

Gentechnik an Lebensmitteln

Daniel Ammann (SAG-Geschäftsstelle)

Zusammenfassung

Gesunde Lebensmittel gehören zu den unverzichtbaren Lebensgrundlagen des Menschen. Die Gentechnologie ermöglicht seit kurzem eine qualitativ neuartige Manipulation aller unserer Nahrungsquellen. Nachdem auf Laborebene gentechnische Eingriffe an sozusagen allen wichtigen Nahrungsquellen bereits vollzogen sind, wird jetzt eine immense Durchdringung des Lebensmittelmarktes mit genmanipulierten Produkten eingeleitet. Die Markteröffnung fällt in der Schweiz und in Europa in eine Zeit, da eine grosse Mehrheit der Bevölkerung (60-70%) gentechnisch veränderte Lebensmittel ablehnt. Gleichzeitig sind Umwelt- und Gesundheitsrisiken, die aus der Anwendung der Gentechnologie resultieren könnten, heute nicht hinreichend voraussagbar und können keineswegs ausgeschlossen werden.

Es häufen sich Einzelfälle, die auf gentechnik-spezifische Gesundheitsprobleme hinweisen: Die jahrelang als unbedenklich angesehenen Antibiotikaresistenz-Gene werden jetzt weltweit für Lebensmittel als unakzeptabel eingeschätzt (im Februar 99 hat beispielsweise das Europäische Parlament ein Verbot von Antibiotika-Resistenzgenen gefordert). Fütterungsversuche mit genmanipulierten Kartoffeln vom August 1998 in England zeigten unerwartet gravierende Organveränderungen an Ratten. Die Schadensursache wird dem gentechnisch eingeführten Genkonstrukt zugeschrieben. Die Bewertung des Experiments bleibt aber bis heute wissenschaftlich kontrovers. Der Unfall mit dem gentechnisch produzierten Schlafmittel bzw. Lebensmittelzusatzstoff Tryptophan aus dem Jahre 1990 hat seine Ursache zweifellos in der gentechnischen Produktion, ist aber bis heute ungeklärt. Die Debatte um die Allergieproblematik ist nach wie vor aktuell und kontrovers. Es muss mit einer Zunahme von Lebensmittelallergien gerechnet werden. Es muss mit einer Zunahme von Lebensmittelallergien gerechnet werden.

- Angesichts der Neuartigkeit des gentechnischen Eingriffs in Lebensmittel,
- angesichts der deutlich mehrheitlichen Ablehnung von Gentech-Lebensmitteln in der Bevölkerung,
- angesichts der unzureichend erforschten Risikofaktoren für Umwelt und Gesundheit,
- angesichts des fehlenden Nutzenbelegs für die KonsumentInnen und
- angesichts der Vorteile einer ökologischen Landwirtschaft ohne Gentechnik in der Schweiz,

kommt die SAG für den Einsatz der Gentechnik an Lebensmitteln zu folgenden Schlüssen:

Die SAG verlangt:

- **ein Moratorium für Gentech-Lebensmittel in der Schweiz**
- **ein Moratorium für Gentech-Futtermittel in der Schweiz**

Als Minimalforderung im Sinne eines Kompromisses verlangt die SAG:

- eine Bewilligung sämtlicher aus GVO bestehenden oder aus GVO gewonnenen Lebensmittel, Zutaten oder Verarbeitungshilfsstoffe,

- eine garantierte und umfassende Wahlfreiheit der Konsumentinnen und Konsumenten auf Grund optimaler Warenflusstrennung,
- die Deklaration sämtlicher aus GVO bestehenden oder aus GVO gewonnenen Lebensmittel, Zutaten oder Verarbeitungshilfsstoffe,
- die Deklaration von Fleisch und Milch von Tieren, die mit Gentech-Futtermitteln gefüttert wurden,
- die Übertragung sämtlicher Kosten der Warenflusstrennung und Kontrolle an die Gesuchsteller für die Vermarktung von Gentech-Lebensmitteln, Zutaten oder Verarbeitungshilfsstoffen und
- ein Langzeitmonitoring negativer Langzeiteffekte auf die Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten.

Gentechnik an Lebensmitteln

1. Technik an Lebensmitteln

Die Aufnahme von Nahrung schafft einen direkten, sozusagen innigsten Kontakt von chemischen Stoffen und biologischen Organismen mit dem menschlichen Körper. Jedes technische Verfahren, das bei der Behandlung oder gar Herstellung von Nahrungsquellen eingesetzt wird, muss deshalb überprüft werden, ob es die Nahrung gesund erhält bzw. zu gesunder Nahrung führt.

Die Ernährung hat sich im Laufe der Jahrhunderte stets verändert. Der Einzug der Züchtung im Ackerbau und in der Tierhaltung war eine der ganz grossen Etappen der Lebensmittelproduktion. Ebenso bedeutend ist das Aufkommen technischer Hilfsmittel zur Gewinnung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Auf der stofflichen Ebene brachte die Chemie einen neuen Umgang mit Ernährung. Alle diese Errungenschaften, mit Nahrungsquellen technisch, züchterisch oder chemisch umzugehen, haben das erklärte Ziel, Lebensmittel zu verschönern, zu verbessern und ihre Mengen zu steigern.

Die Gentechnik ermöglicht seit kurzem eine qualitativ neuartige Manipulation all unserer Nahrungsquellen. Erstmals erfolgt ein technischer Eingriff in Nahrungsbestandteile, der im krassen Gegensatz zur Natürlichkeit steht, denn die Gentechnik isoliert den Organismus aus seinem Kontext und funktioniert ihn im Reagenzglas effizient, gezielt und meist unter Verwendung artfremder Gene um.

Die Behauptung, dass mit gentechnischen Methoden nichts anderes gemacht wird, als was in der Natur ohnehin geschehe, war lange weit verbreitet. Evolution und Natur werden als «natürliche Gentechnik» verstanden, und es wird dadurch impliziert, dass der gentechnische Eingriff in Lebewesen denselben Gesetzmässigkeiten folgt, die ohnehin schon innerhalb der natürlichen Evolution wirken.¹ Eine Gleichsetzung natürlicher Lebensprozesse mit gentechnischen

¹ Dieser Ansatz wurde bereits an der Schwelle der Kommerzialisierungsphase von GVO vertreten. Mit dieser Argumentation wurde auch die Existenz von gentechnisch-spezifischen Risiken verneint: „*Das sich auf der Basis der Erfahrung in der Gentechnik und besonders der Ergebnisse der gezielten Sicherheitsforschung jetzt allein urteilen lässt, dass es das hypothetische Risiko der Gentechnik nicht gibt, also nicht die erst durch die Kombination bedingte besondere Gefährdung im Gegensatz zu den Eigenschaften der Summe der benutzten Komponenten.*“ Hobom, G. (1986). Gentechnologie - Herausforderung und Verantwortung. Umschau, Vol. 9, S. 466.

Veränderungen ist aber unhaltbar.² Dies gilt auch für die gentechnische Veränderung von Nahrungsmitteln.

Trotz dieser evidenten Naturfremdheit wird die Gentechnik als ökologisch propagiert: Evolutionsverträglich und naturharmonisch soll sie zu einem der ganz grossen Beiträge zur umweltschonenden Produktion im 21. Jahrhundert werden. Das ökologische Gentech-Management soll naturnahe Produktionssysteme ersetzen und Saatgut und Lebensmittel produzieren, die technisch optimal sind.

Gentechnisch gewonnene oder veränderte Lebensmittel werden oft unter dem Begriff der Naturidentität angepriesen. Dabei wird einerseits angenommen, dass ein gentechnisch gewonnener Stoff in seiner Struktur identisch mit dem entsprechenden in der Natur vorliegenden Stoff sei (z.B. Enzyme). Andererseits wird vorgebracht, dass der Einbau eines einzelnen Gens in ein Nutzpflanzengenom die Eigenheit dieser Nutzpflanzensorte nur vernachlässigbar verändere (z.B. ein Fremd-Gen in transgenen Nutzpflanzen wie Mais, Soja oder Kartoffeln). Mit solcher Argumentation wird allerdings die Genese, also die «gentechnische Vorgeschichte» des Produktes, ausgeklammert. Es wird impliziert, dass die angebliche «Naturidentität» mit «Natürlichkeit» gleichzusetzen sei. Im Gegensatz zur Genmanipulation ist es aber gerade ein Charakteristikum von Natürlichkeit, dass sich ein Organismus technik-frei, langsam, zyklisch und im Gesamtzusammenhang mit seiner Umgebung entwickelt.³

2. Stand der Gentechnik an Lebensmitteln

Die Nahrungsmittelindustrie drängt mit technischen Spezialitäten wie Treibhausproduktion, Lightprodukten, Energy-Drinks, Fast Food oder Hors-Sol immer mehr auf den Ernährungsbereich.⁴ Mit der Gentechnik erfährt die Ernährungsgeschichte einen Quantensprung: Nahrungsquellen sollen in ihrem innersten Kern, der Erbsubstanz, nach menschlichem Ermessen verändert werden. Nahrung, die direkt aus der Natur stammt, wird als unvollkommen gewertet und einer gentechnischen Optimierung unterworfen. Ökologische und ernährungsphysiologische Mängel natürlicher Nahrungsquellen sollen eliminiert werden, die Produktivität nochmals gesteigert, die Herstellungsprozesse weiter beschleunigt werden. Zusätzlich will man neue Geschmackserlebnisse anbieten und eine neue Esskultur eröffnen. Dieses Potential der Gentechnik erweckt mancherorts die Vision einer wirtschaftlichen sowie kulturellen Revolution in der Nahrungsmittelerzeugung.

Für die heutige und in nächster Zukunft gültige Marktsituation sind folgende Produktstrategien relevant:

- Nutzpflanzen mit Herbizidresistenz
- Nutzpflanzen mit Schädlingsresistenz
- Nutzpflanzen mit veränderten Inhaltsstoffen (z.B. Stärkeanteil in Kartoffeln)
- Nutzpflanzen mit Qualitätsveränderungen (z.B. Tomaten mit verzögerter Reifung)

² Die Differenz von Evolution, Züchtung und Gentechnik ist ausführlich im SAG-Studienpapier Ammann, D. (1999). Die Verfassungsnorm der Würde der Kreatur. Konsequenzen für die Zulassung genmanipulierter Tiere. B2-Juli 99, dargelegt.

³ Selbstverständlich sind auch gewisse konventionelle Züchtungsprogramme mit induzierten Mutationen (durch Strahlung, chemisch etc.) ein künstlicher Eingriff ausserhalb der Natürlichkeit. Diese Eingriffe beinhalten aber nicht den artfremden Gentransfer und die In-vitro-Synthese eines Genkonstrukts.

⁴ Eine interessante Übersicht zur Situation der Designer-Speisen aus der Food-Industrie gibt Furtmayer-Schuh, A. (1999). Postmoderne Ernährung. Food-Design statt Esskultur. Die moderne Nahrungsmittelproduktion und ihre verhängnisvollen Folgen. TRIAS Thieme Hippokrates Enke, 1993.

- Gentechnisch gewonnene Enzyme
- Gentechnisch gewonnene Vitamine
- Andere gentechnisch gewonnene Lebensmittelzusatzstoffe (z.B. Lecithin aus Soja, Maisstärke aus Mais, Aspartam, Glutamat, Aminosäuren etc.).

Das Bundesamt für Statistik gab per 1. Juli 1998 folgenden Stand der Zulassungen und Zulassungsgesuche in der Schweiz bekannt:⁵

⁵ Bundesamt für Statistik (1998). Gentechnologie. Umweltstatistik Schweiz, Nr. 8, S. 8.

GVO-Erzeugnis (Firma)	Typ	Anmeldung	Zulassung
Soja «Roundup Ready» (Monsanto)	Nutzpflanze	19.7.1996	20.12.1996
Vitamin B ₁₂ (Rhône-Poulenc Rorer)	Vitamin	7.10.1996	20.12.1996
Amylase «Termamyl» Amylase «Novamyl» (Nordisk)	Enzyme	15.7.1996	ausstehend
Bt-Mais «Maximizer» (Novartis)	Nutzpflanze	1.11.1996	6.1.1998
Pektinesterase Pektintranseliminase Polygalacturonase I Polygalacturonase II (Rhöm)	Enzyme	10.2.1997	ausstehend
Vitamin B ₂ (Hoffmann-la Roche)	Vitamin	4.8.1997	ausstehend
Bt-Mais «B11» (Novartis)	Nutzpflanze	4.8.1997	ausstehend
Mais «Liberty Link» (AgrEvo)	Nutzpflanze	10.9.1997	ausstehend
MaisGard (Monsanto)	Nutzpflanze	18.3.1998	ausstehend
Labenzyme aus GVO: Maxiren (Giste Brocades) Chymogen (Christian Hansen)	Enzyme	Für die Bewilligungser- neuerung musste bis Juli 1998 ein Gesuch gestellt worden sein	1988* 1993*

* Erneuerungsgesuch gestellt; Entscheid ausstehend

Inzwischen haben die zuständigen Behörden die drei ausstehenden Maissorten von Novartis, AgrEvo und Monsanto als Lebens- und Futtermittel bewilligt.⁶

3. Trends der Gentechnik an Lebensmitteln

Mittelfristig ist in Erweiterungen zu den oben genannten Marktstrategien mit folgenden Produkten zu rechnen:

- Nutzpflanzen auf der Basis der Terminator-Technologie⁷

⁶ NZZ (1999). Weitere Genmais-Sorten in der Schweiz zugelassen. Neue Zürcher Zeitung, 15.10.98.

- Nutzpflanzen mit Virusresistenz
- Nutzpflanzen mit verändertem Ernährungswert (z.B. Reis angereichert mit Vitamin A)
- Nutzpflanzen mit Stickstofffixierung (Selbstdüngung)
- Nutzpflanzen mit Standortanpassungen (Hitze, Kälte, Dürre, salzige Böden)
- Nutztiere mit Leistungssteigerung
- Nutztiere mit Qualitätsveränderungen (z.B. Fettreduktion)
- Mikroorganismen zur Veränderung der Fermentation, der Produktivität oder der Qualität von Lebensmitteln
- Funktionelle Lebensmittel.

Funktionelle Lebensmittel

Unter diesem Begriff wird eine neue Generation von Lebensmitteln umschrieben, die im Vergleich zu herkömmlichen Nahrungsmitteln einen zusätzlichen Nutzen aufweisen soll. Dieser Nutzen soll in der Regel medizinischer Art sein, was in Zukunft auch ein Abgrenzungsproblem zwischen Lebensmittel und Medikament nach sich ziehen wird.⁸ Funktionelle Lebensmittel werden im Lichte der Vorsorge und der Behandlung von Krankheiten propagiert werden. Heutige Marktprodukte sind Vorläufer von Produkten, die mittels Gentechnik „funktional“ gemacht werden. Die Vorläuferprodukte reichen von mit Vitaminen, Ballaststoffen oder Mineralien angereicherten Produkten über die Ovomaltine oder Probiotika (LC1 von Nestlé) bis zu mit Folsäure angereichertem Brotgetreide.

Es ist klar absehbar, dass die Gentechnik bei den funktionellen Lebensmitteln eine entscheidende Rolle spielen wird. Indikatoren dafür sind beispielsweise unterschiedlichste Forschungsprogramme zur Impfung mittels genmanipulierter Lebensmittel.⁹

Funktionelle Lebensmittel (auch als Nutraceuticals bezeichnet) sind ein erklärtes Ziel der Life Science Industrie.¹⁰ Verschiedene Produkte sind bereits in Entwicklung:¹¹

⁷ King, D. (1998). Terminator-Saatgut. GID 127, Juni 1998, S. 19.

⁸ Brower, V. (1998). Nutraceuticals: Poised for a healthy slice of the healthcare market? Nature Biotechnology, Vol. 16, August 1998, S. 728.

⁹ Vergleiche etwa die Forschungsansätze zu Starrkrampfimpfungen via Schluckimpfung von genmanipulierten Milchsäurebakterien (*Lactococcus lactis*): Die Weltwoche, 23.1.97 oder die Verwendung von genmanipulierten Bananen als Rohkost-Schluckimpfung: Der Spiegel (1998). Impfbananen im Visier. Nr. 41/1998, S. 244.

¹⁰ Sloan, A. E. (1999). The new market: Foods for the not-so-healthy. FoodTechnology, Vol. 53, No. 2, Februar 1999, S. 54.

¹¹ Sprenger, U. (1998). Nutraceuticals: Gesunde Geschäfte. GID 130, Dezember 1998, S. 19.

Pflanze/ Tier/ Produkt	Beanspruchte Wirkung	Firma/ Institut (in der Entwicklung = F&E; auf dem Markt = M)
Bananen, Tomaten, Avocado o.ä.	bilden Impfstoffe; beanspruchte Wirkung: Vorbeugung von Infektionskrankheiten wie Durchfall, Cholera oder Tollwut; auch als mögliche Träger für Verhütungsmittel in der Erforschung	diverse Firmen, unter anderem Boyce Thompson Institute; Thomas Jefferson Universität; WHO (F & E)
Fettsäure DHA (Neuromins)	beanspruchte Wirkung: fördert Gehirnleistung und Sehvermögen	Martek Biosciences (M?)
Fettsäuren DHA und ARA	der menschlichen Muttermilch nachgebaute langkettige, essentielle Fettsäuren aus Algenkulturen, die der Kindernahrung zugesetzt werden	Martek Biosciences (M; in rund dreißig Ländern)
Kefir (<i>Proventra</i>)	enthält Antikörper aus dem Kolostrum von Kühen (Erstmilch); beanspruchte Wirkung: greift infekionsauslösende Bakterien an, die z.B. Ohrenschmerzen, Harnwegentzündung oder Karies auslösen	GalaGen, USA (M)
Margarine (<i>Benecol</i>)	ihr Cholesterin soll im Verdauungstrakt nur eingeschränkt absorbiert werden	Johnson & Johnson, Finnland, USA (M)
Rapsöl	mit Beta-Carotin, einem Vorprodukt von Vitamin A, angereichert	Monsanto, USA (F & E)
Reiskeime	mit Vitamin-A angereichert, um Mangelkrankheiten vorzubeugen (Anmerkung: Vitamin A kommt natürlich in ungeschältem Reis vor)	ETH Zürich, Universität Freiburg, IRRI Internationales Reisforschungsinstitut (F & E)
Ziege	produziert das menschliche Eiweiß Prolactin; beanspruchte Wirkung: steigert die Immunabwehr vor allem von Kleinkindern	Genzym, Niederlande (F & E)
Zuckerriegel (<i>PMS Escape</i>)	soll die Ausschüttung von Serotonin im Gehirn steigern; beanspruchte Wirkung: lindert prämenstruelles Syndrom	InterNutria, USA (M)
Zuckerrüben	bilden in ihren Zellen anstelle von kohlehydratreichem Zucker kalorienarmen Fruchtzucker oder eine geschmacksneutrale, fettähnliche Substanz	Universität Wageningen, Niederlande (F & E)

Der Schweizerische Wissenschaftsrat hat Ende 98 ein Technikfolgenabschätzungs-Projekt zu „Functional Food“ ausgeschrieben¹² und inzwischen an das Fraunhofer-Institut vergeben.

Die Strategie der funktionalen Lebensmittel steht im Gegensatz zur ernährungswissenschaftlichen Evidenz, dass eine ausgewogene Ernährung mit naturbelassenen, biologischen Produkten die optimale Gesundheitsvorsorge ist. Richtig ausgewählte und verwendete nicht-manipulierte Nahrungsquellen sind grundsätzlich die überzeugendsten „funktionellen Lebensmittel“.

4. Die Nutzenfrage

Die ersten Produkte, die in Aussicht gestellt werden, überzeugen bezüglich ihrer Nützlichkeit und Notwendigkeit nicht. Den KonsumentInnen stellt sich die Frage, ob sie tatsächlich Tomaten brauchen, die auf dem Transportweg, im Regal oder in ihrer Küche wochenlang nicht matschig werden¹³, oder Kartoffeln, die sich nach dem Schälen nicht mehr braun verfärben¹⁴ oder Baguettes, die bei gleicher Menge Teig dank eingebauter Gentech-Enzyme zwei- oder dreimal länger sind¹⁵, einen Fortschritt im Lebensmittelbereich darstellen. Wollen wir Nahrung von Pflanzen, die in sich Bakteriengifte produzieren, um Schädlinge zu töten? Sollen Brot, Bier¹⁶ und Wein mit Gentech-Raffinessen wirklich anders in Textur oder Geschmack werden?

Der Verlust an Naturbelassenheit und die Gefahr neuer Gesundheitsrisiken lassen sich durch die angekündigten Nutzaussichten kaum aufwiegen.¹⁷ Im Gegenteil, die KonsumentInnen erkennen sich vielmehr als Versuchskaninchen einer Nahrungsmittelindustrie, die Marktprodukte mit ungeklärten Risikofaktoren offeriert.¹⁸ Die Gentech-Lebensmittelindustrie gesteht den Sieg der KonsumentInnen über die Wirtschaft ein, hofft aber auf einen Akzeptanzgewinn mit einer nächsten Generation an Gentech-Lebensmitteln, wobei länger haltbare Tomaten und stärkereiche Kartoffeln für fettarme Pommes-frites genannt werden.¹⁹

Im Sinne einer Risiko/Nutzen-Abwägung kommt dem Nutzenbeleg bei Anwendungen der Gentechnik immer grössere Bedeutung zu. Im Umweltbereich findet der Beleg des Nutzens für die Gesellschaft Eingang in Gesetzgebungen.²⁰ Auch in der Schweiz (Gen-Lex)²¹ und in der

-
- 12 SWR (1998). Projekt „Functional Food“. Ausschreibungsunterlagen. Schweizerischer Wissenschaftsrat. Technology Assessment. Eingabefrist, 14.11.98.
- 13 Oeller, P. W., Min-Wong, L., Taylor, L. P., Pike, D. A. und Theologis, A. (1991). Reversible inhibition of tomato fruit senescence by antisense RNA. *Science*, Vol. 254, 18.10.91, S. 437.
- 14 Bachem, Ch. W. B., Speckmann, G.-J., van der Linde, P. C. G., Verheggen, F. T. M., Hunt, M. D., Steffens, J. C. und Zabeau, M. (1994). Antisense expression of polyphenol oxidase genes inhibits enzymatic browning in potato tubers. *Bio/Technology*, Vol. 12, November 1994, S. 1101.
- 15 Qi Si, J. (1996). Bessere Qualität dank einer neuen Lipase. *BioTimes*, No. 3, September 1996, S. 4.
- 16 Lawrence, D. (1992). The evolving science of brewing microbiology. *European Microbiology*, Oktober 1992, S. 18.
- 17 So hält beispielsweise das Umweltbundesamt in Deutschland bereits den Anbau von Gentech-Pflanzen im Nutzen für fragwürdig: Rögner, W. (1999). Nachhaltige Wissenslücken. Umweltbundesamt hält den Nutzen der Biotechnologie in der Landwirtschaft für fragwürdig. *Süddeutsche Zeitung*, 11.5.99.
- 18 Bueller, V. (1992). Ist der Konsument ein Versuchskaninchen? *Die Weltwoche*, Nr. 27, 2.7.92.
- 19 Zucker, A. (1999). Fiasko Genfood. *Die Weltwoche*, 24.6.99, S. 1.
- 20 vgl. dazu: Gene Technology Act, Act. No. 38, 2.4.1993, Chapter 3, Section 10, Approval.
- 21 Rede von Philippe Roch, Direktor BUWAL, Pressekonferenz vom 16.4.99 zu den Freisetzungsversuchen mit GVO in Changins und Oftringen.

EU (Revision der Freisetzungsrichtlinie 90/220/EWG) wird die Aufnahme des Nutzenbelegs in die Umweltschutzgesetzgebung intensiv diskutiert. Angesichts der niedrigen Akzeptanz von Gentech-Lebensmitteln und der ungeklärten Risikofragen drängt der Gesetzgeber danach, den Nutzenbeleg auch in die Lebensmittelgesetzgebung von GVO-Produkten aufzunehmen.

5. Gesundheitsrisiken der Gentechnik an Lebensmitteln

Mit der Anwendung der Gentechnik wird die Nahrungsquelle aus ihrem natürlichen Kontext isoliert und im Gen-Labor unter Verwendung von Fremd-Genen effizient für einen wirtschaftlichen Nutzen umfunktioniert. Mit der Durchbrechung natürlicher Gesetzmässigkeiten bewirkt der gentechnische Eingriff in Nahrungsquellen neuartige Gefährdungen für die Gesundheit beim Konsum solcher Lebensmittel. Es wäre unlogisch, einerseits zu behaupten, die Gentechnik eröffne ganz neuartige Möglichkeiten im Umgang mit Nahrungsmitteln und andererseits zu beteuern, es würden keinerlei neuartige Risikofaktoren auftreten. Tatsächlich verschärft der Einsatz von Gentechnik die Risikoproblematik bei Nahrungsmitteln. Gentechnik eröffnet ein Ernährungsangebot, welches Risikoabschätzungen erfordert.²² Gentechnisch hergestellte Nahrungsmittel rücken für den Gesetzgeber in den Gefahrenbereich von Medikamenten oder Schadstoffen. Heute wird offiziell eine grosse Anzahl gentechnik-spezifischer Risikofaktoren diskutiert.

Neue Proteine

Der Mensch nimmt mit der täglichen Nahrung Tausende von verschiedenen Proteinen auf. Die allermeisten dieser Eiweisse werden im Verdauungstrakt abgebaut und sind gesundheitlich unbedenklich. Einzelne Proteine sind aber schädlich, so z.B. Lektine oder Protease-Inhibitoren. Einige Proteine widerstehen der normalen Verdauung und gelangen völlig aktiv in die Blutbahn (bekanntestes Beispiel: Botulinustoxin). Andere, ebenfalls bedenkliche Proteine oder Proteinfragmente können resorbiert werden, wenn Darmkrankheiten vorliegen.

Ein nicht voraussagbares Gefährdungspotential entsteht nun durch die neuen, zumeist unbekannteren Proteine viraler, bakterieller, pflanzlicher und tierischer Herkunft, die mittels der Gentechnik in die Nahrungsmittel eingeführt werden. Durch den Einsatz der Gentechnik an Lebensmitteln können also Proteine in die Nahrung des Menschen gelangen, die bisher nicht Bestandteil der Lebensmittelprodukte waren.

Ein sinnbildliches Beispiel ist der Einbau von menschlichen Genen in Nutztiere für die Fleischproduktion. Ziel ist die Wachstumssteigerung von Nutztieren. Die Entwicklung hat bereits 1990 mit einem Skandal in Australien begonnen, als das Fleisch von 53 genmanipulierten Schweinen (in diesem Fall mit eingebauten Extrakopien des Schweine-Wachstumshormons) auf den Lebensmittelmarkt kam.²³ Zur gleichen Zeit wurden auch wissenschaftliche Arbeiten zur Produktivitätssteigerung von Nutztieren mit menschlichen Wachstumshormon-Genen publiziert.²⁴ Die Strategie scheint aber in einer Sackgasse zu versanden, da sich die Manipulation mit menschlichen Wachstumshormon-Genen zerstörerisch für die Gesundheit der Nutztiere auswirkt.²⁵ Der Einbau von artfremden Genen in Nutztiere wird aber weiter verfolgt. Ein Haupteinsatzgebiet sind Speisefische. Beim Lachs sind beispielsweise unzählige Projekte im

²² Diese Tatsache wird gerne ins Gegenteil verkehrt, indem behauptet wird, Gentech-Lebensmittel seien die bestuntersuchten Lebensmittel aller Zeiten.

²³ Ewing, T. (1990). Superpigs go to market. *Nature*, Vol. 345, 31.5.90, S. 377.

²⁴ Pursel, V.G., Pinkert, C.A., Miller, K.F., Bolt, D.J., Campbell, R.G., Palmiter, R.D., Brinster, R.L. und Hammer, R.E. (1989). Genetic engineering of livestock. *Science*, Vol. 244, S. 1282.

²⁵ Idel, A. (1996). Genmanipulierte Tiere. *Schweizer Tierschutz. Du+die Natur*, Nr. 4, Dezember 1996, S. 16.

Gänge.²⁶ Die Berichte über Rekorde von Wachstumssteigerungen fallen sehr spektakulär aus.²⁷ Diese Fische zeigen morphologische Anomalien²⁸, was sicher noch viele Fragen für den Einsatz solcher Fische im Lebensmittelmarkt offen lässt.

Eine heftige Kontroverse hat ein Fütterungsversuch von Ratten mit genmanipulierten Kartoffeln ausgelöst (insektenresistente Kartoffeln mit einem Lektin-Gen aus dem Schneeglöckchen *Galanthus nivellus*).²⁹ Die Resultate des renommierten Lebensmittelchemikers A. Pusztai waren alarmierend, da die Ratten Organschäden und Schwächungen des Immunsystems aufwiesen. Die englische Presse veröffentlichte ausführliche Berichte zu dieser Meldung³⁰ und wurde darauf u.a. der Publikation von Falschmeldungen bezichtigt.³¹ Nachdem A. Pusztai bei der Bekanntgabe seiner Forschungsergebnisse vom Institutsdirektor fristlos entlassen wurde, kam es einige Monate später zu einem Rehabilitierungs-Memorandum durch 20 ausgewiesene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, welche die Aussagen der Forschungsarbeiten von Arpad Pusztai unterstützen.³² Die Kontroverse bleibt bis heute bestehen.³³ Was skeptisch stimmt, ist der Umstand, dass keine Risikoforschung zur Überprüfung der Resultate eingeleitet wird.³⁴

Ein weiteres Risikoproblem im Zusammenhang mit der Produktion von Eiweissen durch gentechnische Eingriffe entsteht dadurch, dass ein grosser Prozentsatz der gentechnisch produzierten Proteine nicht dem natürlichen Ausgangsmolekül entspricht. Es werden immer wieder Unterschiede in der Aminosäuresequenz angetroffen. So fand man beispielsweise bei der Produktion von Wachstumsfaktoren (mouse epidermal growth factor) aus Bakterien (*E. coli*) eine unerwartet hohe Fehlerrate (bis zu 20%) im Ablesevorgang der RNA zum Eiweiss.³⁵ Es ist auch bekannt, dass rekombinante eukaryotische Expressionssysteme Glykoproteine nicht in

-
- 26 Hindar, K. Genetically engineered fish and their possible environmental impact. Norsk institutt for naturforskning (NINA), oppdragsmelding, No. 215:10, ohne Jahresangabe.
- 27 Devlin, R. H., Yesaki, T. Y., Biagi, C. A., Donaldson, E. M., Swanson, P. und Chan, W.-K. (1994). Extraordinary salmon growth. *Nature*, Vol. 371, S. 209.
- 28 Devlin, R. H., Yesaki, T. Y., Donaldson, E. M. und Hew, Ch.-L. (1995). Transmission and phenotypic effects of an antifreeze/GH gene construct in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, Vol. 137, S. 161.
- 29 Für einen Überblick siehe: Meuli, K. (1999). England steckt tief in der Gentech-Krise. *Tages-Anzeiger*, 23.2.99.
- 30 Siehe z.B.: *Guardian*, Flaws in the food chain. We need a moratorium. 12.2.99; *Guardian*, Food scandal: Evidence of changes in the organs of rats fed GM potatoes suggests minister's safety assurances may be immature. 13.2.99.
- 31 Masood, E. (1999). As UK press reports come under fire. *Nature*, Vol. 397, 25.2.99, S. 637.
- 32 Tappeser, B. (1999). Human and animal impacts of transgenic crops. *Öko-Institut e.V.*, Februar 1999.
- 33 *Taz* (1999). Arpad Pusztai weiter umstritten. *taz*, 20.5.99.
- 34 Die englische Royal Society hat durch sechs anonyme Experten die Resultate von A. Pusztai begutachten lassen. Die Experten kommen zum Schluss, dass die Experimente beim heutigen Stand keine vertrauenswürdige und überzeugende Grundlage für einen Beleg negativer Effekte darstellen. Der einzige Weg für Klarheit würde eine Wiederholung der Experimente darstellen: The Royal Society (1999). Review of data on possible toxicity of GM potatoes, 19.5.99. http://www.royalsoc.ac.uk/st_pol54.htm. Kritische Kreise bewerten allerdings den Bericht der Royal Society als nicht massgebend: Radford, T. (1999). Scientists doubt GM food research. *Guardian*, 19.5.99.
- 35 Scorer, C. A., Carrier, M. J. und Rosenberger, R. F. (1991). Amino acid misincorporation during high-level expression of mouse epidermal growth factor in *Escherichia coli*. *Nucleic Acids Research*, Vol. 19, S. 3511.

einheitlicher Struktur, sondern als eine Mischung unterschiedlich glykolisierter Varianten des gemeinsamen Polypeptides, produzieren.³⁶

Eine weitere Unsicherheit stellt das gentechnisch unterstützte Enzym-Design dar. Hier werden nicht nur die durch den Gentransfer exprimierte Enzyme betrachtet, sondern die Tatsache, dass die Enzyme in ihrer Aminosäure-Sequenz verändert sind.³⁷ Die gegenüber den nativen Enzymen mittels protein-engineering³⁸ veränderten Enzyme können grundsätzlich ein anderes Risikopotential darstellen, so z.B. ein erhöhtes Allergiepotalential wegen strukturellen Veränderungen der Epitope im Protein. Nebst der ursprünglich eingesetzten Technik der site-directed mutagenesis wurde das Verfahren des Enzym-Designs mit der sogenannten directed evolution noch verbessert. Bei letzterer Methodik handelt es sich um einen Eingriff in Enzyme, wo grosse Bereiche des Enzymmoleküls erforscht werden, mit dem Ziel, mutierte Enzyme mit speziellen Eigenschaften zu entwickeln.³⁹

Neue Allergene

Viele Lebensmittel rufen bei empfindlichen Personen Allergien hervor. Die auslösenden Substanzen sind fast durchwegs Proteine. Es handelt sich um Eiweisse mit sehr unterschiedlichen Strukturen. Neuartige Proteine, die durch Gen-Übertragung in Nahrungsquellen auftreten, können grundsätzlich ein allergenes Potential entwickeln. Die Frage der Ausbreitung des Allergiepotalentials wird damit zu einem der wichtigsten Gesundheitsrisiken der Gentechnik an Nahrungsmitteln.⁴⁰

Der günstigere Fall liegt dann vor, wenn Gene übertragen werden, deren Genquelle als Allergene bekannt sind und Blutseren von Allergikern zur Verfügung stehen.⁴¹ Etwa 90% der Allergien von Lebensmitteln werden von den folgenden 10 Nahrungsquellen ausgelöst: Erdnuss, Soja, Weizen, Kuhmilch, Hühner-Ei, Fisch, Nüsse, Krustentiere, Früchte und Gemüse. Die Übertragung von allergieauslösenden Genen kann dann mittels der zur Verfügung stehenden Testmethoden mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Ein prominenter Fall war die Aufdeckung der Übertragung eines Allergens aus der Paranuss durch Gentransfer auf Soja.^{42,43} Es hatte allerdings niemand erwartet, dass das transferierte Gen, welches in Soja ein

-
- ³⁶ Bunke, D. Tappeser, B. und Todt, A. (1997). Überprüfung der Evaluierung des Produkts Xylanase aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen. Öko-Institut e.V., Februar 1997.
- ³⁷ Zum enzyme engineering sh. Catenhusen, W.-M. und Neumeister, H. (1987). Chancen und Risiken der Gentechnologie. Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages. J. Schweitzer Verlag, S. 45.
- ³⁸ Anschaulich ist der Protein-Design im Pharmabereich bei der Optimierung von Enzym-Wirkstoffen: Schneider-Fresenius, Ch. (1999). Neues Interferon beta. Laborscope 1/99, S.23.
- ³⁹ Soberon, X. (1999). Enzymes directly evolving toward commercial applications. Nature Biotechnology, Vol. 17, Juni 1999, S. 539.
- ⁴⁰ Eine Bewertung des Öko-Instituts Freiburg i. Br. kommt zum Schluss, dass eine Reihe von Indizien dafür sprechen, dass sich die Allergieproblematik bei Lebensmitteln durch den Einsatz der Gentechnik verschärfen wird: Weber, B. (1999). Allergien aus dem Genlabor. Öko-Mitteilungen, Nr. 1/99, April 1999, S. 14.
- ⁴¹ Franck-Oberaspach, S. L. und Keller, B. (1996). Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenzen Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In: Schulte, E. und Käppeli, O. (Hrsg.). Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Schwerpunktsprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds, Band I, Materialien, S. 59.
- ⁴² Nordlee, J. A., Taylor, S. L., Townsend, J. A., Thomas, L. A. und Townsend, R. (1996). Investigation of the allergenicity of brazil nut 2S seed storage protein in transgenic soybean. In: Food safety evaluation. OECD Documents, S. 151.

methioninreiches Eiweiss einführen sollte, eine allergene Komponente darstellt. Es war insofern ein Glücksfall, dass die transgene Soja an Blutseren von ParanussallergikerInnen getestet wurde.

Nicht ohne Grund werden deshalb bereits Übertragungen aus bekannten allergenen Genquellen sehr vorsichtig evaluiert. Die amerikanische Lebensmittelbehörde FDA führt in ihrer Sicherheitsrichtlinie explizit das Beispiel des Gentransfers von Genen aus Erdnüssen auf Tomaten auf.⁴⁴ Schliesslich ist zu bemerken, dass selbst bei Genquellen, deren allergenes Potential bekannt ist, die Sicherheit durch die Verfügbarkeit von Tests beschränkt sein kann. Viele allergene Lebensmittel enthalten nicht nur eines, sondern zahlreiche allergieauslösende Eiweisse. In Soja wurden beispielweise über 16 allergieauslösende Eiweisse identifiziert.⁴⁵ Ausserdem stellt man unter Menschen verschiedener Länder Allergien gegenüber unterschiedlichen Sojaeiweissen fest.⁴⁶ Eine Studie von führenden Lebensmittelexperten in Europa hat ergeben, dass im letzten Jahr Lebensmittelallergien, die im Zusammenhang mit Soja stehen, um 50% zugenommen haben (von 10% auf 15% der Allergiepationen). Die Forscher werten dieses Ergebnis als einen Hinweis, dass genmanipulierte Nahrung einen schädlichen Einfluss auf den menschlichen Körper haben könnte.⁴⁷

Wesentlich komplexer wird das Allergierisiko von Gentech-Lebensmitteln, wenn durch den gentechnischen Eingriff Gene übertragen werden, die für Eiweisse kodieren, die noch nie Bestandteil der menschlichen Ernährung waren.⁴⁸ Dieser Fall ist aber bei der Gentechnik gerade häufig, da der artfremde Gentransfer oft Spendergene benützt, die aus Organismen stammen, die nicht zu den traditionellen Nahrungsquellen des Menschen gehören. In Ermangelung von Patientenseren können in diesen Fällen keine immunologischen Untersuchungen durchgeführt werden. Eine Abklärung der Sequenzidentität mit bekannten Allergenen und/oder die Messung der Resistenz gegen proteolytischen Abbau bzw. Säure- und Hitzestabilität führen bestenfalls zur Aussage, dass keine Ähnlichkeit mit bekannten Allergenen vorliegt. Echte Methoden zur Abklärung des Allergiepotentials neu eingeführter Eiweisse stehen heute aber nicht zur Verfügung.⁴⁹

Die Behauptung, dass mittels Gentechnik Allergene gezielt aus Lebensmitteln entfernt werden können, bleibt einen Beleg schuldig. Nutzpflanzen wie Reis oder Soja enthalten mehrere Allergene. Versuche, die Konzentration eines dieser Stoffe durch gentechnische Eingriffe zu

43 Nordlee, J. A., Taylor, S. L., Townsend, J. A., Thomas, L. A. und Bush, R. K. (1996). Identification of a brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *The New England Journal of Medicine*, 14.3.96, S. 688.

44 Food and Drug Administration (1992). Department of Health and Human Services. Statement of policy: Foods derived from new plant varieties. *Federal Register*, Vol. 57, No. 104, 29.5.92, S. 22991.

45 Lehrer, S. B., Horner, W. E. und Reese, G. (1996). Why are some proteins allergenic? Implications for biotechnology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 36, S. 553.

46 Lallès, J. P. und Peltre, G. (1996). Biochemical features of grain legume allergens in humans and animals. *Nutrition Review*, Vo. 54, S. 101.

47 Townsend, M. (1999). Warum Soja ein versteckter Zerstörer ist. *Daily Express*, 12.3.99.

48 Franck-Oberaspach, S. L. und Keller, B. (1996). Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenzen Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In: Schulte, E. und Käppeli, O. (Hrsg.). *Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Schwerpunktsprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds, Band I, Materialien*, S. 59.

49 Fox, J. L. (1994). FDA attacks food allergens. *Biotechnology*, Vol. 12, S. 568; Franck-Oberaspach, S. L. und Keller, B. (1996). Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenzen Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In: Schulte, E. und Käppeli, O. (Hrsg.). *Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Schwerpunktsprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds, Band I, Materialien*, S. 55.

verringern, waren bis jetzt nicht erfolgreich.⁵⁰ Die Reduktion der Allergene ist unvollständig und der Eingriff ist instabil, was sich darin zeigt, dass Folgegenerationen der Pflanze wieder höhere Gehalte des Allergens aufwiesen. Führende Wissenschaftler auf diesem Gebiet scheinen wegen der Komplexität des Vorhabens die Forschung einzustellen.⁵¹

Positionseffekte

Mit den heute verfügbaren Rekombinationstechniken lässt sich die Integration der Fremdgene meist nicht vollkommen steuern. Es kommen Fehler vor, sowohl hinsichtlich Lokalisation als auch Anzahl des Fremdgens im Empfängerorganismus. Die tatsächliche Wirkung des eingebauten Fremdgens wird dann nicht nur durch seine "eigentliche" Funktion bestimmt, sondern auch durch den räumlichen Kontext im Empfängerorganismus (sog. Positionseffekte). Das eingeführte Gen kann also zu Phänomenen führen, die durch die simple Addition der Einzelgene nicht zu erklären sind: Die Nachbarschaft des neu eingebauten Gens bestimmt auch das Gefahrenpotential entscheidend mit. Tatsächlich gibt es zahlreiche Hinweise⁵², dass die Risikoeinschätzung in einem erweiterten, kontextbezogenen Modell erfolgen muss.⁵³ Beispielsweise wurde gefunden, dass der Einbau eines Marker-Gens in ein Mausgenom unerwartete räumlich-zeitliche Expressionsmuster in den transgenen Mäusen ergab⁵⁴, dass bei Chromosomen-Translokationen ein Krebsgen seine Funktion in unterschiedlichem Regulationszusammenhang veränderte⁵⁵ oder dass der Einbau eines Plasmids in Bakteriengenome unerwartete Effekte wie z.B. Virulenzsteigerung zeitigte.⁵⁶

Positionseffekte sind aber auch an transgenen Pflanzen festgestellt worden. Exemplarisch sind Experimente an Petunien am Max-Planck-Institut in Köln. Die Freisetzungsversuche hatten das Ziel, Transposons (springende Gene) zu studieren. Entgegen aller Erwartung zeigten die genmanipulierten Pflanzen mehr Blätter und Triebe pro Pflanze, eine geringere Fruchtbarkeit und eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber gewissen Pflanzenschädlingen. Alle diese Eigenschaftsveränderungen hatten nichts mit dem Informationsgehalt der neu integrierten Gensequenz (Mais-Gen für Einfluss auf die Blütenfarbe) zu tun und sind mindestens teilweise auf Positionseffekte zurückgeführt werden.⁵⁷

-
- 50 Tada, Y., Nakase, M., Adachi, T., Nakamura, R., Shimada, H., Takahashi, M., Fujimura, T. und Matsuda, T. (1996). Reduction of 14-16 kDa allergenic proteins in transgenic rice plants by antisense gene. *FEBS Letters*, Vol. 391, S. 341.
- 51 Siehe dazu: Weber, B. (1998). Gesundheitliche Risiken gentechnisch veränderter Lebensmittel, insbesondere Allergierisiken transgener Pflanzen. *Soziale Medizin*, 3/98, S. 38.
- 52 Siehe dazu auch: Franck-Oberaspach, S. L. und Keller, B. (1999). Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In: Schulte, E. und Käppeli, O. (Hrsg.). *Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Schwerpunktsprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds, Band I, Materialien*, S. 60.
- 53 Kollek, R. (1989). Neue Kriterien für die Abschätzung des Risikos. In: Thureau, M. (Hrsg.). *Wer kontrolliert die Industrie?* Fischer.
- 54 Bonnerot, C., Grimber, G., Briand, P. und Nicolas, J.-F. (1990). Patterns of expression of position-dependent integrated transgenes in mouse embryo. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Vol. 87, S. 6331.
- 55 Croce, C. M. und Klein, G. (1985). Chromosomen-Translokationen und Krebs. *Spektrum der Wissenschaft*, Mai 1985.
- 56 Kozyrovskaya, N. A., Gvozdyak, R. I., Muras, V. A. und Kordyum, V. A. (1984). Changes in properties of phytopathogenic bacteria affected by plasmid pRD1. *Arch. Microbiol.*, Vol. 137, S. 338.
- 57 Tappeser, B. (1990). Gutachten zu der wissenschaftlichen Zielsetzung und dem wissenschaftlichen Sinn des Freisetzungsexperiments mit transgenen Petunien. *Öko-Institut e.V.*, Februar 1990.

Es muss deshalb davon ausgegangen werden, dass auch beim Einbau von Fremdgenen in die Genome von Nahrungsmitteln solche Positionseffekte auftreten können.

Beeinflussung von Stoffwechselwegen

Genmanipulation an Organismen können neue Stoffwechselwege induzieren. Während die Positionseffekte auf der Ebene der DNS ablaufen, sind metabolische Nebeneffekte zellulären Mechanismen zuzuschreiben. Die Änderung von Stoffwechselwegen kann sowohl durch externe als auch interne, chemische oder physikalische Einflüsse ausgelöst werden. So hat die Einwirkung des Breitbandherbizids Glyphosat auf Bohnen völlig unerwartet die metabolische Produktion von östrogen-wirksamen Substanzen induziert.⁵⁸ Ebenso eindrücklich ist die unerwartete Biosynthese von Indigo durch Colibakterien, denen zuvor Gene eingepflanzt wurden, die für Naphthalin-Oxidationsenzyme codieren.⁵⁹ Stoffwechselprodukte aus neuen Biosynthesen könnten zu einem Gesundheitsrisiko werden, wenn sie direkt im GVO unerkannt enthalten sind, aber auch dann, wenn sie in Produkten, die gentechnisch gewonnen werden, in kleinsten, nur schwer abtrennbaren Mengen ungewollt vorliegen.

Tatsächlich wird heute darauf hingewiesen, dass das Auftreten sekundärer Metaboliten für die Risikobeurteilung von Gentech-Lebensmitteln von Bedeutung ist. Durch gentechnische Eingriffe kommt es zur Expression von Enzymen. Diese können den sekundären Metabolismus beeinflussen. Es wird deshalb vorgeschlagen, dass eine Profilaufnahme von Metaboliten dazu verhelfen können, zu erkennen, ob ein unerwarteter Metabolit entstanden ist. Das Profil von Sekundärmetaboliten ist allerdings sehr komplex. Zudem können bereits kleine Konzentrationen eines Metaboliten grosse biologische Konsequenzen haben.⁶⁰

Wie gravierend sich neue, abweichende Stoffwechselwege auswirken können, wird durch den Unfall mit L-Tryptophan aus genmanipulierten Bakterien eindrücklich belegt. Diese natürliche, essentielle Aminosäure, die in der herkömmlichen Nahrung in hinreichender Menge enthalten ist, dient heute als Zusatz zu gewissen Lebensmitteln, besonders aber als Mittel gegen Schlaflosigkeit und Depression. Vor allem in den USA kam es plötzlich zu annähernd 30 Todesfällen und zu zum Teil schweren Gesundheitsschäden (Eosinophilie-Myalgie-Syndrom, u.a. mit bleibenden Veränderungen des Bindegewebes sowie Gelenk- und Muskelschmerzen) bei rund 10'000 Personen.⁶¹ Alle Betroffenen hatten L-Tryptophan eines japanischen Herstellers eingenommen, der kurz vorher auf die Produktion mit genmanipulierten Bakterienstämmen umgestellt hatte. Trotz sorgfältiger Untersuchung des epidemiologischen Hergangs und fast sicherer Identifikation des toxischen Stoffwechselprodukts (bis-tryptophan aminorinal acetaldehyd) ist der Zwischenfall noch nicht völlig enträtselt.^{62, 63, 64} Der abschliessende Bericht der amerikanischen Seuchenbehörde (CDC, Center for Disease Control) und der Zulassungsbehörde (FDA, Food and Drug Administration) wurde seit anfang der 90er Jahre erwartet⁶⁵ und steht noch heute aus. Der Zusammenhang mit der gentechnischen Herstellung

58 Sandermann, H. und Wellmann, E. (1988). Risikobewertung der künstlichen Herbizidresistenz. In: BMFT (Hrsg.), Biologische Sicherheit, Band 1, S. 285.

59 Ensley, B. D., Ratzkin, B. J. Osslund, T. D. und Simon, M. Y. (1983). Expression of naphthalene oxidation genes in *Escherichia coli* results in the biosynthesis of indigo. *Science*, Vol. 222, S. 167.

60 Firn, R. D. und Jones, C. G. (1999). Secondary metabolism and the risk of GMO. *Nature*, Vol. 400, 1.7.99, S. 13.

61 Bräutigam, H. H. (1990). Todkrank durch Pfusch im Labor. *Die Zeit*, Nr. 44, 26.10.1990, S. 15.

62 Kaufman, L. D., Seidman, R. J. und Gruber, B. L. (1990). *Medicine*, Vol. 69, S. 187.

63 Keller, Ch. (1990). Tod durch Gentech-Medikament? L-Tryptophan vom Markt genommen. *Wochenzeitung*, Nr. 42, 19.10.1990.

64 Aldhous, P. (1991). Yellow light on L-tryptophan. *Nature*, Vol. 353, S. 490.

65 Hoyle, R. (1992). Eating biotechnology. *Bio/Technology*, Vol. 10, S. 629.

der Aminosäure steht aber ausser Zweifel. Dies ist ein Warnsignal für gentechnische Risiken auch im Lebensmittelbereich.

Gentransfer

Man unterscheidet zwischen vertikalem und horizontalem Gentransfer. Der erstere erfolgt bei der Fortpflanzung, indem die Gene der Keimzellen auf die Nachkommen übertragen werden. In Zusammenhang mit Lebensmitteln interessiert ausschliesslich der horizontale Gentransfer⁶⁶ zwischen kontemporären (gleichzeitig lebenden) Organismen. Er kommt in der Natur hauptsächlich bei niedrigen Lebewesen vor, besonders bei Prokaryoten.⁶⁷ Es wurden aber auch Gentransfers zwischen Prokaryoten und Eukaryoten, ja sogar zwischen höheren Eukaryoten (vermittelt z.B. durch Retroviren oder Milben) beobachtet. Drei Mechanismen des Transfers sind bei Bakterien gut bekannt: Transformation (Übertragung freier DNS), Konjugation (mit einem Plasmid als Vektor) oder Transduktion (Übertragung durch ein Virus, das die Bakterien infiziert). Ein grosses Problem in der Medizin ist die Übertragung von Antibiotika-Resistenzen von einem Bakterienstamm auf den andern. Diese kann sehr schnell erfolgen und sich "epidemisch" ausbreiten, oft über die Artengrenzen hinaus.

Ein potentielles Risiko ist der Transfer der in Lebensmitteln eingebauten Fremdgene auf Darmbakterien des Menschen. Das Gesundheitsrisiko ist vor allem dann zu erwarten, wenn die Fremdgene auf Plasmiden vorliegen. Dann können die Fremdgene - wenn die Organismen mit den Plasmiden in den Nahrungsmitteln verbleiben, wie z.B. in Joghurt, Salami oder Käse-Produkten - mit erhöhter Wahrscheinlichkeit auf die Darmflora des Menschen übertragen werden. Der Plasmidaustausch wurde experimentell beobachtet, nämlich bei Organismen, die für die Käsureifung eingesetzt wurden.⁶⁸

Der Gentransfer von Fremdgenen aus transgenen Nutzpflanzen ist von geringerer Wahrscheinlichkeit, stellt aber auch ein Restrisiko dar. Die These, wonach DNA im Verdauungstrakt vollständig abgebaut wird, hat keine Allgemeingültigkeit. Mittels Fütterungsversuchen an Mäusen wurde experimentell gezeigt, dass relativ grosse Bruchstücke der applizierten Viren im Kot und in Körperzellen der Tiere gefunden wurden.⁶⁹ Ein massgebendes Experiment wurde mit einem harmlosen Bakterienvirus (M13) durchgeführt. In Mäusen wurden nach der Verabreichung des Virus noch bis 8 Stunden später gut erhaltene Restfragmente der Test-DNA ausgeschieden (etwa 1-2% der Gesamtmenge mit Bruchstücken von bis zu 25% der ursprünglichen Nukleotidkettenlänge). Die Forscher vermuten, dass auch vollständige Gene eine Darmassage unbeschadet überstehen könnten. Das Virus-Erbgut wurde auch im Blut der Tiere gefunden. In Zellen von Darm, Leber und Milz traten bis zu 1000 Nukleotide lange Fragmente auf. Bei der Verfütterung der Bakterienviren an trächtige Mäuse fand man DNA-Fragmente in Zellen der Augen, des Gehirns, der Leber, des Thymus, des Herzen und sogar in den Hoden der Embryonen. Die Forscher schliessen nicht aus, dass Fragmente auch in die Keimbahn gelangen können.⁷⁰⁻⁷¹

⁶⁶ Für eine Übersicht siehe: Syvanen, M. und Kado, C. I. (1999). Horizontal Gene Transfer. Chapman & Hall.

⁶⁷ Levy, S.B. und Marshall, B. (1988). Genetic transfer in natural environment. In: The release of genetically-engineered micro-organisms, Sussman, M., Collins, C. H., Skinner, F. A. und Stewart-Tull, D. E., Academic Press, S. 61.

⁶⁸ Gabin-Gauthier, K., Gratadoux, J.-J. und Richard, J. (1991). Conjugal plasmid transfer between lactococci on solid surface matings and during cheese making. FEMS Microbiology Ecology, Vol. 85, S. 133.

⁶⁹ GID (1997). Unverdaute Gene. GID 117, Februar 1997, S. 3.

⁷⁰ Schubbert, R., Renz, D., Schmitz, B. und Doerfler, W. (1997). Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. Proc. Natl. Acad. Sci., Vol. 94, S. 961.

Die Frage, ob es im Magen-Darm-Trakt zu einem Gentransfer kommen kann, wird heute kontrovers bewertet. Eine theoretische Studie kommt zum Schluss, dass ein Gentransfer von Transgenen, die durch Nahrung aufgenommen werden, auf Darmbakterien selbst bei einem worst-case-Szenario unbedeutet bleibt.⁷² Demgegenüber ergab eine Studie in Holland unerwartete Resultate bei einem Experiment mit Antibiotikaresistenz-Genen an einem künstlichen Magen. Die DNA blieb mehrere Minuten intakt, woraus eine Übertragungswahrscheinlichkeit auf ein Magenbakterium mit 1 in 10 Millionen abgeleitet wurde. Unter Antibiotika-Applikation erhöht sich die Wahrscheinlichkeit noch um einen Faktor 10.⁷³

Folge der Herbizidresistenz

Herbizidresistente Pflanzen werden logischerweise Herbiziden ausgesetzt und können diese aufnehmen. Die heute gentechnisch realisierten Resistenzen beruhen entweder auf einer Verhinderung der Stoffwechselwirkung des Herbizids oder auf dessen Abbau und Entgiftung. Bei der Aufnahme mit der Nahrung wird die Pflanze das Herbizid oder zumindest dessen Abbauprodukte in der Regel noch enthalten. Während über das unveränderte Herbizid toxische Daten bekannt sind, ist dies für die Abbauprodukte meist nicht der Fall, nicht zuletzt wegen mangelnder Kenntnis ihrer Struktur. Es lässt sich nicht ausschliessen, dass die Abbauprodukte, trotz ihrer Unschädlichkeit für die Pflanze, für die Menschen toxischer sind und/oder ein grösseres krebsauslösendes oder mutagenes Potential besitzen als das intakte Herbizid.⁷⁴

Folgen der Schädlingsresistenz

Resistenz gegen Schadinsekten wird heute meist dadurch erzeugt, dass ein bakterielles Toxin-Gen in die Nutzpflanze eingebaut wird. Die Nahrungspflanzen produzieren sodann ein Gifteiwiss, das die Schädlinge direkt beim Frass abtötet. Mit dem Genuss dieser pflanzlichen Nahrungsquellen nimmt der Mensch diese Gifteiwisse in sich auf. Eine Gesundheitsschädigung durch den dauernden Genuss solcher transgener, schädlingsresistenter Pflanzen ist heute nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Immerhin ist bekannt, dass Versuchstiere sterben, wenn die Bakteriengifte direkt in die Blutbahn eingespritzt werden.⁷⁵ Zudem wurde *in vitro* eine Schädigung roter Blutkörperchen durch ein Toxin von *Bacillus thuringiensis* nachgewiesen.⁷⁶

Schädlingsresistente und krankheitsresistente Pflanzen enthalten sogenannte defense-Gene (defense-Eiwisse wie Proteinase Inhibitoren oder Lektine, etc.⁷⁷). Es ist bekannt, dass solche

-
- 71 Doerfler, W. und Schubbert, R. (1997). Fremde DNA im Säugersystem. Deutsches Ärzteblatt, Vol. 94, Heft 51-52, Dezember 1997, S. A-3465.
- 72 Mitten, D., Redenbaugh, K. und Lindemann, J. (1996). Evaluation of potential gene transfer from transgenic plants. In: Transgenic organisms and biosafety. Schmidt, E. R. und Hankeln, Th. (Hrsg.), Springer, S. 98.
- 73 MacKenzie, D. (1999). Gut reaction. New Scientist, 30.1.99, S. 4.
- 74 Tappeser, B. (1992). Welche Risiken liegen in der Nutzung des gentechnischen Methodenrepertoirs? In: Industrielle Nahrungsmittelproduktion oder Lebensmittel als Naturprodukt. Öko-Institut (Hrsg.), Werkstattreihe Nr. 78.
- 75 Thomas, W. E. und Ellar, D. J. (1983). *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* crystal -endotoxin: effects on insect and mammalian cells *in vitro* and *in vivo*. Journal Cell Science, Vol. 60, S. 181.
- 76 Schenkelaars, P. (1992). Resistance against *Bacillus thuringiensis*. CEAT's Clearinghouse on Biotechnology, Mail-out No. 12, Februar 1992.
- 77 Franck-Oberaspach, S. L. und Keller, B. (1999). Produktesicherheit von krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene. In: Schulte, E. und Käppeli, O. (Hrsg.). Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen. Schwerpunktsprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds, Band I, Materialien, S. 52ff.

defense-Eiweisse das Allergiepotehtial der Pflanze mit grösserer Wahrscheinlichkeit als andere Eiweisse erhöhen können. Die Evaluation des Allergiepotehtials ist aber sehr anspruchsvoll.⁷⁸

Folge der Antibiotikaresistenzen

In 13 der zurzeit 23 zugelassenen Gentech-Lebensmittel der EU sind Antibiotikaresistenz-Gene als Marker enthalten. Vor allem von Ärzteseite häuft sich die Forderung, auf Antibiotikaresistenzen in Gentech-Lebensmitteln zu verzichten.⁷⁹ Nebst Deutscher Ärztekammer⁸⁰ tritt die British Medical Association, welche 115000 ÄrztInnen repräsentiert, sehr gewichtig auf und verlangt in der Folge sogar ein Moratorium für Gentech-Lebensmittel.⁸¹

Am 11. Februar hat auch das Europäische Parlament empfohlen, Antibiotikaresistenz-Gene in Lebensmitteln zu verbieten. Ebenso ist der Bundesrat heute der Meinung, dass Antibiotikaresistenz-Gene nicht in Lebensmittel gehören. Am 16. Dezember verlangte eine Motion das Verbot von Antibiotikaresistenz-Genen in Lebensmittel.⁸² In der Antwort des Bundesrates heisst es:

„Nicht zu befürworten ist die Verbreitung von Resistenzgenen als Marker in Organismen, welche zur Vermehrung oder Verbreitung freigesetzt werden, wenn diese Gene:

- Resistenz gegen Antibiotika erzeugen können, die zu human- oder veterinärmedizinischen Zwecken in der Schweiz Verwendung finden und
- in einem allfälligen Empfängerorganismus exprimiert werden könnten oder sich auf mobilen genetischen Elementen befinden.“

Es ist mittlerweile allgemein anerkannt, dass genmanipulierte Nutzpflanzen mit Antibiotikaresistenz-Genen nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. Die Antibiotikaresistenz-Gene dienen einzig als Marker-Gene, mit dessen Hilfe erkannt werden kann, ob die Genmanipulation erfolgreich abgelaufen ist. Es bestehen heute aber Möglichkeiten, ohne diese Marker-Gene auszukommen. Bereits bei der umstrittenen Zulassung des Novartis Bt-Mais in der EU hat deshalb Ende 1996 Österreich⁸³, gefolgt von Luxemburg und Italien ein Vermarktungsverbot beschlossen. Norwegen hat die Zulassung sämtlicher genmanipulierter Nutzpflanzen mit Antibiotikaresistenzen verboten. Die Schweiz hat den Bt-176 Mais im Januar 1998 relativ spät bewilligt.⁸⁴ Ein Verbot dieses Produktes wäre richtig gewesen, da zum Zeitpunkt der Zulassung die Antibiotikaresistenz-Problematis klar erkannt war und die Gentech-Konzerne bereits transgene Maissorten ohne Antibiotikaresistenzen für die Zulassungsverfahren zur Verfügung hatten. Das Europaparlament hatte sich bereits im April 1997 mit überwältigender Mehrheit (407

78 Weber, B. (1999). How can we feel sure about the safety of transgenic plants? In: Dialogue on risk assessment of transgenic plants - scientific, technological and social perspectives. International Forum for Genetic Engineering, Ifgene, Dornach, 28.10.97.

79 FoEE Biotech Mailout (1999). GM food and antibiotics. FoEE Biotech Mailout, Vol. 5, Issue 4, 15.6.99, S. 6.

80 Taz (1998). Ärzte warnen vor Gefahr durch Genmais. taz, 9.9.98.

81 Woolf, M. (1999). Brit doctors' association (BMA) sounds alarm on GM food. Sunday Independent, 16.5.99.

82 Motion (1999). Verbot von antibiotikaresistenzhaltigen Lebensmitteln und Organismen. Motion Grüne Fraktion, 98.3605, 16.12.98.

83 NZZ (1999). Wien will genmanipulierten Mais verbieten. NZZ, 24.12.96; Basler Zeitung (1999). Österreich: Widerstand gegen Gen-Mais. Basler Zeitung, 24.12.96.

84 BAG (1998). Bewilligung für Bt176-Mais. Bundesamt für Gesundheit, Information, 6.1.98.

zu 2 Stimmen, 19 Enthaltungen) dafür ausgesprochen, die Zulassung des Bt-Mais auszusetzen.⁸⁵

6. Kritik der aktuellen Gesetzgebung

Der Bundesrat hat am 1. Juli 1999 eine revidierte Lebensmittelverordnung in Kraft gesetzt.⁸⁶ ⁸⁷ Damit ist eine Deklarationslimite von 1% für GVO-haltige Lebensmittel gültig. Auch die Negativdeklaration ist geregelt. Die Schweiz hat somit als erstes Land in Europa eine Deklarationslimite eingeführt. Der Wert von 1% liegt tiefer als die Werte, die in der EU verhandelt werden. Es wird in Zukunft interessant sein, wissenschaftlich zu überprüfen, ob eine 1% Kontamination den technisch unvermeidbaren Vermischungen entspricht oder ob die Deklarationslimite angepasst werden muss.

Ein grosser Mangel der Verordnung besteht darin, dass sogenannte definierbare Stoffe nicht deklariert werden müssen. In der Lebensmittelverarbeitung treten einerseits Produkte auf, die aus lebenden gentechnisch veränderten Organismen bestehen (z.B. Bäckerhefe, Bierhefe, Starterkulturen, Milchsäurebakterien). Andererseits sind es Stoffe, die aus gentechnisch veränderten Organismen gewonnen wurden und nachträglich aber vom Erbmateriale aufgereinigt wurden (z.B. Süsstoffe, Vitamine, Aminosäuren, Enzyme). Gemäss der neuen LMV müssen Produkte, die GVO enthalten, deklariert werden. All jene Lebensmittel, die Stoffe der letzteren Gruppe enthalten, müssen aber nicht gekennzeichnet werden. Da Enzyme ausserordentlich breit und vielfältig in der Nahrungsmittelindustrie eingesetzt werden, eröffnet sich hier ein Segment an Nahrungsmitteln, die Stoffe aus einer gentechnischen Produktion enthalten, aber als solche auf dem Markt unerkennbar bleiben.

Gentech-Enzyme werden sehr breit in das Nahrungsmittelsortiment eindringen. Novo Nordisk, der grösste Enzymhersteller der Welt, spricht davon, dass sich dank des Einsatzes der Gentechnik „unbegrenzte Möglichkeiten“ für das Enzym-Business eröffnen.⁸⁸ Es ist aber unbestritten, dass Enzyme allergische Reaktionen verursachen können. Das Problem scheint jedoch von Herstellern und Allergologen nicht genügend Ernst genommen zu werden.⁸⁹

Die Enzymproblematik verschärft sich noch, wenn mittels Gentechnik versucht wird, die Enzyme in ihren Reaktionseigenschaften zu optimieren (Enzym-Design). Beispielsweise werden Enzyme in ihrem Aufbau am Computer modifiziert und optimiert, das entsprechende Gen synthetisiert und in einen Produktionsmikroorganismus transferiert. Solche künstlich veränderten Enzyme können grundsätzlich auch neue Wirkungen - namentlich allergene Eigenschaften - entwickeln.

7. Gesellschaftliche Akzeptanz

Europaweit ist der öffentliche Widerstand gegen gentechnisch veränderte Lebensmittel angewachsen. Die deutlich mehrheitliche Ablehnung der europäischen Bevölkerung ist über Jahre dokumentiert und ist im Trend sogar zunehmend.

⁸⁵ Tages-Anzeiger (1997). Zulassung für Gen-Mais: Rücknahme gefordert. Tages-Anzeiger, 9.4.97.

⁸⁶ Bundesamt für Gesundheit (1999). Deklarationslimite für gentechnisch veränderte Lebensmittel. Bulletin 26/99, S. 460.

⁸⁷ NZZ (1999). Deklarationslimite für Gen-Food beschlossen. NZZ, 15.12.99.

⁸⁸ BioTimes (1999). Die nächste Aufgabe für Enzyme? BioTimes, No. 1, März 1999, S. 10.

⁸⁹ Baumgartner, A. (1999). Allergien: Enzyme unter schwerem Verdacht. Puls Tip, März 1999, S. 14.

Das englische Meinungsforschungsinstitut Healey-Baker befragte im letzten Herbst 6700 Europäer und Europäerinnen (8 EU Länder plus die Tschechische Republik, Ungarn und Polen), ob sie gentechnisch veränderte Lebensmittel essen würden. 61% der Befragten würden es vorziehen, keine gentechnisch veränderten Lebensmittel zu essen. Der Widerstand ist in Italien mit 79% am höchsten, in Holland mit 47% am tiefsten. Über 57% der Befragten wünschten sich mehr biologisch produzierte Lebensmittel in den Regalen.

In der Schweiz zeigte eine jüngste Umfrage der Weltwoche vom Juni 1999, dass 71% der Schweizer Bevölkerung (82% der Frauen) keine Gentechnik-Lebensmittel kaufen wollen. 65% der Leute würden sogar für herkömmliche Produkte 10% mehr bezahlen als für Gentechnik-Produkte.⁹⁰

Auch die Bauern lehnen das Gentechnik-Saatgut ab. 1998 macht die UFA eine Umfrage bei den Schweizer Bauern. Die in der UFA Revue publizierten Zahlen sind eindeutig: nur gerade 15% der Bauern finden es richtig, dass die Verwendung von Gentechnik-Mais in der Schweiz als Lebens- und Futtermittel zugelassen worden ist.

Das Fazit eines PubliForums zu „Gentechnik und Ernährung“ im Juni 1999 zeigte deutlich, dass ein politischer Entscheid über Gentechnik-Nahrung nicht ohne die Bürgerinnen und Bürger gemacht werden kann. Das PubliForum war eine Bürger-Konsens-Konferenz unter der Leitung des Schweizer Wissenschaftsrates. Das Schlussresultat zeigte auf, dass die Bevölkerung die Entscheide zur Ernährung nicht allein der Wissenschaft, der Industrie und der Bundesverwaltung überlassen will. Die Verunsicherung der BürgerInnen zieht sich wie ein roter Faden durch den Schlussbericht. Für eine Mehrheit des Bürgerpanels ist der Forschungs- und Kenntnisstand bezüglich Unbedenklichkeit von Gentechnik-Lebensmitteln noch zu gering. Die BürgerInnen wollen über Risiken betreffend Gesundheit, Umwelt, Nutzen, Sozialverträglichkeit und Ethik mehr wissen und über die Entwicklungen mitentscheiden. Der Bürgerpanel verlangte konsequenterweise ein Moratorium für die Zulassung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln und Pflanzen.

Solche Konsens-Konferenzen zu Gentechnik-Lebensmitteln sind bereits in 7 anderen Ländern ausgeführt worden und haben durchwegs kritische Bürgerentscheide hervorgebracht.⁹¹ Unmissverständlich äusserten sich beispielsweise die BürgerInnen von Norwegen, indem sie feststellten, dass in Norwegen kein Bedarf an Gentechnik-Lebensmitteln besteht.⁹²

In Europa wenden sich immer mehr Supermarkt-Ketten von Gentechnik-Lebensmitteln aus dem Sortiment der Eigenmarken ab.⁹³ Folgende führenden europäischen Supermarkt-Ketten haben diesen Beschluss bereits gefasst: Sainsbury (England), Marks & Spencer (England), Carrefour (Frankreich), Superquinn (Irland), Migros (Schweiz), Delhaiz (Belgien), Iceland (England), Spar (Österreich), EffeLunga (Italien). Coop Schweiz fördert das GVO-freie Sortiment von Naturaplan-Produkten aus dem biologischen Landbau.⁹⁴ Ein Konsortium unter der Leitung von Sainsbury, dem auch die Migros angehört, hat es sich zur Aufgabe gemacht, Produzenten von garantiert gentechnik-freien landwirtschaftlichen Erzeugnissen ausfindig zu machen und zu

⁹⁰ Zucker, A. (1999). Weltwoche-Umfrage. Genfood will keiner. Die Weltwoche, 24.6.99, S. 40.

⁹¹ Herrmann, E. (1999). Was der gesunde Menschenverstand zum Thema Genfood meint. Basler Zeitung, Nr. 106, 8./9.5.99.

⁹² FoEE Biotech Mailout (1996). Norwegian says „no“ to genetically modified food. FoEE Biotech Mailout, Vol. 2, Issue 8, 15.12.96, S. 7.

⁹³ NZZ (1999). Kampf gegen Gentechnik-Lebensmittel. Migros und sechs europäische Ketten einig. NZZ, 19.3.99.

⁹⁴ Coop-Zeitung (1999). Keine GVO-Produkte bei Coop. Coop-Zeitung, 24.3.99, S. 35.

fördern.⁹⁵ Die britischen Supermarktketten erwägen jetzt sogar, Fleisch von Tieren, die mit GVO-Futter gefüttert wurden, vom Markt zu nehmen.⁹⁶

Die Entwicklungen in Europa provozieren bereits einen Handelsstreit mit den USA.⁹⁷ In jüngster Zeit ist in den USA festzustellen, dass auch dort die Bevölkerung den Nutzen von Gentech-Pflanzen für die Landwirtschaft und Ernährungsindustrie hinterfragen.⁹⁸ Ein Grund dafür sind neuere Studien, die den von der Industrie prophezeiten Nutzen bezweifeln lassen. Eine Evaluation des US-Landwirtschaftsministeriums zeigt, dass beispielsweise der hoch gepriesene Vorteil bezüglich verringertem Pestizideinsatz nicht eingelöst wird. Auch die Einnahmenerhöhungen der Bauern bleiben weitgehend aus. Zudem macht die Presse vermehrt auf ungeklärte Langzeitfolgen aufmerksam. In einer aktuellen Umfrage befürworten 81% der US-BürgerInnen die Kennzeichnung von Gentech-Lebensmitteln.⁹⁹

8. Die Alternative

Die eigentlichen Hoffnungsträger für eine gesunde Ernährung und für mehr Ökologie in der Landwirtschaft sind der biologische und ökologische Landbau. Die Mehrheit der Bevölkerung will eine extensive, ökologische Landwirtschaft, was sich in der schweizerischen Landwirtschaftspolitik immer deutlicher niederschlägt. Der Biolandbau¹⁰⁰ und die Schweizerische Vereinigung integrierender Bauern lehnen gentechnisch hergestellte Produktionsmittel ab.¹⁰¹ Im Jahr 1997 wurden in der Schweiz etwa 80% der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach ökologischen Gesichtspunkten bewirtschaftet (75% Integrierte Produktion, 6% Biologischer Landbau).¹⁰² Der Anteil des ökologischen Landbaus an den Landwirtschaftsflächen in Westeuropa hat ebenfalls eine deutlich steigende Tendenz.¹⁰³ Ein Szenario zeigt, dass der biologische Landbau in Europa bis ins Jahr 2010 eine bewirtschaftete Fläche von 20% erreichen kann.¹⁰⁴ Auch steigt die Nachfrage nach biologischer Nahrung an.¹⁰⁵

Der Schweizer Markt für Saatgut ist zudem für die weltweit agierenden Saatgutfirmen praktisch zu vernachlässigen. Es lohnt sich für sie nicht, mit den teuren Gentech-Methoden Sorten, die den schweizerischen Verhältnisse angepasst sind, zu züchten. Die Schweizer Bauern und die staatliche Schweizer Forschung sollte sich also mit Vorteil auf vielleicht weniger spektakuläre, aber angepasste Lösungen wie den Biolandbau konzentrieren.

Mit einem Schwerpunkt auf Bioprodukte würde sich die Schweizer Landwirtschaft auf ein naturnahes Agrarsystem fokussieren: Verzicht auf Ertragsmaximierung, Ausbeutung von Böden,

⁹⁵ Claassen, D. (1999). Gentechfreies in Supermarktketten. Tages-Anzeiger, 19.3.99.

⁹⁶ Woolf, M. (1999). Supermarkets join forces on GM animal feed. Sunday Independent, 13.6.99.

⁹⁷ Schenker, M. (1999). Die USA drängen, die EU bremst. Tages-Anzeiger, 23.3.99.

⁹⁸ Kessler, H. (1999). Gentechnik: Auch Amerika zweifelt. Tages-Anzeiger, 23.7.99.

⁹⁹ Simm, M. (1999). Amerika gegen Gen-Food. Tages-Anzeiger, 23.7.99.

¹⁰⁰ Bio Suisse (1992). Richtlinien für die Erzeugung, Verarbeitung und den Handel von Produkten aus biologischem (ökologischem) Anbau. 8.10.92.

¹⁰¹ Basler Zeitung, 13.5.97.

¹⁰² Entlebucher Anzeiger, 22.4.97.

¹⁰³ Ökologie und Landbau, Heft 107, 3/1998, S. 2.

¹⁰⁴ Ökologie und Landbau, Heft 108, 4/1998, S. 57.

¹⁰⁵ So ist beispielsweise die Nachfrage nach Biomilch grösser als das Angebot. Dem Schweizer Markt fehlen zurzeit 10000 Tonnen Knospmilch. Bio aktuell, 4/99, S. 12.

Tieren und Menschen. 5000 Biobäuerinnen und Biobauern arbeiten in der Schweiz bereits nach den strengen Knospe-Richtlinien.