
Eine umfassende Literaturlauswertung zu den bisher gefundenen Pollenausbreitungsdistanzen und Einkreuzungsraten von Mais, Weizen und Raps wurde im Rahmen eines ebenfalls noch nicht veröffentlichten Rechtsgutachtens zum Thema „Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft“ durchgeführt (Barth et al., im Druck). Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse würde über den geplanten Umfang der vorliegenden Studie hinausgehen. Auch eine tabellarische Auflistung aller Ergebnisse erscheint nicht sinnvoll, da es für eine Interpretation der Ergebnisse wichtig ist, den jeweiligen Erhebungskontext zu berücksichtigen. Entsprechend werden hier ausschließlich die Schlussfolgerungen präsentiert. (Ausführliche Diskussion der Ergebnisse in Barth et al. (im Druck), Kapitel 4.2):

- Es gibt sehr große Unterschiede zwischen den Einkreuzungsraten unterschiedlicher Kulturen. Auch innerhalb von Kulturen unterscheiden sich die Ergebnisse teilweise erheblich, was zum einen auf Sortenunterschiede (z. B. männlich steriler und fertiler Raps), zum anderen auf unterschiedliche Versuchsbedingungen zurückgeführt wird.
- Die Pollenkonzentration nimmt in der Regel mit wachsendem Abstand zur Pollenquelle schnell ab, geringe Konzentrationen wurden aber über weite Entfernungen gefunden. In vielen Fällen wurde Pollen bis zur maximal im Experiment überprüften Distanz, d. h. teilweise in mehreren Kilometern Abstand nachgewiesen. (Barth et al., im Druck). Entsprechend ist es kaum möglich, die Distanz zu bestimmen, bei der die Einkreuzungsrate 0 % beträgt. Zu diesem Ergebnis kommen auch Studien, in denen Pollenausbreitungsdistanzen modelliert wurden (Dale et al., 2002).
- Die Daten weisen teilweise erhebliche Lücken auf. Häufig wurden sie unter begrenzten Versuchsbedingungen erhoben und decken nicht die Vielzahl der real möglichen Anbauszenarien ab. Zudem fehlen für viele Daten Informationen zu den Erhebungsbedingungen, so dass ihre Relevanz nicht abschließend beurteilt werden kann. Viele Untersuchungen wurden unter klimatischen Verhältnissen durchgeführt, die sich nicht ohne weiteres auf deutsche Klimaverhältnisse übertragen lassen. Zuverlässige quantitative Aussagen sind bei der aktuellen Datenlage daher nicht möglich. In diesem

Bereich wird dringender Forschungsbedarf angemeldet (Barth et al., im Druck).

Trotz der lückenhaften Datenlage wurde im Rahmen des Gutachtens aus pragmatischen Gesichtspunkten heraus aufbauend auf die vorhandenen Informationen abgeleitet, in welchen Abständen von der Pollenquelle wahrscheinlich mit zuvor definierten Einkreuzungsraten zu rechnen ist (Tabelle 5):

Tabelle 5: Wahrscheinliche Einkreuzungsraten bei unterschiedlichen Kulturen in Abhängigkeit von der Distanz zur Pollenquelle.

	In welchem Abstand von einer Pollenquelle kann es mindestens zu einer Einkreuzungsrate von x % kommen?				
	> 3 %	> 1 %	> 0,5 %	<0,5%	<0,1
Einkreuzung in:					
männlich sterilen Weizen	bis zu 150 m	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Mais	k. A.	bis zu 800 m	bis zu 1000 m	ab 1000 m	
männlich sterilen Raps	bis zu 4000 m (> 5 %)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
fertilen Raps	k. A.	bis zu 300 m	k. A.	k. A.	k. A.

Angaben zusammengefasst nach Barth et al. (im Druck).

Im Rahmen einer von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebenen Studie zur Koexistenzproblematik wurde mit Hilfe von Computersimulationen berechnet, welche Kontaminationsgrade auf verschiedenen konventionell und ökologisch bewirtschafteten Betrieben zu erwarten sind, wenn der Anteil entsprechender, gentechnisch veränderter Kulturen in der Umgebung 10 bzw. 50 % beträgt (Bock et al., 2002). Dabei wurden neben dem potenziellen Eintrag transgener Erbinformation durch Einkreuzung auch andere bekannte potenzielle Kontaminationsquellen einbezogen (inkl. Verunreinigung des eingesetzten Saatguts, Eintrag durch überwinternde oder verwilderte transgene Pflanzen, Behandlung des Erntegutes nach der Ernte). Die Berechnungen wurden für die Kulturen Raps (Saatgutproduktion) und Mais (als Lebens- und Futtermittel) durchgeführt, für Kartoffeln (zu Konsumzwecken oder für die verarbeitende Industrie) stand kein Computermodell zur Verfügung, entsprechend wurden die Kontaminationsgrade auf der Grundlage von Expertenmeinungen abgeschätzt. Es wird darauf hingewiesen, dass die auf den Computermodellen beruhenden absoluten Werte mit Vorbehalt

betrachtet werden müssen, da die Modelle noch validiert werden müssen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengefasst.

Tab. 6: GVO-Anteile in verschiedenen Kulturen bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen (in %) in Abhängigkeit vom Anteil des GVO-Anbaus in der Umgebung (Berechnungen unter Verwendung von Computermodellen)

Bewirtschaftungsform	Errechnete GVO-Anteile (in %) bei Beibehaltung der derzeitigen Praxis			
	Konventionell (z. T. GVO-Anbau im selben Betrieb)		Ökologisch	
Anteil GVO-Anbau in der Umgebung	10 %	50 %	10 %	50 %
Raps (Saatgut)	0,2 - 0,5	0,4 - 0,6	0,3 - 2,0	0,6 - 0,9
Mais (Lebens- und Futtermittel)	0,7 - 1,0	0,8 - 2,2	0,1 - 0,2	0,2 - 0,6

Tab. 7: GVO-Anteile in frühen und normalen Kartoffeln bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen (in %) in Abhängigkeit vom Anteil des GVO-Anbaus in der Umgebung (Berechnungen auf Grundlage von Expertenmeinungen)

Bewirtschaftungsform	Errechnete GVO-Anteile (in %) bei Beibehaltung der derzeitigen Praxis			
	Konventionell (z. T. GVO-Anbau im selben Betrieb)		Ökologisch	
Anteil GVO-Anbau in der Umgebung	25 - 50 % (normal)	25 - 50 % (früh)	25 - 50 % (normal)	25 - 50 % (früh)
Kartoffeln (Konsum, verarbeitetes Lebensmittel)	0,36	0,54	0,1	0,16

Daten aus Bock et al. (2002), zusammengestellt nach www.transgen.de

Neben dem Anteil von Flächen, auf denen gentechnisch veränderte Kulturen angebaut werden, spielt also auch die Bewirtschaftungsform eine große Rolle für das Ausmaß der GVO-Kontamination auf Betriebsebene. So wird beispielsweise für ökologisch wirtschaftende Betriebe, die Rapsaatgut produzieren, mit einer sehr viel höheren Kontaminationsrate gerechnet als für konventionelle Betriebe, was damit erklärt wird, dass die Kontrolle von verwilderten Pflanzen mit den im ökologischen Landbau zugelassenen Methoden sehr viel schwieriger ist.

Für die Verhältnisse in Norddeutschland wird im Zuge des Forschungsverbundprojektes GenEERA – ‚Generische Erfassungs- und Extrapolationsmethoden der Raps-Ausbreitung‘ im Rahmen des Programms ‚Biotechnologie 2000‘ des BMBF (‚Sicherheitsforschung und Monitoring‘) die Hybridisierungs- und

Ausbreitungsdynamik von Raps (*Brassica napus*) und von verwandten Wildarten durch die Anwendung einer Kombination unterschiedlicher Modellierungstechniken abgeschätzt und dabei insbesondere das Potenzial für eine Ausbreitung von Transgenkonstrukten aus gentechnisch verändertem Raps betrachtet. Mit interessanten Ergebnissen zu realitätsnahen Ausbreitungsszenarien ist in ein bis zwei Jahren zu rechnen.

3.2 Saatgut

3.2.1 Potenzielle Kontaminationspfade bei der Saatgutproduktion

Bei der Saatzeit und -vermehrung bzw. bei der Gewinnung von Saatgut aus dem Erntegut (Nachbau) bestehen grundsätzlich ähnliche Kontaminationsmöglichkeiten wie bei der Erzeugung von Erntegut (vgl. Kapitel 3.1). Eine Übersicht über die potenziellen Kontaminationspfade bietet Tabelle 2. Auf folgenden Wegen ist eine Kontamination mit GVO möglich:

- Befruchtung des Zucht- oder Vermehrungsmaterials mit Pollen gentechnisch veränderter Pflanzen aus Feldbeständen gleicher oder verwandter Arten
- Befruchtung des Zucht- oder Vermehrungsmaterials mit Pollen von GVO-Durchwuchspflanzen gleicher oder verwandter Arten im Vermehrungsbestand und in nachbarschaftlichen Feldbeständen, ggf. auch mit Pollen verwandter Wildpflanzenarten, die auf dem Wege früherer Auskreuzung GVO-Erbkomponenten enthält
- Vermischung der gewonnenen Samen mit transgenen Samen, die aus Durchwuchs stammen
- Verunreinigungen während des Säens durch GVO-verunreinigte Sämaschinen und bei der Ernte durch verunreinigte Erntemaschinen
- Verunreinigungen bei Lagerung und Verpackung des Saatgutes

Allgemein nimmt der Nachbau in der betrieblichen Versorgung mit Saatgut eine wichtige Stellung ein: Er liegt bei etwa 50 %. Der Nachbau kommt aufgrund einer starken Aufspaltung der genotypischen Merkmale jedoch nur bei Nichthybriden in Frage. Hybridsaatgut muss für jede Anbausaison neu zugekauft werden. Da beim

Nachbau ein Teil der Ernte, die als Konsumware angebaut wurde, für die nächstjährige Aussaat verwendet wird, werden die Vorkehrungen, die für die Saatgutvermehrung vorgesehen sind, in der Regel nicht getroffen. Dadurch kann das Kontaminationspotenzial höher sein als bei der überwachten Saatgutvermehrung.

3.2.2 Auflagen bei der Saatgutproduktion

Konsumsaatgut wird in der Regel in einem mehrstufigen Prozess erzeugt. Abhängig von der betreffenden Art wird aus sogenanntem Vorstufensaatgut, welches der Züchter zur Verfügung stellt, Basissaatgut und daraus wiederum zertifiziertes Saatgut (Z-Saatgut) gewonnen. Der Erzeugung von Basis- und Z-Saatgut erfolgt in der Regel dezentral durch landwirtschaftliche Betriebe. Damit solcherweise erzeugtes Saatgut verkehrsfähig wird, muss es anerkannt werden. Die Anerkennung wird im Rahmen von einer oder mehreren Feldbesichtigungen auf der Grundlage der Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und Gemüsearten (SaatgutV, Rutz, 1998) durchgeführt. Dabei werden an die Kategorie Basissaatgut höhere Anforderungen z. B. bzgl. Sortenreinheit als an Z-Saatgut gestellt.

Bei der Erzeugung von Vorstufen-, Basis- oder zertifiziertem Saatgut müssen Auflagen eingehalten werden, die u. a. sicherstellen sollen, dass sortenreines Saatgut erstellt wird. Diese Auflagen zielen darauf ab, einen Eintrag unerwünschter Erbkomponenten über Pollen anderer Bestände der gleichen oder verwandter Arten zu unterbinden. Allerdings müssen diese Sicherheitsabstände in Bezug auf eine hohe Sortenreinheit als nicht in allen Fällen hinreichend angesehen werden, so dass Züchter- bzw. Vermehrungsunternehmen z. T. weitergehende Sicherheitsabstände im Rahmen der Saatgutvermehrung einsetzen. Die geforderten Reinheiten liegen je nach Kulturart und Saatgutkategorie bei 98 % z. T. bei 99 % (Rutz, 1998). Aus der Tatsache, dass einerseits die vorhandenen Sicherheitsabstände nicht in allen Fällen zur Erzeugung von sortenreinem Saatgut als ausreichend gelten (die Saatgutwirtschaft legt teilweise freiwillig deutlich höhere Abstände fest) und andererseits der maximal tolerierte Grad an Verunreinigung bei 2 % liegt, kann geschlossen werden, dass die zur Zeit anzuwendenden Vorschriften nur begrenzt in der Lage sind, eine Kontamination von Saatgut mit GVO zu unterbinden. Zur Vermeidung bzw. zur Verminderung einer GVO-Kontamination bis in den Bereich der Nachweisgrenze sind

die im Rahmen der üblichen Saatguterzeugung vorgeschriebenen Sicherheitsabstände deshalb als nicht hinreichend anzusehen.

Mit Blick auf die möglichen Kontaminationspfade sind vor allem die Abstände der Feldbestände bei der Saatgutvermehrung zu betrachten, welche in der SaatgutV für die verschiedenen Kulturen festgelegt sind. Tabelle 8 gibt für einige Kulturpflanzenarten einen Überblick über die verschiedenen vorgeschriebenen Mindestentfernungen zwischen Vermehrungsbestand und anderen zur selben Zeit pollinierenden Feldbeständen derselben Art oder Sorte.

Tabelle 8: Für die Saatgutproduktion (von Basis-Saatgut und zertifiziertem Saatgut) in der Saatgutverordnung vorgeschriebene Sicherheitsabstände für unterschiedliche Kulturen.

	Basissaatgut	Zertifiziertes Saatgut
Getreide allgemein (außer Mais)	300 m	250 m
Triticale	50 m	20 m
Hybridroggen (mit männlich steriler Erbkomponente)	1.000 m	500 m
Mais	200 m	
Raps	200 m	100 m
Sonnenblume (Hybriden)	1.500 m	500
Rüben	300 – 1.000 m (abh. v. Ploidiestufe etc.)	

In der SaatgutV ist festgelegt, dass die vorgeschriebenen Mindestentfernungen unterschritten werden dürfen, wenn eine ausreichende Abschirmung gegen Fremdbefruchtung gegeben ist. Daran wird deutlich, dass der Gesetzgeber in der Abschirmung des Vermehrungsbestandes durch biologische (z. B. Hecken, Mantelsaat etc.) oder physikalische (Pollenschutznetze u. Ä.) Barrieren neben Sicherheitsabständen eine sinnvolle Maßnahme sieht, den Vermehrungsbestand vor Fremdpollen zu schützen. Allerdings können diese Maßnahmen die Einkreuzung in Nachbarkulturen nicht sicher mit Blick auf einen definierten Prozentsatz reduzieren (Barth et al., im Druck).

Im Rahmen der durch die SaatgutV veranschlagten Feldbesichtigung wird auch das Auftreten von Durchwuchspflanzen derselben oder anderer Arten bonitiert. Bei vielen Getreidearten führt z. B. ein Fremdbesatz von über 15 Pflanzen je 150 m² bei der Erzeugung von Z-Saatgut zur Aberkennung. Der tolerierbare Fremdbesatz hängt von der Kulturart, der Saatgutkategorie und der Zuchtmethode (z. B. Hybride oder Nichthybride) ab (Rutz, 1998).

3.2.3 Rolle von Saatgut-Importen

Die Vermehrung von Saatgut findet heute bei zahlreichen Nutzpflanzenarten nicht in Deutschland statt. Die Gründe dafür sind unterschiedlicher Natur. Bei Roggen beispielsweise erfolgt die Erzeugung von Vorstufensaatgut zu einem großen Teil im europäischen Ausland, da hierzulande der Roggenanbau eine zu hohe Dichte erreicht hat, als dass sich sicher sortenreines Vorstufensaatgut erzeugen ließe. Als weiteres Beispiel können Gemüsearten aufgeführt werden, die zum Teil in europäischen, aber vielfach auch außereuropäischen Ländern vermehrt werden. Dies hängt im Wesentlichen mit besseren klimatischen Bedingungen für die Samenerzeugung zusammen. Bei Mais findet aus den gleichen Gründen die Vermehrung fast ausschließlich im Ausland statt. Als weiteres Beispiel kann die Betarübe dienen: Sie ist eine zweijährige Pflanze, bildet also erst im zweiten Jahr Samen aus. Um einen schnelleren Zuchtfortschritt zu erzielen, werden bei Zucht und Vermehrung diese Pflanzen wechselweise in der nördlichen und südlichen Hemisphäre angebaut.

Wird Saatgut in Ländern vermehrt bzw. aus Ländern importiert, in denen gentechnisch veränderte Pflanzen (auch zu kommerziellen Zwecken) angebaut werden, besteht die Gefahr, dass das Saatgut GVO-Verunreinigungen aufweist. Dabei nimmt das Risiko für die GVO-Verunreinigungen mit zunehmendem Anteil gentechnisch veränderter Pflanzen an der gesamten Anbaufläche der jeweiligen Kultur in dem Herkunftsland zu. Wird das Saatgut in einem EU-Mitgliedsstaat vermehrt, sind Verunreinigungen durch transgene Erbkomponenten von in der EU zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen möglich, bei Importen aus Ländern, die nicht der EU angehören, kann es auch zu Verunreinigungen durch nicht in der EU zugelassene transgene Erbkomponenten kommen.

Zum Teil findet eine standardmäßige Untersuchung auf GVO-Bestandteile beim Saatgutimport statt. Beispielsweise führt die KWS SAAT AG derartige Untersuchungen im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Saatgutimporten durch (KWS SAAT AG, mündl. Mitteilung, 2002). Offenbar greifen diese Systeme, denn Greenpeace hat in einer großangelegten Untersuchungsreihe nur in wenigen Proben Verunreinigungen gefunden, die ihrerseits alle unter 0,1 % lagen (siehe unten). Andere Unternehmen geben an, dass je nach Kultur der monetäre Wert des

Saatgutes eine standardmäßige Untersuchung auf GVO-Verunreinigungen vielfach nicht erlaubt (Hild Samen, mündl. Mitteilung, 2002).

Es ist jedoch anzumerken, dass Saatgutunternehmen teilweise die Produktion in „gentechnik-freie“ Länder verlegen, um eine mögliche Kontamination mit GVO zu verhindern. So hat z. B. Advanta erklärt, die Produktion teilweise nach Neuseeland verlagert zu haben. Pioneer Hi-Bred hat den größten Teil der Maissaatgutproduktion nach Rumänien, Ungarn und Österreich verlegt (The Times, 29.05.2000).

3.2.4 Belastungsgrade

Bei Importen aus Ländern außerhalb der EU wird nur teilweise eine Untersuchung des Saatgutes auf GVO-Bestandteile durchgeführt. Analysen werden einerseits vorgenommen, wenn konkrete Gefährdungssituationen bestehen (z. B. Rapsvermehrung in Kanada) oder sind standardmäßiger Teil eines Qualitätssicherungssystems. Im Folgenden werden Beispielfälle aufgelistet, in denen mit GVO kontaminiertes, importiertes Saatgut in Deutschland in Verkehr gebracht wurde.

- Mitte April 1999 wurde in Deutschland in konventionellem Mais-Saatgut ein geringer Anteil gentechnisch veränderten Saatgutes festgestellt. Die Verunreinigung betrug zwischen 0,1 und 0,5 % (Brodmann und Nicholas, 1999).
- Mitte Mai 2000 wurden Verunreinigungen von Sommerraps mit GVO der Sorten Hyola 38, Hyola 330 und Hyola 401 von der Firma Advanta Seeds in Deutschland und verschiedenen anderen europäischen Ländern gefunden worden. Der Verunreinigungsgrad betrug je nach Analyse 0,03 bis 2,6 %. (http://www.greenpeace.de/GP_DOK_3P/HINTERGR/C05HI73.HTM)
- Bei Maisproben aus zwölf Bundesländern vom letzten Jahr fanden die Behörden nur in 9 von 266 Stichproben Spuren von GVO. Alle Werte lagen unter 0,1 % und damit nahe an der derzeitigen Nachweisgrenze. Bei Raps war nur eine von 255 Proben positiv. Auch bei eigenen Proben fand Greenpeace maximale Verunreinigungen von 0,1 %. (@grar.de Aktuell - 13.05.2002)
- Bei Untersuchungen im April 2001 hat das Umweltministerium Schleswig-Holstein Saatgut gefunden, das mit genetisch veränderten Mais-Samen verunreinigt war. Es handelt sich um die Sorten Arsenal aus Chile mit der

Partie-Nummer F 0076H030421 und Janna aus Kanada mit der Partienummer D/H 4620/355. Bei der Sorte Arsenal wurde eine Verunreinigung mit dem Konstrukt GA 21 nachgewiesen. Diese genetische Veränderung soll eine Herbizidtoleranz bewirken. Dieses Konstrukt darf in Europa nach dem Gentechnikgesetz nicht in den Verkehr gebracht werden. Bei der Sorte Janna wurden zwei verschiedene Konstrukte nachgewiesen. Es handelt sich um das Event BT 176 und BT 11. Für BT 176 liegt lediglich eine eingeschränkte Genehmigung vor, BT 11 darf nicht angebaut werden. (<http://www.schleswig-holstein.de/landsh/aktuelles/themen/2001/downloads/hg0105.doc>)

3.3 Futtermittel

3.3.1 Potenzielle Kontaminationspfade bei der Herstellung von Futtermitteln

Die Kontaminationspfade bei der Herstellung von Futtermitteln sind in Tabelle 2 aufgezeigt. Die in Kapitel 2 beschriebenen Kontaminationsmöglichkeiten in der Prozesskette gelten gleichermaßen für den Bereich der Futtermittel. Auf die im Rahmen des Transportes und der Herstellung von Futtermitteln besonders bedeutsamen Kontaminationsmöglichkeiten wird in Kapitel 3.3.4 eingegangen.

3.3.2 Zugelassene gentechnisch veränderte Ausgangsprodukte

Laut Transgen (www.transgen.de) sind in der EU bisher acht verschiedene gentechnisch veränderte Pflanzen als Futtermittel zugelassen. Dies sind

- *RoundupReady*-Sojabohnen,
- vier Maislinien und
- drei Rapslinien.

Die Pflanzen weisen verschiedene Herbizid- bzw. Insektenresistenzen auf. Keine dieser Pflanzen wird in Europa kommerziell angebaut.

Eine Kennzeichnungspflicht für genetisch veränderte Futtermittel gibt es nur, wenn diese im Rahmen des Zulassungsverfahrens nach der Richtlinie 90/220/EWG (jetzt 2001/18/EG) für die Freisetzung von GVO festgelegt wurde. Derzeit schreiben vier Zulassungen für Futtermittel (einmal Soja, einmal Mais, zweimal Kohlrüben-Raps) keine Kennzeichnung vor, bei vier anderen (dreimal Mais und einmal Raps) ist eine

obligatorische Kennzeichnung festgelegt. Für Futtermittel, die aus GVO produziert wurden, aber keine GVO mehr enthalten, gilt keine Kennzeichnungspflicht. Dadurch ist keine einheitliche Kennzeichnungsvorschrift gegeben.

Derzeit gibt es keine Bestimmungen für die Einfuhr und die Kennzeichnung von aus gentechnisch veränderten Pflanzen hergestellten Futtermitteln. Deshalb ist die Einfuhr und der Handel solcher Futtermittel auch in Deutschland derzeit uneingeschränkt möglich (www.transgen.de). Der Vorschlag für eine EU-Verordnung über gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel enthält Regelungen zur Zulassung und Kennzeichnung von Futtermitteln (Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel vom 25.07.01). Danach sollen für Futtermittel und Futtermittelzusätze im Kern die gleichen Bestimmungen wie für Lebensmittel gelten. Im Einzelnen sind dies:

- Zulassungspflicht für alle Futtermittel und -zusätze, die GVO enthalten, daraus bestehen oder daraus hergestellt wurden. Das Zulassungsverfahren und die Zulassungsvoraussetzungen sind ähnlich wie bei den entsprechenden Lebensmitteln.
- Kennzeichnungspflicht für Futtermittel und -zusätze, die GVO enthalten oder daraus erzeugt wurden. Hier setzt die Verordnung einen Schwellenwert von 1 % für nicht zulassungs- und kennzeichnungspflichtige unbeabsichtigte GVO-Kontaminationen fest.

Mit Verabschiedung der oben genannten Verordnung würden die Voraussetzungen für die Trennung von Futtermitteln, die GVO enthalten oder daraus hergestellt wurden und solchen, die ohne gentechnische Verfahren hergestellt wurden, geschaffen.

3.3.3 Rolle von Zusatzstoffen

Bei der Herstellung von Futtermitteln werden zahlreiche Zusatzstoffe eingesetzt, um die Eigenschaften des Futtermittel zu beeinflussen und / oder die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere oder deren Futteraufnahme zu verbessern. Welche aus oder durch GVO hergestellten Zusatzstoffe verwendet werden, zeigt die nachfolgende Tabelle (Tabelle 9).

Tabelle 9: Kritische Futtermittelzutaten und Zusatzstoffe (verändert nach Konferenz der Kontrollstellen (KDK, 2000) und Risikoliste (Nowack Heimgartner et al., im Druck))

Futterzusatzstoff	Bewertung	letzter GVO
Maiskleber Kartoffeleiweiß Zuckerrübenmelasse als Bindemittel	pot. GVO-Derivat *	Mais Kartoffel Zuckerrüben
Biertreber	pot. GVO-Derivat	Bierhefe
Vitamine, Provitamine und ähnlich wirkende Stoffe	pot. GVO-Derivat	Mikroorganismus
Enzyme	pot. GVO-Derivat	Mikroorganismus
Aminosäuren	pot. GVO-Derivat	Mikroorganismen
Mikroorganismen, Bierhefe	pot. GVO	Mikroorganismus
Aromen	pot. GVO-Derivat aus: 1. Mikroorganismen, 2. Enzymen, 3. aus Aminosäuren oder pflanzlichen Proteinen (Sojaprotein)	Mikroorganismus Ausgangssubstanz Eiweißpflanze
organische Säuren	pot. GVO-Derivat - Stoffwechselprodukt von Bakterien oder Pilzen - chemische Synthese	Mikroorganismus z. B. aus Maisstärke
Glucosesirup	pot. GVO-Derivat	Stärke aus Mais, Weizen, Kartoffeln
Traubenzucker (Dextrose)	pot. GVO-Derivat	aus Glukose (die möglicherwei-se aus Maisstärke gewonnen wurde)
Fructose	pot. GVO-Derivat	aus Früchten oder anderen Pflanzen, können GVO sein
Lecithine	pot. GVO-Derivat	überwiegend aus Soja
Cellulosepulver	pot. GVO-Derivat	überwiegend aus Baumwolle und Mais
Glycerin	pot. GVO-Derivat	aus Fetten oder Kohlenhydra-ten, welche aus Soja oder Mais stammen können
Dextrose-Melasse	pot. GVO-Derivat	aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr
Futterzucker (Saccharose)	pot. GVO-Derivat	aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr
Pektine	pot. GVO-Derivat	aus Citrusschalen, Obsttres-tern, Zuckerrübenschnitzeln

* Begriffsdefinition GVO-Derivat: Ein Derivat ist ein Stoff, der aus oder durch ein GVO erzeugt wurde, aber selbst kein GVO mehr enthält.

Bei einem überwiegenden Teil der Futtermittelzusatzstoffe kann es sich je nach Herstellungsverfahren und / oder Ausgangssubstanz um ein GVO-Derivat handeln. Nur in wenigen Fällen (z. B. bei lebenden Hefen oder Mikroorganismen) handelt es sich um GVO. Einige der Zusatzstoffe wie Aromen und Vitamine enthalten Dextrine oder Maltodextrine als Trägerstoffe. Diese werden häufig aus Maisstärke hergestellt und stellen somit auch potenzielle GVO-Derivate dar.

Problematisch ist, dass die meisten Hersteller von Zusatzstoffen (wie z. B. Enzymen, Vitaminen, organischen Säuren etc.) ihre Produkte ausschließlich mit gentechnisch veränderten Organismen herstellen (Nowack Heimgartner et al., im Druck). Einzelne Zusatzstoffe wie z. B. Vitamin B12 waren zeitweise nur noch in gentechnisch hergestellter Qualität lieferbar. Aufgrund des Nachfragedrucks der Bio-Lebensmittel- und Bio-Futtermittelhersteller gibt es inzwischen wieder eine Quelle für den Bezug von Vitamin B12, das ohne Verwendung gentechnischer Verfahren hergestellt wird.

Der Verein InfoXgen - Arbeitsgemeinschaft für Transparente Nahrungsmittel betreibt eine Datenbank, in der Zusatzstoffe für die Futtermittelherstellung gelistet sind, die ohne Gentechnik hergestellt wurden. Als Grundlage für die Beurteilung der Produkte dient eine Interpretation für die „Herstellung ohne Verwendung gentechnischer Verfahren“ der Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel ohne Gentechnik (ALOG). Die Herstellerfirmen bestätigen mit einer Zusicherungserklärung, dass ihre Produkte „ohne Verwendung gentechnischer Verfahren“ im Sinne der ALOG-Interpretation hergestellt wurden (www.infoXgen.com). Um zu dokumentieren, dass die Zusicherung eines Herstellers plausibel ist, werden vom Datenbank-Betreiber InfoXgen zusätzlich Produktspezifikationen verlangt. Weiterhin muss sich der Zusatzstoffhersteller mit einer Überprüfung der gemachten Angaben vor Ort einverstanden erklären. Ob diese Forderung (auch außerhalb des Öko-Bereichs) tatsächlich durchsetzbar ist, wird in Zukunft davon abhängig sein, welche Marktbedeutung Zusatzstoffe erlangen, die ohne Gentechnik hergestellt werden.

3.3.4 Transport und Verarbeitung in Futtermittelwerken

Für die Herstellung von Futtermitteln werden große Mengen an Sojaschroten und Maiskleber, aber auch Rapsschrote aus GVO-Produktion importiert. Diese werden in den meisten gängigen Futtermitteln eingesetzt. Da es bis auf den Bereich der ökologischen Erzeugung bisher kaum eine Nachfrage nach Futtermittelrohstoffen gibt, die ohne gentechnische Verfahren hergestellt wurden, findet eine Trennung bei Lagerung und Transport in der Regel nicht statt. Dementsprechend gibt es zur Thematik der Verunreinigung und Verschleppung im Wesentlichen nur Untersuchungen aus dem Bereich der Futtermittelherstellung für Öko-Betriebe. Die dort gemachten Aussagen zur Trennung der Warenströme und zur Verschleppungs-

problematik können aber auf die der Studie zugrundeliegenden Fragestellung übertragen werden.

Die Verschleppungswege beim Transport und bei der Herstellung von Futtermitteln sind vielfältig. Beim Transport werden die Rohstoffe oft mehrfach umgeladen. Als Transportmittel dienen Lastwagen, Eisenbahnwaggons und Schiffe bzw. Schiffscontainer. In der Regel werden die Transportmittel und die Anlagen für das Umladen sowohl für GVO-Ware als auch für Ware, die ohne Gentechnik hergestellt wurde, verwendet, so dass sich bei jedem Umladevorgang die Verunreinigung der Charge erhöht.

Im Futtermittelwerk selbst gibt es folgende Verunreinigungsmöglichkeiten:

- Schüttgasse
- Förderwege (Elevatoren, Schnecken, Rohre)
- Waagen
- Silos, Lagerzellen
- Absackstraße
- Pelletierungsanlage

Die Fördertechnik ist insbesondere in älteren Futtermittelwerken in vielen Fällen hinsichtlich der Verschleppungsproblematik nicht optimiert. So bilden sich in Rohren, Elevatoren oder auch in der Schüttgasse sogenannte Verunreinigungsnerster, die nicht unbedingt durch die Spülcharge erfasst werden und damit oft die Ursache für Verunreinigungen darstellen.

Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ist es schwierig, die Warenströme für ohne Gentechnik hergestellte Futtermittel von solchen, die GVO oder deren Derivate enthalten, zu trennen. Ohne obligate Kennzeichnungsvorschriften für Futtermittel, die GVO oder deren Derivate enthalten, muss regelmäßig mit Kontaminationen von ohne Gentechnik hergestellten Futtermitteln gerechnet werden. Insbesondere, wenn in der Transport- oder Herstellungskette Soja-, Mais- oder Rapsprodukte bewegt oder verarbeitet werden, ist eine Kontamination nicht zu vermeiden.

3.3.5 Belastungsgrade

In den meisten Futtermittelwerken werden neben konventionellen Produkten auch GVO-Produkte angenommen und verarbeitet. Für die Herstellung von Futtermischungen ohne GVO-Komponenten stehen in aller Regel keine eigenen Produktionsanlagen zur Verfügung. Dies erhöht das Risiko, GVO-Bestandteile im konventionellen Futter zu finden. Versuche in Futtermittelmühlen in der Schweiz (Wenk et al., 2001) haben gezeigt, dass Verunreinigungen in der Größenordnung von weniger als 3 % in den nachfolgenden Chargen zu finden waren.

Nach Angaben von Kontrolleuren von Öko-Kontrollstellen, Betreibern von Futtermittelwerken und für die Anerkennung von Futtermittelwerken zuständigen Behördenvertretern liegen die Verschleppungskoeffizienten je nach Qualität der Anlagen und den physikalischen Eigenschaften der Futtermittel zwischen 0,7 und 7 %. Das bedeutet, dass in einer produzierten Charge von 1 t eines Futtermittels zwischen 7 und 70 kg der zuvor auf der Anlage produzierten Mischung enthalten sind.

Die Entleerung und Reinigung von Mischfutteranlagen ist sehr aufwändig und in der Regel auch nicht vollständig möglich. Um die Verunreinigung der Futtermittel möglichst gering zu halten, müssen in den Futtermittelwerken deshalb sogenannte „Spülchargen“ zwischengeschaltet werden. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Produktion einer Futtermischung ausschließlich mit Komponenten, die „ohne Gentechnik hergestellt“ wurden. Diese Charge enthält nach der Mischung relativ hohe Gehalte an gentechnisch veränderten Rohstoffen und wird deshalb zusammen mit den zuvor gemischten GVO-Chargen verpackt und vermarktet.
- Die Anlage wird mit einer Einzelkomponente, die keine GVO oder GVO-Derivate enthält (z. B. Futterkalk) durchgespült. Der Futterkalk wird dann in einer freien Zelle zwischengelagert und bei der Herstellung von „normalen“ Mischungen als Komponente wieder zugesetzt.

Die zuletzt genannte Methode erfordert ausreichende Kapazitäten an Lagerzellen zur Zwischenlagerung, die jedoch meist nur begrenzt zur Verfügung stehen.

Bei Untersuchungen von Bio-Sojaschroten und -Mischfuttermitteln mit Soja oder Maiskomponenten durch Öko-Kontrollstellen wurden regelmäßig positive Untersuchungsergebnisse erzielt, die auf Verschleppungen zurückzuführen sind. In der Regel lagen die gemessenen Werte deutlich unter 1 %.

Von der Grenzwertfestlegung wird zukünftig abhängig sein, ob die parallele Herstellung von Futtermitteln mit und ohne GVO-Komponenten auf einer Produktionsanlage möglich sein wird. In Österreich gilt für Öko-Futtermittel ein Grenzwert von 0,1 % bezogen auf die gemessenen Einzelkomponenten. Um diese Vorgabe einhalten zu können, werden in Österreich nach Aussagen von österreichischen Kontrollstellenvertretern Öko-Futtermittel nur in Produktionsanlagen hergestellt, in denen keine konventionellen Soja- und Maisprodukte gelagert und verarbeitet werden.

3.4 Lebensmittel

3.4.1 Potenzielle Kontaminationspfade bei der Lebensmittelherstellung

Die für die Lebensmittelherstellung relevanten Pfade, über die es zu einer Kontamination mit GVO oder deren Derivaten kommen kann, sind in Tabelle 2 zusammengefasst. An dieser Stelle soll schwerpunktmäßig auf Kontaminationen durch den Zusatz verschiedener Substanzen eingegangen werden (vgl. dazu auch Kapitel 2.4).

Über folgende Substanzen können GVO oder deren Derivate in ein Produkt eingetragen werden:

- Rohstoffe (GVO)
- Verarbeitete Zutaten (Halbprodukte) (Derivate)
- Zusatzstoffe und andere Spezialzutaten (Derivate)
- Technische Hilfsstoffe (Derivate)

In der weiteren Betrachtung wird nicht näher auf tierische Erzeugnisse eingegangen. Bisher gibt es noch keine kommerziell genutzten transgenen Tiere (Teufel et al., im Druck). Als erste marktreife transgene Tierarten sind Fische zu erwarten (Teufel &

Pätzold, in Erarbeitung). Ein Eintrag von GVO bzw. deren Derivate ist jedoch über Futtermittel (siehe hierzu Kapitel 3.3) und Tierarzneimittel möglich.

3.4.2 Zugelassene gentechnisch veränderte Rohstoffe

Eine Darstellung der bisher in der EU zugelassenen Rohstoffe findet sich in Tabelle 10. Für eine Reihe weiterer Rohstoffe sind Anträge auf Zulassung gestellt. Hierzu zählen: Baumwolle, Kartoffeln, Tomaten, Zuckerrüben und Radicchio.

Tabelle 10: Darstellung der bisher in der EU zugelassenen Rohstoffe.

Rohstoff	Sorte	Zulassung Lebensmittel in der EU	Verwendungszwecke
Soja	Roundup Ready	1996	Import
	Liberty link	Antrag	
	(Aventis) Crop Science	Antrag	
	Du Pont Pioneer	Antrag	
Mais	Nature Gard	1997	Anbau / Import
	Nortrup King	1998	Import
	Yield Gard	1998	Verarbeitung
	(Monsanto)	1998	Verarbeitung
	Roundup Ready	Antrag	
	Liberty link	1998	Versuchsanbau
Raps	Herculex	Antrag	
	Liberty link Innovator	1998	Import / Verarbeitung
	Restorer	1997	Verarbeitung
	Falcon (Aventis)	1999	Öl raffiniert
	Liberator (Aventis)	1999	Öl raffiniert

(Quelle. www.transgen.de)

3.4.3 Weiterverarbeitungserzeugnisse

Im Bereich der zur Lebensmittelverarbeitung eingesetzten Rohstoffe und Zutaten orientiert sich der Gentechnik-Einsatz weitgehend an den agrarischen Entwicklungen. Rohstoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft bilden die Grundlage vieler Zutaten, die zur Herstellung von Lebensmitteln aller Sortimentsbereiche benötigt werden.

Je mehr gentechnisch veränderte Feldfrüchte angebaut werden, desto intensiver ist der Einsatz von aus diesen Rohstoffen hergestellten Zutaten in der Lebensmittelverarbeitung.

Beispiel Soja

Soja ist einer der wichtigsten Rohstoffe für die Lebensmittelindustrie, der als Grundlage für die Herstellung zahlreicher Zutaten und Zusatzstoffe dient. Auch der Futtermittelindustrie liefert Soja wesentliche Bestandteile.

Bei der Verarbeitung von Soja in den Ölmühlen fällt Sojaschrot ab, das zum großen Teil zur Tierfütterung verwendet wird. Ein weiterer Teil wird zu Sojamehl, Sojaproteinzutaten wie Sojaflocken und anderen Produkten wie Lecithin oder anderen Emulgatoren verarbeitet. Die nachfolgende Abbildung (Abbildung 3) verdeutlicht zunächst die Verzweigungswege in verschiedene Produkte ausgehend von einem Rohstoff wie beispielsweise Soja.

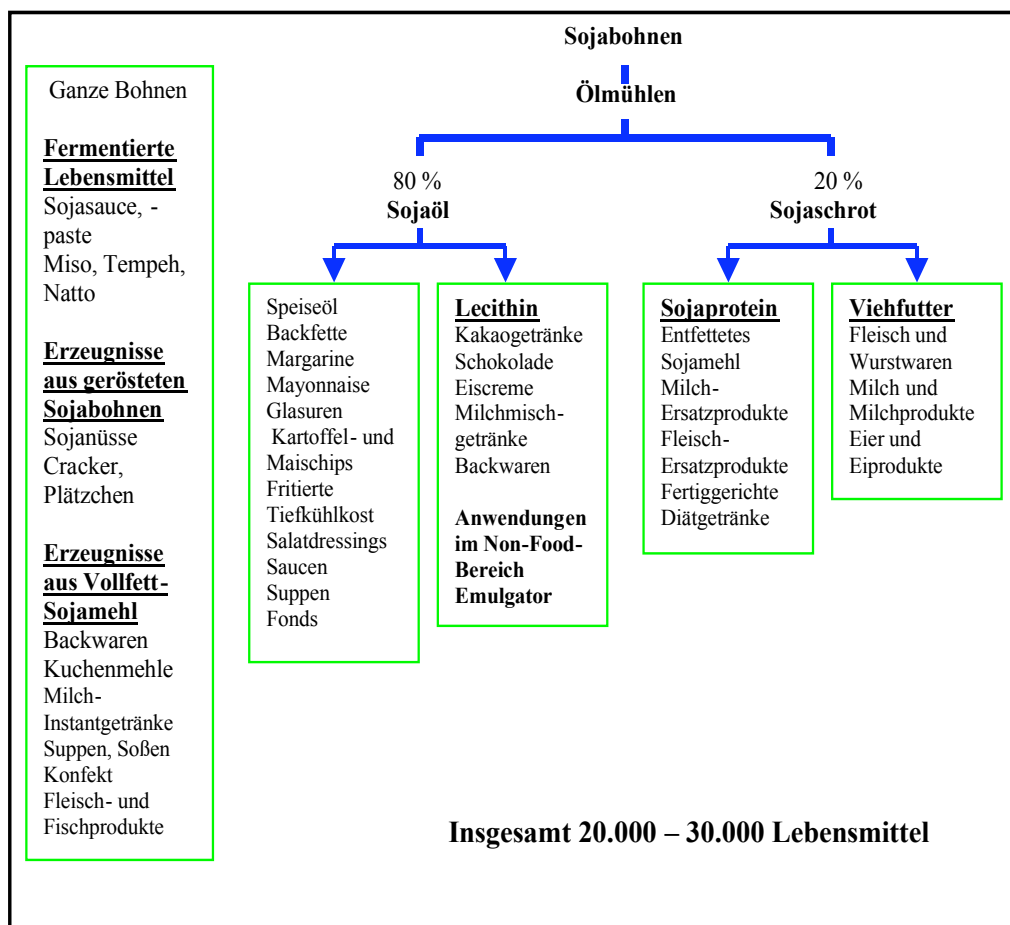


Abbildung 3: Sojaverarbeitung, Quelle: Jany & Greiner, 1998, S. 28.

Anhand dieser Abbildung wird deutlich, in wie vielen Weiterverarbeitungsprodukten theoretisch gentechnisch verändertes Soja enthalten sein kann.

Beispiel Mais

Mais findet den Großteil seiner Verwendung als Futtermittel: In Nordamerika gehen etwa 80 % und in Europa ca. 60 % der Maisernte in die Futtermittelherstellung. Durch die Importe aus den USA gelangt auch gentechnisch veränderter Mais auf den europäischen Markt und wird hier in der Lebensmittelindustrie verwertet (Migration durch Handel, vgl. Kapitel 2.3).

Ein geringer Teil wird als Lebensmittel direkt verzehrt. Weltweit werden drei Viertel der wird für die Stärkeerzeugung eingesetzt. In Europa ist es gut die Hälfte des produzierten Mais'. Durch die Verarbeitungsprodukte Stärke oder die zahlreichen Stärkeverzuckerungsprodukte kommt Mais eine immense Bedeutung in der Lebensmittelverarbeitung zu. Maiskleber spielt vor allem im Futtermittelbereich eine bedeutende Rolle und ist daher ein großes Thema im Bereich der tierischen Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung Der Anteil der US-amerikanischen Importe an den in Europa verarbeiteten Maismengen beträgt etwa 2,5 Mio. t. (www.transgen.de)

Maisverarbeitung in der EU

Im Bereich der Stärkeverzuckerung spielt die Gentechnik nicht nur durch gentechnisch veränderte Rohstoffe eine Rolle: Auch die eingesetzten Enzyme können aus GVO gewonnen worden sein. Mittlerweile sind Enzyme aus GVO in der Stärkeverzuckerung so weit verbreitet, dass kaum noch Stärkeerzeugnisse gefunden werden, bei denen keine GVO-Derivate in Form von Enzymen eingesetzt wurden.

Abbildungen zur Maisverarbeitung und zur Stärkeverzuckerung finden sich im Anhang (Abbildung A1 und A2).

3.4.4 Rolle von Zutaten, Zusatzstoffen, anderen Spezialstoffen und technischen Hilfsstoffen

Für die Lebensmittelverarbeitung in Industrie und Handwerk ergibt sich das Problem, dass zahlreiche Lebensmittelkomponenten bei der Herstellung verwendet werden können, die GVO-Derivate sind. Verarbeitungserzeugnisse gentechnisch veränderter Pflanzen gelangen durch die verschiedenen Stufen der Lebensmittelherstellung in die Endprodukte, die durch den Handel an den Endverbraucher abgegeben werden. Dies gilt sowohl für Stärke, Öle und Lecithine aus GVO-Pflanzen als auch für Vitamine, die mit Hilfe von GVO gewonnen wurden (wie beispielsweise Vitamin B₁₂)

und Glucosesirupen, die mit Hilfe von Enzymen, welche wiederum aus GVO stammen, hergestellt wurden. Natürlich können potenziell GVO direkt in Form von Rohstoffen, aber auch in Form von Mikroorganismenkulturen verwendet werden.

Direkte Anwendung in der Lebensmittelherstellung findet die Gentechnik durch die Entwicklung von Mikroorganismenkulturen mittels gentechnischer Methoden, die als Starter- oder Reifungskulturen eingesetzt werden können. Ziele für den Einsatz der Gentechnik in der Lebensmittelverarbeitung sind in erster Linie die Senkung der Kosten für Produktion und eingesetzte Komponenten, die Verringerung von Herstellungsverlusten, die Verbesserung von Lagerfähigkeit und Haltbarkeit, qualitative Verbesserungen sowie die sensorische Veränderung von Rohprodukten. Optimierung und Rationalisierung der Produktionsverfahren auf allen Stufen ist ein Anwendungsziel im Hinblick auf den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit im globalen Markt.

Heute spielen Mais, Soja und zunehmend Raps und die aus diesen Rohstoffen gewonnenen Produkte eine entscheidende Rolle in der Lebensmittelindustrie. In Tabelle 11 werden einige wichtige Zutaten aufgeführt, die auf der Grundlage von transgenen Pflanzen hergestellt wurden und heute bereits auf dem Markt sind.

Tabelle 11: Lebensmittelzutaten, die aus gentechnisch veränderten Pflanzen hergestellt wurden:

Lebensmittel	GVO
Fette und Öle	aus transgenen Pflanzen (Raps, Soja)
Mehle	aus transgenem Mais
Stärke aus Getreide und Knollen	aus transgenen Pflanzen
Stärkeverzuckerungsprodukte	aus transgenen Pflanzen, hergestellt mit Hilfe von GVO-Derivaten
Fruchtzucker	aus transgenen Pflanzen, hergestellt mit Hilfe von GVO-Derivaten
Gluten	aus transgenen Pflanzen (z. B. Mais)

In Abbildungen A3 (Anhang) wird am Beispiel von Rapsöl aufgezeigt, über welche Wege ein Rohstoff (in diesem Falle Raps-Öl) in verschiedene Lebensmittel gelangen kann (Lehmann, 2000). Die Abbildung verdeutlicht die Komplexität der Eintrags- und der Migrationswege.

Mikroorganismen

Mikroorganismen werden in der Lebensmittelverarbeitung sowohl in der Gewinnung von Komponenten als auch direkt bei der Herstellung von Lebensmitteln eingesetzt. Vor allem in den Bereichen der Milch- und Fleischverarbeitung, aber auch im Brauerei- und Backgewerbe finden Mikroorganismen ein breites Anwendungsfeld. Für Milchsäurebakterien, Schimmelpilze und Hefen sind bereits GVO entwickelt und in der Laborpraxis erprobt worden. Es sind aber bisher noch keine gentechnisch veränderten Mikroorganismen für die Lebensmittelproduktion auf dem deutschen Markt. Gentechnisch veränderte Back- und Brauhefen werden bereits in Großbritannien angeboten, wobei die Backhefe bislang noch nicht eingesetzt wird.

Vitamine

Vitaminzusätze sind Bestandteil vieler verarbeiteter Lebensmittel. Die Herstellung der Vitamine erfolgt zur Zeit durch chemische Synthese, durch Extraktion aus Pflanzen oder auf biotechnischem Wege. Durch die gentechnische Veränderung von Mikroorganismen ist es bereits gelungen, die zum Teil aufwändigen Verfahren zu vereinfachen und verkürzen. Für die Vitamin-C-Gewinnung konnte in den USA auf diese Weise ein bislang sechsstufiges Verfahren auf zwei Stufen reduziert werden. Vitamin C wird bereits teilweise aus GVO gewonnen. Auch die chemische Synthese von Vitamin B₁₂ konnte durch die Nutzung von GVO wesentlich vereinfacht werden. In der Schweiz wurde ein entsprechend produziertes Vitamin-Erzeugnis bereits 1996 zugelassen. EU-weit besteht für Zusatzstoffe aus GVO-gestützter Herstellung bislang keine Zulassungspflicht, was in diesem Zusammenhang auch für die Vitamine gilt. Im Falle des Vitamin B₁₂ werden überwiegend gentechnische Verfahren eingesetzt. Eine Übersicht über Vitamine, die mittels gentechnisch veränderter Organismen hergestellt werden, bietet Tabelle 12.

Tabelle 12: Vitamine, die mittels gentechnisch veränderter Organismen hergestellt werden

	Verwendung	E-Nr.	Anwendung GT	Bemerkungen
Beta-Carotin Vitamin-A-Vorstufe	Farbstoff	160a	gentechnische Anwendung wird kommerziell genutzt, ist jedoch noch nicht der Regelfall (Mikroorganismen)	
Vitamin B2 (Lactoflavin, Riboflavin)	Vitamin, Farbstoff	101, 101a	gentechnische Anwendung ist sehr verbreitet	Die angestrebte Jahresproduktion einer im badischen Grenzach unweit von Basel errichtete Anlage beträgt 3000 t.
Vitamin B12		-	gentechnische Anwendung ist sehr verbreitet	
Vitamin C (Ascorbinsäure)	Antioxidationsmittel, Mehlbehandlungsmittel	300	gentechnische Anwendung wird kommerziell genutzt, ist jedoch noch nicht der Regelfall (Mikroorganismen)	als Frischhaltemittel für Brot; als Beimischung im Mehl, zur Steigerung der Backfähigkeit und um die Brot- und Backwaren "gleichmäßiger" zu machen
Vitamin E (Tocopherol)	Antioxidationsmittel	306 (307, 308, 309)	gentechnische Anwendung ist sehr verbreitet (Sojabohnen)	kennzeichnungspflichtig, falls gentechnisch veränderte Sojabohnen nachgewiesen werden können

Quelle: www.transgen.de, Stand Juli 2001

Zusatzstoffe und technische Hilfsstoffe

Eine Reihe von Zusatz- und technischen Hilfsstoffen kann aus transgenen Rohstoffen (siehe auch Tabelle 10) oder mittels gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt werden. Einen Überblick gibt Tabelle 13. Typische Erzeugnisse aus den oben genannten Feldfrüchten sind z. B.: Lecithine, Proteine, natürliche Tocopherole, Sorbit und Stärken.

Mit Hilfe von transgenen Mikroorganismen können weiterhin eine Reihe anderer Zusatzstoffe hergestellt werden. Kommen konventionelle Mikroorganismen zum Einsatz, können die Nährmedien dieser Mikroorganismen (insbesondere der Bestandteil Glucose) aus transgenen Pflanzen (z. B. Mais) gewonnen worden sein. Typische Erzeugnisse aus Mikroorganismen sind z. B. Nisin, Zitronensäure oder Ascorbinsäure.

Trägerstoffe und sonstige mögliche Additive zu Zusatzstoffen und anderen eher technischen Zutaten, die zur Darstellung dieser Zusatzstoffe in Handelsprodukten genutzt werden, können ebenso GVO-Derivate sein (z. B. Stärke, Öle).

Tabelle 13: Einige ausgewählte Zusatzstoffe, die aus oder mit transgenen Organismen hergestellt werden können.

Zusatzstoff	Stoffgruppe	GVO-gestützte Verfahren möglich	B e r e i t s i n Verwendung
Xanthan	Verdickungs- u. Geliermittel	mikrobiell hergestellter Zusatzstoff	nicht bekannt
Natamycin	Konservierungsstoff	mikrobiell hergestellt	nicht bekannt
Nisin	Konservierungsstoff	mikrobiell hergestellt	nicht bekannt
Ascorbinsäure	Antioxidans / Säuerungsmittel	mikrobiell oder synthetisch aus Stärke	aus GVO-Stärke am Markt
Aspartam	Süßstoff	Phenylalanin als Aspartam-Bestand-teil aus GVO mögl.	nicht bekannt
Beta-Carotin	Farbstoff	mikrobiell hergestellt	es wird davon ausgegangen, dass GVO-Verfahren genutzt werden
Ester der Mono-, Diglyceride	Emulgator	aus Ölen von GVO Raps oder Soja	werden aus GVO verwendet
Sorbit	Süßstoff	kann aus transgenem Mais gewonnen werden, Enzyme zur Sorbit-Gewinnung können ebenfalls aus GVO gewonnen werden	es ist davon auszugehen, dass entsprechende Erzeugnisse auf dem Markt sind
Thaumatococin	Süßstoff	mikrobiell hergestellt	nicht bekannt
Lecithin	Emulgator	aus Öl von GVO-Raps oder -Soja	werden aus GVO verwendet
Guanylat	Geschmacksverstärker	GVO-gestützte Verfahren möglich	nicht bekannt, ob diese Verfahren eingesetzt werden
Vanillin	Aroma	GVO-Verfahren möglich	noch nicht kommerziell genutzt
Ionisat	Geschmacksverstärker	kann mit GVO hergestellt werden	nicht bekannt
Zitronensäure	Antioxidations- und Säuerungsmittel	mikrobiell hergestellt	wahrscheinlich kommerziell im Einsatz
Tocopherol	Antioxidans	aus Öl von GVO-Raps oder -Soja	am Markt
Lysin	Aminosäure	mikrobiell hergestellt	es ist davon auszugehen, dass GVO kommerziell eingesetzt werden
Threonin	Aminosäure	GVO-Herstellung möglich	nicht bekannt

Enzyme

Aufgrund des steigenden Bedarfs an Enzymen in den verschiedensten Branchen der Lebensmittelverarbeitung ist die Gewinnung durch GVO hier am weitesten vorangeschritten. Enzyme bieten der Lebensmittelverarbeitung eine Vielzahl technologischer Vorteile. Enzyme sind Proteine, die jeweils durch spezifische Gensequenzen kodiert werden. Durch biotechnologische Verfahren lässt sich die Synthese der gewünschten Enzyme verstärken, was zu einer größeren Ausbeute führt. Die aus GVO gewonnenen Enzyme unterscheiden sich in ihrer Struktur und Wirkungsweise meist nicht von ihren konventionell erzeugten Referenzenzymen. Der Reinheitsgrad der GVO-Enzyme ist jedoch in der Regel höher. Ziel des Einsatzes der Gentechnik bei der Enzymherstellung ist jedoch in der Regel nicht der höhere Reinheitsgrad sondern vielmehr die Optimierung der Enzyme für das jeweilige Einsatzfeld in der Lebensmittelverarbeitung. Die Gewinnung der Enzyme durch GVO ermöglicht aufgrund erheblicher Einsparungen an Rohstoffen, Energie und Wasser eine wesentlich kostengünstigere Produktion (Jany K.-D., 1998). Derzeit sind eine ganze Reihe von Enzympräparaten am Markt erhältlich, die aus GVO oder mit Hilfe von GVO gewonnen werden (vgl. Tabelle 14).

Tabelle 14: Lebensmittelenzyme aus transgenen Organismen

Enzymname	Anwendungszweck
Acetolactate-Decarboxylase	Bier
Amylase	Stärkeverzuckerung / Backwaren usw.
Cyclomaltodextringlucanotransferase	Stärkeindustrie
Cellulase	Fruchtsaft / Wein
Chymosin	Käseherstellung
Glucoseoxydase	Backwaren / Eier / Mayonaise
Hemicellulose	Backwaren /Stärkeverarbeitung / Spirituosen
Invertase	Süßungsmittel
Katalase	Eiprodukte / Mayonnaise
Lipase	Aromen, Backwaren
Pectinesterase	Fruchtsaft, Gemüse
Pektinase	Fruchtsaft, Gemüse
Pullanase	Stärkeverzuckerung
Xylanase	Backwaren / Bier / Fruchtsaft

Quelle: www.transgen.de

3.4.5 Technische Verarbeitung

Dadurch, dass Spuren von transgenem Material in vielen der Lebensmittelkomponenten detektiert werden können, welche aus transgenen Rohstoffen stammen, ist die lebensmittelverarbeitende Industrie seit vielen Jahren intensiv mit der Problematik befasst. Die meisten Unternehmen, die kritische Rohstoffe, Zutaten und Zusatzstoffe wie Stärke, Öle, Lecithine, Tocopherole usw. verarbeiten, sind in der Situation, dass die Abnehmer verlangen, dass in den Endprodukten keine transgenen Bestandteile nachweisbar sind. Mit erheblichem Analyseaufwand und Aufwand für Zusicherungen, Chargentrennung und Dokumentation versuchen viele Firmen, mit dem Problem umzugehen. Die wenig kooperative Haltung der Vorlieferanten für diese Zutaten ist mittlerweile überwiegend einem gesunden Pragmatismus gewichen, welcher nicht alle Probleme löst, jedoch zu einer höheren Handlungsfähigkeit führt. Besonders schwierig bleibt die Situation bei denjenigen Produkten (GVO-Derivaten), die sich einer analytischen Nachweisführung entziehen. Die Unternehmen fühlen sich hier vor Nachfragen weitestgehend sicher. Dabei entstehen jedoch folgende Probleme:

1. das Vorhandensein dieser GVO-Derivate wird irgendwann problematisiert und
2. es könnte die Situation entstehen, dass die Substanzen irgendwann nicht mehr in konventioneller Form erhältlich sind.

Weiterhin sind die Erfahrungen mit Untersuchungslaboratorien nach wie vor nicht befriedigend. Eine Reihe von Firmen haben bei kleinen Ringversuchen deutliche Abweichungen in den Ergebnissen festgestellt. So wird mehrfach berichtet, dass ein- und dieselbe Probe in einigen Labors eindeutig positiv und in anderen Labors negativ war. Im Bereich der Zuverlässigkeit dieser Nachweismethoden besteht nach wie vor Unsicherheit, insbesondere bei den Nutzern analytischer Dienstleistungen.

3.4.6 Belastungsgrade

In einer Studie, die im Auftrag des Schweizerischen Bundesamtes für Gesundheit erstellt wurde, wurden für die Schweiz systematisch Auswertungen von Analyseergebnissen in Lebensmitteln und Rohstoffen aus verschiedenen Laboratorien zusammengetragen (Tabelle 15, Wenk et al., 2001)). Es ist davon auszugehen, dass auf der Stufe der Lebensmittel in Europa mindestens mit einer ähnlichen Situation zu

rechen ist. Weiterhin wurden bei dieser Studie mittels systematischer Versuche für bestimmte Verarbeitungsschritte Verschleppungsdaten ermittelt.

Auch in dieser Studie wird darauf hingewiesen, dass das eigentliche Problem bei dem Handel (Import) von Halbfertig- und Fertigprodukten liegt sowie bei der Nicht-nachweisbarkeit von DNA in einer Reihe von Zutaten, Zusatzstoffen und Endprodukten.

Die Proben und Produkte waren internationaler Herkunft, die Rohwaren stammten zumeist aus der Schweiz.

Tabelle 15: GVO in Lebensmitteln und Rohstoffen: Analyseergebnisse aus verschiedenen Laboratorien der Schweiz (aus: Wenk et al., 2001).

Produkt	Probenanzahl	davon positiv	< 0,1 % GVO	> 0,1 % GVO
Körnermais	36	12	8	4
Maisstärke	15	0		
Corn-Flakes	4	4		
Flockenmischung mit Mais	3	3		
Sojabohnen	20	2	-	2
Sojaprotein	3	1	1	
Sojabohnenpaste	3	0*		
Müsli mit Soja	2	0		
Sojasauce	14	0*		

* keine DNA nachweisbar

Im Rahmen dieser Studie wurden weiterhin Daten von Privatlabors und öffentlichen Labors zusammengestellt. Hierbei konnten 708 Proben von Mais und Maisprodukten sowie 1.088 Proben von Soja und Sojaprodukten betrachtet werden (Jahre 1997 bis 2000). Die Auswertung der Daten zeigt, dass sich der Anteil der mit GVO vermischten Maisproben in den letzten Jahren leicht erhöht hat. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass sich in den meisten Fällen die Kontamination unter 1 % bewegt und Ausreißer eher selten sind. Bei stärker verarbeiteten Rohstoffen nimmt der GVO-Anteil zu.

Bei unverarbeiteten Körnern lag der Anteil bei knapp 4 % positiver Proben (n=76) bei verarbeiteten Maiseerzeugnissen bei 8,45 % (n=556). Endprodukte, die Mais enthalten, waren zu 28,95 % positiv (n=76).

Bei Soja zeigte sich folgendes Bild: Die Anzahl der positiven Sojaprodukte lag doppelt so hoch wie bei Mais. Das häufigste Vorkommen von GVO-Vermischungen zeigte sich bei Sojaproteinkonzentraten (6 von 10 Proben). Bei Sojabohnen waren 20,06 % der Proben (n=339), bei Lecithin 21,68 % positiv (n=226).

Für 82 Proben sind quantitative Analysen vorhanden. Die Sojabohnen wiesen im Schnitt einen GVO-Anteil von 1,7 % auf (n=52). Die 24 analysierten Sojaschrotproben hatten durchschnittlich einen GVO-Anteil von 6 %. Viele Lecithinproben wiesen Werte unter 0,1 %, eine Probe allerdings einen Wert von 20 % auf.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass in relativ vielen Lebensmitteln Spuren von gentechnisch veränderter DNA gefunden werden. Üblicherweise sind die Werte eher niedrig und lassen Verschleppungen und Verunreinigungen als Ursache vermuten. Nur wenige Werte legen nahe, dass tatsächlich relevante Mengen von GVO-Rohware eingesetzt wurden. Dies heißt jedoch im Umkehrschluss, dass die meisten Unternehmen erwartungsgemäß versuchen, keine GVO-Rohstoffe einzusetzen. Dies gelingt jedoch nicht tatsächlich, sehr viele Produkte sind trotz Vermeidungsstrategien mit transgener DNA belastet. Es wird deutlich, wie schwierig es ist, Produktionsketten vollkommen zu separieren, wenn es zur Entscheidung gekommen ist, z. B. transgene Organismen in die Umwelt freizusetzen und für den Warenverkehr zu genehmigen.

4. Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung der Kontamination

Im folgenden Kapitel werden - untergliedert nach den in Kapitel 2 beschriebenen Kontaminationspfaden - Maßnahmen genannt, die zur Vermeidung bzw. Verminderung des Eintrags von GVO (Derivaten) in landwirtschaftliche Erzeugnisse und Lebensmittel ergriffen werden können.

4.1 Maßnahmen gegen Kontamination durch biologische Prozesse

Im Rahmen eines Fachgesprächs zum Thema „Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft“, das im Dezember 2000 im Umweltbundesamt stattgefunden hat, waren sich die vertretenen Experten einig, dass sich Verunreinigungen von ökologisch bewirtschafteten Anbauflächen durch die Auskreuzung gentechnisch veränderter Pflanzen nur mittels der Einrichtung ausreichender Sicherheitsabstände zwischen den Anbauflächen GVO-freier Kulturen und den Feldern mit gentechnisch veränderten Pflanzen minimieren lassen (Barth et al., im Druck). Dies gilt auch für konventionell bewirtschaftete Anbauflächen, die von GVO freigehalten werden sollen. Als ergänzende Maßnahme wurde die Möglichkeit der Einrichtung großflächiger gentechnikfreier Zonen in Schutzgebieten diskutiert (vgl. Baier et al., 2001 und Barth et al., 2002).

Andere potenzielle Schutzmaßnahmen wie der Einsatz von Mantelsaaten / Hecken oder der Rückgriff auf gen- und biotechnologische Maßnahmen (Anwendung der Chloroplastentransformations-Technik oder sog. Terminator-Techniken, die gentechnische Herstellung apomiktischer Pflanzen oder die Assoziation von gentechnisch hergestellten männlich sterilen Pflanzen mit männlich fertilen konventionellen Pflanzen beim Anbau) werden aus verschiedenen Gründen als unzureichend bzw. als weniger bis gar nicht geeignet eingestuft (ausführliche Diskussion siehe Barth et al., im Druck, Kapitel 4.1).

Sicherheitsabstände

Im Bereich der Saatgutproduktion wird zur Erhaltung der Sortenreinheit seit langem auf Sicherheitsabstände als Schutzmaßnahme zurückgegriffen. Ziel ist dabei eine minimale Verunreinigung, wobei ein zuvor festgelegter Verunreinigungsgrad toleriert wird (je nach Kulturart und Saatgutkategorie zwischen 1 und 2 % (Rutz, 1998)). Die

empfohlenen Abstände differieren je nach Pflanzensorte und zu unterschreitendem Verunreinigungsgrad. Zur Gewährleistung der Sortenreinheit von konventionellem Raps werden beispielsweise Isolierdistanzen von 100 m für die Produktion von zertifiziertem Saatgut und von 200 m für die Produktion von Basissaatgut vorgeschlagen (Gerdemann-Knörck & Tegeder, 1997). Zur Wahrung der Sortenreinheit von Zuckerrüben werden Abstände zwischen 1.000 und 3.200 m empfohlen (Treu & Emberlin, 2000) (vgl. auch Kapitel 3.2).

Die gesetzlichen Regelungen in der Saatgutproduktion lassen sich auch für die Einrichtung von Sicherheitsabständen zum Schutz GVO-freier Kulturen vor dem Eintrag von Transgenen aus benachbarten GVO-Anbauflächen heranziehen. In diesem Zusammenhang werden allerdings Zweifel angemeldet, ob die in der Saatgutproduktion empfohlenen Sicherheitsabstände ausreichenden Schutz bieten (vgl. Baier et al., 2001; Barth et al., im Druck).

Argumentiert wird u. a., dass

- die in der Saatgutproduktion empfohlenen Abstandswerte nur auf Erfahrungswerten beruhen und die erreichten Reinheitsgrade nicht molekularbiologisch überprüft wurden (Baier et al., 2001).
- Züchter zum Erreichen der Sortenreinheit aus ihrer Erfahrung heraus bereits heute höhere Abstände wählen.
- zusätzlich Akkumulierungseffekte über mehrere Jahre berücksichtigt werden müssen, es bisher aber nur wenige Studien gibt, die den Gentransfer von Pflanzen über mehrere Jahre überprüft haben (Moyes & Dale, 1999 in Baier et al., 2001).

Hinzu kommt, dass bei der Saatgutproduktion der Anteil der Verunreinigung durch eine andere Sorte bis zu 2 % betragen darf - ein Wert, der für GVO-Verunreinigungen nicht tragbar sein dürfte (vgl. Kapitel 3.2). Nach Eckelkamp et al. (1997) sollten unter Beachtung des Vorsorgeprinzips beim Umgang mit der Freisetzung transgener Pflanzen die höchsten bisher ermittelten bzw. errechneten Auskreuzungsraten angenommen werden. Zusätzlich sollte – wie z. B. bei entsprechenden toxikologischen Fragestellungen – ein Sicherheitsfaktor einbezogen werden.

Bei der Entwicklung von Vorschlägen zu erforderlichen Sicherheitsabständen zwischen Feldern mit GVO-freien Nutzpflanzen und Anbauflächen transgener Kulturen wird auf die Ergebnisse von Untersuchungen zu Ausbreitungsdistanzen und Einkreuzungsraten zurückgegriffen. Dabei wird von unterschiedlichen Seiten immer wieder darauf hingewiesen, dass diese Daten unvollständig sind, was die Ableitung zuverlässiger Abstandswerte erschwert (vgl. Baier et al. ,2001; Barth et al., im Druck; Sachverständigenrat für Umweltfragen, SRU 1998).

Verschiedene Autoren haben sich mit der Frage beschäftigt, wie groß die Sicherheitsabstände zwischen GVO- und Nicht-GVO-Feldern sein müssen, um – falls möglich - eine Verunreinigung vollständig zu verhindern bzw. einen zuvor festgelegten Verunreinigungsgrad zu unterschreiten. Eine Zusammenstellung von Vorschlägen wurde Barth et al. (im Druck) entnommen und durch die Vorschläge aus selbigem Gutachten ergänzt (Tabelle 16). Je geringer der tolerierte Verunreinigungsgrad, desto höher muss der bei der Ableitung der Abstände einbezogene Sicherheitsfaktor sein und desto größer sind entsprechend die vorgeschlagenen Abstände (vgl. beispielsweise die Vorschläge des britischen Öko-Landbau-Verbandes Soil Association (Holden, 1999)).

Änderung der Bewirtschaftungsweise

Im Rahmen der im Auftrag der Europäischen Kommission erstellten Koexistenzstudie wurden zusätzlich zu Sicherheitsabständen Änderungen der Bewirtschaftungsweise vorgeschlagen: Dazu gehören beispielsweise ein verändertes Brachflächenmanagement (Aussaat im Frühjahr, um Durchwuchs zu vermeiden), eine Änderung der Fruchtfolge oder unterschiedliche Aussaattermine (und entsprechend unterschiedliche Blühzeitpunkte) für GVO- und Nicht-GVO-Kulturen (Bock et al., 2002). Ebenso wie bei der Einhaltung von Sicherheitsabständen sind dazu Abstimmungen zwischen Landwirten erforderlich.

Einrichtung von gentechnikfreien Zonen in Schutzgebieten

Durch keine der bisher genannten Maßnahmen lässt sich eine Kontamination durch Einkreuzung oder Auswilderung vollständig vermeiden. Der unbeabsichtigte Eintrag transgener Pollen lässt sich nur durch die Einrichtung größerer zusammenhängender Gebiete (ab 100 km₂) verhindern, in denen keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden (Nowack Heimgartner et al., im Druck). Bezüglich der Wirksamkeit

und der Umsetzbarkeit von Schutzzonen werden in Nowack Heimgartner et al. (im Druck) allerdings viele offene, teilweise kritische Punkte aufgezählt:

- Welche Größe sollen Schutzgebiete haben (kleinräumige Gliederung, ganze Regionen, ganze Länder)?
- Abstandsregelungen in Randzonen
- Praktische Umsetzung (Verbreitung von Organismen nicht kontrollierbar)
- Rechtliche Umsetzbarkeit: Umgang mit Eigentumsrechten
- Wirtschaftliche Aspekte (Abkoppelung vom „Fortschritt“, Wettbewerbsnachteile für Landwirte, die GVO anbauen möchten)
- Administrativer Aufwand (Verwaltung, Kontrolle, Abstandsregelungen zwischen GVO-freien Gebieten und solchen, in denen GVO angebaut werden)

Im Bereich des ökologischen Landbaus wird befürchtet, dass die Einrichtung von Schutzgebieten zu einer Verdrängung der ökologisch (und damit gentechnikfrei) produzierenden Betriebe auf marginale Flächen führen könnte. Auch für den konventionellen Anbau erscheint die Einrichtung geschlossener Anbaugelände weder sinnvoll noch angemessen, da damit eine Beschränkung auf bestimmte Gebiete einherginge, und damit die Wahlfreiheit von Landwirten und Verbrauchern beeinträchtigt würde. Für die (ökologische) Saatgutproduktion wird die Einrichtung von Schutzgebieten dagegen als sinnvolle Ergänzungs-Maßnahme angesehen (Barth et al., im Druck), um im Notfall (wenn die GVO-Verunreinigungen außerhalb der Schutzgebiete über ein tragbares Maß hinausgehen) ein Reservat für die Herstellung von Saatgut zu haben, das keine bzw. nur geringere Verunreinigungen aufweist.