwendungen ab.

Auch bei der Betrachtung der im folgenden Kapitel aufgelisteten WPC-Produzenten ist eine eindeutige Aussage darüber, aus welchem Industriesektor die WPC-Produzenten primär kommen, schwer möglich.

## 8. Wichtigste WPC-Akteure in Europa und Deutschland

### *Deutscher WPC-Markt*

Die drei folgenden Tabellen bieten erstmalig einen Überblick über die derzeit in Deutschland tätigen WPC-Produzenten und -handelsgruppen, WPC-Maschinen- und Additivhersteller sowie die Berater und wissenschaftlichen Einrichtungen, die in diesem Bereich ihre Forschungsschwerpunkte haben. Die Liste der WPC-Produzenten und -handelsgruppen stellt bis auf wenige Ausnahmen auch einen Großteil der interviewten Firmen dar. Insbesondere bei der Liste der WPC-Produzenten und Handelsgruppen wurde auf Vollständigkeit Wert gelegt, aber eine 100%-ige Übersicht kann genauso wenig garantiert werden, wie bei den Listen der Maschinen- und Additivhersteller und den F&E-Einrichtungen.

Produzenten und Handelsgruppen			
Firmenname	Ort	Internet	Muttergesellschaft/ Anmerkungen
Arbor Holzhandelsges. mbH	51371 Leverkusen-Hitdorf	www.arbor-holz.de	Vertrieb von Techwood Produkten
CopyWood GmbH	70192 Stuttgart	www.copywood.de	
FiberGran Beyer GmbH & Co. KG	02899 Ostritz		Polyvlies - Franz Beyer GmbH & Co. KG
FKUR Kunststoff GmbH	47877 Willich	www.fkur.de	
häussermann GmbH & Co. KG	71560 Sulzbach / Murr	www.haeussermann.de www.wetterholz.com	
Haller Formholz GmbH	74523 Sulzdorf	www.haller-formholz.de	
Holz-Speckmann GmbH	33790 Halle/Westf.	www.holz-speckmann.de	
J. RETTENMAIER & SOEHNE GMBH & Co. KG	73494 Rosenberg	www.jrs.de www.holzcompound.de	
KGM Holzerzeugnisse GmbH	86732 Oettingen	www.kgm-online.de	
Kosche Profillummantelung GmbH	53804 Much	www.kosche.de	
Lehmann Maschinenbau GmbH	08543 Pöhl	www.lehmann-jocketa.de	
Leunaspan GmbH	06237 Leuna	www.leunaspan.de	
Maschinenbau Kitz GmbH	53844 Troisdorf	www.maschinenbau-kitz.de	
McMillan Kunststoffe GmbH	33816 Leopoldshöhe	www.mcmillan-kunststoffe.de	Vertrieb von WPC-Granulaten
Megawood GmbH	33790 Halle	www.megawood.de	
Möller GmbH & Co. KG	59872 Meschede-Eversberg	www.moeller-profilsysteme.de	
MöllerGroup GmbH & Co. KG	33649 Bielefeld	www.moellergroup.com	
Naftex GmbH	26639 Wiesmoor	www.naftex.de	
NOVO-TECH GmbH & Co. KG*	06449 Gross-Schiestedt	www.novo-tech.de	
Oschmann Kunststofftechnik GmbH & Co. KG	35216 Biedenkopf-Breidenstein	www.e-oschmann.de	
PHK-Polymerteknik GmbH	23966 Wismar	www.phk-polymerteknik.de	
Polykemi GmbH Deutschland	45527 Hattingen	www.polykemi.de	
PRIMO Profile GmbH, Berlin	15831 Groß Kienitz	www.primo-profile.de	Teil der Primo-Gruppe
PROPOLYTEC GmbH (PPT)	96215 Lichtenfels	www.pro-poly-tec.de	
TECHNAMATION Technical Europe GMBH	47877 Willich	www.technamation.com	
TECNARO GmbH	99817 Eisenach/Stedtfeld	www.tecnaro.de www.arboform.org	
VGT-PolyCom GmbH	34359 Reinhardshagen		
Werzalit AG & Co. KG	71720 Oberstenfeld	www.werzalit.de	
Xaver Grünwald GmbH	86633 Neuburg an der Donau	www.gruenwald.net	

\*vormals Fawowood Deutschland GmbH

Tabelle 15: WPC-Produzenten und -Handelsgruppen in Deutschland

Es gibt in Deutschland bereits über 20 Firmen, die WPC produzieren oder es vertreiben, wie in der Liste zu sehen ist. Einige wenige Hersteller unterscheiden sich von den übrigen insbesondere dadurch, dass sie höhere Jahresproduktionsmengen ausgewiesen haben oder dies für dieses Jahr prognostizieren. WPC-Produkte stellen in der Regel nur einen Teil des Gesamtproduktportfolios dar, welches häufig von Holzwerkstoffen aller Art dominiert wird. Ein Gegenbeispiel bildet die Haller Formholz GmbH, die sich ausschließlich auf den WPC-Bereich (WPC-Granulathersteller und WPC-Compoundieranlagen) konzentriert. Die Firma „Megawood GmbH“ stellt den Vertriebspartner von Fawo Wood Deutschland GmbH dar und ist selbst jedoch nicht im Bereich der WPC-Produktion tätig.

Maschinen- und Werkzeugbauer sowie -vertreiber			
Firmenname	Ort	Internet	Muttergesellschaft
apx AG	26629 Grossefehn	www.apx-extrusion.de	
Battenfeld Extrusionstechnik GmbH	32547 Bad Oeynhausen	www.sms-k.com	Teil der SMS-Kunststofftechnik
Berstorff GmbH	30625 Hannover	www.berstorff.de	Teil der Mannesmann Plastics Machinery Gruppe
Brabender Technologie KG	47055 Duisburg	www.brabender-technologie.com	
Cincinnati Extrusion GmbH	51503 Rösrath	www.sms-k.com	Teil der SMS-Gruppe
Colortronic GmbH	61381 Friedrichsdorf	www.colortronic.de	
Coperion Werner & Pfeleiderer GmbH & Co. KG	88250 Weingarten	www.coperion.com	Teil der Coperion Holding
Dieffenbacher GmbH & Co. KG	75031 Eppingen	www.dieffenbacher.de	
Entex Rust & Mitschke GmbH	44706 Bochum	www.entex-bochum.de/german/index.html	
Ettlinger Kunststoffmaschinen	86343 Königsbrunn	www.ettlinger.com	
Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH	33102 Paderborn	www.loedige.de	
Haller Formholz GmbH	74523 Schwäbisch Hall-Sulzdorf	www.haller-formholz.de	
Hans Weber Maschinenfabrik GmbH	96317 Kronach	www.hansweber.de	
Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH	80997 München	www.krauss-maffei.de	Teil der Mannesmann Plastics Machinery Gruppe
Lehmann Maschinenbau GmbH	08543 Pöhl	www.lehmann-jocketa.de	
Leistritz Maschinenfabrik GmbH	90459 Nürnberg	www.leistritz.com	
Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	66482 Zweibrücken	www.pallmann.de; www.pallmann-online.de	Teil der Pallmann Unternehmensgruppe
PROPOLYTEC GmbH (PPT)	96215 Lichtenfels	www.pro-poly-tec.de	
Reifenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik	53839 Troisdorf	www.reifenhauser.com	
Reimelt Henschel Industrietechnik GmbH	34112 Kassel	www.henschel-mischer.de	
TechnoPartner Samtronic GmbH (TPS)	73037 Göppingen/Germany	www.technopartner.de	
Wöhler Technische Bürsten GmbH	33181 Bad Wünnenberg	www.woehler.de/tb	Teil der Wöhler Gruppe

Tabelle 16: WPC-Maschinen- und Werkzeughersteller sowie -vertreiber in Deutschland

Es gibt in Deutschland ein breites Angebot an Maschinenherstellern, die Anlagen zur WPC-Produktion herstellen. Dies darf jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass bislang insbesondere Cincinnati seine Kunden mit seinen Anlagen zur WPC-Herstellung überzeugen und dementsprechend eine hohe Marktdurchdringung vorweisen kann.

Cincinnati und Battenfeld gehören der SMS Gruppe an und ergänzen sich dahingehend optimal, dass Cincinnati schwerpunktmäßig Extrusionstechnik vermarktet und Battenfeld im Spritzgießbereich beheimatet ist. Krauss-Maffei Kunststofftechnik ist einer der wenigen Anbieter, die das sog. Direktspritzgießverfahren anbieten.

Alle genannten Maschinenbauer sind aktuell dabei, ihr Know-how im Bereich WPC-Extruder auszubauen und entsprechend angepasste Maschinen am Markt anzubieten. Durch den starken Wettbewerb wird die WPC-Technologie rasch voranschreiten.

Additivhersteller			
Firmenname	Ort	Internet	Muttergesellschaft
<b>Baerlocher GmbH</b>	85716 Unterschleissheim	www.baerlocher.de	
<b>Bodo Möller Chemie GmbH</b>	63069 Offenbach/Main	www.bm-chemie.de	
<b>BrüggemannChemical</b>	74004 Heilbronn	www.brueggemann.com	Teil der BrüggemannGruppe
<b>Chemson GmbH</b>	52355 Düren	www.chemson.com	Teil der Chemson Gruppe
<b>Ciba Specialty Chemical</b>	68623 Lampertheim	www.cibasc.com	wurde 1997 aus Ciba-Geigy Ltd. ausgegliedert
<b>Clariant GmbH</b>	65926 Frankfurt a.M.	www.clariant.de	Tochter von Clariant (Schweiz)
<b>Cognis Deutschland</b>	40551 Düsseldorf	www.de.cognis.com	Cognis Gruppe
<b>Honeywell Deutschland GmbH</b>	63067 Offenbach	www.honeywell.de	
<b>Lanxess Deutschland GmbH</b>	47812 Krefeld	www.lanxess.com	
<b>Schönox GmbH</b>	45127 Essen	www.schoenox.de	Tochter von Akzo Nobel Gruppe (Arnhem, NL)
<b>Wacker-Chemie GmbH</b>	81737 München	www.wacker.com	Aventis hält 49%

Tabelle 17: WPC-Additivhersteller in Deutschland

Entgegen mancher Aussagen werden bei Bayer MaterialScience keine Additive zur WPC-Produktion hergestellt. Vielmehr werden „überwiegend verarbeitungsfertige Polymere verkauft“ (Wussow 2005). Die in der Liste dargestellten Additivhersteller stellen eine Auswahl dar.

Forschung, Entwicklung und Beratung		
Firmenname	Ort	Internet
Faserinstitut Bremen e. V. (FIBRE)	28359 Bremen	www.faserinstitut.de
Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)	38108 Braunschweig	www.wki.fhg.de
Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (UMSICHT)	46047 Oberhausen	www.umsicht.fhg.de
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)	06120 Halle	www.iwm.fraunhofer.de
Innovationsberatung Holz und Fasern	23966 Wismar	www.hanskorte.de
Institut für Polymertechnologien e.V	23966 Wismar	www.ipt-wismar.de
Institut für Werkstofftechnik Kunststoff- und Recyclingtechnik	34109 Kassel	www.kutech-kassel.de
Institute of Wood Biology and Wood Technology an der Universität Göttingen	37077 Göttingen	www.wood.uni-goettingen.de
nova-Institut GmbH	50354 Hürth	www.nova-institut.de
RWTH Aachen	52056 Aachen	www-zhv.rwth-aachen.de
SKZ (Süddeutsches Kunststoff Zentrum)	97082 Würzburg	www.skz.de
Thüringisches Institut für Kunststoff-Forschung e.V.	07407 Rudolstadt	www.titk.de
Universität Duisburg	47057 Duisburg	www.uni-duisburg-essen.de
Wood & Fibre-Hightech GmbH	57072 Siegen	www.kleine-wood-fibre.de
Zentrum Holzwirtschaft /Universität Hamburg	21031 Hamburg	www.holzwirtschaft.org

Tabelle 18: WPC-Forschung und -Entwicklung in Deutschland

WPC-Forschungseinrichtungen entstammen zu etwa gleichen Anteilen der Holz- und Kunststoffforschung. Ein Zentrum der Holz- und WPC-Forschung stellt der Campus der Universität Hamburg dar, auf dem sich das Zentrum der Holzwirtschaft und die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) angesiedelt haben.

Europa			
Firmenname	Ort	Internet	Anmerkung
<b>Battenfeld GmbH (NL Österreich)</b>	A-2542 Kottlingbrunn	www.battenfeld.com	Extrusionstechnik
<b>Bausano &amp; Figli</b>	I- 21050 Marnate (Va)	www.bausano.it	Extrusionstechnik
<b>Beologic nv</b>	B-8554 Zwevegem	www.beologic.com	WPC Additive, WPC Produktion
<b>Cincinnati Extrusion GmbH</b>	A-1230 Wien	www.cet-austria.com	Extrusionstechnik
<b>Conenor Ltd</b>	FIN-33330 Tampere (Finnland)	www.conenor.com	Extrusionstechnik
<b>ENGEL AUSTRIA GmbH</b>	4311 Schwertberg, Austria	www.myengel.com/at	Spritzgießtechnik
<b>Euribix S.A.</b>	CH-1211 Geneve 11		WPC-Produktion und Entwicklung
<b>Fasalex GmbH</b>	A-4794 Kopfing/Innkreis	www.fasalex.com	WPC-Produktion und Entwicklung
<b>Greiner Holding AG</b>	A-4550 Kremsmünster	www.greiner.at	Extrusionstechnik
<b>Honeywell</b>	B-1140 Brüssel	www.honeywell.be	Additivhersteller
<b>ICMA San Giorgio</b>	20010 San Giorgio Su Legnano	www.icmasangiorgio.it	Extrusionstechnik
<b>JOSKO Fenster und Türen GmbH</b>	A-4770 Andorf	www.josko.at	WPC-Produktion
<b>Karelina Oy LTD.</b>	FI-80100 Joensuu	www.karelina.fi	WPC-Herstellung, Spritzgießtechnik
<b>Kompetenzzentrum Holz GmbH-Wood k plus</b>	A-4021 Linz	www.wood-kplus.at	WPC-Forschung
<b>PFI (Paper and Fibre research Institute)</b>	NO-7491 Trondheim	www.pfi.no	Forschung u.a. an WPC
<b>Polima AB</b>	SE-574 28 Vetlanda	www.polima.se	WPC-Produktion
<b>Polyplank AB</b>	SE-392 36 Kalmar	www.polyplank.com	WPC-Produktion
<b>Technoplast Kunststofftechnik GmbH &amp; CoKG</b>	A-4563 Micheldorf	www.technoplast.at	Maschinen und Anlagen zur Holzextrusion
<b>Tech-Wood Nederland BV</b>	7460 AG Rijssen	www.tech-wood.com	WPC-Produktion
<b>TimbaPlus</b>	Roman Way Coleshill Birmingham B46 1HG	www.timbaplus.co.uk	WPC-Produktion
<b>Upper Austrian Research GmbH (UAR)</b>	A-4600 Wels	www.uar.at	WPC-Forschung
<b>VTT Technical Research Centre of Finland</b>	FI-90571 Oulu	www.vtt.fi	Forschung in den Bereichen WPC und Extrudern
<b>WTL International</b>	Tunstall Road, Bosley, Macclesfield, Cheshire, SK11 0PE, UK	www.wtl-int.com/wtl.htm	WPC-Produktion

Tabelle 19: WPC-Akteure in Europa

In dieser Übersicht wurden alle europäischen WPC-Akteure (Produzenten, Maschinenhersteller und Forschungseinrichtungen) - soweit bekannt - zusammengefasst.

## 9. WPC-Markt Deutschland: Chancen, Hemmnisse und daraus abgeleitete Empfehlungen

Die Einführung neuer Werkstoffe, wie Wood-Plastic-Composites (WPC), bedarf stets besonderer Anstrengungen und Mühen sowie vor allem eines langen Atems. Denn man tritt unweigerlich in Konkurrenz zu etablierten Werkstoffen meist großer Unternehmen, die seit etlichen Jahren oder Jahrzehnten eingesetzt werden und entsprechend auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten sind. Die Erfahrung mit und das Vertrauen in diese etablierten Werkstoffe stellen eine große Barriere für neue Werkstoffe dar, die sich erst noch beweisen müssen.

Besonders gut positioniert ist Deutschland bei Verbundwerkstoffen. Für die Entwicklung neuer Verbundwerkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe wurden in Europa und vor allem in Deutschland hervorragende Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung geschaffen, sowohl strukturell als auch finanziell.

Oft erweist sich die Markteinführung neuer Werkstoffe als größere Hürde als die eigentliche Forschung und Entwicklung, da man in der Regel mit guten Ideen und Kompetenz finanzielle Mittel für Forschung und Entwicklung bekommt, nicht aber für die aufwändige Markteinführung. Den Forschungseinrichtungen fehlt oft die Praxis im Transfer zur Industrie und den meist kleinen Unternehmen, der lange Atem – eine Markteinführung kann durchaus zehn Jahre dauern. So lange können viele Unternehmen aber nicht warten, bis endlich Geld mit den neuen Entwicklungen verdient werden kann.

Hier gilt es Kontakte zu knüpfen, auf Wunsch der Kunden viele spezielle Rezepturen zu erstellen, die Kunden zu bemustern, den Kunden beim Einsatz der Materialien zur Seite zu stehen und parallel in Produktionsanlagen zu investieren.

Im Vergleich zu anderen neuen Werkstoffen wie z.B. naturfaserverstärkter Kunststoffe (NFK) sieht die Situation bei WPC besser aus, da die meisten Entwicklungen in den Unternehmen selbst erfolgten und diese Unternehmen, oft Tochterunternehmen größerer Firmen oder Firmengruppen, über vergleichsweise viel Kapital verfügen.

### *Hemmnisse – Qualitätssicherung, Zertifizierung und Image*

Recht treffend wird die Lage des WPC-Marktes in Europa von Frost und Sullivan umschrieben: Relativ hohe Kosten, ein niedriger Bekanntheitsgrad am Markt und das Fehlen eines Massenmarktes haben die Markteinführung der Wood-Plastic-Composites (WPC) bisher gebremst (Frost und Sullivan 2004).

Es existieren nach Angaben mehrerer Experten eine Reihe von sehr unterschiedlichen Hemmnissen, seien es eine fehlende einheitliche, Länder übergreifende Zertifizierung, negative optische Eindrücke oder einfach nur der Name „Plastik“ im Wort „Wood-Plastic-Composites,“ der im deutschen Sprachgebrauch einen eher negativen Beigeschmack besitzt.

In Europa gibt es eine uneinheitliche Zertifizierung. Tech-Wood beispielsweise lässt in den Niederlanden die Güte der WPC-Produkte durch ein sog. „Komo“ Zertifikat bescheinigen. Eine nationale Zertifizierung in anderen Ländern wird angestrebt, ist aber mit hohen finanziellen Belastungen verbunden. Deshalb würde eine einheitliche europäische Zertifizierung begrüßt werden. Dabei sollte stets bedacht werden: Das stetig wachsende Vertrauen in Holz-Verbundwerkstoffe darf nicht durch irreführende oder falsche Versprechungen untergraben werden. Je nach Holzrohstoff – z.B. Holzmehl oder Holzfasern -- weisen WPC

sehr unterschiedliche mechanische Eigenschaften auf (Holz-Zentralblatt 2004), ebenso hat der Holzanteil erheblichen Einfluss auf die Alterungsbeständigkeit und insbesondere den Pilzbefall der Produkte. Auch der Einsatz von Recycle-Kunststoffen kann die Produkteigenschaft reduzieren.

Der Endverbraucher wünscht sich zudem Produkte, welche ihn aus optischen Gründen überzeugen. Einige WPC-Firmenvertreter (z.B. Kampf 2005) und Designer auf der Internationalen Möbelmesse (IMM 05) sind jedoch der Meinung, dass manche WPC-Produkte nicht auf Anhieb eine für die Endverbraucher ansprechende Optik aufweisen, so dass eine Nachbearbeitung nötig ist, die wiederum Kosten verursacht.

Des Weiteren ist aufgrund fehlender Marketingmaßnahmen der Begriff WPC bei vielen Entscheidern im Möbelsektor, im Baugewerbe, bei Architekten und beim Endverbraucher unbekannt (Marx 2005). Oder es verhält sich so, wie die Aussagen von Produzenten (Kampf 2005, Golombek 2005) und Holzexperten (Walther 2005) bestätigen, dass der „europäische Markt anspruchsvoller ist als derjenige in den USA bezüglich Qualität und Design von WPC-Produkten.“ Es ist durchaus strittig, ob WPC als Produkt mit Kunststoff vom Verbraucher nicht gemieden wird. Zumindest im Rahmen dieser Kurzstudie wurde diese Aussage von mehreren Experten bestätigt, aber es war keinem Befragten eine Studie zu diesem Thema bekannt.

Die Strategien im Markt sind durchaus unterschiedlich. Einige Teilnehmer verkaufen WPC als holzähnlich mit gebürsteten Oberflächen, andere bevorzugen bewusst eine „Plastikoberfläche.“ Beide Strategien werden z.B. bei Deckings eingesetzt. (Korte 2005)

Dazu auch ein eine Stimme aus dem Möbelbereich, entnommen aus der Holztrendanalyse von Knauf und Frühwald 2004:

*„Im Kundenauge – wenn ich Komposit oder Plastik auf den Preislappen schreibe, habe ich gleichzeitig minus 30 Prozent im Verkauf. Es ist einfach ein Qualitätsempfinden, was die Leute mit einem bestimmten Werkstoff in Verbindung bringen. Deswegen wehre ich mich innerhalb dieses Sortimentsbereiches gegen jede Entwicklung im Plastikbereich. Das ist auch gut so, wir haben so viele schlechte Erfahrungen gemacht. Das ist im Moment auch tot, mausetot, bei uns.“*

Aus dieser Aussage wird auch deutlich, dass ein neuer allgemein anerkannter Name gefunden werden sollte. Die gebräuchlichen Ausdrücke für WPC, wie „Thermoplastischer Faserstoff“ (PPT) „Holzverbundwerkstoffe“ (diverse) oder „Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (HKV)“ (Wood K plus) belegen die vielfältigen Möglichkeiten, das Wort „Plastik“ möglichst nicht zu erwähnen. Die Produktverkäufer geben ihren Produkten Markennamen und vermeiden es, von „Plastik“ zu sprechen (Korte 2005).

Mögliche Probleme, wie sie bereits aus den USA geschildert werden, sollten in Deutschland durch entsprechende Maßnahmen von Beginn an vermieden werden. US-WPC-Hersteller, die auf recycelten Kunststoff in der WPC-Herstellung setzen, versuchen dies nicht unbedingt öffentlich werden zu lassen bzw. sie heben es nicht hervor, dass sie recycelten Kunststoff verwenden. Der Grund: WPC-Käufer/Konsumenten stellen die Dauerhaftigkeit und die Eigenschaften eines WPC-Produktes aus recyceltem Material in Frage bzw. glauben, dass eine Verschlechterung gegenüber unrecyceltem Kunststoff auftritt. (WRAP 2003)

### Chancen

Andere Stimmen sehen insgesamt keine großen Hemmnisse für eine schnellere Marktdurchdringung von WPC.

*„Hemmnisse sehe ich an sich keine. Die Entwicklung wird verlaufen wie andere Neuerungen auch. WPC findet seine Nische. Die Deutschen sind sehr konservativ. Haben etwas gegen Kunststoff, sind aber vernünftig, wenn sie aufgeklärt werden.“  
(Marx 2005)*

Unterstützung für ein breiteres Wachstum des europäischen und deutschen WPC-Marktes könnte die aktuelle Öl- und Polymerpreisentwicklung (Interviews mit WPC-Firmen 2005) bieten, da durch den hohen Anteil von Holz der WPC-Preisanstieg vergleichsweise langsamer verlaufen kann.

Aber nicht nur der Rohstoffpreis könnte als Push-Faktor eine Rolle spielen, sondern auch rechtliche Rahmenbedingungen mit ökonomischen Implikationen für Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Viele Richtlinien, Verordnungen und Gesetze aus Brüssel und Berlin haben Einfluss auf die Materialwahl der Industrie. Es gilt hier, WPC bei den politischen Entscheidungsträgern bekannt zu machen und die Werkstoffe in den entsprechenden Verordnungen zu verankern. Vorbild können hierbei Biokunststoffe sein, die nach jahrelanger Lobbyarbeit nun z.B. durch die Verpackungsverordnung weiteren Rückenwind erfahren.

Ein anderes Beispiel ist das Altfahrzeuggesetz, das die Verwertung von Altfahrzeugen regelt und einen klaren Fokus auf die stoffliche Verwertung legt. Entgegen den Äußerungen einiger WPC-Produzenten sind Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen im Altfahrzeuggesetz gegenüber anderen Werkstoffen nur unwesentlich im Vorteil – es ist in den letzten Jahren durch intensive Informationsarbeit aber immerhin gelungen, die drohenden Nachteile für nachwachsende Rohstoffe zu überwinden, die ursprünglich im Gesetz bzw. der entsprechenden EU-Richtlinie standen, einfach weil man in Brüssel übersehen hatte, dass es solche Werkstoffe überhaupt gibt.

So zeigen Altfahrzeuggesetz und Verpackungsverordnung, wie wichtig es ist, als Werkstoffgruppe in Berlin und Brüssel präsent zu sein. Die rechtlichen Rahmenbedingungen haben stets ökonomische Implikationen, die der einen oder anderen Werkstoffgruppe Voroder Nachteile bringen. So hat das Altfahrzeuggesetz massiven Einfluss auf die im Automobil eingesetzten Werkstoffe. Würde das Gesetz die Rahmenbedingungen für den Einsatz von WPC, naturfaserverstärkten Kunststoffen und Biokunststoffen – mit guten Argumenten! – verbessern, würde die Automobilindustrie diese Werkstoffe ohne Frage verstärkt einsetzen.

Zum Erfolg einer neuen Werkstoffgruppe gehören

1. gute technische Eigenschaften, die die Eigenschaften der potenziellen Substitute erreichen oder übertreffen,
2. ein konkurrenzfähiges Preisniveau bzw. Preisentwicklung, Versorgungssicherheit und Qualitätsmanagement sowie
3. die geeigneten politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen, die die Vorteile z.B. in Bezug auf Ökologie, Nachhaltigkeit und Regionalität zur Geltung bringen.

Sind diese drei Faktoren gegeben, ist der Erfolg kaum noch aufzuhalten. Während sich um die Faktoren 1 und 2 die Industrie und F&E-Einrichtungen kümmern können, ist für den Faktor 3 eine übergreifende Struktur, ein Verband erforderlich, der der Politik als Ansprechpartner dient.

Positives Beispiel ist die „Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe (I-BAW)“, der es gelungen ist, Biokunststoffe - trotz hoher Preise für die Biopolymere – im europäischen Verpackungsmarkt nachhaltig und zunehmend zu verankern.

### *Normung*

Gerade weil der Begriff eine große Vielzahl an Werkstoffen und Produkten umfasst, ist eine Normung auf nationaler und vor allem europäischer Ebene von großer Bedeutung, um dem Kunden definierte Qualitäten bieten zu können. Laut Korte 2005 arbeitet derzeit eine Initiativgruppe auf europäischer Ebene an einer einheitlichen WPC-Norm.

Daran ändert auch nichts, dass manche Akteure keine Notwendigkeit für ein weiteres „rechtliches Korsett“ sehen: Herr Landmann (Leunaspan) zum Thema Standardisierung von WPC-Produkten: „Die Produkte werden meist von Kunden bestellt, um ein bereits vorhandenes Produkt zu ersetzen. Somit wird das von uns produzierte Teil nach der Norm getestet, der das zu ersetzende Teil entsprechen muss.“ (Holz-Zentralblatt 2004).

Es geht um das Vertrauen der Industrie und der Endkunden in das neue Material – und dies kann nicht ernst genug genommen werden. Der Kunde muss leicht die Qualität des WPC-Materials erkennen können. Sonst können Billiganbieter mit schlechten WPC-Materialien den Markt nachhaltig zerstören, bevor er sich relevant entwickelt hat.

### *Eigenschaften kommunizieren!*

Im Vergleich zu herkömmlichen Materialien können die guten mechanischen Eigenschaften, ein geringerer Wartungsaufwand und Materialeinsparungen während der Produktion von WPC überzeugen (AMI 10/2003 und WPC-Experten Interviews). Zum Thema „Materialeinsparungen“ ein Zitat des Leunaspan Geschäftsführers Herr Landmann: „Allein der Aspekt, dass bei der Verarbeitung und Herstellung von Profilen aus dem Verbundwerkstoff nur ein geringer Bruchteil von „Abfall“ gegenüber der Holzverarbeitung entsteht, macht das Produkt interessant.“ Der Abfall kann gemahlen und wieder verwendet werden. Die Profile sind lackierbar, lassen sich verschrauben und verkleben, es tritt keine Rissbildung auf und es gibt keine Schwachstellen durch Astlöcher! (Holz-Zentralblatt 2004).

Außerdem besitzen WPC-Produkte einen Mehrwert gegenüber vergleichbaren Produkten aus Kunststoffen oder Metallen: Sie weisen eine geringere Wärmeausdehnung auf (Thömen 2005). Diese Eigenschaft ist insbesondere im Außenbereich von Vorteil.

Solche spezifischen Vorteile müssen aktiv kommuniziert werden, am besten von einem Firmen-übergreifenden Verband, der dies sehr viel überzeugender gegenüber Öffentlichkeit und Politik tun kann.

Bei der Kommunikation von WPC-Vorteilen muss allerdings stets beachtet werden, ob man sich gegenüber Holzwerkstoffen oder gegenüber Kunststoffen platzieren möchte (siehe hierzu Kapitel 1, Zusammenfassung).

Neben den oben erwähnten Vorteilen müssen Verbraucher in der Vertrauens-schaffenden Kommunikation auch auf die Limitierungen von WPC-Produkten und Abgrenzungen zu anderen Werkstoffen hingewiesen werden, wie sie beispielsweise im Bausektor auftreten, da sich WPC-Produkte nicht als tragende Elemente eignen. WPC kann viel, aber längst nicht alles!

### Marketing

Aber nicht nur auf Seiten der WPC-Akteure gibt es Hindernisse. Auch auf Endverbraucherseite sollte durch flankierende Marketingmaßnahmen der Begriff WPC sowie die breite WPC-Produktpalette bekannt gemacht und der Verbraucher über potenzielle Vorteile (und Nachteile) von WPC-Anwendungen im Vergleich zu herkömmlichen Holz- und Kunststoffprodukten aufgeklärt werden. Dazu ein Zitat von Landmann (2004): „Im Bereich der Werbung für dieses Material wird viel zu wenig getan.“ Es ist noch viel Überzeugungsarbeit zu leisten, um potenzielle Kunden an das Produkt heranzuführen. Dieser Ansicht waren auch WPC-Experten wie Kampf (2005) oder die Autoren der Studie von Frost und Sullivan 2004:

*„Mehr Investitionen ins Marketing!“ „Auf dem WPC-Markt sollen höhere Marketing-Budgets dazu beitragen, die Bekanntheit der Produkte zu steigern. Die Orientierung an den Standards der Bauindustrie dürfte eine wichtige Voraussetzung bilden, um die Umsätze mit diesem wichtigen Abnehmersektor zu erhöhen. Lizenzvereinbarungen, strategische Partnerschaften und Übernahmen können neuen Unternehmen helfen, ihren Marktanteil zu vergrößern.“*

Der Endverbraucher stellt jedoch in der Regel das Ende einer Verkaufskette dar. Um effektive Überzeugungsarbeit leisten zu können, müssen jedoch zunächst die Meinungsmacher dazu motiviert werden, WPC einzusetzen.

„Die Meinungsmacher sind meines Erachtens die Architekten, hier tut Aufklärung Not. Ihre Akzeptanz löst Bedarfe aus. Die zweite Reihe der Bauschreiner und Holzhändler ziehen dann mit.“ Aber auch die nachfolgende Generation sollte über die neuen Möglichkeiten von WPC in entsprechenden Hoch- und Berufsschulen unterrichtet werden. (Marx 2005)

Für die Etablierung von WPC in der Kunststoffindustrie müssen noch gänzlich neue Marketingstrategien entwickelt werden, die bislang bei den Produzenten nicht sichtbar werden, die sich vor allem auf die Bauindustrie konzentrieren. Schon mittelfristig kann der Einsatz in der Kunststoff-verarbeitenden Industrie aber große Bedeutung bekommen. Hier ist es z.B. erforderlich, die WPC-Werkstoff- und Verarbeitungs-Kennwerte in den üblichen Kunststoffdatenbanken zu integrieren, damit der Werkstoff-Ingenieur automatischen Zugang zu den neuen Materialien bekommt (siehe hierzu auch Kapitel 4.1).

### Empfehlung: Gründung eines WPC-Verbandes

Der WPC-Markt wächst weltweit und gerade auch in Europa mit großer Dynamik. In vielen Ländern sind bereits nationale Organisationen und Verbände entstanden, auf EU-Ebene wird aktuell an Standards und Normen gearbeitet. Die Akteure dieser Arbeitsgruppe kommen vornehmlich von der Kunststoffseite. Es besteht hier die Gefahr, dass die Erfahrungswelt der Holzbranche unberücksichtigt – zumindest unterrepräsentiert – bleibt. Deutschsprachige Vertreter gehören dieser Gruppe bislang nicht an. (Korte 2005)

Obwohl es im deutschsprachigen Raum, der mit Deutschland, Österreich und der Schweiz der größte WPC-Markt in Europa ist, über 20 WPC-Hersteller mit rasch wachsendem Produktionsvolumen (10.000 - 15.000 t im Jahr 2005) gibt, fehlen gemeinsame Strukturen und Strategien.

Aktuell bestehen vor allem Defizite im Bereich Normung, Mitgestaltung politisch-rechtlicher Rahmenbedingungen, Marketing, Öffentlichkeitsarbeit und auch bei der Akquise

neuer Branchen und potenzieller Anwender. Es geht um die Schaffung einer Identität und eigenen Stärke als Basis für das Wahrgenommenwerden durch andere Branchen und Anwender sowie durch die Politik.

Um diese Defizite zu überwinden, wäre die Gründung eines deutschsprachigen WPC-Verbandes aus unserer Sicht oberste Priorität.

Der WPC-Markt in Deutschland, Österreich und der Schweiz (D-A-CH) ist ein junger und sehr zersplitterter Markt, bei dessen Marktteilnehmern das Konkurrenzdenken vorherrschend ist. Der Gedanke, durch die Gründung eines WPC-Verbandes die einzelnen Kräfte zu bündeln, um so WPC zu einem schnelleren Marktdurchbruch zu verhelfen, ist so nahe liegend wie schwierig. So zeigen nach Aussagen von Stadlbauer (2005) viele WPC-Akteure eher ein geringes Interesse an einer Verbandsgründung. Hier gilt es Überzeugungsarbeit zu leisten.

Zumindest scheint aber die Mehrheit der befragten Unternehmensvertreter einem unverbindlichen Gedankenaustausch auf einem deutschen WPC-Kongresses positiv gegenüber zu stehen, wie die durchweg positiven Reaktionen auf den vom nova-Institut organisierten „Ersten Deutschen WPC-Kongress“ am 8.-9. November, Maritim Hotel, Köln, zeigen. Dort wäre auch der geeignete Ort, um über eine Verbandsgründung zu diskutieren.

In der Zwischenzeit (Stand: Januar 2006) wurden zwei WPC-Verbände gegründet. Nähere Informationen finden Sie im Presstext zum Ersten Deutschen WPC-Kongress ab Seite 91.

## 10. Quellen

- Americanrecycler (01/2004): [www.americanrecycler.com/0104wood.shtml](http://www.americanrecycler.com/0104wood.shtml) (Stand: 2004-12).
- Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (21.10.2000): Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. September 2000 über Altfahrzeuge.
- Applied Market Information (AMI) (2003): Wood Plastic Composites, Identifying Viable Opportunities in the West European Markets, Bristol/UK.
- Applied Market Information (AMI) (2003): Wood Plastic Composites „on the cusp of take-off in Europe“. Press Release of 2003-10-14.
- Battenfeld GmbH (2004): „Gut Holz“ für Kunststoff. In: Kunststoffe 3/2004.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), „Energiestudie Erdöl“. ([www.bgr.de](http://www.bgr.de)) (Stand: 2003-03).
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup> - Das wichtigste in Kürze.
- Capocci, G., Stadler, U., Reyes, M. (2004): A new additive to staining and fungal growth in woofiber-plastic composites. Tarrytown. USA. In: Progress in Woodfibre-Plastic Composites 2004 - Conference Proceedings. Toronto.
- Cincinnati Extrusion GmbH (2005): Wood Plastic Composite Extruder – Fibrex 38/45/58/80/92/135.
- Clemons, C., J. E. Winandy, N. M. Stark (2004): Considerations in recycling of wood-plastic composites. A presentation to the 5th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium April 27-28, 2004 in Kassel / Germany.
- Clemons, Craig (2002): Wood-Plastic Composites in the United States – The Interfacing of Two Industries. In: Forest Products Journal, Vol. 52, No. 6, S. 10-18.
- Correct Building Products (2005): [www.correctdeck.com](http://www.correctdeck.com) (Stand: 2005-04).
- Design Report (2004): Gut in Form. Heft 10/2004.
- Eastman (2004): Eastman, Broschüre, „Epolene“. ([www.eastman.com/Brands/Epolene](http://www.eastman.com/Brands/Epolene)) (Stand: 2004-12).
- Environment and Plastics Industry Council (EPIC) (2003): Recycled Plastic Lumber – A strategic Assessment of ist Production, Use and Future Prospects. Ontario.
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID), Nr. 49, 2004-11-30.
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2005): Holz special: Holzwerkstoffe & Oberflächen, Sondernummer vom 2005-04-18.
- Espitia (Modern Dispersions Inc. (MDI)) (2004): persönliche Mitteilung. 2004-11.
- Fawo®Wood Homepage (2005): [www.fawowood.de](http://www.fawowood.de) (Stand: 2005-04).
- Fasalex (2004), [www.fasalex.com](http://www.fasalex.com) (Stand: 2004-12).

- Frost und Sullivan (2003): Innovations in thermoplastic composite technology. Executive Summary.
- Frost und Sullivan (2004): Analyse zum Markt für thermoplastische Verbundwerkstoffe. Frankfurt.  
([www.chemlin.de/news/mar04/2004031103.htm](http://www.chemlin.de/news/mar04/2004031103.htm)) (Stand: 2004-03).
- Golombek, Jörg (Werzalit AG & Co. KG) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-01-25 und 2005-02-17.
- Hackwell, Brian and Pritchard, Geoff (2005): The market for wood plastic composites in Europe. Vortrag gehalten auf der 2. Wood Fibre Polymer Composites Symposium - Applications and Perspectives. March 24-25, 2005. Bordeaux.
- Häussermann GmbH & Co. KG (2005): Informationen rund um das Produkt Wetterholz unter: ([www.haeussermann.de](http://www.haeussermann.de) und [www.wetterholz.com](http://www.wetterholz.com), Stand: 2005-01).
- Haman, Soromo (2004): Prozessnahes Qualitätsmanagement beim Spritzgießen. Chemnitz.
- Höppel, Jochen (Geschäftsführer PPT GmbH) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-03-17.
- Holz-Speckmann (Holzfachmarkt) (2005): [www.holz-speckmann.de](http://www.holz-speckmann.de) (Stand: 2005-04).
- Holz-Zentralblatt (2004): Wood Plastic Composites, Nr. 51.
- Jaakko Pöyry Consulting (2004): Entwicklung und Aufbau der „Erzeugergemeinschaft Altmarkholz“.
- Kaczmarek, Dirk und Wortberg, Johannes (2003): Holz aus dem Extruder. In: Kunststoffe 2/2003. München.
- Kampf, Andreas (J. Rettenmaier & Söhne GmbH) (2005): persönliche Mitteilung 2005-01 und 2005-03.
- Karus, M. u.a. (2004): Marktreife von PP-NF-Spritzguss. Überblick über die PP-NF-Spritzguss-Technologie und ihre Eigenschaften. Hürth.
- Kikuchi, Takeyasu (2002): The Development of EinWood™ Composites. New Wood Fiber Plastic Composites from Japan. Tokyo.
- Kikuchi, Takeyasu (2005), persönliche Mitteilung vom 2005-03-13.
- Kirsch, E. und Daniel M.: Naturstoff Holz – Neue Anwendungsgebiete in der Spritzgieß- und Extrusionstechnik. In: Österreichische Kunststoff-Zeitschrift 35 (2004) 1/2.
- Knauf, Marcus und Frühwald, Arno (2004): Trendanalyse Zukunft Holz – Delphi-studie zur Entwicklung der deutschen Holzindustrie. Bielefeld.
- Kohler, Robert (Institut für angewandte Forschung, IAF) (2005): Vortrag auf dem FNR-Symposium „Nachwachsende Rohstoffe für die Chemie“, 2. und 3. Februar 2005 in Potsdam.
- Korte (Dr. Hans Korte - Innovationsberatung Holz & Fasern) (2005): persönliche Mitteilung 2005-04-10.

- Korte & Hansmann (2005): WPC made with different processes – a comparative investigation. 8th Int. Conference on Woodfiber-Plastic Composites. Madison, May 2005.
- Krüger (Möller GmbH) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-02-24.
- Kürsten (2004): Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten Rest- und Altholz, insbesondere von Sägespänen und Sägemehl.  
([www.holzfragen.de/seiten/verwertung\\_holzspaene.html#8](http://www.holzfragen.de/seiten/verwertung_holzspaene.html#8)) (Stand: 2004-12).
- Kunststoff Information (KI) (2005): [www.kiweb.de](http://www.kiweb.de). 2005-04.
- Landmann (Geschäftsführer Leunaspan GmbH) (2004): Interview im Holz-Zentralblatt 2004 (Nr. 51).
- Leithoff, Hans (Universität Hamburg – Zentrum Holzwirtschaft) (2005), persönliche Mitteilung vom 2005-04-09.
- Lerner, Ivan (2003): High Durability and Low Maintenance Boost WPC Prospects. Chemical Market Reporter, Vol. 264, Issue 22, p.12.
- Luengas-Idilbi, Halima Patricia (Technamotion Technical Europe GmbH) und Schwenk, Bruno (OPTI Consult International) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-01-21 und 2005-02.
- Lützkendorf, Renate (Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V., TITK) (2004): persönliche Mitteilung.
- Luzenac (2004): Luzenac America, Inc. Broschüre „Talc in Plastics“.
- Maine, Frank (2004): Wood-Plastic Composites – Challenges and opportunities. Trends in Plastic. ([www.plasticstrends.net/articles/wpc.htm](http://www.plasticstrends.net/articles/wpc.htm)) (Stand: 2005-01).
- Mali, J., Sarsam, P. u.a. (2003): „Woodfibre-plastic composites“ ([www.vtt.fi](http://www.vtt.fi)) (Stand: 2005-01).
- Mantau, U., (2004): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2002. Abschließender Forschungsbericht. Hamburg.
- Mantau, U. und Sörgel, C. (2004): Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie, Holzschliff- und Zellstoffindustrie, Sägeindustrie. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg.
- Marx, Wolfgang (Copywood GmbH) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-03-02. ([www.copywood.de](http://www.copywood.de)) (Stand: 2005-01).
- Morton, J. (Principia Consulting) (2003): Current and Emerging Applications for Natural and Wood Fibre Composites. A presentation to the 7th international Conference of Woodfibre Composites. Madison.
- Nachrichtenportal für Nachwachsende Rohstoffe (2004): Recycling von NR-Autoinnenteilen – Neues von Schwarze Pumpe. Meldung vom 2004-06-04 (ID: 20040604-01).
- Nägele, Helmut (Tecnaro GmbH) (2005): persönliche Mitteilung 2005-02-10.
- Nogossek, Alfred (Berstorff GmbH) (2005): persönliche Mitteilung 2005-04.

- PlasticsEurope – Der Verband der Kunststoffhersteller (2004): Produktions- und Verbrauchsdaten für Kunststoffe in Deutschland unter Einbeziehung der Verwertung 2003. Frankfurt.
- Seeger, Klaus (2002): Nutzung von Holz als Energieträger aus Sicht der Säge- und Holzindustrie. Biomasse Holz - Eine Chance für die dezentrale Energiewirtschaft. Vortrag im Rahmen des VWEW-Infotags. Freiburg.
- Schwarzbauer, Peter und Eder, Asta (2003): Holz/Kunststoff-Verbundwerkstoff-Marktvolumen und Marktchancen. 4. Int. Seminar für die Holzindustrie. Wien.
- Schwarzbauer, Peter und Eder, Asta (2002): Market Report on „Extrudable Wood Composites“. Linz.
- Schwendemann, Daniel (2003): Wood and natural composites processed on a co-rotating twin screw extruder. Vortrag, Coperion Werner & Pfleiderer.
- Schwendemann, Daniel und Frisk, Hans: Holzfasern mit Kunststoff compoundieren. In: Kunststoffe 4/2004, S. 76-80.
- Snijder (A & F) (2005): persönliche Mitteilung.
- Song, Wayne (Futuresoft Technologies Co. Ltd., Beijing, P.R. China) (2005): Woodfiber and Natural Fiber Plastic Composites in China: Opportunities and Obstacles. Vortrag auf dem 2<sup>nd</sup> Wood Fibre Polymer Composites Symposium – Applications and Perspectives. Bordeaux 2005.
- SpecialChem Polymer Additives & Colors (2002): Additive developments aid growth in wood-plastic composites. ([www.specialchem4polymers.com](http://www.specialchem4polymers.com)) (Stand: 2005-01).
- Sperber, Wolfgang (Universität Kassel) (2005): Persönliche Mitteilung vom 2005-01-18.
- Stadlbauer, Wolfgang, Upper Austrian Research (UAR) (2005), persönliche Mitteilung vom 2005-03-14.
- Stark, Nicole und Matuana, Laurent (2003): Ultraviolet weathering of photostabilized wood-flour-filled high-density polyethylene composites. Michigan.
- Stark, Nicole, Matuana, Laurent und Clemons, Craig. (2004): Effect of Processing Method on Surface and Weathering Characteristics of Wood-Flour/HDPE Composites. Online- Veröffentlichung in Wiley InterScience.
- Strasser, Manuela (Fasalex GmbH) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-04-11.
- Timbertech Kostenvergleich WPC – Holz (2005): [www.timbertech.com](http://www.timbertech.com) (Stand: 2005-01).
- Thömen, Heiko (Universität Hamburg – Zentrum Holzwirtschaft) (2005), persönliche Mitteilung vom 2005-04-09.
- USDA and Forest Products Laboratory (FPL) (2004): Wood-Plastic Composites. Madison. ([www.fpl.fs.fed.us](http://www.fpl.fs.fed.us)) (Stand: 2005-01).
- Walther, Thomas (Universität Hamburg – Zentrum Holzwirtschaft) (2005), persönliche Mitteilung vom 2005-04-10.

- Werzalit AG & Co. KG (2005): [www.werzalit.de](http://www.werzalit.de) (Stand: 2005-04).
- Wikipedia Online: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) (Stand 2005-04).
- WKI für Holzforschung (2004): Wilhelm Klauditz Forum, Ausgabe 5. Braunschweig.
- Wolcott, Michael P. (Washington State University) and Smith, Paul M. (Pennsylvania State University) (2004): Opening lecture "Progress in Woodfibre-Plastic Composites", Toronto, May 10-11. In: Nachrichtenportal für Nachwachsende Rohstoffe (2004): Opportunities and Challenges for Wood-Plastic Composites in Structural Applications. Meldung vom 2004-05-28 (ID: 20040528-08).
- WRAP: The Waste and Resources Action Programm (2003): Wood plastic composites study – technologies and UK market opportunities. Branbury. ([www.wrap.org.uk](http://www.wrap.org.uk)) (Stand: 2005-01).
- Wussow, Hans-Georg (Bayer MaterialScience) (2005): persönliche Mitteilung vom 2005-25-04.
- Wuttke, Klaus (Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG): persönliche Mitteilung vom 2005-11-17.

## 11. Anhang

*Verschiedene WPC-Bilder, aufgenommen auf der Ligna 2005.*



Abbildung 35: Decking der Firma Werzalit AG & Co. KG



Abbildung 36: WPC-Stuhl

*Presstext des nova-Instituts vom 17.11.2005*

## **Erster Deutscher WPC-Kongress mit großer Resonanz**

### **Großes Markt- und Innovations-Potenzial für Wood-Plastic-Composites (WPC) – Fachgruppe WPC gegründet**

Der Erste Deutsche WPC-Kongress, den das nova-Institut (Hürth) am 8. und 9. November im Maritim-Hotel in Köln durchführte, stieß bei der Holz- und Kunststoff-verarbeitenden Industrie, Zulieferern und Anwendern auf großes Interesse: 300 Teilnehmer aus 14 Ländern fanden sich in Köln ein, um über neueste Entwicklungen im Bereich der Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe informiert zu werden und angeregt zu diskutieren. Vertreten waren die Branchen Bau, Möbel und Automobil, Maschinenbau, Rohstoffe und Additive sowie Produzenten aus der Holz- und Kunststoffindustrie.

Auf der begleitenden Fachaussstellung präsentierten 24 Unternehmen und Institute ihre Kompetenz in Sachen Produktionsanlagen (Extruder), Mess- und Mischvorrichtungen, WPC-Granulate und Produkte. Die Aussteller zeigten sich mit den „sehr gut gemischten“ Kongressbesuchern zufrieden, die eine Vielzahl von Geschäftskontakten ermöglichten.

Das große Interesse am Thema WPC spiegelt die erstaunliche Dynamik wieder, mit der Produktion und Absatz dieser neue Werkstoffgruppe nun auch in Deutschland wachsen. Wurden im Jahr 2004 in Deutschland erst 5.000 t WPC produziert, werden es dieses Jahr bereits knapp 10.000 t sein (nova-Marktstudie), Tendenz stark steigend. Waren es vor drei Jahren noch ca. vier Firmen in Deutschland, die WPC-Produkte produzierten, so sind es in diesem Jahr bereits etwa 20.

In Europa wird für dieses Jahr ein Produktionsvolumen von 40.000 – 50.000 t erwartet. Welches Marktpotenzial auf seine Erschließung wartet, sieht man in Nordamerika: Hier wird für 2005 bereits eine WPC-Produktion von 700.000 t erwartet und die jährlichen Zuwachsraten sind immer noch zweistellig.

Das Besondere an WPC ist, dass diese Werkstoffe sowohl für die Holzwerkstoffindustrie als auch für die Kunststoffindustrie neue Materialien sind. Sind dies thermoplastisch-gebundene Holzwerkstoffe oder holzgefüllte Thermoplaste? Verarbeitbar wie Kunststoffe (Spritzguss, Extrusion), witterungsbeständiger als Holzwerkstoffe, teurer als Holzplattenwerkstoffe und preiswerter als Kunststoffe. Um WPC erfolgreich entwickeln, produzieren und vermarkten zu können müssen Experten aus der Holz- und Kunststofftechnik zusammen arbeiten. Und hierbei müssen sich die Experten beider Seiten auf Begriffe, Definitionen, Normen und Mess-Standards sowie Zertifizierungen einigen.

Heute werden WPC vor allem im Baubereich in Form von hochgefüllten, extrudierten Profilen, z.B. als witterungsbeständige Bodendielen („Decking“) im Außenbereich eingesetzt. Dies wird zunächst auch der wichtigste Anwendungsbereich bleiben und hier gilt es, WPC-Profile in den Baumärkten so verfügbar zu machen, wie dies in Nordamerika bereits gelungen ist. Qualität und Marketing scheinen hierbei die Schlüsselbegriffe zu sein. Neben den Bodendielen, die vor allem an Stelle von Bangkirai-Tropenholz auf Terrassen und Balkonen zum Einsatz kommen, sind im Bausektor bereits Fußleisten, Fensterbänke, Fensterrahmen und Bodenfliesen aus WPC am Markt erhältlich.

Im Möbelbereich gibt es erste Anwendungen wie Regalsysteme, Stühle und Sessel. Auf dem Kongress wurde ein WPC-Sessel, der im Rotationsgussverfahren hergestellt wird, erstmalig einem größeren Publikum vorgestellt.

Aber auch in der Automobilindustrie werden WPC-Materialien eingesetzt, so findet man z.B. in der neuen Mercedes-S-Klasse einen spritzgegossenen Sitzhaken aus einem WPC-Material, das im Sommer 2005 für mehrere Automobilkonzerne weltweit freigegeben wurde.

### *25 Vorträge – Höhepunkte des Kongresses*

Eröffnet wurde der WPC-Kongress von **Minister Eckhard Uhlenberg, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf**. Minister Uhlenberg betonte die große Bedeutung der Holzwerkstoff-Industrie für das Land NRW und das Interesse der Landesregierung an neuen Holzwerkstoffen. Er bewertete das neue WPC-Material sehr positiv. Er habe zwar „vor wenigen Tagen noch nicht gewusst, was WPC sind“, gab der Minister in Köln freimütig zu, er erkenne aber jetzt das Potenzial dieser „intelligenten Produkte mit hohem Zusatznutzen“. Eine Reihe wichtiger Produzenten und Maschinenbauer sind in NRW angesiedelt und in den Bereichen Bau-, Automobil- und Möbelindustrie tätig.

**Dr. Andreas Schütte** von der **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow**, bundesweit zuständig für die Förderung von nachwachsenden Rohstoffen, zeigte auf, welche zunehmende Bedeutung natur- und holzfaserverstärkte Kunststoffe und Bio-Kunststoffe bereits am Markt haben. Die Fachagentur hat in den letzten zehn Jahren eine Vielzahl von Projekten gefördert und hat auch künftig ein offenes Ohr für neue Entwicklungen von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. „Reichen Sie uns interessante Projekte ein!“, ermutigte Dr. Schütte die anwesenden WPC-Experten.

Veranstalter und Marktforscher **Michael Karus, nova-Institut, Hürth**, stellte die erste WPC-Marktstudie vor, die in Deutschland mit Mitteln der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) durchgeführt wurde. In der Studie werden erstmalig quantitative Aussagen über Produktion und Verwendung von WPC-Werkstoffen in Deutschland, Europa und der Welt gemacht (s.o.).

Mittel- bis langfristig werden laut Karus für WPC aber Marktpotenziale in einer ganz anderen Größenordnung sichtbar. In Zeiten steigender und zunehmend unkalkulierbarer Preise für Erdöl und Erdöl-basierte Kunststoffe sowie gleichzeitig stabilen Preisen für Holz- und Naturfasern ist erstmalig ein wirkliches Interesse der Kunststoff-verarbeitenden Industrie zu erkennen, sich nach Rohstoffalternativen für ihre Werkstoffe umzusehen. Viele Industrien befinden sich augenblicklich in einer Phase der Neuorientierung. Es geht darum, Alternativen zur heutigen Erdöl-fixierten Rohstoffbasis zu finden.

Und diese gibt es: Holz- und Naturfaser-verstärkte Kunststoffe. Auch wenn die eingesetzten Kunststoffe meist noch Erdöl-basiert sind, ist dies ein erster Schritt, sich von der Abhängigkeit vom Erdölpreis zu lösen. Es ist nur eine Frage der Zeit, wann auch Bio-kunststoffe ökonomisch konkurrenzfähig werden. Mit den verschiedenen Biokunststoffen sowie Holz- und Naturfaser-verstärkten (Bio-)Kunststoffen können eine Vielzahl der heutigen Kunststoffanwendungen realisiert und substituiert werden. Vielleicht steht die Industrie bei Werkstoffen am Anfang eines Paradigmenwechsels, einer Rohstoffwende – ebenso wie sich in der Energiewirtschaft eine Energiewende abzeichnet.

**Dr. Hans Korte, Innovationsberatung Holz & Fasern, Wismar**, eröffnete den Praxisteil der Konferenz mit einem viel beachteten Vortrag mit dem Titel „Produkteigenschaften von WPC – zwischen Wunsch und Wirklichkeit“. Herr Korte wertete die Versprechungen der WPC-Produzenten und –Händlern aus ihren Werbebroschüren und Internetauftritten auf der einen und Praxiserfahrungen auf der anderen Seite aus und stellte fest, dass erhebliche Differenzen zwischen Wunsch und Wirklichkeit bestehen, die den Erfolg der Produkte gefährden können. Gerade im Bezug auf Dauerhaftigkeit, Witterungsbeständigkeit und Farbechtheit würden den Kunden zum Teil Dinge versprochen, die viele der am Markt erhältlichen WPC-Materialien kaum einhalten können – bzw. höchstens „verbal“ einhalten könnten, da entsprechende Normen und Prüfvorschriften fehlten. Weitere Produktoptimierungen, Aufzeigen von Vorteilen und Grenzen des neuen Materials, Entwicklung von Normen und Prüfstandards seien aktuell erforderlich, um die Markteinführung dauerhaft zu sichern. Korte stellte hierzu verschiedene Ansätze auf nationaler und europäischer Ebene vor.

**Dr. Eugen Prömper, Johnson Controls Interior, Grefrath**, dessen Unternehmen einer der führenden, weltweit tätigen Automobilzulieferer ist, gab einen umfassenden Überblick über den Einsatz von Holzfaserverbundwerkstoffen in der Automobilindustrie. Neben thermo- und duroplastischen Holzfasermattenwerkstoffen werden auch WPC-Materialien eingesetzt, wie z.B. ein Sitzhaken in der Mercedes-S-Klasse, der dort ein bisheriges PC-ABS-Teil ersetzt. Zum Erstaunen vieler Teilnehmer zeigte Herr Prömper auf, dass Johnson Control bereits seit über 30 Jahren in Italien WPC-Materialien in Fiat-Automobilen einsetzt, freilich ohne bisher den Begriff WPC für diese zu verwenden. WPC wurden also weder in Schweden oder den USA erfunden, sondern werden schon seit mindestens 30 Jahren in der europäischen Automobilindustrie als kostengünstige Materialien z.B. in den Türinnenverkleidungen genutzt.

Weitere Vorträge beschäftigten sich intensiv mit dem Rohstoff Holzmehl und Holzfasern und ihren Einfluss auf die WPC-Eigenschaften. Eine Vortragssession befasste sich mit der „Marktakzeptanz von WPC in verschiedenen Branchen“, eine weitere mit „Qualitätsstandards und Normung“ und „Dauerhaftigkeit“. Am zweiten Tag lag der Schwerpunkt bei den WPC-Produzenten selber. Sechs führende Unternehmen stellten ihre Produkte, Firmen- und Marketing-Philosophie vor. Dabei wurde ungewöhnlich offen über Schwachstellen und Optimierungsbedarf gesprochen.

Die letzte Session „Neue Entwicklungen“ gab fünf Unternehmen und Instituten Raum, ihre neuesten Entwicklungen im Bereich WPC vorzustellen. Hierzu gehörten u.a. die Herstellung von WPC-Produkten im Rotationsgussverfahren sowie die Herstellung von Hightech-Holzplatten.

### *Fachgruppen-Gründungen*

Am ersten Kongresstag, dem 8. November, wurde die neue Fachgruppe WPC unter dem Dach des Verbandes der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI), Gießen, ins Leben gerufen. Vorsitzender der Fachgruppe, die zunächst aus vier Gründungsmitgliedern besteht, ist der geschäftsführende Gesellschafter der Kosche Profillummantelung GmbH, Much (NRW), Gerhard Kosche. "Innerhalb der WPC-Branche sind wir immer noch in der Produktentwicklungsphase, es wurde schon viel erreicht, aber es gibt auch noch viel zu tun. Ein Schritt in die richtige Richtung ist sicherlich die Gründung der Fachgruppe, in der wir uns das Ziel gesetzt haben, Normen, Prüfverfahren und Zertifizierungsmöglichkeiten für den alternativen Werkstoff zu finden und festzuhalten. Ganz wichtig ist uns aber auch, den Werkstoff und seine Möglichkeiten in der Öffentlichkeit mehr und mehr publik zu

machen", erklärte Gerhard Kosche auf Befragen der K-ZEITUNG auf dem Kongress in Köln.

Aber auch von Seiten der Kunststoffindustrie wurde auf der Konferenz die Gründung einer Arbeitsgruppe WPC angeregt. Der Branchenverband „Arbeitskreis Verstärkte Kunststoffe – Technische Vereinigung (AVK-TV)“, Frankfurt, hatte wie der VHI den WPC-Kongress dazu genutzt, interessierte Unternehmen einzuladen. Die eigentliche Gründung der Arbeitsgruppe WPC soll im Januar 2006 in Frankfurt erfolgen.

Auf das Unverständnis, dass die Gründung zweier WPC-Fachgruppen bei vielen Teilnehmern auslöste, meinte Veranstalter Karus: „Der Kongress hat gezeigt, dass die Holz- und die Kunststoffindustrie in verschiedenen Sprachen sprechen. Es ist von daher vielleicht keine schlechte Idee, zwei Verbände zu gründen, anstatt einen, in dem die Interessenlagen so inhomogen sind, dass es zu einer Blockade kommt. Verbände funktionieren nur, wenn die Mitglieder ähnliche Ziele verfolgen. Diese können vermutlich einfacher in einer WPC-Holzwerkstoff-Gruppe und einer WPC-Kunststoff-Gruppe identifiziert werden. Natürlich müssen anschließend beide Seiten auf Fachgruppen-Ebene Normen etc. miteinander abstimmen.“

Dem Wunsch der Zusammenarbeit beider Gruppen, der von Karus und vielen Teilnehmern erhoben wurde, werden VHI und AVK wohl folgen. Bereits auf dem WPC-Kongress gab es intensive Diskussionen zwischen beiden Gruppen.

### *Fazit*

Insgesamt erlebte man eine neue Branche im Aufschwung, eine Branche mit großen Potenzialen, die es zu nutzen, aber auch Hemmnissen und Risiken, die es zu überwinden gilt. Zu beidem hat der Kongress einen Beitrag leisten können.

Ziel des nova-Instituts war es, diesen Kongress ins Leben zu rufen, um die Interessen und Branchen zusammen zu führen - dies ist gelungen. Durch die Konzeption, vor allem Hersteller und Anwender zu Wort kommen zu lassen, gelang es, sich von anderen Veranstaltungen abzugrenzen und neue Akteure für das Thema WPC zu begeistern. Der WPC-Kongress soll, mit weiter zu entwickelndem Konzept, von nun an regelmäßig stattfinden.

Auf der Internetseite des WPC-Kongresses ([www.wpc-kongress.de](http://www.wpc-kongress.de)) finden Sie folgende Materialien:

- Die komplette Marktstudie des nova-Instituts zum Thema WPC (89 S.) (kostenfrei)
- Das Kongress-Magazin (40 S.) (kostenfrei als PDF, gegen Bearbeitungsgebühr als Broschüre)
- Sämtliche 298 Teilnehmer mit Namen, Firma und E-Mail-Adresse.
- Diesen Preetext als PDF (bitte bei Bedarf bitte die Word-Version bei [dominik.vogt@nova-institut.de](mailto:dominik.vogt@nova-institut.de) anfordern)
- Die CD-ROM mit sämtlichen Vorträgen und Grußworten zum Ersten Deutschen WPC-Kongress kann in Kürze auf der Internetseite bestellt werden – für Kongress-Teilnehmer kostenfrei und für andere Interessenten zum Preis von 185,- € inkl. 16% MwSt.

Autor und v.i.S.d.P.: Dipl.-Phys. Michael Karus (Geschäftsführer)

nova-Institut GmbH

Internet: [www.nova-Institut.de/nr](http://www.nova-Institut.de/nr)

Goldenbergstr. 2

[www.wpc-kongress.de](http://www.wpc-kongress.de)

50354 Hürth

[www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info)

Tel.: 02233-94 36 84

E-Mail: [contact@nova-institut.de](mailto:contact@nova-institut.de)

Fax: 02233-94 36 83

Wir danken unseren Sponsoren, Ausstellern und Partnern, die mit ihrer Unterstützung zum Gelingen des Kongresses beigetragen haben:

### **Sponsoren**

- **Coperion Werner & Pfleiderer GmbH & Co. KG, Stuttgart**
- **Kosche Profilmantelung GmbH, Much**
- **Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Zweibrücken**
- **Reifenhäuser GmbH & Co. KG, Troisdorf**
- **Reimelt Henschel MischSysteme GmbH, Kassel**

### **Aussteller**

- APX AG, Grossefehn
- Brabender Technologie KG, Duisburg
- Entex Rust & Mitschke GmbH, Bochum
- Cincinnati Extrusion GmbH, Wien
- Colortronic GmbH, Friedrichsdorf
- Coperion Werner & Pfleiderer GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Faserinstitut Bremen e. V. (FIBRE), Bremen
- Felix Clercx, AB Helmond (Niederlande)
- Fentech AG, St. Gallen (Schweiz)
- Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH, Paderborn
- häussermann GmbH & Co. KG, Sulzbach
- Holzkompetenzzentrum Rheinland, Nettersheim
- Kleine Wood & Fibre High Tech GmbH, Siegen
- Kompetenzzentrum Holz GmbH, Linz (Österreich)
- Kosche Profilmantelung GmbH, Much
- M-Base Engineering+Software GmbH, Aachen
- Pallmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Zweibrücken
- ProPolyTec GmbH, Lichtenfels
- Reifenhäuser GmbH & Co. KG, Troisdorf
- Reimelt Henschel MischSysteme GmbH, Kassel
- Technamation Technical Europe GmbH, Willich
- Upper Austrian Research GmbH, Wels (Österreich)
- Wöhler Brush Tech GmbH, Bad Wünnenberg

**Partner**

- Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe Technische Vereinigung e.V. (AVK-TV), Frankfurt
- Dr. Hans Korte - Innovationsberatung Holz & Fasern, Wismar
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow
- Gesamtverband Deutscher Holzhandel e.V. (GDH), Wiesbaden
- Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe (IBAW), Berlin
- Nachrichtenportal Nachwachsende Rohstoffe:  
[www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info)
- Transfercenter für Kunststofftechnik (TCKT) - Upper Austrian Research GmbH (UAR), Linz (Österreich)
- Universität Hamburg, Zentrum für Holzwirtschaft
- Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI), Gießen
- Verband der Deutschen Möbelindustrie e.V. (VDM), Bad Honnef