

Bleibt in Deutschland bei zunehmendem Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion die Wahlfreiheit auf GVO-unbelastete Nahrung erhalten?

Gemeinsames Projekt mit dem
Forschungsinstitut für biologische Landbau
(FiBL) Deutschland

Freiburg/Berlin, Juli 2002

Dr. Alex Beck, Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Berlin e.V.

Ruth Brauner, Öko-Institut e.V.

Dr. Robert Hermanowski, Forschungsinstitut für biologischen
Landbau Berlin e.V.

Rolf Mäder, Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Berlin e.V.

Julia Meier, Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Berlin e.V.

Karin Nowack, Forschungsinstitut für biologischen Landbau,
Frick (CH)

Dr. Beatrix Tappeser, Öko-Institut e.V.

Dr. Klaus-Peter Wilbois, Forschungsinstitut für biologischen
Landbau Berlin e.V.

Öko-Institut e.V.
Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 6226
D-79038 Freiburg
Tel.: 0761-4 52 95-0

FiBL Berlin e.V.
Rungestr. 19
10179 Berlin
030-2758175-0

**Bleibt in Deutschland
bei zunehmendem Einsatz der Gentechnik
in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion
die Wahlfreiheit auf GVO-unbelastete Nahrung erhalten?**

Koordination:

Julia Meier, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Autorinnen und Autoren:

Dr. Alex Beck, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Ruth Brauner, Öko-Institut e.V.

Dr. Robert Hermanowski, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Rolf Mäder, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Julia Meier, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Karin Nowack, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (CH)

Dr. Beatrix Tappeser, Öko-Institut e.V.

Dr. Klaus-Peter Wilbois, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Auftragnehmer:

Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.

Öko-Institut e.V.

Im Auftrag des BUND

Auftragserteilung: 30.5.02, Abgabe: 3.7.02

1. EINLEITUNG	4
1.1 Aufbau der Studie.....	4
1.2 Überblick über das betrachtete System	5
2. KONTAMINATIONSPPFADE	7
2.1 Kontamination durch biologische Prozesse	7
2.2 Kontamination durch technische Prozesse.....	11
2.3 Kontamination durch Handel	14
2.4 Kontamination durch den Zusatz verschiedener Substanzen bei der Verarbeitung (Mischprozesse)	15
3. KONTAMINATIONSPPFADE UND BELASTUNGSRADE BEI ERNTEGUT, SAATGUT, FUTTERMITTELN UND LEBENSMITTELN.....	18
3.1 Erntegut.....	19
3.1.1 Potenzielle Kontaminationsppfade bei der Pflanzenproduktion	19
3.1.2 Belastungsgrade	20
3.2 Saatgut.....	26
3.2.1 Potenzielle Kontaminationsppfade bei der Saatgutproduktion	26
3.2.2 Auflagen bei der Saatgutproduktion	27
3.2.3 Rolle von Saatgut-Importen	29
3.2.4 Belastungsgrade	30
3.3 Futtermittel.....	31
3.3.1 Potenzielle Kontaminationsppfade bei der Herstellung von Futtermitteln	31
3.3.2 Zugelassene gentechnisch veränderte Ausgangsprodukte	31
3.3.3 Rolle von Zusatzstoffen	32
3.3.4 Transport und Verarbeitung in Futtermittelwerken	34
3.3.5 Belastungsgrade	36
3.4 Lebensmittel.....	37
3.4.1 Potenzielle Kontaminationsppfade bei der Lebensmittelherstellung.....	37
3.4.2 Zugelassene gentechnisch veränderte Rohstoffe.....	38
3.4.3 Weiterverarbeitungserzeugnisse.....	38
3.4.4 Rolle von Zutaten, Zusatzstoffen, anderen Spezialstoffen und technischen Hilfsstoffen.....	40
3.4.5 Technische Verarbeitung.....	46
3.4.6 Belastungsgrade	46
4. MAßNAHMEN ZUR VERMEIDUNG BZW. VERMINDERUNG DER KONTAMINATION	49
4.1 Maßnahmen gegen Kontamination durch biologische Prozesse.....	49
4.2 Maßnahmen gegen Kontamination durch technische Prozesse	55
4.3 Maßnahmen gegen Kontamination durch Handelsprozesse	57
4.4 Maßnahmen gegen Kontamination durch den Einsatz von Zusatzstoffen und technischen Hilfsstoffen.....	57
5. SZENARIEN	59
5.1 Szenario 1: „Bei uns nicht“	59
5.2 Szenario 2: „Anbau mit Auflagen“	61
5.3 Szenario 3: „Gentechnik ohne Grenzen“ oder „Dammbruch“	63
6. DARSTELLUNG DER GRENZWERTPROBLEMATIK	66
6.1 Bedeutung der Grenzwerte für Saatgut, Erntegut, Lebensmittel und Futtermittel.....	66
6.2 Auswirkung der Festlegung von Grenzwerten.....	68
6.3 Wo liegen die Grenzen des analytischen Nachweises?.....	69

6.4 Was bedeutet eine Nulltoleranz?	71
7. ARGUMENTATIONSLEITFADEN	72
8. ZUSAMMENFASSUNG	80
9 LITERATUR.....	89
10 ANHANG.....	95

1. Einleitung

1.1 Aufbau der Studie

Die vorliegende Studie wurde im Juni 2002 vom **Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V.** und vom **Öko-Institut e.V. im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND)** erarbeitet. Sie bildet die inhaltliche Basis für die am 11. 7. 2002 startende BUND-Gentechnik-kampagne. Ziel der Kampagne ist laut BUND „die Öffentlichkeit auf die drohende Gefahr des schleichenden Verlustes der Gentechnikfreiheit (Schwerpunkt Lebensmittel) aufmerksam zu machen, in den laufenden europäischen Gesetzgebungsprozess (Schwerpunkt Schwellenwerte) einzugreifen und die Politiker auf die Sicherung der Gentechnikfreiheit zu verpflichten.“

Ziel der Studie ist die Beantwortung der Frage, welche Auswirkungen der verstärkte Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion auf die Freiheit der Verbraucher hat, zwischen gentechnisch veränderten Erzeugnissen und Erzeugnissen, die ohne den Einsatz gentechnischer Verfahren hergestellt wurden, zu wählen.

Die Studie bearbeitet folgende Aspekte:

- Es werden die **Belastungspfade** beschrieben (Kapitel 2) und die bisher bekannt gewordenen **Belastungsgrade** bei Saat- und Erntegut sowie bei Lebens- und Futtermitteln dokumentiert (Kapitel 3).
- In Kapitel 4 werden **Lösungsansätze** skizziert, die Möglichkeiten aufzeigen, wie die Gentechnikfreiheit in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion auch künftig gewahrt bleiben kann.
- Aufgrund der dargestellten Kontaminationsproblematik werden thesenartig drei **Szenarien** zu der Fragestellung entworfen, wie sich unterschiedliche potenzielle Rahmenbedingungen auf die Möglichkeit auswirken, Erzeugnisse ohne Gentechnik herzustellen und welche Auswirkungen das auf die Wahlfreiheit der Verbraucher hat (Kapitel 5).

-
- In Kapitel 6 wird dargestellt, welche Fragen mit der Festlegung von **Grenzwerten** verbunden sind und welche Konsequenzen die Festlegung eines Grenzwertes an der Nachweisgrenze hat.
 - Darüber hinaus enthält die Studie in Kapitel 7 einen **Argumentationsleitfaden** für die Beantwortung von Fragen, die häufig im Zusammenhang mit dem Thema „grüne Gentechnik“ gestellt werden.

1.2 Überblick über das betrachtete System

In der Studie wird u. a. dargestellt, über welche Pfade es zu einem Eintrag transgenen Erbmaterials in verschiedene landwirtschaftliche Erzeugnisse (Saatgut, Erntegut, Futtermittel) und Lebensmittel kommen kann. Einen Überblick über das untersuchte System gibt Abbildung 1. Kontaminationen sind über biologische und technische Prozesse sowie über die Zufuhr unterschiedlicher Substanzen bei der Futtermittel- bzw. Lebensmittelherstellung möglich. Als Zwischenglied zwischen den verschiedenen Erzeugnissen spielen Handelsprozesse eine entscheidende Rolle.

Folgende Aspekte wurden der Vollständigkeit halber zwar in die Übersichtsgrafik aufgenommen, werden im Rahmen dieser Studie aber nicht weiter berücksichtigt: der potenzielle Eintrag von GVO oder deren Derivaten über Betriebsmittel (Nährböden, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Hilfsstoffe; Ausnahme: Saatgut) sowie die potenziellen Eintragswege bei der Herstellung tierischer Erzeugnisse (Einsatz von Tieren, die mit GVO-haltigen Futtermitteln gefüttert wurden, bzw. mit GVO-belasteten Arzneimitteln oder Hilfsstoffen behandelt wurden). Auch der Einsatz transgener Tiere wird nicht berücksichtigt, da es bisher noch keine kommerziell genutzten transgenen Tiere gibt (Teufel et al., im Druck).

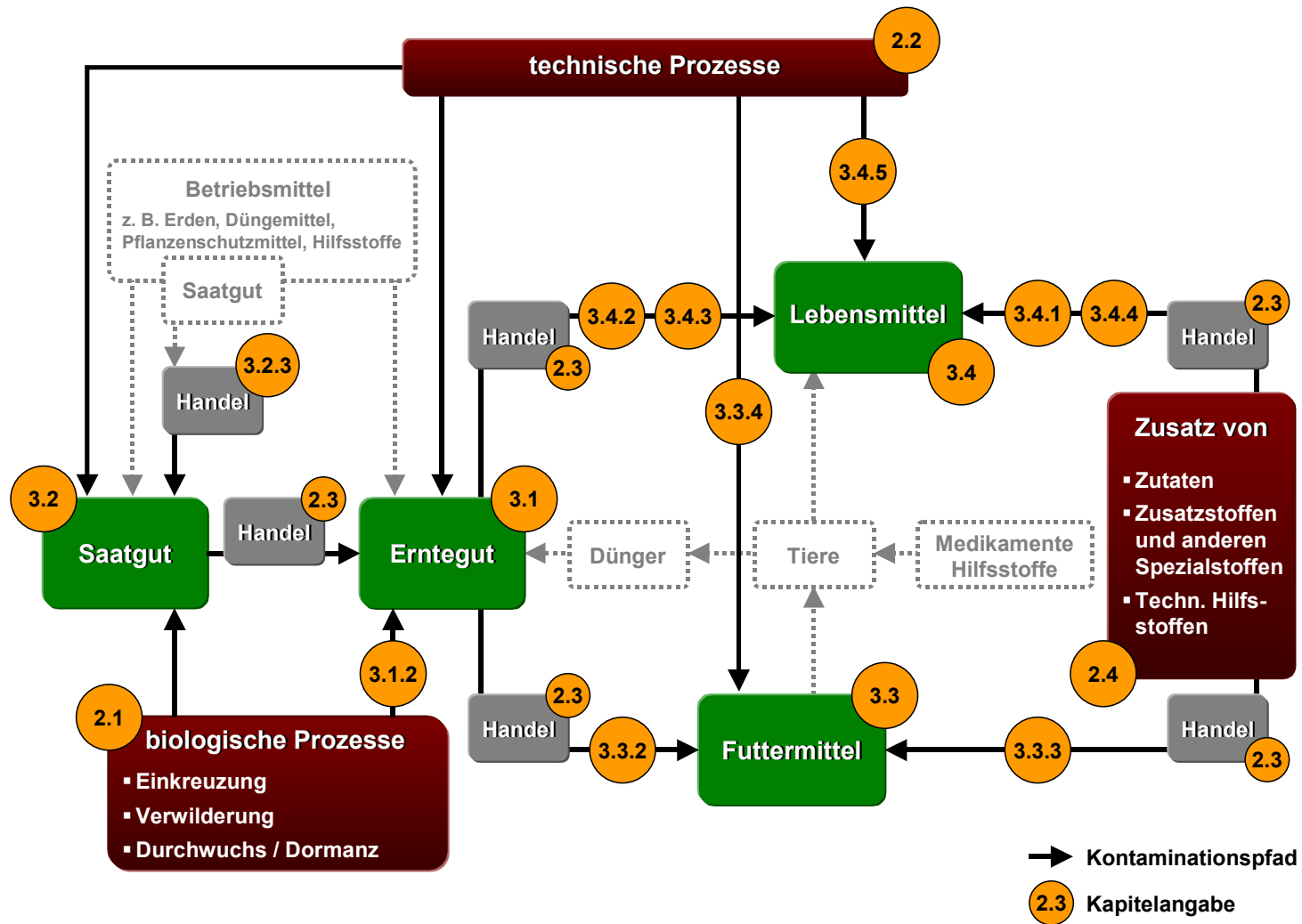


Abbildung 1: Übersicht über das betrachtete System. Es wird dargestellt, über welche Kontaminationspfade (biologische und technische Prozesse sowie Zusatz verschiedener Substanzen bei der Futtermittel- bzw. Lebensmittelherstellung und Handelsprozesse) es zu einem Eintrag von GVO oder deren Derivaten in Saatgut, Erntegut, Futtermittel und Lebensmittel kommen kann. In den Kreisen ist angegeben, in welchem Kapitel die jeweiligen Aspekte behandelt werden.

2. Kontaminationspfade

Im folgenden Kapitel werden die Pfade beschrieben, über die es zu einem Eintrag transgenen Erbmaterials in landwirtschaftliche Produkte und Lebensmittel kommen kann. Der Schwerpunkt liegt auf einer allgemeinen (qualitativen) Darstellung der Kontaminationsmöglichkeiten.

2.1 Kontamination durch biologische Prozesse

Werden Pflanzen (zu experimentellen oder kommerziellen Zwecken) im Freiland angebaut, so sind sie Teil eines offenen Systems und stehen in Wechselwirkung mit ihrer Umwelt. Die Wechselwirkungen schließen die Bewegung genetischer Informationen zwischen Individuen, Populationen und Arten (Gene flow) ein. Dies gilt auch für gentechnisch veränderte Pflanzen, von denen ausgehend transgene Erbinformationen auf unterschiedlichen Wegen in ursprünglich GVO-freie Pflanzen oder Kulturen gelangen können. Im Folgenden werden die verschiedenen potenziellen Kontaminationspfade beschrieben:

2.1.1 Pollendrift und Einkreuzung

Pollen kann durch Wind und / oder Insekten teilweise über weite Strecken verbreitet werden. Trifft dieser Pollen auf eine sexuell kompatible Pflanze, kann es zur Einkreuzung (d. h. zur sexuellen Übertragung genetischen Materials, vertikaler Gentransfer) kommen. Dabei wird transgene Erbinformation von einer Donor- auf eine Rezeptorpflanze übertragen. Als Kreuzungspartner kommen bei einigen transgenen Kulturpflanzenarten neben nichttransformierten Pflanzen derselben Art auch nah verwandte Kulturpflanzen oder wildwachsende Arten in Frage. In Europa betrifft dies vor allem die Zuckerrübe (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) und den Raps (*Brassica napus*). Für die Zuckerrübe wurden beispielsweise Einkreuzungen von Transgenen in nah verwandte Kulturpflanzen wie Schnittmangold (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *cicla*), Blattmangold (*B. vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *flavescens*), Rote Bete (*B. vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *vulgaris*), Gelbe Bete (*B. vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *lutea*) und Futterrüben (*B. vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *crassa*) belegt (Hoffmann & Köhler, 2000, Gerdemann-Knöck & Tegeder, 1997). Darüber hinaus ist die Einkreuzung in verwandte Wildpflanzen wie die Wildrübe (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) möglich (Paulus et al., 1997). Bei transgenem Raps wurden unter Freilandbedingungen

Hybridisierungen mit Ruderalraps (*Brassica napus*), Rübsen (*Brassica rapa* var. *silvestris*, *Brassica campestris*), Sareptasenf (*Brassica juncea*), Schwarzem Senf (*Brassica nigra*), Grausenf (*Hirschfeldia incana*, Synonym *Brassica adpressa*), Hederich (*Raphanus raphanistrum*) und Ackersenf (*Sinapis arvensis*, Synonym *Brassica kaber*) nachgewiesen (Eckelkamp et al., 1997a; Chèvre et al. 1999). Ausgehend von diesen Hybriden können die aus den gentechnisch veränderten Kulturpflanzen stammenden Eigenschaften (wie z. B. Herbizidresistenzen) erneut auf Rapspflanzen oder auf andere Wildpflanzen übertragen werden (Brauner et al., 2001).

Eine Zusammenstellung der zahlreichen Faktoren, die das Risiko der Kontamination einer GVO-freien Kultur durch den Eintrag transgenen Erbmaterials infolge von Einkreuzungsereignissen beeinflussen, lässt sich Barth et al. (im Druck) entnehmen. Sie wird hier leicht verändert wiedergegeben:

- räumliche Distanz zwischen Donor- und Rezeptorpopulation
- Größe und Bestandesdichte der Donor- und Rezeptorpopulationen und deren Verhältnis zueinander
- Menge des von der Donorpflanze gebildeten transgenen Pollens: Diese ist sehr unterschiedlich und hängt von der Fortpflanzungsstrategie der Pflanzen ab (Pflanzen, die wie Mais vorwiegend durch Wind bestäubt werden, produzieren sehr viel mehr Pollen als Selbstbestäuber oder Pflanzen, die durch Tiere bestäubt werden). Zusätzlich können Sorteneffekte einen Einfluss auf die Menge des produzierten Pollens haben.
- Ausbreitungsmöglichkeit des transgenen Pollens: Diese ist abhängig von
 - a) dem Pollengewicht und der Pollenform
 - b) dem Vektor (Wind: Wetterverhältnisse; Insekten: Vorkommen, Art, Radius),
 - c) der Topographie und
 - d) der unmittelbaren Umgebung (Bewuchs, Hindernisse).

Treu & Emberlin (2000) weisen insbesondere auf die mögliche Verbreitung von Pollen über weite Distanzen durch starken Wind und weiträumige atmosphärische Strömungen hin, ein Aspekt, der bisher kaum untersucht

wurde. Theoretisch kann Pollen auf diese Weise mehrere hundert Kilometer zurücklegen.

Auch Insekten verbreiten Pollen über weite Distanzen. Wildbienen fliegen 100 bis 800 m weit. Die Honigbiene hat normalerweise einen Sammelradius von ein bis zwei km, es wurden jedoch auch schon größere Distanzen beobachtet (bis 14 km), dies jedoch nur, wenn keine anderen Trachtquellen in diesem Radius zu finden waren (Hütter et al., 1999).

Zu beachten ist auch der Ausbreitungseffekt über mehrere Jahre. Bei kontinuierlichem Anbau über mehrere Folgejahre können über die Zeit sehr große Entfernungen überwunden werden (Gene können sich von einem Feld zum nächsten verbreiten. Dies gilt beispielsweise für Raps, wenn bei der Ernte Ausfallraps entsteht, der im nächsten Jahr als Durchwuchs auf dem Feld bzw. an Wegrändern auftritt.).

- Fortpflanzungssystem der Empfängerpflanze: Je höher die Fremdbefruchtungsrates, desto höher ist das Risiko einer Einkreuzung. Beispiele für vorwiegend selbstbefruchtende Arten sind Weizen, Gerste, Hafer, Hirse, Raps, Reis, Bohne, Erbse und Sojabohne. Vorwiegend fremdbefruchtende Arten sind Roggen, Mais, Zucker- / Futterrübe, Sonnenblume, die meisten Kleearten und Hanf.
- Dauer der Befruchtungsfähigkeit des Pollens (artspezifisch und abhängig von Witterungsbedingungen) und der Befruchtungsfähigkeit der weiblichen Blüte (Verhältnis der Blühzeitpunkte von Donor- und Empfängerpopulation)
- Pollenkonkurrenz: Werden die Blüten durch Pollen aus dem Rezeptorbestand befruchtet, führt dies infolge von Pollenkonkurrenz zu einer reduzierten Befruchtung durch Fremdpollen. Bei zum Teil oder gänzlich männlich sterilen Rezeptorpopulationen liegt kaum oder keine Pollenkonkurrenz vor, entsprechend ist der Anteil der Befruchtung durch Fremdpollen in der Regel höher oder sehr hoch.

Aus der vorangegangenen Auflistung lässt sich entnehmen, dass neben kulturart-spezifischen Faktoren (wie beispielsweise dem Bestäubungssystem (Wind, Insekten) und dem Fortpflanzungsmechanismus (Selbst- / Fremdbestäubung)) auch anbau-spezifische Faktoren (Abstand, Zeitpunkt) und Witterungsbedingungen einen Einfluss

auf das Kontaminationsrisiko haben. Auf quantitative Aspekte, das heißt auf die Frage, welche Einkreuzungsraten bei unterschiedlichen Kulturarten in Abhängigkeit von der Distanz zur (transgenen) Pollenquelle bisher nachgewiesen wurden, wird in Kapitel 3.1.2 eingegangen.

2.1.2 Verwilderung

Transgene Samen, Pflanzenteile (z. B. Dauerorgane) oder ganze Pflanzen können durch Wind, Wasser, Tiere oder Menschen über zum Teil sehr weite Strecken verbreitet werden. Gelingt es ihnen, sich außerhalb der ursprünglich vorgesehenen landwirtschaftlichen Flächen zu etablieren und dort ohne Eingriff des Menschen zu existieren, so bezeichnet man sie als „verwildert“ (vgl. www.transgen.de/Lexikon - Auswilderung). Dies gilt sowohl für transgene Kulturpflanzen als auch für Hybride, die durch Einkreuzung transgener Erbinformation in wildwachsende Pflanzen entstanden sind. Das Verwilderungsvermögen hängt u. a. von der Konkurrenzfähigkeit der Art sowie von der Anzahl der Individuen ab, die erforderlich sind, um eine neue Population zu gründen (Nowack Heimgartner et al., im Druck). Die verwilderten Kulturpflanzen können an ihrem neuen Standort transgenen Pollen bilden, der wiederum zu einem Eintrag transgener Erbinformation in ursprünglich GVO-freie Kulturen der Umgebung führen kann.

2.1.3 Durchwuchs und Dormanz

Eine weitere Kontaminationsquelle stellen Samen dar, die nach der Ernte auf dem Feld verbleiben oder bei Transportprozessen am Rande von Transportstrecken (z. B. entlang von Straßen, Bahngleisen) liegen bleiben. Diese Samen können in der folgenden Vegetationsperiode als Durchwuchspflanzen auflaufen.

Auf Rapsfeldern bleiben beispielsweise nach der Ernte pro Hektar im Schnitt 200 bis 300 kg Samen zurück (Pekrun et al. 1998). In Norddeutschland ist ein Durchwuchs von 400 Pflanzen/m² nicht ungewöhnlich (Gerdemann-Knörck & Tegeder, 1997). Laut Fischbeck (1998) ist bei Raps das Risiko der Ausbreitung transgener Erbinformationen durch Samen, die bei der Ernte liegen bleiben, sogar höher als durch Auskreuzung. Auch bei Kartoffeln kommt es häufig zu Durchwuchskartoffeln, die aus im Boden verbleibenden Samen oder Knollen hervorgehen (Tappeser & Wurz, 1996).

Zu berücksichtigen ist, dass Samen eine zum Teil lang anhaltende Keimruhe (Dormanz) entwickeln können (für Raps wurden Überdauerungsraten im Boden von bis zu 15 Jahren nachgewiesen (Lange 1985, zit. nach Schlink (1994)). Kartoffelsamen blieben bis zu sieben Jahre lang keimfähig, Zuckerrübensamen können bis zu zehn Jahre im Boden überdauern (beide Angaben aus Tappeser & Wurz, 1996). Wird diese Keimruhe (ausgelöst durch spezifische Umweltreize) gebrochen, kommt es zur Keimung. Entsprechend muss teilweise noch lange Zeit nach dem Anbau transgener Pflanzen mit dem Auflaufen gentechnisch veränderter Pflanzen gerechnet werden.

2.2 Kontamination durch technische Prozesse

Bei allen technischen Prozessen können Probleme in Bezug auf Verunreinigungen und Vermischungen von Chargen verschiedener Herkunft entstehen. Dies gilt auch für Waren, die ohne den Einsatz von GVO oder deren Derivaten hergestellt wurden als auch für GVO-Waren. Vom Feld bis zum fertigen Produkt durchlaufen die Waren einen langen Prozess, im Verlauf dessen auf fast jeder Stufe Vermischungen und Verunreinigungen möglich sind. GVO sind in Europa hauptsächlich im Bereich der Importwaren relevant. Im Folgenden werden die entscheidenden Punkte entlang des Warenflusses am Beispiel der heute typisch kritischen Rohstoffe wie Mais und Soja beschrieben:

Landwirtschaft:

- Aussaat (Sämaschinen)
- Ernte (Erntemaschinen - Mähdrescher / Transportfahrzeuge)
- Einlagerung (Transportmaschinen und Lagerstätten, z. B. Silos)

Rohstoffhandel und Aufarbeitung:

- Transport (Transportfahrzeuge, -behälter)
- Lagerung (Lagerstätten)
- Annahme, Reinigungs- und Transporttechnik

Verarbeitung (z. B. in Getreidemühlen, Mischfutterwerken, Ölmühlen):

- Annahme- und Transporttechnik (Restmengen, Verunreinigungen)
- Lagerbereiche (unvollständig entleert, verunreinigt)
- Verarbeitungstechnologie und Geräte (Restmengen, Chargenüberschneidungen, Verunreinigungen, z. B. Staub)
- Vermischungen mit anderen Chargen.

Selbst wenn eine weitgehende Trennung der verschiedenen Warenströme und ein umfassendes Kontrollsystem etabliert wären, ließen sich Verunreinigungen bei allen Vorgängen der Umlagerung und Verarbeitung von Rohstoffen in Betrieben und Systemen, in denen konventionelle und GVO-Ware parallel gehandhabt werden, kaum vermeiden. Eine klare Chargentrennung ist in der Praxis der Warenerfassung und Verarbeitung heute nur bedingt üblich. Deshalb ist mit Überschneidungsmengen und Teilvermischungen bei allen Umlade- und Verarbeitungsprozessen zu rechnen, insbesondere bei den heute relevanten Rohstoffen wie Soja und Mais.

Darüber hinaus muss bei der Anwendung vielfältiger Prozesse immer auch mit technischem oder menschlichem Versagen oder Ungenauigkeiten gerechnet werden.

Sä- und Erntemaschinen

Im landwirtschaftlichen Bereich kann es über die Verwendung von mit GVO verunreinigten Sä- und Erntemaschinen zu einer GVO-Verunreinigung von Saat- und/oder Erntegut kommen. Selbst wenn zwischen der Aussaat/Ernte unterschiedlicher Chargen eine Reinigung der Maschine erfolgt, lässt sich eine Verunreinigung durch GVO nicht ausschließen (Nowack Heimgartner et al., im Druck).

Transportprozesse, -behälter

Für den Transport von Rohstoffen werden in der Praxis sehr verschiedene Behälter verwendet, wobei je nach Art des Behälters die Verunreinigungsrisiken variieren:

Beim Offentransport in Bahn- oder Lastwagen innerhalb von Europa besteht immer ein Verunreinigungsrisiko. Ein Risiko der Vermischung entsteht durch unzureichende Reinigung. Auch beim Versand von Produkten aus Übersee in Containern oder als lose Schüttgüter kann eine unzureichende Reinigung Kontaminationen verursachen.

Dagegen besteht beim Transport von kleinen Mengen in Säcken (Kleinchargen) fast kein Verunreinigungsrisiko (Wenk et al., 2001).

Umladevorgänge

Jeder Umladevorgang erhöht das Risiko von unbeabsichtigten Verunreinigungen. Üblicherweise sind keine getrennten Annahmestellen für GVO-Güter und konventionelle Güter vorhanden. Bedingt durch die Fördertechnik und die in den Systemen entstehenden Restmengen kann es auch bei Umladevorgängen zu Vermischungen kommen. Diese Risiken wären nur bei vollständiger räumlicher Trennung auszuschließen.

Wenk et al., 2001 führten verschiedene Versuche zu Annahmevergängen durch. Dabei wurde überprüft, wie lange sich GVO-Material in einer GVO-freien Charge von Sojaextraktionsschrot nachweisen lässt, wenn eine Charge von 50 t Sojaextraktionsschrot (GVO Anteil von ca. 0,3 %) in einem Futtermittelwerk angenommen wurde (Stundenleistung der Annahme etwa 50 t).

Dabei konnten nach 15 Minuten noch GVO-Sequenzen nachgewiesen werden, nach 30 Minuten war kein Nachweis mehr möglich. Überraschenderweise konnten nach Beendigung der Annahme (60 Minuten) im letzten Annahmegut wiederum Spuren von GVO nachgewiesen werden. Man führte dies darauf zurück, dass bestimmte Restbestandteile erst dann frei werden, wenn sich die Anlage zur Annahme der Schüttgüter leert (Wenk et al., 2001).

Technische Verarbeitung

In der Verarbeitung können alle Verfahren Vermischungen verursachen. Ein besonders hohes Kontaminationsrisiko liegt vor, wenn für die Produktion einer neuen Charge eine Anlage eingesetzt wird, die nicht oder nur unvollständig gereinigt wurde. Einige Anlagen, insbesondere Anlagen, in denen Durchlaufverfahren eingesetzt werden (wie beispielsweise Mühlen), lassen sich nur mit erheblichen Aufwand vollständig entleeren bzw. reinigen.

Im Rahmen eines im Auftrag des schweizerischen Bundesamtes für Gesundheit bearbeiteten Projektes zur Warenflusstrennung bei der Lebensmittelproduktion wurden in einer Mühle Verschleppungsversuche mit GVO-Sojaextraktionsschrot und GVO-Mais durchgeführt (Wenk et al., 2001). Bei normaler Reinigung zwischen den

Verarbeitungsgängen von GVO- und konventioneller Ware wurden in der nachfolgenden Charge Anteile von GVO gefunden.

In einer Maismühle wurde folgender Versuch durchgeführt: Zuerst wurden 5 t Bt Mais verarbeitet, anschließend erfolgte eine Reinigung, wie sie zwischen Chargen von konventioneller und ökologischer Ware üblich ist. Danach wurden 4 t konventioneller Mais vermahlen. Dabei wurden alle 15 Minuten an insgesamt 14 verschiedenen Positionen Proben gezogen. Die erste Probe wurde direkt zu Beginn, die letzte Probe nach 195 Minuten entnommen. Die bei unterschiedlichen Endprodukten gefundenen Kontaminationsgrade sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Bt-Gehalt verschiedener Endprodukte bei Verschleppungsversuch in einer Maismühle:

	Grieß	Mehl	Schälmehl	Schale
Start	100 %	83,9 %	< 0,1 %	(keine Daten)
15 Minuten	2,6 %	10,0 %	Nn	8,2 %
45 Minuten	0,8 %	5,0 %	Nn	2,3 %
90 Minuten	0,3 %	2,1 %	Nn	1,5 %
135 Minuten	0,3 %	1,2 %	Nn	0,9 %
Ende	0,5 %	0,5 %	0,1 %	1,3 %

Quelle: Wenk et al., 2001

Es zeigt sich, dass in einer Mühle bis an das Ende einer nachfolgenden Charge mit Verunreinigungen zu rechnen ist, selbst wenn zuvor eine Reinigung erfolgte.

2.3 Kontamination durch Handel

Zwischen den einzelnen Verarbeitungsstufen der Produktionslinien von möglicherweise transgenen Rohwaren bilden sich Märkte aus. Auf diesen Märkten werden Erzeugnisse aus gentechnisch veränderten Rohwaren als Rohstoffe, Zutaten, Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffe gehandelt. Auf der Ebene des Handels findet eine „horizontale Migration“ von GVO bzw. deren Derivaten statt.

Ein Problem besteht darin, dass für verschiedene Vermarktungswege (Rohstoffindustrie, chemische Industrie) und für verschiedenartige Güter (z.B. Rapssaat, Rapsöl, Zusatzstoffe aus Rapsöl) unterschiedliche gesetzliche Vorgaben bestehen. Die für die Produktion eines Lebensmittels benötigten Rohstoffe können auf nationalen, europäischen oder internationalen Märkten erworben werden, das heißt

auch aus Ländern, in denen gentechnisch veränderte Pflanzen zu kommerziellen Zwecken angebaut werden. Z. B. sind in Europa für die Lebensmittelverarbeitung raffinierte Öle, die aus gentechnisch veränderten Kulturen gewonnen wurden, sowie eine transgene Rapslinie zugelassen. Auch Zusatzstoffe wie Lecithin (das aus transgenem Soja gewonnen wurde) oder Enzyme aus transgenen Organismen werden teilweise ohne Schwierigkeiten international gehandelt. Somit können auch über internationale Warenströme Erzeugnisse aus transgenen Organismen (Derivate) auf den deutschen Markt gelangen (Lehmann, 2000). Die analytische Nachvollziehbarkeit der Warenströme gentechnisch veränderter Erzeugnisse ist an die Nachweismöglichkeit der gentechnischen Veränderung gebunden. Bei verarbeiteten Erzeugnissen lassen sich gentechnische Veränderungen jedoch oft gar nicht oder nur sehr schwer und ungenau nachweisen. Zudem können die Hersteller Verarbeitungsschritte einsetzen, die einen Nachweis transgener Veränderungen verhindern (z. B. Raffinationsschritte bei Ölen)

Die Frage nach der Migration durch Handel auf den verschiedenen denkbaren Ebenen (Rohstoffe, Halberzeugnisse, Teilprodukte, Zusatzstoffe, etc.) und in den verschiedenen Branchensegmenten (Rohstoffindustrie, Futtermittelindustrie, chemische Industrie und Lebensmittelindustrie) ist äußerst komplex und vielschichtig. In einigen Bereichen ist heute praktisch keine Nachvollziehbarkeit herzustellen. Dies trifft insbesondere auf die chemische Industrie zu, die z. B. aus Fettsäuren unterschiedlichster Herkünfte technische Erzeugnisse wie Zusatzstoffe fertigt und diese weltweit vertreibt.

2.4 Kontamination durch den Zusatz verschiedener Substanzen bei der Verarbeitung (Mischprozesse)

In ein zusammengesetztes Produkt, welches überwiegend aus agrarischer Erzeugung stammt, können über eine ganze Reihe verschiedener Wege Kontaminationen mit transgenem Erbgut oder GVO-Derivaten erfolgen (vgl. Abbildung 2).

1. Der Rohstoff, welcher als Hauptkomponente eingesetzt wird, kann folgende Kontaminationen erfahren haben:
 - Das ausgesäte Saatgut war mit GVO-Saatgut durchsetzt.

-
- Durch Auskreuzung über Wildpflanzen oder Nutzpflanzen durch Wind- oder Insektenbestäubung kann es zum Eintrag von transgenem Erbgut kommen.
 - Durch die eingesetzte Ausbringungs- und / oder Erntetechnik (Sämaschine oder Mähdrescher) kommt es zu einer Verunreinigung.
 - Durch den Transport, die Aufreinigung und das Umlagern wird das Erntegut mit GVO-Erntegut vermischt.
2. Im Produkt werden verarbeitete Zutaten eingesetzt, die kontaminiert sein können:
- Durch die Handhabung der verarbeiteten Zutaten werden diese mit GVO-Zutaten vermischt.
 - Bei der Herstellung dieser Zutaten werden Hilfsstoffe benutzt, die selbst GVO oder deren Derivate sind.
3. Verwendung von Zusatzstoffen und anderen Spezialzutaten (Vitamine, Aminosäuren), die Kontaminationen verursachen können:
- Diese Stoffe sind selbst GVO-Derivate.
 - Diese Stoffe sind mit Hilfe von GVO oder deren Derivaten hergestellt.
 - Diese Stoffe sind auf Träger gezogen oder mit Stoffen vermischt, die GVO-Derivate sind.
4. Bei der Herstellung dieses Produktes werden (technische) Hilfsstoffe eingesetzt, die Kontaminationen verursachen können:
- Diese Hilfsstoffe sind GVO-Derivate.
 - Diese Hilfsstoffe sind mit Trägern oder anderen Substanzen vermischt, die GVO-Derivate sind.

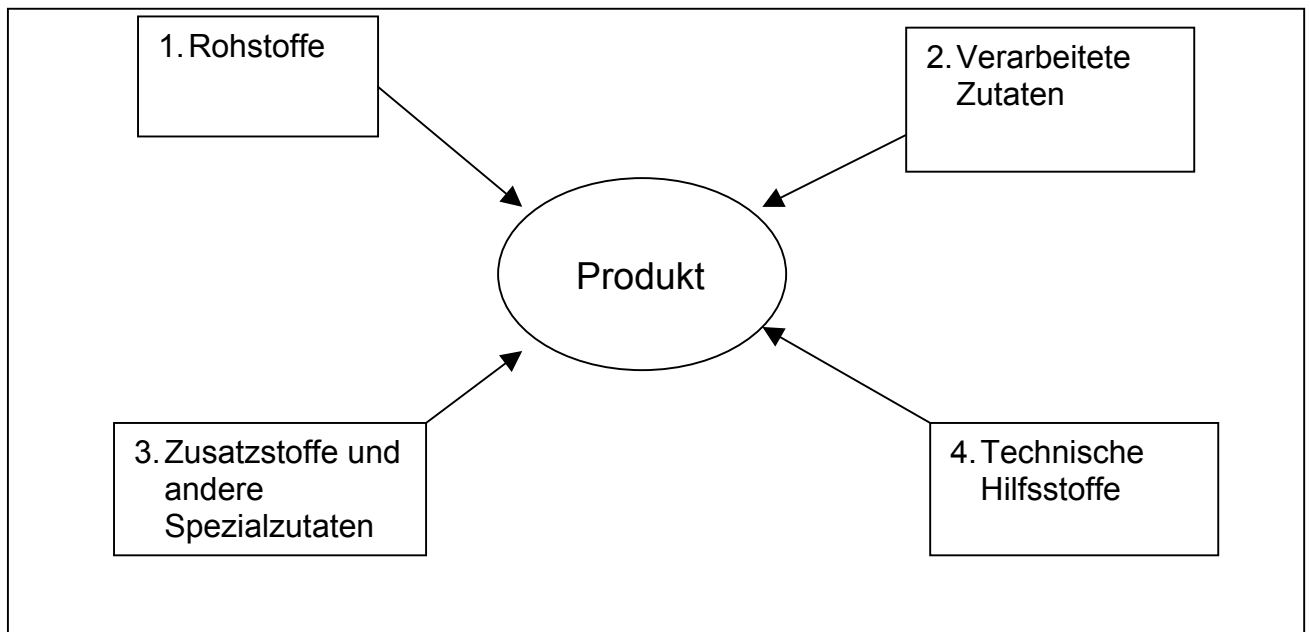


Abbildung 2: Potenzielle Kontaminationspfade bei der Herstellung von Lebensmitteln.

3. Kontaminationspfade und Belastungsgrade bei Erntegut, Saatgut, Futtermitteln und Lebensmitteln

Im folgenden Kapitel wird dargestellt, welche GVO-Kontaminationspfade für Erntegut, Saatgut, Futtermittel und Lebensmittel relevant werden können. Eine Übersicht über die Kontaminationsmöglichkeiten für die einzelnen Erzeugnisse gibt Tabelle 2. Aus der Tabelle geht hervor, dass es in weiten Bereichen Überschneidungen gibt: So haben beispielsweise Kontaminationspfade, die beim landwirtschaftlichen Anbau eine Rolle spielen, auch Auswirkungen auf Futter- oder Lebensmittel, wenn das verunreinigte Erntegut als Rohstoff bei der Herstellung dieser Erzeugnisse eingesetzt wird.

Im Folgenden wird daher darauf verzichtet, für jedes Erzeugnis alle relevanten Kontaminationsmöglichkeiten zu beschreiben (vgl. hierzu Kapitel 2). Der Schwerpunkt liegt auf der Darstellung der erzeugnisspezifischen Aspekte. Wenn möglich, werden quantitative Aussagen zu bisher gefundenen Belastungsgraden gemacht.

Tabelle 2: Darstellung der Möglichkeiten, durch die es bei der Herstellung der angegebenen Erzeugnisse zu einer Verunreinigung durch gentechnisch verändertes Erbmateriale kommen kann.

Kontaminationsmöglichkeiten	Erzeugnisse			
	Erntegut	Saatgut	Futtermittel	Lebensmittel
	Kapitel 3.1	Kapitel 3.2	Kapitel 3.3	Kapitel 3.4
mit GVO verunreinigtes Saatgut	x	x	x	x
verunreinigte Sä- und Erntemaschinen	x	x	x	x
Einkreuzung / Verwilderung / Durchwuchs	x	x	x	x
Sammelstellen und Reinigungsanlagen	x	x	x	x
Transportprozesse	x	x	x	x
Umladevorgänge			x	x
Technische Verarbeitung			x	x
Einsatz von Zutaten und techn. Hilfsstoffen			x	x

erstellt in Anlehnung an BUWAL-Studie (Nowack Heimgartner et al., im Druck).

3.1 Erntegut

3.1.1 Potenzielle Kontaminationspfade bei der Pflanzenproduktion

Einen Überblick über die Pfade, die zu einer Verunreinigung von Erntegut durch GVO führen können, gibt Tabelle 2.

Am Anfang der pflanzlichen Produktion steht das Saatgut. Treten hier bereits Verunreinigungen durch GVO auf (vgl. Kapitel 3.2), finden sich diese auch im Erntegut wieder. Das Ausmaß der Verunreinigung des Saatguts durch GVO hat entsprechend einen maßgeblichen Einfluss darauf, wie groß der Anteil des transgenen Ernteguts an der Gesamternte werden kann.

Eine weitere Kontaminationsmöglichkeit liegt in der gemeinschaftlichen Verwendung von Sämaschinen. Werden die Maschinen auch zur Ausbringung von GVO-Saatgut verwendet, kann es zum Eintrag von gentechnisch verändertem Saatgut in das ursprünglich GVO-freie Saatgut kommen.

Stehen die Pflanzen auf dem Feld, besteht das Risiko der Kontamination durch den Eintrag transgener Pollen mit anschließender Befruchtung. Der Pollen kann sowohl aus transgenen Kulturen (bzw. Kulturflüchtlingen derselben Art) von benachbarten Flächen stammen als auch –in geringerem Umfang – von sexuell kompatiblen Hybriden, die durch Kreuzung der transgenen Kulturpflanze mit einer verwandten wildwachsenden Art entstanden sind. Das Einkreuzungsrisiko ist umso höher, je größer der Anteil entsprechender transgener Kulturen in der Umgebung ist und je stärker GVO-Flächen mit GVO-freien Flächen derselben Kulturen räumlich miteinander verzahnt sind. Zudem ist es stark von der Fortpflanzungsbiologie der jeweiligen Kultur abhängig.

Auch durch GVO verunreinigte Erntemaschinen können zu einer Kontamination von Erntegut durch GVO beitragen.

Hinzu kommt die Möglichkeit der Verunreinigung bei Sammlungs- und Transportvorgängen, wenn keine strikte Trennung der Warenflüsse eingehalten wird.

3.1.2 Belastungsgrade

Der Eintrag transgenen Erbmaterials durch Einkreuzung kann – je nach den biologischen Eigenschaften der betrachteten Pflanze – eine wichtige Kontaminationsquelle darstellen. Versuche zu Pollenausbreitungsdistanzen und Einkreuzungsraten geben einen Überblick darüber, mit welchen Kontaminationsraten durch den Eintrag gentechnisch veränderten Pollens in der Nachbarschaft transgener Kulturen gerechnet werden muss.

In einer noch nicht veröffentlichten Studie für das schweizerische Umweltbundesamt (BUWAL) wurden für acht wichtige Kulturarten Kennzahlen der Genverbreitung (Fortpflanzungssystem, Vektor, Pollencharakterisierung, Pollenausbreitungsdistanzen) sowie weitere Aspekte der Ausbreitung (wie Auskreuzung auf verwandte Arten, Verwilderungspotenzial) zusammengefasst (Nowack Heimgartner et al., im Druck). Die Ergebnisse werden in den Tabellen 3 und 4 präsentiert.

Aus den gefundenen Ergebnissen wurde folgende Schlussfolgerung abgeleitet: Auskreuzung (Pollendrift durch Wind und Insekten) sowie Samenausbreitung und Verwilderung gentechnisch veränderter Pflanzen über weite Entfernungen sind grundsätzlich möglich und ein großes Problem für den Erhalt einer gentechnikfreien Landwirtschaft, da sich dieser Vorgang nicht kontrollieren lässt und auch nicht vor Landesgrenzen Halt macht. (Nowack Heimgartner et al., im Druck)

Tabelle 3: Kennzahlen von acht verschiedenen Kulturen zu pollenbasiertem Genfluss

Kultur	Art der Befruchtung	Vektor	Charakterisierung Pollen	Gefundene Einkreuzungsraten	Pollenverbreitung durch Insekten
Mais (<i>Zea Mays</i>)	v. a. fremd	meist Wind, kaum Insekten	- groß im Vergleich zu anderen Gräserpollen - pro Pflanze 25 Mio. Pollen - 20 Min. bis 9 Tage überlebensfähig	- 60 - 1.000 m ^{a)} - bei 60 m noch 5 % der Pollen von 1 m Distanz ^{a)} - bei 600 m 0,79 % A. ^{g)} - bei 800 m 0,21 % A. ^{g)}	im Vergleich zu Wind vernachlässigbar
Kartoffeln (<i>Solanum tuberosum</i>)	selbst und fremd; Vermehrung v. a. vegetativ	bei Fremdbest. v. a. Insekten		- bei 3 - 10 m noch 0,02 % der Pollen ^{a)} - keine A. bei mehr als 4,5 m ^{a)} - A. noch in 80 m Entfernung von Quelle ^{e)}	Bestäuber sind Schwebfliegen, Solitärwespen und Wildbienen ^{d)} sowie Hummeln und Schwebfliegen ^{e)}
Raps (<i>Brassica napus ssp. oleifera</i>)	selbst und fremd	Insekten und Wind	- relativ gross und schwer (typisch für Insektenbestäuber) - 1 - 5 Tage überlebensfähig	- bei 4 km 5 % A. (männl. sterile Sorten) ^{h)} - bei 30 m 0,02 bis 4 %, bei 200 m 0,0156 und bei 400 m 0,0038 % A. ^{a)} - bei 200 m: 0,83 % A. (männl. fertile Sorten) ⁱ⁾	Honigbienen und Hummeln: Radius von 100 m bis mehrere Kilometer ^{a)} ; bis 4 km Pollen gefunden ^{b)}
Zuckerrüben (<i>Beta vulgaris ssp. vulgaris</i>)	fremd	Wind und Insekten	- 1 - 50 Tage überlebensfähig (abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit)	- bei 800 m bis 6 % (Konzentration) ^{b)} - Potenzial für längere Distanzen ist hoch ^{b)} - mehrere Kilometer ^{c)}	findet statt durch viele verschiedene Arten, aber wenig bekannt
Weizen (<i>Triticum aestivum</i>)	v. a. selbst	Wind	- produziert wenig Pollen im Vergleich zu Fremdbefruchtern (2,5 % von Mais) - 5 Min. - 3 Std. überlebensfähig ^{g)}	- bei 3 m Abstand 10 % A., bei 20 m A. noch messbar ^{f)} - in 50 m Abstand 3 - 9 % A., in 150 m Abstand 2,8 % A. ^{g)} (männlich sterile Sorten)	kein Nektar und wenig Pollen, praktisch keine Insekten
Roggen (<i>Secale cereale</i>)	fremd	Wind	- bis zu 72 Std. überlebensfähig ^{g)}	- bei 400 m Abstand 0,5 bis 6 % relative Pollenkonzentration ^{g)} - bei 1.000 m 0,8 - 6 % A. ^{g)}	keine Ausbreitung durch Insekten
Gräser	fremd	Wind	- ca. 30 Min. überlebensfähig	- Ryegrass: 5 % A.rate bei 277 m ¹⁾ - bei 250 m 17 % der Pollen, bis 1.000 m auffindbar ^{f)}	keine Ausbreitung durch Insekten
Soja (<i>Glycine max.</i>)	selbst	Insekten	keine Angaben	10 m Ausbreitung	

a) aus Hütter et al., 1999
b) aus Treu und Emberlin, 2000
c) aus Paulus et al., 1997

d) aus Tappeser und Wurz, 1996
e) aus Baier et al., 2001
f) aus Moyes und Dale, 1999

g) aus Feil und Schmid, 2001
h) Thompson et al., 1999
i) Feldmann et al., 1998

A.= Auskreuzung bzw. Kornbesatz auf Rezeptorpl. bei männlich sterilen Sorten

Quelle: leicht verändert nach Nowack Heimgartner et al. (im Druck), Kapitel 4.3.

Tabelle 4: Angaben zum Ausbreitungspotenzial acht verschiedener Kulturpflanzen

Kultur	Saatgut	Auskreuzung auf verwandte Arten	Verwilderung / Verschiedenes
Mais (<i>Zea Mays</i>)	Saatgutproduktion separat	keine Auskreuzung in der Schweiz; in Europa: Gras <i>Coix lacryma-jobi</i> , Samen aber nicht überlebensfähig in Zentral- und Südamerika Auskreuzung auf verwandte Wildpopulation sehr wahrscheinlich, ebenso auf verwandte Theosinthe (<i>Zea mexicana</i> , <i>Zea perennis</i> , <i>Zea sp.</i>) ^{a)}	Kolben werden als Futtermittel verwendet; wenig Zuckermais in Verkauf; einzelne Körner werden als Hühnerfutter ausgestreut, Wahrscheinlichkeit Verbreitung aber minimal; Nach der Ernte auf Acker verbleibende Maiskörner verlieren Keimfähigkeit nach kurzer Zeit ^{a)}
Kartoffeln (<i>Solanum tuberosum</i>)	keine Verwendung von Samen als Saatgut (in Europa, in Südamerika schon); vegetative Vermehrung	in Europa keine Auskreuzung auf verwandte Arten bekannt; in Mittel- und Südamerika (Peru, Bolivien, Mexiko) Auskreuzung auf eng verwandte Wildformen sehr wahrscheinlich	Kartoffelknolle selbst ist durch GVO-Eintrag nicht direkt betroffen; Verbreitung durch im Boden bleibende Samen von Kartoffelpflanzen (bis zu 7 Jahre keimfähig) oder Knollen möglich; Durchwuchskartoffeln häufig ^{e)}
Raps (<i>Brassica napus ssp. oleifera</i>)	k. A.	Auskreuzung mit fertilen Nachkommen auf verwandte Brassica-Arten, z. B. Rübsen (<i>B. rapa</i>) und Sareptasenf (<i>B. juncea</i>) dokumentiert, Auskreuzung mit Hederich (<i>Raphanus rapanistrum</i>), Ackersenf (<i>Sinapsis arvensis</i>) u. a. möglich ^{c)} , aber fertile Nachkommen sehr unwahrscheinlich ^{a)} Angaben zu weiteren Kreuzungspartnern siehe Kapitel 2.1	Befruchtete Pflanzen bzw. Samen (auch von verwandten bestäubten Rübsen und Sareptasen) können auf Feld bleiben und wieder keimen; Rapsamen bis -20°C winterfest, lange keimfähig; unbeabsichtigte Verbreitung / Verwilderung häufig (Torgersen, 1996, Tomiuk <i>et al.</i> , 1996). Da in verschiedenen Untersuchungen mit herbizidtolerantem Raps keine Unterschiede in den kompetitiven Eigenschaften zwischen transgenem und konventionellem Raps festzustellen sind, muss auch mit der Verwilderung von transgenem Raps gerechnet werden (Agrevo, 1996, Fredshavn <i>et al.</i> , 1995).
Zuckerrüben (<i>Beta vulgaris ssp. vulgaris</i>)	Frage der Pollenverbreitung v. a. in der Saatgutproduktion relevant, da normalerweise keine Blüte vor Erntezeit	Auskreuzung mit Wildrübe (<i>Beta vulgaris ssp. maritima</i>) und weiteren verwandten Arten ist möglich ^{c)} . Ebenso Kreuzung mit Unkrautrüben und verwilderten Rüben ^{h)} . Wahrscheinlichkeit der Auskreuzung und Samenverbreitung in der CH gleich null ^{a)}	Samen können im Boden bis zu 10 Jahre überdauern ^{e)}
Weizen (<i>Triticum aestivum</i>)	k. A.	kleines Potenzial für Auskreuzung mit wilden Verwandten ^{a), d)} ; Möglichkeit Genfluss vorhanden (Kreuzungspartner Roggen (<i>Secale cereale</i>), Gerste (<i>Hordeum vulgare</i>), Haargerste (<i>Elymus</i> -Arten) ^{c)}	k. A.
Roggen (<i>Secale cereale</i>)	k. A.	geringes Potenzial für Auskreuzung mit wildwachsenden verwandten <i>Secale</i> -Arten ^{g)}	k. A.
Schwengel (<i>Festuca sp</i>)	k. A.	von zahlreichen Kreuzungspartnern von <i>F. arundinacea</i> , <i>pratensis</i> und <i>rubra</i> sind Hybridformen in der Natur bekannt ^{c)} ; Wahrscheinlichkeit Auskreuzung und Samenverbreitung erheblich und verbreitet	k. A.
Sojabohne (<i>Glycine max</i>)	k. A.	keine Kreuzungspartner ^{a) c)} ; Wahrscheinlichkeit Auskreuzung und Samenverbreitung gleich null ^{a)}	k. A.

a) aus Hütter et al., 1999

b) aus Treu und Emberlin, 2000

c) aus Paulus et al., 1997

d) aus Schulte und Käppeli, 1996

e) aus Tappeser und Wurz, 1996

g) aus Feil und Schmid, 2001

h) Brauner et al., 2001

k.A.: keine Angaben gefunden

Quelle: leicht verändert nach Nowack Heimgartner et al. (im Druck), Kapitel 4.3.

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 auf Grundlage der 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 - 2,3	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, der 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 Säemaschinen 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 ein 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 (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 möglicherweise 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 Kohlenhydraten, 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, Obstresten, 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 Verunreinigungsneester, 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 Sience	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.

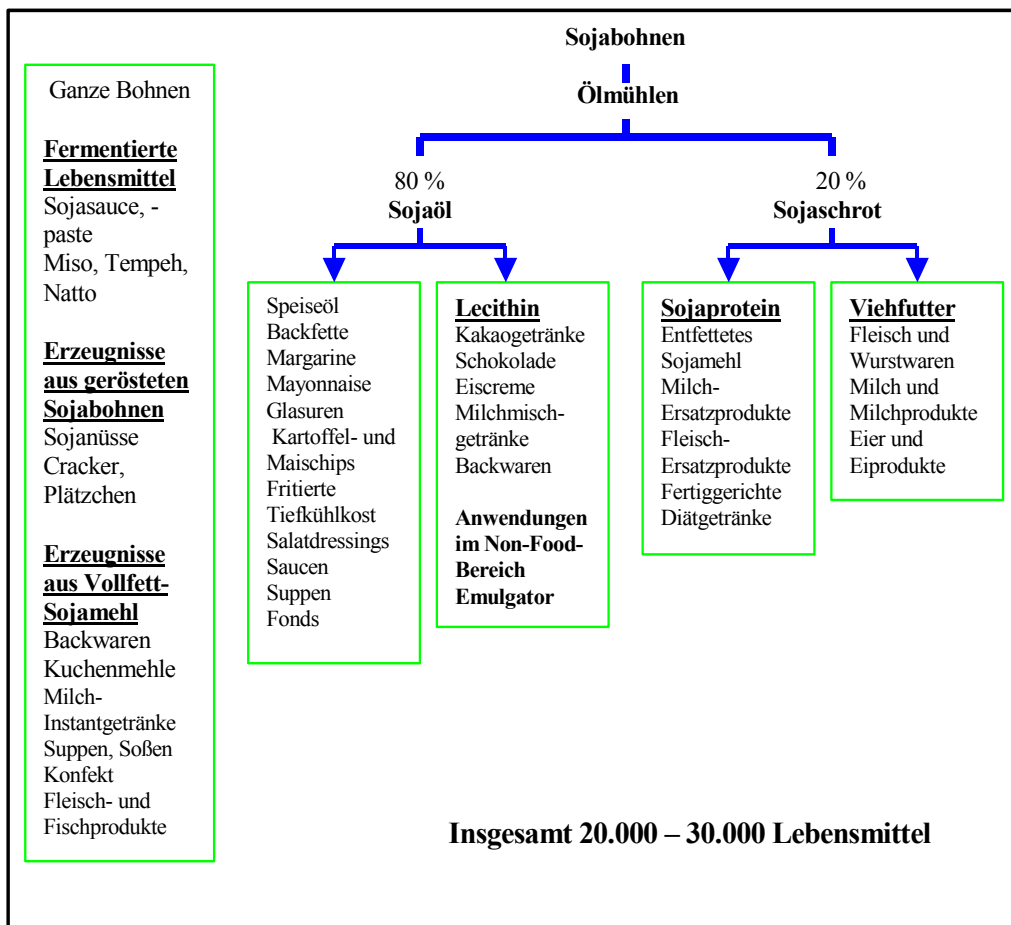


Abbildung 3: Sojaverarbeitung, Quelle: Jany & Greiner, 1998, S. 28.

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 für die Stärkeerzeugung eingesetzten Mais' 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	Bereits in Verwendung
Xanthan	Verdickungs- u. Geliemittel	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
Thaumatococcus	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

rechnen 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	0		
Flockenmischung mit Mais	3	0		
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 Maiskörnern lag der Anteil bei knapp 4 % positiver Proben (n=76) bei verarbeiteten Maiserzeugnissen bei 8 % (n=556). Endprodukte, die Mais enthalten, wiesen zu 29 % GVO-Verunreinigungen auf (n=76).

Bei Soja zeigte sich folgendes Bild: Die Anzahl der mit GVO verunreinigten 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 % der Proben (n=339), bei Lecithin 22 % der Proben 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.

Tabelle 16: Empfohlene Sicherheitsabstände zwischen Feldern mit GVO und ökologisch bewirtschafteten Feldern (nach Barth et al., im Druck)

Kultur	Autor	Empfohlene Distanz	Angestrebter Verunreinigungsgrad
Mais	Holden, 1999	Bis 6 Meilen (9.654 m)	0 %
	Garcia et al., 1998	Mehr als 185 m	
	Ingram, 2000	130, 200 bzw. 420 m für Mais für Silage 200, 300 bzw. > 420 m für Körnermais	1, 0,5 bzw. 0,1 % bei Feldern von mind. 2 ha
	Feil und Schmid, 2001	Größere Abstände als von Ingram (2000) vorgeschlagen, unter Berücksichtigung bestimmter ungünstiger Bedingungen	keine Angabe
	Organisacion Internacional Agropecuaria (OIA), 2000	1.000 m	keine Angabe
	Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO), 2000	600 m	keine Angabe
	SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), 1999	200 m	keine Angabe
	Barth et al., im Druck	1.000 m bzw. 800 m	< 0,5 % bzw. < 1,0 %
	Holden, 1999	Bis 1 Meile (1.609 m)	0 %
Kartoffeln	Holden, 1999	Bis 6 Meilen (9.654 m)	0 %
	Ingram, 2000	1,5, 10 bzw. 100 m; (konventionelle Sorten & nichtsterile Hybride) 100 m, > 100 m, >> 100 m (keine ausreichenden Informationen) für Züchtungsorten und teilsterile Hybride	1, 0,5 bzw. 0,1 % bei Feldern von mind. 2 ha
	Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO), 2000	600 m	keine Angabe
	SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), 1999	200 m	keine Angabe
	Barth et al., im Druck	männlich fertile Sorten: 300 m	<1,0 %
	Holden, 1999	Bis 1 Meile (1.609 m)	0 %
Zuckerrüben	SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), 1999	600 m	keine Angabe
	SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), 1999	600 m	keine Angabe
Futterrüben	SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), 1999	600 m	keine Angabe
	Holden, 1999	Bis 3 Meilen (4.827 m)	0 %
	Feil und Schmid, 2001	bei normalen Liniensorten 10, 50 bzw. 100 m	1, 0,5 bzw. 0,1 %
Weizen	Barth et al., im Druck	bei normalen Liniensorten: 100 m bzw. 50 m	< 1,0 bzw. 0,5 %
	Feil und Schmid, 2001	Mindestens 1.000 m	unter 0,5 %
Roggen	Organisacion Internacional Agropecuaria (OIA), 2000	25 m	keine Angabe
	Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO), 2000	8 bis 25 m	keine Angabe
Soja	Organisacion Internacional Agropecuaria (OIA), 2000	25 m	keine Angabe
	Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO), 2000	8 bis 25 m	keine Angabe

Juristische Maßnahmen

Derzeit gibt es weder in Deutschland noch in Europa rechtlich fixierte Grundlagen für die Forderungen nach Sicherheitsabständen und gentechnikfreien Zonen in Schutzgebieten. Für den ökologischen Landbau wurden im Rahmen eines noch nicht veröffentlichten Rechtsgutachtens rechtliche Szenarien zur Etablierung von Regelungen für Sicherheitsabstände zwischen den Anbauflächen des Öko-Landbaus und den Feldern mit gentechnisch veränderten Pflanzen entwickelt (Barth et al, im Druck). Die vorgeschlagenen Maßnahmen beziehen sich explizit auf den ökologischen Landbau. Es bleibt zu prüfen, inwieweit die genannten Instrumente auch für den konventionellen Landbau geeignet sind.

Folgende Maßnahmen zum Schutz des ökologischen Landbaus werden vorgeschlagen:

1. Einrichtung eines Anbaukatasters

Basierend auf der neuen Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG, nach der zur Überwachung der Umweltauswirkungen von in Verkehr gebrachten GVO ein öffentliches Register einzurichten ist, in dem auch die Standorte transgener Kulturen anzugeben sind, könnte ein Anbaukataster eingerichtet werden, das die folgenden Informationen bereitstellt:

- parzellengenaue Informationen über den Anbauort
- Information zur gentechnisch veränderten Pflanzensorte
- Informationen zum gentechnisch veränderten DNA-Konstrukt, die eine Identifizierung ermöglichen

Diese Informationen müssten bereits zu Beginn der Anbausaison bereitgestellt werden, um eine defensive Anbauplanung zu ermöglichen.

2. Einhaltung von Mindestabständen und Minimierungsgebot

Saatguthersteller könnten verpflichtet werden, Verwender von GVO-Saatgut über Schutzmaßnahmen zu instruieren. Dazu sollte auf der Saatgutverpackung oder auf Beipackzetteln angegeben werden, wie weit Pollen aus der entsprechenden Kultur in der Regel ausgetragen wird und welche Maßnahmen (Sicherheitsabstände,

Zeitpunkt der Aussaat) geeignet erscheinen, um den Eintrag transgener Pollen in benachbarte Kulturen zu minimieren.

Darüber hinaus könnten Verwender von GVO-Saatgut über die Einführung einer „guten fachlichen Praxis des GVO-Anbaus“ dazu verpflichtet werden, Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Einkreuzung zu ergreifen. Darin sollte festgelegt werden, welche Maßnahmen zur Vermeidung von GVO-Einkreuzungen sinnvoll sind. Die „gute fachliche Praxis des GVO-Anbaus“ könnte bei der Novellierung des Gentechnikgesetzes oder des Saatgutverkehrsgesetzes eingeführt werden. Diskutiert wird auch die Regelung in einem eigenen (Öko-)Landbaugesetz.

3. Geschlossene Anbaugelände für die Saatgutproduktion

Zum Schutz der gentechnikfreien Saatgutproduktion wird als ergänzende Schutzmaßnahme die Einrichtung geschlossener Anbaugelände vorgeschlagen. Dafür wären erweiterte rechtliche Grundlagen erforderlich, die in Anlehnung an Regelungen im Bereich der konventionellen Saatgutproduktion entwickelt werden könnten. Für den landwirtschaftlichen Anbau außerhalb der Saatgutproduktion erscheint die räumliche Trennung von GVO-Anbauflächen und solchen, auf denen keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden, nicht geeignet, um eine praktische Koexistenz zwischen den verschiedenen Anbauformen zu ermöglichen.

4. Ausgleichsregelungen

Da selbst bei der Einhaltung von Schutzabständen nicht ausgeschlossen werden kann, dass es – durch Pollendrift über große Entfernungen – zu einem Eintrag transgener Pollen kommen kann, wird die Einrichtung eines Systems zum Ausgleich von Vermarktungsnachteilen der betroffenen Landwirte vorgeschlagen. Der Ausgleich könnte auf Grundlage einer staatlichen Entschädigungsregelung oder über einen Haftungsfond (basierend auf einer gesetzlichen Regelung oder einer freiwilligen Selbstverpflichtung der Inverkehrbringer und Verwender von GVO) erfolgen.

4.2 Maßnahmen gegen Kontamination durch technische Prozesse

Geht man davon aus, dass transgene Pflanzen weltweit weiterhin und möglicherweise in noch größerem Umfang und in größerer Differenzierung angebaut werden, gibt es letztendlich nur ein „relativ sicheres“ Mittel gegen die ubiquitäre Kontamination mit transgener DNA: Die vollständige Trennung der Warenströme und der

Transport- und Verarbeitungseinrichtungen von GVO-Waren und deren Derivaten von konventionellen Gütern. Die Trennung der Warenströme muss sich über alle Branchen (Erzeugung, Handel, Futtermittelherstellung, Lebensmittelverarbeitung und chemische Industrie) erstrecken.

Im landwirtschaftlichen Bereich lassen sich durch technische Prozesse verursachte GVO-Verunreinigungen u. a. durch folgende Maßnahmen verhindern bzw. minimieren:

- Sä- und Erntemaschinen nicht sowohl für GVO-Produkte als auch für konventionelle Produkte verwenden (Warenflusstrennung).
- Werden Maschinen für beide Arten von Produkten verwendet, wird – beispielsweise vom schweizerischen Öko-Anbauverband – eine gründliche Reinigung empfohlen (mit Druckluft ausblasen). Dabei wird allerdings darauf hingewiesen, dass auch nach einer gründlichen Reinigung von Dreschmaschinen eine Kontamination durch GVO nicht ausgeschlossen werden kann (MKA der BIO SUISSE, 2001).

Wird in einem Unternehmen GVO oder GVO-kontaminiertes Material parallel zu konventioneller Ware verarbeitet, kann die Warenflusstrennung durch eine Reihe konkreter Maßnahmen verbessert und damit die GVO-Verunreinigung verhindert / minimiert werden:

- eigene Produktionsstätten für GVO-Ware bzw. für Ware „ohne Gentechnik“
- durchgängig technische Trennung der Einzelchargen
- durchgehendes Dokumentationssystem für Chargenkenkung
- Ermittlung von anlagenspezifischen Überschneidungsmengen an den kritischen Punkten und Maßnahmen zu deren Minimierung (z. B. Reihenfolge der Produktion, Reinigungsmaßnahmen, Chargenüberlappungen, Ausschiebemengen)
- Etablierung von geeigneten Maßnahmen zur Überwachung (Analyse) von Kontaminationen im Rahmen von Eigenkontrollsystemen

-
- Etablierung von juristisch haltbaren Vorgaben für Lieferanten.

4.3 Maßnahmen gegen Kontamination durch Handelsprozesse

Auf der Ebene des Handels ist insbesondere der Gesetzgeber gefragt. Die Unternehmen stehen aufgrund unterschiedlicher Systeme der Kennzeichnung, Zulassung sowie der Bestimmungen für Rückverfolgbarkeit auf den verschiedenen Stufen des Handels vor einer schwer zu lösenden Aufgabe. Die Diskussionen um z. B. gentechnikfreies Sojalecithin oder Tocopherol zeigen, wie wenig durchsichtig und transparent diese Warenströme sind.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass Garantien nur dort abgegeben werden können, wo ein Hersteller die ganze Kette von Produktion über Verarbeitung und Handel schließen kann. In diesem Falle kann über ein Herkunftssicherungssystem (Identity Preserve System) eine positive „ohne Gentechnik“-Zusicherung gemacht werden.

Da schnelle Harmonisierungen von Vorgaben im Bereich der GVO-Problematik von den Gesetzgebern derzeit nicht zu erwarten sind (siehe Protokoll der letzten Codex Alimentarius Sitzung in Halifax), besteht zu diesem Zeitpunkt im Aufbau von privatwirtschaftlichen Sicherungssystemen (z. B. IP-Systeme) die einzige Perspektive, zuverlässig Produkte ohne Gentechnik herstellen zu können.

4.4 Maßnahmen gegen Kontamination durch den Einsatz von Zusatzstoffen und technischen Hilfsstoffen

Die Kontamination durch Zusatzstoffe und technische Hilfsstoffe, die GVO-Derivate sind, lässt sich zunächst dadurch verhindern, dass ein System erarbeitet wird, welches den Marktpartnern erlaubt, auf sicherer Rechtsgrundlage handlungsfähig zu bleiben.

Ein gutes Beispiel hierfür sind die Sicherungssysteme, welche für ökologische Lebensmittel etabliert wurden. Hier wird über ein System von klaren Definitionen für Breite und Tiefe des GVO-Derivat-Ausschlusses und den zugehörigen Vereinbarungen zwischen den Wirtschaftspartnern in Form von Zusicherungserklärungen Handlungsfähigkeit hergestellt (vgl. www.infoxgen.com). Die Breite bezieht sich hierbei auf die Anwendungsgebiete, auf die sich das Anwendungsverbot bezieht (z. B. auf Zusatzstoffe, technische Hilfsstoffe, aber nicht auf Bedarfsgegenstände).

Die Tiefe bezieht sich auf die Rückverfolgbarkeit über die Herstellungsstufen. D. h. es wird festgelegt, wie weit in einer Prozesskette zurückverfolgt werden muss. Entscheidend hierbei ist, dass die Unternehmen, die eine solche Aussage (z. B. „Garantiert ohne Gentechnik“) verwenden wollen, für einen Zusatzstoff diesen erklärten Rahmen auch überschauen und damit verantworten können.

Ein solches System kann weiterentwickelt werden. Wird die Betrachtung der Ausschlusstiefe über die verschiedenen Herstellungsstufen Schritt für Schritt vertieft, kann ein weitgehender Aufbau von GVO-freien Produktionsschienen erreicht werden.

Das Ziel muss letztendlich sein, auch langfristig Produktionschargen zu erhalten, die ohne Gentechnik hergestellt wurden, damit für die Marktpartner die Möglichkeit, eine Entscheidung zu treffen, gewahrt bleibt.

5. Szenarien

Im folgenden werden drei Szenarien entworfen, die beschreiben, wie sich die Situation vor allem in Bezug auf die Kontaminationsproblematik unter verschiedenen Randbedingungen entwickeln kann. Die Szenarien erheben nicht den Anspruch, die Situation vollständig abzubilden, sondern versuchen, die qualitativ wichtigsten Aspekte anzusprechen.

Alle Szenarien beziehen sich nur auf die Pflanzen Soja, Mais, Baumwolle und Raps.

5.1 Szenario 1: „Bei uns nicht“

Moratorium bleibt auch in den nächsten fünf Jahren aufrecht erhalten – Anbaufläche in Nord- und Südamerika wird nur wenig ausgeweitet – Brasilien erlaubt Roundup-Ready Soja-Anbau nicht – Australien erteilt Genehmigung für Raps-Anbau derzeit nicht

Es gibt zahlreiche Bestrebungen, das faktische Moratorium für die Zulassung transgener Pflanzen in Europa auch über Oktober 2002 hinaus aufrechtzuerhalten. Zu diesem Zeitpunkt tritt die veränderte Freisetzungsrichtlinie 18/2001 in Kraft und muss in nationales Recht umgesetzt sein. Die Umsetzung der Freisetzungsrichtlinie wurde häufig als Zeitpunkt genannt, zu dem das Moratorium aufgehoben werden würde. Deutschland wird die Umsetzung bis zu diesem Zeitpunkt nicht vollzogen haben. Laut Bundesumweltminister Trittin (Auftaktrede Symposium zum Monitoring am 13.6. 2002, Berlin) liegt dies darin begründet, dass bisher noch keine endgültige Einigung bei den Verordnungsentwürfen „Traceability“ (Com (2002) 182 sowie „Food and Feed“ (Com (2001) 425) vorliegt. Nur in Kenntnis der endgültigen Bestimmungen dieser Verordnungen sei eine sinnvolle Umsetzung in deutsches Recht möglich. Ähnlich haben auch andere Mitgliedsstaaten argumentiert (u.a. Österreich und Frankreich).

Geplant ist, dass das EU-Parlament im Juli 2002 über die beiden oben genannten Verordnungsentwürfe in erster Lesung abstimmt. Falls das Parlament ähnlich abstimmt wie der Umweltausschuss, wird die Implementierung dieser Verordnungen eine längere Zeit in Anspruch nehmen. Insofern scheint der angenommene Zeitrahmen für die Aufrechterhaltung des faktischen Moratoriums durchaus möglich.

Brasilien gibt den Anbau von Roundup-Ready Soja noch nicht frei. Wenn in Zukunft in Europa auch Futtermittel sowie die Produkte, die mithilfe dieser Futtermittel entstehen, gekennzeichnet werden müssen, wird prognostiziert, dass Brasilien (selbst bei einer Zulassung) nicht in großem Maßstab anbaut und damit als Erzeuger gentechnikfreien Sojas weiter zur Verfügung steht.

Australien genehmigt den kommerziellen Raps-Anbau nicht¹.

In Europa findet kommerzieller Anbau derzeit nur in Spanien statt (ca. 30 000 ha). Die Erfahrungen mit den beiden Maissorten sind nicht besonders überzeugend (Projekt CAMPLES, CAU und Öko-Institut 2002). Insofern wird erwartet, dass sich der Anbau nicht ausweitet, sondern eher wieder zurückgeht

Mais-Anbau findet im Versuchsstadium in Deutschland (50 t / Jahr) statt. Der politische Druck von Seiten der Industrie, endlich eine Sortenzulassung auszusprechen, wird weiter steigen. Beim derzeitigen Klima wird aber nicht damit gerechnet, dass ein nennenswerter Anbau – auch bei einer Sortenzulassung für Bt-Mais bei einer neuen Bundesregierung – vorgenommen werden wird.

Aufgrund der großen VerbraucherInnenkepsis produziert die Lebensmittelindustrie in Europa mit Massen-Rohstoffen, die von konventionellen Pflanzen stammen. Kontaminationen werden aber hingenommen, solange im Endprodukt deutlich unter 0,5% nachweisbare Verunreinigungen erzielbar sind (derzeitiger Grenzwert, der für Kennzeichnung im EU-Parlament diskutiert wird). Mit Hilfe von gentechnisch veränderten Mikroorganismen produzierte Vitamine oder Zusatzstoffe werden weiter benutzt und sind im Endprodukt nicht kennzeichnungspflichtig.

Der Verordnungsentwurf zu Food and Feed sieht vor, dass auch Futtermittel in Zukunft gekennzeichnet werden müssen (Grenzwert: Votum des Umweltausschusses 0,5 %) und ebenso das Fleisch/tierische Produkte, welche mit gentechnisch veränderten Futtermitteln produziert wurden, gekennzeichnet werden müssen.

Unter den oben genannten Randbedingungen wird der Status Quo bei Lebensmitteln aufrechterhalten werden können, wie ihn auch die Untersuchung der Stiftung

¹ Diese Annahme ist die gewagteste, da die australische Regierung sehr Gentechnik-freundlich ist. Es gibt aber gleichzeitig aus einigen Bundesstaaten heftigen Widerstand gegen diese Politik.

Warentest dokumentiert². Das bedeutet, dass in verarbeiteten Produkten, die Zutaten aus Mais, Soja oder Raps enthalten, wo nicht auf die Herkunft geachtet wird bzw. keine sorgfältige Trennung der Warenströme vorgenommen wurde, eine absolute „Gentechnikfreiheit“ nicht garantiert werden kann. Bei einer entsprechenden Sensibilität und einem Aufrechterhalten des Drucks seitens der VerbraucherInnen werden sich diese Verunreinigungen aber auf geringfügige Spuren beschränken.

Es wird weiterhin Probleme bei Futtermitteln geben. Wenn eine Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit bei Futtermitteln konsequent implementiert wird, besteht die Chance, dass Verunreinigungen und Vermischungen in diesem Bereich klarer feststellbar werden. Damit besteht die Chance, dass die Problematik eingegrenzt werden kann. Mindestens die Transparenz sollte dadurch zunehmen.

Saatgutkontaminationen bei Importen aus Ländern, in denen GVO zu kommerziellen Zwecken angebaut werden, sind weiterhin zu erwarten, können aber durch eine gezielte Analytik erkannt und damit minimiert werden.

5.2 Szenario 2: „Anbau mit Auflagen“

Moratorium fällt – Abstandsregelungen werden erlassen – moderater Anbau von Mais und Raps in Europa – Anbaufläche in Nord- und Südamerika wird weiter ausgeweitet – Brasilien erlaubt Roundup-Ready Soja-Anbau – Australien erteilt Genehmigung für Raps-Anbau – die Verordnungen zu „Traceability“ und „Food and Feed“ werden mit dem vom Umweltausschuss am 5.6. 2002 abgestimmten Veränderungen geltendes Recht

Wenn In Europa das Moratorium fällt, ist damit zu rechnen, dass auch in anderen Weltregionen die Zurückhaltung gegenüber einem Anbau aufgegeben wird. Diese Einschätzung basiert auf dem Umstand, dass im Moment mit einem Angebot von „gentechnikfreier³“ Ware auf dem Weltmarkt Premiumpreise erzielt werden können. Wenn aufgrund eines Anbaus in Europa der Eindruck einer größeren Akzeptanz entsteht, wird dem starken politischen Druck, transgene Pflanzen auch in anderen Weltregionen zu kommerzialisieren, nachgegeben werden. Eine weitere EU-Richtlinie, die im Entwurf vorliegt und sich mit der Veränderung von Richtlinien zur

² Die Stiftung Warentest hat im letzten Jahr 82 verschiedene Lebensmittel mit Zutaten aus Mais und Soja geprüft (Einkauf Okt. / Nov.2001, Veröffentlichung Juni 2002) In 27 wurden Spuren von transgenem Mais oder Soja nachgewiesen, diese lagen immer unter 0,1 %. Damit war keines der Produkte kennzeichnungspflichtig. Unter den 27 Produkten finden sich auch Produkte aus ökologischem Anbau.

Vermarktung von Saatgut (Zuckerrüben, Futterrüben, Getreide, Saatkartoffeln, Öl- und Faserpflanzen etc.) befasst, möchte Toleranzgrenzen von 0,3 % für Raps, 0,5 % für Rüben, Getreide, Saatkartoffeln und Gemüsesaatgut sowie 0,7 % für Sojabohnen festlegen. Um diese Werte einhalten zu können, sollen Maßnahmen festgelegt werden können, die sich einerseits auf das Anbaumanagement beziehen (z. B. unterschiedliche Blühzeitpunkte, erweiterte Rotationszyklen) und andererseits erweiterte Abstandsregelungen vorsehen. Die Koexistenz-Studie (vgl. Kapitel 3.1.2) berechnet z. B. für offen abblühenden Raps (kein Hybridraps) einen Abstand von 300 m rund um ein Feld, um den Wert von 0,3 % bei Saatgut einhalten zu können (Bock et al., 2002). Das wissenschaftliche Beratungskomitee zu Pflanzen der EU (Scientific Committee on Plants, SCP, Meinungsäußerung vom 13.3. 2001) fordert bei der Produktion von Hybridsaatgut einen Mindestabstand von 600 m im Jahr der Saatgutproduktion. In intensiven Maisanbaugebieten schlägt die Koexistenz-Studie für eine Saatgutproduktion einen Mix von Maßnahmen vor. Dazu gehören Abstandsregelungen von 100-200 m, unterschiedliche Blühzeitpunkte und ein verändertes Management nach der Ernte, um den Toleranzwert von 0,5 für Saatgut erzielen zu können (derzeitiger Reinheitswert bei Maissaatgut: 99 %).

Die vorgeschlagenen Maßnahmen beziehen sich jeweils nur auf die Saatgutproduktion und nicht auf den normalen Anbau. Mithilfe dieser Maßnahmen soll es ermöglicht werden, die 1 %-Grenze für die Kennzeichnung von Lebensmitteln einhalten zu können.

Zugelassene Saatgutverunreinigungen sind ein besonders kritischer Aspekt, wenn es um die Kontaminationen in der weiteren Prozesskette geht.

Um Werte unter 1 % transgener Anteile in dem Endprodukt Lebensmittel erreichen zu können, müsste ein Mix von Maßnahmen erlassen oder auf der Basis freiwilliger Vereinbarungen getroffen werden. Dazu gehören ein umfassendes nachbarschaftlich geplantes Anbaumanagement u.a. mit Hilfe eines Anbaukatasters, die Einhaltung von Abständen um die jeweiligen Felder sowie eine konsequente Trennung bei Ernte, Lagerung und Verarbeitung. Eine regelmäßige Überprüfung durch Probenahme und Analyse wäre ebenfalls nötig.

³ Gentechnikfrei wird hier vereinfacht in dem Sinne gebraucht, dass im betrachteten Produkt kein Nachweis möglich ist, also mögliche Kontaminationen unter der technischen Nachweisgrenze liegen.

Die geschätzten zusätzlichen Kosten bei einer großen Durchdringung des Marktes (50 %) mit transgenen Sorten für konventionelle Landwirte, die diese Sorten nicht einsetzen, wären für Raps-Saatgutproduktion 10 %, in intensiven Maisanbaugebieten 9 % und bei Kartoffeln 1-3 %. Ökologisch wirtschaftenden Landwirte entstehen zusätzliche Kosten von 20 % bei Raps und 6 % bei Mais. (Bock et al., 2002)

Zusätzlich wird sich die Problematik auf verschiedenen Ebenen (Anbau, Ernte, Lagerung, Transport, Verarbeitung) weiter verschärfen, da die angesprochenen Regelungen erst einmal nur für Europa gelten werden. So werden Futtermittel, die Importanteile von Raps, Mais oder Sojabohnen enthalten, bei einem Anbau der wichtigsten Futtermittelpflanzen als transgene Sorten⁴ in allen Hauptanbauländern bereits eine Grundkontamination aufweisen, die kaum mehr vermeidbar sein wird.

Insgesamt gilt, dass sich die jeweilige Problemlage und damit die Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, von Nutzpflanze zu Nutzpflanze deutlich unterscheiden werden. Im Durchschnitt werden ökologisch wirtschaftende Landwirte jeweils höhere Vermeidungskosten zu tragen haben, wenn nicht gesetzlich vorgeschrieben die oben beschriebenen Schutzmaßnahmen vom Verursacher, also dem Anbauer transgener Pflanzen, ergriffen werden müssen.

Unter der Voraussetzung, dass in Europa Auflagen beim Anbau verbindlich vorgeschrieben werden und eine Trennung der Warenströme erfolgt, kann eine Koexistenz zur Aufrechterhaltung der Wahlfreiheit der VerbraucherInnen ermöglicht werden.

5.3 Szenario 3: „Gentechnik ohne Grenzen“ oder „Dammbruch“

Moratorium fällt – es werden keine zusätzlichen Regelungen erlassen – wachsender Anbau in Europa – auch weltweit werden vermehrt Zulassungen ausgesprochen, die Anbaufläche nimmt weltweit zu

Unter diesen Randbedingungen wird bei den derzeit betroffenen Nutzpflanzen (Raps, Mais, Kartoffeln, Baumwolle) eine zwar unterschiedliche, aber jeweils deutlich messbare Verunreinigung (zwischen 1-3 %; Bock et al., 2002) zu verzeichnen sein. Es wird auch damit zu rechnen sein, dass andere relevante Nutzpflanzen (u.a. Weizen) als transgene Sorten auf den Markt kommen werden.

⁴ Raps, Mais, Soja

Unter der Annahme, dass es keine gesetzlich verbindlich vorgeschriebenen Maßnahmen gibt, die z. B. Abstandsregelungen oder andere Managementmaßnahmen vorschreiben, gleichzeitig aber eine Kennzeichnungspflicht ab 1 % nachweisbarer Spuren, wird der gesamte Aufwand zur Aufrechterhaltung einer Wahlfreiheit der VerbraucherInnen auf die Segmente der Landwirtschaft und der verarbeitenden Industrie abgewälzt, die ein gentechnikfreies Angebot auch für die Zukunft ermöglichen wollen.

Eine deutlich niedrigere Toleranzschwelle, die bei der derzeitig erreichbaren technischen Nachweisgrenze von 0,1 % angesiedelt ist, wäre, wie sich der Koexistenz-Studie entnehmen lässt, unter diesen Randbedingungen nicht oder nur sehr schwer realisierbar (Bock et al., 2002). Für den konventionellen Rapsanbau, der auch selbst gewonnenes Saatgut einsetzen möchte, wäre ein Wert von 0,1 % nach den Berechnungen dieses Gutachten nicht erreichbar. Auch für die Futtermais- und Speisekartoffelproduktion wäre ein solcher Grenzwert bei den angenommenen Szenarien⁵ „wahrscheinlich nicht möglich“. Die Kosten des Aufwandes, der erforderlich wäre, um den von der EU vorgesehenen Kennzeichnungsgrenzwert zu unterschreiten, kommen in diesem Szenario vollständig auf diejenigen Landwirte zu, die GVO-unbelastete Nahrungsmittel für den Markt produzieren. Die geschätzten zusätzlichen Kosten bei einer großen Durchdringung des Marktes (50 %) mit transgenen Sorten für konventionelle Landwirte, die diese Sorten nicht einsetzen und nicht auf nachgebautes Saatgut zurückgreifen, werden für die Raps-Saatgutproduktion auf 10 %, in intensiven Maisanbaugebieten bei der Produktion von Futtermais auf 9 % und bei der Produktion von Speisekartoffeln auf 1-3 % geschätzt. Wird zusätzlich auf nachgebautes Saatgut zurückgegriffen, steigen die Kosten für den konventionellen Landwirt bei Raps auf 17%.

Ökologisch wirtschaftenden Landwirten entstehen zusätzliche Kosten von 20 % bei der Produktion von Rapssaatgut, unter Einschluss von Nachbasaatgut steigen diese auf 41 %. Bei der Produktion von Futtermais werden in intensiven Anbaugebieten 6 % höhere Kosten für den ökologischen Landwirt errechnet. Bei den

⁵ Bei Raps wird nur die Saatgutproduktion berücksichtigt. Mais wird in zwei verschiedenen Anbausituationen betrachtet – einer Variante, die von einer intensiven Anbausituation ausgeht (50-80% Maisanbau in einer Region) und einer, die nicht-intensiven Maisanbau zugrunde legt. Bei Kartoffeln wird die Produktion von Früh- und Spätkartoffeln einbezogen. Alle Varianten werden für

Speisekartoffeln entstehen für den ökologischen Landwirt gleich hohe Kosten wie für den konventionell wirtschaftenden Landwirt (1-3 %). Im Durchschnitt werden aber ökologisch wirtschaftende Landwirte jeweils höhere Vermeidungskosten zu tragen haben.

Unter den angenommenen Bedingungen dieses Szenarios werden längerfristig kaum mehr „GVO-freie“ Nahrungsmittel produziert werden können. Um Lebensmittel produzieren zu können, die unter die 1 %-Grenze fallen, wird es eines hohen Aufwandes bedürfen, der von den Landwirten und damit von den VerbraucherInnen zu tragen sein wird. Das wird die Lebensmittelpreise in diesem Segment deutlich erhöhen. Besonders die ökologische Produktion wird davon betroffen sein, weil hier bereits jetzt höhere Kosten anfallen. VerbraucherInnen, die nur über ein begrenztes Budget verfügen, werden sich dann möglicherweise ökologisch produzierte Lebensmittel nicht mehr leisten können. Dies könnte dazu führen, dass die ökologische Landwirtschaft empfindliche Einbußen hinzunehmen hätte.

6. Darstellung der Grenzwertproblematik

6.1 Bedeutung der Grenzwerte für Saatgut, Erntegut, Lebensmittel und Futtermittel

Grenzwerte haben den Zweck, Höchstwerte für Kontaminanten in einer Ware festzulegen. Weist eine Ware Verunreinigungen auf, die über dem Grenzwert liegen, wäre sie entsprechend nicht mehr verkehrsfähig. Grenzwerte für Verunreinigungen mit GVO in konventionellen Produkten haben eine andere Bedeutung. Der Gesetzgeber geht davon aus, dass insbesondere zugelassene GVO den Verkehrswert oder die Verwendungs- bzw. Genusstauglichkeit einer Ware nicht schmälern.

Dies bedeutet, dass Grenzwerte bei GVO Deklarationswerte sind, welche den von Seiten der Politik akzeptierten Verunreinigungsgrad des Produktes bezeichnen. Auf der anderen Seite tragen die Festlegungen von Grenzwerten und die damit einhergehend Diskussion dem Umstand Rechnung, dass in etlichen Warenbereichen mit „unvermeidbaren“ Verunreinigungen zu rechnen ist, für die der Verwender (z. B. der Lebensmittelhersteller) nicht durch „Kennzeichnung“ bestraft werden darf. Der Gesetzgeber sieht in den einschlägigen EU-Verordnungen vor, dass die 1 %-Grenze nur dann kennzeichnungsverhindernd wirkt, wenn gezeigt wird, dass eine Vermeidungsstrategie zur Minimierung von transgener DNA im Unternehmen etabliert ist. Da aber nicht definiert ist, was eine solche Strategie erfüllen muss bzw. welche Maßnahmen sie umfassen sollte, wirkt der Grenzwert wie eine tolerierte Obergrenze.

Die Politik verdeutlicht durch die Etablierung von Grenzwerten in einem solchen Bereich, dass sie sich für die Gentechnik entschieden hat und damit der Bevölkerung eine Grundkontamination in Umwelt und Lebensmitteln zumutet.

Auf allen Ebenen der Lebensmittelerzeugung und Verarbeitung sind Grenzwerte festgelegt oder werden Grenzwerte diskutiert. Dabei beschränkt sich die Debatte und damit das Ziel der gewollten Transparenz auf diejenigen Substanzen, bei denen der Nachweis transgener Ausgangserzeugnisse noch gelingt.

Hierbei spielen Grenzwerte bei der Verunreinigung von Saatgut durch GVO eine zentrale Rolle. Wenn es auf dieser Ebene nicht gelingt, die Warenströme frei zu

halten, dann werden Bemühungen auf den weiteren Ebenen (von Erntetechnik über Chargentrennung in der Verarbeitung) in ihrer Bedeutung stark eingeschränkt. Deshalb ist die Diskussion der Grenzwerte für Saatgut entscheidend. Eine theoretische Nullgrenze (nicht nachweisbare Verunreinigung) der Ware ist das anzustrebende Ideal. Bei einem „Nebeneinander“ von konventioneller und GVO-Saatgutzucht und -vermehrung sind jedoch gewisse Kontaminationen genauso möglich und Realität wie auf allen anderen Erzeugungsstufen (biologische und technische Kontaminationen, vgl. Kapitel 2).

Aus den in dieser Studie aufgeführten Sachverhalten wird deutlich, woher die Veranlassung kommt, Grenzwerte für Rohstoffe, Futtermittel und Lebensmittel zu veranlassen: Die Realität - insbesondere für kritische Rohstoffe wie Mais und Soja - zeigt, dass heute bereits eine in vielen Fällen geringfügige Kontamination der Warenströme gegeben ist.

Exkurs: Die aktuelle Debatte um die Einführung von Grenzwerten bei Saatgut

„Richtlinien-Entwurf der Kommission zu GVO im Saatgut

Die EU Kommission hat im Januar diesen Jahres eine Richtlinie entworfen, die im Rahmen (...) [des] Sortenrechts "das zufällige oder technisch unvermeidbare Vorhandensein von gentechnisch verändertem Saatgut bei Saatgut in nicht gentechnisch veränderten Sorten" und deren Kennzeichnung regeln soll. Sie schlägt für solche Arten, bei denen bereits GVO existieren, jeweils Grenzwerte vor. Sie sollen für Raps und Baumwolle 0,3%, für Mais, Tomaten, Rüben, Chicoree 0,5%, und für Soja 0,7 Prozent betragen. Verunreinigungen mit in der EU zugelassenen GVO unterhalb dieses Grenzwertes sollen zulässig und nicht kennzeichnungspflichtig sein. Nicht in der EU zugelassene GVO sollen dagegen nicht geduldet werden. Dabei ging die Kommission von der Frage aus, welche Verunreinigung im Saatgut noch akzeptabel wäre, um unterhalb des Kennzeichnungsgrenzwertes in Lebens- und Futtermitteln von 1% zu bleiben.

Diese Herangehensweise wurde kritisiert, da es sich bei Saatgut - im Unterschied zu Lebensmitteln - um vermehrungsfähiges Material handelt, das in die Umwelt freigesetzt wird. Durch Pollenflug und -übertragung können GVO, wie alle Pflanzen, benachbarte Pflanzen der gleichen Art befruchten. Dies schließt in Europa bei Raps und Rüben auch eine Verbreitung auf verwandte Wildformen ein. Der **wissenschaftliche Ausschuss für Pflanzen** der EU bestätigte die Berechnungen der Kommission, verwies aber zugleich auf die bisher unsichere wissenschaftliche Datenbasis und mangelnde Erfahrungen bezüglich möglicher Auskreuzungen und ihrer Häufigkeit.

Bei der vorgeschlagenen Richtlinie handelt es sich um eine sogenannte "Kommissionsrichtlinie", deren Verabschiedung durch den **Ständigen Ausschuss für Saatgut** erfolgen kann, in dem alle Mitgliedsstaaten vertreten sind (Deutschland wird durch das Bundessortenamt BSA vertreten). Findet sie hier die erforderliche qualifizierte Mehrheit, erlangt sie unmittelbar Rechtswirkung. Einigt der Ausschuss sich nicht, muss die Richtlinie dem Ministerrat vorgelegt werden. Das Parlament ist an dem Verfahren nicht beteiligt. Dagegen muss die Richtlinie zur Überprüfung bei der WTO vorgelegt werden.

Nach ausführlicher Diskussion im Ständigen Ausschuss für Saatgut und Anhörung der beteiligten Industrie, NGOs und Bauernverbände, kündigte die Kommission einen revidierten Vorschlag noch im Juli an.

Die vertretenen Positionen waren denkbar kontrovers: Die Saatgut-Industrie fordert Grenzwerte von 1% in allem Saatgut, die Biotechnologieunternehmen von bis zu 5%. Dagegen fordern Umwelt- und Verbraucher- und Biobauernverbände, keine Verunreinigungen oberhalb der technisch verlässlichen Nachweisgrenze von 0,1% zuzulassen. Von Seiten der Bauernverbände wurde vor allen Dingen betont, dass zusätzliche Kosten und Maßnahmen nicht auf die Landwirte abgewälzt werden dürften. Auch im Ständigen Ausschuss für Saatgut werden von den einzelnen Mitgliedstaaten unterschiedliche Positionen vertreten.“

Quelle: Zukunftsstiftung Landwirtschaft – Hintergrundinformationen zur Debatte am 1. 7. 2002

Die Zukunftsstiftung Landwirtschaft startete in diesem Zusammenhang eine breit angelegte Unterschriftenaktion. Die Petition und weitere Informationen sind unter <http://www.saveourseeds.org/> zu finden.

6.2 Auswirkung der Festlegung von Grenzwerten

Die Einführung von Grenzwerten ist für viele Handelspartner attraktiv, da am konkreten Erzeugnis geprüft werden kann, ab wann eine Ware als aus GVO hergestellt zu bezeichnen ist. Im Umkehrschluss führt eine Grenzwertfestlegung jedoch dazu, dass sich alle Strategien zur Minimierung der Verbreitung von GVO-Kontaminationen an diesen Grenzwerten orientieren. Da Minimierungsstrategien kostenintensiv und aufwändig sind, heißt das, dass mit einer Festlegung von Grenzwerten einer Verbreiterung und Ausdehnung der Kontamination verschiedenster Lebensmittel mit GVO systematisch Vorschub geleistet wird. Der Grenzwert würde mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschöpft werden. Entsprechend würde der Verbraucher mit einer Vielzahl von Lebensmitteln konfrontiert werden, die einen Anteil an GVO oder deren Derivaten enthalten, der gerade noch nicht kennzeichnungspflichtig wäre.

Durch einen allgemeinen Grenzwert wird in der Konsequenz akzeptiert, dass sich die Konsumenten auch bei Produktgruppen, für die es noch gar keine GVO-Arten gibt (wie z. B. Roggen, Birnen, etc.), in einer Art "vorausseilender Erfüllung" darauf einstellen müssen, mit nicht kenntlich gemachten Kontaminationen konfrontiert zu werden.

Sicherlich problematisch bleibt, dass bei der Grenzwertdiskussion sämtliche Derivate von GVO, bei denen keine transgene DNA nachweisbar ist, unberücksichtigt bleiben. Dies birgt die Gefahr, dass die kritischen Derivate tendenziell technisch so behandelt werden, dass transgene DNA nicht mehr nachweisbar ist.

Der Ansatz der Europäischen Union, die Kennzeichnung bei Einhaltung von Grenzwerten für transgene DNA an die Etablierung einer Minimierungsstrategie im Unternehmen zu binden, ist sehr sinnvoll. Er wird jedoch erst praktikabel, wenn eindeutig bestimmt wird, welche Anforderungen an eine solche Strategie zur Minimierung des Anteils transgener DNA in einem Produkt zu stellen sind. Hier ist noch Arbeit notwendig. Ohne diese Vorgabe wirkt der Grenzwert wie ein Wert für erlaubte Verunreinigung.

6.3 Wo liegen die Grenzen des analytischen Nachweises?

GVO-Analysen sind in der Regel Spurenanalysen transgener DNA. Die Genauigkeit der Analysen hängt von verschiedenen Faktoren ab:

1. **Repräsentative Probenahme:** Für gewisse Produktgruppen ist die Probenahme standardisiert, doch wie man aus einer Schiffsladung Sojaschrot oder einem Mischfuttersack eine repräsentative Probe entnimmt, ist bislang nicht einheitlich geregelt. Oft werden Proben zur Analyse versendet, die aus einer unzureichenden Probenahme stammen. Der Aussagewert der Ergebnisse ist bei solchen Proben (sehr) begrenzt. Proben sollten nach den für andere spurenanalytische Anwendungen üblichen Probenahmeverfahren gezogen werden, um eine einheitliche Grundlage für die anschließende Analytik auf transgene DNA zu schaffen.
2. **Aufbereitung der Proben:** Das Vorgehen für die Extraktion des Erbmaterials ist wenig standardisiert, derzeit werden verschiedene Methoden angewandt (Nowak Heimgartner et al., im Druck). Auch die eigentliche GVO-Analytik kann mit verschiedenen Methoden erfolgen.
3. Derzeitig betragen die **Abweichungen bei der Real-Time PCR-Methode** 10 bis 15 %. Eine quantitative Bestimmung des GVO-Gehaltes erfolgt über den Messvergleich mit einem Referenzwert, der eine genaue definierte Menge an GVO enthält. Resultate über 5 % GVO-Gehalt sind derzeit mit einer weiteren Unsicherheit behaftet, weil der GVO-Gehalt im Verhältnis zu Referenzproben mit Gehalten von 0,1 %, 0,5 %, 1,0 %, 2,0 % und 5,0 % GVO-Anteil bestimmt wird. Liegt bei einer Probe der GVO-Anteil über 5 %, muss der Gehalt aufgrund der Referenzwerte extrapoliert werden, was die Unsicherheit vergrößert. Werte rund um diese Referenzgehalte können mit größerer Sicherheit bestimmt werden und

unterliegen „nur“ den oben angegebenen Schwankungsbreiten. (Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID, 22.03.01; nach Nowack Heimgartner, im Druck).

6.4 Was bedeutet eine Nulltoleranz?

Aus technischer Sicht muss zunächst festgehalten werden, dass eine Nulltoleranz nur als ein „nicht nachweisbar“ oder „unter der Nachweisgrenze“ definiert werden kann.

Die Forderung einer „Nulltoleranz“ führt dazu, dass eine Kennzeichnung notwendig wird, sobald GVO oder deren Derivate (selbst in geringsten Mengen) in einem Produkt vorhanden sind. Der Vorteil eines solchen Konzeptes ist sicherlich, dass auf allen Stufen maximale Anstrengungen unternommen werden, die GVO-Verunreinigungen zu minimieren. Der Verbraucher erhält in Bezug auf GVO maximale Informationen.

Es besteht jedoch die Gefahr, dass dieses Konzept zunächst diejenigen Bauern und Hersteller bestraft, die ohne Gentechnik arbeiten wollen und entsprechend eine Ausschlussgarantie auf dem Betrieb etablieren müssen. In vielen Fällen wäre diese Leistung aufgrund unvermeidbarer Verunreinigungen möglicherweise nicht mehr zu gewährleisten bzw. die Garantie einer „Nulltoleranz“ nicht mehr bezahlbar.

Dieses Konzept kann nur dann sinnvoll angewendet werden, wenn die Verantwortungszusammenhänge im Sinne einer Verursacherverantwortung eindeutig geklärt sind. In einem solchen Rechtssystem müssten die Eigner transgener Kulturen und die Händler von GVO dafür sorgen, dass die Waren ihrer Nachbarn oder anderer Hersteller nicht durch den Eintrag transgenen Erbmateriale geschädigt werden. Dies setzt die Etablierung eines gesellschaftlichen Konzeptes voraus, das nicht von einer Gesamtverantwortung ausgeht, sondern davon, dass bestimmte Produktionsrichtungen z. B. solche, in denen GVO eingesetzt werden, so realisiert werden, dass diese vollkommen abgeschirmt werden können. Dies ist jedoch insbesondere bei dem Anbau von GVO im Freiland praktisch unmöglich. Für bestimmte Fermentationstechnologien in geschlossenen Systemen ist eine Abschirmung eher realisierbar.

7. Argumentationsleitfaden

Dieser Argumentationsleitfaden ist als Unterstützung für Campaigner und Aktive vor Ort gedacht. Er soll dazu dienen, Fragen, die in Diskussionen immer wieder gestellt werden, schnell und gut beantworten zu können, ohne selber umfangreich recherchieren zu müssen.

Frage 1: Wie unterscheiden sich konventionelle und gentechnische Züchtungsverfahren?

Häufig werden in Diskussionen bisher gebräuchliche Züchtungsverfahren und gentechnische Veränderungen gleichgesetzt. Insbesondere wird angeführt, dass durch Chemikalien oder Strahlen ausgelöste Veränderungen der Erbanlagen, die vor allem in den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts als neue Züchtungsmethode ausprobiert wurden, viel weitreichender und ungezielter seien. Gentechnischen Veränderungen dagegen seien gezielt. Es würden nur einzelne oder einige wenige Gene eingeführt, die zudem in ihrer Wirkung genauestens bekannt seien.

Dies ist eine nicht korrekte Darstellung der naturwissenschaftlichen Hintergründe.

Der Aufbau eines Genkonstrukts erfolgt zwar genau geplant im Labor. Das heißt aber nicht, dass alle Teilstücke eines Genkonstrukts in ihrer Funktion und Wirkung genau bekannt sind. Manche Sequenzstücke der letztendlich eingebauten Genkonstrukte sind aus technischen Gründen vorhanden, da der Erbfaden mit den bekannten Schneideenzymen nicht nukleotidgenau geschnitten werden kann. Darüber hinaus erfolgt die Aufnahme der Genkonstrukte in die Zelle und die Integration des Konstruktes in das Empfänger-genom⁶ zufällig und gleichmäßig verteilt. Das heißt, nach einer Aufnahme in die Zelle werden ein oder mehrere Genkonstrukte (manchmal auch nur Teile davon) an einer nicht vorherbestimmbaren Stelle in den Erbfaden integriert. Das kann zur Unterbrechung / Zerstörung von eigenen Erbanlagen des empfangenden Organismus führen oder die Regulation von Erbanlagen verändern. Auch die Regulation der neu eingebauten Teilstücke ist damit nicht vollständig planbar. Die dadurch ausgelösten Effekte werden Positionseffekte oder Pleiotropieeffekte genannt.

⁶ Genom = Gesamtheit aller Erbanlagen eines Organismus

In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 17) werden die wichtigsten Unterschiede zwischen einer klassischen Auslesezüchtung, einer durch Chemikalien oder Strahlen erzeugten Mutation, die für die Züchtung genutzt werden soll, und gentechnischen Veränderungen dargestellt.

Tabelle 17: Unterschiede zwischen Züchtungsverfahren

Bestrahlung, Chemische Mutagenese	Konventionelle Züchtung (Auslesezüchtung)	Gentechnische Veränderung
Zerstörung oder Veränderung von Teilen der Nukleotidsequenz eines vorhandenen Gens, von Regulationssequenzen oder anderen DNA-Abschnitten einer Art Die Wirkungen betreffen die vorhandenen Erbanlagen einer Art	Austausch/Rekombination von vorhandenen Allelen/Regulationssequenzen auf den sich entsprechenden Chromosomen oder Chromatiden Neukombination von vorhandenen Genen einer Art	Hinzufügen neuer DNA-Konstrukte Genkonstrukte sind in der Regel eine Kombination von DNA-Sequenzen/stücken aus verschiedenen Organismen: meistens werden Sequenzabschnitte aus Bakterien, Viren, Pflanzen und/oder Tieren im Labor miteinander verknüpft. Diese unterschiedlichen Anteile sind für die Vermehrung der Genkonstrukte, die in Bakterien stattfindet, das Einschleusen in die Zielzelle, die Integration in den Erbfaden in der Zielzelle und das Erkennen und Ablesen durch die Zielzelle nötig. Zu einem Genkonstrukt gehören meist auch Markergene (häufig Antibiotikaresistenzgene). Die im Labor zusammengestellte Kombination könnte natürlicherweise nie entstehen.

Tabelle 17: Unterschiede zwischen Züchtungsverfahren – Fortsetzung

Bestrahlung, Chemische Mutagenese	Konventionelle Züchtung (Auslesezüchtung)	Gentechnische Veränderung
Die Position der mutierten Sequenz (Strukturgen/Regulationssequenz) bleibt normalerweise unverändert. Es können aber auch Chromosomenbrüche oder Rearrangements induziert werden. Auch ist die Aktivierung von vorhandenen springenden Genen möglich. Die mutierten Gene verbleiben unter der Kontrolle des Regulationsnetzwerkes des Organismus (Feedback-Mechanismen, Modulation der Genaktivität, DNA-Reparaturmechanismen etc.)	Position der Allele auf dem Erbfaden bleibt unverändert. Das vorhandene Regulationsnetzwerk (Feedback-Mechanismen, Modulation der Genaktivität, DNA-Reparaturmechanismen etc.) wird nicht verändert und ist Teil des Züchtungsprozesses und Erfolgs. Es lässt allerdings bestimmte Eigenschaftsveränderungen nicht zu.	Zufällige Integration eines oder mehrerer Genkonstrukte an einer unbekannt Stelle in das Genom. Dadurch Zerstörung /Veränderung vorhandener Genstrukturen. Häufig geschehen Rearrangements und /oder zusätzliche Umgruppierungen an den Integrationsorten. Das Genkonstrukt ist außerhalb des Regulationsnetzwerkes des Empfängerorganismus angesiedelt. Es bringt zusätzlich eine eigene Regulation mit, indem z.B. über eigene Erkennungssequenzen dafür gesorgt wird, dass das Gen immer und in allen Pflanzenteilen abgelesen wird. Gezieltes Unterlaufen der Abwehrmechanismen gegenüber fremder DNA, um Integration, Stabilität und Expression sicherzustellen.

Zusammengefasst: Konventionelle Züchtung und Mutagenese arbeiten mit den vorhandenen Erbanlagen, wobei die Mutagenese sicher ein deutlich weiterreichender Eingriff ist. Mit diesen Züchtungsmethoden kann die Bandbreite der genetischen Möglichkeiten einer Art ausgeschöpft werden, aber es können keine neuen Eigenschaften kreiert werden, die im Erbmaterial nicht bereits als Möglichkeit angelegt sind. Die Faszination und neue Qualität der Gentechnik liegt darin, dass mit dem neuen Methodenrepertoire erstmals diese Grenzen gesprengt werden können. Artübergreifend kann fast alles mit allem kombiniert werden.

Ein Übergangsbereich zwischen herkömmlichen Züchtungsverfahren und gentechnischen Eingriffen sind weite Zellhybridisierungen. Hier werden im Labor Zellen miteinander verschmolzen, die von Arten stammen, die sich natürlicherweise nicht

miteinander kreuzen können. Allerdings werden hier in der Regel ganze Chromosomen miteinander kombiniert, die in sich intakt bleiben. Das Cartagena-Protokoll zu Biosafety definiert solche Hybridisierungen auch als gentechnische Arbeit.

Frage 2: Findet eine Anreicherung transgener Anteile beim Anbau auf dem Feld statt?

Vorausgesetzt, es gibt eine homogene Verteilung von transgenen Samen in einer Charge konventionellen Saatguts, ist der Ausgangswert auf dem Feld entsprechend der Verunreinigung in dem Ausgangsmaterial. Gäbe es keine äußeren Einflüsse, würde dieser Wert ungefähr auch beim Erntegut wiederzufinden sein. Durch den reinen Aufwuchs (ohne Einkreuzung transgenen Pollens oder Durchwuchs transgener Pflanzen derselben Art) erfolgt beim Anbau keine Zunahme der Verunreinigung.

Etwas anders sieht die Situation beim Nachbau aus. Hier muss berücksichtigt werden, dass gerade beim Nachbau nur ein Teil der Ernte für den Nachbau genutzt wird. Am Rande eines Feldes wird eine Einkreuzung höher ausfallen als in der Mitte oder auf der der Einkreuzungsquelle abgewandten Seite des Feldes. Wenn vor der Rückstellung eines Anteils für den Nachbau keine intensive Durchmischung stattfindet, die zu einer gleichmäßigen Verteilung des transgenen Anteils führt, können dadurch höhere (oder niedrigere) Anteile entstehen.

Zu einer schleichenden Zunahme transgener Anteile kommt es in jedem Fall über eine Einkreuzung, wenn diese möglich ist (Anbau transgener Sorten der gleichen Art in der Nachbarschaft). Darüber hinaus können bei Ernte, Lagerung, Transport und Verpackung Anteile hinzukommen, wenn die Einrichtungen (Erntemaschinen, Silos etc.) sowohl für transgenes wie für konventionelles Saatgut genutzt werden.

Frage 3: Wie und wann lässt sich kontrollieren, ob transgene Sequenzen in einem Produkt sind?

Die empfindlichsten Methoden beruhen auf einem DNA-Nachweis meist mit Hilfe der Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR). Damit ist derzeit eine Nachweisgrenze von 0,1 % erreichbar. Allerdings hängt die Nachweisgrenze sehr stark von der Art der Probe (Samenkörner oder z.B. vermahlene Produkte) und der Probenahme ab. Bei stark verarbeiteten Produkten ist teilweise ein Nachweis nicht mehr möglich,

entweder weil die DNA in kleine Bruchstücke zerlegt ist oder durch Reinigungs- und Verarbeitungsprozesse größtenteils aus dem Produkt entfernt wurde. Daraus folgt, je weniger und schonender verarbeitet ein Produkt ist, umso eher ist ein Nachweis möglich. Das könnte zu einem spezifischen Nachteil von Bio-Produkten werden.

Frage 4: Wie genau sind Nachweise z. B. in einer großen Schiffladung möglich?

Nachweise in einer großen Schiffsladung sind sehr schwierig. Es gibt keine verbindlichen Vorgaben für eine Probenahme. In jedem Fall müssen mehrere Proben gezogen werden, um eine halbwegs verlässliche statistische Angabe machen zu können.

Frage 5: Wie anfällig ist die PCR auf Verunreinigungen?

Die PCR ist sehr anfällig für Verunreinigungen. Das kann zu falsch positiven Ergebnissen führen, d. h. es wird transgenes Material nachgewiesen, obwohl in der entsprechenden Probe keine transgenen Anteile vorhanden sind. Ein gutes Labor kann aber über entsprechende Kontrollen und Wiederholungen diesen Fehler ausschalten.

Frage 6: Was erwarten VerbraucherInnen, wenn sie gentechnikfrei hören?

Die VerbraucherInnen erwarten eine Freiheit von transgenen Anteilen, wenn von gentechnikfrei (kein Nachweis möglich, also auf jeden Fall unter der technischen Nachweisgrenze) geredet wird. Diese Erwartung wird sich auf das Produkt beziehen, welches sie konsumieren, nicht aber auf sämtliche Vorketten. Gerade bei Bio-Produkten werden VerbraucherInnen sehr sensibel sein, da transgene Anteile hauptsächlich aufgrund ihrer potenziellen gesundheitlichen Wirkungen abgelehnt werden.

Frage 7: Sind getrennte Verarbeitungswege technisch möglich?

Getrennte Verarbeitungswege sind technisch möglich, erfordern aber (teilweise recht hohe) Investitionen in Infrastruktur und Verarbeitungsstätten. Nur mit hohem Aufwand und auch nicht vollständig sind biologische Verunreinigungen zu vermeiden. Je länger eine parallele Nutzung von transgenen und nichttransgenen Sorten derselben Art erfolgt, umso weniger dürfte die Vermeidung einer Verunreinigung möglich sein. Dies ist zusätzlich kulturartenabhängig. Raps und Mais sind in diesem Zusammenhang sehr problematisch.

Frage 8: Wie sieht es mit der Umweltverträglichkeit gentechnisch veränderter Produkte aus?

Die Debatte um die Umweltwirkungen transgener Pflanzen wird seit langem geführt und ist sehr kontrovers. Auskreuzung, Wirkung auf Nützlinge, Wirkungen über die Nahrungskette, ungünstige Beeinflussung der Biodiversität und Auswirkungen auf das Bodenleben sind die wesentlichen Stichworte in diesem Zusammenhang.

Weil negative Wirkungen befürchtet werden, empfiehlt die Industrie gentechnisch veränderte Pflanzen mit dem Hinweis, dass damit Pestizideinsparungen zu realisieren seien und dies ein Beitrag zum Umweltschutz sei.

Die derzeitige Datenlage erlaubt dazu keine endgültigen Schlüsse. Eine Umweltentlastung aufgrund von Pestizideinsparungen findet insgesamt nach einer Datenauswertung des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums durch unabhängige Experten nicht statt. Die Industrie präsentiert zwar immer wieder andere Daten. In Einzelfällen ist auch eine Reduktion des Pestizidverbrauchs festzustellen, so vor allem beim Anbau von Bt-Baumwolle. Doch es zeigt sich bereits jetzt, dass Resistenzentwicklungen auftreten oder sekundäre Schädlinge beginnen, eine größere Rolle spielen. Damit müssen wieder vermehrt Insektizide eingesetzt werden. Eine Reduktion wurde, wenn überhaupt, wahrscheinlich nur vorübergehend erreicht.

Herbizidresistente Pflanzen, die auf über 70% der Anbaufläche transgener Pflanzen stehen, sind dazu geschaffen, chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (Breitbandherbizide) einzusetzen. In Roundup-Ready Sojabohnen wird z. B. mengenmäßig etwas mehr Herbizid eingesetzt als beim konventionellen Anbau. Zusätzlich lässt sich beobachten, dass zunehmend mehr herbizider Wirkstoff ausgebracht werden muss, da eine Verlagerung der Unkrautflora in Richtung weniger empfindlicher Arten stattfindet. Eine Umweltentlastung bezogen auf den Pestizidverbrauch findet also nicht statt. (Benbrook 2001)

Frage 9: Was sind die wichtigsten befürchteten gesundheitlichen Auswirkungen?

Die Auslösung von allergischen Erkrankungen, die langfristige gesundheitliche Unverträglichkeit und die Übertragung von Antibiotikaresistenzgenen auf Krankheitserreger sind die gesundheitlichen Auswirkungen, die am Häufigsten befürchtet werden.

Da in der Regel durch die gentechnische Veränderung neue Eiweiße in der Pflanze gebildet werden, stellt sich die Frage, inwieweit diese Allergien auslösen können, denn echte Allergien werden immer durch Eiweiße ausgelöst (was nicht heißt, dass alle Eiweiße allergieauslösend sind). Methoden, die sicher feststellen lassen, ob allergie-empfindliche Menschen gefährdet sind, gibt es bisher nicht: Allenfalls sind Annäherungen möglich.

Durch Positions- und Pleiotropieeffekte ausgelöst, werden in den gentechnisch veränderten Organismen, neue oder in ihrer Zusammensetzung veränderte Inhaltsstoffe anzutreffen sein. In welchem Ausmaß dies geschieht, wurde bisher nicht geprüft. Ob und wie stark dies die gesundheitliche Verträglichkeit der so produzierten Lebensmittel verändert, wurde ebenfalls nicht geprüft. Teilweise fehlen die erforderlichen Methoden, um diese Fragen überhaupt prüfen zu können.

Die neue EU-Richtlinie 18/2001 legt fest, dass ab dem Jahr 2008 keine humanmedizinisch bedeutsamen Antibiotikaresistenzgene in transgenen Pflanzen, die auf den Markt gebracht werden, vertreten sein dürfen. Dies ist ein Erfolg der kritischen Diskussion. Doch gibt die in der Richtlinie verabschiedete Formulierung auch keine Sicherheit, dass keine Antibiotikaresistenzgene mehr vertreten sind, da die Bewertung, welche Antibiotika von humanmedizinischer Bedeutung sind, teilweise sehr unterschiedlich ausfällt.

Frage 10: Ist es nicht ein Widerspruch, die grüne Gentechnik abzulehnen die rote Gentechnik dagegen nicht?

Rote und grüne Gentechnik stehen in sehr unterschiedlichen Problemfeldern und unterliegen sehr unterschiedlichen Randbedingungen. Rote Gentechnik – Diagnostik und Medikamentenherstellung– findet in geschlossenen Systemen statt. Eine Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen sollte nicht stattfinden. Darüber hinaus ist eine Behandlung in der Regel vorübergehend.

Jedes Medikament hat Risiken und Nebenwirkungen – chemisch-synthetisch hergestellte ebenso wie gentechnisch hergestellte - die in Kauf genommen werden / werden müssen, da damit ein größeres Problem, eine Krankheit , bekämpft wird. Insofern liegt hier eine vollständig andere Ausgangslage vor als bei der grünen Gentechnik. Eine andere Risikoabwägung ist die Folge. Das soll nicht heißen, dass nicht auch gentechnische Verfahren in der Medizin einer sorgfältigen Risiko-

abwägung unterworfen werden müssen. Die Euphorie der Betreiber und die Wirklichkeit, vor allem bezüglich möglicher Risiken aber auch bezogen auf die Erfolgchancen, klaffen hier häufig weit auseinander. Die Gentherapieversuche⁷ haben dies mehr als deutlich gezeigt.

Zusätzlich werden Medikamente intensiv in verschiedenen Stufen geprüft und getestet, bevor sie eine Marktzulassung bekommen.

Darüber hinaus besteht individuell die Möglichkeit, ein Medikament oder ein Diagnoseverfahren abzulehnen (auch wenn dies manchmal aufgrund des gesellschaftlichen Drucks nur eine theoretische Option ist).

Landwirtschaftliche Produkte, die zu Lebensmitteln werden, werden wir unser Leben lang konsumieren. Der Anbau findet in der freien Natur statt, mit allen Wechselwirkungen und Einflüssen, die in komplexen offenen biologischen Systemen stattfinden. Ein Rückholen ins Labor ist nicht möglich.

Eine umfangreiche Prüfung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit findet nicht statt.

Die Art und Zusammensetzung unserer Nahrungsmittel ist entscheidend für unsere Gesundheit. Viele gesundheitliche Probleme entstehen langfristig aufgrund falscher Ernährung oder problematischer Nahrungsmittelinhaltsstoffe.

Empirisch abgesicherte Langfristuntersuchungen sind aufwändig und teuer und würden zu Lebensmittelpreisen führen, die weit über dem liegen, was VerbraucherInnen bereit sind zu bezahlen und was herkömmlich oder ökologisch produzierte Lebensmittel kosten .

⁷ Bisher wurde kein Gentherapieversuch erfolgreich durchgeführt. Die Öffentlichkeit wurde 1999 durch den Tod eines jungen Gentherapiepatienten aufgerüttelt. Danach wurde bekannt, dass dem amerikanischen Bundesgesundheitsamt (National Institute of Health) mehr als 800 bei Versuchen aufgetretene Zwischenfälle verschwiegen worden waren.

8. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie „Bleibt in Deutschland bei zunehmendem Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion die Wahlfreiheit auf GVO-unbelastete Nahrung erhalten?“ wurde im Juni 2002 vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau Berlin e.V. und vom Öko-Institut e.V. im Auftrag des BUND erarbeitet. Sie bildet die inhaltliche Basis für die am 11. 7. 2002 startende BUND-Gentechnikkampagne. Ziel der Studie ist die Beantwortung der Frage, welche Auswirkungen der verstärkte Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion auf die Freiheit der Verbraucher hat, zwischen gentechnisch veränderten Erzeugnissen und Erzeugnissen, die ohne den Einsatz gentechnischer Verfahren hergestellt wurden, zu wählen.

Kontaminationspfade

Über welche Kontaminationspfade es bei der landwirtschaftlichen Produktion und bei der Lebensmittelherstellung zu einem Eintrag von GVO oder deren Derivaten kommen kann, ist zusammenfassend in Abbildung 4 dargestellt.

Kontamination durch biologische Prozesse: Der Eintrag transgener Erbinformation in ursprünglich GVO-freie Kulturen kann auf verschiedenen biologischen Wegen erfolgen:

Einkreuzung: Transgener Pollen kann durch Wind oder Insekten über weite Strecken verbreitet werden und in gleichartige Kulturpflanzen oder in nah verwandte Wildpflanzen einkreuzen. Führt die Befruchtung der Wildpflanzen zu fortpflanzungsfähigen Hybriden, kann es ausgehend von diesen wiederum zu Einkreuzungen in Kulturpflanzen oder andere verwandte Wildpflanzen kommen.

Verwilderung: Samen, Pflanzenteile oder ganze Pflanzen können durch Wind, Wasser, Tiere oder menschliche Einflüsse weit verbreitet werden und sich außerhalb der ursprünglich vorgesehenen Anbaufläche etablieren. Von ihrem neuen Standort aus können sie über die Ausbildung von Pollen zu einer weiteren Ausbreitung transgener Erbinformationen beitragen.

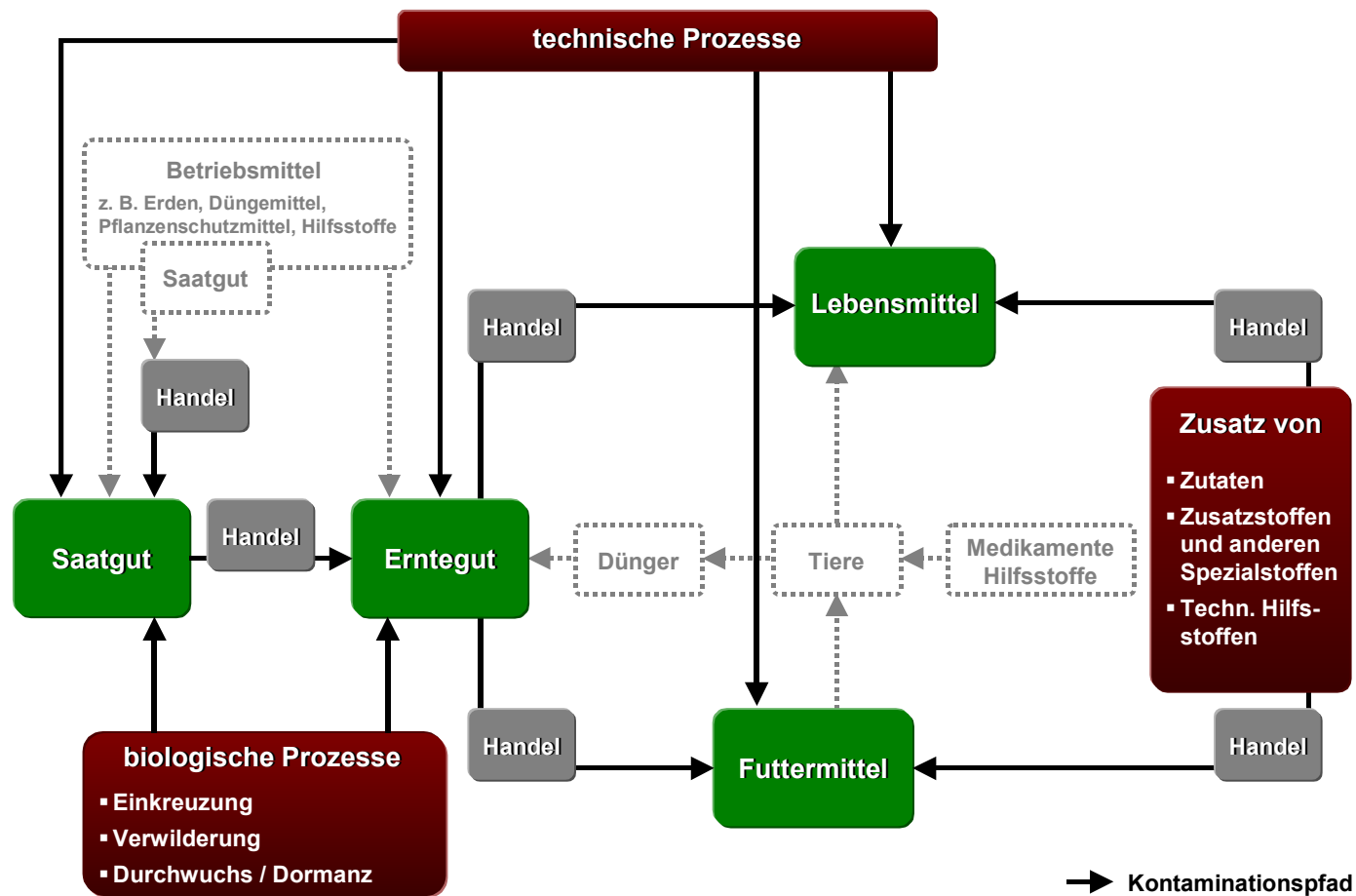


Abbildung 4: Übersicht über das betrachtete System. Es wird dargestellt, über welche Kontaminationspfade (biologische und technische Prozesse sowie Zusatz verschiedener Substanzen bei der Futtermittel- bzw. Lebensmittelherstellung und Handelsprozesse) es zu einem Eintrag transgenen Erbmaterials in Saatgut, Erntegut, Futtermittel und Lebensmittel kommen kann.

Durchwuchs auf Feldern oder an Transportwegen: Liegegebliebene Samen können im Folgejahr, teilweise aber auch nach einer langanhaltenden Keimruhe (Dormanz), wieder auskeimen. Entsprechend muss teilweise noch lange Zeit nach dem Anbau transgener Pflanzen mit dem Auflaufen gentechnisch veränderter Pflanzen gerechnet werden.

Alle hier genannten Belastungspfade basieren auf biologischen Prozessen, die in einem offenen System ablaufen und entsprechend nicht (vollständig) zu kontrollieren sind.

Kontamination durch technische Prozesse, Handel und Vermischungen: Bei allen technischen Prozessen können Probleme in Bezug auf Verunreinigungen und Vermischungen von Chargen verschiedener Herkunft und damit von konventionellen und GVO-Waren entstehen. Vom Feld bis zum fertigen Produkt durchlaufen die Waren einen langen Prozess, im Verlauf dessen auf fast jeder Stufe Vermischungen und Verunreinigungen möglich sind: Landwirtschaft (z. B. Sä- und Erntemaschinen oder bei der Einlagerung), Rohstoffhandel und Aufarbeitung (z. B. Transportfahrzeuge, Lagerung, Reinigung) oder Verarbeitung (Restmengen-Verunreinigungen). Zudem ist in einigen Bereichen praktisch keine Nachvollziehbarkeit herzustellen. Dies trifft insbesondere auf die chemische Industrie zu, die z. B. aus Fettsäuren unterschiedlichster Herkünfte technische Erzeugnisse wie Zusatzstoffe fertigt und diese weltweit vertreibt. Aber auch wenn eine weitgehende Trennung der verschiedenen Warenströme und ein umfassendes Kontrollsystem etabliert wären, ließen sich Verunreinigungen bei allen Vorgängen der Umlagerung und Verarbeitung von Rohstoffen in Betrieben und Systemen, in denen konventionelle und GVO-Ware parallel gehandhabt werden, nur unter großen Schwierigkeiten vermeiden.

Belastungsgrade

Erntegut: Pollendrift (durch Wind und Insekten) sowie Samenausbreitung und Verwilderung gentechnisch veränderter Pflanzen über weite Entfernungen sind grundsätzlich möglich und ein großes Problem für den Erhalt einer gentechnikfreien Landwirtschaft, da sich dieser Vorgang nicht kontrollieren lässt und auch nicht vor Landesgrenzen Halt macht. Versuche zu Pollenausbreitungsdistanzen und Einkreuzungsraten geben einen Überblick darüber, mit welchen Kontaminationsraten durch den Eintrag gentechnisch veränderten Pollens in der Nachbarschaft transgener

Kulturen gerechnet werden muss. Dabei gibt es große Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kulturen, aber auch innerhalb von Kulturen, die auf verschiedene Versuchsbedingungen und unterschiedliche klimatische Verhältnisse zurückgeführt werden. Aufgrund der lückenhaften Datenlage ist es derzeit nicht möglich, für einzelne Kulturen zuverlässig anzugeben, welche Belastungsgrade in einem definierten Abstand zur Pollenquelle zu erwarten sind.

Saatgut: Aus der Tatsache, dass einerseits die vorhandenen Sicherheitsabstände nicht in allen Fällen zur Erzeugung von sortenreinem Saatgut ausreichend sind und andererseits der maximal tolerierte Grad an Verunreinigung bei 2 % liegt, kann geschlossen werden, dass die zur Zeit anzuwendenden Vorschriften zu Sicherheitsabständen in der Saatgutproduktion nur begrenzt in der Lage sind, eine Kontamination von Saatgut mit GVO zu unterbinden. Zur Verhinderung einer GVO-Kontamination im Bereich der Nachweisgrenze sind die im Rahmen der üblichen Saatguterzeugung vorgeschriebenen Sicherheitsabstände als nicht hinreichend anzusehen.

Futtermittel: 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. Aus dem Bereich der Herstellung von Öko-Futtermitteln zeigt sich, dass eine möglichst strikte Trennung der Warenströme von ökologischen und konventionellen Rohstoffen zur Vermeidung von Verunreinigungen eine zentrale Rolle spielt. Selbst in Futtermittelwerken, die ausschließlich Futtermittel für Öko-Betriebe herstellen, finden sich Spuren von GVO oder deren Derivaten. Diese sind bedingt durch den Transport und die Aufbereitung der Bio-Rohstoffe in den vorgelagerten Bereichen auf Anlagen, die auch für konventionelle Rohstoffe verwendet werden.

Lebensmittel: GVO oder deren Derivate können über einen Rohstoff, verarbeitete Zutaten, Zusatzstoffe sowie technische Hilfsstoffe in ein Lebensmittel gelangen. In

der Praxis zeigt sich, 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 wurde. Dies heißt jedoch im Umkehrschluss, dass die meisten Unternehmen, versuchen, keine GVO-Rohstoffe einzusetzen. Dies gelingt jedoch nicht vollständig, viele Produkte sind trotz Vermeidungsstrategien geringfügig mit transgener DNA belastet. Es wird deutlich, wie schwierig es ist, Produktionsketten vollkommen zu separieren, wenn es erst einmal zu der Entscheidung gekommen ist, z. B. transgene Organismen in die Umwelt freizusetzen und für den Warenverkehr zu genehmigen.

Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung der Kontaminationen

Maßnahmen gegen Kontamination durch biologische Prozesse: Experten sind sich einig, dass sich Verunreinigungen von ökologisch bewirtschafteten Anbauflächen durch die Auskreuzung gentechnisch veränderter Pflanzen nur mittels Einrichtung ausreichender Sicherheitsabstände zwischen den Anbauflächen GVO-freier Kulturen und Feldern mit gentechnisch veränderten Pflanzen minimieren lassen. Dies gilt auch für konventionell bewirtschaftete Anbauflächen, die von GVO freigehalten werden sollen. Als ergänzende Maßnahme wird die Möglichkeit der Einrichtung gentechnikfreier Zonen diskutiert. Diese sind auch unter Naturschutzaspekten von Bedeutung.

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.

Im Rahmen der im Auftrag der Europäischen Kommission erstellten Koexistenzstudie wurden zur Reduktion des Anteils von GVO auf landwirtschaftlichen Anbauflächen 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 Aussattermine (und entsprechend unterschiedliche Blühzeitpunkte) für GVO- und Nicht-GVO-Kulturen.

Derzeit gibt es weder in Deutschland noch in Europa eine rechtlich fixierte Grundlage für die Forderungen nach Sicherheitsabständen und gentechnikfreien Zonen. Für den ökologischen Landbau wurden im Rahmen eines noch nicht veröffentlichten Rechtsgutachtens rechtliche Szenarien zur Etablierung von Regelungen für Sicherheitsabstände zwischen den Anbauflächen des Öko-Landbaus und den Feldern mit gentechnisch veränderten Pflanzen entwickelt. Es wäre zu prüfen, inwieweit die dort genannten Instrumente (Einrichtung eines Anbaukatasters, Festlegung von Sicherheitsabständen, Instruktionen auf Saatgutverpackungen, Einrichtung von Schutzzonen, Errichtung eines Ausgleichssystems) auch im konventionellen Landbau eingesetzt werden können.

Maßnahmen gegen Kontaminationen durch technische Prozesse: Geht man davon aus, dass transgene Pflanzen weltweit weiterhin und möglicherweise in noch größerem Umfang und in größerer Differenzierung angebaut werden, gibt es letztendlich nur ein „relativ sicheres“ Mittel gegen die ubiquitäre Kontamination mit transgener DNA. Dieses Mittel ist die vollständige Trennung der Warenströme und der Verarbeitungs- und Transporteinrichtungen von GVO-Waren und deren Derivaten von konventionellen Gütern. Die Trennung der Warenströme muss sich über alle Branchen (Erzeugung, Handel, Futtermittelherstellung, Lebensmittelverarbeitung und chemische Industrie) erstrecken. Wird in einem Unternehmen GVO oder GVO-kontaminiertes Material parallel zu konventioneller Ware verarbeitet, was tatsächlich der häufigste Fall ist, kann die Umsetzung durch eine Reihe von Maßnahmen erfolgen, z. B. eigene Produktionsstätten für GVO-Ware bzw. für Ware „ohne Gentechnik“, durchgängig technische Trennung der Einzelchargen, durchgehendes Dokumentationssystem für Chargenkennung, Ermittlung von anlagenspezifischen Überschneidungsmengen an den kritischen Punkten und Maßnahmen zu deren Minimierung, Etablierung von geeigneten Maßnahmen zur Überwachung (Analyse) von Kontaminationen im Rahmen von Eigenkontrollsystemen, Etablierung von juristisch haltbaren Vorgaben für Lieferanten.

Maßnahmen gegen Kontaminationen durch Handelsprozesse: Auf der Ebene des Handels ist insbesondere der Gesetzgeber gefragt. Die Unternehmen stehen aufgrund unterschiedlicher Systeme der Kennzeichnung, Zulassung sowie der Bestimmungen für Rückverfolgbarkeit auf den verschiedenen Stufen des Handels vor einer schwer zu lösenden Aufgabe. In der Praxis hat sich gezeigt, dass Garantien nur dort abgegeben werden können, wo ein Hersteller die ganze Kette von Produktion über Verarbeitung und Handel schließt oder schließen kann. In einem solchen Falle kann über ein Herkunftssicherungssystem (Identity Preserve System) eine positive „ohne Gentechnik“-Zusicherung⁸ gemacht werden.

Szenarien

Zur Verdeutlichung der Entwicklung unter verschiedenen politischen und rechtlichen Randbedingungen wurden drei Szenarien entworfen:

Im Szenario 1 „Bei uns nicht“ wird davon ausgegangen, dass das derzeitige De facto Moratorium der EU noch weitere fünf Jahre aufrechterhalten bleibt. Auch die Anbaufläche in Nord- und Südamerika wird nicht wesentlich ausgeweitet. Insbesondere erteilt die brasilianische Regierung keine Genehmigung für den Anbau von transgenem Soja. In Australien werden die Genehmigungen für den Raps-Anbau nicht ausgesprochen.

Unter den Randbedingungen und Annahmen dieses Szenarios wird der Status Quo bei Lebensmitteln aufrechterhalten werden können, wie ihn auch die Untersuchung der Stiftung Warentest dokumentiert⁸. Das bedeutet, dass in verarbeiteten Produkten, die Zutaten aus Mais, Soja oder Raps enthalten, eine absolute „Gentechnikfreiheit“ nicht erwartet werden kann. Bei einer entsprechenden Sensibilität und einem Aufrechterhalten des Drucks seitens der VerbraucherInnen werden sich diese Verunreinigungen aber auf Spuren beschränken. Es wird weiterhin Probleme bei Futtermitteln geben. Wenn eine Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit bei Futtermitteln konsequent implementiert wird, besteht die Chance, dass Verunreinigungen und Vermischungen in diesem Bereich klarer feststellbar werden.

⁸ Die Stiftung Warentest hat im letzten Jahr 82 verschiedene Lebensmittel mit Zutaten aus Mais und Soja geprüft (Einkauf Okt. / Nov.2001, Veröffentlichung Juni 2002) In 27 wurden Spuren von transgenem Mais oder Soja nachgewiesen, diese lagen immer unter 0,1 %. Damit war keines der Produkte kennzeichnungspflichtig. Unter den 27 Produkten finden sich auch Produkte aus ökologischem Anbau.

Die Transparenz wird dadurch zunehmen. Jedes verbindliche Regime zur Rückverfolgbarkeit wird aber an den EU-Grenzen enden und kann nicht auf andere Staaten übertragen werden.

Im Szenario 2: „Anbau mit Auflagen“ wird davon ausgegangen, dass das Moratorium fällt. Gleichzeitig werden Abstandsregelungen erlassen und treten die Food and Feed-Verordnung sowie die Traceability-Verordnung in Kraft. Die Anbauflächen weiten sich vor allem in Südamerika aus, weil Brasilien die Genehmigung für Roundup Ready Soja erteilt. Ebenso spricht Australien die Genehmigung für mehrere Rapsorten aus.

Unter der Annahme eines moderaten Anbaus unter verbindlichen Auflagen in Europa ist die 1% Kennzeichnungsgrenze erreichbar. Werte darunter können nur mit einem zusätzlichen Aufwand erreicht werden.

Regelungen, die national oder EU-weit gelten, können nur innerhalb der jeweiligen Grenzen eingefordert werden. Bei einem ausgeweiteten Anbau außerhalb der EU wird sich die Problematik auf verschiedenen Ebenen weiter verschärfen. Futtermittel, die Importanteile von Raps, Mais oder Sojabohnen enthalten, werden bei einem Anbau der wichtigsten Futtermittelpflanzen als transgene Sorten in allen Hauptanbauländern bereits eine Grundkontamination aufweisen, die kaum mehr vermeidbar sein wird.

Insgesamt gilt, dass sich die jeweilige Problemlage und damit die Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, von Nutzpflanze zu Nutzpflanze deutlich unterscheiden werden. Ohne ein detailliertes Anbaukataster, die Festlegung von Sicherheitsabständen und eine gegenseitigen Rücksichts- und Haftungsverpflichtung sowie einen deutlichen Zusatzaufwand aller Beteiligten in der Landwirtschaft, beim Transport, bei der Lagerung, in der Verarbeitung und von Seiten der Behörden wird eine dauerhafte Gewährleistung eines Toleranzwertes von weniger als 1 % nur schwer erreichbar sein.

Das Szenario 3: „Gentechnik ohne Grenzen“ oder „Dambruch“ geht davon aus, dass das Moratorium fällt und keine zusätzlichen verbindlichen Regelungen in Bezug auf Sicherheitsabstände oder andere Anbaumanagementvorgaben erlassen werden. Solche Maßnahmen werden einer freiwilligen Selbstverpflichtung überlassen und

kostenmäßig vollständig auf die Segmente der Landwirtschaft abgewälzt, die gentechnikfrei produzieren wollen. Parallel dazu wächst die Anbaufläche in Europa und weltweit

Unter den angenommenen Bedingungen dieses Szenarios werden längerfristig kaum mehr „GVO-freie“ Nahrungsmittel produziert werden können. Um Lebensmittel produzieren zu können, die unter die 1 %-Grenze fallen, wird es eines hohen Aufwandes bedürfen, der letztendlich von den VerbraucherInnen zu tragen sein wird. Das wird die Lebensmittelpreise in diesem Segment deutlich erhöhen. Die Preissteigerungen werden den ökologischen Landbau besonders treffen.

Grenzwerte

Grenzwerte für GVO sind Deklarationswerte, welche den politisch akzeptierten Verunreinigungsgrad des Produktes bezeichnen. Die Politik verdeutlicht durch die Etablierung von Grenzwerten in einem solchen Bereich, dass sie sich für die Gentechnik entschieden hat und damit der Bevölkerung eine Grundkontamination in der Umwelt und in Lebensmitteln zumutet .

Bei der Diskussion um Grenzwerte gilt es, methodische Probleme zu beachten:

Sämtliche Derivate von GVO, bei denen keine transgene DNA nachweisbar ist, bleiben unberücksichtigt. Beispielsweise greift die Festlegung eines Grenzwertes bei Sojaöl nicht, bei dem keine DNA mehr nachgewiesen werden kann.

Die Überprüfung der Einhaltung eines exakten Grenzwertes erfordert eine entsprechende Analyse. Die Genauigkeit der Analyse hängt jedoch von der Standardisierung der Probenahme sowie von der Aufbereitung der Proben ab. Zudem weisen die Analysen methodische Schwankungsbereiten auf.

Bei der Forderung einer „Nulltoleranz“, d.h. einer Orientierung eines Grenzwertes an der Nachweisgrenze, muss die Frage beantwortet werden, wer die Kosten für Analysen und ggf. den wirtschaftlichen Schaden bei einem Nachweis von GVO trägt, damit nicht diejenigen Landwirte und Hersteller „bestraft“ werden, die wie bisher ohne Gentechnik arbeiten wollen („Bestandsgarantie“).

9 Literatur

Agrevo (1996): Antrag auf Inverkehrbringen von Glufosinate tolerantem, gentechnisch verändertem Raps (*Brassica napus*).

ALOG (Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel ohne Gentechnik) (2001): Interpretation des Verbotes der Anwendung von Gentechnik in der Erzeugung und bei der Verarbeitung von biologischen Lebensmitteln. ALOG. 19.12. 2001. <http://www.infoxgen.com/dynamisch/rechtliches/files/Interpretation.pdf>.

Baier A, Vogel B, Tappeser B (2001): Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft. Vorarbeiten/Fachgespräch. Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA Texte 23/01, Berlin.

Barth R, Brauner R, Hermann A, Hermanowski R, Nowack K, Schmidt H, Tappeser B (im Druck): Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin.

Benbrook C (2001): Do GM Crops mean less pesticide use, Pesticide Outlook, S. 204-207

Bock A-K, Lheureux K, Libeau-Dulos M, Nilsagad H, Rodrigues-Cerezo E (2002): Scenario for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. A synthesis report. Hrsg: Joint Research Center, European Commission, 2002, http://www.jrc.cec.eu.int/download/GMCrops_coexistence.pdf

Brauner R, Vogel B, Tappeser B, Mutschler M, Falk W, Baier A (2001): Entwicklung und Erprobung einer Methodik für das Monitoring gentechnisch veränderter Pflanzen (Pilotprojekt). Unveröffentlichter Abschlussbericht im Rahmen des F&E Vorhabens „Konzeptionelle Entwicklung eines Langzeitmonitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen“ (FKZ 299 89 406); (Auftraggeber: Umweltbundesamt Berlin).

Brodmann P & Nicholas G. (1999): Saatgut: Kontamination mit GVO. Kurzbericht. Kantonales Laboratorium, Basel-Stadt.

-
- Chèvre A-M, Eber F, Renard M, Darmency H (1999): Gene flow from oilseed rape to weeds. In: Lutmann PJW (1999): Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops. BCPC Symposium Proceedings No. 72, 125-130.
- Dale PJ, Clarke B, Fontes EMG (2002): Potential for the environmental impact of transgenic crops. *Nature Biotechnology* 20 (6): S. 567-574.
<http://www.nature.com/nbt/covers/v20n6/>
- Eckelkamp C, Mayer M, Weber B (1997): Basta-resistenter Raps. Vertikaler und horizontaler Gentransfer unter besonderer Berücksichtigung des Standortes Wölfersheim-Melbach. Öko-Institut e.V., Werkstattreihe Nr. 100, Freiburg.
- Feil B & Schmid JE (2001): Pollenflug bei Mais, Weizen und Roggen. Ein Beitrag zur Frage der beim Anbau von transgenen Kulturpflanzen erforderlichen Isolierabstände. Schweizerischer Saatgut-Produzentenverband (Hrsg.), Z-Saatgut, Schweiz, InterNutrition. Institut für Pflanzenwissenschaften ETH Zürich, Shaker Verlag, Aachen.
- Feldmann SD, Brandes S, Pfeilstetter E, Matzk A, Schiemann J (1998): Begleituntersuchungen des Landes Niedersachsen zur Freisetzung transgener, herbizidresistenter Rapspflanzen. *Bundesgesundheitsblatt* 12:536-42:
- Fischbeck G (1998): Sicherheitsforschung zu Freisetzungsversuchen in Roggenstein. Einführung und Ergebnisse zur Pollen- und Samenverbreitung transgener Erbeigenschaften. In: Verband Deutscher Biologen: Gentechnik, Ökologie und Ernährung, S. 5-8. München.
- Fredshavn JR, Poulsen GS, Huybrechts I. und Rudelsheim P (1995): Competiveness of transgenic oilseed rape. *Transgenic Research* 4: S. 142-148.
- Garcia CM, Figueroa MJ, Gomez LR, Townsend R, Schoper J (1998): Pollen control during transgenic hybrid maize development in Mexico. *Crop Science* 38: S. 1597-1602.
- Gerdemann-Knörck M & Tegeder M (1997): Kompendium der für Freisetzungen relevanten Pflanzen; hier: Brassicaceae, *Beta vulgaris*, *Linum usitatissimum*. Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA Texte 38/97, Berlin.

Hild Samen (2002): Telefonische Auskunft, 17.06.02

Hoffmann M & Köhler W (2000): Modellierung von Genfluss und Verwilderung bei transgenen Zuckerrüben (*Beta vulgaris* convar. *Altissima* DÖLL). In: SCHIEMANN, J. (Hrsg.): Biologische Sicherheitsforschung bei Freilandversuchen mit transgenen Organismen und anbaubegleitendes Monitoring, Proceedings zum BMBF-Statusseminar 29.-30. Juni 1999, Braunschweig, S. 101 – 110.

Holden P (1999): Policy Paper: Segregation of GM Foods - Written Evidence to the House of Common Select Committee on Agriculture. With Annex 1: Soil Association standards regarding Genetic Engineering. Annex 2: GMO risk evaluation matrix - to establish the need for a site visit. Annex 3: Criteria for assessing pollution risk of organic holdings lying within a six mile notification zone of intended GM trial plots. Soil Association:
<http://www.soilassociation.org/sa/saweb.nsf/848d689047cb466780256a6b00298980/80256ad80055454980256862003d7538?OpenDocument>

Hütter E, Bigler F, Fried PM (1999): Verwendung transgener schädlingsresistenter Nutzpflanzen in der Schweiz. FAL, im Auftrag des BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 317.

Ingram J (2000): Report on the separation distances required to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape, Hrsg.: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
www.foe.co.uk/resource/consultation_response/report_separation_distances_foe.pdf

Jany & Greiner (1998): Gentechnik in Lebensmitteln - Bericht der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe.

Konferenz der Kontrollstellen (2000), Liste der Produkte, für die ein Nachweis über die Herstellung „ohne Verwendung gentechnischer Verfahren“ geführt werden muss.

KWS SAAT AG (2002): Telefonische Auskunft, 17.06.02

Lange 1985, zit. nach Schlink (1994) Ökologie der Keimung und Dormanz von Körnerraps (*Brassica napus* L.) und ihre Bedeutung für eine Überdauerung der Samen im Boden. Dissertationes Botanicae 222, Cramer Verlag, Berlin.

Lehmann S (2000): Migrationswege von gentechnisch verändertem Raps in der Lebensmittelproduktion. Diplomarbeit, Hochschule Fulda, Fachbereich Haushalt und Ernährung.

MKA der BIO SUISSE (2001). Einsatz von fremden Maschinen auf dem Biobetrieb. Merkblatt der BIO SUISSE.

Moyes CL & Dale PJ (1999) : Organic farming and gene transfer from genetically modified crops. Norwich, John Innes Centre. MAFF Research Projekt. OF0157. www.gmissues.org.

Nowack Heimgartner K, Bickel R, Pushparajah Lorenzen R, Wyss E (im Druck): Sicherung der gentechnikfreien Bioproduktion – Analyse der Kontaminationspfade, bestehende und weitergehende Maßnahmen und Empfehlungen. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schriftenreihe Umwelt Nr. 340.

Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO) (2000): Richtlinien für Kontrolle und Zertifizierung von Bioprodukten.

Organisacion Internacional Agropecuaria (OIA) (2000): Richtlinien für Kontrolle und Zertifizierung von Bioprodukten.

Paulus H, Albert R, Pascher K, Gollmann G (1997): Ökologische Risikoabschätzung von Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen für die spezielle Situation in Österreich. Wien, Bundeskanzleramt - Sektion 4 (Hrsg.). Forschungsberichte.

Pekrun C, Ripfel H, Albertin A, Lutman PJW, Claupein W (1998): Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Ausbildung einer Samenbank bei Raps – Ergebnisse von sechs Standorten in England und einem in Österreich im Jahre 1997. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 11: 51-52.

Richtlinie 90/220/EWG (jetzt 2001/18/EG), (http://www.europa.eu.int/eur-lex/de/consleg/pdf/1990/de_1990L0220_do_001.pdf)

Rutz, Hans Walter 1998 (Hrsg.) Sorten- und Saatgut-Recht, 8. Auflage. AgriMedia Verlag

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (1998): Gutachten 1998: Erreichtes sichern – neue Wege gehen. Metzler-Poeschel, Stuttgart.

Schulte E & Käppeli O (1996): Gentechnisch veränderte Krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen - eine Option für die Landwirtschaft? Basel. BATS. Band II, Abschlussbericht.

SCIMAC (Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops) (1999): Code of practice on the introduction of genetically modified crops, Guidelines for growing newly developed herbicide tolerant crops and the genetically modified crop management guide. Cambis.

Stiftung Warentest (2002): Gentechnik in Lebensmitteln – kaum noch drin. Heft 6, S. 22.

Tappeser B & Wurz A (1996): Freisetzungsriskiken gentechnisch veränderter Organismen. Widersprüche und Diskrepanzen zu Deregulierungsabsichten des Gentechnikgesetzes und angestrebten Verfahrensvereinfachungen bei gentechnischen Genehmigungsverfahren. Freiburg, Öko-Institut e.V.

Teufel J, Pätzold F (in Bearbeitung): Erarbeitung eines Consensus Document: Trout and Salmon. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin.

Teufel J, Tappeser B, Ebner A, Meier MS (im Druck): Transgene Tiere: Nutzung, Risiken und Möglichkeiten der Risikovermeidung. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin.

The Times, 29.05.2000

Thompson CE, Squire G, Mackay GR, Bradshaw JE, Crawford J, Ramsey G (1999): Regional patterns of gene flow and its consequence for GM oilseed rape. In:

Lutman PJW: Gene flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops. BCPC Symposium Proceedings no 72.

Tomiuk J, Braun P, Wöhrmann K (1996): Ökonomische und ökologische Schäden, die im Zusammenhang mit der Verbreitungsbiologie von Raps (*Brassica napus* L.) auftreten können. Langzeitmonitoring von Umwelteffekten transgener Organismen. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin.

Torgersen H (1996): Ökologische Effekte von Nutzpflanzen - Grundlagen für die Beurteilung transgener Pflanzen. UBA Monografie, Band 74, Umweltbundesamt, Wien.

Treu R, Emberlin J (2000): Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape (*Brassica napus ssp. oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar beet (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*). Evidence from publications. A report for the Soil Association from the National Pollen Research Unit, University College Worcester, 54 S. <http://www.soilassociation.org> January. 2000.

Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel vom 25.07.01, (http://europa.eu.int/comm/food/fs/biotech/biotech08_de.pdf)

Wenk N, Stebler D, Bickel R (2001): Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln, Prognos, Basel.

www.agrar.de - Aktuell - 13.05.2002

www.infoXgen.com

www.greenpeace.de/GP_DOK_3P/HINTERGR/C05HI73

www.schleswig-holstein.de/landsh/aktuelles/themen/2001/downloads/hg0105.doc

www.transgen.de

10 Anhang

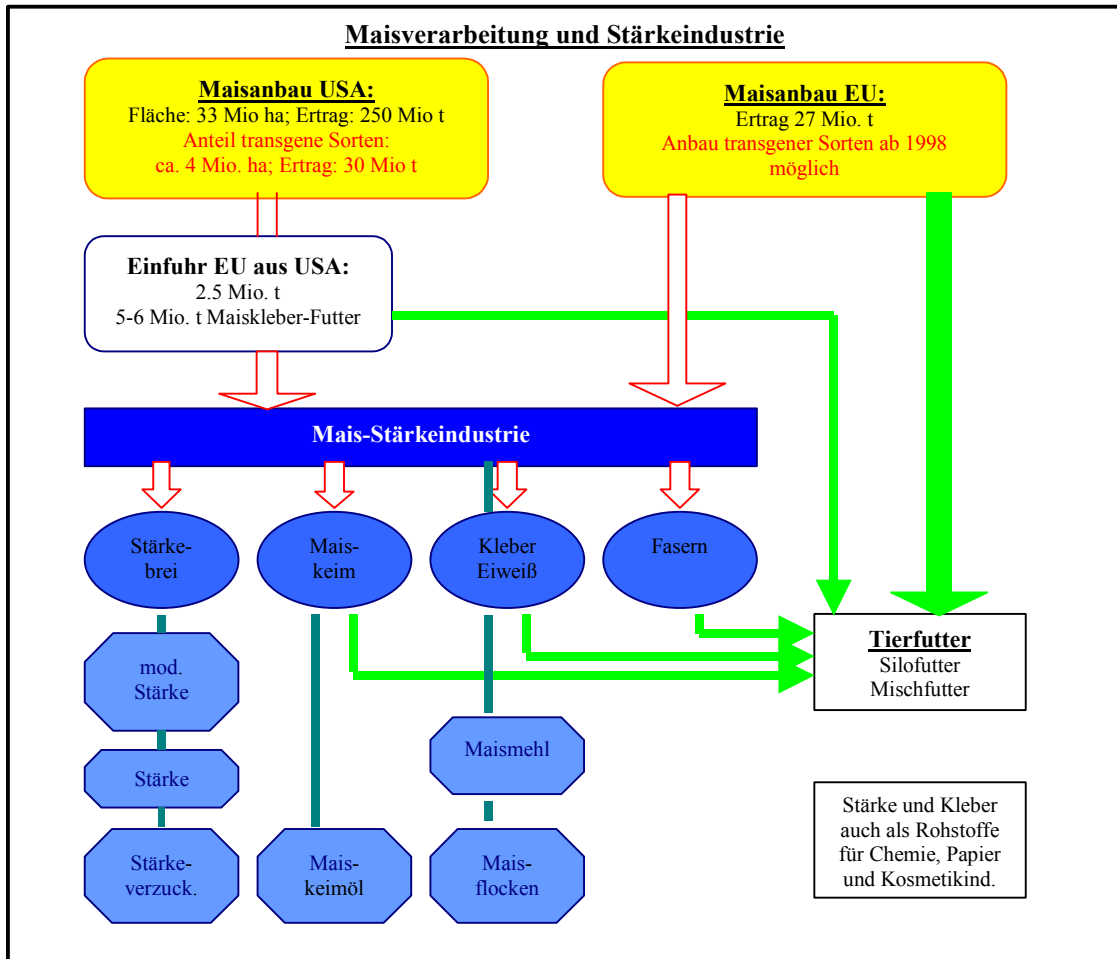


Abbildung A1: Maisverarbeitung in der EU.

Quelle: <http://www.transgen.de/Anwendung/Pflanzen/Mais/verarbeitung.html>, Stand April 99

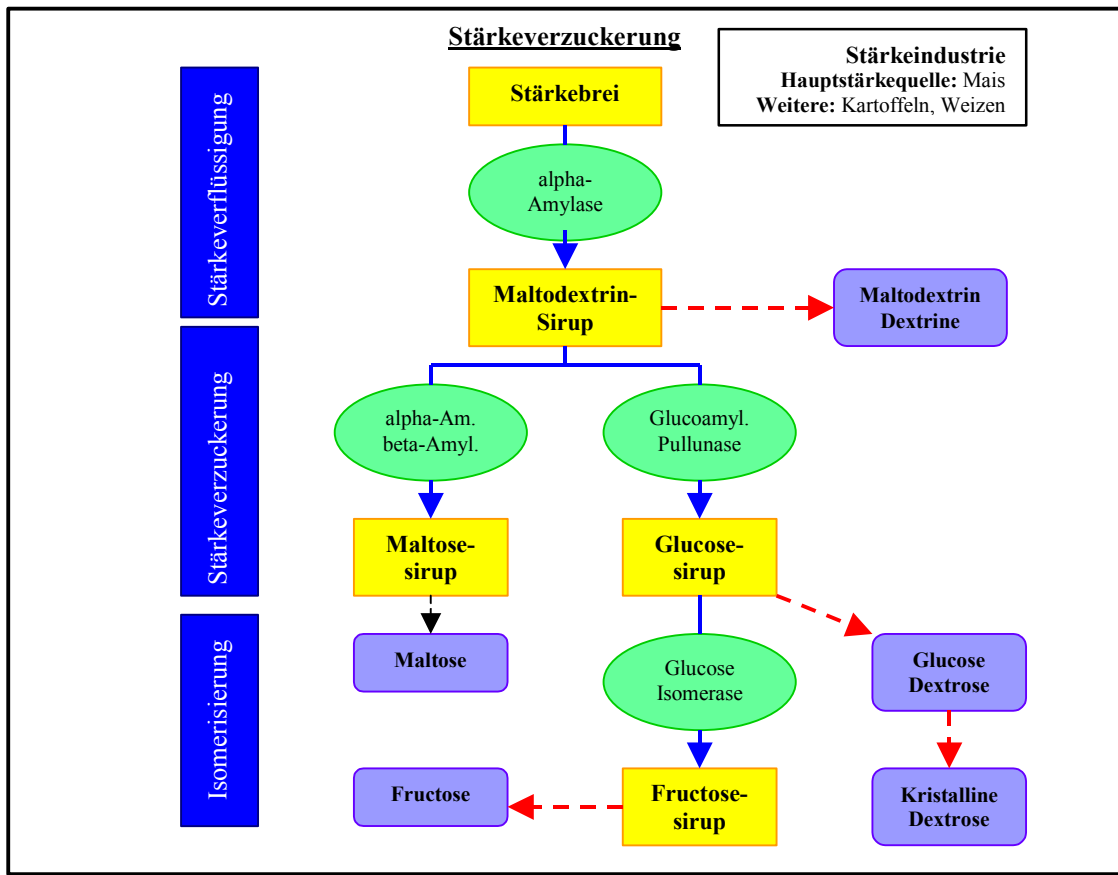


Abbildung 2: Stärkeverzuckerung.

Quelle: <http://www.transgen.de/Anwendung/Pflanzen/Mais/verzuckerung.html>, Stand April 99

Abbildung A3: Rapsöle und Ihre Verwendungswege in der Lebensmittelbranche (Lehmann, 2000)

