

Nicola Arndt, Matthias Pohl

Analyse der bei Freisetzungen gentechnisch veränderter
Pflanzen durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen:
Erhebungszeitraum 1998-2004



BfN-Skripten 147

2005

Titelfotos: Bild1: Dr. S. Kühne, BBA
Bild2: BBA Kleinmachnow

Adressen der Autoren: Dr. Nicola Arndt
Dr. Matthias Pohl
TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG
Servicestelle Biotechnologie
Am TÜV 1
30519 Hannover

Email: MPohl@tuev-nord.de

Fachbetreuung durch das UBA/BfN: Dr. Mathias Otto; Fachgebiet II 2.3 „Bewertung gentechnisch veränderter Organismen, Vollzug GenTG“

Das Projekt wurde gefördert durch das Umweltbundesamt und das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Laufzeit: 15.09.2003 bis 26.11.2004 (Förderkennzeichen FKZ: 202 67 440).

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

Die Publikation kann im Internet unter: www.bfn.de/ abgerufen werden.

Die BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Telefon: 0228/8491-0
Fax: 0228/8491-200
URL: www.bfn.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

Bonn - Bad Godesberg 2005

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Studie war die Erfassung und die Analyse von Sicherheitsmaßnahmen zu Freisetzungsversuchen mit transgenen Kulturpflanzen hinsichtlich ihrer Effektivität.

Die Erfassung wurde für alle in Deutschland genehmigten Freisetzungen von transgenen Pflanzen durchgeführt. Dabei wurden die festgelegten Sicherheitsmaßnahmen nach Art und Ausprägung erfasst und in einer Datenbank recherchierbar gemacht. Als Quelle wurden die Genehmigungsbescheide des Robert-Koch-Institutes, die Einvernehmensbescheide der Biologischen Bundesanstalt und des Umweltbundesamtes sowie die Stellungnahmen der Zentralen Kommission für Biologische Sicherheit (ZKBS) genutzt.

Die Analyse der Effektivität erfolgte ausschließlich für die in Deutschland und der EU quantitativ wichtigsten transgenen Kulturpflanzenarten Raps, Zuckerrübe, Mais und Kartoffel. Als Datengrundlage dienten die Zwischen-, Abschluss- und Nachkontrollberichte der Versuchsbetreiber. Es wurden alle Freisetzungsversuche mit den genannten Kulturarten zwischen 1993 und 2004 ausgewertet, sofern Berichte der Betreiber vorlagen.

Seit Beginn der Freisetzungen transgener Pflanzen in Deutschland wurden Art und Umfang der geforderten Sicherheitsmaßnahmen verändert. Bis zum Jahr 2000 lässt sich eine allgemeine Tendenz zur Reduzierung der Sicherheitsmaßnahmen beobachten, ab dem Jahr 2001 ist teilweise eine Verschärfung der Sicherheitsmaßnahmen bei allen vier für die Analyse betrachteten Kulturpflanzenarten Raps, Zuckerrübe, Mais und Kartoffel zu beobachten.

Für einige Sicherheitsmaßnahmen, wie beispielsweise die Bodenbearbeitung nach der Ernte, konnte gezeigt werden, dass eine Analyse der Effektivität dieser Maßnahme anhand der in den Berichten der Betreiber dokumentierten Erfahrungen erfolgen kann. Für die meisten Sicherheitsmaßnahmen ist dies jedoch nur bedingt möglich, da die Betreiberbericht prinzipiell keine optimale und ausreichende Datenbasis für eine Effektivitätsanalyse darstellen. Ungenaue oder lückenhafte Angaben erschweren die Auswertung des bisher vorhandenen empirischen Datenmaterials. Für die künftige Vollzugsarbeit leiten sich daher folgende Empfehlungen ab:

- Um aus den Beobachtungen verschiedener Betreiber an unterschiedlichen Standorten allgemeine Aussagen ableiten zu können, muss eine Vergleichbar-

keit der Berichtsinhalte gegeben sein. Die im April 2000 begonnene Standardisierung des Berichtswesens muss weiter geführt werden. Die Einführung eines Endberichtes nach Abschluss der Nachkontrollen wird empfohlen.

- Insbesondere zur verbesserten Übersichtlichkeit für die Überwachung sollten die Berichte um tabellarische Darstellungen des Versuchsfortgangs an verschiedenen Standorten erweitert werden. Diese Übersichtstabellen stellen bei Versuchen im *Vereinfachten Verfahren* die beste Möglichkeit dar, um die Nutzung der Standorte, aber auch die Vorlage der verschiedenen Betreiberberichte zu dokumentieren.
- Die Abgabe von Zwischenberichten wird derzeit in Deutschland gefordert, ist gemäß EU-Berichtsformular (2003/701/EG) jedoch nicht zwingend erforderlich. Zwischenberichte sind für die Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Versuchsverlaufes bei mehrjährigen Versuchen jedoch notwendig, weswegen nicht auf sie verzichtet werden sollte.
- Die Vorgabe von kulturartenspezifischen „Mindeststandards“ für die geforderten Isolationsabstände, Mantelsaaten, Nachkontrollzeiten und andere Sicherheitsmaßnahmen könnten Antragstellern als Orientierungshilfe dienen. Dies darf der fallspezifischen Genehmigungsentscheidung jedoch nicht vorgreifen.
- Zur Ermöglichung einer ungestörten Produktion im unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betrieben mit und ohne Einsatz von GVO sollten Regeln zur *Guten Freisetzungspraxis* etabliert werden, die neben der exakten Umsetzung der geforderten Sicherheitsmaßnahmen, insbesondere den Bereich der Dokumentation der Verfahren stärken. Anleihen aus dem Bereich der Dokumentenlenkung und des Umgangs mit Fehlern wie in zertifizierten QM-Systemen sollten für Transparenz und Rückverfolgbarkeit sorgen und zur ständigen Verbesserung des Systems einer *Guten Freisetzungspraxis* beitragen.

Eine Bewertung der Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität ist in vielen Fällen nur bedingt möglich, weil sich die Freisetzungsversuche vorrangig mit agronomischen Aspekten befassen und Daten die direkt die Wirksamkeit der jeweiligen Sicherheitsmaßnahme belegen in den meisten Fällen nicht erhoben wurden.

Begleitforschungsprojekte zu Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzungsversuchen in Deutschland wurden in der Studie erfasst und dokumentiert. Möglicher Forschungsbedarf ist spezifisch für jede der analysierten Kulturarten aufgelistet.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG	1
1.1 Einleitung und Zielsetzung	1
1.2 Grundlagen des Genehmigungsverfahrens bei Freisetzungen	3
1.3 Risikoaspekte bei Freisetzung transgener Pflanzen	7
1.3.1 Transgen-abhängige Risikoaspekte	8
Horizontaler Gentransfer	10
1.3.2 Pflanzenart-abhängige Risikoaspekte.....	11
1.4 Sicherheitsmaßnahmen	12
1.4.1 Kulturarten-unabhängige Sicherheitsmaßnahmen	13
Sachkundenachweis	13
Überwachung	14
Aufzeichnungs- und Berichtspflicht	14
1.4.2 Kulturarten-abhängige Sicherheitsmaßnahmen	15
Beschilderung und Einzäunung	15
Verhinderung der Blütenbildung	15
Isolationsabstand, Mantelsaat und Randstreifen	16
Hybridisierungspartner	17
Reinigung der landwirtschaftlich genutzten Maschinen	17
Behandlung des Erntegutes und der Versuchsflächen nach der Ernte	18
Nachkontrolle	19
2. METHODEN UND DATENGRUNDLAGE	20
2.1 Freisetzungsunterlagen und -berichte	20
2.1.1 Zeitrahmen und Kulturartenspektrum	20
2.1.2 Datengrundlage und Erhebungsumfang	20
2.2 Sicherheitsmaßnahmen-Datenbank	23
2.3 Erfassung der Begleitforschung	23
3. ERGEBNISSE	25
3.1 Veränderungen hinsichtlich Art der GVO und der Dauer und des Umfangs der Freisetzungen	25
3.1.1 Spektrum der verwendeten GVO.....	25
Neue gentechnisch veränderte Kulturarten zur Freisetzung.....	27
Neue gentechnische Veränderungen bei Freisetzungsversuchen	32
3.1.2 Zeitrahmen und Umfang der Freisetzungsversuche	34
3.2 Veränderung der geforderten Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzungsversuchen in Deutschland	36
3.2.1 Kulturart-unabhängige Sicherheitsmaßnahmen.....	38
Aufzeichnungs- und Berichtspflicht	38
Beschilderung.....	38

3.2.2 Kulturarten-abhängige Sicherheitsmaßnahmen	39
Zaun und Netze	39
Reinigung landwirtschaftlicher Maschinen	40
Transport und Lagerung	41
Verhinderung der Blütenbildung	42
Isolationsabstand (IA) und Mantelsaat (MS)	43
Entfernung potentieller Hybridisierungspartner	48
Behandlung des Ernteguts und der Versuchsfläche nach der Ernte.....	49
Nachkontrolle	52
3.3 Begleitforschungsprojekte.....	56
Mais	58
Raps	59
Zuckerrüben.....	59
Kartoffeln.....	59
Sonstige Kulturpflanzen	60
3.4 Ergebnisse der Auswertung der Betreiberberichte und Bewertungen der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen	60
3.4.1 Berichtsqualität	60
3.4.2 Ergebnisse aus den Betreiberberichte	63
Durchwuchs und Verlängerung der Nachkontrolle.....	63
Vorzeitiger Versuchsabbruch	67
3.4.3 Bewertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen	69
Sachkundenachweis	70
Überwachung der Versuche durch die Landesbehörden	70
Aufzeichnungs- und Berichtspflicht	71
Beschilderung und Einzäunung	72
Reinigung der landwirtschaftlich genutzten Maschinen	72
Verhinderung der Blütenbildung	73
Isolationsabstand, Mantelsaat und Randstreifen	74
Entfernung von Hybridisierungspartnern	76
Behandlung des Erntegutes und der Versuchsflächen nach der Ernte	77
Nachkontrolle	79
4. EMPFEHLUNGEN	82
4.1 Empfehlungen für die künftige Genehmigungspraxis und Vollzugsarbeit.....	82
4.1.1 Vorschläge zur Verbesserung von Berichten	82
Zwischenberichte:	84
Abschlussbericht:	84
Nachkontrollbericht:	85
Endbericht (Abschlussbericht zur Überwachung):	86
Übersichtstabellen.....	88
4.1.2 Möglichkeiten zur effektiveren Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen	88
4.2 Empfehlungen zur Festlegung von Sicherheitsmaßnahmen.....	93
4.2.1 Neuartige GVO und veränderte Versuchslaufzeiten	93
4.2.2 Sicherheitsmaßnahmen und Anforderungen der EU-Freisetzungsrichtlinie	94
4.2.3 Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“	96
Identifikation von Betreiber und Versuch.....	97
Versuchsfläche	97
Aussaat	97
Versuchsanlage, Bodenbearbeitung, Ernte und Nachbehandlung	98
Besondere Vorkommnisse	98
Vorschriften für den Transport und die Lagerung	99
Dokumentenlenkung und Verfahrensanweisungen.....	99

4.2.4 Forschungsbedarf zur Bewertung der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen.....	100
Mais	101
Raps	103
Zuckerrübe	104
Kartoffeln.....	106
Übergreifende Aspekte.....	107
LITERATURVERZEICHNIS.....	108
GLOSSAR	111
ANHANG	112
I. Vorgaben der Genehmigungsbehörde für das Berichtswesen	112
II. Begleitforschung	114
II. a) Begleitforschungsprojekte in direktem Zusammenhang mit Freisetzungen	114
II. b) Ergebnisse der Literaturrecherche zur Begleitforschung	123

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

- Abb. 1: Der Weg eines Antrags auf Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen. Die Bearbeitung durch die Behörden beträgt maximal 3 Monate, wobei das Verfahren bei Nachforderungen von Unterlagen etc. unterbrochen werden kann. Die Berichte werden an die Genehmigungsbehörde geliefert, die sie an die Benehmensbehörden weitergibt. Die Überwachung findet durch die zuständigen Länderbehörden statt. (BVL: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin BfN: Bundesamt für Naturschutz, Bonn BBA: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig) 4
- Abb. 2: Genehmigte Anträge auf Freisetzung transgener Pflanzen in Deutschland von 1991 bis 2003..... 25
- Abb. 3: Anzahl genehmigter Standorte für Freisetzungsversuche in Deutschland nach Kulturarten (Verschiedene Versuche an einen Standort sind separat gezählt, Quelle www.bba.de BioSearch-BBA-Database, Stand 7/2004) 34
- Abb. 4: Veränderung der geforderten Isolationsabstände und Mantelsaaten bei der Freisetzung von gentechnisch verändertem Mais als Durchschnittswerte der Genehmigungsbescheide eines Jahres, bei unterschiedlichen Abstandsaufgaben in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt (Antrag 6786-01-85 aus 1998 wg. positiver Stellungnahme zum Inverkehrbringen ohne IA und daher nicht berücksichtigt). 45
- Abb. 5: Veränderung der geforderten Isolationsabstände und Mantelsaaten bei der Freisetzung von gentechnisch verändertem Raps als Durchschnittswerte der Genehmigungsbescheide eines Jahres, bei unterschiedlichen Abstandsaufgaben in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt. 46
- Abb. 6: Durchschnittliche Dauer der Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit GV-Mais in Jahren unabhängig von möglichen Verlängerungen bei Durchwuchs, bei unterschiedlicher Nachkontrolldauer in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt. 53
- Abb. 7: Durchschnittliche Dauer der Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit GV-Raps in Jahren, bei unterschiedlicher Nachkontrolldauer in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt. 54
- Abb. 8: Anzahl der Standorte mit Durchwuchs bei Freisetzungsversuchen mit transgenem Raps, an denen im jeweiligen Jahr noch Nachkontrolle durchzuführen war..... 65

Tab. 1: In Deutschland genehmigte Freisetzungsanträge nach Kulturarten und nach gentechnischen Veränderungen; in Klammern: Zahlen der ersten Erhebung bis 1998; Stand 04/2004	21
Tab. 2: In Deutschland genehmigte und nachgemeldete Freisetzungsstandorte; in Klammern: Zahlen der ersten Erhebung bis 08/98, Stand 04/2004	22
Tab. 3: Suchergebnis der Literaturrecherche zur Begleitforschung nach Kulturpflanzen	24
Tab. 4: Gentechnische Veränderungen bei den in Deutschland genehmigten Freisetzungsanträgen	26
Tab. 5: Anzahl von Freisetzungen mit Genehmigungslaufzeiten von mehr als 5 Jahren (Laufzeiten in Jahren in Klammern)	35
Tab. 6: Basisanträge nach "vereinfachtem Verfahren" und Anzahl an Standorten bei Freisetzungsvorhaben im ersten und im zweiten Erhebungszeitraum	36
Tab. 7: Angaben zu Begleitforschungsprojekten in den Betreiberberichten in absoluten Zahlen (Definition eines Projektes als „Begleitforschung“ im Betreiber-Ermessen) ..	57
Tab. 8: Unregelmäßiger Durchwuchs in Nachkontrollen bei Freisetzungen von transgenem Raps.....	66
Tab. 9: Freisetzungsstandorte mit Durchwuchs transgener Kartoffeln in den Nachkontrolljahren	67
Tab. 10: Abbrüche bei Freisetzungsversuchen nach Kulturarten (1993 bis 2003).....	68
Tab. 11: Übersicht über die Gründe von Versuchsabbrüchen.....	69
Tab. 12: Empfehlung für eine Übersichtstabelle zum Berichtswesen.....	87

1. Einführung

1.1 Einleitung und Zielsetzung

Wer in Deutschland gentechnisch veränderte Pflanzen freisetzen oder inverkehrbringen will, unterliegt den Regelungen des Gentechnikgesetzes (GenTG). § 1 beschreibt, dass „Zweck dieses Gesetzes ist,

1. unter Berücksichtigung ethischer Werte, Leben und Gesundheit von Menschen, die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge, Tiere, Pflanzen und Sachgüter vor schädlichen Auswirkungen gentechnischer Verfahren und Produkte zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen solcher Gefahren zu treffen,
2. die Möglichkeit zu gewährleisten, dass Produkte, insbesondere Lebens- und Futtermittel, konventionell, ökologisch oder unter Einsatz gentechnisch veränderter Organismen erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können,
3. den rechtlichen Rahmen für die Erforschung, Entwicklung, Nutzung und Förderung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Gentechnik zu schaffen“

In einem ersten Gutachten, das ebenfalls von der TÜV NORD Servicestelle Biotechnologie erstellt und als UBA-Text im Jahr 2000 veröffentlicht wurde (Röver et al. 2000) waren Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzungen der Jahre 1993 bis 1998 zusammengestellt und analysiert worden.

In einem, an die Ergebnisse anknüpfenden Gutachten, erfolgt nun eine Betrachtung der Freisetzungsversuche bis zum Jahr 2004. Insbesondere wird hier bei der Analyse berücksichtigt, dass sich Änderungen hinsichtlich Art und Umfang der Freisetzungen ergeben haben. Mit der Freisetzung von Gehölzen wurden z.B. auch langlebige Organismen freigesetzt, die neue Anforderungen an Sicherheitsmaßnahmen stellen. Zudem waren auch der räumliche Umfang und die Anzahl der Versuchsflächen bei Pflanzen, die kurz vor der Kommerzialisierung stehen, teilweise wesentlich größer als in früheren Freisetzungsversuchen.

Der Zielsetzung des Vorhabens liegen folgende Fragestellungen zu Grunde:

- Wie hat sich die Freisetzungspraxis in Deutschland im Zeitraum 1999 bis 2004 entwickelt und welche Aussagen lassen sich über die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen machen?

- Wie ist neuen Anforderungen im Zusammenhang mit den neuen Eigenschaften transgener Pflanzen und neuen rechtlichen Anforderungen mit adäquaten, effektiven Sicherheitsmaßnahmen zu begegnen?

Folgende Aspekte zu den oben formulierten Leitfragen wurden im Rahmen der Auswertung besonders untersucht:

- Lässt sich die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf den damit beabsichtigten Zweck bewerten?
- Haben sich die Vorgaben für eine einheitliche Struktur der Zwischen- und Endberichte aus dem Jahr 2000 positiv auf die Auswertbarkeit der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen ausgewirkt?
- Gibt es Hinweise auf Forschungsbedarf bezüglich der Effektivität von geforderten Sicherheitsmaßnahmen?
- Können weitere Empfehlungen zur optimierten Berichterstattung gegeben werden?
- Gibt es besondere Erkenntnisse, die sich aus der Auswertung der Berichte ergeben haben?
- Können Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die zukünftige Vollzugsarbeit abgeleitet werden und dahingehend Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“ formuliert werden?

Ein zusätzlicher Aspekt besteht in der Frage, inwieweit sich durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen die Beeinflussung des Anbaus von landwirtschaftlichen Produkten im Umfeld von Freisetzungsf lächen vermeiden bzw. vermindern lässt. Dieser Frage kommt eine besondere Bedeutung zu, da hiervon die Regeln für eine Koexistenz zwischen landwirtschaftlicher Produktion „mit“ und „ohne“ GVO (gentechnisch veränderte Organismen) abhängen.

Viele Aspekte und Bewertungsgrundlagen dieses Gutachtens wurden bereits im ersten Teil (UBA-Text 3/2000) umfassend dargestellt. Um Doppelungen zu vermeiden, wird auf die Charakterisierung der bearbeiteten Kulturpflanzenarten und die damit verbundene Herleitung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen im ersten Teil verwiesen. Ebenso wird auf die Charakteristika der verwendeten Transgene in diesem Gutachten nur dann eingegangen, wenn diese noch nicht Gegenstand von Freisetzungsversuchen der ersten Erhebungsperiode waren.

Abschließend muss betont werden, dass es sich bei der vorliegenden Untersuchung nicht um den Versuch einer Risikobewertung einer Freisetzung oder eines Inverkehrbringens transgener Pflanzen handelt. Ziel dieser Studie ist neben der Sammlung und Analyse von Daten zu den geforderten Sicherheitsmaßnahmen nur die Bewertung der Effektivität dieser Sicherheitsmaßnahmen.

1.2 Grundlagen des Genehmigungsverfahrens bei Freisetzungen

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen für Freisetzungen haben sich mit der neuen Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG vom 12.03.2001 „über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates“ geändert. Obwohl die Frist, das nationale Recht an die neuen Bestimmungen anzupassen, mit dem 17. Okt. 2002 abgelaufen ist, hat Deutschland, wie eine Reihe anderer Mitgliedsstaaten, diese Umsetzung bisher noch nicht vorgenommen. Daher beruhen die im Erhebungszeitraum dieser Untersuchung gestellten Anforderungen, die sich aus dem Gentechnikgesetz ergeben, im Wesentlichen noch auf der Vorläuferrichtlinie 90/220/EWG.

Anträge auf experimentelle Freisetzungen (hier Freisetzungen) wie auch bei Marktzulassungen (Inverkehrbringen) von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) werden in Deutschland federführend von der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) geprüft.

Die Prüfung erfolgt in Zusammenarbeit mit anderen Bundesbehörden aus den Bereichen Landwirtschaft (Biologische Bundesanstalt, BBA) und Umwelt (Bundesamt für Naturschutz, BfN) (siehe Abbildung 1).

Für Freisetzungen hat der Antragsteller mit dem Antrag Unterlagen zu allen sicherheitsrelevanten Aspekten der gentechnisch veränderten Organismen gemäß §15 (1) GenTG vorzulegen. Hierbei sind insbesondere alle Umstände zu beschreiben, die für ein Überleben und eine Verbreitung des GVO von Bedeutung sind, sowie eine Beschreibung der geplanten Überwachungsmaßnahmen. Des Weiteren muss darauf eingegangen werden, ob sich durch die Freisetzung Auswirkungen auf die Schutzgüter „Menschen, Tiere, Pflanzen sowie die sonstige Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge und Sachgüter“ (§1 (1) GenTG) zu erwarten sind.

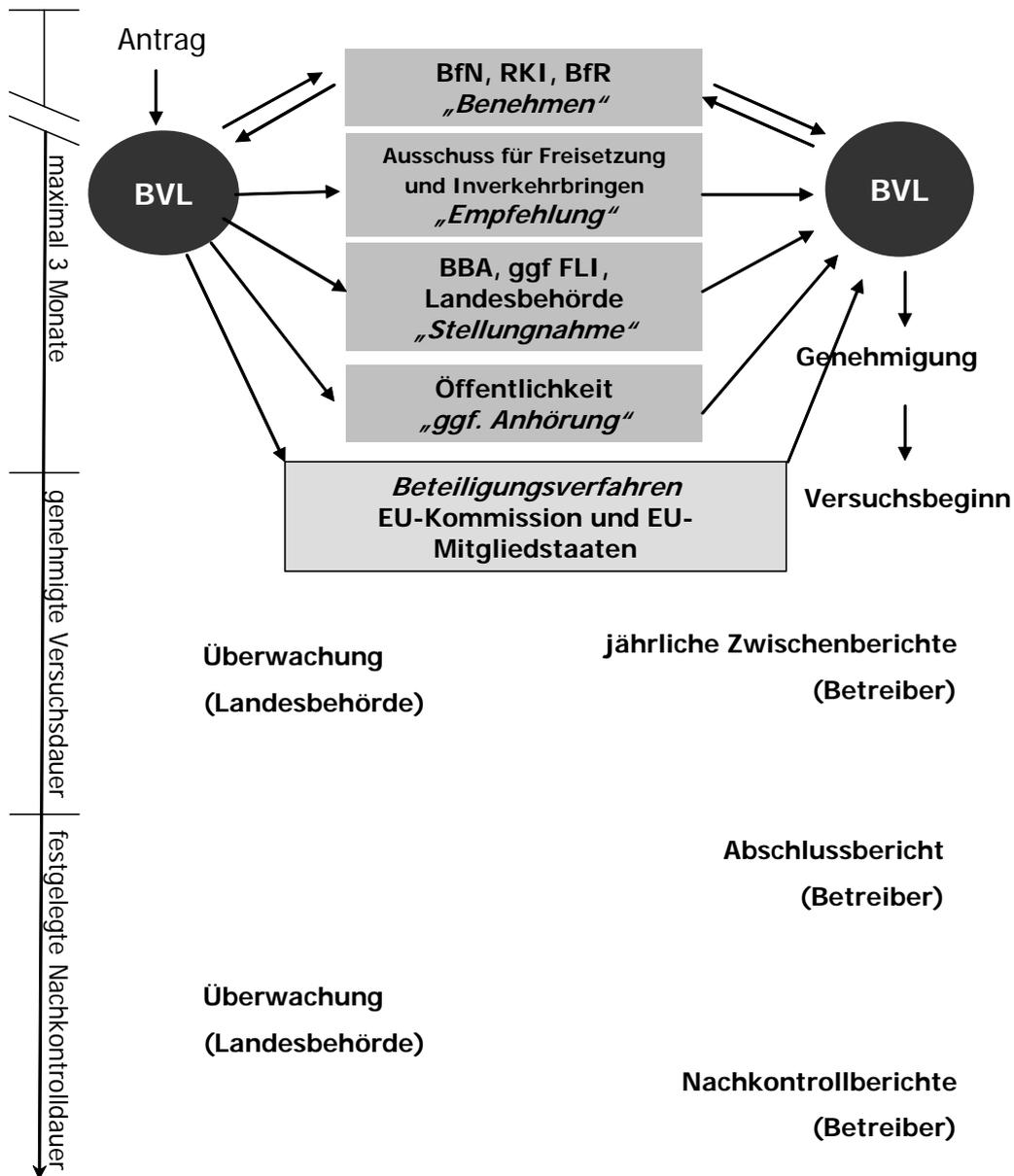


Abb. 1: Der Weg eines Antrags auf Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen. Die Bearbeitung durch die Behörden beträgt maximal 3 Monate, wobei das Verfahren bei Nachforderungen von Unterlagen etc. unterbrochen werden kann. Die Berichte werden an die Genehmigungsbehörde geliefert, die sie an die Benehmensbehörden weitergibt. Die Überwachung findet durch die zuständigen Länderbehörden statt. (BVL: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin BfN: Bundesamt für Naturschutz, Bonn BBA: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig)

Das Ziel der Risikoabschätzung besteht darin, mögliche direkte oder indirekte Schäden die aus einer Freisetzung resultieren können zu ermitteln und diese Schäden durch geeignete Auflagen zu vermeiden (z.B. Nöh 2002). Dabei ist eine Genehmigung zur Freisetzung dann zu erteilen, wenn keine schädlichen Einwirkungen auf die

Schutzgüter „nach dem Stand der Wissenschaft im Verhältnis zum Zweck der Freisetzung“ zu erwarten sind.

Vom Betreiber eines Freisetzungsvorganges werden im Antrag auf Freisetzung Maßnahmen vorgeschlagen, die eine Verbreitung und Überdauerung der GVO nach Beendigung der Versuche vermeiden bzw. begrenzen sollen. Ob diese Maßnahmen geeignet sind das genannte Ziel zu erfüllen, wird im Rahmen des Prüfverfahrens von den Genehmigungsbehörden bewertet.

Die Zuständigkeiten hinsichtlich der Genehmigung von Freisetzungsvorgängen wurden durch das Gesetz zur Anpassung von Zuständigkeiten im Gentechnikrecht vom 22.03.2004 und das Gesetz zur Neuordnung des Gentechnikrechts vom 21.12.2004 neu geregelt. Anstelle des Robert-Koch-Institutes (RKI) wurde das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) als federführende Behörde im Genehmigungsverfahren eingesetzt. Genehmigungen ergehen im Benehmen mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und dem Robert-Koch-Institut (RKI). Weitere beteiligte Institutionen sind in Abbildung 1 dargestellt. Im Erhebungszeitraum dieser Studie galten noch andere Regelungen. So wurden Genehmigungen vom Robert-Koch-Institut (RKI) ausgesprochen und bedurften der Zustimmung (Einvernehmen) der Biologischen Bundesanstalt (BBA) und des Umweltbundesamtes (UBA).

Zur Bewertung der Antragsunterlagen werden Stellungnahmen der Zentralen Kommission für biologische Sicherheit (ZKBS) eingeholt. Diese Kommission wird seit der Neuordnung des Gentechnikrechtes durch den *Ausschuss für Freisetzung und Inverkehrbringen* ersetzt und nach den Vorgaben des §5a GenTG mit 6 Sachverständigen, die über Erfahrungen auf den zur Bewertung der Antragsunterlagen wichtigen Themengebieten verfügen, sowie weiteren sachkundigen Personen aus verschiedenen öffentlichen Bereichen besetzt. Der Ausschuss unterstützt das BVL bei der Genehmigung durch die Abgabe von Empfehlungen.

Weitere Stellungnahmen werden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens von den zuständigen Länderbehörden (z.B. Umweltämter oder Gewerbeaufsichtsämter), in denen sich der Freisetzungsort befindet, eingeholt. In diesen Stellungnahmen wird insbesondere auf standortspezifische Besonderheiten eingegangen wie die Lage einer potentiellen Freisetzungsfäche in einem Überschwemmungsgebiet oder in

Nachbarschaft eines geschützten Gebietes. Je nachdem, um welche Art von GVO es sich bei der Freisetzung handelt, kann auch das RKI (Robert-Koch-Institut, Berlin), das FLI (Friedrich-Loeffler-Institut, - Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Insel Riems) um eine Stellungnahme gebeten werden.

Während des Erhebungszeitraumes dieser Studie 1998-2004 wurden die Antragsunterlagen mitsamt der Stellungnahme der ZKBS und den Stellungnahmen der zuständigen Länderbehörden von den im damals gültigen Gentechnikgesetz genannten Einvernehmensbehörden, der BBA in Braunschweig und dem UBA in Berlin geprüft. Im Einvernehmen der Genehmigungsbehörde mit den zwei genannten Einvernehmensbehörden erging der Bescheid an den Antragsteller.

Im Falle einer Genehmigung der Freisetzung wurden im Bescheid als Nebenbestimmungen Maßnahmen festgelegt, die eine im Sinne des Genehmigungsbescheides „sichere“ Durchführung des Freisetzungsvorversuches gewährleisten sollten. Dieses Verfahren hat auch heute Bestand. Die in den Nebenbestimmungen festgelegten Auflagen können über das hinausgehen, was vom Antragsteller an Maßnahmen vorgeschlagen wurde. In den Genehmigungsbescheiden der Jahre bis 2004 fanden jeweils die strengsten der von den Einvernehmensbehörden gestellten Anforderungen Anwendung.

Den Bundesländern kommt in der Regelungspraxis zur Freisetzung transgener Pflanzen die Aufgabe der Überwachung der Versuche zu. Die Versuchsbetreiber müssen nach vorgegebenen Fristen die geplanten Aussaat- oder Erntetermine bei den Überwachungsbehörden melden. Ebenso obliegt ihnen die Kontrolle der Einhaltung der Sicherheitsauflagen vor Ort.

Nach §21 des GenTG hat der Betreiber eines Freisetzungsvorversuches verschiedenen Mitteilungspflichten gegenüber den am Genehmigungsprozess beteiligten Behörden. Es sind alle Änderungen bei der Versuchsdurchführung sowie alle Vorkommnisse, die „nicht dem erwarteten Verlauf der gentechnischen Arbeit oder der Freisetzung“ entsprechen, mitzuteilen. Nach Abschluss der Freisetzung muss der Betreiber der Genehmigungsbehörde über die Ergebnisse der Freisetzung im Zusammenhang mit der Gefährdung der menschlichen Gesundheit und der Umwelt Bericht erstatten. Dies erfolgt in Form von Zwischen-, Abschluss- und Nachkontrollberichten. Auch die Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG schreibt in Artikel 10 ein Berichtswesen bei Freiset-

zungsversuchen fest (siehe auch Kapitel 2.1). Genaue Angaben zur Art der Berichte ergeben sich aus der zugehörigen Kommissionsentscheidung 2003/701/EG.

1.3 Risikoaspekte bei Freisetzung transgener Pflanzen

Als Risikoaspekte werden in dieser Studie all die Umstände verstanden, die einen Einfluss auf die im Gentechnikgesetz genannten Schutzgüter haben können. Da sich das jeweilige Risiko einerseits aus der Eintrittswahrscheinlichkeit für ein bestimmtes Ereignis und andererseits aus der damit verbundenen Schadenshöhe ermittelt, lässt sich nur dann eine Bewertung des Risikos vornehmen, wenn man einen Maßstab zur Quantifizierung des potenziellen Schadens hat. Bei Freisetzung werden in der Regel GVO eingesetzt, die sich in einer frühen Phase der Produktentwicklung befinden. Den mit diesem frühen Entwicklungsstadium verbundenen Unsicherheiten wird mit Maßnahmen begegnet, die eine möglichst weitgehende zeitliche und räumliche Begrenzung des Versuchs zu gewährleisten sollen. Nach § 16 GenTG (1) 3. ist eine Genehmigung dann „zu erteilen, wenn nach dem Stand der Wissenschaft im Verhältnis zum Zweck der Freisetzung unvermeidbare schädliche Einwirkungen auf die in §1 genannten Rechtsgüter nicht zu erwarten sind“.

Als Risiko einer Freisetzung transgener Pflanzen muss die Möglichkeit verstanden werden, dass ein Schaden an einem schützenswerten Gut eintritt. Die Schutzgüter sind, wie zu Beginn der Einleitung dieser Studie zitiert, durch das GenTG definiert. Welche Veränderungen in der Umwelt als Schaden bewertet werden oder akzeptabel erscheinen, bedarf der gesamtgesellschaftlichen Diskussion und Festlegung, da es nicht nur von naturwissenschaftlichen sondern auch von ethischen, und sozioökonomischen Kriterien abhängig ist.

Da die Veränderungen des Zustandes der im Gentechnikrecht formulierten Schutzgüter nicht unmittelbar auch eine Schädigung dieser bedeuten muss, bleibt die Bewertung des Risikos nur bedingt möglich. Im Rahmen dieser Studie sollen Risikoaspekte daher nur aufgezeigt jedoch nicht bewertet werden.

In der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion zum Risiko einer Freisetzung werden verschieden Aspekte angesprochen:

- Transgene Pflanzen könnten nach Abschluss der Versuche in der Umwelt etablieren und negative Auswirkungen auf die Biozönosen der Wild- und Kulturbiosphäre haben.
- Die freigesetzten GVO könnten ihre neu eingefügte genetische Information auf andere Organismen übertragen (Pollentransfer/ Hybridisierung oder andere Rekombinations- und Transferprozesse) und diese in einer Art verändern, dass negative Auswirkungen auf die Schutzgüter daraus erwachsen.
- Die Anwendung des Vorsorgeprinzips wird besonders im Zusammenhang mit dem Problem der Bewertung unerkannter bzw. unerkennbarer negativer Auswirkungen von Freisetzungen thematisiert.

Im Genehmigungsverfahren werden die Risikoaspekte fallweise (*case-by-case*) bewertet. Die fallweise Betrachtung eines jeden GVO soll die Möglichkeit bieten, auf jede Kombination von Gen und Kulturpflanzenart mit den konstellationsspezifischen Eigenheiten einzugehen.

Anders als in der vorausgegangenen Studie erfolgte hier die Auswertung nicht in erster Linie kulturarten-abhängig. Die Risikoaspekte wurden in transgen-abhängige und transgen-unabhängige Aspekte unterteilt, um den Fokus weniger auf die untersuchten Kulturarten und mehr auf die Sicherheitsmaßnahmen selber zu lenken. Auf diese Weise wird die mehrfache Behandlung transgen-unabhängiger Aspekte im Zusammenhang mit jeder der untersuchten Kulturarten vermieden.

1.3.1 Transgen-abhängige Risikoaspekte

Gene haben in ihrem angestammten Organismus und dem zugehörigen Genom eine definierte Funktion, die sich aus den Eigenschaften ihres Genproduktes herleiten lässt. Gene kodieren für Aminosäuresequenzen, die sich zu Proteinen unterschiedlicher Komplexität zusammenlagern. Ein Protein erfüllt im Organismus eine oder mehrere genau definierte Aufgaben. Die Proteinsynthese bestimmt maßgeblich über die Eigenschaften, die Entwicklung und die Struktur eines Organismus. Zur Bewertung der transgen-abhängigen Risikoaspekte ist der erste Schritt die Beschäftigung mit dem Genprodukt und der Genregulation. Dabei spielt nicht nur das Gen eine Rolle, dessen Eigenschaft in die transgene Pflanze übertragen werden soll, sondern auch die Gene oder Regulationssequenzen, die zu Hilfszwecken, wie z. B. der Markierung oder der Selektion transformierter Zellen oder der Expressionskontrolle, eingeführt werden.

Die Regulierung der Genaktivität ist von zahlreichen Faktoren abhängig und stellt einen wichtigen Untersuchungsaspekt beim experimentellen Anbau von GVO im Freiland dar. Zum einen wirken sich Umwelteinflüsse auf die Genregulation aus, zum anderen spielen der Integrationsort des Transgens und die bestehenden regulatorischen Wechselwirkungen im Genom eine wichtige Rolle bei der Expression eines Gens. Bei der Bewertung transgen-abhängiger Risikoaspekte müssen neben den Eigenschaften des Genproduktes daher die auch Expressionsbedingungen im Genom berücksichtigt werden.

Das mit einem transferierten Gen in Verbindung stehende Genprodukt kann auf seine biochemischen Eigenschaften hin untersucht werden. Ein erhöhtes Risikopotenzial ergibt sich im Rahmen der Freisetzungsversuche, wenn das Genprodukt toxische Wirkungen auf andere Organismen oder Zellen hat.

Je nach Sinn und Zweck der gentechnischen Veränderung werden als Strukturgene, d. h. Gene, die im GVO eine spezielle Funktion ausüben sollen, Gene eingefügt, die für bestimmte Organismen toxische Effekte zeigen. So sind Proteine, die als Insektizid in einer Pflanze exprimiert werden sollen, gegenüber den Zielorganismen (Schädlinge) stark wirksam. Ob diese Wirksamkeit sich nur auf die beabsichtigten Zielorganismen bezieht, oder ob auch andere Organismen auf das eingeführte Toxin ansprechen, ist ein Aspekt der transgen-abhängigen Risikoanalyse. Auch hinsichtlich der potenziellen Allergenität von Transgenprodukten werden Abschätzungen vorgenommen, die zu einer Risikobewertung des Transgens beitragen. Zu den meisten Freisetzungsversuchen liegen keine detaillierten Informationen für die GVO mit Bezug auf Allergenität und deren Wirkung auf Nicht-Zielorganismen vor.

Neben den direkten toxischen oder allergenen Eigenschaften, die mit einem Genprodukt des transferierten Genes in Verbindung stehen, müssen auch die Aspekte des Transgens beobachtet werden, die im Zusammenhang mit den vermittelten Eigenschaften stehen. So führen die Gene, die z.B. eine Resistenz gegen einen bestimmten Wirkstoff verleihen, unter Umständen auch zu einer veränderten Fitness im Agrarökosystem oder auf naturnahen Flächen. Eine genaue Beschreibung der Eigenschaften, die ein Genprodukt vermittelt, und ein möglichst umfangreiches Szenario, unter welchen Bedingungen in welchen Organismen diese Eigenschaften eine Veränderung der Ökosysteme und Wechselwirkung bedingen, gehören somit zur Betrachtung der transgen-abhängigen Risikoaspekte.

Horizontaler Gentransfer

Einen besonderen Fall hinsichtlich der Bewertung transgen-abhängiger Risikoaspekte stellt der mögliche „horizontale Gentransfer“ dar (Nielsen et. al. 2000, Meier & Wackernagel 2003, Ochman et al. 2000). Bei dem als „horizontal“ bezeichneten Übertragungsweg wird DNA über nicht sexuelle Vorgänge weitervererbt oder zwischen Organismen der gleichen oder verschiedener Arten ausgetauscht. Unter horizontalem Gentransfer versteht man die direkte Übertragung von DNA, die nicht an Artschranken gebunden ist. Die Übertragung stellt damit keinen pflanzenartspezifischen Risikoaspekt (s. u.) dar. Horizontale Gentransfermechanismen sind im Bereich der Mikroorganismen wahrscheinlicher als bei höheren Organismen. Bei vielen Bakterien ist die Inkorporation von freier DNA aus dem Umgebungsmedium möglich. Es kann unter bestimmten Umständen auch eine Integration ins Genom der Empfängerzelle angenommen werden.

Der horizontale Gentransfer konnte bisher nur unter Bedingungen nachgewiesen werden, die die Wahrscheinlichkeit einer Integration der inkorporierten DNA begünstigen. Hier sind die Einführung homologer DNA-Sequenzen als Integrationsstelle und die Selektion von Revertanten bei Organismen mit deletierten Genen zu nennen. Im Freiland ist ein horizontaler Gentransfer aufgrund methodischer Schwierigkeiten beim Nachweis und der geringen Frequenz des Vorkommens des Prozesses bisher nicht nachgewiesen worden.

Die Möglichkeit eines horizontalen Gentransfers wird bei der Risikoabwägung im Rahmen des Zulassungsverfahrens berücksichtigt, da bekannt ist, dass dieser Mechanismus und in der Evolution eine Rolle gespielt hat und daher von seiner Existenz ausgegangen werden muss. Der horizontale Gentransfer muss jedoch, wenngleich als mögliches, so doch als relativ seltenes Ereignis betrachtet werden. Es muss berücksichtigt werden, dass Gene, die bisher als Transgene in Pflanzen eingebracht wurden, in den meisten Fällen in der Natur verbreitet sind und folglich nicht zu erwarten ist, dass sich die Frequenz ihres Vorkommens und daher die Wahrscheinlichkeit ihrer Verbreitung über horizontale Gentransferprozesse messbar erhöht.

Zur Messung der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen kann die Verbreitung des Transgens über horizontalen Gentransfer nicht herangezogen werden, da dieser nur schwer nachweisbar ist. Sicherheitsmaßnahmen, die einen potenziellen horizontalen Gentransfer vermindern können, wie z. B. die Minimierung der Einbringung von

transgenem Pflanzenmaterial in den Boden, können daher nicht bezüglich ihrer Effektivität bewertet werden. Es gilt wie bei der Übertragung von Transgenen auf herkömmlichen Wegen, dass die Verbreitung selber noch keinen Schaden an den Schutzgütern des GenTG darstellen muss. Entscheidend sind die Veränderungen, die sich innerhalb eines Ökosystems durch die Verbreitung eines Transgens ergeben können.

1.3.2 Pflanzenart-abhängige Risikoaspekte

Die Möglichkeiten der Übertragung, Ausbreitung und Etablierung der Transgene ist in besonderem Maße von der Biologie der veränderten Empfängerpflanze abhängig. Alle relevanten Aspekte, wie das Potenzial zur Verwilderung der Kulturpflanzen oder der Persistenz ihrer Samen im Boden, sind daher für die kulturpflanzenartspezifischen Charakteristika von Bedeutung. Ebenso sind die Möglichkeiten einer Hybridisierung von den biologischen Eigenschaften der gentechnisch veränderten Kulturpflanzenart und der mit ihr kreuzbaren Verwandten abhängig. Es bedarf zur Risikobewertung nicht nur einer genauen Betrachtung der Eigenschaften der gentechnisch veränderten Empfängerpflanze sondern auch der Eigenschaften der potenziell vorkommenden Hybridisierungspartner. Diese Betrachtung kann im Fall von Empfängerarten mit einheimischen Abstammungsformen sehr umfangreich sein oder auch in Fällen von Kulturpflanzen ohne heimische Abstammungsformen oder Hybridisierungspartner eine geringe Relevanz besitzen.

Generell spielen die pflanzenartabhängigen Risikoaspekte eine größere Rolle bei der Festlegung der Sicherheitsmaßnahmen zu den geplanten Freisetzungsvorhaben.

Abhängig von der Blühbiologie der Kulturpflanzenart sind unterschiedliche Isolationsabstände und Mantelsaaten notwendig, um ein Auskreuzen zu vermeiden und eine gewisse räumliche und zeitliche Begrenzung des Versuches gewährleisten zu können. Vom Vorkommen der möglichen Hybridisierungspartner in umgebenden Habitaten ist abhängig, ob diese innerhalb der Isolationszone entfernt werden müssen. Die Behandlung der Versuchsflächen nach der Ernte und die Behandlung des Erntegutes selber ist ebenfalls abhängig von der Biologie der veränderten Pflanzenart. Pflanzen, die über Samen verbreitet werden, sind hier anders zu bewerten als solche, die auch oder nur über vegetative Pflanzenteile überdauern könnten. Insbesondere das Dormanzverhalten der gebildeten Samen spielt eine besondere Rolle bei der Festlegung der Nachkontrolldauer.

1.4 Sicherheitsmaßnahmen

Der Art nach lassen sich Sicherheitsmaßnahmen in solche unterteilen, die unabhängig von der freigesetzten Kulturpflanzenart festgelegt werden und solche, bei denen die Ausprägung der Sicherheitsanforderungen von der Pflanzenart abhängig sind.

Zu den kulturarten-unabhängigen Auflagen gehören Maßnahmen, die zum einen die sachgerechte Durchführung und Überwachung der Freisetzungsversuche gewährleisten sollen und zum anderen eine Abschirmung des Versuchsgeländes vor unbefugtem Zugriff sicherstellen. Es sind hier zu nennen beispielsweise die Sachkundenachweise, die für *Projektleiter* und *Beauftragte für Biologische Sicherheit* zu erbringen sind sowie die Vorgaben zur Meldung aller Arbeiten und Vorkommnisse auf dem Versuchsfeld. Darüber hinaus ist eine Aufzeichnungs- und Berichtspflicht festgelegt, die neben den Berichten im Verlauf des Versuches auch Nachkontroll- und Abschlussberichte fordert. Zäune und Beschilderungen dienen der Abschirmung der Versuchsfläche.

Bei den kulturarten-abhängigen Sicherheitsmaßnahmen ist das Vorhandensein von Hybridisierungspartnern in Wildhabitaten oder Kulturflächen ein wichtiger Aspekt. Dabei gilt es, die Besonderheiten von windbestäubten oder insektenbefruchteten Pflanzen zu berücksichtigen, und auch die Tendenz der Kulturpflanzenart zur Fremd- oder Selbstbefruchtung spielt eine wesentliche Rolle bei der Festlegung von Abstandsangaben. Zur Reduktion der Auskreuzungswahrscheinlichkeit können z. B. Vorgaben zur Verhinderung der Blütenbildung gemacht werden. Dies jedoch nur, wenn die Bildung von Blüten und Samen nicht Teil des Versuchsprogramms ist. Zuckerrüben, die nicht zur Saatgutproduktion verwendet werden, wären hier als Beispiel zu nennen. Isolationsabstände und Mantelsaaten sind dabei geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Auskreuzungswahrscheinlichkeit. Ebenso wichtig sind die Entfernung potenzieller Hybridisierungspartner und die besondere Reinigung aller landwirtschaftlich genutzten Maschinen bei Aussaat und Ernte. Auch die verschiedenen Arten der Behandlung des Erntegutes oder der Versuchsfläche nach der Ernte sind im besonderen Maße von den spezifischen Eigenschaften der transformierten Kulturart abhängig. Pflanzen, wie Raps, deren Samen über viele Jahre im Boden überdauern können und bei denen mit einem hohen Sameneintrag durch Verluste bei der Ernte zu rechnen ist, bedürfen anderer Behandlungsmethoden als Pflanzen, die wie Kartoffeln im Wesentlichen vegetativ vermehrt werden.

Die Nachkontrolle (siehe Kapitel 1.2) steht im engen Zusammenhang mit den Aufzeichnungs- und Berichtspflichten, da nur mit detaillierten Angaben zu den Befunden im Nachkontrollzeitraum auch gesicherte Rückschlüsse auf die Effektivität der geforderten Sicherheitsmaßnahmen gezogen werden können. Innerhalb der Nachkontrollzeitraums werden pflanzenbautechnische Maßnahmen gefordert, die ein Auffinden der Durchwuchspflanzen ermöglichen. So dürfen, wenn nicht ein Brachfallen der Fläche gefordert ist, nur Kulturarten nachgebaut werden, die die Kontrolle nicht behindern. Bei Freisetzungsversuchen wird die Überwachung nach Beendigung der Versuche nicht über ein spezielles „Monitoring“, geregelt, wie dies bei Inverkehr gebrachten Pflanzen gemäß Freisetzungsrichtlinie („Monitoring“ mit Überwachungsplan gemäß Anhang VII 2001/18/EG) gefordert ist.

1.4.1 Kulturarten-unabhängige Sicherheitsmaßnahmen

Sachkundenachweis

Um eine Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen sachgerecht durchführen zu können, wird vom Gentechnikrecht gefordert, dass sowohl der zuständige *Projektleiter* als auch der *Beauftragte für Biologische Sicherheit* einen Nachweis über ihre Sachkenntnis im Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen erbringen. Diese Sachkundenachweise beziehen sich zum einen auf den Besuch einer speziellen Fortbildungsveranstaltung, die gemäß § 15 GenTSV (Gentechnikrichtlinie) definierte Kenntnisse sowohl zur Gefährdungsbeurteilung als auch zu den rechtlichen Grundlagen einer Freisetzung vermitteln. Zum anderen wird vom Projektleiter gefordert, dass er durch praktische Arbeiten seine Expertise im Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen nachweist. Der *Beauftragte für Biologische Sicherheit* hat die Aufgabe, den *Projektleiter* in allen Fragen zu beraten und zu unterstützen. Dem *Projektleiter* obliegt es dafür zu sorgen, dass alle Forderungen des Genehmigungsbescheides umgesetzt werden und alle Personen, die im Zusammenhang mit der Freisetzung Arbeiten verrichten, über die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen unterrichtet sind. Die Unterweisungen, die der *Projektleiter* für die Mitarbeiter durchzuführen hat, sind zu protokollieren, jedoch nicht im Rahmen der Berichtspflicht an die Überwachungsbehörden und Genehmigungsbehörden zu übersenden.

Überwachung

Während die Genehmigung eines Freisetzungsversuchs in Deutschland der zuständigen Bundesoberbehörde (BVL) obliegt, fällt die Überwachung in den Zuständigkeitsbereich der Länder. Die Überprüfung der Einhaltung der Genehmigungsaufgaben wird durch die Bundesländer in hierfür eingesetzten Behörden ausgeübt. Dies sind im Land Nordrhein-Westfalen zum Beispiel die Staatlichen Umweltämter, in anderen Ländern z. B. die Bezirksregierungen oder die Gewerbeaufsichtsämter. Die Genehmigungsbescheide schreiben vor, in welchen Zeiträumen die Überwachungsbehörden über welche Arbeiten auf den Versuchsfeldern in Kenntnis zu setzen sind. Es werden hier genaue Angaben über Zeitpunkt und Umfang von Pflanz- oder Erntemaßnahmen gefordert, ebenso wie Angaben zur Nichtdurchführung von Versuchen und Versuchsteilen oder zur Lagerung von Saat- oder Erntegut auch außerhalb gentechnischer Anlagen.

Aufzeichnungs- und Berichtspflicht

Während, zum Ende und nach Durchführung von Freisetzungsversuchen besteht für den Betreiber die Pflicht, Aufzeichnungen zu führen. Über diese Aufzeichnungen wird in Berichten - Zwischen-, Abschluss-, und Nachkontrollberichte - gegenüber den Zulassungsbehörden Rechenschaft abgelegt. Seit dem Jahr 2000 gibt es genaue Vorgaben, wie diese Art von Berichten zu verfassen sind und welche Inhalte behandelt werden sollen (s. Anhang).

Die Sicherheitsmaßnahme „Aufzeichnungs- und Berichtspflicht“ stellt die wichtigste Informationsquelle zur Bewertung der Effektivität der geforderten Auflagen dar. Die Nachkontrollberichte sind entscheidend, um beurteilen zu können ob eine Sicherheitsmaßnahme ihren Zweck erfüllt hat. Die Zeiträume für die Nachkontrolle variieren und somit auch die Dauer über die Berichte erstellt werden müssen. Berichte müssen für jeden Freisetzungsort separat erstellt werden, was dazu führen kann, dass bei Freisetzungen im vereinfachten Verfahren mit teilweise über fünfzig gemeldeten Standorten enorme Mengen an Nachkontrollberichten erstellt werden. Ein gesonderter Abschlussbericht nach Abschluss der Nachkontrolle wird nicht explizit gefordert.

1.4.2 Kulturarten-abhängige Sicherheitsmaßnahmen

Beschilderung und Einzäunung

Da nicht jede der in Freisetzungsversuchen getesteten Kulturpflanzenarten gleichermaßen für eine Entwendung oder Verschleppung durch Menschen oder Tiere geeignet ist, wird diese Maßnahme nicht generell bei Freisetzungsversuchen gefordert.

Bei Kartoffeln besteht jedoch die Gefahr, dass Passanten einzelne Knollen zum Verzehr entwenden. Daher wird in diesen Fällen meist eine Einzäunung und Beschilderung des Versuchsgeländes gefordert. Ausnahmen stellen eingezäunte Versuchsgelände an Forschungsanstalten dar, die ohnehin vor einem öffentlichen Betreten geschützt sind. Zäune haben zusätzlich die Funktion, die Verschleppung von Samen oder Früchten durch Tiere zu vermeiden. Auch dies ist nicht für alle Kulturarten gleichermaßen von Bedeutung.

Verhinderung der Blütenbildung

Die Verbreitung von Transgenen durch Pollenflug ist als bedeutendster Ausbreitungsweg zu betrachten. Durch Windbestäubung ist, abhängig von der Größe des Pollens, eine Ausbreitung des Transgens im Umkreis von mehreren hundert Metern möglich. Bei Kulturpflanzenarten, die durch Insekten bestäubt werden, sind die Ausbreitungsdistanzen vom Flug- und Sammelverhalten der Bestäuber abhängig. Honigbienen z.B. verbreiten Pollen auch über große Distanzen von mehreren Kilometern. Dieses Verhalten variiert in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen und dem Nahrungsangebot.

Falls sich bei der freigesetzten Kulturpflanzenart im Versuchsdesign die Möglichkeit ergibt, die Bildung von Blüten zu verhindern, stellt dies eine der effektivsten Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung einer Verbreitung der Transgene dar. Möglich ist die Verhinderung der Blütenbildung jedoch nicht, wenn das Abblühen der Pflanzen notwendig ist, um die Fragestellungen des Versuchsanbaus wie z.B. des Ertrags oder der Qualität der Früchte bearbeiten zu können. Bei Raps oder Mais ist eine Blütenbildung in der Regel notwendig, da das Erntegut nur bei freiem Abblühen der Pflanzen gebildet wird. Bei Mais besteht noch die Möglichkeit die Pflanzen gegebenenfalls zu entfahnen (Entfernung des Pollentragenden männlichen Blütenstandes an der Pflanzenspitze), was jedoch nur bei speziellen Versuchsfragestellungen sinnvoll ist. Da es sich bei Zuckerrüben z. B. um zweijährige Pflanzen handelt, die im Normalfall in der

vegetativen Phase zum Ende der ersten Vegetationsperiode geerntet werden, lässt sich hier eine Verhinderung der Blütenbildung durch die Entfernung der Schosser (vorzeitig blühende Pflanzen in ihrer ersten Vegetationsperiode) meist mit dem Versuchsdesign in Einklang bringen. Lediglich zur Produktion von Saatgut müssen auch blühende Zuckerrübenpflanzen im Freiland angebaut werden.

Ob die Verhinderung der Blütenbildung als Sicherheitsmaßnahme verlangt wird, hängt auch davon ab, ob für die jeweilige Kulturpflanzenart Hybridisierungspartner zu erwarten sind. Dies ist beim Mais nur in Kulturhabitaten zu erwarten und für den Raps beispielsweise als Regelfall anzunehmen.

Isolationsabstand, Mantelsaat und Randstreifen

Ein effektives Mittel um die Auskreuzung zu minimieren, ist die Festlegung von Isolationsabständen, in denen keine Pflanzen angebaut werden dürfen, die mit dem freigesetzten Organismus kreuzbar sind – insbesondere wenn gegebenenfalls vorhandene Wildpflanzen, die als Hybridisierungspartner in Frage kommen, entfernt werden. Verstärken lässt sich dieser Isolationseffekt noch dadurch, dass man Mantelsaaten der gleichen Kulturart um das Versuchsfeld mit den transgenen Organismen einsät. Bei insektenbestäubten Pflanzen, wie z. B. dem Raps, hat das zur Folge, dass blütenbesuchende Bestäuberinsekten ihre Pollenfracht zum Teil in der eingesäten Mantelsaat wieder verlieren. Bei windbestäubten Kulturarten, wie z.B. dem Mais, führt eine Mantelsaat dazu, dass Teile des verdrifteten Pollens sich bereits in den Pflanzen um das eigentliche Versuchsfeld herum fängt. Dadurch lässt sich die Auskreuzung von Transgenen effektiv verringern.

In den Genehmigungsbescheiden werden unterschiedliche Kombinationen von Isolationsabstand und Mantelsaat teilweise auch als Alternativen für den Betreiber angeboten. So werden größere Mantelsaaten mit geringeren Isolationsabständen kombiniert oder der Verzicht auf eine Mantelsaat anheim gestellt, wenn der Isolationsabstand entsprechend weit gewählt wird. Als Mantelsaaten werden bei bestimmten Kulturpflanzen auch Pflanzen eingesät, die auf Grund ihrer Eigenschaften den Flug von Pollen minimieren. So gelten in der züchterischen Praxis Streifen von zwei bis fünf Metern Breite aus *Cannabis sativa* (Hanf) als übliche Pollenbarriere. Da diese Abschirmungsmethode allerdings nur zweckmäßig ist, wenn der Hanf ausreichend gewachsen ist bis die Blüteperiode des GVO einsetzt, wurden in den Genehmigungsbescheiden mitunter auch alternative Maßnahmen angegeben, wie die Aufstellung von

Folien, Schilfrohr- oder Bastmatten, um die pollenflughemmenden Eigenschaften des Hanfstreifens zu unterstützen.

Bei der Festlegung der Breite der Isolationsabstände orientierte man sich zu Beginn der Freisetzungsaktivitäten in Deutschland meist nach Richtwerten, die aus der Saatgutproduktion entlehnt sind. So gibt es für jede Kulturpflanzenart Vorgaben, wie viel Abstand bei der Produktion von zertifiziertem Basissaatgut zwischen Saatgutproduktionsstätte und Anbauflächen eingehalten werden muss. Bei der Festlegung des Isolationsabstandes müssen zum einen landwirtschaftlich genutzte Flächen berücksichtigt werden, zum anderen aber auch Wildhabitate, in denen kreuzbare Wildverwandte zu finden sein können.

Randstreifen, in denen keine Hybridisierungspartner wachsen dürfen oder die in die Nachkontrolle einbezogen werden müssen, können in Abhängigkeit von der freigesetzten Kulturpflanzenart als Sicherheitsmaßnahme gegen die vegetative Verbreitung im nahen Umfeld der Freisetzungsfäche gefordert werden. Randstreifen werden überdies oft gefordert, damit die Vorgaben für die durchzuführenden Nachbaumaßnahmen auch das direkte Umfeld der Freisetzungsfäche betreffen.

Hybridisierungspartner

Um die Effektivität der Isolationsabstände weiter zu erhöhen, wird bei den meisten Genehmigungen als Nebenbestimmung gefordert, innerhalb des Isolationsabstandes alle Hybridisierungspartner zu entfernen. Dies bezieht sich sowohl auf landwirtschaftlich genutzte Flächen und deren Randstreifen, wie auch auf Naturräume. Die Entfernung von wild vorkommenden Hybridisierungspartnern innerhalb des Isolationsabstands wurde gegebenenfalls extra gefordert.

Reinigung der landwirtschaftlich genutzten Maschinen

Die Entfernung von verbliebenen Samen oder von Erntegut in benutzten Maschinen ergibt sich aus den Pflichten im Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen, wird aber häufig gesondert gefordert. Manche Kulturpflanzenarten verfügen über sehr kleine Samen, die die Reinigung von Saat- und Erntemaschinen erschweren. In manchen Versuchen werden Feldmühlen zur Inaktivierung des Ernteguts verwendet oder andere landwirtschaftliche Geräte, an denen Reste von gentechnisch veränderten Organismen haften können. In diesen Fällen muss der Reinigung besondere Be-

achtung geschenkt werden. Bei manuellen Ernten ist eine Vermeidung der Samenverschleppung leichter zu gewährleisten.

Behandlung des Erntegutes und der Versuchsfelder nach der Ernte

Der Umgang mit Erntegut und die Bearbeitung der Versuchsfelder nach der Ernte sind für die zeitliche Begrenzung des Vorkommens von GVO nach Beendigung der Freisetzung von großer Bedeutung und müssen auf die Kulturpflanze abgestimmt sein. Im Regelfall wird das Erntegut nach Versuche in gentechnische Anlagen verbracht, in denen weitere Analysen folgen. Für die sonst in Betracht kommenden Maßnahmen wie Lagerung und Entsorgung werden in den Genehmigungsbescheiden genaue Angaben gemacht, wobei die Entsorgung meistens auf der Versuchsfeld erfolgen kann und hier durch verschiedene Kontrollen hinsichtlich ihrer Effektivität untersucht werden muss. Außerdem werden oftmals alternative Vorgehensweisen angeboten, so dass ein Autoklavieren, was die aufwendigste Maßnahme darstellt, nicht immer notwendig ist. In manchen Fällen ist auch eine Verrottung oder Kompostierung des verbleibenden Pflanzenmaterials auf der Freisetzungsfeld ausreichend. Bei Pflanzen mit kleinen Samen, wie beispielsweise dem Raps, wird in den Genehmigungsbescheiden meist besonderer Wert darauf gelegt, dass auf einen Verlust von Samen während des Transportes von und zur Freisetzungsfeld geachtet werden muss.

Die Behandlung der Versuchsfeld nach der Ernte steht im direkten Zusammenhang mit der Erntemaßnahme selber. Werden Samen und vegetative Pflanzenteile getrennt, ist es im Normalfall möglich die Pflanzenanteile flach in den Boden einzuarbeiten. Meist wird darauf Wert gelegt, dass die Versuchsfelder weder direkt im Anschluss an die Freisetzung noch in den Folgejahren der Nachkontrolle eine wendende Bodenbearbeitung (z.B. Pflügen) erfahren. Pflügen als wendende Bodenbearbeitungsmaßnahme würde dazu führen, dass Samen in tiefere Bodenschichten verfrachtet werden, wo sie in einen Ruhezustand (Dormanz) eintreten, der dazu führt, dass Samen auch nach vielen Jahren noch keimfähig sind, wenn sie wieder an die Oberfläche gelangen. Zu den Vorgaben für die Behandlung der Versuchsfelder nach der Ernte gehören auch Vorgaben zu den erlaubten Nachbaumaßnahmen in der Folgekultur. Hier wird in erster Linie darauf Wert gelegt, dass nur solche Pflanzen im Nachbau Anwendung finden, die eine effektive Kontrolle von Durchwuchs der freigesetzten Pflanzenart im Folgejahr und dem weiteren Nachkontrollzeitraum möglich machen.

Teilweise wird auch das Brachfallenlassen der Flächen für den Zeitraum der Nachkontrolle gefordert oder die wiederholte Herbizidbehandlung der Fläche, um Durchwuchs zu bekämpfen.

Nachkontrolle

Der Zeitraum, über den im Anschluss an ein Freisetzungsexperiment Kontrollen der Versuchsflächen durchgeführt werden müssen, variiert in Bezug auf die Kulturpflanzenart und ist zudem davon abhängig, ob innerhalb der Nachkontrollzeiträume Durchwuchs transgener Pflanzen festgestellt wird.

Bei Kartoffeln oder Zuckerrüben kann sich der mögliche Durchwuchs aus vegetativen Pflanzenteilen ergeben. Bei Anbau ohne Samenbildung kann die Ausdehnung der Nachkontrollperiode kürzer ausfallen, als wenn die Gefahr des Durchwuchses von Samen, die bei der Ernte ausfallen oder nicht gekeimt sind, ausgeht.

Oft wird die Auflage ausgesprochen die Nachkontrolle um jeweils ein Jahr zu verlängern, wenn im letzten Jahr des angegebenen Nachkontrollzeitraums Durchwuchs transgener Pflanzen vorhanden gewesen ist. Die Forderung der Verlängerung des Nachkontrollzeitraumes um jeweils ein Jahr bedeutet in der Praxis, dass sich dieser Zeitraum bei Pflanzen, von denen Samenruheperioden von mehreren Jahren bekannt sind, wie z.B. bei Raps, um mehrere Jahre verlängern kann.

In den Genehmigungsbescheiden werden für die hier klassifizierten Sicherheitsmaßnahmen auch sehr individuelle Anpassungen an die spezifischen Versuchsbedingungen und Freisetzungssituationen vorgenommen. Es werden teils alternative Maßnahmen aufgezeigt, oder die Möglichkeit eingeräumt, dass manche Maßnahmen in Absprache mit den Genehmigungsbehörden angepasst werden können. Da Freisetzungsversuche unter Freilandbedingungen stattfinden, ist hier auch immer zu berücksichtigen, dass die Versuchsdurchführung von den Wetterbedingungen abhängig ist. Dies kann dazu führen, dass sich beispielsweise Mantelsaaten aufgrund ungewöhnlicher Witterung nicht schnell genug entwickeln und somit nicht effektiv sind. Um auf solche Situationen reagieren zu können, werden in der Freisetzungspraxis Änderungsanzeigen bei der Überwachung und der Genehmigungsbehörde vorgenommen, die auch Änderungen hinsichtlich der angeordneten Sicherheitsmaßnahmen umfassen können.

2. Methoden und Datengrundlage

2.1 Freisetzungsunterlagen und -berichte

2.1.1 Zeitrahmen und Kulturartenspektrum

Die Studie baut auf der bereits in der Einleitung beschriebenen Untersuchung auf, die 1999 im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt wurde und Daten bis zum Jahr 1998 berücksichtigte (Röver et. al. 2000). Das Vorhaben beschränkte sich zudem auf die am häufigsten bei Freisetzungsversuchen genutzten Pflanzenarten (Mais, Raps, Zuckerrübe und Kartoffel). Der vorliegende Bericht behandelt nun den erweiterten Zeitraum bis zum Jahr 2004. Erfasst wurden in einer Datenbank nun alle in Deutschland freigesetzten Kulturarten. In dieser Datenbank wurden alle Genehmigungsaufgaben und die Inhalte der Bertreiberberichte zusammengestellt. Neben Mais, Raps, Zuckerrübe und Kartoffel kamen für die Erfassung weitere 7 Kulturpflanzenarten hinzu: Petunien, Tabak, Pappeln, Wein, Erbsen, Soja, Weizen sowie eine Bakterienart. Eine Übersicht zu der Anzahl und Art der Freisetzungen ist den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Für die Analyse der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen wurden wiederum nur die vier oben genannten, am häufigsten freigesetzten Kulturarten Mais, Raps, Zuckerrübe und Kartoffel gewählt.

Die Erhebung umfasst keine Freisetzungsvorhaben, die mit transgenem, In-Verkehr gebrachtem Saatgut durchgeführt wurden, für das wegen einer noch nicht erteilten Sortenzulassung eine Sonderverkehrsgenehmigung zum Anbau durch das Bundesortenamt ausgesprochen wurde. Diese Versuche unterliegen keiner Meldepflicht und werden nicht durch ein gesetzlich festgelegtes Berichtswesen begleitet¹. Ergebnisse aus Experimenten im Umfeld dieser Versuche, die Rückschlüsse auf die Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen zulassen, sind teilweise im Kapitel 3.6 „Ergebnisse der Begleitforschung“ dokumentiert.

2.1.2 Datengrundlage und Erhebungsumfang

Zur Erfassung der Sicherheitsmaßnahmen wurden Angaben aus den Bescheiden der Genehmigungs- und Einvernehmensbehörden sowie aus den Stellungnahmen der

¹ Eine festgelegtes Berichtswesen im Rahmen eines beim Antrag auf Inverkehrbringen vorzulegenden Monitoringplanes ist von der EU-Freisetzungs-Richtlinie EC/2001/18 gefordert und wird mit Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht verbindlich.

ZKBS genutzt. Außerdem wurden die Zwischen-, Abschluss-, und Nachkontrollberichte, die der Betreiber eines Freisetzungsvorhabens anfertigen muss, ausgewertet.

Tab. 1: In Deutschland genehmigte Freisetzungsanträge nach Kulturarten und nach gentechnischen Veränderungen; in Klammern: Zahlen der ersten Erhebung bis 1998; Stand 04/2004²

Art der gentechnischen Veränderung	Raps	Zuckerrübe	Mais	Kartoffel	Petunie	Tabak	Pappel	Bakterien	Wein	Erbse	Soja	Weizen	Summe
Herbizidresistenz	29 (21)	17 (11)	20 (18)	-	-	-	-	-	-	-	1 (-)	-	67 (50)
Virusresistenz	-	7 (7)	-	6 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	13 (10)
Kohlenhydratstoffwechsel	-	-	-	32 (12)	-	-	-	-	-	-	-	-	32 (12)
Fettsäurestoffwechsel	9 (8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9 (8)
Männliche Sterilität	1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (1)
Bakterienresistenz	-	-	-	3 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (2)
Pilzresistenz	1 (-)	1 (-)	-	2 (2)	-	-	-	-	1 (-)	-	-	3 (-)	8 (3)
Sonstiges ³	-	-	-	14 (1)	3 (3)	1 (1)	4 (1)	2 (2)	-	1 (-)	1 (-)	-	26 (8)
	40 (31)	25 (18)	20 (18)	57 (20)	3 (3)	1 (1)	4 (1)	2 (2)	1 (-)	1 (-)	2 (-)	3 (-)	159 (94)

Die Erhebung wurde unter zwei verschiedenen Aspekten durchgeführt:

- Anträge: Zusammenstellung der geforderten Sicherheitsmaßnahmen in den Genehmigungsbescheiden sowie den Stellungnahmen der Einvernehmensbehörden und der ZKBS.
- Berichte: Analyse der in den Berichten der Betreiber gemachten Angaben hinsichtlich der Wirksamkeit der geforderten Sicherheitsmaßnahmen.

Zum ersten Aspekt „Anträge“ wurden alle genehmigten Freisetzungsvorhaben bis einschließlich April 2004 in die Datenbank aufgenommen. Aus den Dokumenten wurden die Vorgaben der Betreiber (entnommen aus den Versuchsbeschreibungen aus

² Anzahl der Freisetzungsanträge wurde mehrfach gewertet, wenn verschiedene Kulturarten und verschiedene gentechnische Veränderungen in einem Antrag genehmigt wurden, Daten: www.rki.de

³ veränderte Blütenfarbe und Entwicklungsphysiologie, Markierung etc.

der ZKBS Stellungnahme) den Forderungen der Vollzugsbehörden gegenüber gestellt.

Tab. 2: In Deutschland genehmigte und nachgemeldete Freisetzungstandorte; in Klammern: Zahlen der ersten Erhebung bis 08/98, Stand 04/2004⁴

Art der gentechnischen Veränderung	Raps	Zuckerrübe	Mais	Kartoffel	Petunie	Tabak	Pappel	Bakterien	Wein	Erbse	Soja	Weizen	Summe
Herbizid-resistenz	219 (102)	260 (98)	74 (41)	-	-	-	-	-	-	-	1 (-)	-	554 (241)
Virusresistenz		21 (20)		7 (5)	-	-	-	-	-	-	-	-	28 (25)
Kohlenhydrat-stoffwechsel	-		-	45 (13)	-	-	-	-	-	-	-	-	45 (13)
Fettsäurestoff-wechsel	19 (14)		-		-	-	-	-	-	-	-	-	19 (14)
Männliche Steri-lität	58 (9)	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	58 (9)
Bakterien-resistenz	4 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 (3)
Pilzresistenz	1 (1)	1 (1)	-	2 (2)	-	-	-	-	2 (-)	-	-	3 (-)	9 (4)
Sonstiges	1 (-)	-	-	15 (-)	6 (6)	1 (1)	3 (1)	2 (2)	-	1 (-)	1 (-)	-	30 (10)
	302 (129)	282 (119)	74 (41)	69 (20)	6 (6)	1 (1)	3 (1)	2 (2)	2 (-)	1 (-)	2 (-)	3 (-)	747 (319)

Zum zweiten Aspekt „Berichte“ wurden Rubriken zur Eintragung von Angaben zu den Vorkommnissen während der Versuchsdurchführung erstellt. Es wurden diejenigen Vorkommnisse besonders berücksichtigt, die einen Hinweis auf die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen bieten. Ausgewertet wurden lediglich Projekte zu den wichtigsten Kulturarten (89% aller Freisetzungen) Mais, Raps, Zuckerrübe und Kartoffel.

Der Erhebungsumfang erstreckte sich bei der Auswertung der Berichte nicht nur auf die im Erhebungszeitraum 1998 – 2004 neu genehmigten Projekte, sondern auch auf alle Projekte, die nicht bis 1998 vollständig abgeschlossen wurden. In der Nachkon-

⁴ Anzahl der Orte ergibt sich aus Basisanträgen je Kulturart zzgl. der nachgemeldeten Standorte im vereinfachten Verfahren. Daten: www.bba.de

trollzeit müssen vom Betreiber Berichte vorgelegt werden, die Rückschlüsse auf die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen ermöglichen sollen. Bei den meisten Projekten, die erst zur Vegetationsperiode 2003 genehmigt wurden, waren bis zum Abschluss der Datenerhebung nur wenige Berichte vorhanden. Bei diesen Freisetzungsversuchen kann aus diesem Grund keine Auswertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen erfolgen. Der Erhebungsumfang für die Analyse der Effektivität umfasst demnach hauptsächlich die Freisetzungsversuche vor 2003.

2.2 Sicherheitsmaßnahmen-Datenbank

Um die erhobenen Daten auswerten und recherchieren zu können, wurde die im ersten Vorhaben (Röver et al. 2000) erstellte Datenbank ergänzt und an die neuen Anforderungen angepasst.

Die Sicherheitsmaßnahmen-Datenbank basiert auf einer gemeinsamen Tabelle in der über zwei Masken die geforderten Sicherheitsmaßnahmen oder die Daten aus den Berichten der Betreiber abgerufen werden können. Die Kategorien zur Eingabe und Abfrage der Daten entsprechen den in der Einleitung beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen und umfassen Textfelder mit der Möglichkeit zur Freitext-Eingabe. Sicherheitsmaßnahmen, die generell bei allen Freisetzungsversuchen gefordert werden, wie die Pflicht zur Anzeige der Arbeiten bei der Überwachungsbehörde, wurden nicht in die Datenbank aufgenommen.

Die Abfragemaske zu den Berichten umfasst einerseits Felder zur Dokumentation des Vorhandensein und der Fälligkeit von Berichten. Andererseits werden Störungen und Abweichung von den Angaben im Antrag und im Bescheid festgehalten. Dazu werden Angaben zum Auftreten von Durchwuchs in den verschiedenen Jahren der Versuchsdurchführung und der Nachkontrolle dokumentiert.

2.3 Erfassung der Begleitforschung

Die Erfassung der Begleitforschung basiert auf einer Literaturrecherche in den Biological Abstracts und CAB Horticulture Abstracts für den Zeitraum von 1999 bis April 2004.

Während die Abfrage im Vorläuferprojekt (Current Contents, Ausgabe Lifesciences 1996-1998) 700 Literaturstellen erbrachte, von denen anhand der Titel und Abstracts 270 ausgewählt wurden, ergaben sich mit der gleichen Suchmaske allein in der Da-

tenbank Biological Abstracts 13254 Literaturstellen. Um das Suchergebnis zu fokussieren, wurde die Suchabfrage darauf hin leicht verändert. Die Suchmaske und die ausgewählten Suchergebnisse sind in Anhang II verzeichnet.

Mit der Suchabfrage wurden für den Zeitraum 1999-2004/4, englisch oder deutsch, drei Recherchen durchgeführt. In:

1. Biological Abstracts und CAB Abstracts im Suchfeld „Descriptors“,
2. CAB Abstracts im Suchfeld „Abstracts“,
3. Biological Abstracts im Suchfeld „Abstracts“.

Nach Prüfung auf Relevanz (44% relevant) und Aussortieren der Dopplungen (35% Dopplungen) zwischen den Recherchen wurden 164 Treffer festgehalten. Die Fundstellen verteilten sich nach Kulturarten wie folgt: 37% Raps, 33,5% Mais, 10% Zuckerrübe, 3% Kartoffel und 16,5% Weeds/Sonstige.

Tab. 3: Suchergebnis der Literaturrecherche zur Begleitforschung nach Kulturpflanzen

Kulturarten	Recherche 1 Biological Abstracts und CAB Abstracts im Suchfeld „Descriptors“	Recherche 2 CAB Abstracts im Suchfeld „Abstracts“	Recherche 3 Biological Abstracts im Suchfeld „Abstracts“	Summe der Treffer abzüglich der Dopplungen
Mais	50	5	6	55
Raps	42	25	28	61
Kartoffel	3	2	1	5
Zuckerrübe	7	8	8	16
Weeds	5	4	8	27
Sonstige	6	8	6	20
Summe	113	52	57	164

Als zusätzliche Datengrundlage wurde auch auf anderen Quellen zugegriffen. Dabei wurde insbesondere die Sicherheitsforschungs-Datenbank auf www.biosicherheit.de als Quelle genutzt. Hier werden neben Projekten des Bundesforschungsministeriums (BMBF) auch Forschungsaktivitäten anderer Mittelgeber geführt. Die Erfassung der Begleitforschung wurde weiterhin auf Projekte beschränkt, die in Deutschland durchgeführt werden. Von den relevanten Fundstellen dieser Literaturrecherchen gehören 24 der 164 zu Forschungsprojekten deutscher Arbeitsgruppen bzw. Autoren (siehe Kapitel 3.3).

3. Ergebnisse

3.1 Veränderungen hinsichtlich Art der GVO und der Dauer und des Umfangs der Freisetzungsvorhaben

3.1.1 Spektrum der verwendeten GVO

Raps, Zuckerrübe, Mais und Kartoffel stellen auch nach der Erweiterung des Erhebungszeitraums von 1991-1998 auf 1991-2004 mit ca. 89% den Hauptanteil der bisher genehmigten Freisetzungsvorhaben dar. In diesem Zeitraum wurden von den insgesamt 159 Freisetzungsvorhaben 142 mit einer der vier genannten Kulturpflanzen durchgeführt. Im Erhebungszeitraum der ersten Studie war dieser Anteil mit 92% geringfügig höher.

Etwa 40% aller genehmigten Freisetzungsorte betreffen Raps, 38% Zuckerrüben, 10% Mais und 10% Kartoffeln. Zusammen stellen diese Kulturarten etwa 98% der in den Basisanträgen genehmigten und nachgemeldeten Standorte dar.

Im Vergleich zum ersten Projektteil hat sich der Anteil der Freisetzungsvorhaben mit Kartoffeln (von 7% auf 10%) am stärksten vergrößert, der Anteil der Maisstandorte ist von 13% auf 10% gesunken.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, wurden insgesamt 11 Kulturpflanzenarten und Bakterien der Gattung *Rhizobium* in Freisetzungsvorhaben in Deutschland verwendet.

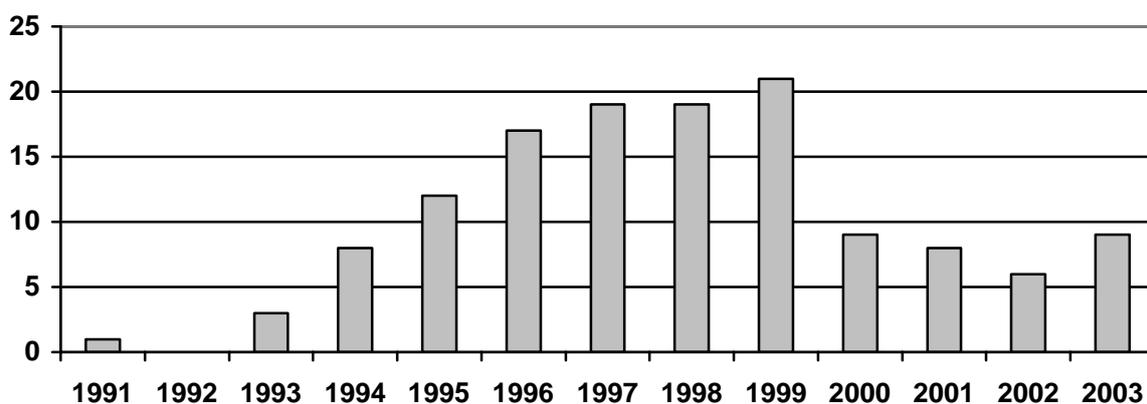


Abb. 2: Genehmigte Anträge auf Freisetzung transgener Pflanzen in Deutschland von 1991 bis 2003

Die Herbizid-Resistenz war sowohl im Zeitraum der ersten Studie, wie auch in der zweiten Studie das meist untersuchte Merkmal. War im ersten Untersuchungszeitraum der Raps die am häufigsten verwendete Kulturpflanzenart, so hat bei Betrachtung aller Freisetzungen in Deutschland die Kartoffel diesen Platz eingenommen. Dabei stieg der Anteil der Freisetzungsversuche mit Kartoffeln gegenüber der ersten Studie von 21,3% (20 von 94 Freisetzungen) auf 35,8% (57 von 159 Freisetzungen).

Tab. 4: Gentechnische Veränderungen bei den in Deutschland genehmigten Freisetzungsanträgen

Gentechnische Veränderung	Zeitraum 1 1991 – (12)1998	Zeitraum 2 1999 – (04)2004	Gesamt ⁵
Herbizid-Toleranz (HT)	35 (50) ⁶	17	52
Kohlenhydratmuster (KH)	12	20	32
Fettsäuremuster (FSM)	8	1	9
Bakterien-Resistenz (BR)	2	1	3
Pilz-Resistenz (PR)	3	5	8
Virus-Resistenz (VR)	11	2	13
Inhaltsstoff-Veränderung (IS)	3	3	6
Stoffwechsel-Veränderung (SWV)	1	2	3
Entwicklungs-Veränderung (EWV)	1	3	4
Aminosäurestoffwechsel-V.(ASV)	/	1	1
Markierungsverfahren (M)	3	2	5
Induzierbare Genexpression (IG)	/	1	1
Männliche Sterilität (MS)	1	/	1
Schwermetall-Sanierung (SS)	/	2	2
Blütenfarbe (BF)	3	/	3
Proteinproduktion (PP)	/	1	1
Enzymproduktion (EP)	1	1	2
Summe	84	62	146

(Datenquelle: <http://www.rki.de/GENTEC/FREISETZUNGEN/FREISETZ.HTM>)

Hinsichtlich der Art der gentechnischen Veränderungen, die bei den zur Freisetzung beantragten Pflanzen bzw. Bakterien vorgenommen wurden, gibt Tabelle 4 Auskünfte. Von den 17 Veränderungstypen, die in Freisetzungen getestet wurden, stellen die Herbizidtoleranz (35,6%) und die Veränderung des Kohlenhydratmusters (21,9%)

⁵ Verschiedene gentechnische Veränderungen in einem Antrag wurden mehrfach gewertet.

⁶ Wert in Klammer für mehrfache Zählung eines Antrages, wenn dort die Freisetzung mehrerer Kulturarten mit der gleichen gentechnischen Veränderung beantragt wurde

den größten Anteil. Neu im Erhebungszeitraum der zweiten Studie hinzugekommen sind die Veränderung des *Aminosäurestoffwechsels*, die *Schwermetall-Sanierung*, die *Induzierbare Genexpression* und die *Proteinproduktion*. Die *Männliche Sterilität* und die *Blütenfarbe* waren im Zeitraum nach 1998 nicht mehr Gegenstand von Freisetzungsanträgen.

Im Vergleich der zwei Erhebungszeiträume vor und nach 1998 zeigten sich relative Zunahmen bei Versuchen mit Pilz-Resistenzen und mit veränderten Kohlenhydratmustern. Veränderte Fettsäuremuster und Virusresistenzen wurden weniger häufig untersucht. Auch die Herbizid-Toleranz war seltener Gegenstand der Untersuchungen.

Freisetzungsanträge für insektenresistente Pflanzen, die sich durch die Expression von *Bacillus thuringiensis* Toxin vor Fraßfeinden schützen, wurden in Deutschland bisher nicht gestellt. Die zahlreichen Versuche mit insektenresistenten Pflanzen in Deutschland, die auch teilweise im Kapitel 3.3 „Begleitforschung“ aufgeführt sind, wurden mit Saatgut bereits Inverkehr gebrachter, transgener Pflanzen durchgeführt.

Nachfolgend sind die Versuche mit seit 1999 neu hinzugekommenen Kulturarten oder gentechnischen Veränderungen im Detail dargestellt. Für die bereits im ersten Erhebungszeitraum betrachteten GVO wurden in der ersten Studie die Kulturarten, die eingeführten Gene sowie deren Funktion und Herkunft bereits genau beschrieben. Weitere Informationen zu den bei Freisetzungen verwendeten Kulturarten und zu deren Besonderheiten finden sich auch in einer Reihe zuvor publizierter UBA-Texte (Gerdemann-Knörck & Tegeder 1997, Neuroth 1997).

Neue gentechnisch veränderte Kulturarten zur Freisetzung

Wein

Die Weinrebe, *Vitis vinifera* L., ist eine ausdauernde, holzige, selbstfertile Pflanze. Die Gattung *Vitis* gehört zur Familie der Rebengewächse (*Vitaceae*) deren Ursprungsformen aus dem mediterranen und asiatischen Raum stammen.

Die Blütenstände der Weinrebe bestehen aus dicht zusammengesetzten Rispen mit 10 bis 1000 männlichen oder weiblichen, meist aber zwittrigen Blüten. Die Antheren der fünfzähligen Blüte platzen frühmorgens bei steigender Temperatur und geben Pollenwolken ab. Die Blüten haben Nektardrüsen, die Insekten anlocken. Pollen von

Weinrebenpflanzen werden durch Insekten und durch den Wind übertragen. Die Abstammung und eine damit verbundene Kreuzbarkeit der Kulturrebe mit der in Auwäldern des Oberrheins vorkommenden zweihäusigen Wildrebe *Vitis vinifera silvestris* GMELIN und allen anderen Arten der Gattung *Vitis* ist wahrscheinlich (Eastham & Sweet 2002, Currle et al. 1983).

Die Kulturrebe wird vegetativ vermehrt und erfordert intensive Pflegemaßnahmen. Sie hat ein sehr geringes Etablierungs- und Ausbreitungspotential. Weinreben befinden sich in Deutschland an der nördlichen Grenze ihrer Anbauzone, die zwischen 30 und 50 Grad nördlicher Breite liegt. Über Einzelpflanzen außerhalb von Weinbergen wurde nur in Ausnahmefällen berichtet (Haeupler & Muer 2000).

Erbse

Die Erbse, *Pisum sativum* L., ist eine Hülsenfrucht (*Leguminosae*). Sie stammt wahrscheinlich aus Kleinasien und ist eine wichtige Nutzpflanze. Die Erbse ist eine rankende Pflanze, die unter geeigneten Bedingungen bis zu 2 m weit wachsen kann.

Pisum sativum ist fast ausschließlich selbstbefruchtend. Der Anteil der Fremdbefruchtung kann 1-3 % betragen und erfolgt vornehmlich durch Insekten. Es besteht Möglichkeit der Pollenübertragung auf andere Erbsensorten z.B. Gartenerbse (*P. sativum* ssp. *hortense*) oder Futtererbse (*P. sativum* ssp. *arvense*). In Mitteleuropa sind keine Wildarten der Gattung *Pisum* bekannt, die mit *P. sativum* kreuzbar sind. *P. sativum* zählt zu den einjährigen, sommeranuellen Pflanzen, die sich sexuell über Samen vermehren. Pflanzen der in Deutschland verwendeten Sommererbsensorten sind frostempfindlich und sterben bei -5 bis -9°C ab. In frostfreien Gebieten ist eine Überwinterung im Herbst ausgekeimter Samen möglich. Erbsensamen können in milden Wintern im Boden überdauern. Eine vegetative Vermehrung findet nicht statt. Eine Verwilderung oder Etablierung außerhalb landwirtschaftlicher Nutzflächen ist nicht bekannt (Neuroth 1997).

Pappel

Die Pappeln (*Populus* spp.) bilden eine Gattung in der Familie der Weidengewächse (*Salicaceae*). Pappeln sind sommergrüne bis zu 30 Meter hohe, tief wurzelnde Bäume oder Sträucher, die vielfach an Gewässern, gern auch auf kargen, sandigen Böden wachsen. Auf Grund der Bildung von Wurzeläusläufern und der großen Menge an

flugfähigen Samen besiedelt die Pappel in kurzer Zeit Brachflächen. Gleichzeitig wächst sie verhältnismäßig schnell, was sie zu einer guten Pionierpflanze macht. Die Gattung *Populus*, umfasst eine Vielzahl von Arten, die häufig hybridisieren und unter den deutschen Namen Pappeln oder Aspen geführt werden. Pappeln sind ausdauernde holzige Pflanzen. Die Graupappel *Populus canescens* (Aiton) ist eine Kreuzung aus *Populus tremula* L. und *Populus alba* L..

Pappeln werden aufgrund ihres relativ kleinen Genoms und vorhandener Transformationssysteme gerne als Modellpflanzen für molekularbiologische Projekte bei Gehölzen verwendet (Tuskan et al. 2004). Die in Freisetzungsversuchen verwendeten Hybridaspens sind diözisch und gehen auf Hybridaspensklone zurück, die entweder nur männliche Blüten bilden (T89 – Antrag 6786-01-116, Hybridaspens, *Populus tremula* L. x *Populus tremuloides* Michx) oder weiblich sind, weswegen in diesem Fall nicht von einer Pollenbildung ausgegangen werden muss (INRA 7171-B4 – Antrag 6786-01-145). Pollen von *Populus*-Arten werden durch den Wind verbreitet. Auskreuzungen müssen daher berücksichtigt werden, wenn Pflanzen zur Blüte gelangen. Im Allgemeinen erreichen die Hybridaspens die generative Phase nach etwa 7 bis 15 Jahren. Von Pappeln ist die Bildung adventiver Sprosse an den Wurzeln der Pflanze bekannt (OECD 2001).

Weizen

Weizen (*Triticum aestivum* L.) ist die bedeutendste Kulturpflanze der gemäßigten Breiten. Die ältesten Spuren des Weizenanbaus finden sich aus dem 7. vorchristlichen Jahrtausend in Nahen Osten. Mit seiner Ausbreitung nach Europa, Nordafrika und Asien gewann der Weizen eine grundlegende Bedeutung für viele Kulturen. Einkorn (*T. monococcum*) ist die ursprünglichste Form des kultivierten Weizens; Man findet auch heute noch Wildformen des Einkorns. Der in unseren Breiten überwiegend angebaute Weizen (*Triticum aestivum*, Brotweizen) ist hexaploid. Als weitere Formen werden mit regionalen Schwerpunkten noch Hartweizen (*Triticum durum*, tetraploid) und gelegentlich Spelzweizen, (*Triticum spelta*, Dinkel, Grünkern, hexaploid, z. B. für Graupen, Grieß) angebaut. Andere Weizenformen, wie Rauhweizen (*Triticum turgidum*, tetraploid), Emmer (*Triticum dicoccum*, tetraploid) oder Einkorn (*Triticum monococcum*, diploid) sind vereinzelt auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu finden.

Weizen ist ein sommer- oder winterannuelles, meist unbegranntes Ährengras. Die endständige aufrechte Ährenspindel des Weizens ist zweizeilig alternierend mit Ährchen besetzt, in denen 2-5 zwittrige Einzelblüten sitzen. Man findet durchschnittlich 80 Blüten je Ähre. Weizen blüht von Ende Mai bis Anfang Juni. Die Phase der Blütenöffnung ist mit meist sehr kurz. Durch die zeitlich versetzte Abfolge des Blühbeginns der einzelnen Blüten eines Ährchens, der gesamten Ähre und der verschiedenen Ähren einer Pflanze am Haupt- und den diversen Nebentrieben kann die Blühzeit aller Blüten einer Weizenpflanze über eine Woche betragen, in der Regel tritt Selbstbestäubung noch vor der Blütenöffnung ein, doch ist in gewissem Umfang, beeinflusst vom Genotyp und den klimatischen Bedingungen zur Blütezeit, Fremdbefruchtung möglich. Die Fremdbestäubungsrate wird mit 1 bis 2 % angegeben allerdings wird für günstige Klimabedingungen – trocken und warm – auch von Raten von 3,7 bis 9,7 % berichtet (OECD 1999). Weizenpollen wird vom Wind verbracht, doch wird die Möglichkeit der Verbreitung durch das hohe Gewicht der Pollenkörner und die Möglichkeit der Fremdbestäubung durch die geringe Pollenproduktion eingeschränkt. Weizenpollen ist nur über eine kurze Zeit zwischen wenigen Minuten und 3 Stunden befruchtungsfähig (Waines & Hegde 2003, Eastham & Sweet 2002, OECD 1999, Neuroth 1997).

Hexaploide Weizenformen und -arten sind fertil miteinander kreuzbar. Dagegen ist die Fertilität der F1 aus Kreuzungen zwischen hexa- und tetraploiden Arten häufig stark eingeschränkt. Nachkommen aus Kreuzungen von hexa- und diploiden Arten sind in der Regel steril. Von den als mögliche Hybridisierungspartner für Gattungsbastarde von *T. aestivum* im OECD-Konsensus-Dokument (OECD 1999) genannten Pflanzenarten kommen in Deutschland Arten von *Agropyron*, *Elymus*, *Hordeum*, *Leymus*, *Setaria* und *Sorghum* sowie *Secale cereale* (Roggen) vor (Haeupler und Muer 2000).

Sojabohne

Die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) gehört zur Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*), innerhalb der Familie zum Tribus der Bohnenartigen (*Phaseoleae*). Sie ist eine einjährige krautige Pflanze, ursprünglich subtropischer Herkunft mit entsprechenden klimatischen Anforderungen. Die Sojabohne stammt aus Ostasien und ist vermutlich von *Glycine soja* (L.) Sieb. et Zucc. abgeleitet, die in Asien auch heute noch wild vorkommt. Fertile Hybride können mit verschiedenen Arten der Gattung

Glycine, hergestellt werden. In Europa und Nordamerika sind keine Wildarten der Gattung *Glycine* bekannt (OECD 2000).

Die Sojabohne wurde schon vor 5000 Jahren in China angebaut und im 17. und 18. Jahrhundert nach Europa und in anderen Kontinente verbreitet. Sojabohnen sind nicht winterhart und weisen keine sekundäre Keimruhe der Samen auf. Sie sind weitestgehend selbstbestäubend, da die Pollen schon vor Blütenöffnung ausgeschüttet werden; Eine Fremdbestäubung ist nur in geringem Umfang möglich (Neuroth 1997).

Apfel

Apfelbäume – *Malus domestica* Borkh. erreichen die Blühreife nach drei bis 10 Jahren, je nach Sorte und Wurzelbildner (Sämling oder Unterlage). Es sind Fremdbefruchter (weitestgehend selbstinkompatibel) mit wenig, relativ großem und schwerem Pollen. Die Pollenverbreitung über Wind spielt daher eine untergeordnete Rolle. Vorwiegend wird über Insekten, Bienen, Hummeln und Eulenfalter, bestäubt. Sortenreine Vermehrung ist wegen der Selbstinkompatibilität nicht über Samen möglich. Daher wird meist auf vegetative Vermehrung durch Veredelung auf Unterlagen zurückgegriffen, die vegetativ oder als F1-Hybride aus Apfelsorten gezielt generativ erzeugt wurden.

Malus-Arten sind in unterschiedlichem Maß untereinander kreuzungskompatibel. Kulturäpfel können mit Wild- und Kulturarten hybridisieren. Durch Einkreuzung von Kulturapfelsorten ist der Bestand von *M. sylvestris*, einer heimischen Wildapfelart, in Deutschland gefährdet (*M. sylvestris* steht in Sachsen auf der *Roten Liste*). Wildapfelarten finden in Kulturapfelbeständen als Befruchter, in der Züchtung als Quelle besonderer Eigenschaften Anwendung.

Intergenerische Kreuzungen sind für den Apfel grundsätzlich möglich. Apfelbäume können vegetativ oder generativ vermehrt werden. Aus Apfelsamen, die von fruchtfressenden Tieren oder vom Menschen verbracht werden, können in naturnahen Habitaten unter geeigneten Bedingungen Apfelbäume aufwachsen und sich etablieren. Die vegetative Vermehrung erfolgt in Kultur über Abrisse und Ableger zur Vermehrung von Unterlagen sowie über Edelreiser (Sorten). Apfelbäume können sich darüber hinaus über Wurzelsprosse im Umfeld um eine Mutterpflanze herum vegetativ vermehren. In Apfelplantagen und Obstgärten ist die Möglichkeit der ungesteuerten Überdauerung und Etablierung wegen der die üblichen Pflegemaßnahmen (Bodenbe-

arbeitung, Mulchen) ohne Bedeutung, in naturnahen Habitaten kann sie jedoch durchaus beobachtet werden.

Über die Überdauerungsfähigkeit von Apfelsamen unter Feldbedingungen liegen keine Informationen vor. Unter Laborbedingungen können Apfelsamen über 2 Jahre gelagert werden.

Neue gentechnische Veränderungen bei Freisetzungsversuchen

Erbse: - Enzymproduktion (Antrag 6786-01-114): α -Amylase (AmLi aus *Bacillus licheniformis*).

Pappel: - Schwermetall-Sanierung (Antrag 6786-01-133 / -145): γ -Glutamylcystein-Synthase (gshI-Gen für γ -ECS aus *E. coli*).

Weizen: - Pilzresistenz (Antrag 6786-01-143 / -151 / -152): Pilzresistenz-Gen (tri101 aus *Fusarium sporotrichioides*) und Phosphomannose-Isomerase (pmi aus *E. coli*)

Weinrebe: - Pilzresistenz (Antrag 6786-01-100): Chitinase-Gen (chi26 aus *Hordeum vulgare*).

Kartoffel: - Entwicklungsveränderung, Aminosäure-Stoffwechsel-Veränderung, induzierte Genexpression und Markierungs-Gene in Kartoffeln

Bei Freisetzungsversuchen mit Kartoffeln ist die Diversität der verwendeten Gene deutlich höher, als dies bei anderen Kulturpflanzen der Fall ist. Der Großteil der Gene, die in transformierte Kartoffelpflanzen eingebracht wurden, ist bereits in der ersten Studie beschrieben. Neben den verschiedenen Markierungs-Genen (*hph*, *nptII*, *gus*) wurden auch verschiedene Gene integriert, die Veränderungen des Stoffwechsels, insbesondere der Kohlenhydrat-Synthese bedingen. In den Versuchen mit transgenen Kartoffeln des zweiten Erhebungszeitraumes sind noch weitere Gene verwendet worden, die vorher nicht Gegenstand eines Freisetzungsantrages waren. Verschiedene noch nicht beschriebene Stoffwechsel-Enzyme bzw. Markierungs-Gene wurden in verschiedenen Transformanten exprimiert. Zu diesem Themenkomplex wurden mehrere Anträge auf Freisetzung transgener Pflanzen gestellt:

6786-01-98 / -110: Polyphosphatkinase (PPK aus *E. coli*), Citrat-Synthase (mCS aus *S. cerevisiae*), Stärkephosphorylase (Pho2 aus Kartoffel), ATPase aus Kartoffel und

S. cerevisiae, Saccharose-Synthase (SuSy aus Kartoffel) sowie Saccharosetransporter (SoSUT aus Spinat) – Ziel: Speicherstoffwechselveränderung.

6786-01-102 / -117 (nur SSIII, R1, BE) / -118 (auch SSII) / -125 / -134 (SSI + III) / -142 (nur R1 und BE1) / -149 (nur R1 und BE1): Stärke-Synthase I + III (SSI + SSIII aus Kartoffel), Dehydrofolatreduktase-Gen (dhfr - mutiert = met-Gen aus der Maus als Markergen) ADP-Glukose-Pyrophosphorylase B (aus Kartoffel), Gene des Stärkekorn gebundenen Enzyms (R1) und des Verzweigungsenzyms (BE – beide aus Kartoffel)) - Ziel: Speicherstoffwechselveränderung.

6786-01-103: Adenylatkinase (AdK aus Kartoffel), Phosphattransporter (StPT2 aus Kartoffel), Pektatlyase (aus *Lilium longiflorum*) Serinacetyltransferase (aus *E.coli*) - Ziel: Verschiedene Stoffwechselveränderungen.

6786-01-104: Aminosäure-Permeasen 1 + 2 (StAAP1 +Staadp2 aus Kartoffel) - Ziel: Veränderung des Kohlenhydrat- und Aminosäurestoffwechsels. 6786-01-106: PhytochromB (phyB aus *Arabidopsis thaliana*) – Ziel: Ertragssteigerung.

6786-01-119 / -134: Verzweigungsenzym (BE aus *Neisseria denitrificans*) - Ziel: Veränderung der Stärkebiosynthese.

6786-01-121: Green fluorescent Protein (GFP aus *Aequorea victoria*), mutierte RNA-Polymerase (NIb aus Potato Virus Y) – Ziel: Virusresistenz.

6786-01-122 /-136: Saccharose-Saccharose-1-Fructosyltransferase (SST aus *Cynara scolymus*) Fructan-Fructan-1-Fructosyltransferase (FFT aus *Cynara scolymus*) – Ziel: Veränderung des Kohlenhydratstoffwechsels.

6786-01-124: Threoninsynthase (TS aus Kartoffel), Phosphoglukomutase I und II (PGM I +II aus Kartoffel) - Ziel: Veränderung des Kohlenhydratstoffwechsels

6786-01-128: 2-Desoxyglucose-6-Phosphat-Phosphatase (DOGR1 aus *Saccharomyces cerevisiae*) - Ziel: Markierung/Selektion

6786-01-130: alcR-Transaktivator-Gen (Ethanol-induzierbares Gen aus *Aspergillus nidulans*) - Ziel: Induzierbare Genexpression.

6786-01-135: Zeaxanthineepoxidasegen (zep aus Kartoffel) - Ziel: Veränderte Inhaltsstoffe.

6786-01-138: Saccharoseisomerase (pal I aus *Erwinia rapontici*) - Ziel: Veränderung des Kohlenhydratstoffwechsels.

6786-01-146: Gen für ein Spinnenseidenprotein (SO I aus *Nephila claviceps*) und ein synthetisches Elastin-Gen (100xELP aus *Homo sapiens*) - Ziel: Proteinproduktion.

6786-01-150: Leghämoglobinen (aus *Lotus japonicus*) – Ziel: Stoffwechselveränderung.

3.1.2 Zeitrahmen und Umfang der Freisetzungsversuche

In der Genehmigungspraxis des ersten Erhebungszeitraumes war es möglich, in einem Antrag die Freisetzung mehrerer Kulturarten aufzunehmen. Die in dieser Weise gestellten Anträge bezogen sich alle auf das Merkmal Herbizid-Toleranz. Die Anträge umfassten entweder Raps und Mais oder Raps, Mais und Zuckerrübe (Anträge RKI-Nr. 6786-01-8, -16 bis -19, -21 bis -25, -33). Die letzte Genehmigung für einen derartigen Kombinationsantrag wurde am 30.05.1995 erteilt.

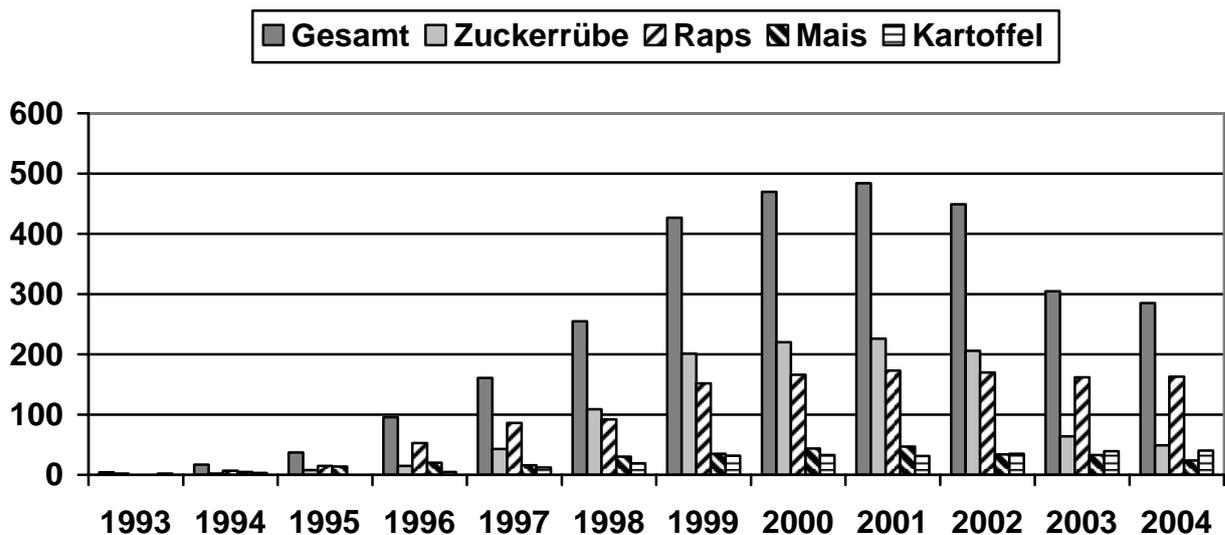


Abb. 3: Anzahl genehmigter Standorte für Freisetzungsversuche in Deutschland nach Kulturarten (Verschiedene Versuche an einen Standort sind separat gezählt, Quelle www.bba.de Bio-Search-BBA-Database, Stand 7/2004)

Oftmals wird die Freisetzung mehrerer Transformanten in einem Vorhaben gemeinsam beantragt. In frühen Phasen der Entwicklung transgener Pflanzen können so die Nachkommen verschiedener Transformationen in einem Versuch verglichen werden. In späteren Phasen der Entwicklung werden nahezu marktreife Sorten teilweise an vielen nachgemeldeten Standorten u.U. für Sortenprüfungen des Bundessortenamtes

freigesetzt. Diese Praxis hat sich auch in den verschiedenen Erhebungszeiträumen nicht geändert.

Die meisten Anträge auf Freisetzung von GVO wurden 1999 genehmigt. Ab dem Jahr 2000 ging die Anzahl der Anträge um ca. die Hälfte zurück (siehe Abbildung 2). Die Anzahl der Freisetzungsorte liegt um ein mehrfaches höher als die Anzahl der genehmigten Anträge, da ein Antrag, insbesondere im Vereinfachten Verfahren, mehrere Freisetzungsorte einschließen kann (Abb. 3).

Insgesamt wurden in Deutschland 33 Anträge auf Freisetzung nach so genanntem „Vereinfachten Verfahren“ genehmigt⁷. Bei diesem Verfahren wird ein Basisantrag mit einem Standort genehmigt und es besteht dazu die Möglichkeit, weitere Standorte nachzumelden (siehe Tabelle 6). In Einzelfällen wurden in dieser Weise über 50 Standorte zu einem Freisetzungsantrag angemeldet. Von den Genehmigungen im vereinfachten Verfahren wurden 19 im ersten Erhebungszeitraum ausgesprochen, weitere 13 danach. Die erste Genehmigung einer Freisetzung nach vereinfachtem Verfahren erfolgte im Jahr 1996.

Tab. 5: Anzahl von Freisetzungen mit Genehmigungslaufzeiten von mehr als 5 Jahren (Laufzeiten in Jahren in Klammern)

Genehmigungsjahr	Mais	Raps	Zuckerrübe	Kartoffel	Wein
1996	1 (9 J.)	4 (6; 8; 10 J.)	/	2 (6 J.)	/
1997	1 (7 J.)	/	2 (10 J.)	1 (8 J.)	/
1998	/	1 (9 J.)	2 (7 J.)	3 (6; 8; 9 J.)	/
1999	/	3 (9; 10 J.)	/	5 (8; 9 J.)	1 (10 J.)
2003	/	/	/	2 (9 J.)	/
Gesamt	2	8	4	13	1

Die Laufzeit der Freisetzungsvorhaben hat sich in den Erhebungszeiträumen vor und nach 1998 nicht wesentlich geändert. Genehmigungen zur Freisetzung wurden bis zu einer Laufzeit von maximal 10 Jahren ausgesprochen. Die ersten Anträge mit Laufzeiten von 6 oder mehr Jahren stammen aus dem Jahr 1996, die letzte genehmigte Freisetzung mit einer Laufzeit von 10 Jahren wurde im Jahr 2003 erteilt. Die Laufzeit der Freisetzungsvorhaben ist nicht an spezielle Kulturarten gebunden. Langfristige

⁷ gemäß Entscheidung **94/730/EG** der Kommission vom 4. November 1994 zur Festlegung von **vereinfachten Verfahren** für die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Pflanzen nach Artikel 6 Absatz 5 der Richtlinie 90/220/EWG des Rates (ABl. Nr. L 292 vom 12. 11. 1994, S. 31).

Genehmigungen bestehen sowohl für die Freisetzung von ausdauernden Pflanzen wie Wein als auch für einjährige wie Raps oder Mais.

Tab. 6: Basisanträge nach "vereinfachtem Verfahren" und Anzahl an Standorten bei Freisetzungsvorhaben im ersten und im zweiten Erhebungszeitraum

Antragsnummer	Anzahl Standorte (bis 1998)	Antragsnummer	Anzahl Standorte (ab1999)
42	13	93	3
43	18	94	30
44	6	101	55
52	19 / ab 1999: + 1	107	4
53	17	108	1
58	4 / ab 1999: + 1	109	3
61	8 / ab 1999: + 2	111	3
63	47 / ab 1999: + 48	112	1
65	3 / ab 1999: + 1	115	22
70	22	123	1
72	17 / ab 1999: + 41	132	5
73	14 / ab 1999: + 15	142	8
75	5	149	8
76	1 / ab 1999: + 1		
77	14 / ab 1999: + 5		
84	1 / ab 1999: + 2		
85	1		
86	1 / ab 1999: + 14		
90	9 / ab 1999: + 49		
Gesamt (19)	222 / ab 1999: + 180 (Gesamt: 402)	Gesamt (13)	144

3.2 Veränderung der geforderten Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzungsvorhaben in Deutschland

Im Vergleich zum ersten Erhebungszeitraum haben sich keine generellen Veränderungen der Genehmigungspraxis von Freisetzungsvorhaben mit gentechnisch veränderten Pflanzen und der daraus abgeleiteten Sicherheitsmaßnahmen ergeben.

Da die Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG trotz der seit Oktober des Jahres 2002 abgelaufenen Umsetzungsfrist noch nicht erfolgt ist, wurden die mit der

neuen Richtlinie gültigen Bestimmungen noch nicht in die deutsche Gesetzgebung übertragen. Mit dieser Umsetzung in Form einer Novellierung des GenTG werden sich neue Regeln für ein dann vorgeschriebenes Monitoring oder auch für die Nutzung von Markergenen in transgene Pflanzen ergeben. Hinsichtlich der Verwendung von Markergenen wurden jedoch bereits Anmerkungen neu in alle betreffenden Genehmigungsbescheide aufgenommen. Alle Freisetzungsversuche mit Transformanten, die mit Derivaten des Vektors pBin19 transformiert wurden, haben in aktuelleren Bescheiden den Zusatz, dass einem Inverkehrbringen dieser Pflanzen nicht zugestimmt werden wird. Pflanzen, die mit pBin19 Derivaten transformiert wurden, könnten durch Überlesen der „right border“ bei der Integration der Transfer-DNA beim Agrobakterien vermittelten Gentransfer auch das *nptIII* Gen enthalten. Da dieses Enzym auch eine Resistenz gegen das in der Humanmedizin eingesetzte Antibiotikum Amikacin verleiht, wird ein Inverkehrbringen nicht befürwortet werden. Amikacin ist ein in der Humantherapie wichtiges Reserveantibiotikum.

Die aktuelle Handhabung entspricht der Stellungnahme der EFSA⁸ zum Gebrauch von Antibiotika-Resistenzgenen bei der Pflanzentransformation. Hiernach werden die genutzten Antibiotika-Resistenzgenen in drei Gruppen eingeteilt, die für die Verwendung bei der Pflanzentransformation

- geeignet sind,
- nur für die Verwendung bei Freisetzungsversuchen, nicht für das Inverkehrbringen geeignet sind, oder
- nicht geeignet sind.

Zur Gruppe 3 der nicht geeigneten Gene gehören *nptIII* und *tetA*. Die Gruppe 2 der bedingt geeigneten besteht aus *CmR*, *ampR* und *aadA*. Für *nptII* und *hph* wurde die Klassifizierung in Gruppe 1 – geeignet – festgelegt.

Gemäß Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG sollen diese Regelungen für die Freisetzung von GVO ab 2008 und für ein Inverkehrbringen ab 2004 Anwendung finden.

⁸Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on the use of antibiotic resistance genes as marker genes in genetically modified plants. (Question N° EFSA-Q-2003-109)
http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_opinions/384_en.html

3.2.1 Kulturart-unabhängige Sicherheitsmaßnahmen

Aufzeichnungs- und Berichtspflicht

Die Anforderungen an die Betreiber von Freisetzungsversuchen hinsichtlich der Dokumentation und der Berichterstattung zum Versuchsverlauf haben sich im Vergleich zwischen den beiden Erhebungszeiträumen nicht wesentlich verändert. Durch die Genehmigungsbehörde wurden den Betreibern Vorgaben zu den geforderten Berichtsinhalten (Anhang I) gemacht. Dadurch konnte eine bessere Auswertbarkeit und Vergleichbarkeit der Angaben gewährleistet werden.

Es wurden einheitlich bei allen Freisetzungen gefordert:

- Zwischenberichte nach Ende einer jeden Vegetationsperiode des genehmigten Versuchszeitraumes
- Abschlußberichte zum Ende des Genehmigungszeitraumes
- Nachkontrollberichte mit den Ergebnissen jedes Nachkontrolljahres

Zu den Berichten wurden im Genehmigungsbescheid jeweils genaue Abgabetermine festgelegt. Auch der Termin, zu dem die Nachkontrolle beginnt, muss der Behörde vom Betreiber angezeigt werden.

Die Nebenbestimmungen aller Genehmigungsbescheide schreiben genau Ankündigungen zu allen Arbeiten durch den Betreiber bei der Überwachungsbehörde vor. Hier sind nicht nur die beabsichtigten Arbeiten, sondern auch die im Bescheid genehmigten aber nicht durchgeführten Versuchsteile betroffen. Auch das Unterlassen einer genehmigten Auspflanzung an einem bestimmten Standort soll angezeigt werden. Anzeigepflichtig sind laut Genehmigungsbescheid auch alle Lagerungen von gentechnisch veränderten Materialien außerhalb der Freisetzungsflächen oder außerhalb genehmigter gentechnischer Anlagen. Die Meldungen erfolgen an die Überwachungsbehörden und über die Berichterstattung später auch an die Genehmigungsbehörden.

Beschilderung

Die Aufstellung von Schildern als Sicherheitsmaßnahme hat sich in den Untersuchungszeiträumen der ersten und der zweiten Erhebung unterschiedlich entwickelt.

Mais

Beim Mais wurden in beiden Erhebungszeiträumen keine Schilder, die auf die Versuche mit gentechnisch veränderten Organismen hinweisen, gefordert.

Raps

Bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch verändertem Raps wurde im ersten Erhebungszeitraum in wenigen Fällen eine Beschilderung der Versuchsflächen mit gentechnisch verändertem Raps vorgeschrieben. In der Zeit ab 1999 wurden keine Schilder mehr zu Auflage gemacht.

Zuckerrübe

Wie beim Raps, hat sich auch bei Zuckerrüben ein Verzicht auf die Pflicht zur Kennzeichnung der Versuchsflächen ergeben. Schon in der Zeit vor 1999 wurde nur in zwei Fällen die Aufstellung von Hinweisschildern an den Freisetzungsfeldern gefordert. Bei den 6 nach 1998 genehmigten Versuchen entfiel die Pflicht gänzlich.

Kartoffel

In beiden Erhebungszeiträumen wurde hinsichtlich der Forderung nach einer Beschilderung der Versuchsflächen mit gentechnisch veränderten Kartoffeln gleich verfahren. Prinzipiell wird eine Beschilderung gefordert, jedoch kann unter bestimmten Umständen darauf verzichtet werden. Die Bedingung für einen Verzicht auf die Beschilderung ist, dass das Versuchsareal nicht öffentlich zugänglich ist. Bei Forschungsanstalten mit eingezäunten Versuchsfeldanlagen ist dies meist der Fall, so dass hier auch auf eine Beschilderung verzichtet werden konnte.

3.2.2 Kulturarten-abhängige Sicherheitsmaßnahmen

Zaun und Netze

Im Vergleich der beiden Erhebungszeiträume ist keine Veränderung der Genehmigungspraxis zu erkennen.

Die Einzäunung ist eine Sicherheitsmaßnahme, die im Wesentlichen nur bei Freisetzungsversuchen mit **Kartoffeln** und Weizen gefordert wird. Bei Kartoffeln ist der Grund, dass Knollen von Passanten für den Eigengebrauch geerntet werden können. Mit der Einzäunung soll dies verhindert werden. Bei Kartoffeln ist die Pflicht zur Einzäunung, ebenso wie die Auflage zur Beschilderung an die Zugänglichkeit der Ver-

suchsfläche gebunden. Freisetzungen, die auf den Institutsgeländen von Forschungseinrichtungen durchgeführt wurden, sind nicht mit der Auflage zur gesonderten Einzäunung versehen.

Bei **Mais**, **Zuckerrübe** und **Raps** wurden weder vor noch nach 1998 Zäune zur Eingrenzung der Versuchsfläche gefordert.

Bei allen drei seit 2003 genehmigten Freisetzungsversuchen mit Weizen wurde als Auflage ein Zaun gefordert, um eine Verschleppung von Samen durch Kleinsäuger zu verhindern. In einem der drei Anträge wurde zum Schutz durch Verschleppung durch Vögel zusätzlich die Aufstellung von Vogelnetzen verlangt.

Bei einigen Versuchen (1 x Zuckerrübe, 10 x Raps, 4 x Mais, 11 x Kartoffel) wurde die Errichtung von Zäunen durch den Betreiber angekündigt. Die Sicherheitsmaßnahme wurde in den Genehmigungsbescheiden daher nicht nochmals gefordert. Diese Zäune sollten davor schützen, dass Tiere an den Pflanzen fressen und so den Versuch stören.

Reinigung landwirtschaftlicher Maschinen

Die Auflage zur Reinigung der bei Aussaat und Ernte eingesetzten Maschinen kann allgemein als grundlegende Forderung an den Betreiber gewertet werden, die sich aus der Sorgfaltspflicht beim Umgang mit GVO ergibt. Eine unkontrollierte Verbringung von GVO von der Freisetzungsfläche müsste als illegales Inverkehrbringen gewertet werden und ist im Sinne des Gentechnikrechtes verboten.

Die spezielle Auflage zur gründlichen Reinigung der landwirtschaftlich genutzten Maschinen in den Genehmigungsbescheiden wird bei Pflanzen aufgenommen, bei denen die Gefahr einer unbeabsichtigten Verschleppung besonders groß erscheint. Wird die Kulturart mittels Samen ausgebracht, werden Reste leichter übersehen, als wenn die Freisetzung mit z.B. gut sichtbaren Knollen erfolgt.

Gefordert wurde die Auflage zur gründlichen Reinigung ausdrücklich in den Genehmigungsbescheiden zur Freisetzung von gentechnisch verändertem Raps, Mais, Weizen, Soja oder Zuckerrüben. Bei Kartoffeln ist in der Regel ein Hinweis auf das Entleeren der Maschinen und die Entsorgung der vermehrungsfähigen Knollen zu finden.

Transport und Lagerung

In direktem Zusammenhang mit der Auflage zur Reinigung der benutzten Geräte steht auch die Anforderung, den Verlust von Saatgut beim Transport zu vermeiden. Ebenso wie bei den Reinigungsaufgaben stehen auch hier die Pflanzenarten mit kleinen Samen im Vordergrund. Gerade bei Raps ist bekannt, dass es nicht nur hohe Druschverluste bei der Ernte gibt, sondern dass auch beim Transport in offenen Behältern oftmals Samen von den Transportfahrzeugen fallen. Nach Gentechnikrecht würde auch der Verlust von Samen eine Verletzung der gebotenen Sorgfaltspflicht durch den Projektleiter und ein strafbares ungenehmigtes Inverkehrbringen darstellen.

In allen Nebenbestimmungen werden Angaben zum Transport der GVO, sowohl als Saat- wie auch als Erntegut gemacht. Dieser Transport muss generell in geschlossenen und gekennzeichneten Behältnissen erfolgen. Zusätzlich muss eine Kennzeichnung angebracht sein, die auf das Vorhandensein der GVO hinweist. Im zweiten Erhebungszeitraum ist in den Bescheiden durchgängig Wert darauf gelegt worden, dass aus der Kennzeichnung die Identität der GVO hervorgeht, um Verwechslungen vermeiden zu können.

Die Lagerung des Erntegutes von gentechnisch verändertem Pflanzen- oder Samenmaterial außerhalb gentechnischer Anlagen wird in allen Bescheiden zugelassen, jedoch mit besonderen Auflagen versehen. Wenn Erntegut außerhalb der Fläche und außerhalb gentechnischer Anlagen gelagert wird, so ist die Überwachungsbehörde rechtzeitig über die beabsichtigte Lagerung und den Ort zu informieren.

Das Erntegut selber ist ebenfalls in allen Anträgen Gegenstand spezieller Ausführungen zur Handhabung. Neben dem Transport des zu Analysezwecken verwendeten Materials in gentechnische Anlagen, gibt es auch die Möglichkeit zur Entsorgung auf der Anbaufläche (siehe auch unter „Behandlung der Fläche nach der Ernte“). Hierbei wird Wert darauf gelegt, dass es zu einer Inaktivierung des Erntegutes kommt. Dies kann je nach Kulturart und Beschaffenheit des Erntematerials sehr unterschiedlich gehandhabt werden. Meist gibt es Alternativen, die als Sicherheitsmaßnahmen vom Betreiber vorgeschlagen werden. Auch die Genehmigungsbescheide lassen einen fall-spezifischen Spielraum zu. Alternative Maßnahmen zur Inaktivierung können beispielsweise sein: Verbrennen, Autoklavieren, Dämpfen oder Mahlen oder auch Kompostierung von nicht-vermehrungsfähigem Material. Generelle Veränderungen zwi-

schen der Praxis im ersten und im zweiten Erhebungszeitraum lassen sich hier nicht feststellen.

Verhinderung der Blütenbildung

Ob die Blütenbildung verhindert werden kann, ist von der Kulturart und dem Versuchszweck abhängig. Falls ein Blühen der Versuchspflanzen vermieden werden kann, stellt dies die effektivste Maßnahme zur Vermeidung der unkontrollierten Verbreitung von Pollen und der dort enthaltenen Transgene dar.

Mais

Zur Verhinderung der Blütenbildung besteht bei Mais die Möglichkeit, die Pflanzen zu „entfahnen“, d.h. die endständigen männlichen Blütenstände der Pflanzen zu entfernen. Diese Maßnahme wurde jedoch bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch verändertem Mais bisher nicht gefordert.

Lediglich in einem Bescheid des ersten Erhebungszeitraumes wurde die Entfahnung als Option eingeräumt, um auf weitere Isolationsmaßnahmen zu verzichten. Eine solche Maßnahme kann jedoch nur in Ausnahmefällen mit dem Versuchszweck vereinbar sein und wurde daher nicht als übliche Sicherheitsmaßnahme gefordert.

Raps

Bei Versuchen mit Raps stellt die Verhinderung der Blütenbildung keine Sicherheitsmaßnahme dar, die von Betreibern vorgeschlagen oder von der Genehmigungsbehörde gefordert wurde. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass für den Versuchszweck meist Samenmaterial produziert werden musste.

Zuckerrübe

Da Zuckerrüben zweijährige Pflanzen sind, erreichen sie in der ersten Vegetationsperiode ihrer Entwicklung im Regelfall nicht die regenerative Phase. Das Merkmal der Zweijährigkeit ist im Formenkreis der Gattung *Beta* jedoch nicht überall vorhanden und so gibt es zahlreiche kreuzbare Wildformen der Zuckerrübe (*Beta vulgaris maritima* Arcang., teils als Hybrid mit der Kulturrübe *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), die einen einjährigen Generationszyklus aufweisen. Diese Variabilität im Generationszyklus lässt sich auch bei kultivierten Zuckerrüben erkennen, weswegen es auf Zuckerrübenfeldern immer zu einem Auftreten von Schlossern, blühenden Zuckerrübenpflanzen, kommt.

Die Auflage zur Entfernung der Schosser in umliegenden Zuckerrübenfeldern ist immer abhängig vom Versuchszweck festgelegt worden. Falls Saatgut mit vernalisierten (durch Kälteinduktion zur Blüte angeregten) transgenen Zuckerrüben produziert werden sollte, wurde diese Auflage immer gefordert. Ebenso bestand die Pflicht zur Schosserentfernung, wenn die Blütenbildung bei speziellen Fragestellungen in Versuchen zur Überwinterungsfähigkeit von transgenen Zuckerrüben erlaubt war (Antrag 6786-01-67), da auch hier mit der Verbreitung von Zuckerrübenpollen gerechnet werden musste.

Bei allen Versuchen, in denen nur die vegetative Entwicklung der Zuckerrüben untersucht wurde, mussten Schosser nur im Versuchsfeld entfernt werden; In den umliegenden Zuckerrübenfeldern entfiel diese Auflage. Unterschiede in der Handhabungspraxis gab es bezüglich der Forderung nach der Verhinderung der Blütenbildung in den Zeiträumen vor und nach 1999 nicht.

Kartoffel

Bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch veränderten Kartoffeln wurde die Blütenbildung in allen Fällen gestattet. In der Regel wird die Samenreife dadurch verhindert, dass vor dem Abreifen die grünen Pflanzenteile durch eine Herbizidbehandlung zum Absterben gebracht werden.

Die Kartoffel hat in Deutschland keine wild wachsenden Hybridisierungspartner, weswegen der Verhinderung der Blütenbildung keine besondere Bedeutung als Sicherheitsmaßnahme zukommt.

Isolationsabstand (IA) und Mantelsaat (MS)

Die Festlegung der Isolationsabstände ist in beiden Erhebungszeiträumen Schwankungen unterlegen, die ihre Ursachen zum einen in der Unterschiedlichkeit der spezifischen Eigenschaften der freigesetzten Pflanzenarten haben und andererseits von der Praxis der Festlegung der Sicherheitsmaßnahmen abhängen. Bei der Festlegung der Abstände werden in der Genehmigungspraxis die Vorschläge des Betreibers nicht reduziert und gelten, wie alle im Antrag beschriebenen Versuchsbedingungen, als Nebenbedingung für die Freisetzung.

Die Isolationsabstände können in Abhängigkeit von einer Mantelsaat, unterschiedlich weit sein. In manchen Fällen wurden dem Antragsteller unterschiedliche Kombinati-

nen von Mantelsaatbreiten und Isolationsabständen als Alternativen zur Wahl gestellt.

Die Erfahrungen, die im Rahmen von bereits durchgeführten Freisetzungen des gleichen GVO gesammelt werden konnten, sind ein Aspekt, der - aufgrund der fallspezifischen Entscheidungen zu jedem Antrag - bei der Festlegung der Abstände berücksichtigt wird. Bestehen bereits umfangreiche Erfahrungen werden die geforderten Abstände reduziert. Unabhängig von den in der Genehmigung geforderten Abständen liegt es im Ermessen des Antragstellers, auch größere Abstände im Antrag anzubieten und einzuhalten, als zum jeweiligen Genehmigungszeitpunkt üblich. Hierdurch kann ein uneinheitliches Bild bezüglich der Abstandsregelungen entstehen.

Bei Freisetzungsversuchen, die zum Zwecke der Wertprüfung im Rahmen des Sortenzulassungsverfahrens durchgeführt wurden (teilweise bei Versuchen im vereinfachten Verfahren zu z.B. Raps: 6786-01-43, -61, -70, -90 -101, Mais: 6786-01-42, -85, -77, -115 oder Zuckerrübe 6786-01-44, -63, -72, -73 -94) sind teils Alternativregelungen hinsichtlich des zu wählenden Isolationsabstandes eingeführt worden. Bei Mais konnte der Isolationsabstand für andere GVO-Mais-Sorten in der Wertprüfung auf dem gleichen Versuchsgelände unterschritten werden, da sichergestellt wurde, dass das gesamte Erntegut nicht in Verkehr gelangt. Ebenso war der Anbau von Nicht-GVO-Sorten im Rahmen der Wertprüfung innerhalb des Isolationsabstandes zulässig, wenn diese nicht als Lebens- oder Futtermittel verwendet werden sollten. Die Nachkontrolle musste in diesem Fall auch auf die Flächen im Isolationsabstand ausgedehnt werden, auf denen Mais angebaut wurde.

Mais

Wie Abbildung 4 zeigt, wurden die Isolationsabstände bei Freisetzungsversuchen im ersten Erhebungszeitraum kontinuierlich reduziert. Im Jahr 2003 wurde nur ein Freisetzungsantrag (6786-01-148) zu herbizidresistentem Mais genehmigt. Der gleiche GVO wurde schon im Jahr 2000 in Freilandversuchen getestet (6786-01-115). Bei diesem Genehmigungsbescheid wurde der geforderte Isolationsabstand entgegen der früheren Genehmigungspraxis von 16 +10m MS im Jahr 2000 auf 200 + 3m MS in 2003 erhöht.

Die Breite der Mantelsaaten variierte zwischen 3 und 10m und ist immer in Kombination mit dem geforderten Isolationsabstand festgelegt worden. In dem Genehmigungsbescheid zu Antrag 6786-01-115 aus dem Jahr 2000 zur Freisetzung von gen-

technisch verändertem Mais (NK603, herbizidresistent) besteht die Option, auf eine Mantelsaat bei einem entsprechend höheren Isolationsabstand von 100m zu verzichten. Alternativ zum Anbau ohne Mantelsaat waren 3m oder 10m Mantelsaat möglich, die mit 50m bzw. 16m Isolationsabstand kombiniert werden konnten. Bei Antrag 6786-01-85 wurde zwar eine Mantelsaat von 8m Breite gefordert, aber kein Isolationsabstand, da hier bereits eine positive Stellungnahme Deutschlands zum Inverkehrbringen vorlag und daher auf diese Isolationsmaßnahme verzichtet wurde.

Die Spannweite der geforderten Isolationsabstände erstreckte sich von 500 m in den ersten 5 Genehmigungen des Jahres 1994 bis hinunter zu 16 Meter in einem der beiden Genehmigungsbescheide des Jahres 1998 und im Jahr 2000.

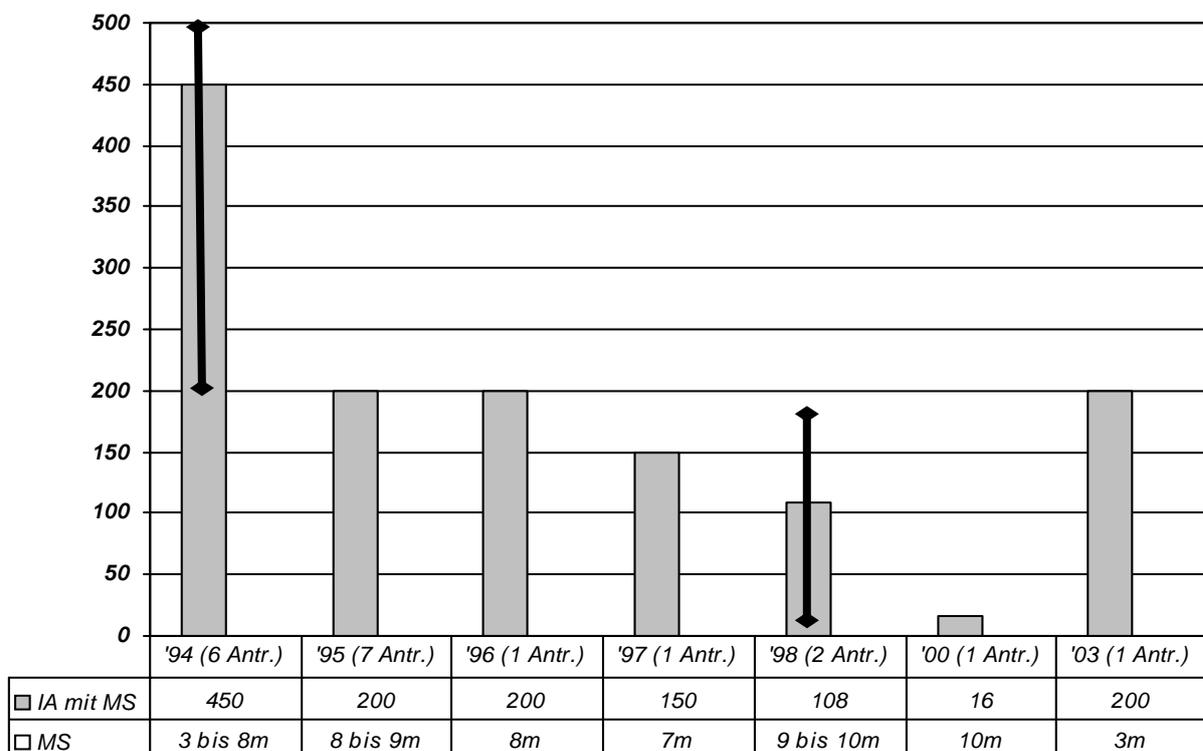


Abb. 4: Veränderung der geforderten Isolationsabstände und Mantelsaaten bei der Freisetzung von gentechnisch verändertem Mais als Durchschnittswerte der Genehmigungsbescheide eines Jahres, bei unterschiedlichen Abstandsauflagen in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt (Antrag 6786-01-85 aus 1998 wg. positiver Stellungnahme zum Inverkehrbringen ohne IA und daher nicht berücksichtigt).

Raps

Bei der Angabe des Durchschnittswertes eines Jahres ist nicht berücksichtigt, um welche Art von gentechnischer Veränderung es sich bei den Freisetzungen gehandelt

hat. Dies hat im Einzelfall durchaus Einfluss auf die Festlegung der Sicherheitsmaßnahme. Im Sinne des Prinzips des „Schrittweisen Vorgehens“, werden bei Pflanzen, zu denen noch keine Erfahrungen im Freiland gesammelt werden konnten, in manchen Fällen erhöhte Sicherheitsabstände gefordert. Bei Antrag 67-86-01-78 in 1998 wurde so statt der sonst in diesem Zeitraum üblichen 50m Isolationsabstand ein Abstand von 200m gefordert. Der hier zur Freisetzung beantragte GVO trug eine bis dato nicht im Freiland getestete gentechnische Veränderung (Pilzresistenz).

Die Spannweite der geforderten Isolationsabstände erstreckte sich von 500m in den ersten 5 Genehmigungen des Jahres 1994 bis hinunter auf 50m in den Genehmigungsbescheiden der Jahre 1997 bis 2000 mit Ausnahme des vorher genannten Antrages 67-86-01-78 aus dem Jahr 1998.

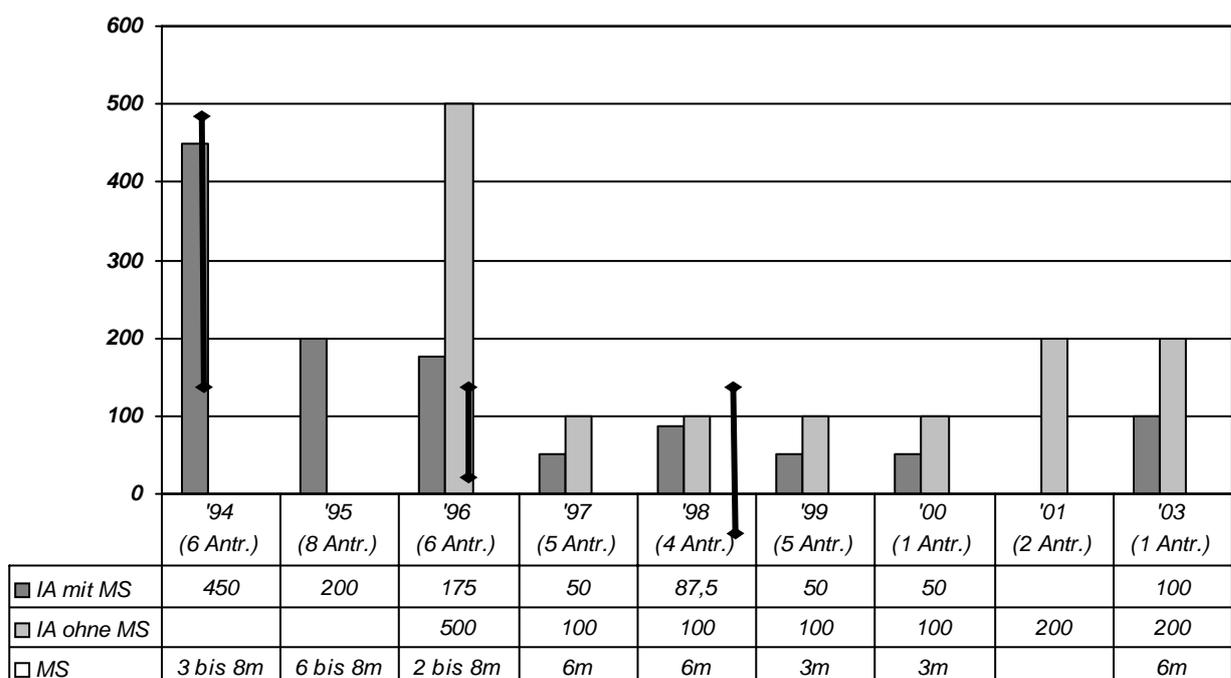


Abb. 5: Veränderung der geforderten Isolationsabstände und Mantelsaaten bei der Freisetzung von gentechnisch verändertem Raps als Durchschnittswerte der Genehmigungsbescheide eines Jahres, bei unterschiedlichen Abstandsauflagen in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt.

Mantelsaaten aus nicht transgenem Raps wurden bei Freisetzungsversuchen mit transgenem Raps im Regelfall immer gefordert. Ausnahmen stellen hier nur die Versuche dar, bei denen Pflanzen freigesetzt wurden, zu deren Inverkehrbringungs-

Antrag in Deutschland bereits eine positive Bewertung vorlag. Hier wurde sowohl auf eine Mantelsaat als auch auf einen Isolationsabstand verzichtet (Anträge 6786-01-90 und -101).

Bei Anträgen, in denen 50m Mantelsaat vorgeschlagen wurde, ist kein zusätzlicher Isolationsabstand im Bescheid gefordert worden. Für die Darstellung in Abbildung 5 wurde daher die Mantelsaat aus nicht transgenem Raps gleichzeitig als „Isolationsabstand mit Mantelsaat“ gewertet (6786-01-113 aus 1999). Bei einem Antrag auf Freisetzung von transgenem Raps (6786-01-129 aus 2001) wurde die Samenüberdauerungsfähigkeit getestet, weswegen keine blühenden Rapspflanzen zu erwarten waren. Auflaufende Pflanzen wurden vor der Blüte mittels Herbizid vernichtet. Aus diesem Grund wurde von der Forderung eines Isolationsabstandes abgesehen. Der Antrag 6786-01-131 aus dem gleichen Jahr sah für beide Standorte keine Mantelsaaten vor, wobei an einem Standort ein Isolationsabstand von 50m vorgeschlagen wurde und an dem anderen ein Abstand von 200m. Diese Vorschläge wurden im Genehmigungsbescheid in diesem Sinne übernommen.

Zuckerrübe

Für Zuckerrüben hat sich die Festlegung des Isolationsabstandes in der Genehmigungspraxis vor und nach 1998 nicht geändert. Es wurden 15 Versuche vor und 10 nach 1998 genehmigt. Entscheidend war, ob während des Freisetzungsvorganges transgene Zuckerrüben zur Blüte gelangen, wie es beispielsweise notwendig ist, wenn Saatgut erzeugt werden soll. Wenn blühende Zuckerrüben zu erwarten waren, wurde der Isolationsabstand auf 1000m festgelegt und konnte gegebenenfalls auf 500m reduziert werden, wenn Abschirmungsmaßnahmen ergriffen werden, die den Pollenflug minimieren.

Mantelsaaten bei Zuckerrübenversuchen verstehen sich nicht als Streifen von nicht transgenen Pflanzen der gleichen Art, wie es z.B. bei Raps oder Mais gefordert wird. Im Falle der Freisetzung von transgenen Zuckerrüben werden Pollen-Barrieren in Form von Hanf als Mantelsaat genutzt. So ist das Einsäen eines 5m breiten Hanfstreifens als züchterisches Mittel zur Pollenflugreduzierung bekannt. Daneben wird auch das Aufstellen von Barrieren aus Schilfrohr oder Bast bei den Versuchen mit zulässiger Blütenbildung als alternative Maßnahme zur Pollenflugbegrenzung in den Genehmigungsbescheiden aufgeführt.

Falls keine blühenden Zuckerrüben auf der Freisetzungsfäche zu erwarten waren, wurden keine speziellen Isolationsabstände vorgeschrieben.

Kartoffel

Der Isolationsabstand für Freisetzungsvorhaben mit transgenen Kartoffeln wurde in der zweiten Erhebungsperiode im Durchschnitt leicht reduziert. Wurden bis 1998 noch fast durchgängig 20m gefordert, so sehen die Genehmigungsbescheide ab 1999 in etwa der Hälfte der Fälle eine Distanz von nur 10m vor. Da von den Betreibern meist selber Angaben zum vorgesehenen Abstand der Versuche zu anderen Flächen mit Kartoffeln gemacht werden, liegen die vorgeschlagenen Abstände mitunter höher, als es von den Genehmigungsbehörden gefordert worden wäre. Der letzte genehmigte Freisetzungsvorhaben mit gentechnisch veränderten Kartoffeln im Erhebungszeitraum bis 04/2004 sieht einen Isolationsabstand von 10m vor.

Entfernung potentieller Hybridisierungspartner

Mais

Die Entfernung von Hybridisierungspartnern im Isolationsabstand ist im Falle einer Freisetzung von transgenem Mais in der bisherigen Genehmigungspraxis nicht gefordert worden. Da es keine kreuzbaren Verwandten von Mais in Europa gibt, würde sich diese Forderung lediglich auf verwilderten Kulturmais oder Mais-Durchwuchs in anderen Kulturflächen beziehen. Da aber keine Befunde zum Vorkommen solcher Pflanzen in Deutschland vorliegen, wurden über die Forderung der Einhaltung eines Isolationsabstandes hinaus keine weiteren Auflagen zur Vermeidung von Auskreuzungen gemacht.

Raps

Die Entfernung von Hybridisierungspartnern wurde bei Freisetzungen von gentechnisch verändertem Raps generell als Sicherheitsmaßnahme angewendet.

Nur im Falle von Freisetzungen, bei denen der GVO eine positive Stellungnahme der ZKBS zum Inverkehrbringen besaß (6786-01-90 und -101), wurde von der Auflage zur Entfernung der Hybridisierungspartner im Isolationsabstand abgesehen. Einen zweiten Sonderfall stellt ein Versuch dar, bei dem Rapsamen zur Untersuchung der Überdauerungsfähigkeit im Boden vergraben wurde (6786-01-129) und bei dem es nicht zum Auftreten blühender Rapspflanzen kommen sollte. Bei allen anderen Versuchen wurde die Auflage zur Entfernung der Hybridisierungspartner gemacht, wobei jedoch der Abstand nicht immer genau dem Isolationsabstand entsprach, sondern

ggf. auch niedriger gewählt wurde. Bei Antrag 6786-01-131 wurde bei einem Isolationsabstand von 200m eine Entfernung der Hybridisierungspartner bis zu 100m gefordert. Im Antrag 6786-01-147 wurde die Entfernung im Umkreis von 30m um die Freisetzungsfäche bei einer Isolationsdistanz von 100m verlangt.

Einen Sonderfall stellt zudem der Genehmigungsbescheid 6768-01-113 dar, bei dem die Mantelsaat, bedingt durch das Versuchsdesign zur Untersuchung der Auskreuzungsraten, auf 50m festgelegt wurde. Die Entfernung von Hybridisierungspartnern im Isolationsabstand konnte bei diesem Versuchsdesign nicht gefordert werden, da sich die Mantelsaat über den ganzen Isolationsabstand erstreckt und die hier wachsenden Rapspflanzen als Hybridisierungspartner zur Bestimmung der Auskreuzungsrate fungieren sollen.

Zuckerrübe

Ähnlich wie bei der Festlegung von Isolationsabständen richtete sich die Auflage nach dem Vorhandensein blühender Zuckerrüben. Falls keine Samenvermehrung vorgenommen wurde und daher auch keine Pollenverbreitung zu befürchten war, mussten auch keine Hybridisierungspartner entfernt werden.

Kartoffel

Die Entfernung von Hybridisierungspartnern bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch veränderten Kartoffeln wurde in Deutschland bisher nicht gefordert. Da Kartoffeln keine wild wachsenden Verwandten zur Hybridisierung in Deutschland haben, könnte sich die Entfernung von Hybridisierungspartnern nur auf Kulturformen beziehen. Die in den Genehmigungsbescheiden geforderten Isolationsabstände sind mit 10 bis 20m auf die direkte Umgebung der Freisetzungsfäche beschränkt. Ein Auftreten von Kartoffelpflanzen würde hier bemerkt werden.

Behandlung des Ernteguts und der Versuchsfläche nach der Ernte

Die Regelungen zur Behandlung der Versuchsflächen sind für alle Kulturarten ähnlich. Manche Aspekte werden kulturartabhängig betont, die Mehrzahl der Auflagen gilt jedoch für alle Kulturpflanzenarten gleichermaßen.

Die nicht wendende Bodenbearbeitung hat sich im zweiten Erhebungszeitraum zu einer Sicherheitsmaßnahme entwickelt, die standardmäßig gefordert wird. In den Genehmigungsbescheiden des Zeitraums vor 1999 wurde diese Maßnahme noch

nicht konsistent gehandhabt (Röver et al. 2000). Für alle Versuche, die nach 1998 durchgeführt wurden, galt die Auflage nicht wendend also „pfluglos“ zu arbeiten. Ausnahmen stellen sehr spezielle Versuchsanlagen (z.B. Versuche zur Saatgutüberdauerung im Boden; z.B. Raps: 6786-01-129 oder Zuckerrübe 6786-01-67) dar. Hier wurden z.B. keine speziellen Vorgaben zur Bodenbearbeitung gemacht, um die Versuche mit vergrabenen Samenproben nicht zu stören.

Für den Nachbau während des Zeitraums der Nachkontrolle wurden ebenfalls Vorgaben gemacht, die sich für alle untersuchten Kulturpflanzenarten gleichen. Es wurde immer gefordert, dass die Maßnahmen auf den Versuchsfeldern die Nachkontrolle nicht beeinträchtigen. Die Flächen müssen entweder von Bewuchs frei gehalten werden oder es dürfen nur solche Pflanzen angebaut werden, die die Nachkontrolle nicht erschweren oder unmöglich machen.

Mais

Bei Mais galt für alle Freisetzungsversuche eine Regelung, wonach sowohl die gentechnisch veränderten als auch die nicht gentechnisch veränderten Pflanzen auf der Fläche gehäckselt und flach eingearbeitet werden sollten. Diese generelle Vorgabe hat sich im Laufe der Jahre mit Freisetzungsversuchen nicht wesentlich verändert.

Als Alternative wurde auch die Kompostierung oder auch die Entsorgung in einer Biogasanlage genehmigt (z.B. Anträge 6786-01-115, -148). Entscheidend für die Möglichkeit zur Kompostierung waren der Reifegrad der geernteten Maispflanzen und die daraus resultierende Vermehrungsfähigkeit. Mais, der im Zustand der Siloreife geerntet wurde, konnte direkt kompostiert oder eingearbeitet werden. Sollte bei Körnermais die Samenreife eingesetzt haben, musste zuvor eine Inaktivierung der Samen in Feldmühlen vorgenommen werden.

Raps

Für Freisetzungsversuche mit gentechnisch verändertem Raps wurde bereits 1994 ein Verfahren für die Bodenbearbeitung vorgeschrieben, das auch in den späteren Genehmigungsbescheiden Anwendung fand. Bei diesem Verfahren wird nach der Ernte eine Ruhephase vorgeschrieben, während der bei der Ernte ausgefallenes Saatgut aufkeimen soll. Dieses Aufkeimen muss bei trockener Witterung durch künstliche Beregnung unterstützt werden. Die so gewachsenen Keimlinge müssen zerstört und das Pflanzenmaterial dann flach eingearbeitet werden. Dieses Verfahren soll eine besonders hohe Keimungsrate des bei der Ernte ausgefallenen Rapssamens ermöglichen.

Zuckerrübe

Für die Nachbehandlung der Flächen und des Erntegutes bei Freisetzen von gentechnisch veränderten Zuckerrüben wurden im gesamten Untersuchungszeitraum einheitliche Vorgaben gemacht. In der Regel werden die Zuckerrüben in den Versuchen zum Ende der Vegetationsperiode im vegetativen Zustand geerntet. Ein Teil des Pflanzenmaterials sollte zur Analyse in Labore gebracht werden, wobei darauf zu achten war, dass die Vermehrungsfähigkeit im Laufe der Untersuchungen zerstört werden musste. Auf der Fläche verbleibendes Pflanzenmaterial musste zerkleinert oder chemisch abgetötet, flach in den Boden einarbeiten werden.

Für Flächen, auf denen auch Saatgut produziert wurde, galten teils andere Vorgaben, als bei Versuchen mit ausschließlich vegetativen Zuckerrüben. In einem Versuch des Jahres 1999 (6786-01-107) wurde das Dämpfen des Bodens der Foliengewächshäuser, in denen die Saatgutproduktion stattfand, vorgeschrieben und mit einer Anbaupause von einem Jahr kombiniert. Die Anbaupause wurde bei diesem Freisetzungsversuch auf drei Jahre festgelegt für Flächen mit Saatgutproduktion außerhalb der Foliengewächshäuser. Als Alternative wurde dem Betreiber auch zur Wahl gestellt, die Erde der Saatgutproduktionsflächen außerhalb der Folienhäuser ebenfalls zu dämpfen, um damit eine Reduktion der Nachkontrollzeit auf 1 Jahr zu bewirken.

Kartoffel

Neben den generellen Vorgaben zur Behandlung des Erntegutes und der Versuchsfäche, die zu Beginn des Kapitels genannt sind, wurden bei Kartoffeln in allen Fällen weitere Auflagen ausgesprochen. Diese richten sich nach den Möglichkeiten, das vegetative Pflanzenmaterial möglichst effektiv zum Absterben zu bringen.

Da bei der Ernte eine Vielzahl von kleineren Kartoffelknollen im Boden verbleiben, wurde generell ein Verfahren vorgeschrieben, dass dazu beiträgt, Knollen oder Knollenteile nicht in tiefere Bodenschichten zu verbringen und eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit des Erfrierens im nachfolgenden Winter zu gewährleisten. Bei allen Versuchen wurde vorgeschrieben, nach der Ernte sowie im folgenden Frühjahr den Boden 15 bis 20 cm tief aufzulockern und die hervortretenden Knollen abzusammeln.

Neben der generellen Vorgabe für alle Kulturarten, nicht zu pflügen, wurde bei Kartoffeln auch vorgeschrieben, die oberirdischen Pflanzenteile abzutöten und diese zur Verrottung auf dem Feld zu belassen.

Knollen der gentechnisch veränderten Kartoffeln, die nicht zur Analyse in eine gentechnische Anlage überführt werden sollten sowie die gefundenen Durchwuchskartoffeln im Folgejahr mussten unschädlich entsorgt werden, wobei darauf zu achten war, dass die Keimfähigkeit zerstört wurde.

Nachkontrolle

Bei allen Freisetzungsversuchen wurde eine Nachkontrollphase vorgeschrieben. Kontrolliert wurde in erster Linie auf Durchwuchs, sowohl aus Samen als auch aus Zuckerrübenresten oder in Form von Wurzeltrieben.

Begleitend zur Angabe der Nachkontrolldauer wurden in den Bescheiden auch Angaben gemacht, wie die Flächen zu behandeln waren, damit eine Nachkontrolle nicht durch die Folgekulturen gestört wird und Durchwuchs erkannt werden konnte.

Im Fall von Durchwuchs wurde unregelmäßig eine Verlängerung der Nachkontrolle gefordert. Diese wurde auf entweder „ein Jahr“ oder um „jeweils ein Jahr“ festgelegt (Näheres s.u.). In einigen Fällen war die Verlängerung auch von der Dichte des Durchwuchses abhängig (z.B. Verlängerung bei einer Durchwuchsdichte von mehr als 5 Rapspflanzen je 150 qm Kontrollfläche).

Mais

Der Nachkontrollzeitraum, angegeben als Durchschnittswert der geforderten Dauer in den Genehmigungsbescheiden des jeweiligen Jahres, ist in Abbildung 6 dargestellt. Deutlich ersichtlich ist die seit Beginn der Freisetzungen im Jahr 1994 abnehmende Dauer der geforderten Nachkontrollzeiträume von 5 auf 1 Jahr. Die Nachkontrolle von 5 Jahren und von 1 Jahr stellen auch die geforderten Maximal- und Minimalwerte dar.

Die Auflage zur Verlängerung der Nachkontrolle bei Durchwuchs im letzten Kontrolljahr wurde nicht immer gleichermaßen festgelegt. In diesem Zusammenhang ist die Änderung der Formulierung „um 1 Jahr“ bzw. um „jeweils 1 Jahr“ zu verstehen, da nur die zweite Formulierung eindeutig festlegt, dass sich der Nachkontrollzeitraum beliebig verlängern kann, falls immer wieder Durchwuchs von transgenem Mais auftritt. Es ist also eine um mehrere Jahre verlängerte Nachkontrolle möglich.

Bis einschließlich 1996 war eine Verlängerung um „jeweils ein Jahr“ der Regelfall, 1997 und 1998 „um ein Jahr“ und im Jahr 2000 wurde eine Verlängerung nicht vorgesehen. Der letzte Bescheid aus dem Jahr 2003 schreibt diese Verlängerung dann wiederum „um jeweils ein Jahr“ vor.

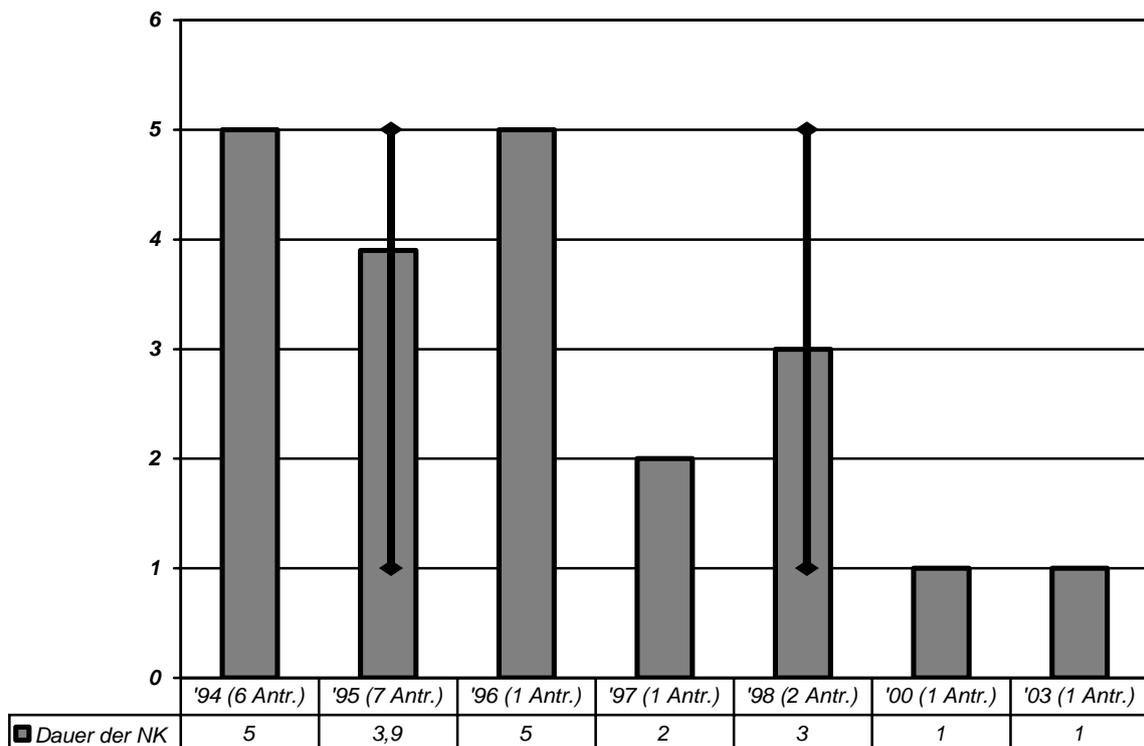


Abb. 6: Durchschnittliche Dauer der Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit GV-Mais in Jahren unabhängig von möglichen Verlängerungen bei Durchwuchs, bei unterschiedlicher Nachkontrolldauer in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt.

Raps

Bei Raps lässt sich in der Genehmigungspraxis eine Tendenz zur Verkürzung der Nachkontrolldauer in den Jahren 1994 bis 1999 erkennen (s. Abbildung 7). Der darauf folgende Anstieg ist ebenso erkennbar. Allerdings wurden 2001 nur zwei Anträge auf Freisetzung von transgenem Raps genehmigt und in den Jahren 2000 und 2003 jeweils nur einer.

Bis zum Jahr 2000 wurde in den Genehmigungsbescheiden eine Verlängerung um 1 Jahr gefordert, falls Durchwuchs von gentechnisch verändertem Raps festgestellt wurde. Danach wurde die Formulierung „um jeweils ein Jahr“ gewählt, wenn im letzten Jahr der Nachkontrolle Durchwuchs festgestellt wurde.

Für Rapsdurchwuchs wurde bei 6786-01-16, 56, 61, -70, -78, -80, -81, -83, -108, -109, -111, -112, -113 eine Verlängerung der Nachkontrolle gefordert, wenn jeweils mehr als 5 Pflanzen / 150 qm gefunden werden konnten. Diese Forderung wurde in den Jahren 1994 einmal, 1997 dreimal, 1998 viermal, 1999 viermal und 2000 einmal gestellt.

Im Fall der Freisetzung einer gentechnisch veränderten Rapslinie, zu der bereits eine positive Stellungnahme Deutschlands (RKI-Nr.: 6786-01-90 und -101) zur In-Verkehrbringung vorlag, wurde eine Nachkontrolle von einem Jahr Dauer gefordert. Sonstige Isolationsmaßnahmen wurden bei diesen Freisetzungen nicht auferlegt.

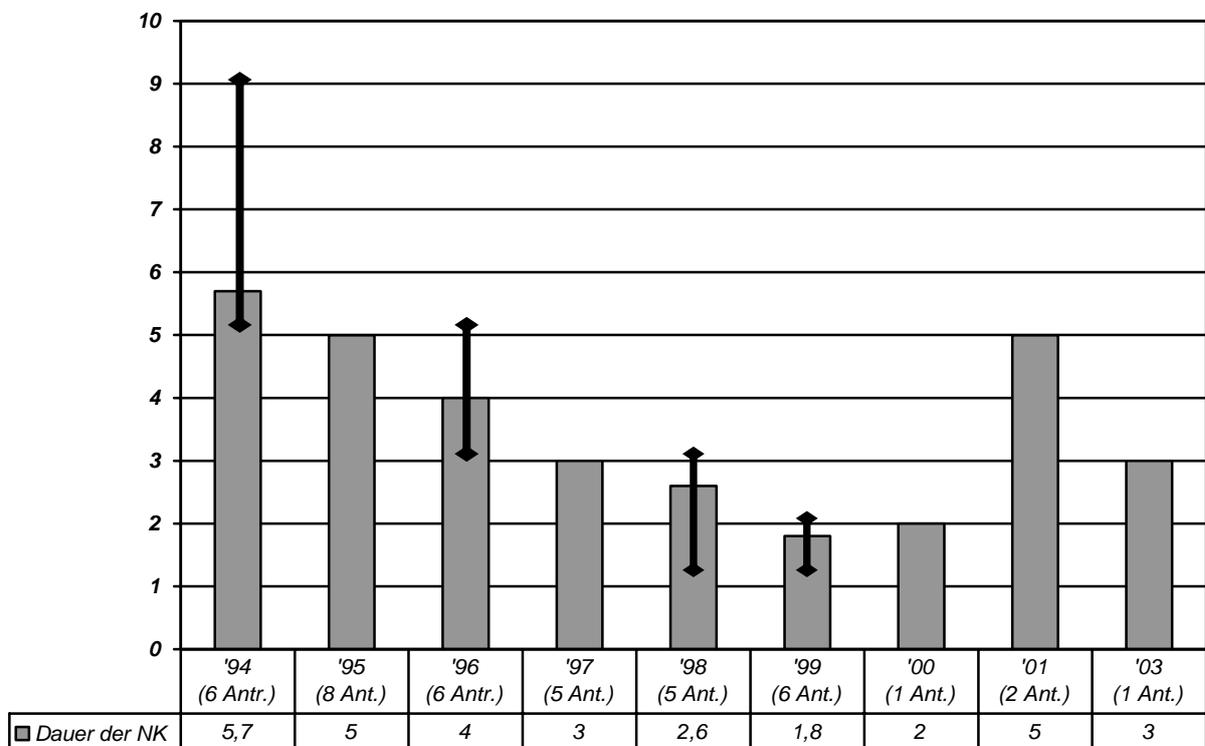


Abb. 7: Durchschnittliche Dauer der Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit GV-Raps in Jahren, bei unterschiedlicher Nachkontrolldauer in den Bescheiden eines Jahres sind die Extremwerte als Balken dargestellt.

Zuckerrübe

Die Genehmigungspraxis des letzten Jahres des ersten Erhebungszeitraumes (1998) wurde auch im zweiten Erhebungszeitraum fortgesetzt. Dabei wurden 1 Jahr Nachkontrolle mit einer automatischen Verlängerung um ein weiteres Nachkontrolljahr bei

Durchwuchs transgener Zuckerrübenpflanzen im Folgejahr der Freisetzung gefordert. Nur bei einem Versuch des Jahres 1999 (6786-01-99) wurde auf die Verlängerungsoption verzichtet. Bei diesem Versuch wurden vom Betreiber bereits 2 Jahre Nachkontrolle mit Anbaupause für Zuckerrüben angeboten.

Für die Festlegung der Nachkontrolldauer war wie im ersten Erhebungszeitraum der Versuchszweck ausschlaggebend. Für Freisetzungsversuche mit Saatgutproduktion wurde ein längerer Nachkontrollzeitraum gefordert.

In der Regel wurde bei Versuchen ohne Blüte nach 1999 so verfahren, dass 1 Jahr Nachkontrolle vorgeschrieben wurden. Bei einem der Freisetzungsversuche (6786-01-107) des zweiten Erhebungszeitraumes mit Produktion von Saatgut galt: Für die Versuchsflächen, auf denen die Saatgutvermehrung durchgeführt wurde, eine Nachkontrolldauer von 3 Jahren mit der Verlängerung um jeweils 1 Jahr, falls im letzten Nachkontrolljahr das Auftreten von transgenen Zuckerrübenkeimlingen zu verzeichnen war. Vor 1999 wurde in Fällen mit Saatgutproduktion ebenfalls mindestens 3 Jahre, in zwei Fällen (6786-01-45 und -29) auch vier Jahre Nachkontrolle gefordert.

Falls keine Blüte und Saatgutproduktion vorgesehen war galt ab Antrag 6786-01-54 1 Jahr Nachkontrolle, vorher d.h. bis 1996 waren es 2 Jahre. Eine Ausnahme stellt hier die erste Freisetzung von transgenen Zuckerrüben in Deutschland im Jahr 1994 mit 5 Jahren dar.

Kartoffel

Die Nachkontrolldauer bei der Freisetzung von transgenen Kartoffeln wurde im gesamten Erhebungszeitraum sehr konsistent gehandhabt. Die einzige Ausnahme ist das erste Genehmigungsjahr 1993. Bei beiden genehmigten Versuchen des Jahres (Anträge 6786-01-5 und -6) wurden 5 Jahre Nachkontrolle gefordert.

Zwischen 1994 und 2004 wurden alle Freisetzungsversuche mit gentechnisch veränderten Kartoffeln mit 1 oder 2 Jahren Nachkontrolldauer belegt. Die Genehmigungspraxis sah ab 1997 einen Zeitraum von einem Jahr Nachkontrolle vor. Die in manchen Fällen längere Dauer der Nachkontrolle liegt maßgeblich an den unterschiedlichen Vorgaben, die der Betreiber in seinem Antrag auf Freisetzung gemacht hatte. Wurden 2 Jahre vorgeschlagen, erfolgten keine ausdrückliche Reduzierungen und damit die Übernahme der längeren Nachkontrolldauer.

Die Verlängerung der Nachkontrolle bei Durchwuchs im letzten Jahr gehört zu den Forderungen, die in der Regel immer erhoben wurden. Ausnahmen stellen hier Versuche dar, bei denen vom Betreiber schon von vornherein zwei Jahre der Nachkontrolle angeboten wurden. Die Standardforderung wäre 1 Jahr Nachkontrolle mit Verlängerung um ein weiteres Jahr bei Auftreten von Durchwuchs gewesen. Da sich durch die Betreiberangaben mit zwei Jahren Nachkontrolle ein gleichwertiges oder höheres Kontrollniveau erreichen ließ, wurde die Option der Verlängerung der Nachkontrolle nicht festgeschrieben.

Erst ab dem Jahr 2003 wurde in den Genehmigungsbescheiden hinsichtlich der Verlängerung der Nachkontrolle die Formulierung „um jeweils 1 Jahr“ gewählt. Die stellt klar, das ein optionales Verlängerungsjahr immer als das letzte Nachkontrolljahr betrachtet wird und sich bei Auftreten von Durchwuchs damit immer eine neues, möglicherweise letztes Nachkontrolljahr anschließt.

3.3 Begleitforschungsprojekte

In der ersten Studie zur Analyse der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen bei der Freisetzung transgener Pflanzen in Deutschland wurde eine Aufstellung von Projekten zur Begleitforschung zu den jeweiligen Freisetzungen vorgenommen. Hierbei wurden die durchführenden Institutionen aufgelistet und allgemeine Informationen z.B. über die Ziele der Begleitforschung festgehalten. In der hier vorliegenden Folgestudie erfolgt eine ergänzende Darstellung von Projekten, die in der ersten Studie noch nicht aufgenommen wurden.

Gegenüber der Situation im ersten Erhebungszeitraum vor 1999 ist die Recherche-möglichkeit und Zugänglichkeit von Projekten zur Erforschung von Sicherheitsforschungsaspekten heute wesentlich verbessert. Zusammenstellungen von Begleitforschung bzw. Sicherheitsforschungs-Projekten, die in Deutschland durchgeführt werden, können im Internet über das Portal www.biosicherheit.de eingesehen werden. Das Internetportal dient dabei primär als zentrale Web-Site, um über Sicherheitsforschungs-Projekte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zu informieren. Darüber hinaus werden jedoch auch Berichte über Forschungsprojekte anderer Mittelgeber dargestellt. Die Darstellung der Projekte ist in diesem Internetportal an den Bedürfnissen von Laien orientiert. Details der Versuche sind nur zu recherchieren, wenn zu den Projekten wissenschaftliche Veröffentlichungen der Forschungsgruppen als Hintergrundmaterial zu den Datensätzen abgelegt sind.

Eine weitere Verbesserung hinsichtlich der Recherchierbarkeit von Begleitforschungsprojekten besteht darin, dass in den Berichten der Betreiber jetzt häufiger als im ersten Erhebungszeitraum konkrete Hinweise auf Forschungsprojekte gegeben werden. Im ersten Teil wurden auf Grundlage der Angaben aus den Berichten die Institutionen kontaktiert und um Forschungsberichte und/oder Veröffentlichungen gebeten. Aufgrund der besseren Datengrundlage (www.biosicherheit.de) konnte in dieser Anschlussstudie darauf verzichtet werden.

Tab. 7: Angaben zu Begleitforschungsprojekten in den Betreiberberichten in absoluten Zahlen (Definition eines Projektes als „Begleitforschung“ im Betreiber-Ermessen)

	Gesamter Erhebungszeitraum (1993- 1999)	1. Erhebungszeitraum (vor 1999)	2. Erhebungszeitraum (ab 1999)	Seit Einführung der Berichtsvorlage des RKI (2001)
Ja	68	53	15	4
Nein	24	8	16	3
Keine Angaben	47	28	19	12

nach Kulturarten :	Kartoffel	Raps	Mais	Zuckerrübe	Sonstige
Ja	23	19	10	9	7
Nein	8	7	1	5	3
Keine Angaben	18	12	8	9	0

Zusätzlich wurden aus der Literaturrecherche 164 Literaturstellen aufgenommen, die als relevant für Sicherheitsforschung eingestuft werden konnten. Es wurden für die Kulturarten folgende Anteile in den Literaturstellen gefunden: 37% Raps, 33,5% Mais, 10% Zuckerrübe, 3% Kartoffel und 16,5% Weeds/Sonstige. Von den gefundenen Veröffentlichungen stammten 24 aus Deutschland, wobei eine Zuordnung zu den einzelnen Freisetzungsversuchen nicht möglich war.

In der Vorgabe für die Berichte des RKI/BVL (Anhang I) werden vom Betreiber der Freisetzungsversuche Angaben zu Begleitforschungsaktivitäten abgefragt. Allerdings ist aus den vorhandenen Informationen aus den Berichten zur Begleitforschung ersichtlich, dass keine strengen Maßstäbe an die Klassifizierung der Aktivitäten als Begleitforschung angelegt werden. Zum Teil wird die Frage nach der Durchführung von Begleitforschung positiv beantwortet, auch wenn es sich um Wertprüfungen handelt, deren primärer Forschungshintergrund nicht die Evaluierung von Sicherheitsaspekten

ist. Die Angaben in Tabelle 7 stellen hier die Anzahl an Begleitforschungsprojekten dar, die von den Betreibern als solche definiert wurden. Ein Teil dieser Projekte kann im engeren Sinne nicht als Sicherheitsforschung zur Freisetzung transgener Pflanzen betrachtet werden.

Die detaillierten Angaben zu den gefundenen Begleitforschungsprojekten können dem Anhang entnommen werden (II.a)

Mais

Freisetzungsversuche mit gentechnisch verändertem Mais im Sinne des GenTG wurden im zweiten Erhebungszeitraum nur sehr selten durchgeführt. Daher sind auch kaum Begleitforschungsprojekte vorhanden, die an solche Freisetzungsversuche angebunden waren.

Die Ursache für die geringe Anzahl von Freisetzungsanträgen liegt darin, dass erste Mais-Linien mit Genehmigung zur Inverkehrbringung vorliegen und dass über Sondervertriebsgenehmigungen im Rahmen des Saatgutverkehrsgesetzes Samenmaterial für Freisetzungsversuche bereitgestellt werden kann, das dann nicht den Regelungen des Gentechnikrechtes zur Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen ohne Inverkehrbringungs-Genehmigung unterliegt. Daher werden seit mehreren Jahren Versuche vorwiegend mit solchen Linien unter Sondergenehmigung des Bundesortenamtes (BSA) durchgeführt, für die keine Freisetzungsanträge gestellt werden müssen.

Bei www.biosicherheit.de werden 17 Sicherheitsforschungsprojekte zur Sicherheitsbewertung von gentechnisch verändertem Mais geführt. 13 davon werden im Rahmen der bis 2004 laufenden Ausschreibung „Sicherheitsforschung und Monitoring“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die restlichen Projekte wurden aus Mitteln zweier weiterer Ausschreibungen des Bundes bzw. des Landes Bayern als Begleitforschung für den in Verkehr gebrachten Mais finanziert. Das zeigt, dass auch unter diesen „verkehrsnahe“ Bedingungen weiterhin Sicherheitsforschung betrieben wird, bei Fragestellungen, wie sie auch für die Begleitforschung typisch sind. Bsp.: Auskreuzung, Einfluss auf Nützlinge, Einfluss auf die Bodenmikroflora, Verbleib der DNA, horizontaler Gentransfer.

Lediglich ein Projekt konnte gefunden werden, dass direkt mit einer genehmigten Freisetzung in Verbindung steht (s. Anhang):

Raps

Zur Freisetzung von gentechnisch verändertem Raps konnten 17 Forschungsprojekte dokumentiert werden, die in Zusammenhang mit Freisetzungsversuchen stehen. Die Anzahl an Freisetzungsversuchen mit transgenem Mais in Deutschland sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen, so dass in den letzten Jahren kaum mehr Begleitforschungsprojekte in direktem Zusammenhang mit genehmigten Freisetzungsversuchen mit transgenem Raps durchgeführt wurden. Bei den im Anhang genannten Projekten ist hinsichtlich der Laufzeiten zu berücksichtigen, dass die genehmigte Laufzeit der Freisetzungsgenehmigung in der Praxis oftmals nicht ausgenutzt wird.

Zuckerrüben

Die Begleitforschung an transgenen Zuckerrüben ist, ebenso wie die Anzahl von Freisetzungsanträgen für Zuckerrüben, stark zurückgegangen. Wurden im Jahr 1999 noch fünf Anträge auf Freisetzung genehmigt, so wurden zwischen 2000 und 2004 nur zwei Anträge auf Freisetzung von GV-Zuckerrüben gestellt. Die Recherche ergab lediglich Ergebnisse aus Freisetzungen des ersten Erhebungszeitraums.

Kartoffeln

25 Datensätze zu Projekten, die sich mit der Freisetzung gentechnisch veränderter Kartoffeln befassen, wurden gefunden. In Zusammenhang mit der aktuellen Ausschreibung „Sicherheitsforschung und Monitoring, 2001-2004“ des BMBF gibt es einen Verbund mit 5 Projekten zum Thema „Im Kohlenhydrat-Metabolismus gentechnisch veränderte Kartoffeln im Freisetzungsversuch“. Die meisten Sicherheitsforschungs-Projekte befassen sich mit dem Thema „Neue Markergene“ bzw. „Markergene-freie GVP“, die aber nach der Definition der ersten Studie nicht direkt als Begleitforschung zu Freisetzungsversuchen zu zählen sind und keine Aussagen für die Bewertung der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen liefern.

Sonstige Kulturpflanzen

Zu Freisetzungen mit sonstigen Kulturpflanzen wurden die im Anhang aufgelisteten Begleitforschungsprojekte gefunden. Dabei handelt es sich um zwei Pappel-Freisetzungen, eine Petunien-Freisetzung und eine Freisetzung gentechnisch veränderter Rhizobien.

3.4 Ergebnisse der Auswertung der Betreiberberichte und Bewertungen der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen

Bei der Auswertung der Betreiberangaben wurden auch Berichte herangezogen, die zu Freisetzungsversuchen gehören, welche bereits früher als im Erhebungszeitraum dieser Studie (1999-2004) genehmigt und teilweise auch schon vor Beginn des Erhebungszeitraumes abgeschlossen wurden. Durch die Nachkontrollzeit, die bei einigen Versuchen auch mehrere Jahre betragen kann, erstrecken sich die Termine zur Vorlage der Nachkontrollberichte jedoch oft weit in den aktuellen Erhebungszeitraum hinein.

Die Bewertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen erfolgt in Kapitel 3.4.3 getrennt von der Zusammenstellung der Angaben aus den Betreiberberichten. Diese Trennung ist notwendig, um deutlich zu machen, dass in dieser Studie nicht die Qualität der Sicherheitsmaßnahmen als Solches bewertet werden soll. Bewertet wird, welche Aussagen hinsichtlich der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen aus den Angaben in den Betreiberberichte ableiten lassen.

3.4.1 Berichtsqualität

Seit April 2000 wird den Betreibern von der Genehmigungsbehörde (BVL) eine Vorlage für die zu erstellenden Berichte an die Hand gegeben (s. Anhang I). Ein Großteil der Berichte wurde seitdem unter Berücksichtigung dieser Vorlage erstellt. Die Vorlage ist nicht als Formular konzipiert, in das Informationen eingetragen werden, sondern listet die Aspekte, die in den Berichten angesprochen werden sollen, auf. Dadurch ergeben sich gewisse Freiheiten bei der Berichterstellung. Die Berichte sind mehr oder weniger streng an die Vorgabe angelehnt. Bei einigen Berichten wurden für die Freisetzungen Zwischenberichte gemeinsam für mehrere Freisetzungsvorhaben abgegeben. Diese Form des Berichtswesens ist sehr unübersichtlich und erschwert das Auffinden relevanter Informationen. Mehrere Berichte enthalten neben den Angaben zu den verwendeten Linien auch detaillierte Angaben zu Versuchsan-

ordnungen, Düngung, Spritzungen und anderen ackerbaulichen Maßnahmen, jedoch keine weiteren relevanten Angaben zu Sicherheitsaspekten bei der Freisetzung

Nachfolgend sind einige Auffälligkeiten aus den Betreiberberichten aufgelistet, um einen Eindruck von der Problematik der Berichtsqualität und der damit zusammenhängenden Auswertbarkeit der Betreiberangaben zu geben.

Die Angaben zu den Kontrollgängen und zu den Kontrollhäufigkeiten enthielten in manchen Berichten nicht alle erwünschten Informationen. Unter 10.1 wird in der Berichtsvorgabe die Frequenz der Kontrollen abgefragt. Dies führt häufig dazu, dass nur die Anzahl der Kontrollgänge angegeben wird, nicht aber, in welchem zeitlichen Abstand diese durchgeführt wurden. Falls keine Vorgaben in den Bescheiden gemacht wurden, kann die Frequenz auch stark reduziert sein. Das Intervall reicht von wöchentlichen Kontrollen bis zu acht oder gar nur zwei Kontrollgängen innerhalb einer Vegetationsperiode .

In mehreren Berichten wurden Angaben nur dazu gemacht, dass Kontrollgänge durchgeführt wurden, aber keine Aussagen über Ergebnisse dieser Kontrollgänge beigefügt. Für die Auswertung kann in diesem Fall nur angenommen werden, dass eine derartige Formulierung darauf hindeuten soll, dass keine besonderen Vorkommnisse bei den Kontrollgängen bemerkt wurden.

In einem Antrag konnte die Formulierung: "Die Ergebnisse der Nachbeobachtung der ehemaligen Freisetzungsfäche werden zu einem späteren Zeitpunkt berichtet." gefunden werden. Wann diese Ergebnisse nachgeliefert werden würden, geht aus dem Bericht nicht hervor.

Im ersten Erhebungszeitraum wurden auch Anträge auf Freisetzung mehrerer verschiedener gentechnisch veränderter Kulturpflanzenarten genehmigt. Die Nachkontrollberichte zu einigen dieser Versuche mit verschiedenen Kulturarten enthalten teilweise nur Angaben zu den Versuchsteilen mit gentechnisch verändertem Raps.

In manchen Dokumenten wird von der vorgegebenen Benennung der geforderten Berichte abgewichen. So wird zu einem Antrag von „Nachmonitoring“ und „Zwischenbericht Nachbeobachtung“ zum selben Jahr gesprochen. Zum „Nachmonitoring“ wird kein Datum angegeben. Als Bezeichnung führen die Dokumente teilweise nur den Titel „Bericht gemäß §21 Abs. 4 GenTG“. Angaben zum Jahr, für das der Bericht gilt, zum Datum der Erstellung und dazu, um welche Art von Bericht es sich handelt, fehlen oder müssen im Text gesucht werden. Derartige begriffliche Ungenauigkeiten mindern die Qualität und Auswertbarkeit der Berichte.

Die Angaben zur Erfüllung der in den Bescheiden festgelegten Nebenbestimmungen sind teilweise wenig detailliert. So ist in einem Bericht zum Bescheid 6786-01-40 die Aussage: „Schosser wurden entfernt und entsorgt“ nicht mit weitergehender Information über Menge an Schossern oder die Art der Entsorgung hinterlegt.

Zweimal wurde auf Berichten nur handschriftlich vermerkt, um welchen Standort es sich handelt. Es wurde keine genaue Zuordnung von Standorten und GVO vorgenommen.

Zu einem Antrag wird nur berichtet, dass nach der Ernte die Fläche wieder der "normalen landwirtschaftlichen Nutzung übergeben" wurde. Angaben zu Maßnahmen gegen Ausfallraps oder die Art der Bodenbearbeitung fehlen.

Aussagen wie: „... kein unkontrolliertes Auftreten von Rübenkeimlingen“ aus einem Bericht sind nicht eindeutig und interpretationsbedürftig, da nicht abgeleitet werden kann, ob überhaupt Rübenkeimlinge aufgelaufen sind.

Bei den Abschlußberichten zu einem weiteren Antrag ist keine klare Zuordnung von Versuchsfeldern und zugehörigen Berichten möglich. Es wurden hier drei Abschlussberichte für verschiedene Orte unter einer Nummer abgegeben.

In einem Fall wurde für die Versuchsjahre 2000 und 2001 nur ein Bericht vorgelegt.

Mit den Zwischenberichten zu einem Antrag wurden von dem Betreiber auch die Nachkontrollberichte für einen weiteren Versuch mitgeliefert.

An einem Standort, an dem nach 2 Bescheiden freigesetzt wird (Raps), wurden nur die Transformanten gemäß einer Genehmigung freigesetzt, trotzdem wurde ein Nachkontrollbericht zu dem anderen Antrag erstellt. In diesem Bericht wird „kein Durchwuchs“ gemeldet bzw. vermerkt, dass dieser Punkt entfalle, „weil nicht zutreffend“. Es ist jedoch ein Protokollblatt zugefügt, in dem Durchwuchs von Transformanten aus dem ersten Antrag protokolliert wurde.

In den Nachkontrollberichten zu diesen beiden Anträgen wurde nicht vermerkt, auf welches Folgejahr sich der jeweilige Bericht bezieht. Da zu diesem Antrag nur ein Jahr Nachkontrolle gefordert wurde, ließ sich also das Folgejahr nach der Ernte aus dem Kontext des Berichtes bestimmen, eine Angabe des Erntejahres und des Nachkontrolljahres wäre jedoch für die Übersichtlichkeit hilfreich gewesen. Wenn sich die Auflage zur Verlängerung des Nachkontrollzeitraumes „um jeweils ein Jahr“ im Genehmigungsbescheid befindet, kann auch die Notwendigkeit bestehen, die Nachkontrolle bei Durchwuchs mehrfach um ein Jahr verlängern zu müssen.

Ein Bericht enthält das Datum nicht auf dem Deckblatt sondern nur bei der Unterschrift

3.4.2 Ergebnisse aus den Betreiberberichte

Nur in sieben Fällen waren im gesamten Berichtswesen zu den Freisetzungsversuchen konkrete Kommentare der Betreiber zur Effektivität der durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen vorhanden. Von diesen sieben Fällen sind die Berichte zu fünf Anträgen gemeinsam verfasst. Es bleiben damit nur drei Kommentare in den Berichten, die Angaben zur Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen liefern. Ein Kommentar zu Untersuchungen zur Effektivität bei einem Freisetzungsversuch steht in einem Schreiben des Antragstellers an die Überwachungsbehörde, ist also nicht direkt im Bericht enthalten.

Im Folgenden werden Informationen aus den ausgewerteten Berichten zu den verschiedenen Sicherheitsmaßnahmen zusammengefasst nach Kulturarten dargestellt.

Durchwuchs und Verlängerung der Nachkontrolle

Durch die Auflage der Verlängerung der Nachkontrolle bei auftretendem Durchwuchs kann es vereinzelt auch zu deutlich längeren Nachkontrollzeiten kommen als im Bescheid als reguläre Dauer gefordert. Daher wurden die vorhandenen Daten in Hinblick auf die tatsächliche Dauer ausgewertet. Der aufgetretene Durchwuchs in den jeweiligen Folgejahren einer Freisetzung ist der beste Messparameter, um die Effektivität der Maßnahmen zu beurteilen, die einem Verbleiben der GVO auf der Fläche über einen längeren Zeitraum entgegenwirken können. Auf dieser Auswertung basierend können dann kulturartenspezifisch Empfehlungen zur notwendigen Dauer der Nachkontrolle ausgesprochen werden.

Als Datengrundlage wurden alle Standorte herangezogen, auf denen tatsächlich Freisetzungen stattgefunden haben und für die Nachkontrollberichte mit Angaben zum Durchwuchs vorliegen. Da in die Auswertung eine Vielzahl von Berichten eingehen, die zu genehmigten Freisetzungen des ersten Erhebungszeitraumes gehören, ist die Berichtsqualität unterschiedlich. Den Empfehlungen des ersten Gutachtens folgend, wurden von der Genehmigungsbehörde nach 1999 Vorgaben für die Berichtserstellung gemacht, die sich positiv auf die Auswertbarkeit der gemachten Angaben aus-

gewirkt hat. In älteren Berichten sind teilweise keine Angaben zu Durchwuchs in der Nachkontrollzeit zu finden. Da bei der Vielzahl von Freisetzungstandorten auch die Möglichkeit der eindeutigen Zuordnung der Berichte zu den Standorten nicht immer gegeben ist, können sich ebenfalls Datenlücken in Form von fehlenden Informationen ergeben. Diesbezüglich ist bei Zuckerrübe die Datengrundlage am besten, da nur zu 5% der Standorte keine Angaben zum Durchwuchs vorliegen. Bei Mais und Raps muss bei 14 bzw. 10% auf Angaben zum Durchwuchs verzichtet werden. Bei den Kartoffelversuchen liegen zu 32% der Standorte keine Angaben zum Durchwuchs vor.

Ausgewertet wurden daher im Einzelnen nur Standorte, zu denen genaue Daten vorliegen. Eine abschließende Auswertung kann bei Raps für viele Versuche noch nicht vorgenommen werden, da der Nachkontrollzeitraum noch läuft. Nur für 55% der Standorte ist die Nachkontrolle abgeschlossen.

Freisetzungen ab dem Jahr 2003, für die noch keine Nachkontrollangaben vorliegen, konnten noch nicht in die Auswertung mit einbezogen werden.

Mais

Bei den Freisetzungsvorversuchen mit transgenem Mais liegen bei 56 Standorten zu 8 keine Angaben zum Durchwuchs vor. Von den restlichen 48 ist an 45 Standorten (94%) kein Durchwuchs aufgetreten. An drei Standorten war im ersten Nachkontrolljahr Durchwuchs aufgetreten, der vernichtet werden konnte. Für weitere Nachkontrolljahre wurde nicht von Durchwuchs berichtet.

In frühen Genehmigungsbescheiden wurde eine Nachkontrolldauer von zuerst 5 Jahre vorgeschrieben. Derzeit wird in aktuellen Genehmigungen 1 Jahr Nachkontrolle gefordert.

Raps

Insgesamt lagen zu 182 Standorten, an denen Raps freigesetzt wurde, Berichte zur Nachkontrolle vor. Bei 16 von diesen 182 gibt es in den Nachkontrollberichten keinerlei Angaben zum Durchwuchs. Zu 84 Standorten, an denen transgener Raps freigesetzt wurde, liegen bereits abschließende Angaben über das jeweils letzte Nachkontrolljahr vor. An den anderen Standorten läuft die Nachkontrolle noch.

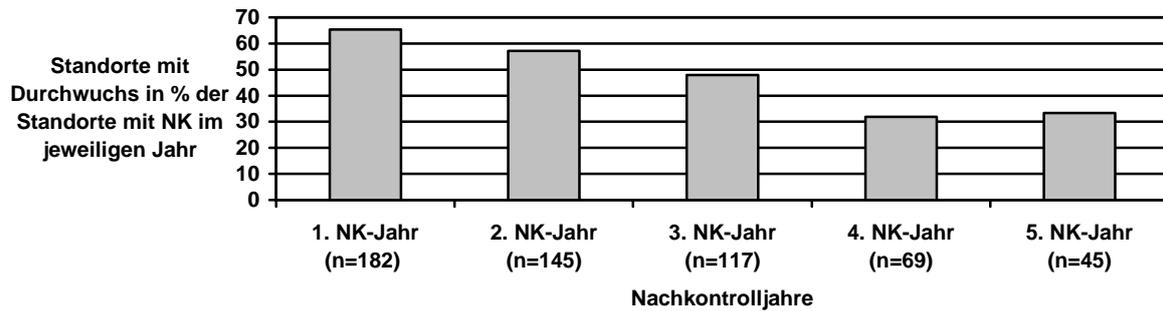


Abb. 8: Anzahl der Standorte mit Durchwuchs bei Freisetzungsversuchen mit transgenem Raps⁹, an denen im jeweiligen Jahr noch Nachkontrolle durchzuführen war

Abbildung 8 zeigt, an wie vielen Standorten mit vorliegendem Bericht in welchem Nachkontrolljahr noch Durchwuchsraps aufgetreten ist. Bei 119 Standorten wurde Durchwuchs von transgenem Raps im ersten Jahr nach Ernte der transgenen Pflanzen festgestellt. Bei Freisetzungsversuchen mit GV-Raps wurde über eine entsprechende Klausel in den Genehmigungsbescheiden immer eine Verlängerung der Nachkontrollzeit bei Durchwuchs vorgeschrieben. Dies führt u.U. zu einer Verlängerung der Nachkontrollzeit. Da deshalb die Nachkontrolle an vielen Standorten noch läuft, konnten diese nicht abschließend ausgewertet werden. Wie lange die Nachkontrolle weiter durchgeführt werden muss, bleibt in manchen Fällen offen, da dies davon abhängig ist, ob im nächsten Jahr wieder Durchwuchs auftritt. Bisher kam es an 83 Standorten zu einer Verlängerung der ursprünglich vorgesehenen Nachkontrolldauer.

Die derzeitige Genehmigungspraxis sieht 3 Jahre Nachkontrollzeit mit Verlängerung bei Auftreten von Durchwuchs vor. Nachdem in den Jahren der ersten Genehmigungen zur Freisetzung von transgenem Raps zunächst 5 Jahre Nachkontrolle vorgeschrieben waren, wurde auf unter 2 Jahre reduziert.

Zu sechs Standorten (5% der auswertbaren Standorte) wurden in den Berichten Angaben gemacht, die auf Nachkontrolljahre ohne Durchwuchs, gefolgt von erneutem Aufkeimen von transgenem Raps im Folgejahr hinweisen. Dabei sind es unterschiedliche Folgejahre, in denen kein Durchwuchs aufgetreten ist (Tab. 8).

⁹ Die Nachkontrolldauer erstreckte sich nicht bei allen Freisetzungsversuchen auf 5 Jahre. Zu manchen Standorten liegen noch keine Berichte zur Nachkontrolle vor; Diese Standorte wurden nicht ausgewertet.

Hinsichtlich des Berichtes über Durchwuchs-Raps bei dem Versuch 6786-01-35 ist zu berücksichtigen, dass nicht getestet wurde, ob die Keimlinge transgen waren. Es ist auch möglich, dass der Rapssamen von umgebenden Feldern eingetragen wurde und nicht aus den ursprünglichen Freisetzungsversuchen stammt. Daher ist es hier schwierig, Rückschlüsse über die Wahrscheinlichkeit des erstmaligen Vorkommens von Durchwuchs-Raps nach mehreren Jahren zu ziehen.

Tab. 8: Unregelmäßiger Durchwuchs in Nachkontrollen bei Freisetzungen von transgenem Raps

Antrag Nr.	Nachkontrolljahr				
	1	2	3	4	5
6786-01-23	X	X	/	X	X
6786-01-35	/	/	/	k. A.	X*
6786-01-36	X	X	X	/	X
6786-01-51	X		X		
6786-01-57	/	X			
6786-01-70	/	/	X		

*nicht getestet, ob der Durchwuchs transgen war

Im Bericht einem Freisetzungsversuch war zu lesen, dass Durchwuchs-Raps als Unkraut in Mais aufgetreten sei, nicht aber in Roggen und Weizen. Es werden im Bericht jedoch keine Rückschlüsse gezogen, ob diese Besonderheit mit den unterschiedlichen Auflaufzeiten und dem daraus resultierenden unterschiedlichen Konkurrenzdruck durch die Folgefrucht zu tun haben und welche Folgefrüchte für den Nachbau optimal seien.

Zuckerrübe

Zu Freisetzungen mit Zuckerrüben liegen bei 120 Standorten für 6 (5%) keine Angaben zum Durchwuchs vor. Sowohl bei Freisetzungsversuchen mit erlaubter Blütenbildung als auch bei solchen, bei denen nur vegetative Zuckerrüben angebaut werden, tritt vereinzelt Durchwuchs auf. An 94 Standorten (82%) gab es keinen Durchwuchs. Von den 20 Standorten (18%), an denen Durchwuchs gefunden wurde, waren drei Standorte mit Saatgutproduktion, d.h. mit Blütenbildung. An den anderen 17 Standorten trat eine Wurzelbildung an Restrübenkörpern auf, die wie Durchwuchs gehandhabt wurde. In den weiteren Jahren wurde nicht von Durchwuchs berichtet.

Derzeit werden von der Genehmigungsbehörde bei Versuchen mit generativen Zuckerrüben, die meist zur Produktion von Saatgut dienen, 3 Jahre Nachkontrolle gefordert mit der Option auf Verlängerung, wenn Durchwuchs transgener Zuckerrüben auf der Fläche gefunden wird. Freisetzungsversuche, bei denen nur vegetative Zuckerrüben stehen, werden nur mit der Auflage einer einjährigen Nachkontrolle belegt.

Kartoffeln

Freisetzungsversuche mit transgenen Kartoffeln wurden an 50 Standorten durchgeführt, bei denen es zu 16 Standorten (32%) keine Berichte mit Angaben zum Durchwuchs gibt. Zu einem Standort liegen bisher nur Daten über das erste Nachkontrolljahr vor.

Tab. 9: Freisetzungsstandorte mit Durchwuchs transgener Kartoffeln in den Nachkontrolljahren

Standorte während der Nachkontrolle	Anzahl der Standorte	in %
ohne Durchwuchs	11	33
Durchwuchs im 1. Jahr	22	67
Durchwuchs im 2. Jahr	13	39
Durchwuchs im 3. Jahr	0	0

Zu 5 Genehmigungsbescheiden wird berichtet: „Getreide als Folgekultur (transgener Kartoffeln) erwies sich für die Nachkontrolle als wenig praktikabel“.

Die Kritik an der festgelegten Sicherheitsmaßnahme bezieht sich zum einen auf den festgelegten Zeitpunkt der Entfernung des Durchwuchs, der als zu früh bewertet wird, und zum anderen auf die geeignete bzw. ungeeignete Folgekultur. Die Art der Folgekultur wurde bisher nie vorgeschrieben. Es wurde teilweise das Brachfallenlassen der Fläche gefordert oder es wurden alternative Folgefrüchte vorgeschlagen mit dem Hinweis, dass die Nachkontrolle nicht behindert werden dürfe.

Vorzeitiger Versuchsabbruch

Zu den 156 betrachteten Freisetzungsanträgen gibt es in 39 (25%) Fällen keine Angaben, ob es einen Abbruch des Versuches an einem der zum Antrag gehörenden Standorte gegeben hat. Dies liegt in der Regel daran, dass einige Versuche erst im Jahr 2003 begonnen haben und daher noch keine Berichte vorliegen. Von den 117 Versuchen, zu denen Angaben vorliegen, wurden 37% in mindestens einem Ver-

suchsjahr an mindestens einem Standort abgebrochen. 63 % der Versuche, zu denen Angaben vorliegen, konnten ohne Störungen durchgeführt werden.

Bei Freisetzungsversuchen, die über mehrere Jahre oder an verschiedenen Standorten durchgeführt wurden, können mehrere Gründe zu einem Versuchsabbruch geführt haben. Daher werden bei der Auflistung nach Abbruchgründen (Tabelle 11) manche Versuche mehrfach gezählt. Daher ist die Gesamtzahl abgebrochener Freisetzungsversuche hier höher als in Tabelle 10.

Tab. 10: Abbrüche bei Freisetzungsversuchen nach Kulturarten (1993 bis 2003)

	Anträge mit Berichten zu Versuchsabbrüchen	Anzahl der Abbrüche	in % der Anträge
Mais	18	9	50
Raps	32	19	59
Zuckerrübe	21	11	52
Kartoffel	36	4	11
Sonstige	10	0	0
Gesamt	117	43	37

Betrachtet man die Abbrüche nach Kulturarten, so fällt auf, dass bei Raps, Mais und Zuckerrüben die Hälfte aller Versuche in mindestens einem Versuchsjahr an mindestens einem Standort abgebrochen wurde. Dagegen waren nur 11% aller Kartoffelversuche und keiner der sonstigen Kulturpflanzen wie Pappeln, Tabak etc. betroffen. Bei der Auswertung der Versuchsabbrüche hinsichtlich der Abbruchgründe können die Gründe in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Witterung/Versuchsverlauf
- Beeinträchtigung durch Versuchsgegner
- Sonstiges

Dabei beinhaltet die Kategorie „Sonstiges“ Gründe zum Abbruch wie den Stopp der Versuchsprogramme (dreimal), den vorzeitigen Abschluss von Untersuchungen (zweimal), aber auch falsche Aussaat (einmal an einem Standort) oder die Entdeckung eines größeren Promotors im Konstrukt der transformierten Pflanzenart (einmal). Diese Unstimmigkeit wurde bei Kontrolle von Kreuzungsprodukten entdeckt und der Versuch daraufhin abgebrochen.

Insgesamt waren 46% der Abbrüche auf witterungs- und anbautechnische Gründe zurückzuführen. 32% der Abbrüche waren durch Feldzerstörungen oder andere Ver-

suchsbeeinträchtigungen durch Freisetzungsgegner bedingt und 22% der Abbrüche kamen durch sonstige Gründe zustande. Die einzelnen Gründe und deren Häufigkeit können Tabelle 11 entnommen werden.

Tab. 11: Übersicht über die Gründe von Versuchsabbrüchen

Abbruchgrund	Betroffene Standorte
Witterung/Versuchsverlauf	32 (Summe)
Auswinterung	8
Ungleichmäßiger Aufgang	6
Verschlämmung/Überflutung	6
starker Unkrautdruck/Schädlingsbefall	4
Durchwuchs-Raps	3
Wildschweinschaden	2
ungleiche Wuchshöhe in den Parzellen	1
trockenheits- und krankheitsbedingte Unregelmäßigkeiten	1
kein Auflauf der GVO	1
Trockenschäden	1
Behandlungsfehler (Spritzmittel; Herbizide) und daraus resultierende Pflanzenverluste	1
Einfluss von Gegnern	22 (Summe)
Zerstörung	16
Feldbesetzung	6
Sonstiges	15 (Summe)
Versuchsprogramme werden nicht fortgesetzt	3
Unbekannt	3
Verdacht auf viroid-(PSTVd)-infizierte Kartoffelknollen, Vernichtung angeordnet	2
Ergebnisse nicht viel versprechend genug	1
irrtümlich falsche Linie ausgesät	1
Unstimmigkeiten im Pachtvertrag	1
Merkmalsausprägung in nicht-gewünschter Form	1
unter neuer RKI-Nr. weiter	1
Untersuchungen abgeschlossen	1
größerer Promotor	1

3.4.3 Bewertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen

Die Analyse der Berichte macht deutlich, dass die Bewertung der Effektivität von vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen nur in Einzelfällen in direktem Zusammenhang mit der regulären Versuchsdurchführung vorgenommen werden kann. Um die Effektivität beurteilen zu können, müssten gezielte Fragestellungen zur Wirksamkeit der Sicherheitsmaßnahmen bearbeitet werden. Die betrachteten Freisetzungsvor-

che wurden zum größten Teil durchgeführt, um agronomische Daten zu den gentechnisch veränderten Pflanzen zu erheben. Die aus diesen Fragestellungen resultierenden Versuchsanlagen und Untersuchungsschwerpunkte geben nur selten Aufschluss über die Wirksamkeit der vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen.

Um eine geeignete Bewertungsgrundlage zu schaffen, müssten vergleichende Untersuchungen durchgeführt werden, bei denen gezielt auf Sicherheitsmaßnahmen verzichtet wird, um aus der Gegenüberstellung Ableitungen zur Effektivität dieser Sicherheitsmaßnahmen durchführen zu können. Eine leicht verbesserte Bewertungsgrundlage könnte durch detailliertere Betreiberangaben zur Versuchsüberwachung erreicht werden.

Die hier dargestellten Bewertungsversuche beziehen sich primär auf die Angaben der Betreiber in den Berichten. Hinzugezogen wurden Ergebnisse aus den Begleitforschungsprojekten oder anderen Forschungsvorhaben, die hilfreich sind für die Bewertung der Effektivität sind.

Sachkundenachweis

Der Sachkundenachweis gemäß GenTG und GenTSV wird bei allen Freisetzungsgenehmigungen als Grundvoraussetzung für den Projektleiter gefordert. Trotz dieses Sachkundenachweises sind menschliches Versagen oder Fehler bei der Versuchsdurchführung nicht zu vermeiden gewesen, wie es im Kapitel „Unregelmäßiger Versuchsverlauf“ im Einzelnen dargestellt ist. Diese Abweichungen konnten durch die geforderte Sachkunde der Projektleiter nicht vermieden werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ohne spezielle Qualifizierung der Projektleiter und Einweisungen aller Mitarbeiter zum Umgang mit den transgenen Pflanzen mehr Fehler gemacht würden. Im Zusammenhang mit den gemachten Fehlern stellt sich die Frage, ob die Qualifizierung der Projektleiter oder die Schulung der Mitarbeiter verbessert werden muss.

Überwachung der Versuche durch die Landesbehörden

Die Überwachung der Freisetzungversuche durch die zuständigen Landesbehörden ist als generelle Maßnahme des Gentechnikrechts vorgesehen und in den Genehmigungsbescheiden explizit gefordert. Sie ist als effektive Maßnahme zu betrachten,

obwohl im Rahmen dieser Studie keine Vergleichsmöglichkeit zu Versuchen möglich ist, bei denen die Überwachung in einer anderen Form stattgefunden hätte oder gar nicht gegeben gewesen wäre. In der Regel werden die Versuche bei Aussaat und Ernte vor Ort begleitet und sonst unregelmäßig durch Kontrollbesuche auch während der Nachkontrollzeit, überwacht. Die oben beschriebenen Fälle von Abbrüchen wegen der Nutzung falschen Saatgutes oder falsch charakterisierter Transformanten zeigen, dass die Überwachungsbehörden im Rahmen ihrer Tätigkeit Verstöße gegen die Genehmigungsvoraussetzungen aufdecken können.

Aufzeichnungs- und Berichtspflicht

Den Betreibern von Freisetzungsversuchen sind durch die Genehmigungsbehörde Vorgaben zu Form und Inhalt der verschiedenen Berichte zu Verfügung gestellt worden. Die Effektivität der Sicherheitsmaßnahme Aufzeichnungs- und Berichtspflicht ist durch die Einführung der Vorgaben gesteigert worden. Das Berichtswesen ist deutlich strukturierter und transparenter geworden. Es konnte durch die gezielte Abfrage von sicherheitsrelevanten Informationen gewährleistet werden, dass die Wahrnehmung dieser sicherheitsrelevanten Aspekte bei den Verantwortlichen gestärkt wird. Die Vorgaben führen nicht nur dazu, dass den Berichten mehr Information zu entnehmen ist und damit die Kontrollmöglichkeit verbessert wird, sondern auch dazu, dass seitens der Betreiber gezielter auf die angesprochenen Berichtspunkte geachtet wird. Es besteht dennoch Verbesserungsbedarf.

Ein Vergleich der Berichte vor und nach Einführung der Vorlage zeigt, dass in beiden Zeiträumen nicht immer genau nach den Vorgaben zu Inhalt und Form berichtet wurde. In mindestens 3 Fällen entsprachen die Berichte überhaupt nicht den Vorgaben, wobei der Übergang zwischen sinnvoller Anpassung der Vorgaben an die spezifischen Versuchsverhältnisse und einer ungeeigneten Abweichung vom Berichtsschema fließend ist. Teilweise wurden auch grobe Abweichungen, wie das Vertauschen von Saatgut oder die Nichtbefolgung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen nicht dokumentiert.

Bei Betrachtung der Freisetzungsversuche im vereinfachten Verfahren mit teilweise über 50 Standorten ist die Effektivität des Berichtswesens auch nach Einführung der Vorgaben nicht ausreichend. Es mussten in einer Reihe von Fällen Unstimmigkeiten festgestellt werden. Diese bezogen sich entweder auf die Benennung der Antragsnummern und der damit verbundenen transgenen Pflanzen oder auf die Angabe des konkreten Versuchs- bzw. Nachkontrolljahres, für den der Bericht gilt. Die Vielzahl

der Standorte macht hier noch striktere formelle Vorgaben an die Berichtsform notwendig, um die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen zu steigern.

Die Erhöhung der Effektivität im Berichtswesen führt dazu, dass die Datengrundlage zur Bewertung der Arbeitsabläufe und Ergebnisse im Umfeld einer Freisetzung besser beurteilt werden kann. Dies führt wiederum zu einer besseren Bewertungsgrundlage zur Einschätzung der anderen Sicherheitsmaßnahmen.

Beschilderung und Einzäunung

Die Beschilderung von Versuchsflächen und deren Einzäunung wurde im zweiten Erhebungszeitraum in der Regel nur noch dann gefordert, wenn die Versuchsfläche frei zugänglich war und gentechnisch veränderte Kulturpflanzenarten freigesetzt wurden, deren Entnahme durch Passanten befürchtet werden muss. Zu einer solchen möglichen Entnahme von Pflanzenmaterial bei Freisetzungsversuchen wurden in den Berichten keine Angaben gemacht. Eine mögliche Entnahme aus nicht eingezäunten Versuchen ist schwer kontrollierbar, weswegen hierzu nicht zwangsläufig Angaben in den Berichten hätten stehen müssen. Demzufolge kann auch die Effektivität dieser Maßnahme nicht anhand der vorliegenden Daten bewertet werden.

Eine Störung von Versuchen war nach der Datenlage aus den eingereichten Berichten nicht von der Einzäunung eines Versuches abhängig. Versuchszerstörungen können durch Wildschutzzäune nicht verhindert werden. Ob Zäune, die wie Wildschutzzäune ohne größeren Aufwand überwindbar sind, einen Schutz vor Zerstörungen mit rein vandalischem Hintergrund sind, kann nicht bewertet werden, da hierzu die Vergleichsmöglichkeit zwischen eingezäunten und nicht-eingezäunten Versuchen mit der gleichen Kulturart an ähnlichen Standorten fehlt.

Reinigung der landwirtschaftlich genutzten Maschinen

Um die Effektivität der Reinigungsmaßnahmen bewerten zu können, hätten von den Betreibern Kontrollen der Reinigungen durchgeführt und das Ergebnis der Kontrollen dokumentiert werden müssen. Diese Informationen sind nicht Teil der ausgewerteten Betreiberberichte, so dass für diese Studie die empirische Datengrundlage zur Bewertung der Effektivität dieser Sicherheitsmaßnahme fehlt.

Aus theoretischen Erwägungen ist jedoch abzuleiten, dass eine Reinigung die Gefahr der Verschleppung von transgenem Saatgut vermindern wird. Ob eine dokumentierte Kontrolle der Reinigungsmaßnahmen zu einer effektiveren Vermeidung der Verschleppung führen würde, kann hier nicht bewertet werden.

Verhinderung der Blütenbildung

Die Bildung von Blüten zu verhindern, stellt die effektivste Sicherheitsmaßnahme zur Verhinderung einer Auskreuzung von Genen aus transgene Pflanzen dar (siehe Kapitel 3.2.2. und 3.4.4). Die Vorgabe, dass keine transgenen Pflanzen zur Blüte kommen, kann jedoch nur gemacht werden, wenn die versuchstypischen Fragestellungen nicht das Blühen aller oder eines Teils der Versuchspflanzen erfordern.

Die Effektivität der Sicherheitsmaßnahme „Verhinderung der Blütenbildung“ kann zudem durch die kulturartspezifischen Eigenschaften der freigesetzten Pflanzenart beeinflusst werden. Bei Pflanzen mit unscheinbaren oder sich schnell entwickelnden Blüten können vereinzelt blühende Pflanzen auftreten, weil sie bei Kontrollen übersehen wurden.

Bei Versuchen mit **Kartoffeln** besteht die Möglichkeit eine Verhinderung der Blütenbildung vorzuschreiben, wobei die Frage der Effektivität hier besonders betrachtet werden muss. Kartoffelpflanzen von jeder Blüte vor deren Öffnung zu befreien, ist nur bei wenigen Versuchspflanzen durch intensive Überwachung möglich. Weiterhin stellt die Verhinderung der Blütenbildung bei Kartoffeln aus praktischen Gesichtspunkten eine ineffektive Methode dar, da bei der Vielzahl der Blüten wahrscheinlich vereinzelt Blüten unentfernt bleiben. Hinzu kommt, dass bei Kartoffelversuchen die Effektivität der zeitlichen Begrenzung nicht wesentlich gesteigert werden kann, wenn man die Bildung von Samen gänzlich unterbindet. Die Entstehung von Kartoffelpflanzen aus Samen unter den in Deutschland gegebenen Feldbedingungen ist möglich, wie in Versuchen des ZALF (Becker et al. 2005) deutlich gezeigt werden konnte. In den Nachkontrollen zu Freisetzungsversuchen wird ein Durchwuchs aus Kartoffelsamen in der Regel aber nicht beobachtet. Eventuell auflaufende Keimlinge können durch die Bodenbearbeitung effektiv vernichtet werden (Neuroth 1997).

Die Freisetzungsversuche mit **Zuckerrüben** wurden in der Regel immer mit der Auflage zur Entfernung von blühenden Zuckerrübenpflanzen – Schossern – versehen. Schosser treten bei kultivierten Zuckerrüben regelmäßig auf und deren Entfernung

gehört zu den normalen Maßnahmen in der guten landwirtschaftlichen Praxis. Sie stören im regulären Landbau die Ertragssituation und können zu Problemen durch Unkrautrüben führen (Driessen et al. 2001; Mücher et al. 2000). Bei Freisetzungsversuchen, bei denen im Freiland blühende Pflanzen zur Saatgutproduktion oder für Begleitforschungsprojekte abblühen müssen, wird die generelle Auflage zu Blütenentfernung nicht ausgesprochen werden.

In den Betreiberberichten wird nicht darauf hingewiesen, dass Schosser auf den Versuchsfeldern mit vegetativen Rüben aufgetreten wären, die nicht vor der Blütenbildung entfernt werden konnten. Die Effektivität der Maßnahme „Schosserentfernung“ scheint durch die gewählten Kontrollintervalle zur Überprüfung des Auftretens gewährleistet.

Bei Versuchen mit blühenden Zuckerrüben bestand die Auflage, im Umkreis von 500 oder 1000m auf Zuckerrübenfeldern Schosser zu entfernen und auch alle weiteren Flächen in diesem Umkreis auf das Vorhandensein von weiteren Hybridisierungspartnern (Unkrautrüben) zu kontrollieren. Es wurde nicht berichtet, dass die Schosserentfernung im Umfeld der Versuchsfläche nicht rechtzeitig hätte durchgeführt werden können, oder dass sonstige Hybridisierungspartner gefunden wurden.

Isolationsabstand, Mantelsaat und Randstreifen

Die Effektivität von unterschiedlichen Breiten von Isolationsabständen und Mantelsaaten oder die Kombination dieser beiden Sicherheitsmaßnahmen lässt sich daran messen, ob es trotz dieser Auflagen zu Auskreuzungen aus dem Freisetzungsversuch kommt. Die Angabe aus den Betreiberberichten lassen im Allgemeinen jedoch keine Rückschlüsse auf die Effektivität von Isolationsabständen und Mantelsaaten zu, da im Rahmen der Versuchsdurchführung – wenn nicht in speziellen Begleitforschungsprojekten adressiert – keine Fangpflanzen aufgestellt wurden oder andere Maßnahmen zur Erhebung von Messdaten ergriffen wurden die das Ausmaß der Pollenverbreitung über das Versuchsfeld hinaus dokumentieren können.

Die Frage der Auskreuzung ist in verschiedenen Projekten der Begleitforschung (z.B. Dietz-Pfeilstetter & Zwirger 2004, Saure et al. 2000) thematisiert worden, zu denen Ergebnisse unter www.biosicherheit.de einsehbar sind¹⁰. Für Raps werden hier Werte

¹⁰ Raps: www.biosicherheit.de/projekte/3.proj.html, www.biosicherheit.de/projekte/108.proj.html,
www.biosicherheit.de/projekte//144.proj.html
Mais: www.biosicherheit.de/projekte/106.proj.html

von etwa 0,1% Einkreuzung in 50m Entfernung von der transgenen Pollenquelle für fertilen Raps als Empfängerpflanze angegeben. In direkt benachbarten Parzellen von konventionellem und transgenem Raps lag die Auskreuzungsrate im Durchschnitt bei 0,3 %. Die Pollenmenge, ausgehend von einer Quelle mit transgenem Raps, sinkt in 10m Entfernung auf etwa 4 bis 5% der Menge im Feld. In verschiedenen anderen Studien, bei denen mit sterilen Rapspflanzen als Pollenfänger gearbeitet wurde, konnten auch wesentlich höhere Auskreuzungsraten ermittelt werden.

Für Mais ergab sich mit starker Abhängigkeit von der Windrichtung in 50m Entfernung eine Auskreuzungsrate um 1%. Auch für Mais wurden, insbesondere in älteren Untersuchungen mit teilweise unklaren Versuchsbedingungen und bei Versuchen mit entfalteten¹¹ Empfängerpflanzen, höhere Auskreuzungsraten gefunden¹².

Die Anlage von Randstreifen kann bei Versuchen mit Kartoffeln dem Isolationsabstand entsprechen; bei anderen Versuchen bieten Randstreifen die Möglichkeit, die Bearbeitungsaufgaben auch auf das nahe Umfeld der Freisetzungsfäche auszuweiten.

Die Effektivität von Mantelsaaten aus Pflanzen der gleichen Kulturarten wie der des GVO muss getrennt betrachtet werden von Mantelsaaten, die beispielsweise aus Hanfpflanzen bestehen und zur Begrenzung von Zuckerrübenversuchen angelegt wurden. Letztere stellen lediglich eine physikalische Barriere zur Verminderung des Pollenfluges dar. Mantelsaaten aus Pflanzen der freigesetzten Kulturart haben darüber hinaus auch noch eine biologische Abschirmwirkung. pollenübertragende Insekten verlieren in den Pflanzen der Mantelsaat einen Teil ihre Fracht an transgenem Pollen. Bei windbestäubten Pflanzen wird ein Teil der transgenen Pollen schon in den ersten Metern im Umfeld der Fläche mit den transgene Pflanzen abgefangen.

Aus den Betreiberberichten können keine Erkenntnisse gewonnen werden, dass es trotz Einhaltung der Isolationsabstände und Mantelsaataufgaben zu Auskreuzungen gekommen wäre. Aus dieser Warte können die Sicherheitsmaßnahmen Isolationsabstand und Mantelsaat bedingt als effektiv bewertet werden. Aus theoretischen Erwägungen ist jedoch abzuleiten, dass es insbesondere bei transgenen, insektenbestäubten, aber auch bei windbestäubten Pflanzenarten, auch trotz Einhaltung des Isolationsabstandes zur Verfrachtung von Pollen über den Isolationsabstand hinaus kommen kann. Ob in Zusammenhang mit dieser Pollenverbreitung auch eine Auskreuzung

¹¹ pollentragende Spitzen der Pflanzen entfernt

¹² vgl. Öko-Institut e.V., Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen
www.oeko.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=f022eb73ff1e9d5aed99cdacf0be9d10

zung stattgefunden hat, lässt sich mangels Datengrundlage nicht beurteilen. In den Betreiberberichten werden keine Auskreuzungen dokumentiert. Allerdings gehörte die Suche nach derartigen Auskreuzungen im Regelfall nicht zu den behandelten Fragestellungen der Versuche. Auch unter Berücksichtigung der oben genannten Ergebnisse der Begleitforschungsprojekte lässt sich die Effektivität von Isolationsabständen und Mantelsaaten oder die Kombination dieser beiden als Sicherheitsmaßnahmen nur unzureichend bewerten. Zudem ist die Frage der Effektivität einer Maßnahme anhängig von dem Ziel, das mit der jeweiligen Maßnahme erreicht werden soll. Hierbei ist eine Minimierung der Auskreuzungswahrscheinlichkeit eine grundsätzlich andere Zielvorgabe, als die absolute Vermeidung einer Auskreuzung.

Die Forderung und *Anlage von Randstreifen*, für die spezielle Vorschriften zur Bearbeitung gelten, stellt eine effektive Methode dar, um die Anforderungen an die Bearbeitungsmaßnahmen auch für den nahen Umgebungsbereich der Freisetzung zu gewährleisten. Hiermit ist eine effektivere Begrenzung der Freisetzung verbunden.

Entfernung von Hybridisierungspartnern

In den Betreiberberichten sind keine Vorfälle dokumentiert, die an der Effektivität der Sicherheitsmaßnahme Entfernung von Hybridisierungspartnern zweifeln lässt. Es ist daher davon auszugehen, dass die Entfernung von Hybridisierungspartnern die Auskreuzung unterbindet und dadurch ein sehr effektives Mittel zur Begrenzung der Freisetzung ist. Die Umsetzung ist entsprechend den Betreiberberichten praktikabel.

Für **Mais** und **Kartoffeln** wurde diese Maßnahme in den Genehmigungspraxis nicht gefordert und eine innerartliche Auskreuzung über Isolationsabstände unterbunden bzw. reduziert.

Bei **Zuckerrüben** ist die Entfernung von Hybridisierungspartnern in Brachen oder anderen Kulturen gut zu bewerkstelligen und daher als effektiv zu bewerten. Bei Kulturflächen mit nicht blühenden Zuckerrüben in der Umgebung der Freisetzungsfelder ist die Entfernung sämtlicher Schosser und Unkrautrüben mit einem großen Aufwand verbunden, aber ebenfalls möglich. Die Effektivität ist hier auch vom Kontrollintervall abhängig, um die Blütenbildung rechtzeitig zu unterbinden. Das Kontrollintervall wurde bei Versuchen mit blühenden Zuckerrüben nicht direkt vorgegeben. Die Verantwortung, die Kontrolle in angemessenen Abständen durchzuführen, um ein Blühen von Hybridisierungspartnern im Isolationsabstand zu verhindern, lag dadurch

beim Betreiber. Es wurden in den Berichten keine Angaben gemacht, dass die Kontrollintervalle zu lang gewählt wurden, um potentielle Hybridisierungspartner rechtzeitig vor der Blüte zu entfernen.

Weitergehende Aussagen zur Effektivität der Entfernung von Hybridisierungspartnern ließen sich, wie bei der Bewertung von Isolationsabständen, nur durch die Suche nach Auskreuzungsprodukten außerhalb der festgelegten Isolationsabstände machen. Da Hybridisierungspartner der Zuckerrübe in Wildhabitaten in Deutschland so gut wie nicht vorhanden sind, beschränkt sich die mögliche Forschung hier im Wesentlichen auf Unkrautrüben auf Kulturflächen. Allerdings ist auch hier die Entfernung der Hybridisierungspartner im Rahmen der landwirtschaftlichen Praxis der Regelfall. Untersuchungen zum Vorkommen von Transgensequenzen in Samen von Unkrautrüben oder Schossern auf Flächen, angrenzend an den Isolationsabstand um Freisetzungsversuche mit transgenen Zuckerrüben, wurden bisher nicht durchgeführt.

Behandlung des Erntegutes und der Versuchsfelder nach der Ernte

Die Vorgaben zur Behandlung des Erntegutes und der Versuchsfelder sind in der Genehmigungspraxis des zweiten Erhebungszeitraumes bei allen freigesetzten Kulturpflanzenarten ähnlich festgelegt worden. Bei der Behandlung des Erntegutes wurde einheitlich darauf Wert gelegt, dass es nicht zu einer unkontrollierten Verschleppung kommt und nicht benötigtes Material inaktiviert wird, wenn es nicht für weitere Versuche und Analysen benötigt wird. Diese Maßnahmen tragen, bei sorgfältiger Umsetzung, entscheidend zur Minimierung des Ausbreitungsrisikos bei. Aus den Betreiberberichten finden sich keine Hinweise, die auf eine unsachgemäße Inaktivierung und auf unzureichende Sorgfalt beim Transport hindeuten. Auch finden sich keine Informationen auf Unregelmäßigkeiten, die auf die Notwendigkeit zur Optimierung der Verfahrensabläufe hindeuten. Es lässt sich nicht ableiten, dass die Sicherheitsmaßnahmen zur Behandlung von Erntegut und Versuchsfelder möglicherweise effizienter gestaltet werden müssten. Theoretisch wären hier FreigabeprozEDUREN nach der Reinigung von Transportmaschinen bei größeren Versuchsanlagen oder beispielsweise die unabhängige Kontrolle der Transportverpackung durch Dritte eine Möglichkeit zur Verbesserung.

Für die Behandlung der Versuchsfelder gilt im Zeitraum nach 1998 in der Regel die nicht pflügende Bodenbearbeitung, die Festlegung von erlaubten Nachbaukulturen oder die Vorgabe, die Versuchsfelder für einen gewissen Zeitraum brach fallen zu

lassen. Nur sehr vereinzelt konnten in den Betreiberberichten Angaben dazu gefunden werden, ob die gewählten bzw. vorgeschriebenen Nachbaumaßnahmen sinnvoll waren, um eine ungestörte Nachkontrolle zu gewährleisten. So findet sich in einem Bericht (6786-01-51) die Aussage, dass der Habitus des Durchwuchs-Raps – (schmale Pflanze ohne Seitentriebe) so sei, dass er schwer in Getreide zu finden wäre. Durchwuchs-Raps könne dort erst bei beginnender Blüte gefunden werden. Diese Aussage deutet darauf hin, dass der Nachbau von Getreide die Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit Raps stören kann und daher ungeeignet erscheint.

Bei Freisetzungsversuchen mit transgenem Raps wurde allgemein ein Verfahren der Bodennachbehandlung im Anschluss an die Ernte und im Folgefrühjahr gefordert, dass zum Aufkeimen ausgefallenen Rapssamens führen soll. Eine Kombination von Keimung ggf. mit Beregnung und flacher Bodenbearbeitung soll die Vernichtung des Ausfall-Rapses ermöglichen. Eine Ausnahme bildet hier nur der Versuch zum Antrag 6786-01-129, bei dem verschiedene Bodenbearbeitungsmethoden vor dem Hintergrund der Samenbankbildung untersucht werden. Zur Effektivität dieser speziellen Bodenbearbeitung kann anhand der Betreiberberichte zum Durchwuchs von transgenem Raps gefolgert werden, dass auch diese Methode nur Teile der heruntergefallenen Samen zur Keimung bringt. Ein weiterer Teil bleibt nach der Ernte im Boden und wurde als Durchwuchs-Raps in den Folgejahren registriert. Ob die beschriebene spezielle Bodenbearbeitungsmaßnahme effektiver war als eine herkömmliche und ob ohne diese Maßnahme mehr Durchwuchs-Raps in den Folgejahren zu verzeichnen gewesen wäre, lässt sich anhand der zu Verfügung stehenden Daten nicht beurteilen. Hierzu müssten vergleichende Studien mit verschiedenen Bearbeitungsformen in statistisch aussagekräftigem Umfang durchgeführt werden. Derartige Untersuchungen werden in noch laufenden Begleitforschungsprojekten durchgeführt¹³. In diesen Untersuchungen gibt es bisher zumindest Aussagen dazu, dass eine pfluglose Bodenbearbeitung wesentlich höhere Keimraten beim Ausfallraps begünstigt und daher einer Dormanzbildung der Samen vorbeugt. Hinzuweisen ist auf die bekannte Fähigkeit von konventionellem Rapssamen, die Keimfähigkeit auch noch nach bis zu 7 oder gar 10 Jahren im Boden nicht gänzlich zu verlieren (Beismann et al. 2003; Schlink 1995, 1998).

Ein wichtiges Ergebnis zur Bewertung der Effektivität der geforderten Bodenbehandlung findet sich in den Berichten zu Freisetzungsversuchen mit transgenen Zuckerrü-

¹³ www.biosicherheit.de/projekte/6.proj.html, www.biosicherheit.de/projekte/143.proj.html, www.biosicherheit.de/projekte/144.proj.html

ben. Es wird hier von Durchwuchs in transgenen Zuckerrüben im ersten Jahr nach der Freisetzung berichtet. Zum einen ist dieser Durchwuchs durch Samen bedingt. Dieses Risiko wurde bei der Festlegung der Nachkontrolldauer berücksichtigt und führte dazu, dass Versuche mit Samenbildenden Zuckerrüben mit einer längeren Nachkontrolldauer (i.d.R. 3 Jahre) belegt wurden als Versuche, in denen nur mit vegetativen Zuckerrüben gearbeitet wurde. Zum anderen wird in den Nachkontrollberichten zum Anbau von vegetativen Zuckerrüben jedoch auch in 17 Fällen von Durchwuchs im ersten Jahr der Nachkontrolle berichtet, der durch Austrieb aus vegetativen Teilen des Rübenkörpers bedingt war. Die Entsorgungsmethode für Zuckerrüben auf der Freisetzungsfäche sieht im Regelfall ein Zerkleinern und eine flache Einarbeitung in den Boden vor. Die Effektivität dieser Maßnahme ist jedoch nicht ausreichend, um das Auftreten von Durchwuchs im Folgejahr verhindern zu können. Um die Effektivität der Entsorgungsmaßnahme zu steigern, wären Angaben zur Art der Zerkleinerung hilfreich.

Nachkontrolle

Die Nachkontrolle als Sicherheitsmaßnahme bezieht sich weniger auf die Gewährleistung einer Begrenzung der Freisetzung als vielmehr auf die Beobachtung der Auswirkungen. Als effektiv kann die Maßnahme bezeichnet werden, sofern die Ergebnisse der Nachkontrollen verwertbare Informationen über einen geeigneten Nachkontrollzeitraum liefern. Die Ergebnisse der Nachkontrolle bilden eine wichtige Grundlage, um die Dauer des Nachkontrollzeitraumes und die Art und Weise ihrer Durchführung festzulegen.

Bei Freisetzungsversuchen mit **Mais** wurden bei den bis März 1995 genehmigten 10 Anträgen fünf Jahre Nachkontrolle gefordert. Zwei weitere Bescheide des Jahres 1995 schrieben nur ein Jahr Nachkontrolle vor. Diese Reduktion der Nachkontrollphase mit der Option einer Verlängerung falls Durchwuchs auftritt, passt zu dem Umstand, dass kein Durchwuchs im zweiten Folgejahr oder später gefunden wurde. Allerdings werden auch in je einem weiteren Bescheid in den Jahren 1995, 1996 und 1998 erneut 5 Jahre Nachkontrolle gefordert. Da sich in den Berichten gezeigt hat, dass sich nach dem ersten Jahr kein Durchwuchs an transgenem Mais auf den Versuchsflächen finden lässt, wäre die Nachkontrolle auch dann ausreichend und effektiv gewesen, wenn der Zeitraum nur ein Jahr mit Verlängerungsoption betragen hätte.

Ähnlich verhält es sich bei den Nachkontrollen bei Versuchen mit transgenem **Raps**. Auch hier wurden anfangs fünf Jahre Nachkontrolle gefordert. Die Betreiberberichte lassen den Schluss zu, dass nach dem dritten Nachkontrolljahr der Anteil der Standorte, an denen Durchwuchs-Raps gefunden wird, sinkt. Effektiv war die Wahl des Nachkontrollzeitraumes dahingehend, dass durch das Berichtswesen Ergebnisse vorliegen, in welchem Umfang nach der Freisetzung mit dem Auftreten von transgenem Raps gerechnet werden muss. Der Nachkontrollzeitraum für Freisetzungsversuche mit transgenem Raps wurde zwischenzeitlich von 5 auf 3 oder 2 Jahre reduziert und dann wieder leicht erhöht, so dass derzeit 3 Jahre mit Verlängerung um jeweils ein Jahr bei Durchwuchs im letzten Jahr der Nachkontrolle gefordert werden. Durch die Verlängerungsoption ist eine effektive Nachkontrolle des Durchwuchses von transgenem Raps auf den Versuchsflächen in den Folgejahren gewährleistet, unabhängig davon, in wie vielen Jahren tatsächlich Durchwuchs auftritt. Zu diskutieren sind die Gründe dafür, dass in vier bzw. fünf Fällen von Nachkontrolljahren berichtet wurde, in denen kein Durchwuchs-Raps auftrat, gefolgt von weiteren Jahren, die wieder Durchwuchs zeigten. Ob die Jahre ohne Durchwuchs mit unterschiedlichen Bodenbearbeitungsmaßnahmen zusammen hängen, im Rahmen der üblichen statistischen Schwankungen liegen oder ob es sich um ungenaue Kontrollen handelt, bei denen der Durchwuchs übersehen wurde, ist anhand der vorliegenden Daten nicht zu beurteilen. Nach den vorliegenden Informationen wäre eine Nachkontrolle mit Beendigung nach zwei durchwuchsfreien Jahren als effektiver zur Gewährleistung einer umfassenden Kontrolle zu bewerten.

Auch bei Freisetzungsversuchen mit transgenen **Zuckerrüben** ist durch die Nachkontrollberichte eine gute Bewertungsgrundlage zur Beurteilung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen geschaffen worden. So konnte aus den Durchwuchsangaben abgeleitet werden, dass das Auftreten von Durchwuchs-Rüben nicht nur über eingebrachte Samen zu erwarten ist, sondern dass es auch zu Austrieb von Zuckerrübenpflanzen an Resten des zerkleinerten Pflanzenmaterials des Vorjahres kommen kann. Dieser Durchwuchs wurde im vorgegebenen Nachkontrollzeitraum erkannt und beseitigt. Die Sicherheitsmaßnahme Nachkontrolle in Kombination mit dem gewählten Zeitraum kann daher als effektiv bewertet werden. Da auch bei Versuchen mit generativen Zuckerrüben über das erste Nachkontrolljahr hinaus kein Durchwuchs gefunden wurde, ist zu fragen, ob eine unterschiedliche Nachkontrolldauer für Versuche mit und ohne Blüten- und Samenbildung notwendig ist. Die in den letzten Genehmigungsbescheiden auferlegte Nachkontrolldauer betrug ein Jahr mit eventueller Ver-

längerung bei Durchwuchs für Versuche mit vegetativen Pflanzen und drei Jahre für die Versuchsteile, bei denen Zuckerrüben auch zur Blüte kamen. Eine gesteigerte Effektivität der Nachkontrolle durch eine Verlängerung des Nachkontrollzeitraumes auf mehr als ein Jahr ist nicht zu erkennen.

Bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch veränderten **Kartoffeln** wurden uneinheitlich ein oder zwei Jahre Nachkontrolle gefordert. An ca. 38% der Standorte trat nicht nur im ersten, sondern auch im zweiten Folgejahr noch Durchwuchs auf. In der derzeitigen Genehmigungspraxis ist die Option der Verlängerung der Nachkontrolle bei Durchwuchs „um jeweils ein Jahr“ üblich. Durch diese Option ist ein geeigneter Nachkontrollzeitraum gewährleistet, auch wenn nur ein Jahr Nachkontrolle gefordert war. Die derzeit geforderte Nachkontrolle bei Freisetzungsversuchen mit transgenen Kartoffeln kann daher als ausreichend und effektiv bewertet werden.

4. Empfehlungen

4.1 Empfehlungen für die künftige Genehmigungspraxis und Vollzugsarbeit

4.1.1 Vorschläge zur Verbesserung von Berichten

Nach Artikel 10 der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) und der Kommissionsentscheidung zum EU-Berichtsformular (2003/701/EG) sind EU-weit vereinheitlichte Berichte zu Freisetzungsversuchen zu erstellen. Im Rahmen der Umsetzung der neuen Freisetzungsrichtlinie wird zurzeit von der Genehmigungsbehörde an einer Aktualisierung der Vorlage (siehe Anhang I) zur Erstellung der Berichte gearbeitet. Auch im Hinblick auf diese anstehende Aktualisierung wurden Vorschläge zur Verbesserung der Vorgaben erarbeitet, die sich durch die zusammenfassende Auswertung der aller Berichte ergeben haben.

Ein Großteil der vorgeschlagenen Neuerungen ist formaler Art. Insbesondere bei Anträgen mit mehreren Standorten liegen so viele einzelne Berichte vor, dass gewisse zusätzliche formale Angaben eine Auswertung, auch für die Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen, deutlich erleichtern würden.

Die allgemeinen Vorschläge, die alle vier „Berichtarten“ betreffen, ergeben sich zum Teil auch aus den bestehenden Vorgaben. Sie sind jedoch essentiell, für die Auswertbarkeit und werden daher hier besonders hervorgehoben.

A) Die Berichte sollten eine einheitliche Benennung erhalten.

Als Vorschlag scheinen die Benennungen „*Zwischenbericht*“, „*Abschlussbericht*“, „*Nachkontrollbericht*“ und - neu eingeführt - „*Endbericht*“ sinnvoll. In verschiedenen Berichten fanden sich auch Formulierungen wie: „*Zwischenbericht Nachbeobachtung*“ oder auch „*Endbericht*“, den es bis dato noch nicht gab. Auch inhaltlich waren die Angaben nicht immer einer bestimmten Versuchsphase zuzuordnen. Manche Berichte hatten sowohl Angaben zur Freisetzung als auch zur Nachkontrolle zum Inhalt. Mit einer konsequenteren Benennung der Berichtsform, könnte hier eine verbesserte Zuordnung der Angaben und gesteigerte Übersichtlichkeit erreicht werden.

B) Die Berichte sollten grundsätzlich für jedes Freisetzungsvorhaben nach Antragsnummer bzw. Aktenzeichen getrennt erstellt und vorgelegt werden.

In den vorgelegten Berichten war häufig die Zuordnung von Feld, Freisetzungsjahr, Antragsnummer und Nachkontrolljahr nicht eindeutig. Durch die gemeinsame Berichterstattung ist es wiederholt zu Verwechslungen und falschen Deklarationen von Standorten gekommen.

C) Auf jedem Bericht sollten das Datum und der Standort vermerkt sein.

Dies ist derzeit meist nicht der Fall. Datum und Standort müssen daher oft dem zugehörigen Anschreiben entnommen werden. Idealerweise sollte beides in einer Kopf- oder Fußzeile enthalten sein, so dass es auf jeder Seite des Berichtes erkennbar ist.

D) Es sollte über jedes Feld an einem Standort separat berichtet werden.

Jeder Bericht sollte mit einer deutlichen Bezeichnung (Flurbezeichnung) identifiziert werden können und hinsichtlich Anbaujahr und Folgejahr Angaben machen. Bei Freisetzungen im vereinfachten Verfahren mit einer Vielzahl von Standorten sollte dies z.B. in Tabellenform deutlich gemacht werden. Feld, Standort, Anbaujahr bzw. Jahr der Nachkontrolle sollten angegeben werden. Berichte, in denen über verschiedene Anbaujahre oder auch über zwei Flurstücke an einem Standort berichtet wird und die sich inhaltlich weitgehend gleichen, sind kaum unterscheidbar.

E) Standorte sollten durchgehend unter derselben Bezeichnung geführt werden, sowohl bei der Genehmigung als auch bei den Berichten.

Bei verschiedenen Freisetzungen im vereinfachten Verfahren mit mehreren Standorten tritt öfter der Fall ein, dass ein Standort verschieden benannt wird. Diese verschiedene Standortbezeichnung erschwert die Auswertung sowie die Zuordnung. Auch die Kontrolle auf Vollständigkeit der Berichte zu einer Freisetzung wird erschwert.

Zwischenberichte:

- Die Berichte sollten zu einem einheitlichen Zeitpunkt nach jeder Vegetationsperiode abgegeben werden.

Die Einhaltung einer notwendigen einheitlichen Termintreue würde die Kontrolle des Vorhandenseins der fälligen Berichte bei der Genehmigungsbehörde erleichtern. Je nach Versuch bzw. Betreiber wurden zum Ende des Jahres, nach Ende der Vegetationsperiode oder auch erst im folgenden Frühjahr Berichte geliefert. Unterschiede kommen z.T. auch durch unterschiedliche Erntezeiten bei unterschiedlichen Kulturen zustande.

- Es sollten Angaben zum Verlauf der Freisetzung und zur Nutzung des Standortes enthalten sein.

Für nicht genutzte Standorte muss kein Zwischenbericht abgegeben werden. Stattdessen sollte aus einer Übersichtstabelle (s.u.) hervorgehen, welche Standorte in dem entsprechenden Jahr genutzt wurden und welche nicht.

- Angaben zu Durchwuchs oder Erntemengen sollten mit einheitlichen Einheiten gemacht werden.

Zumindest innerhalb eines Antrags mit mehreren Standorten oder Jahren - besser aber generell - sollten die Angaben so einheitlich gemacht werden, dass ein Vergleich von Durchwuchs oder Erntemengen möglich ist. Die Angaben über Durchwuchs liegen meist als Pfl./qm vor, werden aber teilweise auch als absolute Zahl der gefundenen Einzelpflanzen gemacht. In anderen Fällen wird auch ein Deckungsgrad angegeben. Bei Freisetzungen von Kartoffeln wurden im Allgemeinen Zahlenangaben zu den aufgesammelten Kartoffelmengen nach der Ernte gemacht. In anderen Fällen wurden aber auch Gewichtsangaben in kg verwendet. Eine vorgegebene Form und Einheit (Vorschlag: Anzahl Pflanzen/Keimlinge/Knollen pro m²) für die Angabe derartiger Daten würde die Vergleichbarkeit und Auswertbarkeit der Berichte erhöhen.

Abschlussbericht:

- Der Abschlussbericht sollte nach der letzten Ernte erfolgen

Für Freisetzungsversuche im vereinfachten Verfahren sollte der Abschlussbericht für Standorte, an denen nicht die gesamte Genehmigungsdauer ausgenutzt wird, separat nach der letzten Ernte vorgelegt werden.

- Für Versuche im vereinfachten Verfahren sollten in einem Abschlussbericht zum Ende der genehmigten Versuchsdauer alle Standorte mit den Jahren, in denen dort Freisetzungen vorgenommen wurden, dokumentiert sein.

Die Darstellung der Standorte und der durchgeführten Freisetzungen sollte in Form einer Tabelle erfolgen (s.u.), um Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Da es auch genehmigte Freisetzungsstandorte gibt, die im Verlauf der Versuche nie genutzt wurden, vereinfacht eine derartige Tabelle die Auswertungs- und Kontrollarbeit für die Behörden und vermeidet Fehler hinsichtlich der Nachkontrollanforderungen beim Betreiber.

- Der Abschlussbericht sollte auf alle Besonderheiten während der Versuchsdurchführung verweisen.

Die Darstellung der Besonderheiten im Detail kann auch in Zwischenberichten erfolgt sein, sofern sich diese Besonderheiten nicht im letzten Versuchsjahr zugetragen haben. Ein Verweis auf die Darstellung in den Zwischenberichten sollte im Abschlussbericht ausreichen.

Nachkontrollbericht:

- Das Versuchsjahr bzw. das jeweilige Nachkontrolljahr sollten deutlich angegeben sein und auch die letzte Ernte.

Die Angaben in den Nachkontrollberichten beinhalten teilweise Unstimmigkeiten, die auf das Fehlen einer genauen Angabe des jeweiligen Versuchsjahres bzw. Nachkontrolljahres zurückzuführen sind. Durch diese fehlenden Informationen ist in manchen Berichten beispielsweise nur schwer zu erkennen, in welchem Nachkontrolljahr Durchwuchs aufgetreten oder in welchem Jahr ein Standort genutzt wurde oder nicht.

- Die Berichte sollten für jedes Nachkontrolljahr getrennt abgegeben werden.

Je nach Forderung im Bescheid erfolgt die Nachkontrolle entweder im vorgegebenen Nachkontrollzeitraum oder auch in den Verlängerungsjahren, falls im letzten Jahr der Nachkontrolle Durchwuchs gefunden wurde.

- Im Nachkontrollbericht sollte eine Meldung dazu gemacht werden, ob das jeweilige Nachkontrolljahr aufgrund von Durchwuchs im Vorjahr notwendig geworden ist.

In den Genehmigungsbescheiden wurden hinsichtlich der notwendigen Nachkontrolldauer ein festgesetzter Zeitraum ohne Verlängerung bei Durchwuchs oder eine Verlängerung der Nachkontrolle bei Durchwuchs um ein Jahr oder aber um jeweils ein Jahr gefordert. Aufgrund der unterschiedlichen Genehmigungspraxis ist es schwer, die Übersicht darüber zu behalten, ob die notwendige Nachkontrollfrist erfüllt ist oder ob sich ein oder mehrere Nachkontrolljahre anschließen müssen. Daher sollte bei Freisetzungen mit vielen Standorten eine Darstellung in Tabellenform erfolgen, aus der die Nachkontrolldauer hervorgeht (Tabelle 12).

- Zu jedem Standort sollte eine separate Meldung über den Abschluss der Nachkontrollen erfolgen.

Bei Versuchen, die im vereinfachten Verfahren genehmigt und durchgeführt wurden, sollten die Standorte und das Jahr der Nachkontrolle, in dem sie sich befinden, in einer Tabelle dargelegt werden.

Endbericht (Abschlussbericht zur Überwachung):

- Der Endbericht sollte erst nach Beendigung der Nachkontrolle an allen Standorten erstellt werden.

Ein Gesamtüberblick über den Verlauf der Nachkontrolle kann nur ermöglicht werden, wenn ein Endbericht erstellt wird, der den Status der Nachkontrolle an allen Standorten dokumentiert. Dies ist erst nach Nachkontrollende an allen Standorten möglich.

- Es sollte ein gemeinsamer Endbericht für alle Standorte eines genehmigten Freisetzungsantrages erstellt werden.

Die Vorlage mehrerer Endberichte bei Freisetzungen mit mehreren Standorten im vereinfachten Verfahren würde die Kontrolle nicht verbessern. Ein zusammengefasster Endbericht mit einer Übersichtstabelle sollte erstellt werden. Eine zusätzliche Abschlussmeldung für die Nachkontrolle an den einzelnen Standorten würde die Dokumentation des Verlaufs der Nachkontrolle sinnvoll ergänzen.

- Der Endbericht sollte alle Besonderheiten bei der Nachkontrolle aufgreifen.

Zur detaillierten Darstellung aller Vorkommnisse in der Nachkontrollzeit sowie in der Zeit der Versuchsdurchführung könnte im Endbericht auf die Angaben im jeweiligen

Zwischen-, Abschluss- oder Nachkontrollbericht verwiesen werden. Eine Zusammenfassung, die in Stichworten Besonderheiten wie Abbrüche, Störungen, Begleitforschung, Fehler sowie eine kurze Auswertungen zum Durchwuchs in den Nachkontrolljahren beinhaltet, wäre eine sinnvolle Ergänzung.

Tab. 12: Empfehlung für eine Übersichtstabelle zum Berichtswesen

Übersicht über tatsächlich genutzte Standorte sowie den Stand der Nachkontrolle (beispielhaft ausgefüllt, dem Bericht beizulegen)

Aktenzeichen:

Laufzeit:

	Versuchsjahre			Nachkontrolljahre		
	1999	2000	2001	NK01	NK02	NK03
Basisstandort	x	x	x	x	x	∅
nachgemeldeter Standort 1	x			∅		
nachgemeldeter Standort 2	x	x		+	∅	
nachgemeldeter Standort 3	/	/	/			
nachgemeldeter Standort 4	x	x	x	+	+	∅

(NK01 – NK03: Jahr der Nachkontrolle nach Versuchende)

Übersicht über die zu liefernden Berichte

	1999	2000	2001	NK01	NK02	NK03
Basisstandort	ZB	ZB	AB	NK	NK	EB
nachgemeldeter Standort 1	ZB		AB	NK		
nachgemeldeter Standort 2	ZB	ZB	AB	NK	NK	
nachgemeldeter Standort 3	/	/	/			
nachgemeldeter Standort 4	ZB	ZB	AB	NK	NK	NK

x genutzt
 / nicht genutzt
 + Nachkontrolle läuft
 ∅ Nachkontrolle in diesem Jahr beendet
 ZB Zwischenbericht
 AB Abschlussbericht
 NK Nachkontrollbericht
 EB Endbericht

Übersichtstabellen

Bei Freisetzungsversuchen, die im vereinfachten Verfahren beantragt und genehmigt wurden, ist bei teilweise über 50 nachgemeldeten Standorten eine Überschaubarkeit nur mit Hilfe einer geeigneten Darstellung in Tabellenform möglich. So können auch genehmigte Freisetzungsstandorte, die im Verlauf der Versuche nie genutzt wurden, kenntlich gemacht werden.

Eine Tabelle, wie sie hier exemplarisch vorgeschlagen ist, würde die Auswertungs- und Kontrollarbeit für die Behörden und Betreiber vereinfachen. Auch unterschiedliche Nachkontrollzeiten bei vorzeitiger Beendigung der Versuche an einem Standort würden so deutlich. Bei Versuchen im Standardverfahren mit nur einer oder wenigen verschiedenen transgenen Linien, kann eine Übersichtlichkeit der Angaben auch ohne Tabelle erreicht werden. Für Versuche im Vereinfachten Verfahren sollte sie generell gefordert werden.

Bei Versuchen mit vielen verschiedenen freigesetzten transgenen Linien wäre eine weitere Tabelle mit allen tatsächlich genutzten Standorten und Linien hilfreich. Eine derartige Tabelle liefert mehr Transparenz und hilft, Übersicht zu bewahren, welche Vorgaben zur Flächennutzung und zur Nachkontrolle am jeweiligen Standort eingehalten werden müssen. Gegebenenfalls könnten diese Angaben auch in Tabelle 12 integriert werden, wenn anstelle eines Kreuzes die freigesetzten Linien eintragen werden.

4.1.2 Möglichkeiten zur effektiveren Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen

Um den jetzigen und zukünftigen Anforderungen an die Festlegung von Sicherheitsmaßnahmen bei der Genehmigung von Freisetzungsversuchen mit gentechnisch veränderten Pflanzen gerecht zu werden, müssen die Sicherheitsmaßnahmen dem jeweils aktuellsten Stand der Wissenschaft entsprechend neu bewertet werden. Ausgehend von den in der Einleitung aufgeworfenen Fragen, werden anhand der Erkenntnisse dieser Erhebung einige Empfehlungen formuliert.

Lässt sich die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf den damit beabsichtigten Zweck bewerten?

Eine Bewertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen (Kapitel 3.4) ist anhand der derzeit vorgelegten Berichte nur in wenigen Fällen umfassend oder abschließend möglich. Diese Berichte beschreiben in unterschiedlicher Qualität die Vorkommnisse

im Rahmen der Versuchsdurchführung. Da die Versuchsdurchführung jedoch nicht im Stil eines wissenschaftlichen Experimentes Daten zur Bewertung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen erbringen soll, fehlt die notwendige Datenbasis zur Analyse. Um verwertbare Angaben zur Wirksamkeit einer Maßnahme zu erhalten, müssten in den meisten Fällen Vergleichsstudien angelegt werden, bei denen der Verzicht auf die Maßnahme mit der Durchführung der Maßnahme verglichen wird. Für Begleitforschungsprojekte gilt es auch zu prüfen, ob aussagekräftige Ergebnisse beispielsweise zur Auskreuzung auch ohne den Einsatz transgener Pflanzen erhalten werden können.

Daten zu erhalten, um eine Effektivitätsbeurteilung durchführen zu können, ist ein Aufgabenfeld der Begleitforschung. Allerdings sind auch hier die Aussagen mit quantitativen Unsicherheiten behaftet, die sich aus der großen Varianz innerhalb der agrarökologischen Systeme ergeben. Die Beurteilung des Pollenflugs einer Kulturpflanzenart in Abhängigkeit von Isolationsabstand und Mantelsaatbreite ist von sehr vielen klimatischen wie auch biotischen Faktoren abhängig, so dass die Aussagen der Begleitforschung die Prognosen zwar weiter konkretisieren können, aber kaum abschließende Aussagen zulassen.

Im Rahmen der Beobachtung und Berichterstattung durch den Betreiber nach den Vorgaben der Freisetzungsrichtlinie ist es gemäß Artikel 10 notwendig, „[...] der zuständigen Behörde die Ergebnisse der Freisetzung in Bezug auf die Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Umwelt mitzuteilen [...]“. Hierbei könnten Fragen der Auskreuzung vom Betreiber mitbehandelt und im Berichtswesen dokumentiert werden.

Hat sich die neue einheitliche Struktur der Zwischen- und Endberichte positiv auf die Auswertbarkeit der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen ausgewirkt?

Im Vergleich zur ersten Studie aus dem Jahr 2000 konnten weitaus mehr Angaben aus den Betreiberberichten in die Analyse der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen einfließen. Es lag eine große Anzahl an Nachkontrollberichten vor, die Angaben zum Durchwuchs transgener Pflanzen auf den Versuchsfeldern nach der Ernte enthalten. Hinzu kommt die Verbesserung der Berichtsform durch Einführung der Berichtsvorgaben. Die Vorgabe von Gliederungspunkten für die einzureichenden Berichte in Form eines Fragenkataloges hat sich positiv auf die Struktur der Berichte ausgewirkt. Allerdings wurden nicht immer auch zu allen Gliederungspunkten die geforderten Angaben geliefert.

Die Daten aus den Betreiberberichten sind neben der Begleitforschung die wichtigste Informationsquelle, um die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen zur zeitlichen Begrenzung der Freisetzungsversuche abschätzen zu können. Daten aus der Begleitforschung helfen zwar bei der Bewertung der Sicherheitsmaßnahmen, die Effektivität einzelner Maßnahmen ist jedoch nur dann zufrieden stellend zu bewerten, wenn sowohl Vergleichsdaten aus Begleituntersuchungen und Daten aus dem Anbau vorliegen.

Können weitere Empfehlungen zur optimierten Berichterstattung gegeben werden?

Trotz der merklichen Verbesserungen im Berichtswesen fallen noch zahlreiche Ungenauigkeiten und Unstimmigkeiten in den Berichten auf. Insbesondere bei Freisetzungsversuchen, die im vereinfachten Verfahren genehmigt wurden, sind die Angaben in den Berichten oft unübersichtlich. Zu manchen Anträgen wurden 30, 40 oder gar über 50 Standorte gemeldet. Die entsprechende Vielzahl von Berichten kann nur über eine formalisierte Darstellung in Tabellenform übersichtlich gestaltet werden.

Eine einheitliche Klärung sollte zu der Frage angestrebt werden, wie mit Standorten zu verfahren ist, die zwar beantragt, aber nie benutzt wurden. Auch einzelne Versuchsjahre, an denen keine Versuche durchgeführt wurden, werden im Berichtswesen unterschiedlich behandelt. Klare Vorgaben sollten auch hier dafür sorgen, dass jedem Versuchsstandort die genaue Laufzeit der Nachkontrolle und die damit verbundene Berichtspflicht zugeordnet werden kann.

Um eine genaue und einheitlich Definition des Nachkontrollzeitraumes zu ermöglichen, müssen klare Vorgaben von der Genehmigungsbehörde gemacht werden, wann die Kontrollen innerhalb eines Jahres begonnen werden müssen und wann sie beendet werden können.

Für die Beschriftung der Dokumente sollte ebenfalls eine sehr strikte und einheitliche Vorgabe erlassen werden, damit alle Berichte immer zweifelsfrei zugeordnet werden können.

Gibt es besondere Erkenntnisse, die sich aus der Auswertung der Berichte ergeben haben?

Aus den Betreiberberichten lassen sich einige Besonderheiten hervorheben, die in direktem Zusammenhang mit der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen stehen.

Die Nachkontrolldauer bei Freisetzungsversuchen mit gentechnisch verändertem Raps war von 1994 bis 1996 in der Regel auf fünf, zwischenzeitlich auf bis zu ein Jahr

zurückgenommen (1999) und im letzten Genehmigungsbescheid für einen Rapsversuch von 2003 auf drei Jahre festgelegt. Im Allgemeinen nimmt der Durchwuchs mit den Jahren der Nachkontrolle ab, allerdings wird bei einer Reihe von Flächen auch im fünften Jahr noch Durchwuchs gefunden. Aus der Erkenntnis, dass drei Jahre Nachkontrollezeit nicht den gesamten Zeitraum abdecken, in dem Rapsdurchwuchs auftreten kann, lassen sich die Fragen nach der Eignung der Ernte- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen und nach der geeigneten Nachkontrolldauer ableiten. Möglicherweise könnte die Durchwuchshäufigkeit mit veränderten Kulturmaßnahmen verringert werden, so dass über den geforderten Nachkontrollzeitraum hinaus regelmäßig kein Durchwuchs auftritt. Die Nachkontrolle selbst wurde in den letzten Genehmigungsbescheiden immer mit der Pflicht zur Verlängerung im jeweils letzten Jahr auferlegt. So ist in der Regel gewährleistet, dass die Nachkontrolle den gesamten Zeitraum umfasst, in dem Durchwuchs auftritt. In einigen Fällen wurde allerdings auch das Vorkommen von Nachkontrolljahren ohne transgene Rapskeimlinge auf der ehemaligen Versuchsfläche, gefolgt von erneutem Durchwuchs im nächsten Jahr, beobachtet. Setzt man den Anspruch voraus, die Nachkontrolle über jedes Folgejahr auszudehnen, in dem transgener Raps auflaufen könnte, müsste man diese „Lücken“ berücksichtigen und die Nachkontrolle erst dann beenden, wenn beispielsweise in zwei aufeinander folgenden Jahren kein Durchwuchs gefunden wurde. Die Mindestdauer der Nachkontrolle würde damit auf zwei Jahre festgelegt wenn gar kein Durchwuchs zu finden ist, könnte sich aber auch um mehrere Jahre verlängern.

Die Freisetzungsversuche mit Zuckerrüben wurden mit unterschiedlich langen Nachkontrollfristen belegt, wobei der entscheidende Faktor für die Festlegung der Zeiträume das Versuchsdesign war. Wurden am Standort auch blühende Zuckerrüben zur Saatgutherstellung angebaut, musste die Nachkontrolle länger durchgeführt werden. Aus den Betreiberangaben lassen sich allerdings auch bei Versuchen nur mit vegetativen Zuckerrüben Angaben zu transgenen Durchwuchspflanzen finden, die aus regenerierenden Pflanzenresten des Vorjahres entstanden sind. Die Häufigkeit des Durchwuchses in den Folgejahren eines Versuches war demnach nicht abhängig vom Vorhandensein blühender transgener Zuckerrüben zur Produktion von Samen während des Freisetzungsversuches.

Es stellt sich die Frage, ob die Festlegung unterschiedlicher Zeiträume sinnvoll und notwendig ist und ob die Bodenbearbeitungsmaßnahmen bei der Nachbehandlung der Freisetzungsflächen optimiert werden könnten. So sollte zur Entsorgung von vegetativen Zuckerrübenkörpern auf der Freisetzungsfläche gefordert werden, dass die

Zerkleinerung der Rübenkörper zu so kleinen Schnitzeln führen muss, dass diese nach dem Winter nicht mehr austreiben können.

Gibt es Hinweise auf Forschungsbedarf bezüglich der Effektivität von geforderten Sicherheitsmaßnahmen?

Dem Antragsteller ist zu empfehlen, die Freisetzungsversuche zu nutzen, um Erfahrungen mit dem GVO – speziell unter Freilandbedingungen zu sammeln und dazu begleitende Forschungsprojekte durchzuführen. Dies ist im Hinblick auf die mögliche Beantragung von Versuchen im „Differenzierten Verfahren“ (Art. 7 RL 2001/18/EG entsprechend dem „Vereinfachten Verfahren“ nach GenTG) nach Teil B wie auch auf einen möglichen Antrag auf Inverkehrbringung nach Teil C der Freisetzungsrichtlinie bzw. des GenTG wichtig. Für diese Anträge müssen weiterreichende Informationen vorgelegt werden, als für eine Freisetzung in Standardverfahren.

Ob Bedarf an Forschung zur Effektivität besteht ist, nicht zuletzt davon abhängig, welchen Anspruch man bei einer Freisetzung mit der Festlegung von Sicherheitsmaßnahmen verfolgt. Beispielsweise ist der Pollentransfer von blühenden transgenen Pflanzen im Freiland auch in größeren Entfernungen, wenn auch in zunehmend geringerem Umfang, kaum vermeidbar. Auch ist bekannt, dass z.B. Rapsamen zur Dormanz neigt und bei der Rapsernte Ausfallraps in den Ackerboden gelangt. Wenn man gewährleisten will, dass beispielsweise bei einer Freisetzung von Raps gar kein Durchwuchs außerhalb des Nachkontrollzeitraumes auftritt oder dass die Möglichkeit einer Kreuzung mit wilden Hybridisierungspartnern oder anderen Rapspflanzen gänzlich ausgeschlossen ist, müssten umfangreiche Forschungsprojekte oder Monitoringmaßnahmen konzipiert werden, um die entsprechenden Faktoren zum Erreichen dieses Zieles genau definieren zu können. Anhand der bekannten wissenschaftlichen Literatur lässt sich nicht abschließend beurteilen, welche Isolationsabstände oder Nachkontrollzeiträume notwendig wären, um eine vollkommene zeitliche Begrenzung einer Freisetzung zu gewährleisten.

Mögliche Fragestellungen, die sich zu den Sicherheitsmaßnahmen bei Freisetzungen finden lassen, sind im entsprechenden Kapitel 4.2.4 dargestellt. Gezielte Forschungsprojekte könnten insbesondere dazu dienen, ein unterschiedliches Niveau der geforderten Sicherheitsmaßnahmen und die daraus resultierende Effektivität besser einschätzen zu können. Quantitative Daten zur Pollenausbreitung in Abhängigkeit von den durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen könnten bei manchen Freisetzungsver-

suchen im Rahmen Überwachung oder im Zusammenhang mit Begleitforschungsprojekten durch den Betreiber erhoben und im Berichtswesen dokumentiert werden.

Können Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die zukünftige Vollzugsarbeit abgeleitet werden und dahingehend Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“ formuliert werden?

Die derzeitige Praxis der Genehmigung von Freisetzungsversuchen und der damit verbundenen Festlegung von Sicherheitsmaßnahmen gewährleistet in der Regel ein sich nur langsam veränderndes Anforderungsniveau für die Betreiber der Versuche. Änderungen bei der Ausprägung der Sicherheitsmaßnahmen sind nur über längere Zeiträume deutlich sichtbar. Von einem zum nächsten Versuchsjahr werden Abstandsregelungen oder Kontrollzeiträume nicht drastisch geändert, so dass eine gewisse Planungssicherheit für Antragsteller gegeben ist. Als Empfehlung für die Vollzugsarbeit bleibt vorrangig festzuhalten, dass beim Berichtswesen zur Nachkontrolle, insbesondere bei Versuchen im „Vereinfachten Verfahren“, auf mehr Übersichtlichkeit und Transparenz geachtet werden sollte. Diese Forderungen sollten anhand von Vorgaben in Form von klaren Anweisungen für das Berichtswesen an die Betreiber umgesetzt werden. Dies ist auch vor dem Hintergrund der erweiterten „Monitoring“-Anforderungen durch die Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie EG/2001/18 besonders bedeutsam. Weitere Empfehlungen zur Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie und Empfehlungen zur „guten Freisetzungspraxis“ finden sich in Kapitel 4.2.2 bzw. 4.2.3.

4.2 Empfehlungen zur Festlegung von Sicherheitsmaßnahmen

4.2.1 Neuartige GVO und veränderte Versuchslaufzeiten

Im Erhebungszeitraum dieser Studie sind in Deutschland Freisetzungsversuche mit Pflanzen durchgeführt worden, die vor 1999 nicht Gegenstand eines Genehmigungsverfahrens gewesen sind. Aufgabe der Studie war es zu untersuchen, ob mit diesen neuen GVO auch neue Anforderungen an die geforderten Sicherheitsmaßnahmen verbunden wurden und ob sich daraus Empfehlungen ableiten lassen.

Die neuartigen GVO zur Freisetzung sind zum einen ausdauernde Pflanzen und zum anderen solche, die neue Veränderungen tragen. Im zweiten Erhebungszeitraum wurden als ausdauernde Pflanzen Wein und Pappeln freigesetzt. Bei Kartoffeln wurden mit molekularbiologischen Verfahren vielfältige Veränderungen vorgenommen,

die Auswirkungen auf den Stoffwechsel und die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe haben. Die Produktion von medizinisch relevanten Wirkstoffen in Pflanzen (genepharmin), die bezüglich der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen zur Begrenzung einer Verbreitung kritisch zu betrachten gewesen wären, war bisher noch nicht Ziel eines Freisetzungsvorganges.

Der Umfang der Freisetzungsvorgänge in der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung hat gegenüber dem Erhebungszeitraum bis 1999 nicht wesentlich zugenommen. Daher wurden keine Veränderungen der Sicherheitsmaßnahmen aufgrund größeren räumlichen oder zeitlichen Umfangs vorgenommen. Empfehlungen zur diesbezüglichen Anpassung der Sicherheitsmaßnahmen sind aus den Daten dieser Studie nicht abzuleiten.

Die Begrenzung der Versuche und die Abwehr von schädlichen Einwirkungen auf die Schutzgüter des GenTG unterliegen bei den neuen Versuchspflanzen den gleichen Notwendigkeiten, wie sie auch bei den bisher genehmigten Freisetzungsvorgängen gegeben waren. Bei Freisetzungsvorgängen mit ausdauernden Pflanzen wie Apfelbäumen oder Wein, sind Anträge mit langen Freisetzungsdauern von teilweise mehr als 10 oder 20 Jahren zu erwarten. In diesem Zusammenhang könnte über die Einführung variabler Versuchsdauern nachgedacht werden, um im Rahmen von Verlängerungsprüfungen nach Ablauf des ursprünglichen Freisetzungsdauern den sich verändernden Stand des Wissens berücksichtigen zu können.

Die Ausbreitung über Pollen muss pflanzenartsspezifisch durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen begrenzt werden. Inhaltlich lassen sich bei den neuen Versuchspflanzen keine Probleme erkennen, die nicht wie bei den bisher freigesetzten Pflanzenarten gehandhabt werden können und daher eine neue Qualität oder Schwierigkeit darstellen. Die Möglichkeiten zur Festlegung von geeigneten Sicherheitsmaßnahmen bieten in der bisherigen Form Raum, um durch die Festlegung der Nebenbestimmungen einen negativen Einfluss auf die Schutzgüter des GenTG abzuwehren.

4.2.2 Sicherheitsmaßnahmen und Anforderungen der EU-Freisetzungsvorgangsrichtlinie

Nach Artikel 1 der neuen Freisetzungsvorgangsrichtlinie 2001/18/EG ist ein Ziel der Novellierung der Vorläuferrichtlinie 90/220/EWG die Angleichung der Rechtsvorschriften zu Freisetzung und Inverkehrbringung von gentechnisch veränderten Organismen in der EU. Die Umsetzung der Richtlinie in nationale Gesetze steht in einer Reihe von Mit-

gliedsländern noch aus. Für diese Umsetzung relevante Empfehlungen bezüglich der bei Freisetzungen vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen sind hier zusammengestellt.

In Anhang III B der Freisetzungsrichtlinie werden Informationen aufgelistet, die in einer Anmeldung für eine Freisetzung von gentechnisch veränderten höheren Pflanzen enthalten sein müssen. Hierzu gehören neben Verfahrensbeschreibungen zur Bearbeitung und Überwachung des Freisetzungsgeländes auch „Vorsichtsmaßnahmen“ im Hinblick auf die Entfernung von Hybridisierungspartnern und die Verbreitung von Samen oder Pollen. Dem Berichtswesen kommt bei der Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie besondere Aufmerksamkeit zu. Artikel 10 verpflichtet den Betreiber einer Freisetzung, die zuständige nationale Behörde in festgelegten Abständen über die Ergebnisse der Freisetzung zu informieren. Diese Berichte müssen auch den anderen Mitgliedstaaten übermittelt werden (Artikel 11). Zur Form der Berichte zu Freisetzungen ist eine Entscheidung der EU-Kommission (2003/701/EG)¹⁴ ergangen. In die Umsetzung der Anforderungen des EU-Rechtes im Rahmen der Novelle des deutschen Gentechnikgesetzes werden auch diese Vorgaben Eingang finden.

Die in dieser Studie unterbreiteten Empfehlungen zum Berichtswesen sind in Kapitel 4.1.1 dargestellt und decken sich in weiten Teilen mit den Angaben in dem EU-Berichtsformular gemäß Entscheidung 2003/701/EG. Eine abweichende Empfehlung zur Benennung der Berichte könnte jedoch das Risiko einer Verwechslung von Berichtstypen vermindern:

- Zwischenbericht – 2003/701/EG: nicht obligatorisch gefordert
- Abschlussbericht - 2003/701/EG: Abschlussbericht
- Nachkontrollbericht - 2003/701/EG: Zwischenbericht der Überwachung nach Beendigung der Freisetzung
- Endbericht - 2003/701/EG: Abschlussbericht der Überwachung nach Beendigung der Freisetzung

Die Abgabe von Zwischenberichten bei mehrjährigen Versuchen nach Ende der Versuche eines Kalenderjahres ist derzeit gängige Praxis und notwendig, um den Versuchsverlauf kontrollieren zu können. Dieses Anliegen entspricht auch den Intentionen der Freisetzungsrichtlinie. Die Abgabe von Zwischenberichten wird in der Entscheidung 2003/701/EG jedoch nicht obligatorisch gefordert. Um mehr Übersicht ü-

¹⁴ Entscheidung der Kommission vom 29. September 2003 zur Darstellung der Ergebnisse der absichtlichen Freisetzung genetisch veränderter höherer Pflanzen in die Umwelt zu anderen Zwecken als dem Inverkehrbringen (2003/701/EG)

ber den Versuchsverlauf zu erhalten, sollte jedoch nicht auf Zwischenberichte während der Freisetzung verzichten werden.

Eine weitere Empfehlung betrifft die Erweiterung der Berichte um eine Übersichtstabelle wie sie in Kapitel 4.1.1 dargestellt ist. Eine solche Tabelle würde Transparenz in das Berichtswesen bringen, was Terminversäumnissen beim Einreichen der Berichte durch den Betreiber vorbeugen könnte und für die Überwachungsarbeit der Behörden hilfreich wäre.

Gemäß Artikel 31 (3) a müssen die Mitgliedstaaten ein Register einrichten, in dem die Freisetzungstandorte festgehalten werden. Ein solches Register wird derzeit vom BVL aufgebaut. Auch für dieses in der Freisetzungsrichtlinie geforderte Register können die empfohlenen Übersichtstabellen besonders hilfreich sein.

4.2.3 Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“

In Anlehnung an das Vorgehen in vielen Technologiebereichen, in denen eine „gute fachliche Praxis“, beispielsweise zum Arbeiten im Labor, eingefordert wird, sollte ein Leitfaden für eine „Gute Freisetzungspraxis für GVO“ erarbeitet werden. Bei der Definition einer „Guten Freisetzungspraxis“ sollten Anforderungen zusammengestellt werden, die den Ablauf einer „Freisetzung genetisch veränderter höherer Pflanzen in die Umwelt zu anderen Zwecken als dem Inverkehrbringen“ beschreiben. Hierbei müssen die Anforderungen der nationalen und europäischen Gesetze, Verordnungen und Richtlinien Berücksichtigung finden. Die maßgeblichen Regelwerke sind demnach das deutsche GentG mit den zugehörigen Verordnungen und die Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG und die betreffenden Kommissionsentscheidungen.

Auch der in den Artikeln 13, 19 und 20 genannte und in Anhang VII der Freisetzungsrichtlinie näher beschriebene Überwachungsplan für ein Inverkehrbringen von GVO sollte bei den Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“ berücksichtigt werden. Die Forderung eines Überwachungsplanes bezieht sich auf den Teil C der Richtlinie 2001/18/EG „Inverkehrbringen von GVO als Produkt oder in Produkten“ und nicht auf den Teil B, der sich mit Freisetzungsversuchen befasst. Im Hinblick auf ein mögliches Inverkehrbringen von GVO, die in Freisetzungsversuchen untersucht werden, lassen sich wichtige Erkenntnisse zur Ausgestaltung eines möglicherweise später, d.h. im Falle einer Beantragung des Inverkehrbringens, notwendigen Überwachungsplanes finden. Es können wissenschaftliche Daten zum Verhalten der GVO

im Freiland erhoben und auch Methoden für die Überwachung nach dem Inverkehrbringen (Monitoring) entwickelt werden. Diese Erkenntnisse zur Erstellung eines Überwachungsplanes gemäß Anhang VII C gilt es bei Freisetzungsversuchen zu dokumentieren.

Folgende Punkte sollten bei der Festlegung von Anforderungen an eine „Gute Freisetzungspraxis“ besondere Berücksichtigung finden:

Identifikation von Betreiber und Versuch

Eine „Gute Freisetzungspraxis“ muss die Angabe von Basisdaten umfassen bei der Betreiber, Antragsnummer (Aktenzeichen), Standort und ggf. Identifizierungscode des GVO eindeutig benannt sind.

Die Identifizierbarkeit des GVO muss zweifelsfrei möglich sein, wobei Spenderorganismen, Vektoren, Sequenzinformationen zum Transformationsereignis und Referenzmaterial zur Verfügung gestellt werden müssen.

Versuchsfläche

Die jeweiligen Anbauflächen müssen für jedes geplante Anbaujahr separat ausgewiesen und eindeutig lokalisierbar sein. Es muss zwischen Versuchsfläche und Freisetzungsfläche unterschieden werden.

Die Freisetzungsfläche sollten nach Kriterien ausgewählt werden, die eine ungestörte Versuchsdurchführung ermöglichen. Überschwemmungsgebiete, Hang- und Erosionslagen sind nicht für Freisetzungsversuche geeignet. Flächen, in deren Nähe keine Hybridisierungspartner vorkommen, sind für die Versuchsdurchführung zu bevorzugen.

Aussaat

Vor der Aussaat muss überprüft werden, dass das Saatgut keine GVO-Samen außer denen des zur Freisetzung genehmigten GVO enthält. Das Versuchssaatgut sollte auch keine minimalen Beimischungen anderer Transformationsereignisse, ohne Inverkehrbringungs-Genehmigung aufweisen. Einzelfälle mit Freisetzungen mehrerer Transformationsereignisse in einem Areal sind bezüglich der Saatgutreinheit gegebenenfalls besonders zu bewerten.

Versuchsanlage, Bodenbearbeitung, Ernte und Nachbehandlung

Die ordnungsgemäße Anlage der Versuche setzt eine detaillierte Planung der räumlichen Orientierung und der Abfolge der Kulturmaßnahmen voraus. Kulturartspezifisch müssen passende Isolationsabstände und Mantelsaaten, sowie Nachbehandlungs- und Erntemethoden festgelegt werden.

Der Zeitpunkt der Blütenbildung bei den transgenen Versuchspflanzen und die damit verbundenen Möglichkeit zur Auskreuzung steht bei den Kontrollmaßnahmen im Vordergrund. Um eine effektive Gestaltung der Sicherheitsmaßnahmen zu gewährleisten, muss genauestens auf die geeignete Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen geachtet werden. Mantelsaaten beispielsweise, die nicht synchron zur transgenen Sorte blühen, sind nicht effektiv und können ihren Zweck nur unzureichend erfüllen.

Der Betreiber sollte einen detaillierten „Lage- und Bearbeitungsplan“ aufstellen. Dieser Plan könnte kritische Punkte in der Versuchsdurchführung, wie die Meldung von Arbeiten an die Überwachungsbehörde oder die rechtzeitige Einsaat der Mantelsaat und die Einhaltung der Kontrollgänge festschreiben. Diese kritischen Punkte könnten in Form einer Checkliste festgehalten und vom verantwortlichen Projektleiter gegenzeichnet werden.

Es wäre sinnvoll den Antragstellern und Betreibern von Freisetzungsversuchen zur Orientierung einen „Mindeststandard“ der Sicherheitsmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Der Mindeststandard müsste kulturartspezifisch die geforderten Isolationsabstände, Mantelsaaten Nachkontrollzeiten und andere Sicherheitsmaßnahmen auflisten. Dies kann jedoch nicht bindend sein und darf der Genehmigungsentscheidung nicht vorgreifen, die fallspezifische Sicherheitsanforderungen berücksichtigen muss.

Besondere Vorkommnisse

Generell sind als besondere Vorkommnisse all die Umstände oder Ereignisse zu betrachten, die nicht dem erwarteten Versuchsverlauf entsprechen. Als Vorkommnisse, die anzuzeigen sind, wären Überschwemmungen oder Erosionen, aber auch Zerstörungen von Versuchen oder Versuchsteilen zu nennen. Ebenso wären auch alle Abweichungen vom Bearbeitungsplan als meldepflichtige Ereignisse zu bewerten: Unzureichend aufgelaufene Mantelsaat, Verwechslung eines GVO oder Verunreinigung mit nicht beantragten Transformationsereignissen, übermäßiger Krankheits- oder Schädlingsbefall sowie zu starke Fraßschäden durch Tiere. Für eine „Gute Freisetzungspraxis“ ist eine detaillierte Dokumentation der Ereignisse entscheidend.

Vorschriften für den Transport und die Lagerung

Wie bereits in der gegenwärtigen Genehmigungspraxis üblich, sollten in einer „Guten Freisetzungspraxis“ zum Transport und der Lagerung von GVO Vorgaben gemacht werden. Genaue Identifizierungs- und Kennzeichnungsvorgaben sind essentiell, um den Verbleib des Samenmaterials nachvollziehen zu können und Verwechslungen zu verhindern.

Für die Reinigung von Gerätschaften sollte, wie bei der Einhaltung der vorgeschriebenen Kulturmaßnahmen, über eine Arbeitsanweisungen und eine Checkliste nachgedacht werden, in der kritische Kontrollpunkte definiert sind, die von autorisierten und verantwortlichen Personen abgezeichnet werden müssen. Diese Maßnahme könnte die Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen erhöhen.

Dokumentenlenkung und Verfahrensanweisungen

Anleihen aus dem System des Qualitätsmanagements sind für alle beschriebenen Elemente einer „Guten Freisetzungspraxis“ nützlich, um Transparenz und Rückverfolgbarkeit zu erhöhen. Die Standardisierung von Arbeitsabläufen mit einer Festlegung in Arbeitsanweisungen ist ein geeignetes Mittel, um menschlichem Fehlverhalten vorzubeugen. Klare Vorgaben zur Dokumentation der Arbeits- und Verfahrensschritte und zur Dokumentenlenkung ermöglichen die Ursachenforschung beim Auftreten besonderer Vorkommnisse und unerwarteter Resultate. Ein geeignetes Versuchsfeldwesen für eine „Gute Freisetzungspraxis“ sollte hinsichtlich der Aufzeichnungen, der Dokumentenlenkung und der Fehlervorbeugung nicht hinter den Anforderungen eines zertifizierbaren Qualitätsmanagement-Systems zurückbleiben.

Eine „Gute Freisetzungspraxis“ soll sowohl dem Vorsorgegedanken Rechnung tragen als auch den Forderungen einer „Guten landwirtschaftlichen Praxis“ (Düngung, Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, Boden und Biotopschutz usw.) gerecht werden.

Die in dieser Studie gegebenen Empfehlungen zum Berichtswesen (Kapitel 4.1.1) können als Vorgaben für eine Überwachung in der Freisetzungsphase und der Nachkontrollzeit genutzt werden. Ein kombiniertes System von effektiven Sicherheitsmaßnahmen und einem detaillierten Berichtswesen kommt auch dem Anspruch zur Wahrung der „Koexistenz“, dem Nebeneinander verschiedener landwirtschaftlicher Systeme „mit“ und „ohne Gentechnik“, entgegen. Effektive Sicherheitsmaßnahmen vermindern die Problematik von Vermischungen angesichts der teilweise direkten Nachbarschaft von Feldern mit transgenen und nicht-transgenen Kulturen. Durch Einhal-

tung einer „Guten Freisetzungspraxis“, bei der durch geeignete Maßnahmen eine Verbreitung der gentechnisch veränderten Pflanzen minimiert wird, kann das Ausmaß der Beeinflussung zumindest eingeschränkt werden.

4.2.4 Forschungsbedarf zur Bewertung der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen

Zur Bewertung der Effektivität und zur Optimierung von Sicherheitsmaßnahmen werden im Zusammenhang mit Freisetzungsversuchen oder unabhängig davon Forschungsprojekte durchgeführt. Teilweise werden die Fragestellungen direkt anhand von Versuchen mit den GVO untersucht, in vielen Fällen ist allerdings auch die Nutzung von nicht gentechnisch veränderten Pflanzen der gleichen Art und ihren Wildverwandten möglich und empfehlenswert. Die Nutzung von nicht GVO der gleichen Art hat den Vorteil, dass keine GVO-spezifischen Sicherheitsauflagen eingehalten werden müssen und die Versuche daher unter natürlicheren und praxisnahen Bedingungen durchgeführt werden können. Viele Forschungsaspekte können auch unter Gewächshausbedingungen untersucht werden, bevor sie gegebenenfalls im Freiland zu überprüfen sind. Die als Freisetzungsbegleitende Forschung, Risikoforschung oder *Begleitforschung* bezeichneten Untersuchungen zu Sicherheitsaspekten gentechnisch veränderter Pflanzen sind von einem *Monitoring* abzugrenzen, dass sich mit den notwendigen Überwachungsanforderungen gemäß Freisetzungsrichtlinie nach einem Inverkehrbringen transgener Kulturpflanzen befasst. Zur Ausgestaltung eines solches *Monitorings* sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, die zum einen die Wirkungen transgener Pflanzen auf die Umwelt erfassen sollen und zum anderen Untersuchungen der möglicherweise durch transgene Pflanzen gestörten Habitate beinhalten (Sanvido et al. 2004, Nöh 2002, Umweltbundesamt 2001, Neemann & Scherwass 1999).

Bei der freisetzungsbegleitenden Forschung handelt es sich um fallspezifische Untersuchungen, die das Ziel verfolgen, spezielle Wirkungsbeziehungen zu evaluieren. Die bei diesen Forschungsprojekten gefundenen Erkenntnisse sind u.a. wichtig, wenn der Betreiber beabsichtigt, später einen Antrag auf Inverkehrbringung des GVO zu stellen. Aus diesem Grund ist eine Durchführung der Versuche unter Verwendung der transgenen Pflanzen im Rahmen der beantragten Freisetzungsversuche oft sinnvoll, jedoch in manchen Fällen auch durch modellhafte Untersuchungen mit konventionellen Pflanzen der gleichen Art zu ergänzen oder gar zu ersetzen (Kok & Kuiper 2003, Conner et al 2003). Hinsichtlich der verschiedenen behandelten Kulturpflanzenarten

ergeben sich unterschiedliche Forschungsschwerpunkte, da sich der Bedarf vornehmlich an den spezifischen Eigenschaften der veränderten Pflanzenart bzw. der Kombination von Pflanzenart und den besonderen Eigenschaften oder eingeführten gentechnischen Veränderung orientiert.

Die Sicherheitsmaßnahmen *Verhinderung der Blütenbildung* und *Entfernung potentieller Hybridisierungspartner* bieten nur sehr begrenzt Anlass zu speziellen Versuchen, da sie in jedem Fall das Verbreitungsrisiko mindern und ihre Effektivität von eindeutig zu bestimmenden Voraussetzungen in der Versuchsdurchführung abhängen. Entscheidend ist, ob Blütenbildung erlaubt oder nicht erlaubt ist. Die Frage, ob *Verhinderung der Blütenbildung* und *Entfernung potentieller Hybridisierungspartner* bei sorgfältiger Umsetzung effektiv ist, kann auch ohne weitere Forschung beantwortet werden. Eine geeignete Ergänzung können Erhebungen zum natürlichen Vorkommen von wildverwandten Arten sein.

Die Frage nach der notwendigen Distanz einer Entfernung potentieller Hybridisierungspartner bietet Anlass für detaillierte Untersuchungen, die direkt in Zusammenhang mit anderen Sicherheitsmaßnahmen stehen. In diesem Sinne sind die Sicherheitsmaßnahmen *Isolationsabstand* und *Mantelsaat* zu betrachten. Bei der Bewertung der Effektivität dieser Maßnahmen wären Forschungsergebnisse hilfreich, die eine möglichst gute Abschätzung der Korrelation zwischen der Breite der Mantelsaat, dem Isolationsabstand und der Auskreuzungsrate zulassen. In diesem Zusammenhang können auch Forschungsprojekte zur Art der Pollenverbreitung in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren in verschiedenen Luftschichten sinnvoll sein. Ebenso ist eine Bewertung der Effektivität der Behandlung der Versuchsfläche nach der Ernte nur dann möglich, wenn Daten vorliegen, die belastbare Auskünfte zu möglichem Durchwuchsverhalten bei verschiedenen Bearbeitungsmethoden geben.

Im Weiteren soll spezieller Forschungsbedarf für Mais, Raps, Zuckerrübe und Kartoffel detailliert aufgezeigt werden.

Mais

Da es sich bei Mais um eine Kulturpflanze handelt, die aufgrund des von Europa weit entfernten Ursprungsgebietes keine kreuzbaren Verwandten in Deutschland besitzt, ist die Auskreuzung transgener Eigenschaften ein Problem, das sich nur auf die innerartliche Auskreuzung in andere Kulturmaissorten bezieht. Als wärmeliebende und

stark züchterisch geformte Kulturpflanzenart ist *Zea mays* L. nicht zu einer Etablierung unter deutschen Klimaverhältnissen befähigt.

Unter diesen Aspekten ist der Umfang notwendiger Forschung zur Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen auf die Kontamination anderer Kulturmaissorten mit transgenem Pollen zu fokussieren. Die Quantifizierung eines möglichen Pollenaustrags und eines möglichen Befruchtungserfolges in unterschiedlicher Entfernung von der transgenen Pollenquelle ist anhand der derzeit vorliegenden wissenschaftlichen Daten kaum möglich. Dies hat zur Folge, dass nicht nur im Bereich der Freisetzung, sondern auch für den Fall des Inverkehrbringens keine genaue Abschätzung über den Grad der Vermischung und Beeinflussung konventioneller Maissorten getroffen werden kann. Da im Fall von *Bacillus thuringiensis*-Toxin exprimierendem Mais eine Inverkehrbringens-Genehmigung innerhalb der EU vorliegt (Linien Mon810 und Bt176) und Versuchs-anbau möglich und nicht von bei Freisetzungen notwendigen Sicherheitsmaßnahmen begleitet werden muss, böte sich hier die Möglichkeit, die beschriebenen Fragen zum Ausbreitungsverhalten zu untersuchen. Da die Ergebnisse großflächiger Erhebungen zur Verbreitung von Pollen der entsprechenden transgenen Maislinie Rückschlüsse auf eine mögliche Verbreitung anderer transgener Eigenschaften im Rahmen von Freisetzungsversuchen zuließen, würden so eine wertvolle Datengrundlage geschaffen, anhand derer die Effektivität von Isolationsabständen im Mais besser eingeschätzt werden könnte. Entsprechende Versuche auf etwa 300 Hektar wurden im Jahr 2004 mit transgenem Bt-Mais angelegt. 30 Versuchsflächen in sieben Bundesländern wurden in die Untersuchung einbezogen, bei denen unter anderem der Polleneintrag in angrenzende konventionelle Maisfelder gemessen wird¹⁵. Ergebnisse werden im Herbst 2004 erwartet.

Begleitforschungsprojekte, die sich nicht direkt mit der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen befassen, sollten vornehmlich mit den Effekten von Bt-Toxinen auf andere als den Zielorganismus (Nichtzielorganismen) und auf Wechselwirkungen in Räuber-Beute-Beziehungen befassen. Eine Übersicht über mögliche Forschungsansätze bietet hier eine diesbezügliche Studie des Umweltbundesamtes Österreich (Pfalznagel 1999). Eine Reihe von Arbeiten befassen sich mit Resistenzentwicklungen und den Wirkungen auf Nicht-Ziel-Organismen (Chillcutt & Tabashnik 2004, Lang 2004, Schmitz et al. 2003, Ferre & Van Rie 2002). Auch der Abbau von Bt-Toxinen spielt im Zusammenhang mit der Wirkung auf Ziel und Nicht-Ziel-Organismen eine

¹⁵ http://www.transgen.de/?link=/Erprobungsanbau/start_uebersicht.html

bedeutende Rolle (Zwahlen et al. 2003, 2003b). Die Entwicklung von Resistenzen gegenüber Bt-Toxinen stellt nicht vorrangig ein Sicherheitsproblem sondern auch ein ökonomisches Problem dar, sollte aber auch wegen des drohenden Verlustes der Wirksamkeit des Bt-Toxins ein Thema der Begleitforschung sein, wie derzeit in einem Forschungsprojekt der BBA Darmstadt umgesetzt¹⁶.

Raps

Für *Brassica napus* muss ein Schwerpunkt des Forschungsbedarfs im Bereich der Quantifizierung der Auskreuzung der Transgene in verwandte Wildarten liegen. Als einzige der in dieser Studie analysierten Kulturpflanzenarten hat der Raps ein Anbau-gebiet, das sich in weiten Bereichen mit dem Herkunftsgebiet seiner wilden Vorläuferformen deckt. Dies bedingt eine Vielzahl von nahe verwandten Wildarten und damit auch die Möglichkeit zur Auskreuzung der Transgene durch Pollentransfer und Hybridbildung. Zur prinzipiellen Möglichkeit der Auskreuzung wurden bereits vielfältige Untersuchungen durchgeführt (Zhu et al. 2004, Schuler et al. 2003, Warwick et al. 2003, Simpson et al. 1999, Jörgensen 1999, Chevre et al. 1999), die bestätigen, dass eine Bildung bedingt fertiler Hybride bei verschiedenen, in Deutschland natürlich vorkommenden Brassicaceen möglich ist. Weiterhin fraglich sind jedoch der zeitliche Verlauf einer Verbreitung und die Stabilität der Fremdgene unter natürlichen Bedingungen. Diese Fragen sind inhaltlich eng mit der Problematik der Effektivitätsbewertung von Sicherheitsmaßnahmen verknüpft. Daten über den Umfang des Pollenausstrags in Abhängigkeit von Isolationsabstand und Mantelsaat, stellen die Grundlage einer sinnvollen Beurteilung des zeitlichen Verlaufs einer möglichen Auskreuzung und Verbreitung von Transgenen dar.

Sinnvoll erscheinen auch Forschungsvorhaben, bei denen unterschiedliche Bodenbearbeitungsarten mit dem Auftreten von Rapspflanzen in den Folgeperioden korreliert werden. Insbesondere Aussagen über die Zeitspanne, in der in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart mit auflaufenden Keimlingen zu rechnen ist, können zur Beurteilung des notwendigen Zeitraums der Nachkontrolle beitragen.

Arbeiten hierzu wurden z.B. von Breckling (Breckling et al. 2003) oder von Pekrun (Pekrun et al. 1999) durchgeführt.

Es besteht im Bereich der Sicherheitsforschung weiterhin Bedarf an Begleitforschung, die sich nicht direkt auf die Effektivitätsevaluierung von Sicherheitsmaßnahmen rich-

¹⁶ <http://www.biosicherheit.de/projekte/13.proj.html>

tet, aber vielfältige Erkenntnisse erbringen kann, die bei der Bewertung der Sicherheitsmaßnahmen hilfreich sein können. Bei Forschungsansätzen, die auf die Qualität der eingeführten Gene ausgerichtet sind, müssen selektionsneutrale und selektionsrelevante Veränderungen unterschiedlich behandelt werden. Im Fall von vermeintlich selektionsneutralen Veränderungen (z.B. Herbizidresistenzen) können allgemeine Verbreitungsdaten aufgenommen werden, die die Bewertung auch bei Freisetzungen von anderen Raps-Transformanten erleichtern. Die Forschung bei selektionsrelevanten Veränderungen (z.B. Pathogenresistenzen) sollte Hypothesen zu theoretischen Zusammenhängen zwischen der gentechnischen Veränderung und den Auswirkungen auf die Umwelt testen.

Zur Beurteilung von Langzeiteffekten sollten Daten zu konventionell herbeigeführten Veränderungen und deren Verbreitung genutzt werden. Hier bietet sich die Einführung des glucosinolat- und erucasäurereduzierten 00-Rapses als Modellsystem an. Die Ausbreitung dieser speziellen Eigenschaften könnte bedingte Aufschlüsse über die Mechanismen und den zeitlichen Verlauf der Verbreitung über einen langen Zeitraum liefern.

Ein Themenkomplex, der bei der Bearbeitung ebenfalls teilweise ohne Einsatz gentechnisch veränderter Rapspflanzen auskommt, ist die Untersuchung der möglichen Konsequenzen der verschiedenen Veränderungen im Wildhabitat im Hinblick auf die Stabilität der pflanzensoziologischen Strukturen und damit der Sicherung der Artbestände und genetischen Diversitäten. Verändertes Fraßverhalten bei Pflanzenfressern im Fall von Änderungen im GVO-spezifischen Fettsäuremuster oder andere Inhaltsstoffveränderungen der transgenen Nahrungspflanzen wäre hingegen ein Forschungsansatz, der nicht ohne den Einsatz dieser transgenen Pflanzen zu bewerkstelligen ist.

Zuckerrübe

Ebenso wie bei Raps liegt der Forschungsbedarf zur Beurteilung der Effektivität von Sicherheitsmaßnahmen bei der Freisetzung transgener Zuckerrüben vornehmlich in der Erfassung von Daten zur möglichen Pollenverbreitung und zum Durchwuchs- und Überdauerungsverhalten von vegetativen Pflanzenteilen und von Samen. Das Kreuzungsverhalten innerhalb der Art ist gut beschrieben und auch die Taxonomie ist nach jüngsten Anstrengungen auf eine neue und solide Basis für weitere wissen-

schaftliche Arbeiten über die Verbreitungsmöglichkeiten von Transgenen gestellt (Arnaud et al. 2003, Bartsch et al. 2003, Lange et al. 1999).

Wie Untersuchungen an der RWTH Aachen (Saeglitz et al. 2000) ergeben haben, ist z.B. die Effektivität einer Hanfmantelsaat in manchen Fällen sehr gering. Als effektiv kann lediglich die Unterdrückung von Polleneintrag in hanfummantelte Vermehrungsparzellen bei Vorhandensein vieler alternativer Pollenspender innerhalb der Parzelle bewertet werden. Der Austrag von Pollen kann mit männlich sterilen Fangpflanzen jedoch auch direkt durch die Hanfpflanzung hindurch gemessen werden. Wie hoch der Einfluss einer Hanfmantelsaat auf die Verbreitung von Pollen überhaupt ist, müsste in einem speziell hierzu konzipierten Versuch überprüft werden.

Die gängige Praxis bei Freisetzungsversuchen, vegetatives Material transgener Zuckerrüben zu zerkleinern und unterzupflügen, ist hinsichtlich der Effektivität mit der dieses Vorgehen ein Überleben vegetativer Teile unmöglich macht, stark von der Art und Weise der Zerkleinerung abhängig. Hierzu müssten konkrete Forschungsvorhaben Aufschluss geben, die analog zu Untersuchungen zum Überwinterungsverhalten ganzer Zuckerrübenpflanzen (Pohl-Orf et al. 1999) durchgeführt werden könnten. Zusätzlich stellt sich die Frage, in wie weit derartige, bei der Zerkleinerung des vegetativen Rübenmaterials entstehende Pflanzenstücke die winterliche Frostperiode überdauern können und in der nächsten Vegetationsperiode erneut austreiben können. Hieran schließt sich unmittelbar die Frage an, welche Nachbeobachtungszeiträume notwendig sind und welche Art der Bodenbearbeitung während der Nachbeobachtung ein Auffinden möglicher Zuckerrüben am einfachsten macht und dabei ein möglichst quantitatives Keimen der Samen ermöglicht.

Für die Bewertung der Effizienz der Sicherheitsmaßnahmen, die sich mit der Entfernung möglicher Hybridisierungspartner befassen, wären Untersuchungen notwendig, die das Vorhandensein möglicher Hybridisierungspartner in Deutschland erfassen. Kartierungsarbeiten zeigen, dass es insbesondere im Ostsee-Küstengebiet weitaus mehr Wildrübenstandorte gibt, als noch vor wenigen Jahren vermutet (Driessen et al. 2001). Zudem zeigen neuere Untersuchungen, dass die Bedeutung der Auskreuzung über Samen-Verbringung einen größeren Anteil an der Tendenz zur Verwilderung hat, als früher vermutet (Arnaud et al. 2003).

Kartoffeln

Der Forschungsbedarf zur Bewertung der Sicherheitsmaßnahmen bei der Freisetzung transgener Kartoffelpflanzen und -knollen bezieht sich vornehmlich auf das Durchwuchs- und Überwinterungsverhalten. So befasst sich zum Beispiel ein Forschungsprojekt der Justus-Liebig Universität Giessen „Transgene Fruktan-Kartoffel – Stresstoleranz und Fitness im Vergleich mit konventionellen Kartoffellinien“ mit diesem Thema¹⁷. Daten zur Fitness und Stresstoleranz sind wichtig, um einerseits die Möglichkeit einer Überdauerung oder Etablierung abschätzen zu können und andererseits die Dauer notwendiger Nachkontrollen festzulegen. Untersuchungen zu dieser Thematik müssen auch verschiedene pflanzenbautechnische Maßnahmen und deren Einfluß auf die Überdauerungsfähigkeit dokumentieren. Ein direkter Zusammenhang zwischen den derzeit zu bewertenden gentechnischen Veränderungen und der Überdauerungsfähigkeit, wie es beispielsweise durch eine gezielt gesteigerte Frostresistenz zu erwarten wäre, ist nicht zu erkennen. Es ist jedoch vorstellbar, dass Eingriffe in komplexe Stoffwechselwege, wie z.B. den Kohlenhydratstoffwechsel oder den Photosyntheseapparat, derartige Eigenschaften nicht unbeeinflusst lassen.

Forschungsaspekte, die nicht direkt die Effektivität der vorgegebenen Sicherheitsmaßnahmen betreffen, aber durchaus wichtige Ergebnisse für die Bewertung der Konsequenzen möglicher unkontrollierten Verbreitungen liefern würden, sind spezifisch für die jeweilige gentechnische Veränderung zu konzipieren. So können Auswirkungen der Expression bakterizider Enzyme wie dem Lysozym des Bakteriophagen T4 auf die umgebende Mikroorganismenfauna (Lottmann & Berg 1999, Smalla & Heuer 1999) anhand des derzeitigen Wissenstandes über mikrobielle Lebensgemeinschaften nur schwer abgeschätzt werden. Für gentechnische Veränderungen, die Pathogenresistenzen bedingen, müssen überdies Untersuchungen zum Einfluss auf die Wirt-Parasit-Interaktion – auch auf höheren tangierten Trophieebenen – angestrebt werden, so sich ein Bezug zu natürlich existierenden Interaktionsmechanismen herstellen lässt.

¹⁷ <http://www.biosicherheit.de/projekte/9.proj.html>

Übergreifende Aspekte

Abschließend muss – mit Blick auf alle hier behandelten Kulturpflanzenarten - berücksichtigt werden, mit welchem Anspruch die Auflage von Sicherheitsmaßnahmen bei der Freisetzung von transgenen Pflanzen verfolgt wird.

Ein absoluter Ausschluss einer Verbreitung von transgenen Pflanzen bzw. ihrer rekombinanten Gensequenzen kann für die meisten Freisetzungen nicht gewährleistet werden. Artspezifisch ergeben sich hier jedoch große Unterschiede aufgrund des Spektrums kreuzbarer Verwandter. Bei Kulturpflanzenarten ohne wildverwandte Hybridisierungspartner im Anbaugebiet besteht nicht die Gefahr einer Verbreitung der Transgene in Wildpopulationen. Ein Schwerpunkt der Forschung zum Ausbreitungsverhalten muss in diesen Fällen auf der Auskreuzung in Kulturverwandte und der möglichen Invasivität der veränderten Kulturpflanze selber liegen.

Ein negativer Einfluss auf "Leben und Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen" oder auf die "Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge" darf im Sinne des Gesetzes bei einer genehmigten Freisetzung nicht zu erwarten sein. Aus der Verbreitung transgener Pflanzen bzw. ihrer rekombinanten Gensequenzen muss nicht zwangsläufig eine Beeinträchtigung der im GenTG definierten Schutzziele abgeleitet werden. Unter dem Aspekt der Inkaufnahme einer begrenzten theoretischen Verbreitungsmöglichkeit ist die Zielsetzung der Begleitforschung zur Beurteilung der Effektivität der Sicherheitsmaßnahmen anders zu bewerten, als unter der Vorgabe einer vollkommenen Verhinderung einer Verbreitung. Die qualitative Aussage über eine Verbreitung ist durch einfachere Versuche zu erbringen als die quantitative Beurteilung der gleichen Fragestellung. Sollen also Aussagen über prinzipielle Möglichkeit einer Auskreuzung gemacht werden, reicht die bisherige Datengrundlage in manchen Fällen eventuell aus. Sollen hingegen quantitative Abschätzungen vorgenommen werden, müssen oftmals sehr aufwendige Versuche konzipiert werden. Leider ist die Aussagefähigkeit dieser Versuche häufig trotzdem sehr beschränkt, da Ökosysteme in ihrer Komplexität sehr variabel reagieren und Prognosen daher unsicher bleiben.

Im Einzelfall muss hier jedoch auch immer die Frage gestellt werden, ob die zu erwartenden Untersuchungsergebnisse auch Daten erbringen, die nicht nur einen ohnehin unbestrittenen Umstand – wie die prinzipielle Möglichkeit der Auskreuzung durch Pollenflug - quantifizieren oder dazu beitragen können, qualitativ verbesserte Bewertungsgrundlagen zu schaffen. Letzteres würde einen wesentlich höheren Aufwand hinsichtlich der erforderlichen Untersuchungen rechtfertigen.

Literaturverzeichnis

- Arnaud J F, Viard F, Delescluse M, Cuguen J (2003): Evidence for gene flow via seed dispersal from crop to wild relatives in *Beta vulgaris* (*Chenopodiaceae*): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages, *Proceedings of the Royal society* **270**, 1565-1571
- Bartsch D, Cuguen J, Biancardi E, Sweet J (2003) Environmental implications of gene flow from sugar beet to wild beet – current status and future research needs *Environ. Bio-safety Res.* **2**, 1-11
- Becker R, Malt S, Platen R, Ulrich A (2005): Evaluierung von Kriterien für das Monitoring transgener Kartoffelpflanzen mit Änderungen im Grundstoffwechsel, Hrsg. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, BfN Skripten 130, 78 S.
- Beismann H, Roller A, Albrecht H, Pfadenhauer J (2003) Erfassung möglicher Umweltauswirkungen durch den Anbau von transgenem Raps, Bayr. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.) Monitoring der Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen – Statusseminar zu den bayrischen Projekten (Augsburg 13.02.2003), 29-32
- Breckling B, Middelhoff U, Borgmann P, Menzel G, Brauner R, Born A, Laue H, Schmidt G, Schröder W, Wurbs A, Glemnitz M (2003): Biologische Risikoforschung zu gentechnisch veränderten Pflanzen in der Landwirtschaft: Das Beispiel Raps in Norddeutschland, GfÖ Arbeitskreis Theorie in der Ökologie: Gene, Bits und Ökosysteme (Hrsg: H. Reuter, B. Breckling, & A. Mittwollen), P. Lang Verlag Frankfurt/M; 19-45
- Chevre A M, Eber F, Renard M, Darmency H (1999): Gene flow from wild oilseed rape to weeds, In: *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*. British Crop Protection Council, (Hrsg.), *Proceedings/Monograph Series No 72*, S. 125-130.
- Chillcut C F, Tabashnik B E (2004) Contaminations of Refuges by *Bacillus thuringiensis* toxin genes from transgenic maize, *PNAS* **101**, 7526-7529
- Conner A J, Glare T R, Nap J-P (2003): The release of genetically modified crops into the environment Part II. Overview of ecological risk assessment, *The Plant Journal* **33**, 19-46
- Curlle O, Bauer O, Hofäcker W, Schumann F und Frisch W (1983): *Biologie der Rebe*. Meiningen, Neustadt an der Weinstraße
- Dietz-Pfeilstetter A, Zwerger P (2004) Verbreitung von Herbizidresistenzgenen bei großflächigem Anbau von gentechnisch verändertem Raps mit unterschiedlichen Herbizidresistenzen. *Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. Sonderheft XIX*, 831-838
- Driessen S, Pohl M, Bartsch D (2001): RAPD-PCR analysis of the genetic origin of sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) at Germany's Baltic Sea coast, *Basic and Applied Ecology* **2**, 341-349
- Eastham K, Sweet J (2002): Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer, *Environmental issue report*, No 28, European Environment Agency, Copenhagen, 75 p.
- Ferre J, Van Rie J (2002) Biochemistry and Genetics of Insect Resistance to *Bacillus thuringiensis*, *Annual review of entomology* **47**, 501-533
- Gerdemann-Knörck M., Tegeder M. (1997): Kompendium der für Freisetzungen relevanten Pflanzen, hier: *Brassicaceae*, *Beta vulgaris*, *Linum usitatissimum*. *Texte 38/97 Umweltbundesamt*, 221 S.
- Haeupler H und Muer T (2000): *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*, Ulmer, Stuttgart
- Jørgensen R B (1999): Gene flow from oilseed rape (*Brassica napus*) to related species, In: *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*. British Crop Protection Council, (Hrsg.), *Proceedings/Monograph Series No 72*, 117-124

- Meier P, Wackernagel W. (2003): Monitoring the Spread of recombinant DNA from field plots with transgenic sugar beet plants by PCR and natural transformation of *Pseudomonas stutzeri*, *Transgenic Research* **12**: 293-304
- Kok E J, Kuiper H A (2003): Comparative Safety Assessment for biotech crops, *Trends in Biotechnology* **21**, 439-444
- Lang A (2004): Monitoring the impact of BT-maize on butterflies in the field: estimation of required sample size, *Environmental Biosafety Research* **3**, 55-66
- Lange W, Brandenburg F W A, De Bock T S M (1999): Taxonomy and cultonomy of beet (*Beta vulgaris* L.). *Botanical Journal of the Linnean Society* **130**, 81-96
- Lottmann J, Berg G (1999): Analyse der Auswirkungen von transgenkodiertem T4-Lysozym auf die kartoffelassoziierten nützlichen Bakterien. Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, Joachim Schiemann (Hrg.), Druck und Papier Meyer GmbH, Scheinfeld, 71-80.
- Mücher T, Hesse P, Pohl-Orf M, Ellstrand N C, Bartsch D (2000): Characterization of weed beets in Germany and Italy, *Journal of Sugar Beet Research* **37**, 19-38
- Nielsen K, van Elsas J, Smalla K (2000): Transformation of *Acinetobacter* sp. Strain BD413(pFG4 nptII) with Transgenic Plant DNA in Soil Microcosmos and Effects of Kanamycin on Selection of Transformants, *Applied and Environmental Microbiology* **66**, 1237-1242
- Neuroth B (1997): Kompendium der für Freisetzungen relevanten Pflanzen, hier Solanaceae, Poaceae, Leguminosae. Texte 62/97 Umweltbundesamt, 341 S.
- Neemann G, Scherwaß R (1999): Materialien für ein Konzept zum Monitoring von Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen. UBA Texte 52/99, S. 245.
- Nöh I (2002): Bewertung von Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO) – Maßstäbe und Erfahrungen des Umweltbundesamtes, *Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie* **14**, 155-163.
- Ochman H, Lawrence J G, Grolsman E A (2000): Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation, *Nature* **405**, 299-304
- OECD (2001): Consensus document on the biology of *Populus* L. (poplars), Series on harmonisation of regulatory oversight in biotechnology No. 16
[http://www.olis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono\(2000\)10](http://www.olis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono(2000)10)
- OECD (2000): Consensus Document on the Biology of *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean), Series on harmonisation of regulatory oversight in biotechnology No. 15,
[http://www.olis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono\(2000\)9](http://www.olis.oecd.org/olis/2000doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono(2000)9)
- OECD (1999): Consensus document on the biology of *Triticum aestivum* (bread wheat), Series on harmonisation of regulatory oversight in biotechnology No. 9
[http://www.olis.oecd.org/olis/1999doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono\(99\)8](http://www.olis.oecd.org/olis/1999doc.nsf/LinkTo/env-jm-mono(99)8)
- Pekrun C, Lane P W, Lutman P J W (1999): Modelling the potential for gene escape in oilseed rape via the soil seedbank: its relevance for genetically modified cultivars, In: Proceedings of the Symposium 'Gene Flow and Agriculture - Relevance for Transgenic Crops', Keele University, S. 101 - 106
- Pfalznagel B (1999): Begleituntersuchungen bei gentechnisch veränderten Pflanzen, Sicherheitsforschung, Ökologische Begleitforschung und Monitoring, Umweltbundesamt Österreich (Hrsg.), S. 67.
- Pohl-Orf M, Brand U, Driessen S, Hesse P R, Lehnen M, Morack C, Muecher T, Saeglitz C, von Soosten C, Bartsch D (1999): Overwintering of genetically modified sugar beet, *Beta vulgaris* L subsp. *vulgaris*, as a source for dispersal of transgenic pollen, *Euphytica* **108**, 181-186
- Röver M, Arndt N, Pohl-Orf M (2000): Analyse der bei Freisetzungen von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) durchgeführten Sicherheitsmaßnahmen in Hinblick auf deren

- Effektivität und Ableitung von Empfehlungen für die künftige Vollzugsarbeit, Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA Texte 3/2000, 258 S.
- Saeglitz C, Pohl M, Bartsch D (2000) Monitoring gene escape from transgenic sugar beet using cytoplasmic male sterile bait plants, *Mol. Ecol.* **9**, 2035–2040
- Sanvido O, Bigler F, Widmer F, Winzeler M (2004): Monitoringkonzepte für den Anbau von transgenen Pflanzen, *Agrarforschung* **11**, 10-15
- Saure C, Kühne S, Hommel B (2000) Untersuchungen zum Pollentransfer von transgenem Raps auf verwandte Kreuzblüter durch Wind und Insekten. In: Biologische Sicherheitsforschung bei Freilandversuchen mit transgenen Organismen und anbaubegleitendes Monitoring: Proceedings zum BMBF-Statusseminar, 29.-30.06.1999, Braunschweig, ISBN 3-89336-257-6, 111-115
- Schlink S (1995): Überdauerungsvermögen und Dormanz von Rapssamen (*Brassica napus* L.) im Boden, *European Weed Research Society (EWRS)* **9**, 65-72
- Schlink S (1998): 10 Jahre Überdauerung von Rapssamen (*Brassica napus* L.) im Boden, *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss* **11**, 221-222
- Schmitz G, Bartsch D, Pretschner P (2003): Selection of relevant non-target herbivores for monitoring the environmental effects of Bt maize pollen, *Environmental Biosafety Research* **2**, 117-120
- Schuler T H, Potting R P J, Denholm I, Clark S J, Clark A J, Stewart C N, Poppy G M (2003): Tritrophic choice experiments with Bt plants, the diamondback moth (*Plutella xylostella*) and the parasitoid *Cotesia plutellae*, *Transgenic Research* **12**, 351-361
- Simpson E C, Norris E C, Law J R (1999): Gene flow in genetically modified herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. In: *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*. British Crop Protection Council, (Hrsg.), Proceedings/Monograph Series No 72, 75-82
- Smalla K, Heuer H (1999): Effekte transgener T4-Lysozym produzierender Kartoffellinien auf Bakteriengemeinschaften der Rhizosphäre im Freilandversuch. Feisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, Joachim Schiemann (Hrg.), Druck und Papier Meyer GmbH, Scheinfeld, S. 81-90.
- Tuskan G A, Di Fazio S P, Teichmann T (2004): Poplar Genomics is Getting Popular: The Impact of the Poplar Genome Project on Tree Research. *Plant Biology* **6**, 2-4
- Umweltbundesamt (2001): Stand der Entwicklung des Monitoring von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) – Materialsammlung Stand August 2001 Red.: Mathias Otto, Anne Miehe, Frank Berhorn, 228 S.
- Warwick S I, Simjard M-J, Legere A, Beckie H J, Braun L, Zhu B, Mason P, Seguin-Swartz G, Stewart C N (2003): Hybridization between transgenic *Brassica napus* L. and its wild relatives, *Theoretical and Applied Genetics* **107**, 528-539
- Waines J G, Hedge S G (2003): Intraspecific gene flow in bread wheat as affected by reproductive biology and pollination ecology of wheat flowers, *Crop Science* **43**, 451-463
- Zwahlen C, Hilbeck A, Gugerli P, Nentwig W (2003): Degradation of Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field, *Molecular Ecology* **12**, 765-775
- Zwahlen C, Hilbeck A, Howland R, Nentwig W (2003b): Effects of transgenic Bt-corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*, *Molecular Ecology* **12**, 1077-1086
- Zhu B, Lawrence J R, Warwick S I, Mason P, Braun L, Halfhill M D, Stewart C N (2004): Inheritance of GFP-Bt transgenes from *Brassica napus* in backcrosses with three wild *B. rapa* accessions, *Environmental Biosafety research* **3**, 45-54

Glossar

BBA: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig

BfN: Bundesamt für Naturschutz, Bonn

BfR: Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

BVL: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin

EFSA: European Food Safety Agency, Brüssel

EU-Berichtsformular: Entscheidung der Kommission vom 29. September 2003 zur Festlegung gemäß Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates des Formulars für die Darstellung der Ergebnisse der absichtlichen Freisetzung genetisch veränderter höherer Pflanzen in die Umwelt zu anderen Zwecken als dem Inverkehrbringen (2003/701/EG).

FLI: Friedrich-Loeffler-Institut, - Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Insel Riems

Freisetzungsrictlinie: Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates.

GenTG: Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1993 – BGBl. I S. 2066 zuletzt geändert durch das Gesetz zur Neuordnung des Gentechnikrechtes vom 21. Dezember 2004, BGBL 2005 Teil I Nr. 8, S. 186-196

GVO: Gentechnisch veränderter Organismus gemäß der Definition der Richtlinie 2001/18/EG Artikel 2.

Inverkehrbringen: Die Markteinführung eines GVO auf Grundlage einer zugehörigen Inverkehrbringungs-Genehmigung.

Lebensmittel-Basisverordnung: Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.

PEI: Paul-Ehrlich-Institut - Bundesamt für Sera und Impfstoffe, Langen

RKI: Robert-Koch-Institut, Berlin

Transgen: Ein Gen, das durch gentechnische Verfahren in einen anderen Organismus übertragen wurde.

ZKBS: Zentrale Kommission für biologische Sicherheit

Anhang

I. Vorgaben der Genehmigungsbehörde für das Berichtswesen

(Quelle: BfN; gültig seit April 2000)

1. Name und Anschrift des Betreibers
2. Aktenzeichen und Datum des Genehmigungsbescheids
3. Standort:
4. Name des Projektleiters
5. Name des Beauftragten für die Biologische Sicherheit (BBS)
6. Zeitpunkte des Beginns und des Endes der Freisetzung im Berichtszeitraum
7. Benennung der Transformanten, deren Nachkommen im Berichtszeitraum tatsächlich freigesetzt wurden
8. Anzahl der Pflanzen, die pro Linie freigesetzt wurden (Gesamt, Pfl./m²)
9. Kontrolle der Freisetzung
 - 9.1 Frequenz der Kontrollgänge
 - 9.2 Welche Kontrollmethoden wurden angewendet (z.B. visuell, Pflanzenproben)?
 - 9.3 Auf was wurde geachtet (z.B. Hybridisierungspartner, Morphologie und Entwicklung der Pflanzen, Schaderregeraufkommen)?
 - 9.4 Wurde die gesamte Freisetzungsfäche kontrolliert oder wurde stichprobenartig kontrolliert?
 - 9.5 Erkenntnisse, die im Rahmen der Kontrollgänge gewonnen wurden, und die von Interesse für die Bewertung von Freisetzungsvorhaben sein können.
10. Art und Weise der Ernte (z.B. Handernte, Maschinenernte), Reifungsgrad, Ernteverluste.
11. Was geschah mit dem gentechnisch veränderten Pflanzenmaterial nach Beendigung der Freisetzung im Berichtszeitraum (Erntegut und Erntereste)? Wie wurde entsorgt?
12. Art und Weise der Bodenbearbeitung nach der Ernte?
13. Beobachtungen bezüglich des Nachernteaufbaus von GVP auf der Freisetzungsfäche:
 - 13.1 Wie viele Pflanzen liefen auf (Dichte)?
 - 13.2 Wie wurden sie behandelt?
 - 13.3 Wie häufig wurde die Behandlung wiederholt?
 - 13.4 Effektivität der Maßnahmen zur Kontrolle der im Anschluss an die Ernte aufgelaufenen GVP?
 - 13.5 Wurde untersucht, ob die aufgelaufenen Pflanzen gentechnisch verändert waren? Falls ja, mit welchen Methoden? Wie viele der aufgelaufenen Pflanzen waren gentechnisch verändert?

- 13.6 Wurden Unterschiede bezüglich des Auflaufens zwischen gentechnisch veränderten und nicht gentechnisch veränderten Pflanzen der gleichen Art beobachtet?
14. Beobachtungen zum Auftreten von Durchwuchs der GVP in Folgekulturen:
 - 14.1 In welchem Umfang trat Durchwuchs auf?
 - 14.2 Wurde untersucht, ob die aufgelaufenen Pflanzen gentechnisch verändert waren? Falls ja, mit welchen Methoden? Wie viele der aufgelaufenen Pflanzen waren gentechnisch verändert?
 - 14.3 Wurden Unterschiede bezüglich des Durchwuchses zwischen gentechnisch veränderten und nicht gentechnisch veränderten Pflanzen der gleichen Art beobachtet?
15. Wurde nach Auskreuzungen der GVP innerhalb und/oder außerhalb der Freisetzungsfäche gesucht, wurden Auskreuzungen beobachtet?
16. Beobachtungen zum Auftreten von GVP außerhalb der Freisetzungsfäche; wurde danach gesucht?
17. Jedes Vorkommnis, das nicht dem erwarteten Verlauf der Freisetzung entspricht und bei dem der Verdacht einer Gefährdung der in § 1 Nr. 1 GenTG bezeichneten Rechtsgüter nicht auszuschließen ist.
18. Weitere außergewöhnliche Ereignisse während des Berichtszeitraums, z.B. Schädlingsbefall, extreme Witterungsereignisse, Überschwemmungen, Erosionserscheinungen, Zerstörungen durch Menschen.
19. War die Freisetzung Gegenstand von Begleitforschung? Wer betrieb die Begleitforschung (Kontaktadresse)?

II. Begleitforschung

II. a) Begleitforschungsprojekte in direktem Zusammenhang mit Freiset- zungen

Begleitforschung - Mais

RKI-Nr.	16 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Uni Jena, Inst. für Bienenkunde
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1994-1996
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen zur Freisetzung von transgenem herbizidtolerantem Mais auf Bienen.

Begleitforschung – Raps

RKI-Nr.	16 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	1994-1996
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen zur Freisetzung von transgenem herbizidtolerantem Raps auf Bienen.

RKI-Nr.	43 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	FSU Jena, Institut für LB Apidologie; Herrn Prof. Dr. Kaatz
Titel des Projekts	Mehrortige Untersuchungen zu den ökologischen Auswirkungen von herbizidtolerantem Raps auf die Flora von Ackerstandorten und Ruderalstandorten in Sachsen-Anhalt (Standort: Bottmersdorf)
Zeitraum	Freisetzung 1996-2005

RKI-Nr.	51 (Antragsteller: BBA, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow)
Durchführende Institution	Uni Stuttgart
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1996-2004
Bearbeitete Fragestellungen	Überlebensfähigkeit von Rapssamen im Boden

RKI-Nr.	51 (Antragsteller: BBA, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow)
Durchführende Institution	NLÖ
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1996-2004
Bearbeitete Fragestellungen	Nachweis transgener Raps-DNA im Boden

RKI-Nr.	53 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Uni Leipzig
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1996-2006
Bearbeitete Fragestellungen	Auskreuzung (Standort: Gaußig)

RKI-Nr.	53 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Landesanstalt Rheinland-Pfalz/Bieneninstitut Oberursel, Ansprechpartner sind im ZB genannt
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1996-2006
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen zur Auswirkung der Freisetzung von transgenem herbizidtolerantem Raps auf Bienen mit Zelten in transgenem Raps und in der Mantelsaat (Standort: Bockelwitz)

RKI-Nr.	53 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Uni Jena
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung 1996-2006
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen zur Auswirkung der Freisetzung von transgenem herbizidtolerantem Raps auf Bienen und zur Auskreuzung (Standort: Bottmersdorf)

RKI-Nr.	57 (Antragsteller: Deutsche Saatveredelung Bremen zu Lippstadt GmbH, Lippstadt)
Durchführende Institution	DSV
Titel des Projekts	BMBF-Verbundprojekt "BioEngineering für Rapsorten nach Maß", FKZ: BEO/0311157
Zeitraum	Freisetzung 1997-2001
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen zur Freisetzung von transgenem, im Fettsäurestoffwechsel veränderten Raps
Berichte / Veröffentlichungen	Vorträge für Pflanzenzüchtung, 1999, Heft 45: BioEngineering für Rapsorten nach Maß (Saatgut-Treuhandverwaltung-GmbH, ISSN: 0723-7812)

RKI-Nr.	80 (Antragsteller: Planta GmbH, Einbeck)
Durchführende Institution	Planta
Titel des Projekts	BMBF-Verbundprojekt "BioEngineering für Rapsorten nach Maß", FKZ: BEO/0311157
Zeitraum	Freisetzung 1998-2001
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchung der Stabilität der Merkmalsausprägung der transgenen Rapspflanzen unter Freilandbedingungen.

RKI-Nr.	81 (Antragsteller: Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lemke KG)
Durchführende Institution	Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lemke KG
Titel des Projekts	BMBF-Verbundprojekt "BioEngineering für Rapssorten nach Maß", FKZ: BEO/0311157
Zeitraum	Freisetzung 1998-2001
Bearbeitete Fragestellungen	Untersuchungen des Umwelteinflusses auf die Ölqualität in transgenem Raps mit neuartiger Lipidzusammensetzung

RKI-Nr.	83 (Antragsteller: Deutsche Saatveredelung)
Durchführende Institution	Deutsche Saatveredelung
Titel des Projekts	BMBF-Verbundprojekt "BioEngineering für Rapssorten nach Maß", FKZ: BEO/0311157
Zeitraum	1998
Bearbeitete Fragestellungen	-57 = Vorläuferprojekt; Untersuchungen des Umwelteinflusses auf die Ölqualität in transgenem Raps mit neuartiger Lipidzusammensetzung

RKI-Nr.	90 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Regierungspräsidium Sachsen-Anhalt; Herr Dr. Röllich
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	1999/2000
Bearbeitete Fragestellungen	Auskreuzung in einer Wertprüfung (Standort: Böhnshausen)

RKI-Nr.	101 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	TUM Weihenstephan, Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Prof. Gerhard Schwarz
Titel des Projekts	Freisetzung zur Begleitforschung bezüglich der Halbwertzeiten transgener Kulturpflanzen in der Umwelt
Zeitraum	2002/2003
Bearbeitete Fragestellungen	Halbwertzeiten transgener Kulturpflanzen in der Umwelt. Ausbreitungsdistanzen von Pollen (Standort: Roggenstein)

RKI-Nr.	101 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	BBA Kleinmachnow/AgrEvo
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	2002/2003
Bearbeitete Fragestellungen	Auskreuzung (Standort: Braunschweig)

RKI-Nr.	101 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	?
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	2002
Bearbeitete Fragestellungen	Auftreten von Schädlingen und Nützlingen bei Freisetzung von transgenem Raps (Bodenfallen) (Standort: Friemar)

RKI-Nr.	101 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	k. A.
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	2002
Bearbeitete Fragestellungen	Sortenprüfung/Herbizidversuch (Standort: Adelshausen)

Begleitforschung – Zuckerrüben

RKI-Nr.	86 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Uni Halle, Frau Dr. Förster
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	2000
Bearbeitete Fragestellungen	Begleitforschungsprogramm Sachsen-Anhalt. Pfl. von Raps und Rauken gezogen. (Standort: Bottmersdorf)

RKI-Nr.	86 (Antragsteller: AgrEvo GmbH)
Durchführende Institution	Fachhochschule Nürtingen
Titel des Projekts	k. A.
Zeitraum	Freisetzung: 1999-2004
Bearbeitete Fragestellungen	Begleitforschungsprogramm zur Freisetzung transgener, herbizidtoleranten Zuckerrüben

Begleitforschung - Kartoffeln

RKI-Nr.	6 (Antragsteller: Institut für Genbiologische Forschung, Berlin)
Durchführende Institution	BBA, und Max-von-Pettenkofer-Institut des Bundesgesundheitsamtes
Titel des Projekts	Teil des Verbundprojekts: Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung an gentechnisch veränderten Pflanzen
Zeitraum	1993-1996
Bearbeitete Fragestellungen	Auswirkungen der gentechnisch vermittelten Resistenz auf Bodenorganismen und weitere pflanzenpathogene Mikroorganismen, Förderkennzeichen: 0310582A/3
Weitere Informationen	www.biosicherheit.de

RKI-Nr.	59 + 121 (Antragsteller: Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Quedlinburg)
Durchführende Institution	Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Resistenzforschung und Pathogendiagnostik, Quedlinburg
Titel des Projekts	Einfluss gentechnisch veränderter, virusresistenter Kartoffellinien auf die Population von Krankheitserregern unter Anbaubedingungen sowie Häufigkeit von Rekombinationen zwischen Transgen und Virus
Zeitraum	2000 –2003
Bearbeitete Fragestellungen	Rekombination - Bildung neuer virulenter(er) Virusstämme (Transkapsidierung)? Auswirkungen auf Blattläuse als Überträger der Viren?
Weitere Informationen	Förderkennzeichen: 0312318 www.biosicherheit.de

RKI-Nr.	122 + 136 (Antragsteller: BBA, Institut für integrierten Pflanzenschutz)
Durchführende Institution	BBA, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Kleinmachnow Justus-Liebig Universität Giessen, Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie – Arbeitsgruppe: Zelluläre Erkennungs- und Abwehrprozesse (ZEAP) Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Institut für Primärproduktion und Mikrobielle Ökologie, Müncheberg Max-Planck-Institut (MPI) für Molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam Universität Hannover, Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Titel des Projekts	Auswirkungen einer transgenen Fruktan-Expression in Kartoffeln auf phänotypische und pflanzenschutzrelevante Eigenschaften im Vergleich mit dem Wildtyp und weiteren konventionellen Sorten – Förderkennzeichen: 0312632 B (BBA) Einfluss der Nahrungsqualität von Kartoffelpflanzen auf die Fitness des Fraßschädling Leptinotarsa decemlineata Say (Kartoffelkäfer) gemessen anhand seiner Immunabwehr und Reproduktion – Fitness von gentechnisch veränderten fruktanbildenden Kartoffellinien unter dem Einfluss abiotischer Stressfaktoren. - Förderkennzeichen: 0312632A (beide Projekte: Uni Gießen) Untersuchung der Auswirkungen transgener Kartoffellinien mit verändertem Kohlenhydratmetabolismus auf die Mikroflora und Etablierung von einfachen Verfahren zur Identifizierung transgener Kartoffellinien - Förderkennzeichen: 0312632 D (ZALF) Erfassung des Einflusses der Transgenexpression und der Transgen/Umwelt-Interaktion auf die Genexpression am Beispiel der Trockentoleranz. Förderkennzeichen: 0312632C (MIPP) Sicherheitsbewertung von Rekombinationsereignissen bei Kartoffelviren in nicht transgenen und transgenen Pflanzen. Förderkennzeichen: 0312632 E (Uni Hannover)
Zeitraum	2001-2004
Bearbeitete Fragestellungen	Näheres s. unter www.biosicherheit.de ; BMBF-Verbund ab 2001; Entwicklung der Schaderregersituation, Untersuchungen zur Mikrobiologie in der Rhizo- und Phyllosphäre und zu Überleben der Samen im Boden
Weitere Informationen	Zu Antrag RKI NR. 6786-01-0136 wurde als Verlängerung beantragt (2002 Zerstörung des Versuchsfelds)

Begleitforschung - sonstigen Kulturpflanzen

RKI-Nr.	48 (Pappel/Antragsteller: Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Großhansdorf)
Durchführende Institution	Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung Großhansdorf
Titel des Projekts	Untersuchungen zur Stabilität und Expressivität fremder Gene in Aspenklonen unter Freilandbedingungen.

Zeitraum	1997-2001
Bearbeitete Fragestellungen	BMBF-Projekt: Stabilität und Expressivität fremder Gene in Aspenklonen BMBF-Teilprojekt: Auswirkungen auf die Mykorrhiza, Förderkennzeichen: 0311387/0 Teilprojekt: Stabilität des Transgens
Berichte / Veröffentlichungen	Kaldorf, M., Fladung, M., Muhs, H.-J., Buscot, F. (2002) Mycorrhizal colonization of transgenic aspen in a field trial. <i>Planta</i> 214 : 653-660. Kaldorf, M., Fladung, M., Muhs, H.-J., Buscot, F. (2000) Interaktionen zwischen Mykorrhizapilzen und transgenen Bäumen. In : Ebert I (Ed.) Freisetzung transgener Gehölze – Stand, Probleme, Perspektiven. Umweltbundesamt, Berlin, S. 86-91. Projektbericht in: Proceedings zum BMBF-Statusseminar, Braunschweig 1999 (Link auf www.biosicherheit.de)
Weitere Informationen	www.biosicherheit.de

RKI-Nr.	116 (Pappel/Antragsteller: Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Großhansdorf)
Durchführende Institution	Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Großhansdorf
Titel des Projekts	Etablierung steriler transgener Pappeln zur Verhinderung eines vertikalen Gentransfers in forstliche Ökosysteme.
Zeitraum	2001-2005
Bearbeitete Fragestellungen	BMBF-Projekt: Untersuchungen zum horizontalen Gentransfer von Espen auf Mykorrhizapilze; Baumarten beginnen im Vergleich zu einjährigen krautigen Pflanzen erst nach Jahren zu blühen. Um den Zeitraum bis zur Blüte zu verkürzen – im vorliegenden Forschungsprojekt steht speziell die Blütenbildung im Vordergrund der Untersuchungen – werden als Ausgangsmaterial transgene Aspen- (Pappel-) Linien verwendet oder erzeugt, die bereits nach drei bis vier Jahren blühen. Förderkennzeichen: 03121638A

RKI-Nr.	1 (Petunie/Antragsteller: Max-Delbrück-Laboratorium, Köln)
Durchführende Institution	Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (MPI), Abteilung Genetische Grundlagen der Pflanzenzüchtung, Köln
Titel des Projekts	Begleitende Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter Petunien
Zeitraum	1990-1993
Bearbeitete Fragestellungen	Prüfung der Existenz von Samenbanken Untersuchungen zum horizontalen Gentransfer in Bodenmikroorganismen; Förderkennzeichen: 0319454A/0
Weitere Informationen	www.biosicherheit.de

RKI-Nr.	20 (Rhizobium meliloti/Antragsteller: Universität Bielefeld)
Durchführende Institution	Universität Bielefeld, Lehrstuhl für Genetik, Bielefeld; Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Agrarökologie, Braunschweig; TÜV Südwest Dienstleistungs-GmbH, Biologische Sicherheit, Freiburg; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Mikrobiologie, Biochemie und Genetik, Erlangen 1992-1996: GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Institut für Bodenökologie, Neuherberg; ZALF, Institut für Primärproduktion und Mikrobielle Ökologie, München; Universität Bielefeld, Lehrstuhl für Genetik, Bielefeld; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, Erlangen; TÜV Süd-

<p>Titel des Projekts</p>	<p>west, Biologische Sicherheit, Freiburg Biologische Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter (Sino)rhizobium meliloti Stämme Einzelprojekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Persistenz und Verbreitung biolumineszenter, isogener RecA+/RecA- Sinorhizobium meliloti Stämme sowie Genomstabilität und DNA-Import dieser freigesetzten Stämme ▪ Überlebens- und Verbreitungsstrategien gentechnisch veränderter biolumineszenter Sinorhizobium meliloti Stämme im Freiland ▪ Monitoring der Zusammensetzung endogener Populationen kultivierbarer Rhizosphärenbakterien unter dem Einfluss der freigesetzten veränderten Sinorhizobium meliloti Stämme ▪ Vergleichende Analyse der Verbreitung und Persistenz isogener RecA+/RecA- Sinorhizobium meliloti Stämme im Boden und in der Rhizosphäre von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen <p>Förderkennzeichen: 0311202 + 0311203 + 0311204 + 0311205</p> <p>1992-1996: Originaltitel der Teilprojekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biologische Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter Rhizobium meliloti Stämme: Überleben, Verbreitung und Wechselwirkung des freigesetzten Organismus mit der endogenen Bodenmikroflora beider Freisetzungsorte ▪ Bodenmikrobiologische Untersuchungen ökologischer Auswirkungen durch Freisetzung von Rhizobium meliloti Stämmen (GVO) in Verbindung mit der Aussaat von Medicago sativa ▪ Einfluss der Freisetzung von isogenen Rhizobium meliloti RecA/RecA+ Stämmen auf die natürliche Rhizobium Population in einem organischen Boden ▪ Einfluss freigesetzter RecA+/RecA- Stämme von Rhizobium meliloti auf die endogene Wirtspflanzen- nodulierende Population von Rhizobium leguminosarum bv. viciae ▪ Analyse der Wechselwirkung isogener biolumineszenter RecA+/RecA- Stämme von Rhizobium meliloti (GVO) mit der endogenen nodulierenden Rhizobium meliloti Bakterien- und Bakteriophagen-Population im Freiland ▪ Entwicklung und Erprobung von Monitoring-Methoden zur Spezies-spezifischen Detektion und Computer-gestützten Typisierung von Rhizobienstämmen <p>Förderkennzeichen: 0310546A + 0310547A/5 + 0310548A/6 + 0310549A/7 + 0310581A</p>
<p>Zeitraum</p> <p>Bearbeitete Fragestellungen</p> <p>Berichte / Veröffentlichungen</p>	<p>1994-1998/1996-2000</p> <p>Überlebens- und Verbreitungsstrategien gentechnisch veränderter biolumineszenter Rhizobien im Freiland</p> <p>Tebbe, C.C., Miethling, R., Schwieger, F. (1998) Monitoring effects of the released transgenic Sinorhizobium meliloti strains on rhizosphere and bulk soil microbial communities. In: The Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Microorganisms: 5th international symposium, Braunschweig, Germany, 6-10 September 1998 Ed. By J. Schiemann, 279-283</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Miethling, R., Schwieger, F., Tebbe, C.C. (1998) Überlebens- und Verbreitungsstrategien gentechnisch veränderter biolumineszenter Sinorhizobium meliloti Stämme im Freiland. In: Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, J. Schie-

mann (Hrg.), Braunschweig, Jülich 1999, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF), S. 147-157

- Lotz, W., Schmidt, M., Schäffer, D. (1998) Biologische Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter *Sinorhizobium meliloti* Stämme: Vergleichende Analyse der Verbreitung und Persistenz isogener RecA+/RecA- *Sinorhizobium meliloti*-Stämme im Boden und in der Rhizosphäre von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen (Luzerne und Roggen). In: Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, S. 167-174. Hrsg. Schiemann, J., Projektträger Biologie, Energie, Ökologie; Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich.

- Schneiker, S., Keller, M., Dröge, M., Lanka, E., Pühler, A., Selbitschka, W. (2001) The genetic organization and evolution of the broad host range mercury resistance plasmid pSB102 isolated from a microbial community residing in the rhizosphere of alfalfa. *Nucleic Acids Res.* 29, 5169-5181

- Selbitschka, W., Keller, M., Tebbe, C.C., Pühler, A. (2003) Leuchtmarkierte Zellen von *Sinorhizobium meliloti* im Boden: Freisetzung gentechnisch veränderter Bakterien. *Biologie in unserer Zeit* 33, 162-175.

- Keller, M., Dresing, U., Schneiker, S., Selbitschka, W., Pühler, A. (1999) Freilandversuche mit leuchtmarkierten Rhizobien an zwei Standorten in Deutschland – erwartete und nicht erwartete Ergebnisse. In: Schiemann, J. (Hrsg.): *Biologische Sicherheit – Proceedings zum BMBF-Statusseminar*, Braunschweig 1999. Biologische Sicherheitsforschung bei Freilandversuchen mit transgenen Organismen und anbaubegleitendes Monitoring. Braunschweig, Jülich, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF und des BMWi), S. 85-93, 2000

- Keller, M., Homann, I., Dresing, U., Schneiker, S., Selbitschka, W., Pühler, A. (1999) Persistenz, Verbreitung und Genomstabilität biolumineszenter isogener RecA+/RecA- *Sinorhizobium meliloti*-Stämme und Analyse des DNA-Imports in diese freigesetzten Stämme. In: Schiemann, J. (Hrsg.): *Biologische Sicherheit – Proceedings zum BMBF-Workshop*, Braunschweig 1998. Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, Braunschweig, Jülich, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF und des BMWi), S. 137-146, 1999

Lotz, W., Schmidt, M., Schäffer, D. (1999) Biologische Sicherheitsforschung zur Freisetzung gentechnisch veränderter *Sinorhizobium meliloti*-Stämme: Vergleichende Analyse der Verbreitung und Persistenz isogener RecA+/RecA- *Sinorhizobium meliloti*-Stämme im Boden und in der Rhizosphäre von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen (Luzerne und Roggen). In: Schiemann, J. (Hrsg.): *Biologische Sicherheit – Proceedings zum BMBF-Workshop*, Braunschweig 1998. Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, Braunschweig, Jülich, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF und des BMWi), S. 167-174, 1999

Miethling, R., Schwieger, F., Tebbe, C.C. (1999) Überlebens- und Verbreitungsstrategien gentechnisch veränderter, biolumineszenter *Sinorhizobium meliloti*-Stämme im Freiland. In: Schiemann, J. (Hrsg.): *Biologische Sicherheit – Proceedings zum BMBF-Workshop*, Braunschweig 1998. Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten

Pflanzen und Mikroorganismen, Braunschweig, Jülich, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF und des BMWi), S. 147-158, 1999

Tichy, H.-V., Simon, R. (1999) Monitoring der Zusammensetzung endogener Populationen kultivierbarer Rhizosphärenbakterien unter dem Einfluss der freigesetzten, gentechnisch veränderten *Rhizobium meliloti*-Stämme. In: Schiemann, J. (Hrsg.): Biologische Sicherheit – Proceedings zum BMBF-Workshop, Braunschweig 1998. Freisetzungsbegleitende Sicherheitsforschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen und Mikroorganismen, Braunschweig, Jülich, BEO (Projektträger Biologie, Energie, Umwelt des BMBF und des BMWi), S. 159-166, 1999

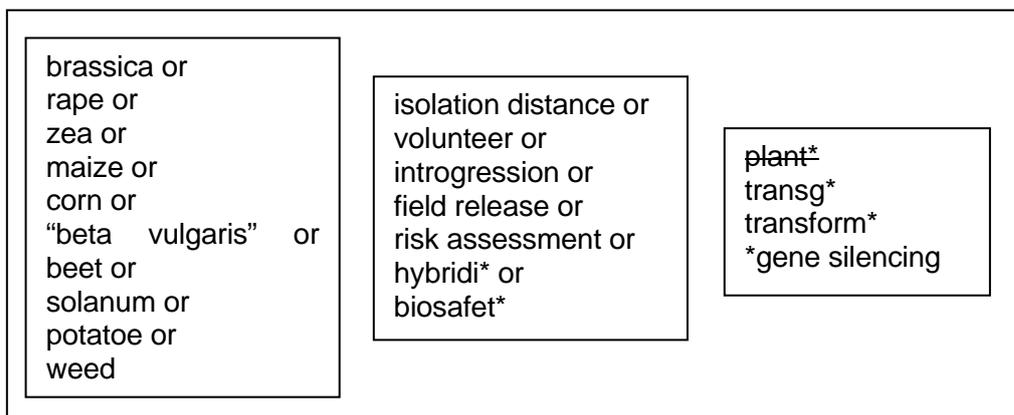
Weitere Informationen

www.biosicherheit.de

II. b) Ergebnisse der Literaturrecherche zur Begleitforschung

Suchmaske für den Zeitraum 1999-2004/4 In:

1. Biological Abstracts und CAB Abstracts im Suchfeld „Descriptors“,
2. CAB Abstracts im Suchfeld „Abstracts“,
3. Biological Abstracts im Suchfeld „Abstracts“.



Ergebnisse:

1. Kharazmi-M; Bauer-T; Hammes-WP; Hertel-C: Effect of food processing on the fate of DNA with regard to degradation and transformation capability in *Bacillus subtilis*, *Systematic-and-Applied-Microbiology*. 2003, 26: 4, 495-501; 55 ref.
Institute of Food Technology, University of Hohenheim, Garbenstr. 28, D-70599 Stuttgart, Germany.
2. Jany-KD; Kiener-C, Genetic engineering and foods. *Aktuelle-Ernährungsmedizin*. 2003, 28: 4, 240 -251; 21 ref.
Wissenschaftlerkreis Grune Gentechnik e.V., Frankfurt, Germany.
3. Commandeur-U; Twyman-RM; Fischer-R, The biosafety of molecular farming in plants. *Institute for Molecular Biotechnology, Biology VII, RWTH Aachen, Worringerweg 1, D-52074, Aachen, Germany. AgBiotechNet*. 2003, 5: ABN 110, 1-9; 53 ref.
4. Einspanier-R, Utilizing gene technology during food production and analysis. Reviewing safety considerations and specific European demands, 2003, *Agro-Ciencia* 19: 1, 75-80; 12 ref.
Institute of Veterinary Biochemistry, Free University of Berlin, Oertzenweg 19b 14163, Berlin, Germany.
5. Saeglitz-C; Bartsch-D Regulatory and associated political issues with respect to Bt transgenic maize in the European union. 2002. *Journal-of-Invertebrate-Pathology*. 2003, 83: 2, 107 -109; 11 ref.
Chair of Biology V, Ecology, Ecochemistry and Ecotoxicology, Aachen University of Technology, RWTH Aachen, D-52056 Aachen, Germany
6. Hommel,-B Pallutt,-B: Evaluation of herbicide resistance from a point of view of integrated plant protection within a system of a 4-field crop rotation including glufosinate-resistant rape and maize. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 2000;

- (Special Iss.17): 411-420
 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut fuer Integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532, Kleinmachnow, Germany
7. Theenhaus-A; Peichl-L, Case-specific monitoring of herbicide-tolerant genetically modified (GM) oilseed rape.
 Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, Germany.
 8. Saure-C; Kuhne-S; Hommel-B, Pollen transfer by insects from oilseed rape to other crucifers: contribution to the risk assessment of genetically modified plants. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie*. 2001, 13: 1-6, 265-268; 7 ref.
 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow, Germany.
 9. Tomiuk,-J, Hauser,-T-P, Bagger-Jorgensen,-R: A- or C-chromosomes, does it matter for the transfer of transgenes from *Brassica napus*, *Theoretical-and-Applied-Genetics*. 2000; 100(5): 750-754.
 Institute of Anthropology and Human Genetics, Wilhelmstrasse 27, D-72074, Tuebingen, Germany
 10. Gotz-R; Ammer-F; Haas-HU (ed.); Hurle-K, Results of the application of Liberty in transgenic winter rape in Thuringen, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 2000, Sonderh. 17, 397 -401; 4 ref. Proceedings 20th German conference on weed biology and weed control, Stuttgart-Hohenheim, Germany, 14-16 March, 2000. *Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz*. 2000, Sonderh. 17, 397 -401; 4 ref.
 Thuringer Landesanstalt für Landwirtschaft, D-07743 Jena, Germany.
 11. Pekrun-C; Lane-PW; Lutman-PJW, Modelling the potential for gene escape in oilseed rape via the soil seedbank: its relevance for genetically modified cultivars, 1999, 101-106; BCPC Symposium Proceedings No.72; 15 ref.
 Institute of Agronomy & Grasslands (340), University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany.
 12. Dietz-Pfeilstetter-A; Gland-Zwenger-A; Garbe-V, Potential and evaluation of outcrossing from transgenic oilseed rape. *Nachrichtenblatt-des-Deutschen -Pflanzenschutzdienstes*. 1999, 51: 1, 14-19; 39 ref.
 Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenvirologie, Mikrobiologie und biologische Sicherheit, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig
 13. Goetz,-R, Ammer,-F: Results of Liberty application in transgenic winter rape in Thuringia *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 2000; (Special Iss.17): 397-401.
 Thuringer Landesanstalt fuer Landwirtschaft, D-07743, Jena, Germany
 14. Menzel,-Gertrud Mathes,-Karin Environmental risk assessment and monitoring for genetically modified cultivars: Studies of vertical gene transfer with special reference to rape (*Brassica napus* L.) *Zeitschrift für Oekologie und Naturschutz*. 1999; 8(3): 157-162
 Universitaet Bremen/UFT, Leobener Strasse, D-28334, Bremen, Germany
 15. Beismann-H; Roller-A; Zeitler-R; Bekker-RM Forcella-F Grundy-AC Marshall-EJP Jones-NE Murdoch-AJ, Assessing the number of transgenic oilseed rape seeds in the soil seed bank of former release sites, *Papers from a meeting of the Association of Applied Biologists*, Reading, UK, 17-18 September, 2003. *Aspects-of-Applied-Biology*. 2003, No.69, 209-215; 14 ref.
 Technische Universität München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Am Hochanger 6, D-85350 Freising-Weißenstephan, Germany.

16. Bartsch-D; Brand-U; Morak-C; Pohl-Orf-M; Schuphan-I; Ellstrand-NC: Biosafety of hybrids between transgenic virus-resistant sugar beet and swiss chard. *Ecological-Applications*. 2001, 11: 1, 142-147; 33 ref.
Department of Biology V, Ecology, Ecochemistry and Ecotoxicology, Aachen University of Technology, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Worringerweg 1, 52056 Aachen, Germany.
17. Bartsch-D; Cuguen-J; Biancardi-E; Sweet-J, Environmental implications of gene flow from sugar beet to wild beet -- current status and future research needs. *Environmental-Biosafety-Research*. 2003, 2: 2, 105-115; 46 ref.
Center for Gene Technology, Robert Koch Institute, Nordufer 20, 13533 Berlin, Germany.
18. Schaufele-WR; Pfeleiderer-UE; Haas-HU; Hurle: Trials to control volunteer rape seed, potato regrowth and weed beets in herbicide resistant sugarbeet - first results. *Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz*. 2000, Sonderh. 17, 403 -409; 2 ref.
Institut für Zuckerrubenforschung, Holtenser Landstr. 77, 37079 Gottingen, Germany.
19. Schmalenberger-A; Tebbe-CC Genetic profiling of noncultivated bacteria from the rhizospheres of sugar beet (*Beta vulgaris*) reveal field and annual variability but no effect of a transgenic herbicide resistance. *Canadian-Journal-of-Microbiology*. 2003, 49: 1, 1-8; 41 ref.
Institute für Agrarökologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany.
20. Driessen-S; Pohl-M; Bartsch-D RAPD-PCR analysis of the genetic origin of sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) at Germany's Baltic Sea coast. *Basic-and-Applied-Ecology*. 2001, 2: 4, 341-349; 38 ref.
Ministry of the Environment, Nature and Forestry of Schleswig -Holstein Land, Kiel, Germany.
21. Pohl-Orf,-Matthias; Brand,-Ulrike; Driessen,-Sarah; Hesse,-Peter-Rene; Lehnen,-Marcus; Morak,-Claudia; Muecher,-Thomas; Saeglitz, -Christiane ; von-Soosten,-Cornelia; Bartsch,-Detlef, Overwintering of genetically modified sugar beet, *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*, as a source for dispersal of transgenic pollen, *Euphytica*-. 1999; 108(3): 181-186.
Tuev-Hannover/Sachsen-Anhalt Division Energy and Systems Technology, Am Tuev 1, D-30519, Hannover, Germany
22. Gebhard,-Frank; Smalla,-Kornelia: Monitoring field releases of genetically modified sugar beets for persistence of transgenic plant DNA and horizontal gene transfer, *FEMS-Microbiology-Ecology*. 1999; 28(3): 261-272.
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Mikrobiologie und biologische Sicherheit, Institut für Pflanzenvirologie, Messeweg 11-12, D-38104, Braunschweig, Germany