



SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 340

Biotechnologie



Sicherung der
gentechnikfreien
Bioproduktion



Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL

SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 340

Biotechnologie

Sicherung der
gentechnikfreien
Bioproduktion

Eintrittswegen gentechnisch
veränderter Organismen,
Gegenmassnahmen und
Empfehlungen

Avec résumé en français
Con riassunto in italiano
With summary in English

Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2002

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL

AutorInnen

Karin Nowack Heimgartner, Dr. Regula Bickel,
Rachel Pushparajah Lorenzen und Dr. Eric Wyss
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL),
CH-5070 Frick. www.fibl.ch

Zitiervorschlag

NOWACK HEIMGARTNER, K.; BICKEL, R.; PUSHPARAJAH
LORENZEN, R.; WYSS, E. 2002: Sicherung der gentechnikfreien Bioproduktion. Schriftenreihe Umwelt Nr. 340.
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
90 S.

Begleitung BUWAL

Dr. Hans Hosbach und Dr. Andrea Raps, Sektion
Biotechnologie und Stoffflüsse

ReviewerInnen

PD Dr. Daniel Ammann (Büro für Umweltchemie,
Geschäftsführer Schweizerische Arbeitsgruppe Gentechnologie), Dr. Valentin Küng (Küng – Biotech und Umwelt), Dr. Beatrice Tappeser (Öko-Institut Freiburg i.Br.), Dr. Alexander Beck, Dr. Anita Idel (FiBL Berlin)

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Fotos Titelblatt

BUWAL/Docuphot

Bezug

BUWAL
Dokumentation
CH-3003 Bern
Fax + 41 (0) 31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

Bestellnummer und Preis

SRU-340-D, CHF 10.– (inkl. MWSt)

© BUWAL 2002

8.2002 1000 71201/126

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	5 Zusammenfassung der Massnahmen und offene Fragen	73
Vorwort	7	5.1 Verunreinigung von Saat- und Pflanzgut	73
Zusammenfassung	9	5.2 Verfügbarkeit von Saat- und Pflanzgut	73
Résumé	12	5.3 Pollendrift, DNA-Migration	74
Compendio	15	5.4 Hilfsstoffe für die landwirtschaftliche Produktion	75
Summary	18	5.5 Nutztiere	76
1 Einleitung	21	5.6 Arzneimittel	76
1.1 Ausgangslage	21	5.7 Futtermittel	76
1.2 Problemstellung	21	5.8 Warenfluss	77
1.3 Fragen und Ziele der Studie	22	5.9 Konventionelle Zutaten, Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffe	77
1.4 Erläuterung zu den Begriffen: «hergestellt ohne Gentechnik» und «gentechnikfrei»	23	5.10 Einteilung in vier Hauptprobleme und Massnahmenbereiche	78
2 Abgrenzung des betrachteten Systems vom Umfeld	25	6 Diskussion und Fazit	81
3 Grundsätze und Richtlinien des Biolandbaus, Deklaration, zugelassene GVO und Nachweismethoden	29	6.1 Zukünftige Entwicklung: Vermutlich Zunahme von GVO-Anbau	81
3.1 Grundsätze, Verordnungen und Richtlinien im Biolandbau	29	6.2 Offenes System – Gesellschaftliche Verantwortung – sozioökonomisches Problem	81
3.2 Deklaration/Kennzeichnung von GVO-Erzeugnissen (Stand Mitte 2001)	32	6.3 Biolandbau – offene oder geschlossene Kreisläufe	82
3.3 Zugelassene GVO-Erzeugnisse in der Schweiz	37	6.4 Warenflusstrennung, Kontrolle der Produktflüsse	82
3.4 Nachweis von gentechnisch veränderter DNA: Stand der Labortechnik	38	6.5 Fazit	83
4 Kontaminationsmöglichkeiten und Massnahmen	39	7 Literatur	85
4.1 Verunreinigung von Saat- und Pflanzgut	39	Verzeichnisse	89
4.2 Verfügbarkeit von biologischem Saat- und Pflanzgut	42	1 Glossar	89
4.3 Entweichen genetischer Informationen via Pollendrift und Verwilderung	43	2 Organisationen	90
4.4 Exkurs: GVO-freie und/oder GVO-Gebiete	53		
4.5 Hilfsstoffe für die landwirtschaftliche Produktion	56		
4.6 Nutztiere	60		
4.7 Arzneimittel für Tiere	61		
4.8 Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe	63		
4.9 Warenfluss (Lebensmittel, Futtermittel, Saatgut)	68		
4.10 Konventionelle Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe	69		
4.11 DNA-Transfer aus GVO-Futtermitteln und Zusatzstoffen in Fleisch, Milch und Eier	71		

Abstracts

Keywords:
organic agriculture,
contamination, GMO

Organic production uses neither genetically modified organisms (GMOs) nor their products. As a consequence of the worldwide spread and use of genetically modified organisms in conventional agriculture and food production, however, there is an increasing risk of unwanted contamination of organic products by GM products. This study demonstrates the relevant paths of contamination, describes the current legal provisions and the regulations of relevant organisations, and discusses measures to prevent contamination. The following strategies are predominant: strict spatial separation, absence of gaps in the supply chain documentation, exclusion of critical substances, use of food and feed components of certified organic quality only, and separation distances between fields of GM and organic crops.

Stichwörter:
Biolandbau,
Kontamination, GVO

Die Bioproduktion verwendet weder gentechnisch veränderte Organismen (GVO) noch deren Folgeprodukte. Infolge der weltweiten Verbreitung und Anwendung von GVOs in der konventionellen Landwirtschaft und Lebensmittelherstellung besteht aber zunehmend die Gefahr unerwünschter Verunreinigungen von Bioprodukten mit GVO-Erzeugnissen. Die vorliegende Studie zeigt die relevanten Kontaminationspfade auf, stellt die bisherigen gesetzlichen Vorschriften und die Regelungen der Bioorganisationen dar und diskutiert Massnahmen zur Vermeidung der Verunreinigungen. Die folgenden Strategien stehen dabei im Vordergrund: strikte räumliche Trennung und lückenlose Warenflussdokumentation, Ausschluss von kritischen Stoffen, Verwendung von Lebens- und Futtermittelkomponenten ausschliesslich in zertifizierter Bioqualität sowie Sicherheitsabstände zwischen GVO- und Biofeldern.

Mots-clés:
agriculture biologique,
contaminations, OGM

La production biologique n'utilise ni des organismes génétiquement modifiés (OGM), ni des produits dérivés. Mais il existe un risque croissant que des produits biologiques soient contaminés par des OGM, aujourd'hui répandus dans le monde entier, tant dans l'agriculture conventionnelle que dans la production de denrées alimentaires. La présente étude décrit les principales voies de contamination; elle expose aussi les prescriptions légales et la réglementation appliquée par les organisations de production biologique; enfin, elle évalue les mesures qui permettraient de prévenir de telles contaminations. Plusieurs mesures s'imposent d'emblée: stricte démarcation spatiale, contrôle complet des filières, exclusion des substances problématiques, utilisation exclusive de composants de qualité biologique certifiée pour les denrées alimentaires et les aliments destinés aux animaux de rente, et enfin distance de sécurité suffisante entre les champs à plantes transgéniques et les cultures biologiques.

Parole chiave:
agricoltura biologica,
contaminazione, OGM

La produzione biologica non utilizza né organismi geneticamente modificati (OGM) né i loro derivati. Tuttavia, in seguito alla diffusione e all'impiego su scala mondiale di OGM nell'agricoltura convenzionale e nella produzione di generi alimentari, esiste un accresciuto pericolo che prodotti biologici vengano contaminati da prodotti contenenti OGM. Il presente studio descrive le principali vie di contaminazione, presenta le prescrizioni legali e le normative delle organizzazioni biologiche, e valuta provvedimenti per prevenire le contaminazioni. In primo piano si trovano le seguenti strategie: separazione fisica severa e documentazione impeccabile del flusso dei prodotti, esclusione di sostanze critiche, impiego di componenti per generi alimentari o mangime esclusivamente con certificazione di qualità biologica, e distanze di sicurezza tra campi biologici e quelli transgenici.

Vorwort

Seit der Markteinführung gentechnisch veränderter Pflanzen im Jahre 1996 ist ihre Anbaufläche weltweit kontinuierlich gestiegen: von 1,7 Millionen Hektar damals bis 52.6 Millionen Hektar im Jahr 2001. Der Grossteil des Anbaus findet derzeit in Amerika statt – allein 96% der Anbauflächen finden sich in den USA, Kanada und Argentinien –, welche wichtige Importländer für Pflanzen für die Schweiz darstellen. In Europa werden, mit Ausnahme kleiner Flächen in Spanien, Bulgarien und Rumänien, praktisch noch keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut. Bei der derzeitigen politischen Entwicklung ist aber davon auszugehen, dass sich das in Zukunft ändern wird. Darüber hinaus finden nicht nur gentechnisch veränderte Pflanzen Einzug in die landwirtschaftliche Produktion, sondern es kommen auch mehr und mehr Hilfs- und Zusatzstoffe auf den Markt, die entweder gentechnisch veränderte Organismen (GVO) enthalten oder mit Hilfe solcher hergestellt werden.

Die Anwendung von GVO, und besonders von gentechnisch veränderten Pflanzen, in der landwirtschaftlichen Produktion bringt eine neue Dimension der Beeinflussung von anderen Produktionssystemen mit sich. Denn die neuen Eigenschaften sind genetisch verankert und sind damit im Organismus selbst persistent vorhanden. Darüber hinaus können sie an sexuell kompatible Pflanzenarten und -sorten und damit an Nachkommen weitergegeben werden und sich somit verbreiten. Damit ist es möglich, dass nicht nur die Ernteprodukte gentechnisch veränderter Pflanzen die neuen Gene und Eigenschaften enthalten, sondern auch Körner, Früchte oder Samen anderer Pflanzen. Kommt es darüber hinaus während des Transportes oder der Verarbeitung der Produkte zu Vermischungen, könnten langfristig gentechnikfreie Produkte kaum mehr erhältlich sein.

Die landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz ist gekennzeichnet durch Kleinräumigkeit und einem Nebeneinander von verschiedenen Produktionstypen. Neben der konventionellen Produktion, welche heute praktisch ausschliesslich Integrierte Produktion (IP) bedeutet, spielt der Biologische Landbau eine grosse und wichtige Rolle. Der Anteil der Biobetriebe wächst kontinuierlich, bereits heute wirtschaften 10% der Betriebe nach den Richtlinien des biologischen Landbaus, und in den Handelsketten sind es vor allem die biologisch produzierten Waren, die Umsatzsteigerungen verzeichnen. Daraus wird ersichtlich, dass in der Bevölkerung ein stetig wachsender Bedarf an ökologisch produzierten Lebensmitteln und anderen Gütern vorhanden ist.

Biologischer Landbau und auch die Produktion nach den Richtlinien der IP-Suisse schliessen eine Anwendung von Gentechnik in der Landwirtschaft zur Zeit aus. Diese Situation stellt besondere Ansprüche an Forschung und Politik, wenn es darum geht, verschiedene Produktionssysteme vor GVO-Verunreinigungen zu schützen und damit die Wahlfreiheit der Produzenten und Konsumenten zu gewährleisten.

Die vorliegende Studie zeigt für den Biologischen Landbau die möglichen Kontaminationswege der Produktion – Landwirtschaft und Verarbeitung – auf, und schildert die derzeit bestehenden Massnahmen, diesen Verunreinigungen entgegenzu-

wirken. Darüber hinaus gibt sie Empfehlungen über weitergehende, zukünftig nötige Massnahmen. Damit wirft sie ein Licht auf den eigentlichen Umfang des Problems und stellt somit ein wertvolles Hilfsmittel für all diejenigen dar, die sich für die Erhaltung der Vielfalt in der Landwirtschaft engagieren.

Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft

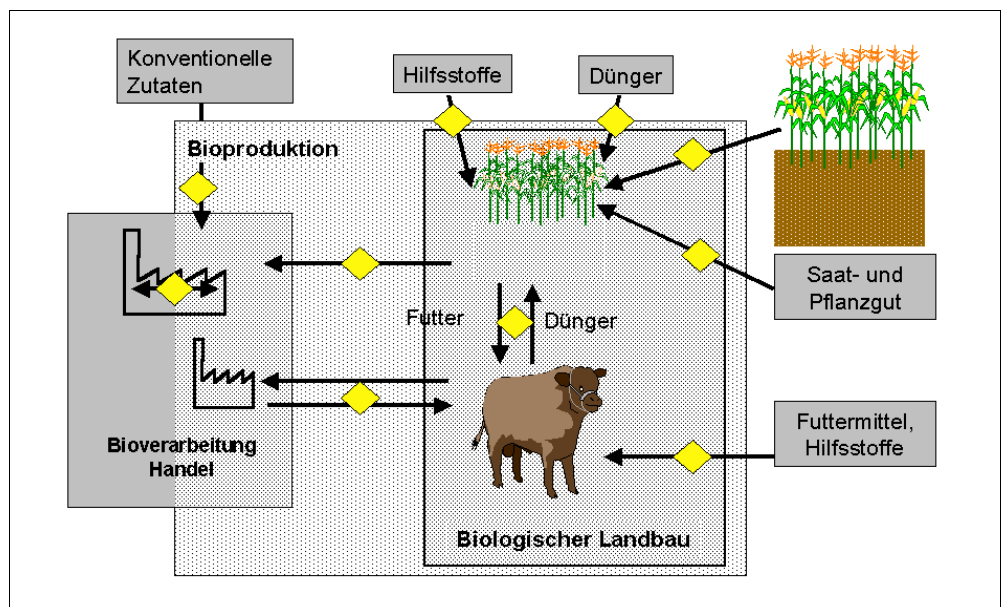
Philippe Roch
Direktor

Zusammenfassung

Ausgangslage und Ziel

Die Anwendung der Gentechnik steht im Widerspruch zu den Prinzipien des biologischen Landbaus. Deshalb lässt der Biolandbau weltweit keine gentechnisch veränderten Organismen (GVO) und deren Folgeprodukte zu. Das System Biolandbau ist als landwirtschaftliches System aber kein geschlossenes System. Der Biolandbau strebt zwar geschlossene Kreisläufe an, aber auf vielen Pfaden sind über zugelassene konventionelle Produkte sowie durch unbeabsichtigte Verunreinigungen Einträge von GVO möglich.

In dieser Studie werden die verschiedenen Pfade untersucht, auf denen gentechnisch veränderte Organismen und ihre Folgeprodukte in das System Biolandbau gelangen können. Es werden zusammenfassend die Probleme auf dem Weg vom Feld bis zum Endprodukt sowie die Massnahmen zu deren Verhinderung beschrieben.



Landwirtschaftliche Produktion

Pflanzliche Produktion

Biofelder können in Ländern mit GVO-Anbau durch Pollendrift (Wind oder Insekten) oder Verbreitung von transgenen Samen und Pflanzen kontaminiert¹ werden. Um dies zu verhindern, müssen ausreichend grosse Sicherheitsabstände eingehalten werden, deren Ausgestaltung zur Zeit noch diskutiert wird. Die zu bevorzugende Lösung gegen unerwünschten Pollenflug sind gentechnikfreie Gebiete oder Länder.

¹ Kontamination/Verunreinigung wird in diesem Bericht im Sinne von "Verunreinigung mit einem unerwünschten Stoff bzw. Organismus" verwendet

Sä- und Erntemaschinen sollen in Gebieten mit GVO-Anbau nur noch unter Biobetrieben ausgetauscht werden, da sonst die Gefahr der Verunreinigung zu gross ist.

Tierische Produktion

Da derzeit keine gentechnisch veränderten Nutztiere zugelassen sind, stellt sich auch für den Biolandbau (noch) kein Problem.

Hilfsstoffe und Produktionsmittel

- Saatgut** Es besteht die Gefahr, dass Saatgut mit GVOs verunreinigt ist. Die technischen Verunreinigungen müssen mit optimaler Warenflusskontrolle verringert werden. Das Saatgut muss aus zertifiziert biologischer Produktion stammen. Die Sicherheitsabstände von der Biosaatgutproduktion zu GVO-Feldern müssen international festgelegt werden oder die Saatgutproduktion muss in GVO-freien Gebieten erfolgen.
- Hilfsstoffe** Die nach der Hilfsstoffliste des FiBL zugelassenen Hilfsstoffe für den Biolandbau (Pflanzenbehandlungs-, Stallfliegen-, und Siliermittel, Dünger und Handelssubstrate, Produkte zur Bekämpfung von Bienenkrankheiten, Ektoparasiten- und Desinfektionsmittel sowie Milchgeschirreiniger) enthalten teilweise kritische Komponenten, d.h. Komponenten, deren Ursprungsprodukte gentechnisch verändert sein könnten (Mais, Soja usw.). Deshalb müssen ab 2002 die Hersteller für alle kritischen Komponenten die GVO-Freiheit nachweisen. Problematisch sind Produkte aus der Verarbeitungsindustrie, bei denen der Warenfluss schwierig rückverfolgbar ist.
- Futtermittel** Bei Futtermitteln sind verschiedene Kontaminationspfade möglich: Noch ist im Biolandbau der Zukauf konventioneller Futtermittel (max. 20%) erlaubt. Diese können 2–3% GVO enthalten (Deklarationslimite), bzw. können kritische Komponenten enthalten, welche aus GVO stammen können (z.B. Sojaextraktionsschrot, Mikroorganismen). Deshalb muss der Hersteller einen analytischen Nachweis und eine Bestätigung für die GVO-Freiheit dieser Futtermittelkomponenten liefern.
- Langfristig sollen nur noch garantiert gentechnikfreie, biologische Futtermittel erlaubt werden (mit Warenflusskontrolle).
- Bio- und konventionelle Futtermittel sollen auf räumlich getrennten Anlagen verarbeitet werden, um Verunreinigungen zu vermeiden.
- Arzneimittel** In der EU und in der Schweiz sind einige GVO-Erzeugnisse als Arzneimittel zugelassen. Der Biolandbau lässt diese bislang als Ausnahme zum generellen Gentechnikverbot zum Wohle des Tieres zu, da es keine Alternativen zu diesen Arzneimitteln gibt.

Transport und Verarbeitung

Sammelstellen, Umladestellen	Um die Gefahr der Verunreinigung beim Umladen von offener Bioware zu verringern, darf es möglichst wenige Umladevorgänge geben (am besten bald nach der Ernte Verlad in einen Container). Das Umladen und die Sammlung von Bioprodukten soll nur noch auf Anlagen erfolgen, über welche keine (möglicherweise) gentechnisch veränderten Produkte laufen.
Transportbehälter	Um die Verunreinigungsgefahr mit GVO während des Transportes zu verringern, sollen möglichst geschlossene oder nach bestimmten Vorschriften gereinigte Transportbehälter eingesetzt werden.
Verarbeitung	Bei der Verarbeitung von konventioneller, gentechnisch veränderter und von Bioware auf der gleichen Anlage besteht die Gefahr der Verunreinigung, da eine vollständige Reinigung bei staubiger Ware nicht möglich ist, z.B. in Mühlen. Die Trennchargen zwischen gentechnisch veränderter und Bioware müssen aufgrund von Ergebnissen aus einem Verschleppungsversuch im Projekt «Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln» (Wenk <i>et al.</i> , 2001) erhöht werden. Die räumlich getrennte Verarbeitung von biologischer und konventioneller Ware, welche bei kritischen Produkten auch GVO beinhalten kann, muss angestrebt werden.
Konventionelle Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe	Zugelassene konventionelle Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe können aus GVO bestehen oder stammen. Die Labelorganisationen Demeter und BIO SUISSE haben die möglichen kritischen Ausgangsprodukte, Mikroorganismen und Enzyme nicht mehr oder nur noch in garantiert gentechnikfreier Qualität zugelassen. Bei Produkten, welche nach der Schweizer Bioverordnung produziert werden, sollen die kritischen Komponenten ebenfalls verboten werden, um die Kontaminationsrisiken zu vermindern.

Forschungsbedarf für eine gentechnikfreie Landwirtschaft

Damit der Biolandbau gentechnikfrei bleibt, braucht es nicht nur Anstrengungen zur Verhinderung von Kontaminationen, sondern auch Forschung und Entwicklung in folgenden Bereichen:

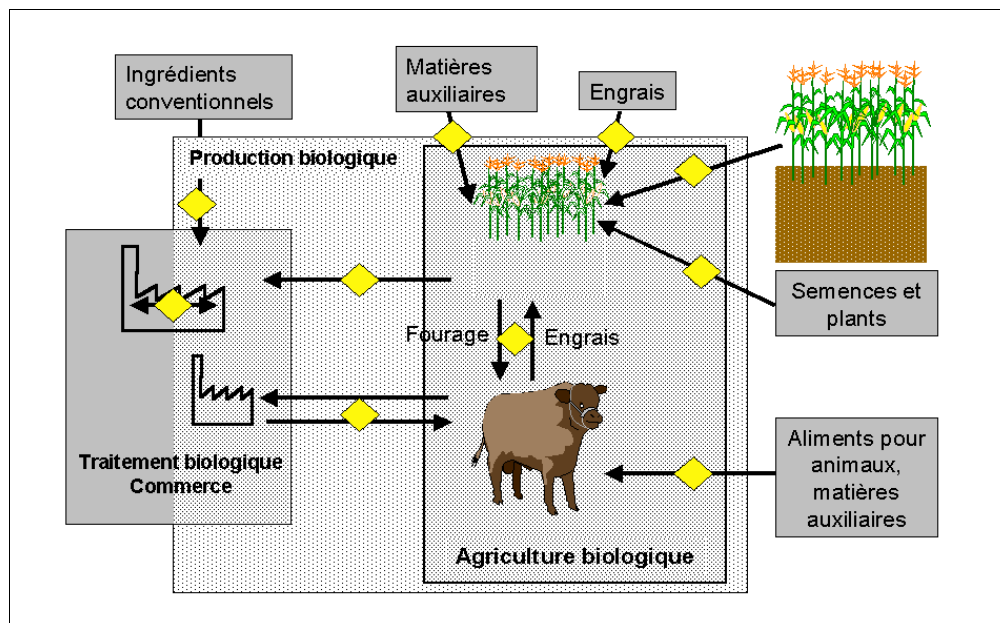
- Es besteht ein grosser Forschungs- und Entwicklungsbedarf für biologisch gezüchtete Kulturpflanzen und Tiere.
- Die notwendigen Sicherheitsabstände zwischen GVO und nicht-GVO-Feldern müssen untersucht bzw. verifiziert werden.
- Die Herstellung von Zusatzstoffen ohne Gentechnik muss vermehrt unterstützt werden, damit für den Biolandbau langfristig Alternativen bestehen.
- Damit der Biolandbau auf konventionelle Futtermittel verzichten kann, muss der heimische Futtermittelanbau gefördert werden, und es müssen Alternativen zu konventionellen Kraftfuttern gesucht werden.

Résumé

Situation et but

Le génie génétique est contraire aux principes de l'agriculture biologique. Nulle part dans le monde celle-ci n'autorise le recours à des organismes génétiquement modifiés (OGM) et à des produits dérivés. Mais en tant que forme de production agricole, elle n'est pas à l'abri des influences de l'extérieur. Bien que la bioculture repose sur des cycles fermés, la contamination non intentionnelle par des OGM est possible à différents stades par des apports du voisinage ou par l'intermédiaire de produits conventionnels agréés.

La présente étude analyse les différentes voies par lesquelles des organismes génétiquement modifiés et des produits dérivés peuvent s'infiltrer dans l'agriculture biologique. Les problèmes qui peuvent se poser de la culture au produit final sont succinctement décrits ci-dessous, ainsi que les mesures de prévention correspondantes.



Production agricole

Production végétale

Dans les pays où existent des cultures transgéniques, les cultures biologiques peuvent être contaminées² par des pollens (transportés par le vent ou par des insectes) ainsi que par des semences et des plantes transgéniques dispersées. Pour prévenir cette contamination, il y a lieu de respecter des distances de sécurité suffisantes (encore à définir). La meilleure solution contre l'intrusion de pollens contaminés consiste à préserver du génie génétique des régions ou des pays entiers.

² Terme utilisé ici dans le sens d'une contamination par une substance ou un organisme indésirable.

Dans les régions où existent des cultures transgéniques, les machines servant à semer et à récolter ne doivent être échangées qu'entre exploitations biologiques, le danger de contamination étant trop grand.

Production animale

Actuellement, l'élevage d'animaux transgéniques n'est pas autorisé. Il n'y a donc (encore) aucun problème dans ce domaine pour l'agriculture biologique.

Substances auxiliaires et moyens de production

- Semences** Le danger que des semences soient contaminées par des OGM est réel. Il importe de réduire par un contrôle optimal des flux les risques dus à des causes techniques. Les semences doivent provenir d'une production biologique certifiée. La distance de sécurité entre le lieu de production de semences biologiques et les champs de plantes transgéniques devra être définie au niveau international. Faute de garanties suffisantes, il conviendrait de produire les semences dans des régions exemptes d'OGM.
- Substances auxiliaires** Les substances auxiliaires admises pour l'agriculture biologique selon la liste de l'IRAB (anti-mouches d'étables, agents d'ensilage, engrais et additifs, remèdes pour abeilles, produits phytosanitaires, antiparasitaires, de désinfection et de nettoyage des ustensiles) contiennent parfois des composants problématiques, basés sur des substances qui pourraient être génétiquement modifiées (par ex. maïs, soja, usw.). Depuis cette année, les producteurs sont donc tenus d'établir que chaque composant potentiellement contaminable est exempt d'OGM. Mais le problème subsiste pour les produits issus d'industries de la transformation, où les flux de marchandises sont difficilement contrôlables.
- Aliments pour animaux** Différentes voies de contamination existent en ce qui concerne les aliments pour animaux. Ainsi, dans l'agriculture biologique, l'apport d'aliments conventionnels est encore autorisé (max. 20%). Ils peuvent contenir de 2 à 3% d'OGM (limite autorisée sans déclaration) ou des composants problématiques dérivés de plantes transgéniques (par ex. extraits de soja, microorganismes). Le producteur est donc tenu de présenter un compte-rendu d'analyse et de prouver que ces composants sont exempts d'OGM.
- À long terme, seuls des aliments biologiques pour animaux garantis exempts d'OGM seront encore autorisés (avec contrôle du flux de marchandises). Afin d'éviter toute contamination, les aliments biologiques et les aliments conventionnels pour animaux doivent être traités dans des installations complètement séparées.
- Produits pharmaceutiques** Dans l'UE et en Suisse, certains produits transgéniques sont admis comme médicaments. Pour le bien des animaux et en l'absence d'alternatives à ces remèdes, l'agriculture biologique a accepté jusqu'ici cette exception à l'interdiction générale du génie génétique.

Transport et transformation

Centres de ramassage et de transbordement

Pour réduire les risques de contamination lors du transbordement de marchandises biologiques ouvertes, l'opération doit être aussi simple que possible (le chargement dans un conteneur, peu après la récolte, est la meilleure solution). Le transbordement et le ramassage de produits biologiques ne sont admissibles que dans des installations par lesquelles ne transitent pas de produits (potentiellement) transgéniques.

Les conteneurs

Pour réduire le risque de contamination par des OGM durant le transport, il y a lieu de n'utiliser si possible que des conteneurs fermés, ou de les nettoyer selon des prescriptions précises.

Transformation

Un risque de contamination existe lorsque des marchandises conventionnelles transgéniques et des marchandises biologiques sont transformées dans la même installation, un nettoyage complet n'étant pas toujours possible (en particulier si les marchandises sont poussiéreuses, par ex. dans les moulins). Les résultats d'essais effectués dans le cadre du projet « Séparation des OGM dans les filières des denrées alimentaires » (Wenk et al., 2001; rapport publié en allemand: « Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln », synthèse en français) montrent que les précautions à prendre pour la séparation des produits transgéniques et biologiques doivent être renforcées. On misera maintenant sur une transformation séparée des marchandises biologiques et des marchandises conventionnelles éventuellement contaminées.

Ingrédients conventionnels, additifs et auxiliaires de traitement

Toutes ces substances sont susceptibles de contenir des OGM ou des dérivés. Les organisations Demeter et BIO SUISSE (labels bio) n'autorisent plus les produits de base, les microorganismes et les enzymes problématiques, ou seulement quand ils sont garantis exempts de génie génétique. Pour diminuer les risques de contamination, les composants problématiques devraient également être interdits dans les marchandises produites selon les directives suisses de l'agriculture biologique.

La recherche au profit d'une agriculture exempte de génie génétique

L'agriculture biologique doit demeurer exempte de génie génétique. Pour cela, les efforts pour éviter les risques de contamination ne suffisent pas. Il faut aussi, dans plusieurs domaines, encourager la recherche scientifique et la mise au point de nouvelles méthodes et techniques:

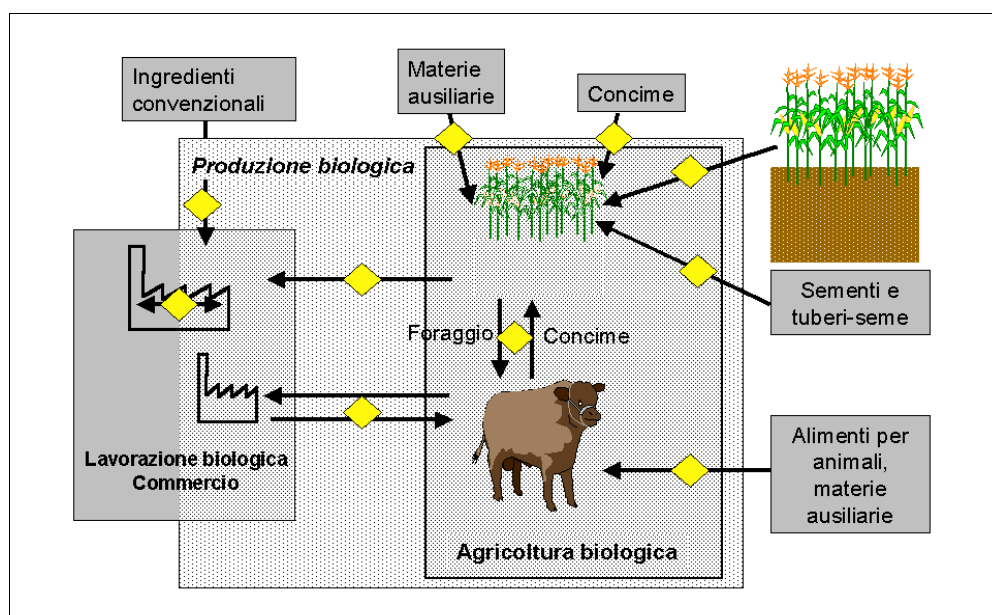
- la culture de plantes et l'élevage d'animaux dans des exploitations biologiques exigent d'importantes recherches et l'introduction de nouvelles méthodes;
- les distances de sécurité à respecter entre cultures transgéniques et cultures sans OGM doivent être définies et leur efficacité vérifiée;
- la production d'additifs exempts d'OGM doit être soutenue davantage, afin que l'agriculture biologique dispose à long terme de bonnes alternatives;
- il convient d'encourager la production indigène d'aliments pour animaux, afin que l'agriculture biologique puisse renoncer aux aliments conventionnels; en outre, il faudra trouver des alternatives aux aliments concentrés conventionnels.

Compendio

Situazione di partenza e obiettivi

L'uso dell'ingegneria genetica va contro i principi dell'agricoltura biologica. Per questo motivo, in tutto il mondo, l'agricoltura biologica vieta l'impiego di organismi geneticamente modificati (OGM) e i loro derivati. In quanto forma di produzione agricola, l'agricoltura biologica non è un sistema chiuso. Sebbene l'agricoltura biologica si basi su cicli chiusi, è sempre possibile che vi siano immissioni di OGM attraverso prodotti convenzionali autorizzati e contaminazioni involontarie.

Nel presente studio si analizzano i diversi modi attraverso i quali gli organismi geneticamente modificati e i loro derivati possono giungere nell'agricoltura biologica». Vengono inoltre descritti, in modo riassuntivo, i problemi che emergono nel processo che va «dalla forca alla forchetta», così come i provvedimenti atti ad impedire tale contaminazione.



Produzione agricola

Produzione vegetale

Nei Paesi in cui vi sono coltivazioni transgeniche, le colture biologiche possono essere contaminate dal polline trasportato dal vento o dagli insetti, oppure attraverso la dispersione di semi e piante³. Per evitare ciò, occorre rispettare distanze di sicurezza sufficientemente ampie (ancora da definire). In ogni caso la soluzione migliore contro un'impollinazione indesiderata resta la coltivazione in zone o Paesi in cui l'ingegneria genetica non viene utilizzata.

³ Nel presente rapporto, con il termine di "contaminazione" si indica la contaminazione da sostanza o organismo indesiderato.

In zone in cui vengono piantati OGM, i macchinari di semina e di raccolto devono essere scambiati solo tra aziende biologiche, altrimenti il pericolo d'inquinamento risulta troppo alto.

Produzione animale

Poiché attualmente gli allevamenti di animali geneticamente modificati non sono autorizzati, non esiste (ancora) alcun problema da questo punto di vista per l'agricoltura biologica.

Materie ausiliarie e mezzi di produzione

Sementi

Esiste il pericolo che le sementi siano contaminate da OGM. Pertanto occorre ridurre i rischi di una contaminazione tecnica tramite un controllo ottimale dei flussi delle merci. Le sementi devono provenire da una produzione biologica certificata. Le distanze di sicurezza tra una coltivazione di sementi biologiche e i campi di piante transgeniche dovranno essere stabilite a livello internazionale, altrimenti la produzione di sementi biologiche dovrà avvenire in zone prive di coltivazioni di OGM.

Materie ausiliarie

Le materie ausiliarie autorizzate per l'agricoltura biologica dall'elenco dell'IRAB (prodotti fitosanitari, sostanze anti mosche cavalline, per insilamento, concime e substrato commerciale, prodotti contro la malattia delle api, prodotti antiectoparassitari e disinfettanti, e detergenti per gli utensili per la lavorazione del latte) contengono talvolta componenti «critiche», ovvero sostanze i cui prodotti di origine potrebbero essere stati geneticamente modificati (mais, soia, ecc.). Perciò, a partire dal 2002, i produttori hanno l'obbligo di verificare che ogni componente «critica» sia esente da OGM. La situazione diventa problematica per i prodotti dell'industria di trasformazione, per i quali è difficile ricostruire il flusso dei prodotti.

Alimenti per animali

Numerose sono le vie di contaminazione degli alimenti per animali: attualmente, nell'agricoltura biologica è ancora permesso di utilizzare alimenti convenzionali (max. 20%), che possono contenere il 2–3% di OGM (limite di dichiarazione), oppure componenti «critiche» derivati da OGM (ad es. farina d'estrazione di soia, microrganismi). Per questo motivo il produttore deve fornire un certificato analitico e una conferma che le componenti negli alimenti per gli animali sono prive di OGM.

A lungo termine saranno autorizzati solo alimenti per animali ottenuti senza l'ausilio dell'ingegneria genetica (grazie al controllo del flusso dei prodotti).

Per evitare contaminazioni, gli alimenti biologici per animali e quelli convenzionali devono essere lavorati in impianti separati.

Farmaci

Nell'UE e in Svizzera alcuni prodotti contenenti OGM sono autorizzati come farmaci. L'agricoltura biologica autorizza eccezionalmente l'uso di tali medicine per il bene degli animali, quando se ne può fare a meno.

Trasporto e trasformazione

Punti di raccolta e di scarico	Per limitare il più possibile il pericolo di contaminazione dei prodotti biologici non imballati, bisognerebbe limitare al minimo il numero delle operazioni di scarico (la soluzione migliore rimane quella di caricare i prodotti in un container subito dopo il raccolto). L'operazione di trasbordo e di raccolta dei prodotti biologici deve avvenire solo in aree in cui non transita alcun prodotto geneticamente modificato.
Contenitori per il trasporto	Per ridurre il pericolo di contaminazione da OGM durante il trasporto, vanno utilizzati solamente contenitori sigillati oppure puliti secondo specifiche prescrizioni.
Trasformazione	Esiste pericolo di contaminazione quando i prodotti biologici vengono trasformati in impianti in cui si manipolano anche prodotti convenzionali transgenici. Nel caso di manipolazione di prodotti in polvere, gli impianti non possono infatti essere puliti a fondo (ad es. macine). È necessario pertanto aumentare le precauzioni di separazione tra i prodotti geneticamente modificati e quelli biologici, in base agli esperimenti effettuati nel quadro del progetto «Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln» («Separazione del flusso di prodotti di OGM nei generi alimentari», Wenk et al., 2001). È necessario promuovere una lavorazione in ambienti separati delle merci biologiche e di quelle convenzionali che, in alcuni prodotti «critici», potrebbero contenere anche OGM.
Ingredienti convenzionali, additivi e sostanze ausiliarie per la lavorazione	Ingredienti convenzionali autorizzati, additivi e sostanze ausiliarie per la lavorazione, possono derivare o essere composti da OGM. Le organizzazioni Demeter e BIO SUISSE non autorizzano prodotti «critici» di base, i microrganismi e gli enzimi più «critici»; li autorizzano solo se sono prodotti non geneticamente manipolati. In caso contrario, non ne viene autorizzata la produzione. Per limitare i rischi di contaminazione, le componenti «critiche» dovrebbero essere vietate anche per la merce che viene prodotta secondo l'ordinanza «bio» svizzera.

La ricerca per un'agricoltura senza ingegneria genetica

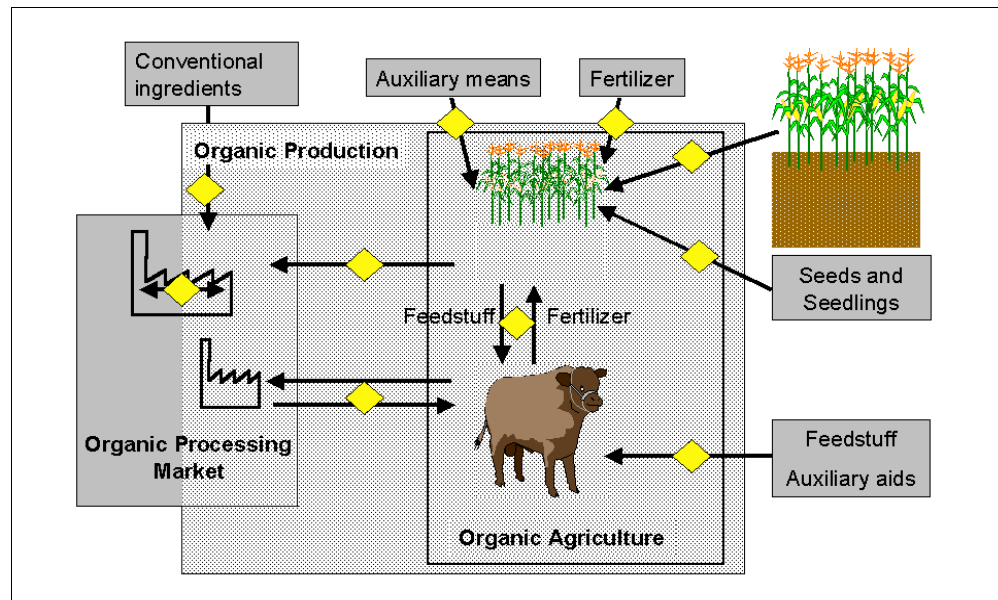
Per garantire un'agricoltura biologica priva d'ingegneria genetica sono necessari non solo sforzi per evitare contaminazioni, ma anche ricerca e sviluppo nei seguenti settori:

- occorrono molta ricerca e sviluppo per le colture di piante e l'allevamento di animali in aziende biologiche;
- le distanze di sicurezza necessarie tra coltivazioni transgeniche e biologiche devono essere definite e verificate;
- la produzione di additivi non geneticamente manipolati deve essere maggiormente incoraggiata per offrire all'agricoltura biologica valide alternative a lungo termine;
- è necessario promuovere la produzione locale di alimenti per animali, e cercare alternative, affinché l'agricoltura biologica rinunci all'uso di alimenti convenzionali.

Summary

Starting point and objective

The application of gene technology is in contradiction to the principles of organic farming. This is why organic farming worldwide permits no genetically modified organisms (GMOs) or their products. Organic farming, however, is not a closed agricultural system. Although it aims at closed cycles, input of GMOs can occur through many paths, including permitted conventional products or unintentional contamination. This study investigates the various paths by which GMOs or their products can enter the organic farming system. Problems on the way from the field to the final product, and measures to prevent them, are described below.



Agricultural production

Crop production

Organic fields may become contaminated in countries where GMOs are cultivated through pollen drift (wind or insects), or the spread of transgenic seeds and plants⁴. To prevent this, adequate separation distances must be adhered to; their design is still under discussion. The preferable solution to unwanted pollen drift is gene technology-free areas or countries.

Planting and harvesting machines should be exchanged only between organic farms in areas where GMOs are cultivated, as the risk of contamination is otherwise too great.

⁴ Contamination in this report is used in terms of contamination with an undesired substance or organism

Livestock production

Since no genetically modified livestock are currently permitted, this is not (yet) a problem for organic farming.

Additives and means of production

Seed

There is a risk of seed being contaminated with GMOs. The technical contamination must be minimised through optimum food supply chain verification. The seed must originate from certified organic production. The separation distances between the organic seed production fields and those containing GMOs must be established internationally, or the seed production must take place in GMO-free areas.

Additives

The additives permitted for organic farming according to the Research Institute of Organic

Agriculture (FiBL) list of additives (plant treatment, fly control products and silage additives, fertiliser and soil conditioners, products to combat bee diseases, ectoparasites and disinfectants, and cleaning products for milking apparatus) sometimes contain critical components, i.e. components whose products of origin could have been genetically modified (maize, soy usw.). Thus from 2002 the producers of all critical components must provide evidence that these are GMO-free. Products of the processing industry, where the food supply chain is difficult to trace back, are particularly problematic.

Feed

Various paths of contamination are possible for feed: the purchase of conventional feed (up to 20%) is still permitted for organic farming. This may contain 2–3% GMOs (declaration limit) or critical components that derive from GMOs (e.g. extracted soya bean meal, microorganisms). The producer must therefore provide an analytical certificate and confirmation that these feed components are GMO-free.

In the long term only feed that is guaranteed gene technology-free and organic will be permitted (with food supply chain verification).

Organic and conventional feed should be processed in spatially separated installations, to avoid contamination.

Medication

In the EU and in Switzerland a few genetically modified products are permitted as medication. Organic farming currently permits these as an exception to the general ban on gene technology on the grounds of the wellbeing of the animal, since there are no alternatives to these medications.

Transport and processing

Collection and transshipment points	To minimise the risk of contamination in the transshipment of open bioproducts there should be as few transshipments as possible (the best procedure would be loading into a container soon after harvest). If possible, transshipment and the collection of organic products should take place only in installations through which no genetically modified products pass.
Transport containers	To minimise the risk of contamination with GMOs during transport, as far as possible closed, or under certain provisions cleaned, transport containers should be used.
Processing	If conventional, genetically modified and bioproducts are processed in the same installation there is a risk of contamination, since complete cleaning is not possible for dusty goods, e.g. in mills. The segregation of genetically modified and bioproducts must be increased, based on the findings of a dissemination experiment in the project «Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln» (Supply chain separation of GMOs in food, Wenk <i>et al.</i> , 2001). The aim must be the spatially separated processing of organic and conventional food, which may also contain GMOs in critical products.
Conventional ingredients, additives and processing agents	Permitted conventional ingredients, additives and processing agents may consist of or contain GMOs. The label organisations Demeter and BIO SUISSE no longer permit, or permit only in guaranteed gene technology-free quality, the possible critical starting products, microorganisms or enzymes. For products that have been produced according to the Federal Ordinance on Organic Farming, the critical components will also be prohibited, to reduce the risk of contamination.

Need for research in gene technology-free agriculture

In order for organic farming to remain gene technology-free, efforts to prevent contamination must be supplemented by further research and development in the following areas:

- There is a need for research and development of organically bred crops and livestock.
- The necessary separation distances between fields containing GMOs and GMO-free fields must be examined or verified.
- Increased support must be given to production of additives without gene technology, so that there will be alternatives to organic farming in the long term.
- So that organic farming is not reliant on conventional feed, domestic cultivation of feed must be encouraged, and alternatives to conventional feed concentrates must be sought.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In allen nationalen und internationalen Biorichtlinien ist festgehalten, dass in der biologischen Landwirtschaft und Verarbeitung weder gentechnisch veränderte Organismen noch deren Folgeprodukte (GVO-Erzeugnisse⁵) verwendet werden dürfen. Mittels möglichst lückenloser Warenflusskontrollen, wie dies in der Biokontrolle schon bisher der Fall war, getrennter Systeme und weiterer Regelungen wird versucht, die Verunreinigung oder Vermischung mit GVO-Erzeugnissen zu verhindern. Verschiedene Massnahmen werden dazu z.B. in der Publikation «Bio-Knospe ohne Gentechnik – die Sicherstellung» der BIO SUISSE (Vereinigung Schweizer Biolandbau-Organisationen, 2001) erläutert. Dennoch bleibt die Frage offen, ob und wie der Biolandbau in Zukunft gentechnikfrei bleiben kann, wenn der Anbau von GVO weltweit weiter zunimmt und auch in Europa zunehmend eingeführt werden soll. Da eine Mehrheit der Schweizer Bevölkerung gentechnisch veränderte Lebensmittel ablehnt (79%, Longchamp, 2000), geht es um die Gewährleistung der Wahlfreiheit. Konsumentinnen und Konsumenten sollen sich frei zwischen biologischen, konventionellen und gentechnisch veränderten Lebensmitteln entscheiden können.

1.2 Problemstellung

Gegenseitige Beeinflussung von Anbauflächen gehört zum Alltag landwirtschaftlicher Produktion, da diese in offenen Systemen stattfindet. Negative Beeinflussungen der Bioflächen durch Abdrift von chemisch-synthetischen Hilfsstoffen aus der konventionellen Nachbarparzelle bieten heute schon Probleme für die Qualität biologischer Produkte. Durch den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen werden gentechnikfreie Anbauweisen, insbesondere der Biolandbau, durch weitere Kontaminationen beeinträchtigt.

In der Schweiz wurden bis Ende 2001 noch keine GVO-Freisetzungen bewilligt⁶, in Europa gibt es viele Freisetzungsversuche⁷ und wenige Anbauflächen in Spanien, Bulgarien und Rumänien⁸. Grossflächig werden vor allem in den USA, Kanada, Argentinien und China gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut. Infolge der zu-

⁵ Der Begriff GVO-Erzeugnisse wird in dieser Studie gemäss der Definition in Art 1. der Verordnung über das Bewilligungsverfahren für GVO-Lebensmittel, GVO-Zusatzstoffe und GVO-Verarbeitungshilfsstoffe (VBGVO, SR 817.021.35) verwendet. Danach sind GVO-Erzeugnisse Erzeugnisse die a) gentechnisch veränderte Organismen sind; b) aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt oder direkt (1. Generation) gewonnen werden, auch wenn sie vom Organismus abgetrennt und vom Erbmaterial gereinigt sind; c) mit gentechnisch veränderten Organismen vermischt sind; d) aus Kreuzungen gentechnisch veränderter Organismen oder gentechnisch veränderter mit unveränderten Organismen hervorgehen.

⁶ 1991 wurden zwar gentechnisch veränderte Kartoffeln an der Forschungsanstalt Changins freigesetzt, es gab damals aber kein formelles Bewilligungsverfahren.

⁷ Anzahl Freisetzungsversuche GVO-Pflanzen und GVO-Mikroorganismen in der EU insgesamt: 1712, Freisetzungsversuche von GVO-Pflanzen weltweit: 38'000 (Stand Sept. 2000, www.transgen.de)

⁸ Anbaufläche insgesamt weltweit 2000: ca.44 Mio. ha (<http://www.transgen.de>)

nehmenden Präsenz von GVO-Erzeugnissen sind auf vielen Ebenen Kontaminationen möglich:

- Das Saatgut kann einen kleinen Anteil an gentechnisch veränderten Samen aufweisen.
- Auf dem Feld sind Kontaminationen durch Pollentransfer und Auswilderung möglich.
- Während des Transportes, in Sammelstellen und bei der Verarbeitung können unbeabsichtigte Verunreinigungen passieren.
- Durch zugelassene konventionelle Hilfsstoffe können gentechnisch veränderte Organismen oder deren Folgeprodukte auf den Biohof gelangen.
- Neue Gesetze und Vorschriften auf Bundesebene, welche Spuren von GVO in Produkten, Saatgut usw. zulassen, haben ebenso ein zusätzliches Risiko für den Biolandbau zur Folge.

Der Biolandbau hat also das Problem, dass auf verschiedenen Ebenen unbeabsichtigte Einträge von GVO-Erzeugnissen möglich sind: Vermischungen, Verunreinigungen und Stoffe als solche (z.B. Arzneimittel). In der vorliegenden Studie soll geklärt werden, wie gross das Problem ist und was dagegen unternommen werden soll.

Die vieldiskutierten Risiken der Gentechnik wie z.B. Resistenzentwicklung werden in dieser Studie nicht behandelt. Auch sekundäre Folgewirkungen des grossflächigen Anbaus transgener Kulturpflanzen auf die Umwelt wie Veränderungen der Arten- und Sortenvielfalt und verändertes Unkrautmanagement können im Rahmen dieser Studie nicht weiter betrachtet werden.

1.3 Fragen und Ziele der Studie

1. Auf welcher Ebene der Bioproduktion besteht die Möglichkeit von GVO-Einträgen?
 - Die verschiedenen Kontaminationspfade und -arten wie Saatgut, Pollenflug, Transport, Kompost, Mist usw. werden einzeln analysiert.
 - Der aktuelle Wissenstand sowie Wissenslücken und der Forschungsbedarf werden aufgezeigt.
 - Der Bereich Lebensmittel wurde im BAG-Projekt «Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln» (Wenk et al., 2001) ausführlich untersucht. Dort lag der Fokus beim Warenfluss und kritischen Kontrollpunkten bei Lebensmitteln und Futtermitteln; in der vorliegenden Studie geht es nicht nur um den Warenfluss bei Lebensmitteln und Futtermitteln, sondern um das ganze Produktionssystem, also auch um Tiere, Mikroorganismen, Dünger, usw.
2. Welches sind die bestehenden Massnahmen zur Verhinderung und Verminderung der GVO-Einträge und wie erfolgreich sind sie?
3. Welches sind die offenen kritischen Punkte und welche Massnahmen sind somit zusätzlich nötig (Handlungsbedarf)?

1.4 Erläuterung zu den Begriffen: «hergestellt ohne Gentechnik» und «gentechnikfrei»

Das Ziel des Biolandbaus ist es, durch Massnahmen entlang des Warenflusses möglichst gentechnikfrei zu bleiben, d.h. 0% GVO *anzustreben*. Trotzdem hat sich der Biolandbau in der Regel *keine tieferen Toleranzlimiten* als die gesetzlich festgeschriebenen auferlegt, insbesondere keine Nulltoleranz (Ausnahme: Soil Association in England), aus folgenden Gründen:

- Spuren von GVO sind je nach Land bereits verbreitet anzutreffen, der Biolandbau kann dies nicht verhindern.
- Der Aufwand für 0.0% GVO wäre unverhältnismässig und würde eine Menge Analysen bedingen. Analysenwerte sind jedoch nicht präzise und die Nachweisgrenze ist veränderlich. Wenn die Nachweisgrenze sinkt, steigen die Ansprüche immer weiter. So wäre dann 0.001% GVO auch nicht mehr gentechnikfrei. Analysen können zudem bei stark verarbeiteten Produkten nicht eingesetzt werden, weil diese keine detektierbare DNA mehr enthalten.
- Die Hauptanstrengungen des Biolandbaus liegen bei der Prozess- und nicht bei Endproduktkontrolle. Qualitätsverbesserungen sind nur so erreichbar.

Die Biolandbauorganisationen sollen trotzdem diskutieren, ob sie tiefere, praktikable Deklarationslimiten festlegen wollen (v.a. für Saatgut) (siehe auch Kapitel 5 und 6.4).

«Gentechnikfrei» bezüglich Verunreinigungen wird somit in diesem Bericht im Sinne der gesetzlichen Deklarationslimiten (siehe Kapitel 3.2) (bzw. bei der BIO SUISSE-Produktion bei Futtermitteln im Sinne des strengeren Grenzwertes) verstanden, mit dem Anspruch auf tiefstmögliche Senkung der GVO-Spuren in Bio-Produkten. «Gentechnikfrei» bezüglich der Produktionsweise schliesst jedoch natürlich alle GVO und deren Folgeprodukte aus, mit Ausnahme der Arzneimittel.

2 Abgrenzung des betrachteten Systems vom Umfeld

Das zu betrachtende System besteht aus der Bioproduktion und verschiedenen Elementen, welche diese beeinflussen (s. Abb. 1). Die zu schützende Bioproduktion besteht aus der landwirtschaftlichen Produktion mit Pflanzenbau und Tierhaltung sowie aus der Verarbeitung und dem Handel (s. Abb. 2). Der konventionelle Landbau und der Anbau von transgenen Pflanzen wird in die Systembetrachtung einbezogen, da von dort die Kontaminationsgefahren kommen.

Schwerpunktmässig wird die Situation für den Biolandbau in der Schweiz betrachtet. Die Situation im Ausland wird soweit beleuchtet, wie sie für den Import von Produktionshilfsstoffen und Bioprodukten relevant ist.

Die folgenden *möglichen* Kontaminationspfade (siehe Abb. 2) werden in der Systemanalyse vertieft betrachtet:

Pflanzenbau

- Saatgut kann mit GVO verunreinigt sein (Pollentransfer, ungenügende Warenflusstrennung).
- Saat- und Pflanzgut kann gentechnisch verändert sein: unwahrscheinlich, dass solches auf den Biohof gelangt.
- Durch Pollenflug, Insektenflug und Verwilderung können gentechnisch veränderte Pollen, Samen und Pflanzen auf Biofelder gelangen; über Bienen können gentechnisch veränderte Pollen in den Honig gelangen.
- Durch Zukauf von Pflanzenschutzmitteln, Dünger, Erden und Substraten (v.a. durch Zukauf für Spezialkulturen) können GVO-Erzeugnisse auf den Biohof gelangen.

Tierzucht und -haltung

- Zugekaufte Tiere können gentechnisch verändert sein: unwahrscheinlich, dass diese auf Biohof gelangen.
- Zugekaufte Tiere können mit gentechnisch verändertem Futter ernährt worden sein.
- Tierarzneimittel können GVO-Erzeugnisse sein.
- Futtermittel können mit GVO-Erzeugnissen verunreinigt sein, da ein Teil des Futters aus nicht-biologischem Anbau stammen darf.

Verarbeitung und Handel

- Erlaubte konventionelle Zutaten/Rohstoffe können gentechnisch verändert bzw. mit GVO-Erzeugnissen verunreinigt sein.
- Bei bestimmten Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffen besteht das Risiko, dass GVO-Erzeugnisse eingesetzt werden (z.B. organische Säuren, Joghurt-Kulturen, Lab und Enzyme).
- Trotz weitgehend getrennter Warenflusssysteme und -kontrolle sind Verunreinigungen möglich.

Die relevanten Deklarationsvorschriften, die Bioverordnung sowie die Richtlinien der privaten Biolandbauorganisationen werden in die Systembetrachtung einbezogen und in dieser Studie erörtert. Die dort enthaltenen Bestimmungen streben bereits jetzt eine grösstmögliche Freiheit von GVO-Erzeugnissen an (s. Kapitel 3). Der gegenwärtige Stand der Labor- und Messtechnik ermöglicht den qualitativen und quantitativen Nachweis von GVOs; um Kenntnisse über das Ausmass von Verunreinigungen zu erlangen, sind solche Untersuchungen nötig.

Das Umfeld umfasst noch weitere Elemente, welche das betrachtete System beeinflussen können. Dazu gehören die Gesellschaft und die Politik, deren Meinung sich in den Gesetzen widerspiegeln. Die Meinung ist wiederum teilweise abhängig vom Stand der Forschung, einerseits der Forschung an transgenen Pflanzen und Tieren mit ihren Erfolgen und Misserfolgen und andererseits von den Ergebnissen der Risikoforschung und Technologiefolgenabschätzung. Dieses Umfeld wird in dieser Studie jedoch nur am Rande betrachtet.

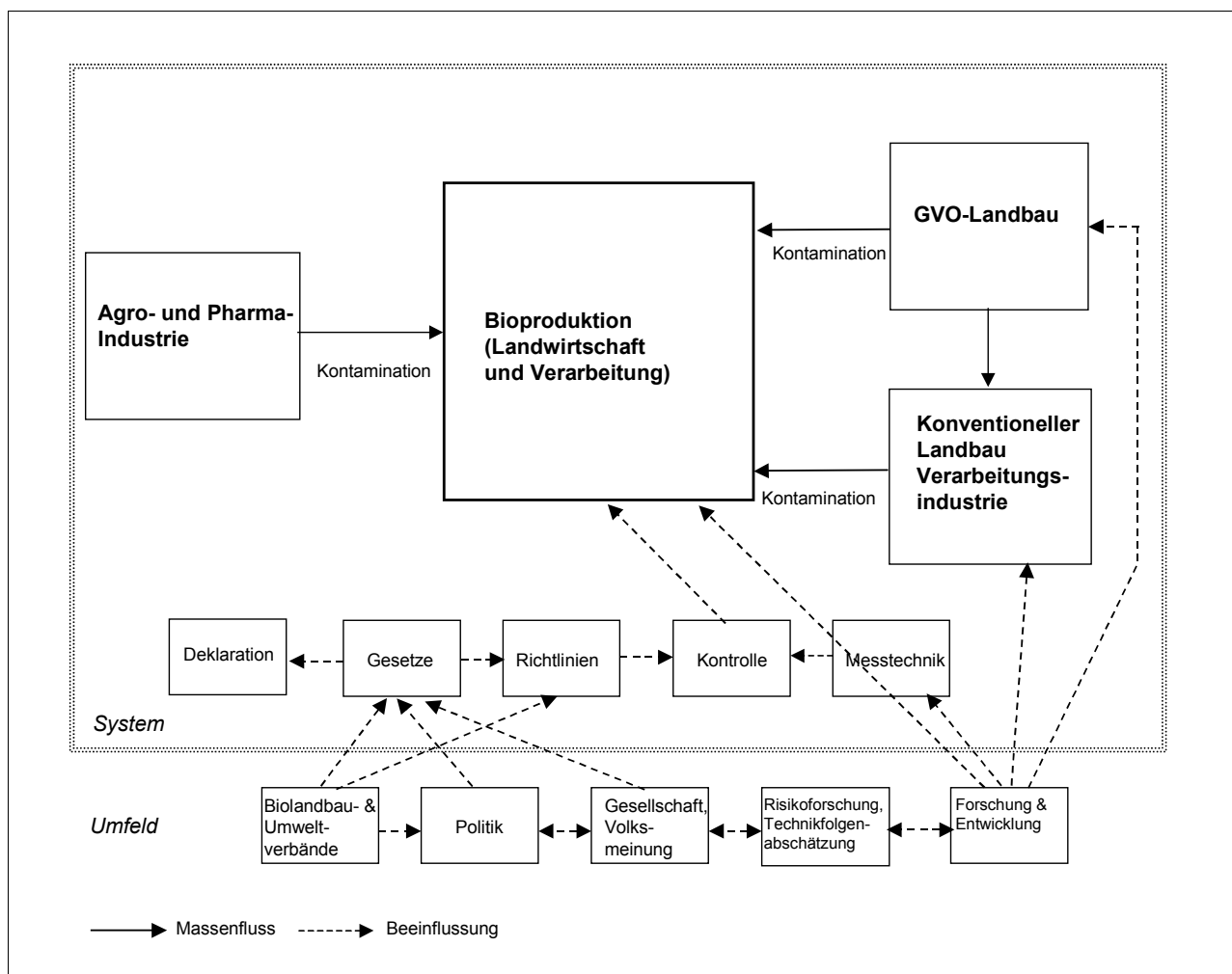


Abbildung 1: Abgrenzung vom untersuchten System und vom Umfeld mit Bezeichnung der Massenflüsse und Beeinflussungen

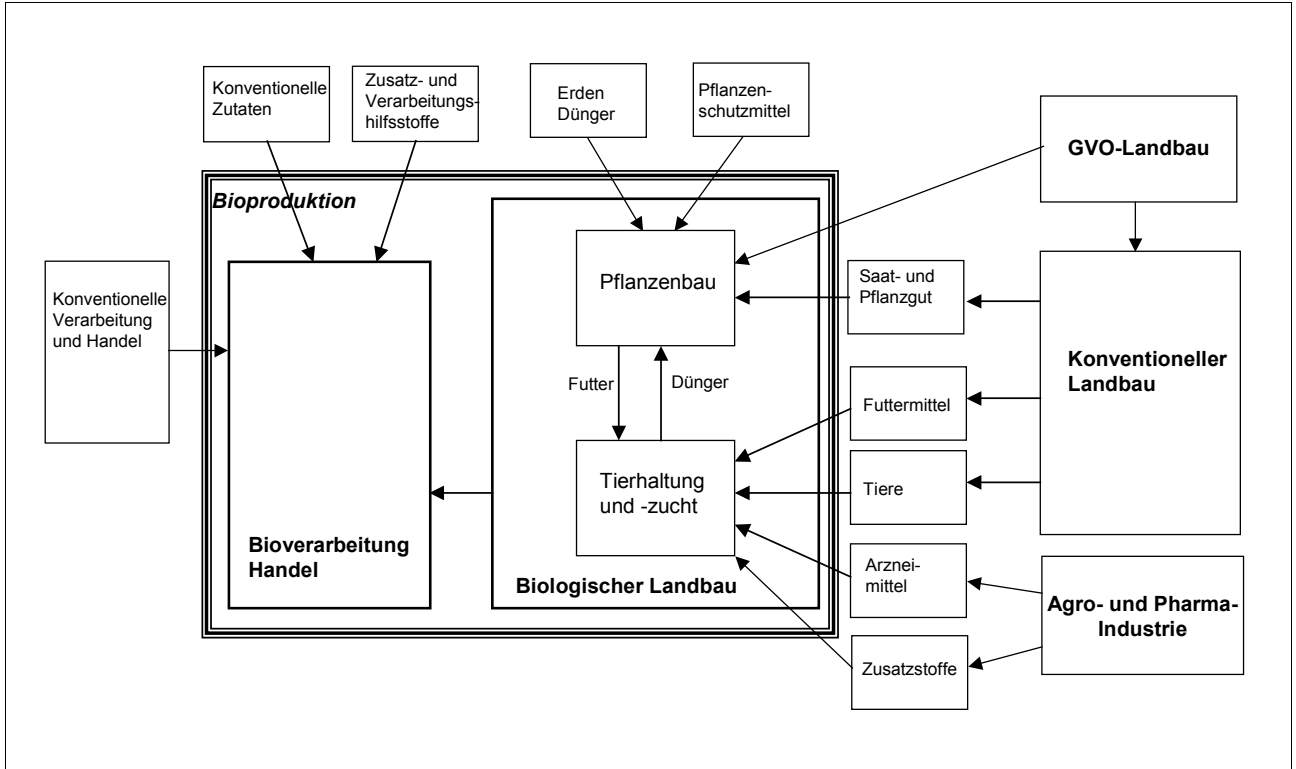


Abbildung 2: Mögliche Kontaminationen des Biolandbaus durch GVO-Erzeugnisse

3 Grundsätze und Richtlinien des Biolandbaus, Deklaration, zugelassene GVO und Nachweismethoden

3.1 Grundsätze, Verordnungen und Richtlinien im Biolandbau

3.1.1 Biolandbau nur ohne Gentechnik

Biologischer Landbau basiert auf einer ganzheitlichen Betrachtung natürlicher Zusammenhänge. Das Ziel der biologischen Landwirtschaft ist eine vielfältige Produktion mit weitgehend geschlossenen Stoffkreisläufen in einem nachhaltig stabilen Agrarökosystem ohne den Einsatz von chemisch-synthetischen Mitteln. Gleichzeitig soll die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Naturraums erhalten oder sogar gesteigert werden.

Lösungsansätze im Biolandbau gehen von den konkreten Anbauproblemen und Krankheitserregern aus, die allerdings meistens nicht als isolierte Einzelfaktoren reguliert werden, sondern mit einem dem System angepassten Massnahmenpaket, z.B. Pflege der Bodenfruchtbarkeit, Förderung der Pflanzengesundheit, Nützlingsförderung, Fruchtfolge, standortangepasste Sortenwahl. Der Systemansatz, präventive Massnahmen sowie die Förderung der natürlichen Abwehrkräfte der Pflanzen und Tiere sind wichtige Schlüsselemente im Biolandbau (Koechlin, 1999).

Transgene Pflanzen und Tiere hingegen dienen der Weiterführung einer konventionellen, industrialisierten Landwirtschaft. Diese denkt weniger in Systemzusammenhängen, sondern setzt auf monokausale Lösungen und kuriert Symptome, die notabene oft durch die einseitige Monokultur-Landwirtschaft hervorgerufen wurden. Die Gentechnik reduziert dabei die Natur und die Organismen auf eine beherrschbare Maschine. Die Auswirkungen auf Zusammenhänge und Wirkungsgefüge der Ökosysteme bleiben dabei weitgehend unberücksichtigt. Ebenso bringt die Gentechnik keine Lösungen für die sozialen und ökologischen Probleme der Landwirtschaft, sondern kann diese sogar noch verstärken (weitere Vergrösserung der Abhängigkeit der Landwirtschaft von der Industrie) (Beck *et al.*, 1999).

Die Grundprinzipien der Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft und des biologischen Landbaus sind deshalb gegensätzlich und unvereinbar (siehe auch Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau *et al.*, 1998, Lünzer, 2000, Beck *et al.*, 1999).

3.1.2 Bio-Verordnung und Bio-Richtlinien in der Schweiz

Für die Bioproduktion in der Schweiz gilt die «Verordnung über die biologische Landwirtschaft und die entsprechende Kennzeichnung der pflanzlichen Erzeugnisse und Lebensmittel», kurz «Bio-Verordnung» (SR 910.18). Diese stützt sich hauptsächlich auf das Landwirtschaftsgesetz (Artikel 14.1a, Artikel 15 und 177) sowie auf das Lebensmittelgesetz (Artikel 21).

Die privatrechtlichen Richtlinien der BIO SUISSE, von Migros-Bio und von Demeter, welche nachfolgend kurz beschrieben sind, bauen auf der Bio-Verordnung

auf (siehe Abbildung 3). Dabei werden bei den jeweiligen Labeln einzelne Aspekte ausführlicher beschrieben oder zusätzliche Anforderungen ergänzt. Bei Demeter werden zum Teil einzelne Aspekte nicht mehr in den Richtlinien speziell aufgeführt, es gelten dann die Bestimmungen der Bio-Verordnung oder der BIO SUISSE.

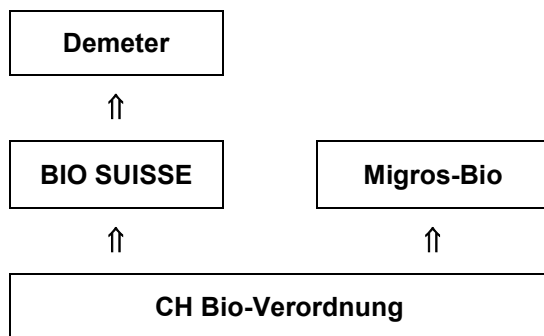


Abbildung 3: Aufbau der Richtlinien

Biolandbau und Gentechnik

Es folgen nun Auszüge aus den Richtlinien im Bezug auf die Gentechnik. Es sind im weiteren spezielle Artikel über Aspekte aufgeführt, welche in den anderen Richtlinien anders oder nicht in diesem detaillierten Grade aufgeführt sind.

Bio-Verordnung

Art. 3c: «Auf den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen und deren Folgeprodukte wird verzichtet. Davon ausgenommen sind veterinärmedizinische Erzeugnisse.»

Migros-Bio-Richtlinien (1.3.1999)

«Der Einsatz von Saatgut und Pflanzen, die gentechnisch verändert wurden, ist nicht erlaubt. Jeglicher Einsatz von gentechnisch veränderten Produkten und ihrer Folgeprodukte ist ausgeschlossen.»

BIO SUISSE-Richtlinien (1.1.1999, mit Änderungen vom 23.9.1999)

«Auf gentechnische Eingriffe und den Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) und deren Folgeprodukte wird im biologischen Landbau (Anbau und Verarbeitung) verzichtet.» Zwei Weisungen konkretisieren dies für die kritischen Bereiche Futtermittel und Verarbeitung.

- *Weisung Futtermittel ohne Gentechnik:* für alle kritischen Futtermittelkomponenten muss eine Bestätigung betreffend Nichteinsatz vorliegen und zusätzlich ein analytischer Nachweis, entweder des Produktes selber (bei Produkten, welche DNA enthalten) oder des Ursprungsorganismus (bei Produkten, welche keine DNA mehr enthalten); siehe Kapitel 4.7.
- *Weisung bezüglich Verarbeitung:* zur Zeit darf Soja, Mais und Raps (inkl. Folgeprodukte) nur in zertifiziert biologischer Qualität eingesetzt werden. Bei risikobehafteten Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffen (z.B. Lab, Enzyme) sowie

Kulturen ist vom Hersteller des Produktes eine Bestätigung betreffend GVO-Freiheit einzuholen (siehe Kapitel 4.8).

DEMETER CH-Richtlinien (1.1.2000)

«Es werden in der biologisch-dynamischen Landwirtschaft bewusst nicht eingesetzt: gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere, gentechnisch veränderte Organismen und deren Folgeprodukte und Organismen, die mit Hilfe der Gentechnik hergestellt sind.»

- *Saatgut*: darf nicht von Sorten stammen, die mit Hilfe der Gentechnologie gezüchtet wurden.
- *Futterzukauf* von konventionellem Mais und Soja ist nicht erlaubt.
- *Verarbeitung*: Die Verarbeitung der DEMETER-Rohprodukte und/oder das Abfüllen der verarbeiteten Produkte als empfindlichste Punkte in der Herstellung dürfen ausschliesslich auf Anlagen geschehen, über welche keine gentechnisch veränderten Produkte laufen resp. keine Produkte, welche in konventioneller Qualität bereits gentechnisch verändert im Handel sind (zurzeit betrifft dies Soja und Mais).

3.1.3 Bio-Richtlinien in der EU und International

Derselbe Inhalt wie in der Schweizerischen Bio-Verordnung wird in der EU-Öko-Verordnung über ökologischen Landbau (EWG Nr. 2092/91 und EG Nr. 1804/99,10) festgehalten.

Auch die internationale Vereinigung der Biolandbauorganisationen IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) hat in ihren «Basisrichtlinien» (darauf stützen sich alle privatrechtlichen Biolandbau-Richtlinien ab) den absoluten Verzicht auf Gentechnik vorgeschrieben:

IFOAM Basisrichtlinien

Die Gentechnologie steht im Widerspruch zu den Prinzipien des ökologischen Landbaus. Langfristige Risiken für die Lebensmittelqualität und für das Ökosystem sind nicht genügend bekannt.

Mindestanforderungen bezüglich GVO und GVO-Derivate:

- Wahl der Kulturpflanzenarten und -sorten: Der Einsatz von gentechnisch verändertem Saatgut und von transgenen Pflanzen ist nicht zugelassen.
- Pflanzenschutz und Beikrautregulierung: Die Anwendung von gentechnisch modifizierten Organismen ist nicht zugelassen.
- Rassen und Zucht: Gentechnisch modifizierte Arten und Rassen sind nicht zugelassen.
- Futterzusatzstoffe: gentechnisch modifizierte Organismen oder deren Erzeugnisse dürfen nicht im Futter enthalten sein, beigemischt oder in irgendeiner Form verabreicht werden.

- Lagerung und Transport: konventionelle und ökologisch erzeugte Produkte dürfen nur dann zusammen gelagert und transportiert werden, wenn sie verkaufsfertig verpackt und gekennzeichnet sind.
- Verarbeitungsmethoden: Gentechnisch veränderte Organismen oder deren Produkte dürfen den Lebensmitteln nicht zugesetzt werden.

Die Basisrichtlinien der IFOAM beschreiben einen Rahmen, der als weltweiter Massstab für ökologische Landbewirtschaftung gelten soll. Die jeweilig nationalen Organisationen sind ausdrücklich dazu angehalten, eigene Richtlinien, angepasst an die Bedingungen des Landes, zu erstellen. Diese nationalen Richtlinien können durchaus strenger sein als die IFOAM-Basisrichtlinien.

FAO/WHO Standard Programm, Codex Alimentarius Kommission (CAC/GL 32-1999): (Richtlinien für die Produktion, Verarbeitung, Deklaration und Vermarktung von organisch produzierten Nahrungsmitteln)

- Alle Rohstoffe und/oder Produkte, hergestellt aus gentechnisch veränderten Organismen, sind nicht vereinbar mit den Prinzipien des Biolandbaus (weder Produktion, Herstellung noch Verarbeitung) und deswegen nicht zugelassen nach diesen Richtlinien.
- Gentechnisch veränderte Mikroorganismen und Enzyme und deren Folgeprodukte sind nicht erlaubt.

Zusammenfassend: Biolandbau verzichtet weltweit grundsätzlich auf gentechnisch veränderte Organismen sowie auf alle Folgeprodukte. Alle Biorichtlinien beschreiben den Ausschluss der Gentechnik im Kontext der Prozessbetrachtung.

3.2 Deklaration/Kennzeichnung von GVO-Erzeugnissen (Stand Mitte 2001)

Die Gesetzgebung und somit auch die Deklarations- und Kennzeichnungsvorschriften sind derzeit einem ständigen Wandel unterworfen. Die nachfolgend aufgeführten Vorschriften beziehen sich auf den Stand Mitte 2001.

3.2.1 Deklaration von GVO-Erzeugnissen im Lebensmittelbereich Schweiz

In der Lebensmittelverordnung (LMV SR 817.02) (geändert am 1. Juli 1999) wird festgelegt, was gentechnisch veränderte Organismen sind. Es wurde ebenfalls eine Bewilligungspflicht (Art. 15) sowie eine Deklarationspflicht (Art. 22b) für GVO-Erzeugnisse (Lebensmittel, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe) eingeführt. Lebensmittel werden demnach in drei Kategorien eingeteilt:

- Kategorie 1: Der Anteil an (bewilligtem) gentechnisch verändertem Ausgangsmaterial beträgt mehr als 1%: Sie müssen als «genetisch verändert» oder «gentechnisch verändert» deklariert werden.

- Kategorie 2: Herkömmliche Produktion ohne beabsichtigte Vermischung sowie ausreichend gereinigte raffinierte Erzeugnisse (Massenanteil bewilligter GVO kleiner als 1%): keine Kennzeichnung nötig.
- Kategorie 3: Lebensmittel die mit «ohne Gentechnik hergestellt» deklariert werden: Bei diesen Lebensmitteln muss anhand einer lückenlosen Dokumentation belegt werden, dass sie keine GVO enthalten (Massenanteil GVO kleiner als 1%) bzw. ohne den Einsatz von GVO produziert worden sind, und es muss ein gleichartiges gentechnisch verändertes Produkt bewilligt worden sein.

Auf die Deklaration von Lebensmitteln, Zusatzstoffen oder Verarbeitungshilfsstoffen kann verzichtet werden, wenn sie vom gentechnisch veränderten Organismus abgetrennt, gereinigt und chemisch definierbar sind.

Europa/EU

Lebensmittel und Lebensmittelzusätze, die aus genetisch veränderten Organismen bestehen, solche enthalten oder aus solchen hergestellt wurden, fallen unter die Spezialvorschriften der Novel Food Verordnung (EG 258/97). Die Kennzeichnung für diese Produkte muss unter anderem Angaben über vorhandene Inhaltsstoffe enthalten, die in bestehenden, gleichwertigen Lebensmitteln nicht enthalten sind und gegen die ethische Vorbehalte bestehen. Sie muss ausserdem Angaben über das Vorhandensein von GVO enthalten.

Im Januar 2000 wurden zwei neue Verordnungen (EG Nr. 49/2000 und 50/2000) zur Kennzeichnung von Produkten mit GVO veröffentlicht.

- EG 49/2000: Wenn Lebensmittelzutaten bis zu einem Anteil von höchstens 1% aus gentechnisch verändertem Mais oder Sojabohnen bestehen, sind sie von einer Kennzeichnungspflicht befreit. Diese Ausnahme gilt jedoch nur dann, wenn der betreffende Händler oder Hersteller nachweisen kann, dass «geeignete Massnahmen ergriffen wurden, um zu vermeiden, dass gentechnisch veränderter Mais oder Soja (oder Produkte daraus) als Ausgangsprodukt verwendet wurden». Bewusste Vermischungen mit gentechnisch veränderten Rohstoffen fallen unabhängig von der Höhe des Anteils generell unter die Kennzeichnungspflicht (d.h. wenn bei einer Kontamination bis 1% nicht gezeigt werden kann, dass geeignete Massnahmen zu deren Vermeidung getroffen wurden, muss gekennzeichnet werden). Davon weiterhin ausgenommen bleiben jene Zutaten wie etwa Öle und Fette, bei denen nicht nachgewiesen werden kann, ob sie aus transgenen Pflanzen stammen.
- EG 50/2000: Zusatzstoffe und Aromen müssen künftig im Zutatenverzeichnis deklariert werden, wenn sie aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen oder daraus hergestellt wurden.

Im Juli 2001 wurde von der EU-Kommission ein erster Entwurf für eine neue EU-Verordnung für gentechnisch modifizierte Lebens- und Futtermittel vorgelegt (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2001). Diese sollen aus dem Regelungsbereich der Novel-Food-Verordnung herausgelöst werden und einem eigenen Gesetz unterstellt werden. Die wesentlichsten Änderungen: Der Geltungsbereich umfasst Lebensmittel, Lebensmittelzutaten und Futtermittel. Im Vorschlag wird gefordert, alle Lebens- und Futtermittel zu kennzeichnen, wenn sie auf gentechnisch veränderte Organismen zurückzuführen sind. Weiterverarbeitete Produkte

müssen danach so gekennzeichnet werden, dass der Weg dieser Organismen in der Nahrungsmittelkette zu dem jeweiligen Produzenten zurückverfolgt werden kann. Dies ist nur möglich mit einer lückenlosen, warenstrombegleitenden Dokumentation. Ausgenommen von der Kennzeichnungspflicht sind nur zufällige, unbeabsichtigte GVO-Verunreinigungen bis zu einem Schwellenwert, dessen Höhe noch festzulegen ist.

Die Pläne der Kommission sollen zur Diskussion dem Europaparlament und den EU-Mitgliedsstaaten vorgelegt werden, spätestens 2003 soll eine Regelung in Kraft treten.

USA

Zurzeit gibt es in den USA keine spezifischen gesetzlichen Bestimmungen, welche die Kennzeichnung von Produkten regeln, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen, solche enthalten oder aus solchen hergestellt wurden. Dies gilt für alle US-Behörden und sämtliche Produktkategorien. Jedoch ist die freiwillige oder obligatorische Kennzeichnung derzeit in Diskussion. Anfang 2001 hat die Lebensmittelbehörde FDA Leitlinien zur freiwilligen Kennzeichnung veröffentlicht. Darin werden Formulierungen für das Produktetikett vorgeschlagen, wenn Hersteller freiwillig auf die Nutzung von GVOs hinweisen wollen, oder aber, wenn deutlich gemacht werden soll, dass bei einem Produkt keine gentechnisch veränderten Organismen verwendet wurden (www.transgen.de, Jan. 2001).

3.2.2 Deklaration von GVO-Erzeugnissen im Futtermittelbereich

Schweiz

Die Futtermittel-Verordnung (Verordnung vom 26. Mai 1999 über die Produktion und das Inverkehrbringen von Futtermitteln, SR 916.307) regelt in Art. 6 die Zulassung und in Art. 23 die Kennzeichnung von GVO in Futtermitteln. Die zugelassenen Produkte sind in der Verordnung SR 916.307.11 aufgelistet (siehe Kapitel 3.3)

Mischfutter muss als GVO gekennzeichnet werden, wenn über 2% im Futtermittel oder in der Einzelkomponente nachweisbar sind. Bei Einzelfuttermitteln gilt die Kennzeichnungspflicht erst ab 3%.

EU

Zurzeit wird der Entwurf der EU Kommission zur Novel Feed Verordnung diskutiert. In dieser Verordnung wird ähnlich wie in der Novel Food Verordnung sowohl die Kennzeichnung als auch die Zulassung von GVO in Futtermitteln geregelt.

Futtermittelzusatzstoffe, die GVO enthalten, sind nach der Richtlinie 90/220/EWG (die ab Oktober 2002 durch die RL 2001/18/EWG ersetzt wird) genehmigungspflichtig.

Futtermittelzusatzstoffe, die aus GVO hergestellt wurden, jedoch keine DNA mehr enthalten, sind dagegen weder nach Freisetzungsrichtlinie noch nach Novel Food Verordnung (258/97) genehmigungs- oder kennzeichnungspflichtig. Daher kann heute keine sichere Aussage darüber gemacht werden, inwieweit derzeit Futtermittelzusatzstoffe in der EU auf dem Markt sind, die aus GVO hergestellt wurden (persönliche Mitteilung Hiltrud Breyer, Mitglied des Europäischen Parlamentes 15.5.2001). Es werden jedenfalls mehrere Enzyme, die aus gentechnisch veränder-

ten Mikroorganismen gewonnen werden, als Futtermittelzusatzstoffe verwendet (z.B. Amylasen, Phytasen) (www.transgen.de, Anfang 2002).

In der neuen Gentechnik-Verordnung sollen Lebensmittel und Futtermittel gemeinsam geregelt werden (siehe 3.2.1 Europa/EU).

USA

Wie bei den Lebensmitteln gibt es auch zu Futtermitteln keine Kennzeichnungsbestimmungen.

3.2.3 Deklarationsvorschriften beim Saatgut

Schweiz

Der Bundesrat hat am 5. Juni 2000 eine Änderung der Saatgut-Verordnung (Verordnung vom 7. Dezember 1998 über die Produktion und das Inverkehrbringen von pflanzlichem Vermehrungsmaterial, SR 916.15) verabschiedet, welche die Einführung einer Toleranzgrenze von 0.5% für Verunreinigungen von gentechnisch veränderten Organismen in Saatgutposten vorsieht (nur für zugelassene Sorten). Das EVD (Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement) begründet diesen Schritt mit dem Hinweis auf «unvermeidbare Verunreinigungen, die trotz vorgeschriebenem Qualitätssicherungssystem auftreten können». In erster Linie verpflichtet die Saatgut-Verordnung die Importeure dazu, alles vorzukehren, damit Posten von traditionellem Saatgut nicht mit GVO verunreinigt werden. Trotzdem auftretende GVO-Spuren werden nicht generell hingenommen. Die Toleranz gilt nur für GVO, die aus Staaten mit gleich hohem Niveau des Umweltschutzes stammen. Die Saatgutverordnung macht zur Bedingung, dass die Umweltverträglichkeit nach den Vorschriften der schweizerischen Freisetzungsverordnung oder in einem gleichwertigen ausländischen Verfahren geprüft wurde. Die gentechnischen Endprodukte (Lebens- oder Futtermittel), die aus dem Saatgut entstehen, müssen ausserdem in der Schweiz zugelassen sein (dies sind momentan 3 Maissorten und 1 Sojasorte, siehe Kapitel 3.3).

EU

Die Europäische Kommission hat im März 2001 einen Vorschlag für rechtliche Regelungen bezüglich zulässiger, unbeabsichtigter GVO-Verunreinigungen von konventionellem Saatgut veröffentlicht. Laut dem Arbeitspapier sollen Kontaminationen mit Gentech-Sorten, die unter der EU Richtlinie 90/220 zugelassen sind, im Fall von auskreuzenden Sorten einen Grenzwert von 0.3% und im Fall von selbstbestäubenden beziehungsweise sich vegetativ vermehrenden Sorten einen Grenzwert von 0.5% sowie im Fall von Erbsen und Soja 0.7% nicht überschreiten. Für in der EU nicht zugelassene Gentech-Sorten besteht ein Grenzwert von 0%. Zusätzlich sieht die Kommission längere zeitliche Abstände zwischen dem Anbau von gentechnisch veränderten Sorten und Nicht-Gentechsorten vor (2–5 Jahre) (Genethischer Informationsdienst April/Mai 2001). Überlagernd zu diesen Bestimmungen gelten die jeweils nationalen und kulturabhängigen Bestimmungen der Saatgutvermehrung, welche Grenzwerte für Verunreinigungen mit Fremdsamen festlegen (meist 0.1 bis 1%).

USA

Zur Zeit gibt es keine Kennzeichnungsbestimmungen.

3.2.4 Deklarationsvorschriften bei tierischen Erzeugnissen

Bei tierischen Erzeugnissen lässt sich, solange das Tier nicht selbst gentechnisch verändert ist, der Einfluss von gentechnisch veränderten Futtermitteln oder Medikamenten in der Regel nicht nachweisen. Die Deklaration gestaltet sich gemäss Bundesamt für Gesundheit (BAG) folgendermassen:

- Kategorie 1: Es handelt sich um tierische Erzeugnisse von gentechnisch veränderten Tieren: Sie müssen als «genetisch verändert» oder «gentechnisch verändert» deklariert werden.
- Kategorie 2: Die Erzeugnisse stammen von herkömmlichen Tieren. Medikamente und Prophylaxe-Präparate sowie Futtermittel⁹, welche die Tiere eingenommen haben, können GVO enthalten oder mit Hilfe von GVO hergestellt werden: keine Kennzeichnung nötig.
- Kategorie 3: Mit lückenloser Dokumentation wird gezeigt, dass das Erzeugnis ohne Gentechnik hergestellt wurde, d.h. keine gentechnisch veränderten Tiere sowie keine gentechnisch veränderte Futtermittel zur Anwendung kamen. Damit die Deklaration einen Informationswert erhält, ist vorauszusetzen, dass in der Schweiz gleichartige, gentechnisch veränderte Erzeugnisse bewilligt worden sind. Medikamente oder Prophylaxe-Präparate können aber GVO enthalten oder mit Hilfe von GVO hergestellt werden: Das Erzeugnis wird als «ohne Gentechnik hergestellt» deklariert.

3.2.5 Deklarationsvorschriften bei Arzneimitteln Schweiz

Arzneimittel der Human- und Veterinärmedizin, welche GVO enthalten oder aus solchen bestehen, müssen in der Schweiz deklariert werden (Interkantonale Kontrollstelle für Heilmittel, 1999).

Häufig handelt es sich bei Medikamenten Folgeprodukte von GVO, also Wirkstoffe, die zwar mit Hilfe von gentechnischen Organismen hergestellt wurden, bei denen sich aber die gentechnische Veränderung beim Produkt nicht mehr nachweisen lässt.

EU

Es besteht keine besondere Kennzeichnungspflicht für Medikamente, die mit Hilfe von GVO hergestellt wurden.

⁹ Ein Einzelfuttermittel muss ab 3%, ein Mischfuttermittel ab 2% GVO-Anteil als „gentechnisch verändert“ deklariert werden.

3.3 Zugelassene GVO-Erzeugnisse in der Schweiz

Zum Import, aber nicht zum Anbau, sind in der Schweiz folgende gentechnisch veränderte Pflanzen für die Verwendung in Lebensmitteln und Futtermitteln zugelassen (www.bag.admin.ch, Stand 6.9.2001)

Pflanze	Firma	Bewilligt seit
Roundup-Ready-Soja	Monsanto	20. Dez. 1996
Bt176 Mais	Novartis	6. Jan. 1998
Bt11 Mais	Novartis	14. Okt. 1998
Mon810 Mais	Monsanto	27. Juli 2000

Für Lebensmittel sind im weiteren die Vitamine B12 und B2 zugelassen.

Für Futtermittel sind zudem von allen Sorten, die in der EU, der USA oder in Kanada zugelassen sind, Maiskleber, Maiskleberfutter, Maisspindelmehl, Sojaextraktionsschrot und Sojakuchen zugelassen (Verordnung des BLW über die GVO-Futtermittelliste, 916.307.11)

Für den kommerziellen Anbau sind in der Schweiz keine transgenen Pflanzen bewilligt; es wurden bislang (Ende 2001) auch noch keine Freisetzungsversuche bewilligt.

Weltweit wurden an über 100 Sorten von Nutzpflanzen gentechnische Veränderungen vorgenommen, etwa 40 Sorten von transgenen Nutzpflanzen werden kommerziell angebaut, vor allem Mais, Soja, Raps und Baumwolle (OECD, 2000, Transgen, 2001). Etwa 74% der Genveränderungen der zur Zeit angebauten Sorten betrifft Herbizidtoleranz, 19% Insektenresistenz und 7% eine Kombination von Herbizid- und Insektenresistenz. Transgene Pflanzen mit Pilz- und Virusresistenz, Veränderungen der Verarbeitungs- und Nahrungsmittelqualität werden zur Zeit in Freisetzungsversuchen getestet.

Es sind noch keine gentechnisch veränderten Tiere auf dem Markt. Die Zulassung von gentechnisch verändertem Lachs ist in den USA zur Zeit in Diskussion. Sollte die amerikanische Lebensmittelbehörde FDA dem Antrag zustimmen, wären die Lachse die ersten gentechnisch veränderten Tiere, die kommerziell genutzt und als Lebensmittel in den Handel kommen (Transgen, 2000).

3.4 Nachweis von gentechnisch veränderter DNA: Stand der Labortechnik

Gentechnikfreie Systeme sollen in erster Linie durch lückenlose Warenflusstrennung erreicht werden. Analytik ist zur Kontrolle und zum Feststellen von unabsichtlichen Verunreinigungen dennoch nötig. Die technische Nachweisgrenze liegt heute bei 0.01 bis 1%, je nach Verarbeitungsgrad des Produktes, Pflanzensorte und Analyseverfahren. Als sichere Nachweisgrenze für nicht allzustark verarbeitete Produkte wird 0.1% für den Vollzug verwendet (mündliche Auskunft André Herrmann, Kantonales Laboratorium Basel-Stadt). Manche Produkte sind so stark verarbeitet, dass im Produkt keine oder kaum mehr DNA mehr vorhanden ist und somit auch nicht nachgewiesen werden kann.

Für den Nachweis gentechnisch veränderter DNA werden verschiedene Methoden angewendet:

Es gibt sogenannte *Screeningmethoden*, mit welchen untersucht wird, ob bekannte Gensequenzen in der Probe vorkommen. Es sind Genelemente, die bei der Herstellung gentechnisch veränderter Pflanzen oft verwendet werden und deshalb in mehr als 90% der zu untersuchenden Proben nachweisbar sind. Mit der Screeningmethode können nur qualitative Aussagen gemacht werden.

Bei den *spezifischen Methoden* werden gezielt die neu eingeführten DNA-Sequenzen detektiert, die für bestimmte gentechnisch modifizierte Pflanzen typisch sind, z.B. eine spezifische Detektion für RoundUp Ready® Sojabohnen. Zur Quantifizierung der GVO-Menge einer Probe wird die sogenannte Real-Time-PCR (Polymerase-Kettenreaktion) verwendet.

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

- Repräsentative Probenahme: Für gewisse Produktgruppen ist die Probenahme standardisiert, doch wie man aus einer Schiffsladung Sojaschrot oder einem Mischfuttersack eine repräsentative Probe entnimmt, ist bis heute noch nicht genau festgelegt.
- Aufbereitung der Proben: Das Vorgehen für die Extraktion des Erbmaterials ist wenig standardisiert, und es gibt verschiedene Methoden dafür.
- Die eigentliche GVO-Analytik kann mit verschiedenen Methoden erfolgen.

Die Varianzen betragen bei der Real-Time PCR-Methode 10 bis 15%.

Resultate über 5% GVO-Gehalt sind mit einer grösseren Unsicherheit behaftet, weil der GVO-Gehalt im Verhältnis zu Referenzproben mit Gehalten von 0.1, 0.5, 1, 2 und 5% 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. Die Schweizer Labors finden deshalb, dass der GVO-Gehalt mit genügender Sicherheit gemessen werden kann, um die Einhaltung der Deklarationslimiten und der Toleranzwerte zu überprüfen (Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID, 22.3.01).

4 Kontaminationsmöglichkeiten und Massnahmen

In diesem Kapitel werden die möglichen Kontaminationen des Biolandbaus durch gentechnisch veränderte Organismen betrachtet sowie die bestehenden und ergänzenden Massnahmen erläutert. Die Kapitel folgen der Einteilung der Systemanalyse von Kapitel 2: Pflanzenbau (Saatgut, Pollenflug, Hilfsstoffe), Tierhaltung (Tiere, Arzneimittel, Futtermittel) und Verarbeitung und Handel (Warenfluss, Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffe).

Verschiedene Aspekte der Kontamination mit GVO kommen in den Bereichen Saatgut, Futtermittel und Lebensmittel vor. Die folgende Tabelle 1 zeigt dies auf und gibt an, welches Problem in welchem Kapitel behandelt wird.

Tabelle 1: Überschneidung der Probleme und Massnahmen

Verunreinigung/Vermischung	Saatgut * ¹⁰	Futtermittel	Lebensmittel	Kapitel
Saatgut	x	x	x	4.1
Sä- und Erntemaschinen	x	x	x	4.1
Pollendrift und Verwilderung	x	x	x	4.3
Sammelstellen und Reinigungsanlagen	x	x	x	4.8
Transport	x	x	x	4.8
Umladevorgänge		x	x	4.8
Mühlen/Verarbeitung		x	x	4.8 (Futtermittel 4.7)

4.1 Verunreinigung von Saat- und Pflanzgut

4.1.1 Wissensstand

Bei der Saatguterhaltung und Saatgutproduktion sind folgende Kontaminationsquellen mit GVO möglich:

- Befruchtung des Zuchtmaterials mit Pollen gentechnisch veränderter Pflanzen bei ungenügendem Sicherheitsabstand (siehe Kapitel Pollendrift 4.3).
- Vermischung der gewonnenen Samen mit transgenen Samen, die aus Durchwuchs stammen.
- Verunreinigungen während des Säens durch GVO-verunreinigte Sämaschinen und bei der Ernte durch verunreinigte Erntemaschinen.
- Verunreinigungen bei Lagerung und Verpackung des Saatgutes.

Gemäss der Schweizerischen Saatgutverordnung ist der Warenfluss von der genehmigten Parzelle über Ernte und Reinigung sowie anschliessende Verpackung und Etikettierung genau geregelt. Solche Qualitätssicherungssysteme existieren auch im Ausland. Die GVO-Verunreinigungsgefahr besteht in Ländern mit viel GVO-Anbau trotzdem, wie verschiedene Beispiele von Mais- und Rapssaatgut gezeigt haben (siehe Beispiele auf Seite 40).

¹⁰ Für zertifiziertes Saatgut bestehen strenge Vorschriften bezüglich Ernte, Sammlung und Verpackung, weshalb für dieses die Kontaminationsgefahr geringer ist.

Nach Angaben des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements werden 75 bis 100% des Saatgutes für den Anbau von Mais, Raps, Zuckerrüben und Soja importiert.

Zur Zeit ist in der Schweiz selber kein transgenes Saatgut zugelassen, womit auch kein Anbau von transgenen Pflanzen und kein Pollenflug stattfindet. Dies kann sich jedoch schnell ändern, falls in der Schweiz der Anbau transgener Pflanzen erlaubt werden sollte. Im Ausland, v.a. USA und Kanada werden bereits grosse Flächen mit GVO angebaut, sodass Verunreinigungen des Saatgutes durch Pollenflug momentan kaum mehr vermieden werden können (siehe Kapitel Pollenflug 4.3). Deshalb wurde die schweizerische Saatgutverordnung auf den 1. Juli 2000 angepasst; es wurde ein Toleranzwert von 0.5% eingeführt. Die Saatgut-Importeure sind jedoch verpflichtet, alles vorzukehren, dass traditionelles Saatgut nicht mit GVO verunreinigt wird. Das Ziel ist nach wie vor, möglichst wenig GVO im Saatgut zu haben. Die Toleranz gilt auch nur für GVO-Sorten, welche in der Schweiz zugelassen sind (siehe Kapitel 3.3).

Aktueller Stand Verunreinigung: Drei Beispiele zeigen, dass unabsichtlich verunreinigtes Saatgut im Umlauf ist:

- Mitte April 1999 wurde in Deutschland in konventionellem Mais-Saatgut ein geringer Anteil gentechnisch verändertes Saatgut festgestellt. In der Schweiz war dieses Saatgut ebenfalls gebraucht worden, was die Vernichtung von mehreren hundert Hektaren Mais zur Folge hatte. Das Kantonale Laboratorium Basel-Stadt hat dieses Saatgut mit drei verschiedenen Methoden untersucht, welche ergaben, dass die Verunreinigung zwischen 0.1 und 0.5% betrug (Brodmann und Nicholas, 1999).
- Die Firma Advanta Seeds lieferte mit GVO verunreinigte Rapssamen in verschiedene Europäische Länder. Die Verunreinigung passierte entweder auf dem Feld durch Pollenflug oder durch Verunreinigung während des Transportes. Der Verunreinigungsgrad betrug je nach Analyse 0.03 (Messung eines deutschen Labors) bis 2.6% (Messung eines schwedischen Labors). In Frankreich und Schweden ordneten die Regierungen die Vernichtung der Rapsfelder im Umfang von ca. 1200 Hektaren an, in Deutschland wurde der Verunreinigungsgrad als zu gering befunden, als dass es rechtliche Handhabe gebe, das Unterpflügen anzukündigen (NZZ, 2000, Billig, 2000).
- Gemäss einer Untersuchung in den USA wurden in 12 von 20 zufällig genommenen Proben von konventionellem Maissaatgut Spuren von GVO-Mais gefunden, in 2 Proben beinahe 1% (Coghlan, 2000).
- In der Schweiz müssen die Importeure jede Lieferung von heiklem Saatgut wie Mais, Soja, Raps, Chicorée, Tomaten und Rüben beim BLW für eine Einfuhrbewilligung anmelden. Bei 1–10% der Chargen wird eine Stichprobenkontrolle auf GVO gemacht. Im Jahr 2000 wurde nur in einer Charge GVO-Spuren (unter 0.5%) einer in der Schweiz bewilligten Sorte gefunden. Diese wurde dann vom Importeur zurückgezogen (mündliche Auskunft Markus Hardegger, BLW, 15.8.2001).

4.1.2 Bestehende und geplante Massnahmen

Pollendrift

- Massnahmen zur Vermeidung von Kontamination durch Pollendrift siehe Kapitel 4.3.
- Die Tendenz geht dahin, dass GVO-freies Saatgut nur noch in GVO-freien Ländern bzw. Regionen produziert wird, um die Kontamination mit Pollen von gentechnisch veränderten Pflanzen zu verhindern. So will z.B. Advanta Seeds die Saatgutproduktion von West-Kanada wegverlagern, weil dort die Gefahr für Kontamination durch GVO-Pollen zu gross sei (Nuttall, 2000). Pioneer verlagerte die Mais-Saatgutproduktion von Nordamerika nach Rumänien, Ungarn und Österreich (Genet Mail Out 9/2000).

Warenflusstrennung

- Die Qualitätssicherungs-Massnahmen werden von den Saatgutfirmen weiter verbessert, da diese selber bestrebt sind, nicht irrtümlich verunreinigtes Saatgut anzubieten.
- Um Verunreinigungen durch fremde Maschinen bei Saat und Ernte zu verhindern schlägt BIO SUISSE in einem Merkblatt (MKA der BIO SUISSE, 2001) Massnahmen zur Reinigung der Maschinen vor:
- Sämaschinen: altes Saatgut vollständig entleeren, mit Druckluft ausblasen.
- Dreschmaschinen: Reinigung wie bei Sämaschinen. «Da GVO-Kontamination auch nach gründlicher Reinigung nicht auszuschliessen ist, wird dringend davon abgeraten, Lohndrescher anzustellen, welche auch im Ausland arbeiten.»

4.1.3 Weitere ergänzende Massnahmen

- Gesetz/Richtlinien: Für die Saatgutvermehrung müssen Sicherheitsabstände zu GVO-Feldern neu definiert werden, da sonst Kontaminationen unvermeidlich sind. Diese Abstände müssen international in den Saatgutverordnungen festgelegt werden. Die kulturspezifischen Abstände müssen noch diskutiert bzw. wissenschaftlich validiert und festgelegt werden.
- GVO-freie Saatgutproduktionsgebiete müssen international festgelegt werden.
- Weiteres zur Vermeidung Pollenflug siehe Kapitel 4.3.2 und 5.3.
- Tiefere, sinnvolle Toleranzlimite als 0.5% GVO-Kontamination für Biosaatgut muss diskutiert und international festgelegt werden.
- Kontrolle: Lückenlose Warenflusskontrolle und QS-Systeme müssen weiterhin konsequent gewährleisten, dass bei der Ernte, Reinigung und Transport keine Verunreinigungen passieren.

4.1.4 Zusammenfassung und offene Fragen

Konventionelles und biologisches Saatgut kann in Ländern mit GVO-Anbau wie USA und Kanada mit GVO verunreinigt werden, sowohl durch Pollendrift wie durch unabsichtliche Verunreinigung bei ungenügender Warenflusstrennung; die meisten der bisher gefundenen Werte liegen unter 0.5%, was in der Schweiz dem Toleranzwert entspricht.

Die folgenden Wissenslücken und offenen Fragen bestehen noch:

- Welcher prozentuale Anteil GVO-Saatgut führt zu welchem Anteil im Erntegut und schliesslich im Endprodukt?
- Akkumulationseffekte über langjährige parallele Nutzung von transgenen und konventionellen Pflanzen.
- Exakte Daten zu technisch bedingten Verunreinigungen (Handling, Transport, Verarbeitung).
- Haftungsfragen, z.B. wer haftet für Schäden, welche durch verunreinigtes Saatgut entstehen?

4.2 Verfügbarkeit von biologischem Saat- und Pflanzgut

4.2.1 Wissensstand und Massnahmen

Gemäss der Bioverordnung muss biologisches Saat- und Pflanzgut verwendet werden. Wenn nachweislich kein Biosaatgut erhältlich ist, so kann, befristet bis zum 31.12.2003, ungebeiztes konventionelles Saatgut verwendet werden. Dieselbe Regelung gilt auch in der EU.

Biologisches Saatgut ist gegenwärtig auf dem Schweizer Markt in begrenztem Masse erhältlich. Mehrere Firmen vermehren konventionell gezüchtetes Saatgut auf biologischen Betrieben, um biologisches Saatgut zu erzeugen. Annuelle Pflanzen müssen eine Generation, mehrjährige Pflanzen müssen zwei Vegetationsperioden auf einem Biobetrieb vermehrt werden, um als biologisches Saatgut verkauft werden zu können.

Nur wenige private Initiativen engagieren sich in der biologischen Züchtung. Die Methoden und Zielsetzungen der konventionellen Pflanzenzüchtung sind aber zunehmend unvereinbar mit den Grundsätzen des Biolandbaus. Aus diesem Grund sind verschiedene Projekte entstanden, wie z.B. eine vom FiBL koordinierte europäische Initiative zur Förderung der Verfügbarkeit und Produktion von Biosaatgut. Ferner hat eine Arbeitsgruppe der Vereinigung Schweizer Biolandbau-Organisationen BIO SUISSE bestehend aus Experten und Produzenten in verschiedenen Kulturgruppen (Getreide, Gemüse, Obst, usw.) begonnen, ein Leitbild und Richtlinien für die biologische Pflanzenzüchtung und -vermehrung auszuarbeiten. Die Grundlage dafür bildet ein Bericht des holländischen Louis Bolk Institutes (Lammerts van Bueren *et al.*, 1999). In diesem Bericht werden unter anderem Züchtungsmethoden auf ihre Verwendbarkeit für die Pflanzenzüchtung im Biolandbau hin überprüft. Der Prozess und die Resultate der Arbeit werden mit ähnlichen Projekten in Europa (u.a. AGÖL in Deutschland) und auf internationaler Ebene (IFOAM) koordiniert.

Vom FiBL wurde eine Datenbank erstellt, welche europaweit über das aktuell verfügbare, biologische und GVO-freie Saatgut informiert (<http://www.organicxseeds.com>). Die Produzenten können sich online informieren, welches biologische Saatgut momentan verfügbar ist und mit den Anbietern direkt über Angebot und Preis verhandeln.

Das «European Consortium for Organic Plant Breeding» (<http://www.ecopb.org>) bestehend aus einer Vielzahl von Forschungs-, Züchtungs- und Bauernvertretern, koordiniert internationale Forschungsprojekte zur biologischen Züchtung, agiert als Expertengremium für Richtlinienfragen und führt international abgesprochene Sortenvergleiche durch. Es versucht auch, die Züchtungsbestrebungen der Initiativen und Firmen mit begleitender Forschung zu unterstützen.

4.2.2 Zusammenfassung und offene Fragen

Die nationalen und internationalen Biorichtlinien verlangen die Verwendung von biologischem Saatgut spätestens ab 2004. Bis dahin darf noch konventionelles Saat- und Pflanzgut verwendet werden, wenn kein biologisches verfügbar ist. Um über die Verfügbarkeit von biologischem Saatgut optimal zu informieren, wird die Datenbank www.organicxseeds.com im Internet betrieben.

Zur Förderung der biologischen Saat- und Pflanzgutproduktion und Züchtung werden in Europa mehrere Projekte vorangetrieben. Offen ist noch die Frage, welche Züchtungstechniken als biokonform gelten werden.

4.3 Entweichen genetischer Informationen via Pollendrift und Verwilderung

4.3.1 Wissensstand

Einleitung

Beim Anbau von transgenen Pflanzen muss grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sie aus der Fläche entweichen können, für die sie bestimmt sind (Kareiva und Parker, 1996): Der Pollen wird mit dem Wind sowie durch Insekten verbreitet; Samen, Pflanzenteile oder ganze Pflanzen werden von Tieren und Menschen verbreitet und können sich auf anderen Flächen ansiedeln (Verwilderung). Es stellen sich für den Biolandbau die folgenden Fragen:

- Wie gross sind die Pollenausbreitungsdistanzen und Auskreuzungsraten bei verschiedenen GVO-Kulturen?
- Mit welchen Massnahmen kann eine Auskreuzung von gentechnisch veränderten Pflanzen verhindert werden (wie gross müssen z.B. die Sicherheitsabstände von GVO- zu Biofeldern sein, um einen bestimmten Verunreinigungsgrad der biologischen Kulturen mit Pollen von GVO-Kulturen mit grosser Wahrscheinlichkeit zu unterschreiten?)

Die Analyse und Untersuchung dieser Fragen ist sehr komplex. Die Verbreitungsdistanzen von Pollen bzw. die Auskreuzungsraten sind je nach Pflanzenart, Versuchsanlage und Wetterbedingungen sehr verschieden. Die Ergebnisse und Risikobeurteilung werden hier nur soweit dargestellt, wie sie für die Frage Schutz des Biolandbaus relevant sind. Ausführlich werden diese Fragen in Hütter *et al.*, 1999 sowie Feil und Schmid, 2001 für die Situation in der Schweiz, Treu und Emberlin, 2000 v.a. für England und mit Fokus Biolandbau, von Baier *et al.*, 2001 ebenfalls mit Fokus Biolandbau und Paulus *et al.*, 1997 für die Situation in Österreich besprochen.

**Möglichkeiten des
«Entweichens» geneti-
scher Informationen**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie genetische Informationen aus der Kontrolle des Menschen entweichen können:

- *Verwilderung*: Individuen können durch den Transport von Samen und Dauerorganen aus der Kultur entweichen und anschliessend keimen und auskreuzen. Das Verwilderungsvermögen (engl. Weediness) hängt z.B. von der Konkurrenzfähigkeit und der Anzahl der Individuen ab, die nötig sind, um eine neue Population zu gründen. Vor allem durch Vögel, durch andere Tiere oder anthropogene Transportmittel können Samen und Dauerorgane weit verschleppt werden und an Orten keimen, die befruchtungsfähiger Pollen nicht erreichen würde.
- *Auskreuzung (vertikaler Gentransfer)*: Gene entweichen über Pollen in Populationen derselben Art oder verwandter Arten. Die Kreuzung von Kulturpflanzen mit verwandten Kultur- und Wildarten via Pollenübertragung ist – je nach Pflanzenart – ein in der Natur verbreitetes Phänomen. Mit dem Ausdruck «vertikaler Gentransfer» bezeichnet man im Zusammenhang mit Nutzpflanzen mit bestimmten Eigenschaften die Übertragung der eingebauten Gensequenzen via Pollen von der transformierten Pflanze auf eine nicht-transformierte Pflanze, wobei es sich um die gleiche oder um eine verwandte, sexuell kompatible Art handeln kann. Diesen Vorgang, d.h. wenn es zur Befruchtung kommt, nennt man Auskreuzung oder Bastardierung.
Die hauptsächlichen Voraussetzungen für vertikalen Gentransfer sind: es müssen verwandte, sexuell kompatible Kreuzungspartner in der Nähe sein (d.h. innerhalb der Verbreitungsdistanz des Pollens), die gleichzeitig blühen und mindestens teilweise Fremdbefruchter sind.
- *Horizontaler Gentransfer* via Mikroorganismen (z.B. im Darm von Bienen oder im Boden). Dieser Bereich wird hier nicht weiter ausgeführt.
- Pollen werden im *Honig* gespeichert (siehe Kapitel Bienen 4.3.1).

**Pollenausbreitung und
Auskreuzung – Kriterien
für Risiko**

Baier *et al.*, 2001 schliessen aus verschiedenen Untersuchungen, dass die Pollenkonzentrationen in der Regel mit Abstand zur Quelle schnell abnehmen, geringe Konzentrationen aber über weite Entfernungen gefunden werden können. In vielen Fällen wurde Pollen bis zur maximal im Experiment gemessenen Distanz, d.h. in mehreren Kilometern Abstand, nachgewiesen. Ob Pflanzen der gleichen Art oder wildwachsende Verwandte vom Pollenlieferanten tatsächlich befruchtet werden, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Menge gebildeter transgener Pollen: diese ist sehr unterschiedlich und hängt von der Fortpflanzungsstrategie ab (Windbestäuber wie Mais haben sehr viel höhere Pollenzahlen als reine Selbst- und Tierbestäuber).
- Selbst- beziehungsweise Fremdbefruchtungsrate von transgenen Pflanzen und von potentiellen Empfängerpopulationen. Je höher die Fremdbefruchtungsrate, desto höher ist das Risiko für Auskreuzung. Zu den vorwiegend selbstbefruchtenden Arten (Selbstbestäuber bestäuben die Blütennarben mit dem eigenen Pollen) gehören z.B. Weizen, Gerste, Hafer, Hirse, Reis, Bohne, Erbse und Sojabohne; zu den vorwiegend fremdbefruchtenden Arten gehören Roggen, Mais, Zucker- und Futterrübe, Sonnenblume, die meisten Kleearten, Raps und Hanf.

- Verbreitungsmöglichkeiten des transgenen Pollens: Pollengewicht und -form, Vektor (Wind: Wetterverhältnisse, Insekten: Vorkommen, Art, Radius), Topografie, unmittelbare Umgebung (Hindernisse).
- Dauer der Befruchtungsfähigkeit des Pollens und der Befruchtbarkeit der weiblichen Blüte.
- Räumliche Distanz zwischen den transgenen Pflanzen und der Empfängerpopulation.
- Bestandesdichte sowie Grösse (Feldgrösse) der Ausgangs- und Empfängerpopulation.
- Grösse der Pollenkonkurrenz: Befruchtung der Blüten durch Rezeptorbestand verunmöglicht Befruchtung durch Fremdpollen (auch abhängig von Feldgrösse).

Treu und Emberlin (2000) weisen insbesondere auch auf die mögliche grössere Verbreitung der Pollen durch starken Wind und weiträumige atmosphärische Strömungen hin, die bisher jedoch kaum untersucht wurde. Theoretisch könnten so Pollen mehrere hundert Kilometer zurücklegen. Auch Insekten verbreiten Pollen über weite Distanzen. Wildbienen fliegen 100–800 m weit; die Honigbiene hat normalerweise einen Sammelradius von 1–2 km, es wurden jedoch auch grössere Distanzen beobachtet (bis 14 km), dies jedoch nur, wenn keine andere Trachtquelle in diesem Radius zu finden war (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).

Weil die Resultate der Verbreitung von Pollen je nach Bedingungen und Annahmen so verschieden sind, lassen sich keine allgemein gültigen Aussagen treffen. Ein quantitativer Nachweis ist nicht exakt möglich und es ist, mit Ausnahme von absoluten Selbstbefruchtern, stets mit Genfluss zu rechnen (Wöhrmann *et al.*, 1996). Mit verschiedenen Massnahmen (z.B. Sicherheitsabstände) versucht man zwar, das Risiko einzudämmen. Es muss jedoch grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sich eine Freisetzung nicht örtlich beschränken lässt.

- Dies zeigt sich insbesondere auch, wenn man das Risiko der weiteren Verbreitung der transgenen Samen betrachtet (Verwilderung und Auskreuzung mit anderen Arten siehe Tabelle 3). Hier müssen vier Varianten unterschieden werden:
- Die bestäubten Samen werden als Nahrungs- und Futtermittel gebraucht (z.B. Weizen, Raps).
- Die bestäubten Samen werden als Saatgut verwendet (Saatgutproduktion): Die Samen verbreiten sich weiter, durch Verkaufen von Saatgut sogar über Kontinente hinaus.
- Die bestäubten Samen werden nicht weiterverwendet, ein anderer Teil der Pflanze dient als Nahrungsmittel (z.B. Kartoffel): keine weitere Verbreitung.
- In allen Fällen gibt es Samen, die unbeabsichtigt auf dem Feld oder in der näheren Umgebung bleiben und wieder keimen können (Verwilderung).

Gendrift (Auskreuzung, Verwilderung)

In Tabelle 2 sind die Kennzahlen von acht wichtigen Kulturen festgehalten. Bei den Pollenverbreitungsdistanzen und Auskreuzungsraten wurden meistens die höchsten gefundenen Werte ausgewählt, die Aufzählung ist nicht vollständig! Eine ausführliche Zusammenstellung für Mais, Weizen und Roggen findet sich bei Feil und Schmid, 2001. Die untenstehenden Kulturen wurden gewählt, weil sowohl konventionelle wie transgene Sorten davon in Europa und Amerika angebaut werden könnten. Im folgenden werden die Tabellen 2 und 3 zusammengefasst (ohne nochmalige Quellenangabe).

- | | |
|-------------|--|
| Mais | <ul style="list-style-type: none">• Keine Auskreuzung mit verwandten Arten in Mitteleuropa, jedoch in Zentral- und Südamerika sehr wahrscheinlich.• Verbreitung im Ökosystem unwahrscheinlich, da Nachbau nicht üblich und nach der Ernte auf dem Feld verbleibende Körner ihre Keimfähigkeit innert kurzer Zeit verlieren.• Vertikaler Gentransfer bis 800 m gefunden, Pollenflug noch weiter möglich. |
| Kartoffeln | <ul style="list-style-type: none">• Keine Auskreuzung mit verwandten Arten in Mitteleuropa, jedoch in Mittel- und Südamerika auf eng verwandte Wildformen sehr wahrscheinlich.• Verbleib im Ökosystem möglich durch im Boden verbleibende Samen und Knollen.• Vertikaler Gentransfer auf Kartoffeln via Wind geringe Distanzen (in der Regel 10 m), jedoch weiter als 1 km durch Insekten möglich. |
| Raps | <ul style="list-style-type: none">• Vertikaler Gentransfer auf konventionellen Raps und Wildkräuter (v.a. Gattung Brassica und weitere Gattungen der Kreuzblütler) ist erwiesen oder möglich. Dies liegt an der hohen Fremdbefruchtungsrates (Tappeser und Eckelkamp, 1999), der hohen Pollenverbreitungsdistanz (bis zu 4 km) und der langen Keimfähigkeit. Dabei muss zwischen männlich sterilen und männlich fertilen Sorten unterschieden werden (für die sterilen sind wesentlich höhere Sicherheitsdistanzen nötig). |
| Zuckerrüben | <ul style="list-style-type: none">• Auskreuzung mit verwandten Arten möglich, Verwilderung aber selten.• Die Pollenausbreitungsdistanz kann mehrere Kilometer betragen. Deshalb sind für Zuckerrüben die höchsten Abstände bei der Saatgutproduktion vorgeschrieben (Basissaatgut 1000 m). |
| Weizen | <ul style="list-style-type: none">• Das Potential für Verwilderung und Auskreuzung mit anderen Arten wird verschieden hoch beurteilt. Es herrscht keine Einigkeit der Experten.• Es gibt nur sehr wenige Untersuchungen zur Ausbreitungsdistanz; die Pollenausbreitungsdistanz kann wie beim Roggen mehrere hundert Meter betragen; da Weizen ein ausgesprochener Selbstbefruchter (99%) ist, ist die Auskreuzungswahrscheinlichkeit über grosse Distanzen aber gering. |
| Roggen | <ul style="list-style-type: none">• Geringes Potential für Auskreuzung mit wildwachsenden verwandten <i>Secale</i>-Arten. |

- Roggen setzt gewaltige Mengen an Pollen frei, welche über grosse Distanzen in befruchtungsfähigem Zustand transportiert werden können. Die gefundenen Auskreuzungsraten bei 1000 m betragen noch 0.8 bis 6%.

Gräser

- Wahrscheinlichkeit Auskreuzung und Verwilderung gross.

Soja

- Verwilderung und Auskreuzung mit verwandten Arten in Mitteleuropa vernachlässigbar.
- Wahrscheinlichkeit Auskreuzung gering, Pollenausbreitungsdistanz gering (99.5% Selbstbefruchter, wenige Insekten).

Tabelle 2: Kennzahlen für Genverbreitung via Pollen

Kultur	Art der Befruchtung	Vektor	Charakterisierung Pollen	Pollenverbreitungsdistanzen Wind und Auskreuzungsrate	Pollenverbreitungsdistanzen Insekten und Auskreuzungsrate
Mais (<i>Zea Mays</i>)	v.a. fremd	meist Wind, kaum Insekten	<ul style="list-style-type: none"> • gross im Vergleich zu anderen Gräserpollen • pro Pflanze 25 Mio Pollen • 20 Min. bis 9 Tage überlebensfähig 	<ul style="list-style-type: none"> • 60-1000 m ^{a)} • bei 60 m noch 5% der Pollen von 1m 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		<ul style="list-style-type: none"> • 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 (innerhalb Bestand)	<ul style="list-style-type: none"> • relativ gross und schwer (typisch für Insektenbestäuber) • 1-5 Tage überlebensfähig 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 1-50 Tage überlebensfähig (abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • bei 800 m bis 6% (Konzentration) ^{b)} • Potential 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	<ul style="list-style-type: none"> • produziert wenig Pollen im Vergleich zu Fremdbefruchtern (2,5% von Mais) • 5 Min-3h überlebensfähig ^{g)} 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 72 h überlebensfähig ^{g)} 	<ul style="list-style-type: none"> • bei 400 m Abstand 0.5 bis 6% relative Pollenkonzentration ^{g)} • bei 1000 m 0.8-6% A. ^{g)} 	keine Ausbreitung durch Insekten
Gräser	fremd	Wind	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 30 Minuten überlebensfähig 	<ul style="list-style-type: none"> • Ryegras: 5% A.rate bei 277 m ^{f)} • bei 250 m 17% der Pollen, bis 1000 m auffindbar ^{f)} 	keine Ausbreitung durch Insekten
Soja (<i>Glycine max.</i>)	selbst	Insekten	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Angaben 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.*, 1997

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

Tabelle 3: Weitere Ausbreitung im Ökosystem

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 minim; 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 selber 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. campestris</i>) und Sareptasenf (<i>B. juncea</i>) dokumentiert; Auskreuzung mit Hederich (<i>Raphanus rapahistrum</i>), Ackersenf (<i>Sinapsis arvensis</i>), Salatruke (<i>Eruca sativa</i>) u.a. möglich ^{c)} aber fertile Nachkommen sehr unwahrscheinlich ^{e)}	Befruchtete Pflanzen bzw. Samen (auch von verwandten bestäubten Rübsen und Sareptasen) können auf Feld bleiben und wieder keimen; Rapssamen 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 Z. normalerweise nicht vor Erntezeit blühen	Auskreuzung mit Wildrübe (<i>Beta vulgaris ssp. maritima</i>) und weitere verwandte Arten ist möglich ^{c)} ; Wahrscheinlichkeit 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 Potential 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 Potential 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
k.A.: keine Angaben gefunden

d) aus Schulte und Käppeli, 1996
e) aus Tappeser und Wurz, 1996
g) aus Feil und Schmid, 2001

Bienen und Honig

Landwirtinnen und Landwirte sowie Konsumentinnen und Konsumenten, welche gentechnikfreie Produkte wollen, befürchten eine Kontamination des Honigs durch transgenen Pollen, denn Bienen machen nicht an den Grenzen des Bio- oder IP-Hofes halt, sondern fliegen mehrere Kilometer weit.

Da Honig natürlicherweise mit Pollen «verunreinigt» ist, enthält Honig in einem Gebiet mit Anbau von transgenen Pflanzen sehr wahrscheinlich transgene Pollen. Diese Vermutung wird durch eine Untersuchung von Honig aus England bestätigt: In Honigproben von Bienenstöcken, welche in der Nähe eines GVO-Anbauversuches standen, wurden transgene Pollen (Gene für Herbizidtoleranz) gefunden. Die Englische Naturschutzorganisation «Friends of Earth» fordert deshalb, dass Bienenstöcke einen Abstand von 6 Meilen zum nächsten GVO-Feld haben müssen (Friends of Earth, 2000).

4.3.2 Bestehende und geplante Massnahmen

Isolationsabstände für Biolandbau und Saatgutproduktion

Massnahme: Sicherheitsabstände werden seit langem in der Saatgutproduktion verwendet, um die Sortenreinheit aufrechtzuerhalten. Dabei wird eine minimale Verunreinigung angestrebt und nur ein bestimmter Anteil einer fremden Sorte toleriert. Die festgesetzten Mindestisolationsabstände basieren auf Erfahrungswerten bei der Saat- und Pflanzgutproduktion und schliessen die Möglichkeit einer Hybridisierung nicht vollständig aus. Je nach angestrebtem, zugelassenem Verunreinigungsgrad und Pflanzensorte sind die Abstände verschieden gross. Für Basissaatgut wird eine Verunreinigung von unter 0,1 bis 0,5%, für zertifiziertes Saatgut von unter 0,2 bis 1% angestrebt. Analog zu den Isolationsabständen bei der Saatgutproduktion werden Sicherheitsabstände von Feldern mit GVO-Anbau zu Öko-Feldern diskutiert, um die Einkreuzung von unerwünschten GVO-Pollen minimal zu halten.

Dabei möchte man nicht einfach die gleichen Abstände übernehmen, und zwar aus folgenden Gründen:

- Im Biolandbau ist der Anbau transgener Pflanzen untersagt. Der Toleranzwert muss daher so niedrig wie möglich sein.
- Es ist ein systematischer Unterschied, ob pflanzeneigene Gene oder artfremde Gene (z.B. Bt-Toxin) übertragen werden.
- Es ist wissenschaftlich umstritten, ob Prognosen über Auskreuzungsraten prinzipiell möglich sind (die sehr unterschiedlichen Resultate diesbezüglich sprechen für sich).
- Für einen am Vorsorgeprinzip orientierten pragmatischen Umgang mit der Ungewissheit im Zusammenhang mit Freisetzungen von transgenen Pflanzen müssen daher die höchsten bisher ermittelten bzw. errechneten Auskreuzungsraten angenommen und es muss zusätzlich, wie z.B. bei entsprechenden toxikologischen Fragenstellungen, ein Sicherheitsfaktor einbezogen werden (Eckelkamp *et al.*, 1997).
- Die durch die Isolationsabstände erreichten (erwünschten) Reinheitsgrade für die Saatgutproduktion beruhen nicht auf molekularbiologischen Überprüfungen.

- Akkumulierungseffekte über mehrere Jahre müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Es gibt bisher jedoch nur wenige Studien, die den Gentransfer von Pflanzen über mehrere Jahre überprüft haben (Baier *et al.*, 2001).

Verschiedene Autoren haben sich mit der Frage der Sicherheitsabstände für Biofelder beschäftigt; eine Zusammenstellung findet sich in Tabelle 4. Die höchsten aufgeführten Werte in der Tabelle stammen von der britischen Bioorganisation Soil Association, welche ebenfalls aufgrund einer Literaturstudie Sicherheitsabstände vorschlägt. Da sie eine Null-Toleranz anstreben, d.h. 0.0% GVO, beinhalten die von ihnen vorgeschlagenen Abstände einen grossen Sicherheitsfaktor.

Beurteilung: Isolationsabstände zwischen der transgenen Kultur und der zu schützenden Kultur sind eine wirksame, aber nicht hundertprozentige Massnahme, den Pollentransfer zu verhindern. Über die notwendige Distanz herrscht noch keine Einigkeit, bzw. die geforderten Abstände müssten validiert werden. Einzelne Biolandbauorganisationen fordern teilweise sehr grosse Abstände (10 km), welche einen Gentransfer weitgehend ausschliessen.

Randstreifen/Hecken

Massnahme: Mittels Mantelsaat aus nicht GVO-Pflanzen und physikalischen Hindernissen (Hecken, Baumstreifen) rund um das GVO-Feld soll Pollen abgefangen werden. Diese Massnahme funktioniert nur teilweise, je nach Nutzpflanze wird ein grösserer Teil des Pollens abgefangen; leichter Pollen kann jedoch durch Luftturbulenzen weiter fliegen, der Transport durch Insekten wird durch diese Massnahme nicht verhindert. Eine Studie von Morris *et al.* (1994) fand im Fall einer Mantelsaat von 4 m Breite sogar grössere, bei einer Breite von 8 m jedoch geringere Einkreuzungsraten als ohne Mantelsaat. Versuche von Umbeck *et al.* (1991) zeigten positive Effekte von Mantelsaaten bei Bt-Baumwolle, das heisst eine geringere Einkreuzungsrate in den benachbarten Feldern.

Beurteilung: Mantelsaaten und Hecken können bei richtiger Ausgestaltung einen Beitrag zur Verringerung der Pollenverbreitung leisten. Sie können die Einkreuzung in Nachbarkulturen jedoch nicht sicher unter einen definierten Prozentsatz drücken.

Gen- und Biotechnologische Massnahmen

Es wird an mehreren Möglichkeiten geforscht, damit die Pollen von GVO-Pflanzen keine veränderten Gene enthalten, nicht befruchtungsfähig sind, oder die Pflanzen gar keinen Pollen produzieren. Dies wären theoretisch Möglichkeiten, den Pollenflug auf Biofelder zu verhindern.

Massnahme 1: Eine Möglichkeit zur Verhinderung von vertikalem Gentransfer ist der Einbau eines Gens in das Erbgut der *Chloroplasten* anstelle eines Einbaus in den Zellkern. Bei der Befruchtung durch das männliche Pollenkorn wird in der Regel nur der Zellkern übertragen und die Chloroplasten-DNS bleibt ausserhalb der Eizelle. Plastiden-Transgene werden damit meist nur maternell vererbt. Parentale oder biparentale Vererbung von Chloroplasten-DNS kommt jedoch verbreitet bei Gymnospermen, teilweise auch bei Angiospermen vor. Ein vollständiger Ausschluss von Fremdgenausbreitung durch Chloroplastentransformation scheint folg-

lich nicht gegeben. Zudem wurde eine stabile Chloroplastentransformation bisher erst bei Tabak und Tomaten erreicht (Hütter *et al.*, 1999).

Beurteilung: Ein vollständiger Ausschluss von Fremdgenausbreitung durch diese Methode ist nicht gegeben.

Massnahme 2: Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Pflanzen derart gentechnisch zu verändern, dass sie sterile Samen produzieren. Bei der sogenannten «Terminator-Technik» (Genetic Use Restriction Technologies – GURTs) werden Pflanzen durch eine chemische Behandlung zur Produktion steriler Samen gebracht. Die Terminator-Technik kann jedoch das Einkreuzen der Transgene in verwandte (Wild-) Pflanzen nicht unterbinden, lediglich eine Weitergabe in die zweite Generation. Damit stellt sich die Frage, ob Wildpopulationen, in die regelmässig ein Sterilisierungsmechanismus einkreuzt, langfristig überleben können. Entsprechende Überlegungen oder Szenarien über ökologische Konsequenzen dieser gentechnischen Entwicklung fehlen in den Äusserungen der Firma Monsanto und dem USDA (United States Department of Agriculture). Ein zweites Problem wird das Einkreuzen von Terminator-Genen in benachbarte Kulturpflanzen der gleichen Art sein (Meyer, 1999). Dadurch würde ungewollt ein Teil des Ernteguts dieser Nachbarfelder steril und ein Nachbau eingeschränkt.

Beurteilung: Diese Methode ist ökologisch und auch sozial bedenklich und keine Option für die Sicherheit des Biolandbaus.

Tabelle 4: Empfohlene Sicherheitsabstände von Feldern mit gentechnisch veränderten Pflanzen zu Biofeldern

Kultur	Autor(in)	Empfohlene Distanz	Angestrebter Verunreinigungsgrad
Mais	Holden, 1999	Bis 6 Meilen (9654 m)	0%
	Garcia <i>et al.</i> , 1998	mehr als 185 m	Keine Angabe
	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 bestimmten ungünstigen Bedingungen	Keine Angabe
	Organizacion Internacional Agropecuaria (OIA), 2000	1 km	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
Kartoffeln	Holden, 1999	Bis 1 Meile (1609 m)	0%
Raps	Holden, 1999	Bis 6 Meilen (9654 m)	0%
	Ingram, 2000	1.5, 10 bzw. 100 m; (Konventionelle Sorten & nichtsterile Hybride) 100m, > 100 m, >> 100 m (keine ausreichenden Informationen) für Züchtungssorten 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
Zuckerrüben	Holden, 1999	Bis 1 Meile (1609 m)	0%
	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
Weizen	Holden, 1999	Bis 3 Meilen (4827 m)	0%
	Feil und Schmid, 2001	bei normalen Liniensorten 10, 50 bzw. 100 m	1, 0.5 bzw. 0.1%
Roggen	Feil und Schmid, 2001	mindestens 1000 m	unter 0.5%
Soja	Organizacion Internacional Agropecuaria (OIA), 2000	25 m	Keine Angabe
	Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO), 2000	8-25 m	Keine Angabe

Massnahme 3: Eine weitere Möglichkeit, Auskreuzung zu verhindern, ist die gentechnische Herstellung von apomiktischen Pflanzen. Apomixis ist der Fachbegriff für die Entstehung von Samen ohne Befruchtung; apomiktische Samen sind Klone der Mutterpflanze. Die Pflanzen sollen gentechnisch so verändert werden, dass sie apomiktisch werden und zusätzlich keinen Pollen produzieren. Somit wäre auch

keine Auskreuzung möglich. Diese Methode ist jedoch noch weit von einer Anwendungsreife entfernt (Entwicklungszeit noch 10 bis 20 Jahre).

Beurteilung: Diese Methode ist noch weit von der Anwendung entfernt, wäre aber theoretisch eine Möglichkeit für die Unterbindung des Pollenflugs (sofern es keine ökologischen Folgewirkungen gibt).

Massnahme 4: Assoziation von GVO- und konventionellen Sorten

Feil und Schmid (2001) schlagen vor, männlich sterile GVO-Pflanzen und männlich fertile konventionelle Pflanzen in Assoziation anzubauen. Die männlich sterilen GVO-Pflanzen produzieren keinen befruchtungsfähigen Pollen oder, im Idealfall, überhaupt keinen Pollen; die konventionellen Pflanzen fungieren als Pollendonor. Diese Methode ist bei allen Arten anwendbar, die Pollen im Überschuss produzieren, also z.B. Mais, Roggen und Raps.

Beurteilung: Die Assoziation von männlich sterilen GVO-Pflanzen und männlich fertilen konventionellen Pflanzen könnte eine Möglichkeit sein, den Gentransfer zu verhindern. Es ist abzuklären, wie vollständig die Methode funktioniert und ob es ökologische Folgewirkungen gibt.

**GVO-freie Gebiete bzw.
GVO-Anbau in eingeschränkten Gebieten**

Durch keine der oben vorgestellten Massnahmen ist eine vollständige Verhinderung der Pollenausbreitung möglich. Der unbeabsichtigte Transfer von transgenen Pollen kann nur durch grössere (ab 100 km²) zusammenhängende Gebiete verhindert werden, in denen gar keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden.

Exkurs: GVO-freie und/oder GVO-Gebiete

Grundsätzliche Überlegungen

1999 wurde in Österreich eine ExpertInnenbefragung durchgeführt zur Bewertung und Evaluation GVO-freier ökologisch sensibler Gebiete (Hoppichler, 1999); dabei betraf ein Fragenkomplex auch den biologischen Landbau. Als Hauptprobleme wurde das GVO-freie Saatgut, der Pollenflug und technische Verunreinigung identifiziert. Aufgrund dieser Problemlage befanden 86%, dass der Biolandbau einen besonderen Schutz braucht und 89% befürworteten GVO-freie Gebiete für den Biolandbau, insbesondere für die Saatgutproduktion. 63% waren dafür, generell die Gentechnikfreiheit für die ganze Landwirtschaft zu fördern.

In einem Gutachten in der gleichen Studie über GVO-freie Zonen als alternativer Technologiepfad finden sich bemerkenswerte Aussagen:

«Bei bestehenden Unsicherheiten auf einen einzigen Weg zu setzen oder einen Weg einzuschlagen, der keine Alternative mehr möglich lässt, entspricht nicht einer verantwortungsvollen Vorgehensweise» (Markus Schermer in Hoppichler, 1999); Schermer sieht deshalb eine grosse Bedeutung für die Abgrenzung von Gebieten, welche alternative Technologieentwicklung ermöglichen: «Selbst wenn die Erkenntnis allgemein akzeptiert wird, dass die Möglichkeiten einer Technologie überschätzt wurden (am Beispiel Atomkraft), ist ein Ausstieg aus einer Technologie umso schwerer, je einseitiger sie forciert wurde.... Die Notwendigkeit al-

alternativer Technologiepfade als Strategie zur Vermeidung von unnötigen Risiken ist eine Erkenntnis, die sich durch die Technikgenese-Literatur zieht....»

Praktische Umsetzung von GVO-freien Gebieten

Man kann GVO-freie Zonen, wo keine lebendigen gentechnisch veränderten Organismen vorkommen sollen und gentechnikfreie Zonen, wo zusätzlich auch keine Lebensmittel, Zusatzstoffe usw. sein dürften, unterscheiden; letztere ist heutzutage jedoch kaum machbar.

Voraussetzungen für GVO-freie Gebiete sind möglichst grosse Gebiete, welche verschiedene agrarökologische Zonen umfassen. «Die Schaffung von Reservaten kann nicht das Ziel sein, sondern eine (Weiter-) Entwicklung eines gesamten alternativen Weges in die Richtung des biologischen Landbaus, naturnaher Landschaftsgestaltung, nachhaltiger Regionalentwicklung, sanfter Technologien, sanftem Tourismus usw.» (Hoppichler, 1999).

Mögliche auftretende Probleme und ungelöste Fragen:

- Grösse
- Abstandsregelungen in Randzonen
- Praktische Machbarkeit (Verbreitung von Organismen nicht kontrollierbar, Verbreitung durch GVO-Erzeugnisse wie Kompost usw. schwierig kontrollierbar)
- Rechtliche Umsetzbarkeit: Eigentumsrechte
- Wirtschaftliche Gründe: Abkoppelung vom «Fortschritt», Wettbewerbsnachteil für Landwirte, die GVO anbauen möchten
- Administrativer Aufwand (Verwaltung, Kontrolle, Abstand zu GVO-freien Gebieten)

Eine Aufteilung der kleinräumigen Schweiz in GVO- und Nicht-GVO-Anbaugebiete ist kaum umzusetzen. Gebiete mit natürlichen räumlichen Schranken wie z.B. Engadin, Tessin oder Surselva würden sich als GVO-freie Gebiete eignen, da gerade diese Gebiete als naturnahe Tourismusregionen vermutlich keinen GVO-Anbau wollen. Die für den Biolandbau beste Lösung ist natürlich, die ganze Schweiz gentechnikfrei zu halten (wobei dann in grenznahen Gebieten zusätzlich Pufferzonen eingerichtet werden müssten).

Gebiete mit GVO-Anbau

Statt GVO-freien Zonen können Gebiete eingegrenzt werden, wo der GVO-Anbau erlaubt ist. Diese Gebiete können z.B. in Bergtälern oder auf Inseln liegen, wo die natürliche Schranke der Berge oder des Wassers eine Beeinträchtigung der anderen Gebiete limitieren würde.

Immer mehr Länder und Regionen erklären sich zu GVO-freien Gebieten

In Italien haben sich fünf Regionen (Toskana, Latio, Marche, Molise, Genua) zusammen mit ca. 70 Kommunen und einigen Provinzen – darunter sehr grosse Städte – als «Gentechnikfreie Zonen» erklärt. Von zwei Regionen – Toskana und Latio – ist bekannt, dass sie dies mittels Regionalgesetzen gemacht haben, wobei diese Gesetze auch von der italienischen Regierungsbehörde genehmigt wurden.

Auch das Baskenland, Wales, Kroatien, Brasilien und Tasmanien haben sich zu gentechnikfreien Regionen/Ländern erklärt, viele weitere Regionen und Länder haben Moratorien für den Anbau von GVO-Pflanzen verhängt.

4.3.3 Zusammenfassung und offene Fragen

Auskreuzung (Pollendrift durch Wind und Insekten) sowie Samenausbreitung und Verwilderung gentechnisch veränderter Pflanzen über weite Entfernungen sind grundsätzlich möglich und somit ein grosses Problem für die gentechnikfreie Landwirtschaft, da sich dieser Vorgang nicht kontrollieren lässt und auch nicht vor Landesgrenzen halt macht. Die Untersuchung und Beurteilung der Ausbreitungsdistanzen von durch Wind und Insekten transportiertem Pollen sind schwierig und die Resultate sehr unterschiedlich. Je nach Kultur und Versuchsdesign sind die Ausbreitungsdistanzen gering (10 m, z.B. Soja) oder sehr gross (mehrere Kilometer, z.B. Raps). Entsprechend schwierig wird es sein, «sichere» Sicherheitsabstände festzulegen, denn der Transport von Pollen durch Wind oder Insekten kann je nach Wetterlage noch viel grösser sein.

Massnahmen:

- Eine Minimierung des Pollentransfers kann über ausreichend grosse Sicherheitsabstände zu GVO-Feldern erreicht werden. Diese werden zur Zeit diskutiert und müssen international festgelegt werden. Vorläufiger Vorschlag des FiBL aufgrund des bisherigen Wissensstandes, der aber zu gering ist für verbindliche Aussagen: Angestrebter Verunreinigungsgrad <0.5%, unter Einbezug der maximal gefundenen Auskreuzung/Pollenausbreitung sowie eines Sicherheitsfaktors:
 - Mais: mindestens 1 km
 - Kartoffeln: mindestens 1 km
 - Raps: mindestens 4 km bei männlich sterilen Sorten, mindestens 600 m bei männlich fertilen Sorten
 - Zucker- und Futterrüben: mindestens 4 km
 - Weizen: mindestens 100 m bei normalen Liniensorten (geringe Datenlage)
 - Roggen: mindestens 2 km
 - Soja: mindestens 50 m
- Festlegung GVO-freier Regionen und Länder.
- Verhinderung der Ausbreitung von Fremdgenen mittels verschiedener gen- und biotechnologischer Techniken. Diese Techniken stellen auf den ersten Blick Möglichkeiten zum Schutz des Biolandbaus vor unerwünschtem Pollenflug dar, es müssen aber die ökologischen und sozialen Folgewirkungen abgeklärt werden.
- Zusätzlicher gesetzlicher Schutz für den Biolandbau und generell gentechnikfreie Systeme. Grundsätzlich soll für GVO-Kontaminationen das Verursacherprinzip gelten, d.h. wer GVO in Verkehr bringt und anbaut, soll für Schäden haften, die daraus hervorgehen.
- Nachbarschaftsverträge zwischen benachbarten Landwirten mit der Vereinbarung, keine gentechnisch veränderten Pflanzen anzubauen.
- Meldesystem für den GVO-Anbau einrichten (welche Gebiete, welche Kultur, welches Feld). Ebenso müssen die Flächen kartiert werden, die sicher gentechnikfrei bleiben wollen. GVO dürften dann nur in einem bestimmten Abstand davon angebaut werden.

- Für die Kontrolle ist zu empfehlen, in der Einzelsituation abzuklären, wie hoch das Kontaminationsrisiko ist, d.h. ob überhaupt GVO in einem Gebiet angebaut werden. In diesem Fall müssen dann wesentlich strengere Vorsichtsmassnahmen getroffen werden (GVO-Landwirt muss z.B. Sicherheitsabstände einrichten).

Eine hundertprozentige GVO-Freiheit von Bioprodukten dürfte bei gleichzeitigem Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen in Zukunft schwer zu realisieren sein.

Dringender Forschungsbedarf besteht bezüglich der Pollen- und Samenausbreitungsdistanzen (auch via Insekten und Vögel), Auskreuzungsraten sowie der Akkumulation- und Ausbreitungseffekte über mehrere Jahre. Offene Fragen bestehen im weiteren bei den Fragen der Haftung, der Bezahlung der entstehenden Kosten (z.B. Sicherheitsabstände gehen zulasten von wem) und der Kontrolle (wo wird GVO angebaut).

4.4 Hilfsstoffe für die landwirtschaftliche Produktion

4.4.1 Wissensstand

Die Hilfsstoffliste

Der Einsatz von Hilfsstoffen im biologischen Landbau ist in verschiedenen nationalen und internationalen Gesetzen, staatlichen Verordnungen und Richtlinien von privaten Organisationen geregelt. Diese Gesetze, Verordnungen und Richtlinien haben allerdings eher grundsätzlichen Charakter und geben über die Verwendung einzelner im Handel erhältlicher Produkte keine Auskunft. Die Bioverordnung enthält in Anhang 1 zugelassene Pflanzenbehandlungsmittel und in Anhang 2 zugelassene Dünger und gleichgestellte Erzeugnisse, jeweils mit der allgemeinen Bezeichnung der Präparate und Wirkstoffe (ohne Produktliste). Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) führt deshalb eine detaillierte Positivliste, die sogenannte Hilfsstoffliste («Zugelassene Hilfsstoffe für den biologischen Landbau»). Auf dieser Liste sind alle Pflanzenbehandlungs-, Stallfliegen- und Siliermittel, Dünger und Handelssubstrate, Produkte zur Bekämpfung von Bienenkrankheiten, sowie Ektoparasiten-, Desinfektionsmittel und Milchgeschirreiniger aufgeführt, welche im Handel erhältlich und für den biologischen Landbau zugelassen sind. Im Jahr 2002 sind 624 Produkte zugelassen. Alle Komponenten der Produkte werden daraufhin geprüft, ob sie richtlinienkonform sind. Zudem treffen die Labelinhaber Grundsatzentscheide über die Wünschbarkeit von Produktkategorien. Die Hilfsstoffliste wird seit 1996 jährlich aktualisiert und nach der Genehmigung durch die Labelinhaber (BIO SUISSE und Migros-Bio-Produktion) für deren Produzenten verbindlich. Die Demeter-Richtlinien enthalten eine eigene detaillierte Liste der zugelassenen Düngemittel, Hilfsstoffe zur Pflanzenpflege und -behandlung. Diese beruht auch auf der Hilfsstoffliste des FiBL.

Vorgehen bezüglich GVO-Freiheit

Die Bioproduktion verlangt auch bei den Hilfsstoffen, dass keine GVO-Erzeugnisse eingesetzt werden. Bis 2000 wurde nur bei wenigen kritischen Komponenten, wie

z.B. *Bacillus thuringiensis*, Milchsäurebakterien oder Sojaprodukten eine Bestätigung des Herstellers betreffend GVO-Freiheit verlangt.

Seit 2001 gilt eine neue Regelung, da aufgrund der vorliegenden Studie noch Lücken bezüglich kritischen GVO-Komponenten ermittelt wurden. Zudem dient als Grundlage für die Umsetzung ab 2001 die neue Interpretation der ALOG (Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel ohne Gentechnik), nach der ein Produkt mittels Warenflusskontrolle bis zum letzten lebenden Organismus zurückverfolgt wird.

Die Produkte der Hilfsstoffliste wurden folgendermassen auf ihr Risiko bezüglich GVO-Eintrag untersucht:

Tabelle 5 zeigt die Risikobeurteilung für GVO-Einträge in die Hilfsstoffe anhand der Zulassungen und Versuche von GVO-Pflanzen und Mikroorganismen in der Schweiz, der EU und weltweit. Alle Ursprungs- resp. Ausgangsprodukte, die für die Herstellung der einzelnen Komponenten verwendet werden, werden in vier Risikogruppen (hoch, mittel, gering, kein) eingeteilt.

Ein *hohes Risiko* bergen die «aktuell kritischen Komponenten» für einen GVO-Eintrag, da deren Ursprungsorganismus bereits gentechnisch verändert zugelassen ist und somit irgendwo auf der Welt angebaut oder hergestellt wird.

Ein *mittleres Risiko* beinhalten Komponenten, bei deren Ursprungsorganismus

- die entsprechende GVO-Pflanze oder der entsprechende Mikroorganismus im Versuchsstadium ist oder im Labor erforscht wird,
- ein Antrag zur Freisetzung besteht oder
- ein Freisetzungsversuch läuft.

Alle Produkte, Extrakte, Öle und Fette der betroffenen Pflanzen und Mikroorganismen könnten mittelfristig kritisch werden.

Grundsätzlich sind gentechnische Veränderungen an allen Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen möglich. Das Risiko wird momentan als *gering* beurteilt, solange keine Forschungs- oder Freisetzungsversuche durchgeführt werden.

Kein Risiko bezüglich GVO-Eintrag besteht für Produkte chemisch-synthetischen oder anorganischen Ursprungs.

Ab 2002 muss für alle aktuell kritischen Wirkstoffe und Hauptkomponenten die GVO-Freiheit belegt werden (siehe Tabelle 6). Dies betraf für die Hilfsstoffliste 2002 132 Produkte. Die GVO-Freiheit soll in erster Linie über lückenlose Warenflussdeklaration garantiert werden. Die Additive (Zusatzstoffe, müssen auf dem Produkt nicht deklariert werden) werden hingegen nicht überprüft. Diese stammen grösstenteils aus der Verarbeitungsindustrie und es ist sehr schwierig und meist unmöglich, den Herstellungsprozess zurück zum Ursprungsprodukt zu verfolgen. Deshalb wurde 2001 vom Hilfsstofflistenteam beschlossen, aus pragmatischen Gründen bei den Additiven auf eine schriftliche Bestätigung der GVO-Freiheit zu verzichten.

4.4.2 Zusammenfassung und offene Fragen

Im Rahmen dieser Studie wurden die einzelnen Komponenten der zugelassenen Hilfsstoffe für die landwirtschaftliche Produktion einer Prüfung bezüglich GVO-Risiko unterzogen. Dabei geht es grundsätzlich darum, dass der Biolandbau keine GVO-Erzeugnisse verwenden will, egal ob im Endprodukt noch DNA nachweisbar ist oder nicht. Für die aktuell kritischen Komponenten wurde das Zulassungsverfahren überarbeitet, so dass ab Anfang 2002 eine gründlichere Prüfung der GVO-Freiheit der Hauptkomponenten und Wirkstoffe durchgeführt wird. Diese soll, wie generell für Bioprodukte üblich, grundsätzlich über Warenflussdeklaration und nur, falls diese nicht möglich ist, über Analytik erfolgen.

Eine grosse Lücke ist bei der Rückverfolgbarkeit für Produkte aus der Verarbeitungsindustrie festzustellen. Die Herkunft der Ausgangsprodukte von Kompost ist ebenfalls noch nicht genügend rückverfolgbar.

Es ist damit zu rechnen, dass in Zukunft mehr transgene pflanzliche und mikrobielle Produkte im Handel sind, weshalb die kritischen Komponenten weiter zunehmen werden. Die Liste der kritischen Komponenten wird deshalb jährlich ergänzt werden.

Tabelle 5: Risikobeurteilung eines GVO-Eintrages anhand zugelassener oder erforschter transgener Pflanzen und Mikroorganismen

Risiko	Stand der Zulassungen und Versuche	GVO-Produkte CH-weit	GVO-Produkte EU-weit	GVO-Produkte weltweit
Hoch	<u>Marktzulassung:</u> <ul style="list-style-type: none"> Gentechnisch veränderte Pflanzen werden bereits kommerziell angebaut oder vermarktet Gentechnisch veränderte Mikroorganismen (MO) und /oder deren Produkte bereits in grossem Masse hergestellt oder vermarktet 	<ul style="list-style-type: none"> Soja, Mais Vitamin B12, Vitamin B2, Labenzyme für Käseherstellung 	<ul style="list-style-type: none"> Mais, Soja, Raps, Tabak Nelke, Vitamin B2, Diverse Enzyme 	<ul style="list-style-type: none"> Mais, Raps, Soja, Baumwolle, Flachs, Tomate, Kartoffel, Papaya, Zuckerrübe, Melone, Reis, Tabak, Nelke, Radiccio/Chicoree, Zucchini diverse Mikroorganismen und Enzyme
Mittel	<u>Labor- und Freisetzungsversuche</u> <ul style="list-style-type: none"> Gentechnisch veränderte Pflanzen im Versuchsstadium oder Freisetzungsversuch Gentechnisch veränderte MO im Laborversuch 	<ul style="list-style-type: none"> Backenzyme, Enzyme für Fruchtsaftherstellung 	<ul style="list-style-type: none"> (zusätzlich zu unter «Hoch» genannten): Futterrübe, Weizen, Gerste, Erbse, Kohlrarten, Senf, Sonnenblume, Möhre, Kürbis, Gurke, Bohnen, Aubergine, Spinat, Salat, Wassermelone, Apfel, Pflaume, Kirsche, Olive, Kiwi, Erdbeere, Himbeere, Orange, Weinrebe, Luzerne, Bäume, Blumen, Aprikose, Walnuss, Paprika u.a. 	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzlich zu Europa: Zuckerrohr (Kuba) Lachs, Forelle, Kabeljau, Steinbutt, Heilbutt, Tilapia (Buntbarsch)
Gering	<u>Transgene Produkte möglich, aber noch keine Versuche und Freisetzungen</u> <ul style="list-style-type: none"> Gentechnisch veränderte Tiere und deren Produkte Weitere Pflanzen Weitere MO und deren Produkte 			
Kein Risiko	<u>Transgene Produkte unwahrscheinlich</u> <ul style="list-style-type: none"> Erdölprodukte Alle anorganische Stoffe Chemisch-synthetisch gewonnene Stoffe 			

Quelle: <http://www.admin.ch/bag>, <http://www.transgen.de>, 2001

Tabelle 6: Bezüglich GVO-Freiheit überprüfte Komponenten für die Hilfsstoffliste 2002

Kategorie	Komponente
Bienenmittel	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Dünger & Substrate	Melasse Alle Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Hefen und deren Produkte) Milchsäure Rapsschrot Soja, Sojamehl, Sojaschrot Vinasse, Vinassekali, Vinasseextrakt Zuckerrübenmelasse Zuckerrübenschnitzel Zuckerrübenvinasse
Pflanzenschutzmittel	<i>Ampelomyces quisqualis</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kourstaki</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Beauveria brognartii</i> <i>Coniothyrium minitans</i> Granuloseviren Lecithin <i>Metarhizium anisopliae</i> Rapsöl Spinosad
Stallfliegenmittel	Spinosad
Siliermittel	Milchsäurebakterien

4.5 Nutztiere

4.5.1 Wissensstand

Gentechnisch veränderte Tiere sind im Biolandbau nicht zugelassen. Gemäss BIO SUISSE-Richtlinien ist der Tierzukauf ausschliesslich aus Biobetrieben ab 1.1.2001 obligatorisch (gewisse Ausnahmegewilligungen bis 1.1.2002). Auch Demeter erlaubt den Tierzukauf nur von Demeter oder Knospe-Betrieben. M-Bio schreibt ebenfalls den Zukauf von Nutztieren von zertifizierten Bio-Betrieben vor, mit Ausnahme von Zuchtstieren, Pferden und Eintagsküken.

Obwohl es eine Reihe von Zielen im Bereich der Nutztierzucht gibt, deren Erreichung mit Hilfe der Gentechnik angestrebt wird, ist auf absehbare Zeit noch nicht mit dem Einsatz transgener Nutztiere in der Landwirtschaft zu rechnen. Lediglich im Bereich der Fischzucht ist die Entwicklung transgener Varietäten relativ weit fortgeschritten. Bislang wurden 20 Fischarten durch den Einsatz gentechnischer Methoden verändert (Beck, 2000). Bei der Freisetzung von gentechnisch veränderten Fischen kann die Bio-Fischzucht beeinträchtigt werden.

Die kommerzielle Einführung von gentechnisch veränderten Tieren in der Landwirtschaft wird von Jahrzehnt zu Jahrzehnt verschoben; die grossen Erwartungen haben sich bis jetzt nicht erfüllt; es wurden bisher mit Hilfe der Gentechnik keine Probleme gelöst, die notabene vor allem durch die einseitige Tierzucht und -haltung hervorgerufen werden (Idel, 1999).

4.5.2 Zusammenfassung Wissenstand

Die unbeabsichtigte Zufuhr transgener Tiere auf den Biohof ist bisher und in der nahen Zukunft für den Biolandbau kein Problem. In den nächsten 10 Jahren werden vermutlich keine gentechnisch veränderten Nutztiere für die Landwirtschaft auf den Markt kommen. Bei der Fischzucht sind Zulassungen möglich. Bei der Freisetzung von gentechnisch veränderten Fischen kann die Bio-Fischzucht beeinträchtigt werden. Der aktuelle Forschungs- und Zulassungsstand muss deshalb stetig überprüft werden.

Neben transgenen Tieren können GVO auch über Futtermittel und Arzneimittel in den Bio-Landbau eingetragen werden. Abbildung 4 veranschaulicht die verschiedenen möglichen Kontaminationspfade im Tierbereich (Tiere, Futtermittel, Arzneimittel).

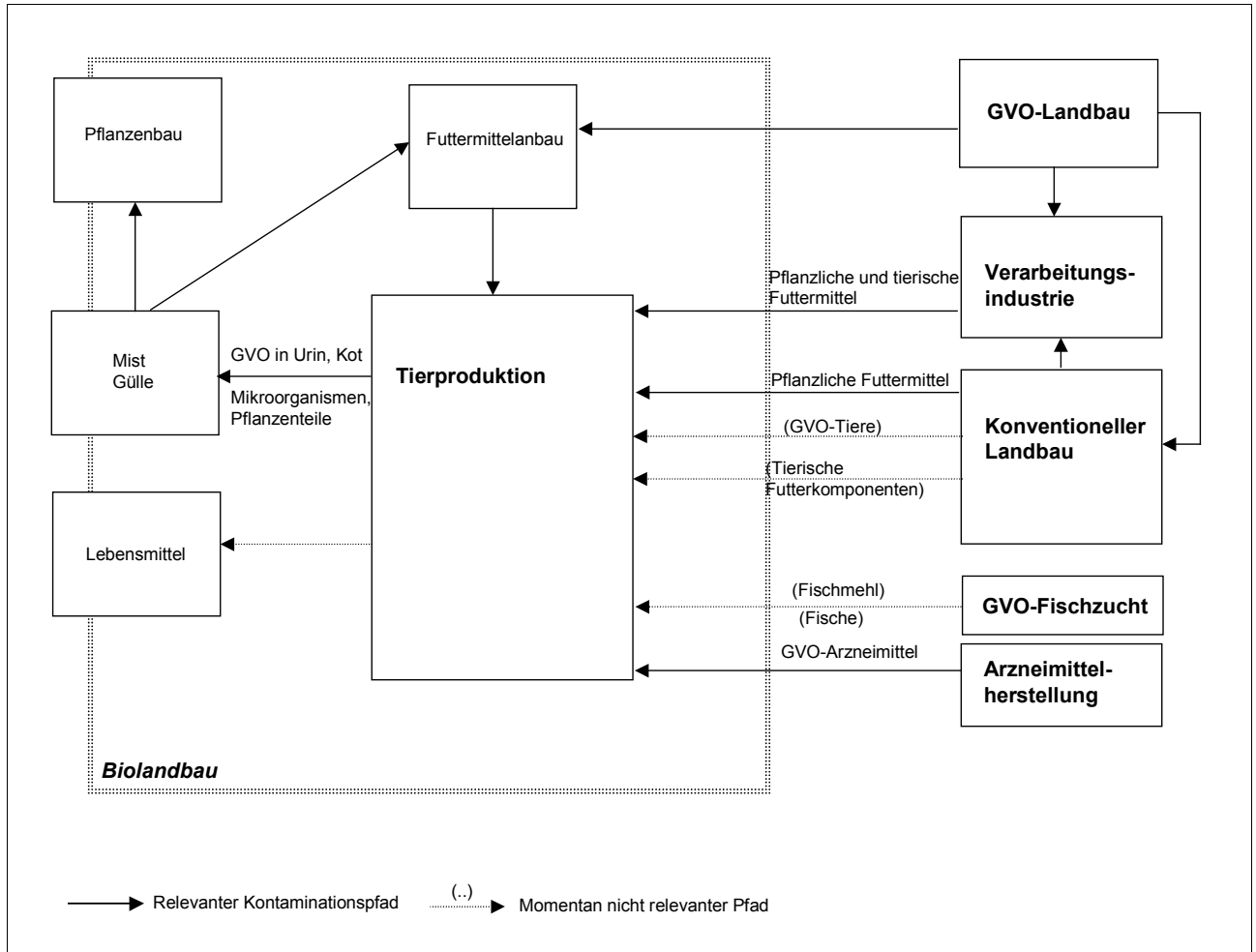


Abbildung 4: Übersicht Kontaminationsgefahren im Tierbereich

4.6 Arzneimittel für Tiere

4.6.1 Wissensstand

Gemäss den europäischen Biorichtlinien dürfen GVO-Arzneimittel im Biolandbau eingesetzt werden, sofern sie vom Tierarzt verschrieben werden. Impfungen werden in der Regel von den Behörden angeordnet.

Auch die Schweizer Bio-Verordnung Art. 3c macht bezüglich veterinärmedizinischer Erzeugnisse eine Ausnahme:

«Auf den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen und deren Folgeprodukte wird verzichtet. Davon ausgenommen sind veterinärmedizinische Erzeugnisse.»

Die BIO SUISSE hat folgende Haltung den veterinärmedizinischen Erzeugnissen gegenüber:

- «GVO-Folgeprodukte sind unerwünscht, wir nehmen jedoch keine Beurteilungen vor. Wir stehen dazu, dass wir bei den Arzneimitteln GVO-Folgeprodukte im Einsatz haben können.
- Auf keinen Fall unterstützt BIO SUISSE die Freisetzung von GVO-Organismen über Medikamente, z.B. durch GVO-Impfstoffe.
- In der Veterinärmedizin steht für BIO SUISSE die Prophylaxe im Vordergrund, gefolgt von sanften Behandlungsvarianten und der Komplementärmedizin.» (E-mail Nicole Oehninger, BIO SUISSE, 11.5.2001).

Arzneimittel der Human- und Veterinärmedizin, welche GVO enthalten oder aus solchen bestehen, müssen in der Schweiz deklariert werden (Interkantonale Kontrollstelle für Heilmittel, 1999). Im Bereich der Tierarzneimittel wurde nach Auskunft der Interkantonalen Kontrollstelle für Heilmittel bis heute (Juli 2000) kein derartiges Produkt registriert (persönliche Mitteilung Zwahlen 21. Juli 2000).

Bei den Impfstoffen sind in der Schweiz zwei GVO-Erzeugnisse zugelassen: ein Produkt gegen die Leukose bei Katzen sowie ein Produkt gegen Colienteritis beim Schwein. Diese Produkte wurden mit Hilfe von gentechnisch veränderten Bakterien hergestellt, sind aber frei von replikationsfähiger DNA. Impfstoffe, welche GVO enthalten oder aus solchen bestehen, sind zurzeit keine zugelassen (persönliche Mitteilung L. Bruckner, 7. und 9. August 2000).

In der EU sind drei GVO-Impfstoffe zugelassen: gegen Tollwut, Aujeszkii und Schweinepest.

Eingesetzte Hefen bei Magen-Darm-Störungen (nutritiv, therapeutisch, Pansenstörungen) und Laktobakterien bei Durchfallerkrankungen fallen unter die Lebensmittelverordnung, müssen also deklariert werden und dürfen demnach bei Positiv-Deklaration im Biolandbau nicht eingesetzt werden.

4.6.2 Bestehende Massnahmen

Es gibt keine zusätzlichen Massnahmen im Biolandbau für diesen Bereich.

4.6.3 Zusammenfassung und offene Fragen

In der Schweiz sind bisher zwei, in der EU sind drei GVO-Impfstoffe zugelassen. GVO-Arzneimittel sind für den Biolandbau unerwünscht, momentan sind aber zum Tierwohl GVO-Folgeprodukte zugelassen. Es werden vermutlich immer mehr GVO-Arzneimittel auf den Markt kommen, weshalb dieses Thema und die möglichen Folgen eines gänzlichen Verzichtes auf GVO-Arzneimittel diskutiert werden müssen.

Die Forschung für alternative Heilmethoden und Arzneimittel, die ohne Gentechnik hergestellt sind, muss stark intensiviert werden.

Es soll eine Liste der momentan zugelassenen GVO-Arzneimittel erstellt werden.

4.7 Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe

4.7.1 Wissensstand und bestehende Massnahmen

Auch bei Futtermitteln ist der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen im Biolandbau grundsätzlich untersagt. Dennoch können durch Verunreinigungen oder zugelassene konventionelle Futtermittel sowie Zusatzstoffe GVO-Erzeugnisse in das Biosystem Einlass finden.

Zulassung GVO-Futtermittel

In der Schweiz sind folgende gentechnisch veränderte Ausgangsprodukte und Einzelfuttermittel zugelassen (Anhang 1 zur Futtermittelverordnung): GTS-Soja, Mais Bt 176, Mais Bt 11, Mais MON819, sowie Maiskleber, Maiskleberfutter, Maisspindelmehl, Sojaextraktionsschrot und Sojakuchen von allen Sorten, die in der EU, der USA oder in Kanada zugelassen sind. In der EU sind acht verschiedene gentechnisch veränderte Pflanzen als Futtermittel zugelassen: herbizidtolerante Roundup-Ready-Sojabohnen, vier Mais- und drei Rapslinien mit verschiedenen Herbizid- und Insektenresistenzen. Keine dieser Pflanzen wird in Europa kommerziell angebaut, sie dürfen aber importiert werden.

Aus Nord- und Südamerika werden in grossen Mengen pflanzliche Rohstoffe nach Europa eingeführt, die in der EU zu Futtermitteln verarbeitet werden. Es ist davon auszugehen, dass sie in wechselnder Zusammensetzung auch Anteile aus gentechnisch veränderten Pflanzen enthalten.

Verschiedene als Futtermittelzusätze verwendete Zusatzstoffe und Enzyme können mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen erzeugt werden, z.B. Vitamine B2, B12 oder Biotin, Aminosäuren, Enzyme wie Phytase, Cellulase, Xylanase, Glucanase, Amylasen sowie Farbstoffe wie Beta Carotin (www.transgen.de Stand 25.5.2001).

Kritische Komponenten in Futtermitteln

Gemäss der Futtermittelliste für den Biolandbau (BIO SUISSE, RAP, FiBL, 2000/2001) dürfen keine der Futtermittel-Komponenten GVO-Erzeugnisse sein. Es wurden bislang folgende kritische Komponenten eruiert, die auch als GVO-Produkte erhältlich sind (Schweiz oder EU). Bei diesen ist in der FM-Liste «keine GVO-Erzeugnisse» vermerkt.

Tabelle 7: In Futtermittelliste als kritische Komponente vermerkt («keine GVO-Erzeugnisse»):

Bezeichnung	Bemerkungen
Getreide, v.a. Mais	Extraktionsschrote nicht zugelassen
Ölsaaten, v.a. Soja	
Alle pflanzlichen Produkte	
Hefen	
Mikroorganismen (Probiotika)	
Vitamine, Provitamine und ähnlich wirkende Stoffe	
Spurenelemente	

Zusätzlich sind die in Tabelle 8 aufgeführten Komponenten als kritisch zu bezeichnen: diese können GVO enthalten oder aus GVO hergestellt worden sein, weil die entsprechenden Komponenten als GVO-Erzeugnisse zugelassen sind bzw. als GVO angebaut werden. Die Beurteilung des Risikos erfolgte gleich wie bei der Hilfsstoffliste (siehe 4.4.1)

Tabelle 8: Zusätzlich als aktuell kritisch zu bezeichnen (kann Mais- oder Sojaderivate enthalten)

Bezeichnung	Begründung/Zusammensetzung
Backabfälle, Süswarenabfälle, Futtersuppe	Zusammensetzung unklar, möglich aus Mais, Soja, Enzymen, Hefen
Glucosesirup	Stärke aus Mais, Weizen, Kartoffeln
Traubenzucker (Dextrose)	Aus Glukose (die möglicherweise aus Maisstärke gewonnen wurde)
Fructose	Aus Früchten oder anderen Pflanzen, können GVO sein
Lecithine	Überwiegend aus Soja
Cellulosepulver	Überwiegend aus Baumwolle und Mais
Glycerin	Aus Fetten oder Kohlenhydraten, welche aus Soja oder Mais stammen können
Milchsäure	Aus Milch, Molke oder Glukose, Maltose (die möglicherweise aus Maisstärke gewonnen wurde)

Zusätzlich mittleres Risiko (Anbau, aber in der Schweiz nicht zugelassen)

Bezeichnung	Begründung/Zusammensetzung
Paniermehl	Aus Getreide
Dextrose-Melasse	Aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr
Futterzucker (Saccharose)	Aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr
Pektine	Aus Citrusschalen, Obstrestern, Zuckerrübenschnitzeln

Die Einteilung als aktuell kritische Komponenten bzw. Komponenten mit mittlerem oder geringem Risiko erfolgte gemäss Tabellen 4 und 5.

Proteinversorgung auf Biobetrieben

Warum werden überhaupt so viele Zusatzstoffe und Komponenten zugelassen, und könnte nicht zur Senkung des GVO-Risikos darauf verzichtet werden? Der Grund liegt im hohen Proteinbedarf der modernen Nutztiere; dies ist somit auch das Problem der hochgezüchteten Tierrassen, welche zur Leistungserbringung entsprechend viele Proteine in bestimmter Zusammensetzung brauchen. Entscheidend für die Proteinqualität ist das Aminosäurenmuster (Lysin, Methionin, Cystin usw.).

Bei Wiederkäuern auf Biobetrieben stellt das Kraftfutter nur eine Ergänzung zum Raufutter dar, welches grösstenteils auf dem eigenen Biobetrieb produziert werden sollte (dies ist nicht immer der Fall). Bei einer dem Standort und der Grundfutterqualität angepassten Leistung verursacht dies in der Regel keine Probleme.

Schweine und Hühner sind jedoch mehr oder weniger vollumfänglich auf die Versorgung mit Nährstoffen über das Kraftfutter angewiesen.

Die folgenden Proteinträger werden im Biofutter am meisten verwendet (Heller, 2001):

- Biosojakuchen aus der biologischen Ölherstellung
- Soja, Ackerbohnen und Erbsen in Bioqualität
- Konventioneller Maiskleber im Rahmen der 20%-Klausel
- Konventionelles Kartoffelprotein im Rahmen der 20%-Klausel
- Hefen (*Saccaromyces*, *Candida*)
- Fischmehl (Schweine).

Die Diskussion und Forschung um weniger Leistung und geringeren Eiweissbedarf sowie um eine Neuausrichtung der Tierzucht im Biolandbau stehen erst am Anfang.

GVO-Freiheit für Biofuttermittel in der Schweiz

Bereits seit 1997 müssen die Futtermittelhersteller gemäss BIO SUISSE-Richtlinien den BioLandwirten schriftlich bestätigen, dass sie für Biofuttermittel keine transgenen Pflanzenbestandteile einsetzen. Diese Biofuttermittel unterliegen der Warenflusskontrolle und sind somit relativ sicher vor GVO-Verunreinigung.

«Biokonforme» konventionelle Futtermittel

Da der Eigenanbau von biologisch produziertem Mais und Soja in der Schweiz nicht zur Bedarfsdeckung der Tiere ausreicht, dürfen konventionelle Futtermittel zugekauft werden.

Regelungen der Labels

BIO SUISSE: Die konventionellen Futtermittel müssen «biokonform» sein, d.h. sie müssen den Anforderungen der sogenannten Futtermittelliste von BIO SUISSE/RAP (Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere Posieux)/FiBL entsprechen, müssen jedoch nicht aus biologischen Ausgangserzeugnissen hergestellt sein. Grundsätzlich dürfen keine der Futtermittel und Komponenten GVO-Erzeugnisse sein. Der zugelassene Anteil an «biokonformen» konventionellen Komponenten beträgt für Wiederkäuer 10%, für übrige Nutztiere 20%. Es gilt die BIO SUISSE Weisung «Fütterung ohne Anwendung von Gentechnologie» (vom 1.1.2000):

- Für alle kritischen Futtermittelkomponenten (d.h. Ausgangsprodukte und Einzel Futtermittel, die auch als gentechnisch veränderte Produkte in der Schweiz zu-

gelassen sind) muss eine Bestätigung betreffend Nichteinsatz vorliegen und zusätzlich ein analytischer Nachweis, entweder des Produktes selber (bei Produkten, welche DNA enthalten) oder des Ursprungsorganismus (bei Produkten, welche keine DNA mehr enthalten). Die Futtermittel dürfen nur verfüttert werden, wenn der qualitative GVO-Nachweis negativ ausfällt oder beim quantitativen Nachweis weniger als 0.5% GVO nachgewiesen werden (also strenger als die Futtermittelverordnung mit 2 bzw. 3%).

- Mischfutter mit konventionellen Komponenten («Hilfsstoff-Knospe Futtermittel»): Diese Futtermittel können 20% der organischen Trockensubstanz als konventionelle Inhaltsstoffe enthalten. In vielen Fällen werden dort die Proteinträger in konventioneller Qualität verwendet. Sojapresskuchen (konventionelles Sojaextraktionsschrot ist grundsätzlich verboten) und Maiskleber oder ganzes Soja werden in den allermeisten Fällen beigesetzt. Diese Mischfutter sind einer strengen Kontrolle (Bestätigung und Nachweis) unterstellt.

M-Bioproduktion: erlaubt einen Anteil von 10–20% konventioneller Futtermittel, sofern diese nachgewiesenermassen keine gentechnisch veränderten Komponenten enthalten.

Demeter erlaubt den Zukauf von konventionellem Mais und Soja generell nicht.

Die Bioverordnung hat eine ähnliche Regelung wie die BIO SUISSE, jedoch ohne die strengere 0.5%-Regelung (d.h. es sind technische Verunreinigungen wie bei den konventionellen Futtermitteln von 2 bzw. 3% GVO zugelassen).

Nach Ansicht von Futtermittel-Experten ist die bestehende Regelung mit Bestätigung des Herstellers zu wenig sicher («keine Unterschrift genügt»). Da die Analytik ebenfalls gemäss Experten und Expertinnen immer noch ungenau ist bzw. bei vielen verarbeiteten Produkten auch keine DNA mehr enthalten ist, ist sie keine Methode für den GVO-Ausschluss sondern nur eine ergänzende Methode für eine konsequente Warenflusstrennung und Qualitätskontrolle.

Tierische Komponenten Gemäss Bioverordnung ist seit 1.1.2001 der Einsatz von tierischen Futterkomponenten inklusive Fetten verboten, ausgenommen Milch und Milchnebenprodukte.

Da auch keine gentechnisch veränderten Nutztiere auf dem Markt sind, ist keine Kontamination durch tierische Komponenten möglich.

Verunreinigung In die Schweiz werden für Futtermittel Sojaschrote und Maiskleber aus GVO-Produktion importiert. In den Futtermittelwerken werden demzufolge neben konventionellen Produkten auch GVO-Produkte angenommen und verarbeitet. Dies erhöht das Risiko, GVO-Bestandteile im konventionellen Futter zu finden. Versuche in Futtermittelmühen (Wenk *et al.*, 2001) haben gezeigt, dass Verunreinigungen stattfinden und sehr kleine Spuren von GVO in den nachfolgenden Chargen nachweisbar sind. Diese Verunreinigungen liegen jedoch unter 2 bzw. 3% und müssen daher nicht deklariert werden.

4.7.2 Zusammenfassung Wissensstand und offene Fragen

Bei biologischen Futtermitteln besteht aufgrund der Warenflusskontrolle eine relativ grosse Sicherheit vor GVO-Verunreinigung (Ausnahme: Verunreinigung bei der Verarbeitung, siehe unten).

Zugelassene konventionelle Futtermittel stellen hingegen eine grosse Gefahr für den Biokreislauf dar, da diese bis 2 bzw. bis 3% undeklarierte GVO-Anteile enthalten können bzw. da die heute bestehende Praxis mit Bestätigungen der Hersteller für GVO-Freiheit ungenügend ist. Die Analytik gibt ebenfalls keine Garantie, da die Ergebnisse noch nicht garantiert reproduzierbar sind bzw. in vielen verarbeiteten Produkten keine DNA mehr detektierbar ist. Der Warenfluss für jeden Futtermittelbestandteil müsste aufgezeigt werden, um die GVO-Freiheit zu garantieren. Es sollte entweder nur noch Biofutter oder Futter «hergestellt ohne Gentechnik» eingesetzt werden.

Ein Grundproblem besteht auch darin, dass die heutigen Tierrassen (v.a. Schweine und Hühner) auf Kraftfutter angewiesen sind, welches derzeit noch nicht genügend in Bioqualität vorhanden ist bzw. bei welchem die Gefahr besteht, dass die Ursprungsprodukte GVO waren (Mais, Soja).

Die Versuche, welche im Rahmen des BAG-Projektes (Wenk *et al.*, 2001) durchgeführt wurden, deuten auf eine mögliche Gefahr der Verunreinigung in Futtermittelwerken hin. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen zu den Verunreinigungen in den Futtermittelwerken müssen durchgeführt werden. Zudem muss umfassend abgeklärt werden, ob eine Deklarationslimite von 2 bzw. 3% für Futtermittel weiterhin sinnvoll ist. Zum heutigen Zeitpunkt könnte eine Deklarationslimite von 1%, wie sie in Lebensmitteln verwendet wird, auch für Futtermittel sinnvoll sein. Studien dazu wurden noch nicht durchgeführt.

Um Verunreinigungen zu vermeiden, muss bei beiden Futtermitteltypen (biologische und zugelassene konventionelle Futtermittel) eine Regelung geschaffen werden, welche die Herstellung von konventionellen und biologischen Futtermitteln auf derselben Anlage verbietet.

Forschungsbedarf besteht bezüglich Fütterung und Proteinbedarf von Hühnern und Schweinen sowie in der Züchtung von Rassen, die an den Biolandbau angepasst sind.

Im Inland sollten die Anbauflächen von Biofuttergetreide und -leguminosen ausgeweitet werden.

4.8 Warenfluss (Lebensmittel, Futtermittel, Saatgut)

4.8.1 Wissensstand/Stand der Massnahmen

Trotz weitgehender Trennung der verschiedenen Warenströme und umfassendem Kontrollsystem lassen sich Verunreinigungen im Promillebereich zwischen biologischen und konventionell produzierten Produkten kaum vermeiden. Vom Feld bis zum Produkt durchlaufen die Waren einen langen Prozess, wo auf fast jeder Stufe Vermischungen und Verunreinigungen möglich sind. Im folgenden werden die kritischen Punkte entlang des Warenflusses beschrieben:

Sammelstellen	Die geerntete Ware wird zu regionalen Sammelstellen transportiert, welche die biologisch produzierten Produkte getrennt von konventionellen annehmen. Teilweise nehmen Sammelstellen nur eine Qualität an (biologisch oder konventionell), dies ist auch die effektivste Massnahme, um Verunreinigungen zu vermeiden (Wenk <i>et al.</i> , 2001).
Transportbehälter	Für den Transport von Bioprodukten sind verschiedene Behälter zulässig und finden auch in der Praxis Anwendung, wobei je nach Art des Behälters die Verunreinigungsrisiken variieren: <ul style="list-style-type: none">• Beim Offentransport in Bahn- oder Lastwagen innerhalb von Europa besteht immer ein Verunreinigungsrisiko. Dies wird durch Anweisungen zur Reinigung und Beladung der Waggons verringert (z.B. können Waggons gemietet werden, welche vorgängig keine «möglicherweise GVO-haltigen Produkte» enthielten).• Aus dem nahen Ausland, wie z.B. Frankreich, wird die Ware z.T. mit firmeneigenen Lastwagen geholt, welche ausschliesslich Bioprodukte transportieren.• Für Produkte aus Übersee werden immer Container verwendet. Diese werden normalerweise mit Plastikfolie ausgelegt, was das Risiko einer Verunreinigung weitgehend ausschliesst.• Bei abgesackter Ware (kleine Mengen) besteht kein Verunreinigungsrisiko (Wenk <i>et al.</i>, 2001).
Umladevorgänge	Jeder Umladevorgang erhöht das Risiko von unbeabsichtigten Verunreinigungen. Normalerweise wird Bioware an der Schweizer Grenze das erste Mal umgeladen. Einzelne Anlagen haben spezielle Bio-Aannahmestellen. Die vollständige räumliche Trennung ist auch hier anzustreben, damit die Anlagen nicht mit GVO verunreinigt werden (Wenk <i>et al.</i> , 2001).
Verarbeitung	Im Rahmen des BAG-Projektes wurden in einer Mühle Verschleppungsversuche mit GVO-Sojaextraktionsschrot und GVO-Mais durchgeführt (Wenk <i>et al.</i> , 2001). Bei normaler Reinigung und Trennchargen zwischen GVO- und Bioware wurden in der nachfolgenden Bioware Spuren von GVO (<0.1 bis 1.3%) gefunden. Anstatt der heute üblichen Trennmengen von 200 bis 500 kg müssten 750 bis 1000 kg der nachfolgenden Charge auch als GVO deklariert werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass die Deklarationslimite von 1% überschritten wird. Aber auch dann sind Verunreinigungen nicht auszuschliessen, da die Reinigung nie 100%ig ist (Staub

bzw. Fett). Nur mit einer gänzlichen räumlichen Trennung von konventioneller und Bioware in der Verarbeitung können Bioprodukte weitgehend vor Verunreinigungen mit GVO geschützt werden (Wenk *et al.*, 2001).

4.8.2 Zusammenfassung und offene Fragen

Entlang des Warenflusses beinhalten Umladevorgänge (Sammelstelle, Grenze) sowie die Verarbeitung von Bioware die grössten Verunreinigungsgefahren mit GVO. Bei allen Vorgängen sind Reinigung sowie möglichst vollständige Trennung von konventioneller und Bioware die wesentlichen Massnahmen, die aber noch nicht immer optimal umgesetzt werden (können).

Weitere Versuche in Mühlen sind notwendig, um mehr Kenntnisse über die Höhe der möglichen Verunreinigungen zu erlangen (Wiederholung des Verschleppungsversuches des BAG-Projekts).

Bei gefundenen Verunreinigungen in Bioprodukten sollen Fallstudien zu den Kontaminationsquellen durchgeführt werden.

Für die Praxis müssen detaillierte Handlungsanweisungen und Merkblätter erarbeitet werden.

Eine offene Frage betrifft die volkswirtschaftlichen, bzw. für den Biolandbau entstehenden Kosten durch den zusätzlichen Aufwand für die Warenflusstrennung beim Anbau von transgenen Pflanzen. Wer soll diese tragen?

4.9 Konventionelle Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe

4.9.1 Wissensstand/Stand der Massnahmen

Viele in der Lebensmittelverarbeitung verwendeten Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe sind nicht in Bioqualität erhältlich. Die Bio-Verordnung erlaubt bis zu einem Anteil von 5% wenige, genau definierte konventionelle Rohstoffe. Hier besteht die Gefahr, dass die konventionellen Stoffe aus GVO bestehen oder aus diesen gewonnen wurden. Demeter und BIO SUISSE schränken den Einsatz deshalb zusätzlich ein: GVO-kritische Produkte wurden von der Liste der *zugelassenen konventionellen Rohstoffe* gestrichen, d.h. sie dürfen in Knospe-Produkten nur in Bioqualität eingesetzt werden. Zur Zeit sind dies Soja, Mais, Raps und deren Folgeprodukte, wie Sojaöl, Rapsöl, Maisstärke.

Auch bei bestimmten *Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffen* besteht das Risiko, dass sie aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen (Mikroorganismenkulturen), oder daraus hergestellt wurden (Zitronensäure, Enzyme). In diesen Produkten ist meistens keine DNA mehr vorhanden, ein analytischer Nachweis deshalb nicht möglich.

BIO SUISSE und Demeter schränken den Einsatz von Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffen generell ein. So sind z.B. Farb- und Aromastoffe verboten, Enzyme werden nur sehr restriktiv zugelassen und die künstliche Vitaminisierung ist untersagt. Diese Restriktionen vermindern das GVO-Risiko erheblich. Auch hier sind problematische Stoffe wie Aromaextrakte nur in zertifizierter Bioqualität erlaubt. Ein Vergleich der Richtlinien im Verarbeitungsbereich wurde am internationalen Seminar «Verarbeitung von Bioprodukten», anlässlich der IFOAM Konferenz 2000 in Basel vorgestellt (Schmid *et al.*, 2000). Daraus ist ersichtlich, dass die meisten Labels Einschränkungen auch in diesem Bereich vorsehen.

Momentan wird für Biolebensmittel mit Bestätigung formularen der Hersteller sichergestellt, dass die verwendeten Stoffe nicht GVO-Erzeugnisse sind. Diese Formulare entwickelten die BIO SUISSE und die bio.inspecta (Kontroll- und Zertifizierungsfirma). Der Hersteller bestätigt dabei, dass sowohl das Produkt als auch das zur Herstellung verwendete Material keine gentechnisch veränderten Organismen enthalten. GVO-Analysen, welche von den Zertifizierungsstellen nur in Problemfällen verlangt werden, finden teilweise im Rahmen der internen Qualitätssicherung bei der Eingangskontrolle statt.

Probleme ergeben sich hauptsächlich im Bereich Säuglingsanfangs- und Folgenahrung, da dort gemäss Lebensmittelverordnung Mindestgehalte von Aminosäuren und Vitaminen vorgeschrieben sind, die heute nur durch Zusatz der Reinsubstanzen erreicht werden können. Handelt es sich um Produkte, welche nach der Bioverordnung produziert werden, muss neben den Vitaminen und Aminosäuren allen Enzymen und Aromen (natürliche und Extrakte) grosse Aufmerksamkeit geschenkt werden (aus Wenk *et al.*, 2001).

4.9.2 Zusammenfassung und offene Fragen

Für die zugelassenen konventionellen Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe bestehen bei den Labels Knospe (BIO SUISSE) und Demeter ausreichende Regelungen, um den Eintrag von GVO-Produkten zu verhindern; bei Produkten, welche nach der Bioverordnung produziert werden, gibt es mehr Risiken, da für die konventionellen Zutaten und Zusatzstoffe bezüglich GVO keine speziellen Regelungen gelten. Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffe für Bioprodukte sollten nur noch mit der Auszeichnung «hergestellt ohne Gentechnik» zugelassen werden.

Im Gesetz noch nicht definiert sind Fragen nach der Breite (Hilfsstoffe, Futtermittel usw.) und der Tiefe (Nährböden von Kulturen, Enzyme bei der Produktion, usw.) der GVO-Freiheit. Probleme können bei der Verarbeitung entstehen, wenn z.B. Sojalecithin aus GVO-Sojabohnen auf derselben Anlage hergestellt wird wie Bio-Sojalecithin, weshalb auch hier die räumliche Trennung der Anlagen für konventionelle und Bioprodukte anzustreben ist.

Problematisch ist, dass die meisten Hersteller der Zusatzstoffe, z.B. Enzyme, Vitamine, organischen Säuren usw. ihre Produkte nur noch mit gentechnisch veränderten Organismen herstellen. In der Datenbank www.infoxgen.com sind gentech-

nikfrei erzeugte Zutaten und Zusatzstoffe für Lebensmittel aufgeführt. Die Produktion und der Markt für gentechnikfrei erzeugte Produkte muss gefördert werden.

4.10 DNA-Transfer aus GVO-Futtermitteln und Zusatzstoffen in Fleisch, Milch und Eier

4.10.1 Wissensstand

Obwohl gentechnisch veränderte Futtermittel in der Biolandwirtschaft nicht zugelassen sind, kann es Verunreinigungen geben (siehe Kapitel 4.7).

Trotz der geringen Gefahr stellt sich die Frage, wo DNA-Bruchstücke beim Einsatz von GVO in der Tierernährung verbleiben, z.B. ob gentechnisch veränderte DNA im Fleisch oder in der Milch auftaucht.

Die DNA und DNA-Bruchstücke werden im Verdauungstrakt durch Magensäure und verschiedene Enzyme weiter abgebaut. Da ein einziger Bruch in der codierenden Sequenz genügt, um ein Gen funktionsunfähig zu machen, schätzen Berkowitz und Chambers (1990) die Wahrscheinlichkeit, dass ein intaktes Gen die Passage durch den Verdauungstrakt übersteht, für den Menschen auf Null. Die Transformation von Zellen im Darmtrakt (also vor Abschluss des Verdauungsvorganges) ist dennoch möglich; Genfragmente können über Darmepithelzellen in den Wirtsorganismus absorbiert werden. Bei Nutztieren gibt es erst sehr wenige Experimente mit GVO-Futter, und die Resultate sind unterschiedlich:

Gemäss Wenk (2001) konnte bisher bei einer grossen Zahl von Versuchen an landwirtschaftlichen Nutztieren keine Nukleinsäuren bzw. Proteine aus transgenem Material der Futtermittel in den Produkten nachgewiesen werden (Milch, Fleisch, Eier). Diese Aussage trifft nicht in gleichem Umfang für pflanzeigene Nukleinsäuren zu: Eine neue Studie aus Deutschland zeigte, dass nach der Verfütterung von gentechnisch verändertem Mais an Hühner Bruchstücke pflanzlicher DNA im Muskelfleisch und in den Organen nachweisbar waren, nicht jedoch in den Eiern (Einspanier *et al.*, 2000, Fossgreen, 2000). Bt-Bruchstücke des Bt-Maises wurden nicht gefunden. In Rindern wurde nur im Blut pflanzliche DNA gefunden, nicht jedoch in den anderen untersuchten Organen (Muskeln, Leber, Milz, Niere).

Auch Poms (2001) fand bei Fütterungsversuchen mit Kühen keine Soja- bzw. Mais-DNA in Milch, Blut und Harn. Durch weitere Versuche konnte gezeigt werden, dass grosse DNA-Mengen in kurzer Zeit und sehr effektiv durch Verstoffwechslung aus der Blutbahn entfernt werden können und nicht in die Milch gelangen. Jedoch kann die Milch durch Verstaubung (Milch, die offen neben Futtertrog steht) mit Futtermittel-DNA verunreinigt werden.

Das Thema des Gentransfers von gentechnisch veränderten Pflanzen auf Darmbakterien wird in dieser Studie nicht weiter betrachtet, da dieses Thema zur Risikodiskussion allgemein gehört und nicht zum Thema Kontamination des Biolandbaus.

4.10.2 Zusammenfassung Wissensstand und offene Fragen

Es gibt erst wenige Untersuchungen zu diesem Thema mit unterschiedlichen Ergebnissen. Offensichtlich können Nukleinsäuren von Pflanzen die Darmwand passieren und im Tier in verschiedenen Organen auftauchen. Je nach Tier und Futter wurden jedoch unterschiedliche Resultate gefunden. Gentechnisch veränderte DNA wurde bisher nicht in den Produkten (Fleisch, Eier, Milch) nachgewiesen. Es lassen sich beim derzeitigen Kenntnisstand noch keine abschliessenden Aussagen darüber treffen.

5 Zusammenfassung der Massnahmen und offene Fragen

5.1 Verunreinigung von Saat- und Pflanzgut

5.1.1 Bestehende Massnahmen

- Um die Verunreinigung von (biologischem) Saatgut mit Pollen von gentechnisch veränderten Pflanzen zu verhindern, wird die Saatgutproduktion teilweise in GVO-freie Regionen und Länder verlagert.
- Die Sä- und Erntemaschinen müssen gut gereinigt werden, bzw. es sollen keine derartigen Maschinen mit GVO-Landwirten ausgetauscht werden.
- Die Saatgutfirmen halten sich an die üblichen QS-Massnahmen (Warenflusskontrolle), um technische Verunreinigungen bei der Reinigung und Verpackung des Saatgutes zu verhindern.
- Es muss zertifiziertes Biosaatgut verwendet werden, sofern dies erhältlich ist.

5.1.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Gesetz/Richtlinien: Für die Saatgutvermehrung müssen Sicherheitsabstände zu GVO-Feldern neu definiert werden, da sonst Kontaminationen unvermeidlich sind. Diese Abstände müssen international in den Saatgutverordnungen festgelegt werden. Die kulturspezifischen Abstände müssen noch diskutiert bzw. wissenschaftlich validiert und festgelegt werden.
- GVO-freie Saatgutproduktionsgebiete müssen international festgelegt werden.
- Weiteres zur Vermeidung Pollenflug siehe Kapitel 5.3.
- Tiefere, sinnvolle Toleranzlimite als 0.5% GVO-Kontamination für Biosaatgut muss diskutiert und international festgelegt werden.
- Kontrolle: Lückenlose Warenflusskontrolle und QS-Systeme müssen weiterhin konsequent gewährleisten, dass bei der Ernte, Reinigung und Transport keine Verunreinigungen passieren. Ernte- und Reinigungsmaschinen müssen sehr gut gereinigt werden.

5.1.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Welcher prozentuale Anteil GVO-Saatgut führt zu welchem Anteil im Erntegut und schliesslich im Endprodukt?
- Akkumulationseffekte über langjährige parallele Nutzung von GVO/Nicht – GVO.
- Exakte Daten zu technisch bedingten Verunreinigungen (Handling, Transport, Verarbeitung); wieviel Saatgut ist in welchem Ausmass betroffen?
- Wer haftet für Schäden, welche durch verunreinigtes Saatgut entstehen?

5.2 Verfügbarkeit von Saat- und Pflanzgut

5.2.1 Bestehende Massnahmen

- Die europäische Datenbank für biologisches Saatgut: www.organicxseeds.com informiert über die aktuelle Verfügbarkeit von biologischem Saatgut.

- Das «European Consortium for Organic Plant Breeding» koordiniert internationale Projekte zur biologischen Züchtungsforschung, agiert als Expertengremium für Richtlinienfragen und führt international abgesprochene Sortenvergleiche durch.

5.2.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Die biologische Saatgutvermehrung muss professionalisiert und intensiv unterstützt werden, um die erforderliche Menge und Qualität an Saatgut bis 2004 produzieren zu können.
- Die biologische Pflanzenzüchtung muss massiv gefördert werden, um langfristig viel mehr biologische Sorten für den Biolandbau anbieten zu können.

5.2.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Forschung und Entwicklung der biologische Pflanzenzüchtung.
- Welche Züchtungstechniken eignen sich für die biologische Pflanzenzüchtung?

5.3 Pollendrift, DNA-Migration

5.3.1 Bestehende Massnahmen

- Abstände in der Saatgutproduktion sind gemäss Verordnungen der einzelnen Länder festgelegt.
- Teilweise existieren Abstandsregelungen von Bioorganisationen in Ländern mit GVO-Anbau.

5.3.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- GVO-freie Regionen und Länder müssen festgelegt werden.
- Die Sicherheitsabstände von GVO- zu Biofeldern müssen international diskutiert und festgelegt werden. Vorläufiger Vorschlag des FiBL aufgrund des bisherigen Wissensstandes, der aber zu gering ist für verbindliche Aussagen: Angestrebter Verunreinigungsgrad $<0.5\%$, unter Einbezug der maximal gefundenen Auskreuzung/ Pollenausbreitung sowie eines Sicherheitsfaktors:
 - Mais: mindestens 1 km
 - Kartoffeln: mindestens 1 km
 - Raps: mindestens 4 km bei männlich sterilen Sorten, mindestens 600 m bei männlich fertilen Sorten
 - Zucker- und Futterrüben: mindestens 4 km
 - Weizen: mindestens 100 m bei normalen Liniensorten (geringe Datenlage)
 - Roggen: mindestens 2 km
 - Soja: mindestens 50 m
- Der Biolandbau und generell gentechnikfreie Systeme brauchen zusätzlichen gesetzlichen Schutz. Grundsätzlich sollte für GVO-Kontaminationen das Verursacherprinzip gelten, d.h. wer GVO in Verkehr bringt und anbaut, soll für Schäden haften, die daraus hervorgehen.

- Die Landwirte können Nachbarschaftsverträge abschliessen, in welchen benachbarte Landwirte vereinbaren, keine gentechnisch veränderten Pflanzen anzubauen.
- Es muss ein Meldesystem für den GVO-Anbau eingerichtet werden (welche Gebiete, welche Kultur, welches Feld). Ebenso müssen die Flächen kartiert werden, die sicher gentechnikfrei bleiben sollen. GVO dürften dann nur in einem bestimmten Abstand davon angebaut werden.
- Für die Kontrolle ist zu empfehlen, in der Einzelsituation abzuklären, wie hoch das Kontaminationsrisiko ist, d.h. ob überhaupt GVO in einem Gebiet angebaut werden. In diesem Fall müssen dann wesentlich strengere Vorsichtsmassnahmen getroffen werden (GVO-Landwirt muss z.B. Sicherheitsabstände einrichten).

5.3.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Festlegung der Sicherheitsabstände von GVO- zu GVO-freien Feldern, damit die Verunreinigung der Nicht-GVO-Kulturen unter einem bestimmten Prozentsatz bleibt; dazu müssen die vorgeschlagenen Abstände unter Einbezug von Akkumulationseffekten über Jahre validiert werden.
- Die juristischen Grundlagen und Möglichkeiten für die Umsetzung von Sicherheitsabständen müssen erarbeitet und diskutiert werden.
- Die vorgeschlagenen gentechnischen Massnahmen (Erbgutveränderung in Chloroplasten statt im Zellkern, männlich sterile Pflanzen, Apomixis, Assoziation von männlich sterilen GVO-Pflanzen und männlich fertilen konventionellen Pflanzen) müssen bezüglich ihrer langfristigen Auswirkungen auf das Ökosystem überprüft werden.

5.4 Hilfsstoffe für die landwirtschaftliche Produktion

5.4.1 Bestehende Massnahmen

- Die kritischen Komponenten (Wirkstoffe und Hauptkomponenten) der Hilfsstoffliste des FiBL wurden bezüglich GVO-Eintrag überprüft.

5.4.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Die kritischen Komponenten müssen jährlich überprüft werden.

5.4.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Ersatz von kritischen Stoffen bzw. Einsatz von garantiert gentechnikfrei erzeugten Komponenten.
- Es sollte diskutiert werden, ob Produkte, bei welchen die Rückverfolgbarkeit nicht gewährleistet ist, zugelassen werden sollen. Dies würde v.a. die Additive betreffen, welche momentan nicht bezüglich GVO-Freiheit überprüft werden
- Welche Konsequenzen haben strenge Regelungen bezüglich Rückverfolgbarkeit (eventuell können im Biolandbau häufig angewendete Produkte nicht mehr zugelassen werden).

5.5 Nutztiere

5.5.1 Bestehende Massnahmen

- Es sind keine Massnahmen nötig, da zurzeit noch keine gentechnisch veränderten Tiere zugelassen sind.

5.5.2 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Züchtung geeigneter Rassen für den Biolandbau.

5.6 Arzneimittel

5.6.1 Bestehende Massnahmen

- Es werden prioritär Prophylaxe und sanfte Heilmethoden eingesetzt. Sofern notwendig, werden vom Arzt konventionelle Medikamente und allenfalls GVO-Folgeprodukte verschrieben (diese sind bislang als Ausnahme noch erlaubt im Biolandbau).

5.6.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Richtlinien: Es soll diskutiert werden, ob GVO-Erzeugnisse als Arzneimittel weiterhin erlaubt sein sollen und welche Konsequenzen ein Verzicht hätte.
- Es muss eine Liste der Wirkstoffe in Veterinärarzneimitteln erarbeitet werden, die gentechnisch hergestellt sind.

5.7 Futtermittel

5.7.1 Bestehende Massnahmen

- Für alle biologische Futtermittel wird eine Warenflusskontrolle durchgeführt.
- Bei kritischen Komponenten von zugelassenen konventionellen Futtermitteln muss der Hersteller eine Bestätigung und einen analytischen Nachweis für die GVO-Freiheit erbringen.
- Beim Label Demeter ist der Zukauf von konventionellem Mais und Soja, welche besonders GVO-gefährdet sind, nicht zugelassen.

5.7.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Der gänzliche Verzicht auf den Einsatz von konventionellen Futtermitteln für die Bioproduktion muss diskutiert werden.
- Importierte Futtermittel Soja und Mais sowie alle anderen kritischen Komponenten sollten nur noch mit der Auszeichnung «hergestellt ohne Gentechnik» verwendet werden (d.h. mit Warenflusskontrolle).
- Biofuttermittel müssen auf räumlich getrennten Anlagen verarbeitet werden, um Vermischungen und Verunreinigungen möglichst zu vermeiden.
- In der Futtermittelverordnung soll die Herabsetzung der Deklarationslimite von 2–3% auf 1% für alle Futtermittel geprüft werden.

5.7.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Welche Futtermittelkomponenten sind mit den Grundsätzen des Biolandbaus nicht vereinbar; Entwicklung von alternativen Futtermittelkomponenten für die Eiweisszufuhr.
- Züchtung von Nutztieren, welche den Bedürfnissen des Biolandbaus gerecht werden.

5.8 Warenfluss

5.8.1 Bestehende Massnahmen

- Die Warenflüsse und Anlagen werden für GVO-kritische Stoffe soweit möglich getrennt, dies ist aber nur bei Demeter strikt durchgesetzt.

5.8.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

- Die Trennung der Warenflüsse muss noch verbessert werden, indem Transport- und Verarbeitungsanlagen für biologische und konventionelle Produkte strikt getrennt werden (Sammelstellen, Umladestellen, Transportbehälter (am besten versiegelte, mit Plastik ausgelegte Container)).
- Anstatt Bioprodukte immer weiter zu kontrollieren, könnten auch GVO-Produkte einer strikten Warenflusskontrolle unterzogen werden, da *sie* ja die anderen Produkte unerwünscht kontaminieren.
- Für die Praxis müssen detaillierte Handlungsanweisungen und Merkblätter erarbeitet werden.

5.8.3 Offene Fragen/Forschungsthemen/Konsequenzen

- Weitere Versuche in Mühlen zum Thema der Verunreinigung/Verschleppung sind notwendig (Wiederholung des Verschleppungsversuches des BAG-Projekts).
- Fallstudien bei gefundenen Verunreinigungen in Bioprodukten durchführen.
- Welche volkswirtschaftlichen Kosten entstehen beim Anbau von transgenen Pflanzen bzw. für den Biolandbau mit dem Aufwand für Warenflusstrennung auf der ganzen Warenkette? Und wer soll diese tragen? Frühzeitige Kosten- Nutzen-Abwägung.

5.9 Konventionelle Zutaten, Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffe

5.9.1 Bestehende Massnahmen

- Die Verwendung von GVO-kritischen Produkte wurden bei BIO SUISSE und Demeter eingeschränkt.
- Der Hersteller muss bestätigen, dass die verwendeten Stoffe keine GVO-Erzeugnisse sind.

- Die Datenbank www.infoxgen.com wurde aufgebaut, damit die Hersteller gentechnikfreie Zutaten und Zusatzstoffe für Lebensmittel finden können.

5.9.2 Weitere Vorschläge / Ergänzende Massnahmen

Die Zulassung von Zusatz- und Verarbeitungshilfsstoffen sollte nur noch mit der Auszeichnung «hergestellt ohne Gentechnik» erfolgen.

Die Produktion und der Markt für gentechnikfrei erzeugte Produkte muss gefördert werden.

- Auch hier ist eine räumliche Trennung der Anlagen für konventionelle und Bio-produkte anzustreben.

5.9.3 Zusammenfassung der Massnahmen nach Adressat

In Tabelle 9 sind die Massnahmen für die verschiedenen Problembereiche zusammenfassend geordnet nach Adressaten (wer muss umsetzen) dargestellt.

5.10 Einteilung in vier Hauptprobleme und Massnahmenbereiche

Die Problematik der Kontamination des Biolandbaus mit GVO kann in vier Problem- und Massnahmenbereiche eingeteilt werden:

Problem	Massnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe als solche: z.B. GVO-Arzneimittel, GVO-Enzyme, GVO-Futtermittel 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschluss von kritischen Stoffen bzw. nur noch Komponenten in garantiert GVO-freier und Bio-Qualität. Damit verbunden ist die generelle Diskussion, welche betriebsfremden Hilfsstoffe zugelassen werden sollen • Positivliste der zugelassenen Produkte und Reduktion der kritischen Produkte
<ul style="list-style-type: none"> • Unbeabsichtigte Verunreinigungen und Vermischungen bei ungenügender Deklaration und Trennung von GVO- und Bioware • Mangelhafte Rückverfolgbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Strikte räumliche Trennung und lückenlose Warenflussdeklaration und -kontrolle vom Feld bis zum fertigen Produkt • Schliessen von Kontrolllücken, Rückverfolgbarkeit gewährleisten • Produktspezifische Schwachstellenanalyse • Haftungsfragen lösen
<ul style="list-style-type: none"> • Unkontrollierte Verbreitung von Pollen, Pflanzenteilen und Pflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorschriften in GVO-Anbaubereichen (Sicherheitsabstände) • Errichten von GVO-freien Gebieten • Haftungsfragen lösen • Verantwortung der Gesellschaft und der GVO-Freisetzer
<ul style="list-style-type: none"> • Zu hohe Deklarationslimiten erhöhen schleichende Verbreitung von GVO 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefere Deklarationslimiten allgemein und evtl. für Bioproduktion einsetzen

Tabelle 9: Vorschläge für Massnahmen zur Sicherung der Bioproduktion ohne Gentechnik

Bereich/Problem	Bio-Organisationen/ Bio-Richtlinien	Landwirt/in Verarbeitung	Kontrolle	Gesetz/Politik/ Gesellschaft	Forschung
Horizontaler Gentransfer bei Saatgutproduktion und Bioanbau (4.1/5.1, 4.3/5.3)	<ul style="list-style-type: none"> Abstände von GVO- zu Biofeldern international festlegen Förderung Biosaatguterzeugung in GVO-freien Ländern 	<ul style="list-style-type: none"> Nachbarschaftsverträge abschliessen Sicherheitsabstände einhalten, Randstreifen und Hecken pflanzen 	<p>In Ländern mit GVO-Anbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inspektion der Nachbarfelder im Einzelfall Kontaminationsgefahr einschätzen und Sicherheitsmassnahmen überprüfen Liste angebauter GVO für jedes Land 	<ul style="list-style-type: none"> Abstände zu GVO-Feldern festlegen Haftpflicht für Verursacher regeln GVO-freie Gebiete festlegen 	<ul style="list-style-type: none"> Validierung Sicherheitsabstände Ausmass Verunreinigung
Verfügbarkeit von Saat- und Pflanzgut (4.2/5.2)	<ul style="list-style-type: none"> Förderung Biosaatgutvermehrung Richtlinien für biologische Pflanzenzüchtung ausarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> Zertifiziertes Biosaatgut verwenden 	<ul style="list-style-type: none"> sofern verfügbar muss Biosaatgut verwendet werden (Nachweis der Verfügbarkeit auf www.organicXseed.com) 	Förderung biologischer Saatgutvermehrung und Züchtung	Züchtung geeigneter Sorten für Biolandbau
Hilfsstoffe für die landw. Produktion (4.4/5.4)	<ul style="list-style-type: none"> alle kritischen Komponenten müssen GVO-Freiheit nachweisen 	<ul style="list-style-type: none"> GVO-freie Ware verwenden QS und Warenflussdokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> Dito; v.a. Rückverfolgen von kritischen pflanzlichen Komponenten 	Erhaltung Produktion mit konv. Methoden	
Tiere: Arzneimittel (4.6/5.6)	<ul style="list-style-type: none"> Diskussion des Verbots von GVO-Arzneimitteln 	<ul style="list-style-type: none"> keine Anwendung von GVO-Arzneimitteln 	<ul style="list-style-type: none"> verwendete Arzneimittel: An Kontrolle Liste der zugelassenen Mittel abgeben 		Forschung für GVO-freie Arzneimittel
Futtermittel (4.7/5.7)	<ul style="list-style-type: none"> keine konventionellen Futtermittel mehr erlauben bzw. nur noch FM ohne Gentechnik; bei allen kritischen Komponenten muss GVO-Freiheit nachgewiesen werden Anbau Bio-Futtermittel im Inland fördern 	<ul style="list-style-type: none"> Verwendung von Bio-Futtermitteln bzw. FM ohne Gentechnik hergestellt 	<ul style="list-style-type: none"> Warenflussdokumentation für kritische Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> QS im Sinne der Saatgutverordnung, d.h. Massnahmen zur Vermeidung von Verunreinigungen Toleranzwert neu 1% 	<ul style="list-style-type: none"> Alternativen für Eiweiss-Futtermittelkomponenten erforschen Züchtung von Bio-rassen
Warenfluss (Lebensmittel, Futtermittel, Saatgut) (4.8/5.8)	<ul style="list-style-type: none"> möglichst konsequente räumliche Trennung von Bio- und potentieller GVO-Ware (Erntemaschinen, Sammelstellen, Transportbehälter, Umladeanlagen, Verarbeitung) 	<ul style="list-style-type: none"> Verantwortung übernehmen für GVO-freien Warenfluss z.B. gereinigte Erntemaschinen, getrennte Sammelstellen 	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentation und strenge Kontrolle der Warenflüsse vom Feld bis zur Verarbeitung; Reinigungsprotokolle Maschinen und Geräte 		Studien zu technischen «unvermeidbaren» Verunreinigungen
Zutaten und Verarbeitungshilfsstoffe (4.9/5.9)	<ul style="list-style-type: none"> kritische Stoffe weiterhin nur in garantiert gentechnikfreier Qualität einsetzen risikoreiche Zutaten substituieren 	<ul style="list-style-type: none"> GVO-freie Ware verwenden gemäss Richtlinien getrennte Warenflüsse für Bio- und konventionelle Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> Warenflussdokumentation für kritische Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> Regelung Breite und Tiefe GVO-Freiheit 	Alternativen für GVO-Zusatzstoffe

6 Diskussion und Fazit

6.1 Zukünftige Entwicklung: Vermutlich Zunahme von GVO-Anbau

In naher Zukunft wird vermutlich die Anbaufläche von transgenen Pflanzen weltweit zunehmen und es werden mehr verschiedene gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden. Die Anbaufläche einzelner Kulturen nimmt jedoch momentan ab (bei Mais nahm Anbaufläche 2000 gegenüber 1999 ab, stieg jedoch 2001 und 2002 wieder leicht an, www.transgen.de), aufgrund von Protesten und Unsicherheiten bezüglich Risiken und ökonomischem Nutzen von gentechnisch veränderten Pflanzen. Es ist deshalb nicht abschätzbar, wie sich der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen mittelfristig entwickeln wird. Der Bioanbau wird wahrscheinlich weiter zunehmen, womit auch immer mehr Bioflächen von GVO-Anbau betroffen sein werden.

6.2 Offenes System – Gesellschaftliche Verantwortung – sozioökonomisches Problem

Der Biolandbau ist wie jedes landwirtschaftliche System ein offenes System. Je mehr GVO angebaut werden, desto weniger ist der Biolandbau selber in der Lage, sich vor der Kontamination mit GVO zu schützen. Auch wenn alle vorgeschlagenen technischen Massnahmen gegen die GVO-Einträge optimal umgesetzt werden, sind trotzdem Kontaminationen möglich (z.B. unkontrollierte Genverbreitung via Pollen, Samen usw.).

Der Biolandbau erleidet einen Schaden, wenn Saatgut, Lebensmittel und Futtermittel mit GVO verunreinigt werden; insbesondere bei Überschreitung der Deklarationslimiten können diese Produkte nicht mehr als biologische Produkte verkauft werden. Der Schaden ist sowohl finanzieller wie ideeller Art, denn die KonsumentInnen erwarten, dass Bioprodukte frei von Rückständen und ohne GVO hergestellt sind (dies ist ein Zusatznutzen, den sie auch bezahlen).

Der Biolandbau und generell gentechnikfreie Systeme brauchen zusätzlichen gesetzlichen Schutz. Grundsätzlich sollte für GVO-Kontaminationen das Verursacherprinzip gelten, d.h. wer GVO in Verkehr bringt und anbaut, soll für Schäden haften, die daraus hervorgehen. Eine andere Möglichkeit der Verantwortung der Gesellschaft besteht darin, sich für GVO-freie Gebiete und Länder zu entscheiden.

Um die Gentechnikfreiheit und damit die Wahlfreiheit zu gewährleisten, muss demnach auch auf der Ebene der Gesellschaft, der Gesetze, der gesamten konventionellen Landwirtschaft und der Agroindustrie agiert werden.

6.3 Biolandbau – offene oder geschlossene Kreisläufe

Im Grundsatz strebt der Biolandbau geschlossene Kreisläufe an: Futter für die Tiere wird auf dem Hof produziert; Mist, Gülle und Kompost werden als Dünger verwendet, Saatgut soll von biologischen Betrieben stammen; der Umgang mit Boden, Pflanzen und Tieren soll nachhaltig sein, so dass möglichst wenige und natürliche Hilfsstoffe eingesetzt werden müssen.

Die Bioproduktion verwendet aber nach wie vor Waren und Stoffe, die nicht aus der Bioproduktion stammen und die oft eine potentielle Gefahr bezüglich GVO-Eintrag darstellen:

- konventionelles Saatgut, das vorderhand noch verwendet werden darf, solange kein biologisches Saatgut zur Verfügung steht
- Zukauf von 10–20% konventionellen Futtermitteln
- viele Futtermittelkomponenten stammen aus konventioneller Produktion
- Dünger
- Pflanzenschutzmittel
- Tierarzneimittel

Man kann nun diese Stoffe weiterhin in garantiert gentechnikfreier Qualität zulassen. Dies bedarf aber eines relativ grossen Mehraufwandes für die Warenflussdokumentation und -kontrolle.

Die andere Variante ist, dass der Biolandbau konsequent auf konventionelle und industrielle Zusatzstoffe verzichtet und damit allenfalls einen Minderertrag hinnimmt. Damit würde aber der Zusatzaufwand für die Kontrolle und laufende Beurteilung dieser Stoffe wegfallen.

Diese Grundsatzdiskussion bedarf sicher einer gewissen Zeit und muss von verschiedenen Organisationen und Personen geführt werden.

6.4 Warenflusstrennung, Kontrolle der Produktflüsse

Die lückenlose Warenflusstrennung vom Feld bis zum Endprodukt ist die Hauptstrategie des Biolandbaus, gentechnikfrei zu bleiben. Dieses Ziel soll durch eine möglichst optimale Prozesskontrolle erreicht werden: Vom Anbau über Ernte, Transport und Verarbeitung soll überall mit möglichst optimalen Massnahmen und einer lückenlosen Dokumentation Bioware von konventioneller und GVO-Ware getrennt werden. Damit sollen Verunreinigungen und Vermischungen verhindert oder möglichst gering gehalten werden.

Der Biolandbau arbeitet in der Qualitätskontrolle der Produkte nicht primär mit der Analyse von unerwünschten Stoffen im Endprodukt, sondern mit der Prüfung der Prozesse. Da vielfach entweder keine DNA mehr oder nur in ganz geringen Mengen vorhanden ist, ist ein analytischer Nachweis kaum oder nicht durchführbar. Werte

verankern einen Status Quo, Verbesserungen werden beim Einhalten der Werte nicht mehr angestrebt. Ein solcher «Stillstand» führt zu verminderter Aufmerksamkeit, das Risiko eines Eintrages von GVO wird erhöht. Für die KonsumentInnen muss klar kommuniziert werden, dass eine Endproduktkontrolle für Bioprodukte nicht ausreichend und auch nicht sinnvoll ist. Die Analyse in den Endprodukten dient lediglich der Überprüfung des Funktionierens der Prozesskontrolle bzw. dem Aufdecken von Lücken und systematischen Fehlern. Die Prozesskontrolle umfasst auch all die Bereiche, welche analytisch nicht erfassbar sind.

Die EU hat in der Festlegung der Deklarationslimite von 1% für Lebensmittel eine Warenflussdokumentation auch für konventionelle Produkte vorgesehen (Commission of the European Communities 2001/0180). Diese Vorschrift bringt auch für die Bioproduktion grössere Sicherheit und sollte in der Schweiz in die Gesetzgebung Einlass finden.

6.5 Fazit

Die Bioorganisationen haben in der Schweiz und weltweit beträchtliche Anstrengungen unternommen, um den Biolandbau gentechnikfrei zu halten. Dies ist bislang dank der erläuterten Massnahmen auch weitestgehend gelungen. GVO-Spuren im Saatgut und in Lebensmitteln nehmen jedoch zu, auch im Bioprodukten. Kurz- und mittelfristig wird der weltweite Anbau von transgenen Pflanzen noch zunehmen. Vom ökonomischen Erfolg und agronomischen Nutzen dieser Pflanzen, von den tatsächlichen ökologischen Gefahren und von der Akzeptanz der KonsumentInnen wird es abhängen, ob sie sich auch langfristig halten können. Deshalb sind kurz- und mittelfristig weitere Anstrengungen des Biolandbaus notwendig, um die aktuellen Kontaminationsgefahren abzuwenden. Gefordert sind neben den Akteuren des Biolandbaus aber auch die Gesellschaft, welche mit der Zulassung von gentechnisch veränderten Pflanzen auch die Verantwortung für die Erhaltung der Wahlfreiheit und für allenfalls auftretenden Schäden übernehmen muss.

7 Literatur

- Agrevo (1996). Antrag auf Inverkehrbringen von Glufosinate tolerantem, gentechnisch verändertem Raps (*Brassica napus*).
- ALOG (Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel ohne Gentechnik) (2001). Interpretation des Verbotes des 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>.
- Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau, Stiftung Ökologie und Landbau, Bundesverband Naturkost Naturwaren (BNN) Hersteller, Verband der Reformwarenhersteller (VRH)/neufarm-Reformhäuser und Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (1998). Ökologischer Landbau und Gentechnik – ein Widerspruch. Gemeinsames Positionspapier. Öko-Landbau und Gentechnik. Entwicklungen, Risiken, Handlungsbedarf. B. Weber, G. Hirn und I. Lünzer (Eds). Bad Dürkheim, SÖL.
- Baier, A., Vogel, B. und Tappeser, B. (2001). Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft. Berlin, Umweltbundesamt (Hrsg.). Vorarbeiten/Fachgespräch. UBA Texte 23/01.
- Beck, A. (2000). Öko-Lebensmittel und Gentechnik. Handbuch Bio Lebensmittel. M. Eschricht und C. Leitzmann (Eds). Hamburg, Behrs Verlag.
- Beck, A., Hermanowski, R., Pahne, N. und Wagener, K. (1999). Lebensmittel ohne Gentechnik. Ökologie und Landbau 27(1): 10-15.
- Berkowitz, J. I. und Chambers, J. A. (1990). The food safety of transgenic animals. *Biotechnology* 8: 819-825.
- Billig, S. (2000). Europaweiter Skandal um verunreinigten Raps. Gen-ethischer Informationsdienst (GID)(140).
- Brodmann, P. und Nicholas, G. (1999). Saatgut: Kontamination mit GVO. Basel-Stadt, Kantonales Laboratorium. Kurzbericht.
- Coghlan, A. (2000). Sowing dissent. Strict segregation would keep crops free of genetically modified seed. But is it possible? *New Scientist Magazine*. 27. Mai 2000.
- Eckelkamp, C., Mayer, M. und Weber, B. (1997). Basta-resistenter Raps. Vertikaler und horizontaler Gentransfer unter besonderer Berücksichtigung des Standortes Wölfersheim-Melbach. Freiburg, Öko-Institut e.V. Werkstattreihe Nr. 100.
- Einspanier, R., Klotz, A., Kraft, J., Aulrich, K., Poster, R., Schwägele, F., Jahreis, G. und Flachowsky, G. (2000). The fate of forage plant DNA in farm animals: a collaborative case-study investigating cattle and chicken fed recombinant plant material. *European Food Research Technology* 211.
- Feil, B. und Schmid, J. E. (2001). Pollenflug bei Mais, Weizen und Roggen. Ein Beitrag zur Frage der beim Anbau von transgenen Kulturpflanzen erforderlichen Isolierabstände. Institut für Pflanzenwissenschaften ETH Zürich. Hrsg: SSPV, Z-Saatgut Schweiz, InterNutrition. Shaker Verlag Aachen.
- Fossgreen, A. (2000). Wir essen fremdes Erbgut. *Tages Anzeiger*. 16.11.00.
- Fredshavn, J. R., Poulsen, G. S., Huybrechts, I. und Rudelsheim, P. (1995). Competitiveness of transgenic oilseed rape. *Transgenic Research* 4: 142-148.
- Friends of Earth (2000). GM trials threaten UK honey bee keepers move hives away from GM sites. 16.5.2000. Press Release. <http://www.foe.co.uk/>.
- Garcia, C. M., Figueroa, M. J., Gomez, L. R., Townsend, R. und Schoper, J. (1998). Pollen control during transgenic hybrid maize development in Mexico. *Crop Sci.* 38: 1597-1602.

- Heller, S. (2001). Proteinversorgung im Biolandbau: Einschränkungen, Handhabung und Aussichten. Tagung: Vom Überangebot zum Defizit: Umgang mit den knappen Eiweissfuttermitteln, ETH-Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften.
- 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 fo assessing pollution risk of organic holdings lying within a six mile notification zone of intended GM trial plots, Soil Association.
- Hoppichler, J. (1999). ExpertInnenbefragung zur Bewertung und Evaluation «GVO-freier ökologisch sensibler Gebiete». Mit einer Expertise von Markus Schermer. Wien, Bundeskanzleramt Sektion VI. Forschungsbericht.
- Hütter, E., Bigler, F. und Fried, P. M. (1999). Verwendung transgener schädlingsresistenter Nutzpflanzen in der Schweiz, FAL, im Auftrag des BUWAL. Schriftenreihe Umwelt Nr. 317.
- Idel, A. (1999). Gentechnische Manipulation und Klonen bei landwirtschaftlich genutzten Tierarten. Bericht der Enquetekommission «Chancen und Risiken der Gentechnologie». Enquete-Kommission Gentechnik des schleswig-holsteinischen Landtages (Ed.), Schleswig-Holsteinischer Landtag: 82-93.
- Ingram, J. (2000). Report on the separation distances requiried to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Eds.). http://www.foe.co.uk/resource/consultation_responses/report_separation_distances_foe.pdf.
- Interkantonale Kontrollstelle für Heilmittel (1999). Richtlinien der IKS über die Deklaration von gentechnisch veränderten Organismen in Arzneimitteln (GVO-Deklarationsrichtlinien). Bern, IKS.
- Kareiva, P. und Parker, I. (1996). Umweltrisiken genetisch veränderter Organismen und Schlüsselprobleme ihrer Regulierung. Hamburg, Universität. Arbeitsmaterialien zur Technologiefolgenabschätzung und -bewertung der modernen Biotechnologie. Band No. 8.
- Koechlin, F., Ed. (1999). Zukunftsmodell Schweiz – Eine Landwirtschaft ohne Gentechnik? Autoren: T. Brunner, K. Nowack, L. Tamm, B. Tappeser, C. Eckelkamp, B. Weber und B. Vogel. Basel, Blauen-Institut.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001). Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über gentechnisch veränderte Leben- und Futtermittel.
- Lammerts van Bueren, E. T., Hulscher, M., Haring, M., Jongerden, J., van Mansvelt, J. D., den Nijs, A. P. M. und Ruivenkamp, G. T. P. (1999). Sustainable organic plant breeding. Driebergen, Louis Bolk Instituut.
- Longchamp, C. (2000). Gentech-Akzeptanz zwischen Optimismus und Pessimismus. 7.12.2000. www.polittrends.ch.
- Lünzer, I. (2000). Die Gentechnik passt nicht zu einer ökologischen Agrar- und Esskultur. *Ökologie und Landbau* 28(113): 6-9.
- Meyer, H. (1999). Gentechnische Sterilisation von Pflanzen: Terminator-Technik. Argumentationsleitfaden Gen-ethisches Netzwerk. April 2001. www.gen-ethisches-netzwerk.de.
- MKA der BIO SUISSE (2001). Einsatz von fremden Maschinen auf dem Biobetrieb. Merkblatt der BIO SUISSE.

- Morris, W. F.; Kareiva, P. M. and Raymer, P.L. (1994). Do barren zones and pollen traps reduce gene escape from transgenic crops? *Ecological Applications* 4 (1): 157-165.
- Moyes, C. L. und Dale, P. J. (1999). Organic farming and gene transfer from genetically modified crops. Norwich, John Innes Centre. MAFF Research Projekt. OF0157. www.gmissues.org.
- Nuttall, N. (2000). Firms move to avoid risk of contamination. *The Times*. 29.5.2000.
- NZZ (2000). Vernichtung von Gen-Raps in Frankreich und Schweden. *NZZ*: 64. 26.5.2000.
- OECD (2000). Biotrack Online. www.oecd.org.
- Organic Crop Producers & Processors Inc/Pro-Cert Canada Inc (OCPRO) (2000). Richtlinien für Kontrolle und Zertifizierung von Bioprodukten.
- Organizacion Internacional Agropecuaria (OIA) (2000). Richtlinien für Kontrolle und Zertifizierung von Bioprodukten (Argentinien).
- Paulus, H., Albert, R., Pascher, K. und Gollmann, G. (1997). Ökologische Risikoabschätzung von Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen für die spezielle Situation in Österreich. Wien, Bundeskanzleramt – Sektion 4 (Hrsg.). Forschungsberichte.
- Poms, R. E. (2001). GVO in Milch. Persönliche Mitteilung (E-mail).
- Schmid, O., Blank, C., Halpin, D. und Bickel, R. (2000). Evaluation of governmental regulations and private standards for processing of organic food products – Overview on some national standards, on IFOAM Basic Standards, Codex alimentarius Guidelines and EU-Regulation 2092/91. Tagung: 1st International Seminar «Organic Food Processing», Convention Center Basel, FiBL, Frick (Ed.).
- Schulte, E. und Käppeli, O. (1996). Gentechnisch veränderte Krankheits- und schädlingresistente 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. Cambs.
- Tappeser, B. und Eckelkamp, C. (1999). Der nachhaltige Abschied vom Vorsorgeprinzip. *Öko-Institut e.V. Ökologie und Landbau* 28 (113), S. 10-13.
- Tappeser, B. und Wurz, A. (1996). Freisetzungsrisiken gentechnisch veränderter Organismen. Widersprüche und Diskrepanzen zu Deregulierungsabsichten des Gentechnikgesetzes und angestrebten Vereinfachungen bei gentechnischen Genehmigungsverfahren. Freiburg, Öko-Institut e.V.
- Thompson, C.E., Squire, G., Mackay, G.R., Bradshaw, J.E., Crawford, J. and Ramsey, G. (1999). Regional patterns of gene flow and its consequence for GM oilseed rape. In: Lutman, P.J.W. *Gene flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*. BCPC Symposium Proceedings no 72.
- Tomiuk, J., Braun, P. und 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. Umweltbundesamt (Ed.) Berlin.

- Torgersen, H. (1996). Ökologische Effekte von Nutzpflanzen – Grundlagen für die Beurteilung transgener Pflanzen. Wien, Umweltbundesamt. UBA Monografie Band 74.
- Transgen (2000). Big Salmon; FDA: Entscheidung über gentechnisch veränderte Lachse. Transgen.de. 20.10.2000.
<http://www.transgen.de/Aktuell/Hintergrund/salmon.html>.
- Transgen (2001). Gentechnisch veränderte Pflanzen: Stand der Zulassungen in der EU und weltweit. <http://www.transgen.de/>.
- Treu, R. und Emberlin, J. (2000). Pollen dispersal in the crops Maize, Oil seed rape, Potatoes, Sugar beet and Wheat. Evidence from Publications. Bristol, Soil Association/ National Pollen Research Uni.
- Umbeck, P.F.; Barton, K.A.; Nordheim, E.V.; McCarty, J.C.; Parrott, W.L. and Jenkins, J.N. (1991): Degree of pollen dispersal by insects from a field test of genetically engineered cotton. *J. Econ. Entomol.* 84 (6): 1943-1950.
- Wenk, C. (2001). Was passiert mit fremder DNA im Tier? Tagung: GVO-Futter: Fakten statt Mythen, Universität Zürich-Irchel.
- Wenk, N., Stebler, D. und Bickel, R. (2001). Warenflusstrennung von GVO in Lebensmitteln. Basel, Prognos. Untersuchung im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit BAG in Kooperation mit Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Büro für Umweltchemie und Dr. Rudolf Bieri (Beratung für die Lebensmittelindustrie).
- Wöhrmann, K., Tomiuk, J. und Braun, P. (1996). Die Problematik der Freisetzung transgener Organismen aus der Sicht der Populationsbiologie. Hamburg, Universität Hamburg. Arbeitsmaterialien zur Technologiefolgendabschätzung und -bewertung der modernen Biotechnologie. No. 8.

Verzeichnisse

1 Glossar

Deklarationslimite

Überschreitet der Mengenanteil eines Stoffes in einem Produkt die Limite, dann muss dieser Stoff deklariert werden.

DNS/DNA

Die Desoxyribonukleinsäure ist Träger der Erbinformation. Sie stellt die chemische Substanz der Gene dar und besitzt, mit Hilfe gewisser Enzyme, die Fähigkeit zur identischen Verdoppelung. DNS findet sich in DNS-Viren, in Bakterien und in den Zellen aller Einzeller, Pflanzen, Tiere und des Menschen. Die Grundbausteine sind Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin. Die lineare Reihenfolge dieser Bausteine nennt man die DNS-Sequenz.

Durchwuchs

Durchwachsen der vorjährigen Kultur in die neu eingesäte Kultur.

Enzym

Eiweiss mit katalytischen Eigenschaften, d.h. ein Enzym ermöglicht und beschleunigt chemische Stoffumsetzungen im Organismus

Fremdbefruchter

Pflanzen, die sich durch die Bildung von befruchteten Einzellen aus Keimzellen von verschiedenen Individuen vermehren

Gen

Informationseinheit auf dem Erbgut (DNS). Ein Gen (Erbfaktor) ist ein Abschnitt auf der DNS, der die Information zur Herstellung eines ganz bestimmten Eiweisses (Protein) trägt.

Genom

Die Gesamtheit der Gene eines Organismus.

Gentechnik

Unter Gentechnik werden prinzipiell alle Methoden zur Isolierung, Charakterisierung und Neukombination von DNS verstanden. Gentechnik beinhaltet insbesondere

- die Isolierung und Neukombination von DNS, auch über Artgrenzen hinaus
- die Vermehrung und Expression dieser DNS in ihrer neuen Umgebung
- die Wiedereinführung rekombinierter DNS in eine ursprünglich fremde biologische Umgebung (Wirtszelle)

Grenz/Toleranzwert

Enthält ein Produkt mengenmässig mehr eines Stoffes (z.B. GVO) als der Grenz- oder Toleranzwert erlaubt, ist das Produkt (z.B. Saatgut) nicht mehr zugelassen.

GVO

Gentechnisch veränderter Organismus/veränderte Organismen

Herbizid

Chemisches Pflanzenschutzmittel, das zur Bekämpfung von Unkraut eingesetzt wird.

QS

Qualitätssicherung

Selbstbefruchter

Pflanzen, bei denen sich die befruchtete Eizelle aus Keimzellen des gleichen Individuums bildet.

Toxin

Giftiges Stoffwechselprodukt

Transgen

Bezeichnung für Organismen, in deren Genom mittels gentechnischer Methoden ein oder mehrere Gene eines anderen Organismus eingebaut wurden.

2 Organisationen

AGÖL

Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau. www.agoel.de

ALOG

Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel ohne Gentechnik

BAG

Bundesamt für Gesundheit. www.bag.admin.ch

BIO SUISSE

Vereinigung der Schweizer Biolandbau-Organisationen. www.bio-suisse.ch

ECO-PB

European Consortium for Organic Plant Breeding. www.ecopb.org

FAO

Food and Agriculture Organisation of the United Nations. www.fao.org

FiBL

Forschungsinstitut für biologischen Landbau. www.fibl.ch; www.biogene.org; www.organicxseeds.com; www.organic-research.org

IFOAM

International Federation of Organic Agriculture Movements. www.ifoam.org

infoxgen

Arbeitsgemeinschaft transparente Nahrungsmittel mit Internet-Datenbank: www.infoxgen.com