



Universität Hamburg

## **BioTalk – Hamburger Jugendliche diskutieren Chancen und Risiken gentechnisch veränderter Lebensmittel**

### **Autodidaktische Lernmodule für Schüler/innen**

Sandra Kerbach<sup>1</sup>, Susanne Stirn<sup>1</sup> und Arne Dittmer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt, Universität Hamburg

<sup>2</sup> Didaktik der Naturwissenschaften, Fachbereich Erziehungswissenschaft, Universität Hamburg

Die Autoren waren zu gleichen Teilen an der Erstellung der Module beteiligt.

Forschungsschwerpunkt BIOGUM  
Didaktik der Naturwissenschaften  
Universität Hamburg

Hamburg, September 2006

Das Projekt wurde vom BMBF im Rahmen des Förderprogramms „Neue Formen des Diskurses zu ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten moderner Biotechnologien“ gefördert (01GP0571)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorbemerkung</b>	3
<b>Themenfeld „Bio“</b>	4
Modul: Das Spiel mit den Genen	4
Modul: Transgene Pflanzen – Die beiden wichtigsten Verfahren zur Herstellung	8
Modul: Alternative Markersysteme	11
Modul: Bierherstellung	14
<b>Themenfeld „Ich und die Welt“</b>	17
Modul: Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel	17
Modul: Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel und Wahlfreiheit der Verbraucher	22
Modul: Kann die Gentechnik einen Beitrag zur Sicherung der Welternährung liefern?	28
Modul: Insektenresistente Baumwolle in Indien	32
<b>Themenfeld „Meinung &amp; Urteil“</b>	36
Modul: „Playing God“	36
Modul: Ich erkenne dich an deiner Sprache	41
Modul: Allgemeine ethische Prinzipien	45
Modul: Vorsorge oder Nachsorge?	47

## Vorbemerkung

Das zweistufige Konzept des Projektes "BioTalk – Hamburger Jugendliche diskutieren Chancen und Risiken gentechnisch veränderter Lebensmittel" sah eine Vorbereitungsphase in Form von betreutem Projektunterricht und die nachfolgende Online-Diskussion zu sozialen, rechtlichen und ethischen Aspekten der Biotechnologie vor. Da die inhaltliche Aufbereitung des Themas während der Vorbereitungsphase nicht in allen Schulen umgesetzt werden konnte, wurden den Schüler/innen während der gesamten Laufzeit des Online-Diskurses unter der Rubrik "Infothek" auf der Projektthomepage [www.biotalk.de](http://www.biotalk.de) zwölf Lernmodule angeboten, die anschauliche lebensnahe Beispiele aufzeigen, wie die Jugendlichen im Alltag mit dem weiten Themenfeld „Gentechnisch veränderte Lebensmittel“ in Berührung kommen können. Mit diesen konnten sie eigenständig arbeiten und einen Einblick in die Vielschichtigkeit der Thematik "Grüne Gentechnik" erhalten.

In drei unterschiedlichen Themenfeldern, „Ich und die Welt“ (Gesellschaft), „Bio“ (Biologie) und „Meinung & Urteil“ (Ethik), wurden Fragen gestellt, die die Gesellschaft und die Schüler/innen als Individuum ansprachen, biologische Themen vertieften und zum Nachdenken über ethische Begriffe anregten. Diese Lerneinheiten setzten sich zumeist aus Expertentexten zusammen, die in einem standardisierten Format mit einer zusammenfassenden Darstellung des Themas, Pro- und Contra-Positionen sowie Hintergrundinformationen und Verweisen auf weitere Informationsquellen dargestellt wurden. Andere stellten verschiedene Methoden vor oder enthielten konkrete Aufgabestellungen.

Durch die Thematisierung von Fragen, die die Jugendlichen selbst betreffen, wurde die Anbindung an ihre eigene Lebenswelt gewährleistet. Sie lernen charakteristische Argumentationslinien der unterschiedlichen Akteure kennen, die den Diskurs zur Gentechnologie prägen. Die Darstellung verschiedener Ansichten sollte dazu führen, dass die Jugendlichen eine eigene Haltung entwickeln.

Um den Jugendlichen eine Anreiz zur Bearbeitung dieser Module zu geben, wurden auf dessen Grundlage Quizfragen generiert, deren richtige Beantwortung den Teilnehmer/-innen des Diskurses zusätzliche Punkte einbrachten. Ergänzt wurde das Lernangebot durch die Rubrik "Basics", in der grundlegende Informationen aus Genetik und Biotechnologie kurz dargestellt wurden, sowie einem Lexikon und einer kommentierten Liste mit weiteren Internetverweisen zum Thema.

The screenshot shows the Biotalk website interface. At the top, there is a navigation bar with links: "Das Projekt", "Wer wir sind", "Spielregeln", "Hilfe", and "Impressum". The main header features the "biotalk" logo and a secondary navigation bar with "Diskussion", "Wikis", "Infothek", and "Basics". The "Infothek" section is active, showing a sidebar with categories: "Ich und die Welt", "Bio" (with sub-items: "Das Spiel mit den Genen", "Transgene Pflanzen", "Alternative Markersysteme", "Bierherstellung"), "Meinung & Urteil", and "Spielregeln". The main content area is titled "Alternative Markersysteme" and contains a sub-section "Stellungnahme der EFSA zu Antibiotikaresistenz-Markern". This section includes a text block about an EFSA opinion from April 2004 and three bullet points describing different groups of antibiotic resistance genes. On the right side, there is a user login box with fields for "Benutzername" and "Kennwort", a "Login" button, and a link "Liste aller Teilnehmer". Below the login box is a "quiz" banner with the text "nimm an einem gentechnik-quiz teil...". Further down, there is a search box with a "Suche" button and a link "Erweiterte Suche". Below that is an "Umfrage" section with the text "Eure Expertenmeinung ist gefragt". At the bottom right, there is a "Bilder" section with a "Zurück" and "Weiter" button, and a photo of a plant with the caption "Zellkultur; Quelle: Maram Girgi, Universität Hamburg".

# Themenfeld „Bio“

Sandra Kerbach

Im Themenbereich "Bio" werden biologische Themen vertieft – Wie funktioniert Gentechnik? Wie werden transgene Pflanzen hergestellt? Wie gefährlich sind Antibiotikaresistenzgene?

## Modul: Das Spiel mit den Genen

### Thema

Gene werden nur dann exprimiert, wenn ein Promotor die Genexpression „anschaltet“ und der Terminator sie richtig beendet. Um Wunschgene später also überhaupt in Pflanzen einbringen zu können, muss erst einmal die vollständige Einheit, also Promotor-Gen-Terminator, hergestellt werden. Zu dieser „Bastelei“ benutzt man kurze, gut zu handhabende, ringförmige DNA (Plasmide) aus Bakterien.

Die Plasmid-DNA kann mit Restriktionsenzymen („molekulare Scheren“) aufgetrennt werden. Diese Enzyme schneiden die DNA nur an bestimmten Stellen, den so genannten Erkennungssequenzen. Es gibt verschiedene Restriktionsenzyme für unterschiedliche Erkennungssequenzen. Oftmals wird der DNA-Strang durch ein Restriktionsenzym mit einem überhängenden Ende aufgetrennt, d.h. einer der beiden Stränge der DNA-Doppelhelix ist um einige Basen länger. Andere Restriktionsenzyme produzieren so genannte glatte DNA-Enden.

DNA-Stücke, die z.B. aufgrund identischer Sequenz mit dem gleichen Restriktionsenzym geschnitten wurden, passen zueinander und können durch ein weiteres Enzym, der Ligase wieder miteinander verbunden werden. Aber auch DNA-Stücke mit glatten Enden passen zueinander. Für die „Bastelei“ der vollständigen Promotor-Gen-Terminator-Einheit können also die nötigen DNA-Stücke aus einer Spender-DNA herausgeschnitten (Restriktion) und dann in das Plasmid eingebaut werden (Ligation). Die aus der Ligation erhaltenen, ringförmigen Plasmide werden wieder in Bakterien eingebracht. Bakterien und damit auch ihre DNA lassen sich schnell und einfach vermehren. Da auf diesem Weg aus einer Bakterienzelle viele genetisch identische Kopien der Plasmide entstehen, spricht man von Klonierung. Plasmide können später in fremde Zellen, z.B. Pflanzenzellen, eingeschleust werden können.

## Wie gelangt das Wunschgen zwischen Promotor und Terminator?

Ausgangsmaterialien sind zwei verschiedene Plasmide (siehe Abb. Aufgabenblatt):

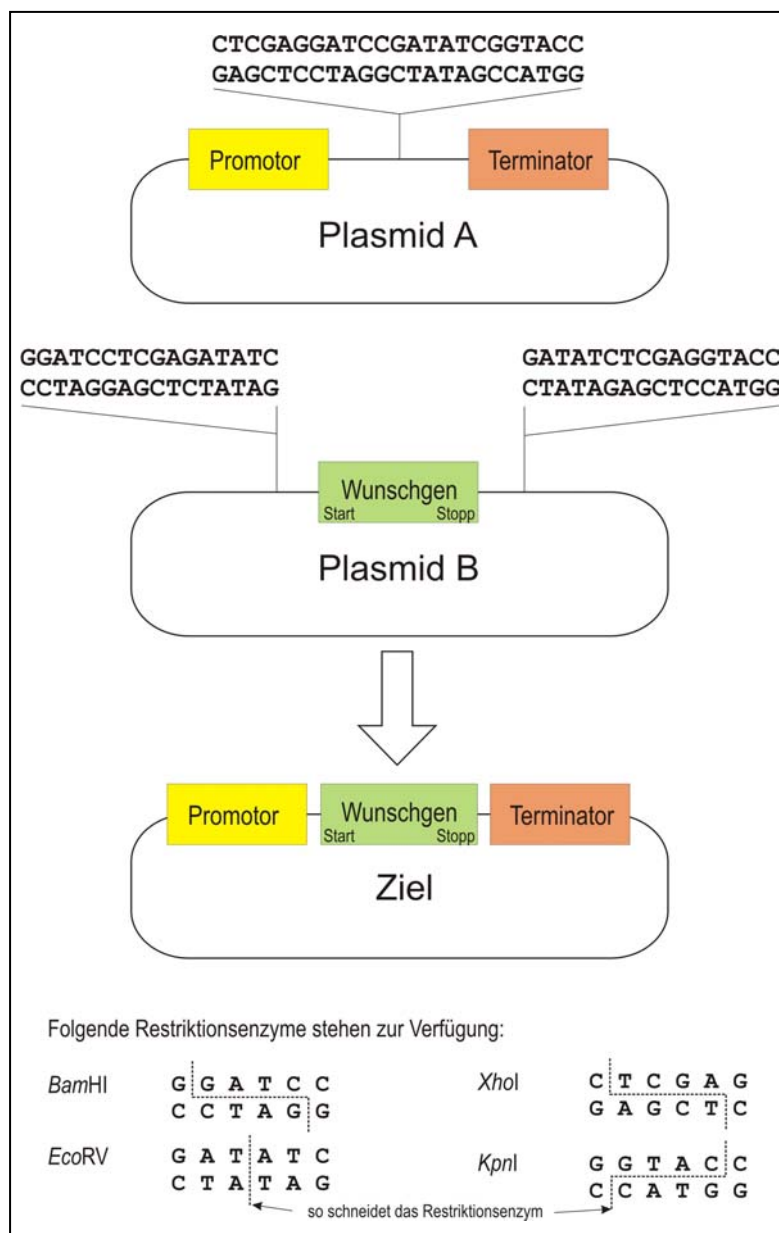
Plasmid A trägt den Promotor und den Terminator. Zwischen diesen Elementen befindet sich die aufgezeigte DNA-Sequenz.

Plasmid B trägt das Wunschgen. Start und Stopp sowie die flankierenden DNA-Sequenzen sind eingezeichnet.

Es stehen die abgebildeten Enzyme zur Verfügung.

Zunächst sucht man spezifische Sequenzen in beiden Plasmiden, an denen die Restriktionsenzyme die DNA aufschneiden können.

Mit welchen Restriktionsenzymen gelingt es, das Wunschgen zwischen Promotor und Terminator zu platzieren?

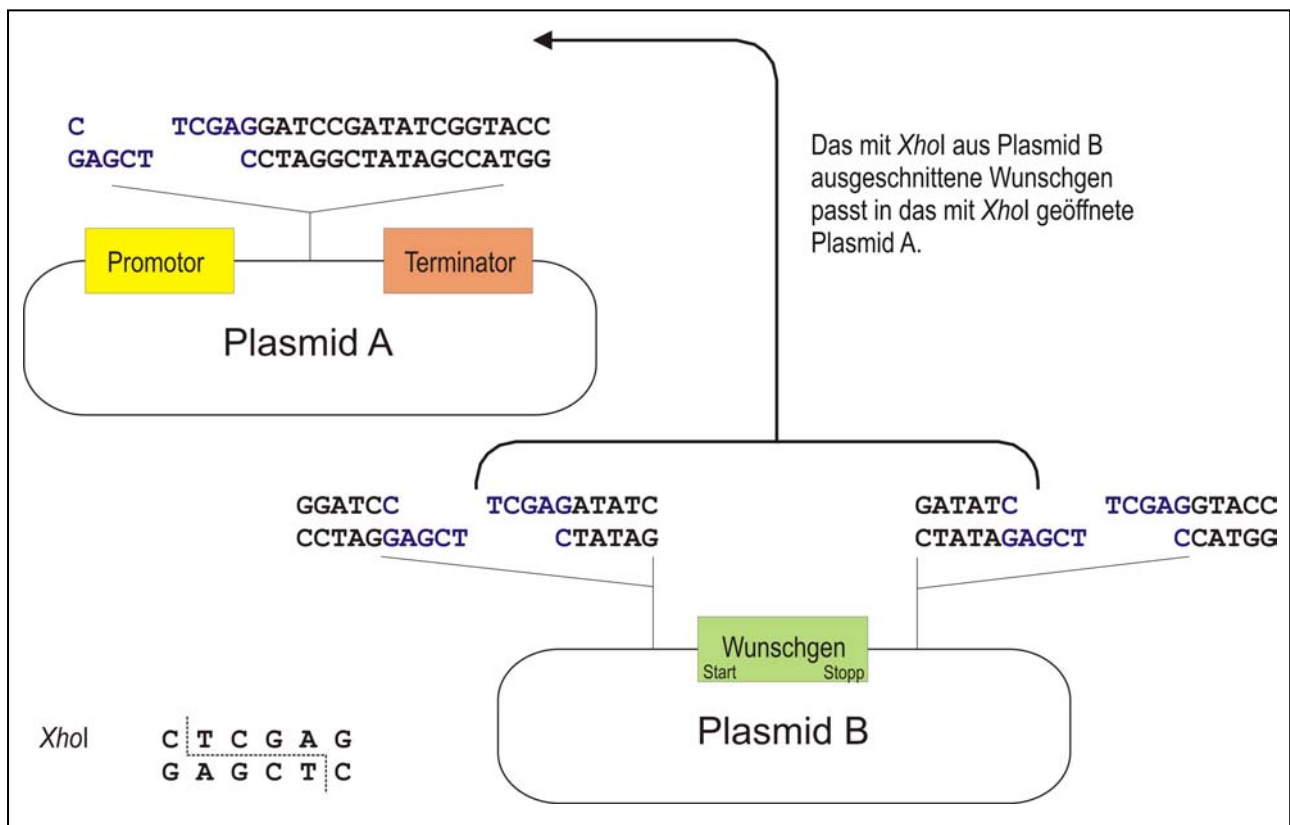


Aufgabenblatt „Spiel mit den Genen“

## Methode 1

Eine Möglichkeit ist die Verwendung des Restriktionsenzym *XhoI*. *XhoI* kann das Wunschgen aus Plasmid B zu beiden Seiten ausgeschnitten werden. Plasmid A lässt sich mit diesem Enzym ebenfalls öffnen und das Wunschgen „passt hinein“. Dieses Enzym öffnet den DNA-Strang mit überhängenden Ende, so genannte „sticky ends“, klebrige Enden. Diese Enden sind komplementär zu ebenfalls mit *XhoI* geschnittener DNA und „kleben“ sehr gut zusammen (komplementäre Basenpaarung). Deshalb ist diese Strategie sehr effektiv.

Bei dieser Methode gibt es allerdings ein Problem: Das Wunschgen kann in beiden Orientierungen in das geöffnete Plasmid eingebaut werden. Wenn sich aber das Startcodon, also der Beginn der codierenden Sequenz, nicht in räumlicher Nähe zum Promotor befindet, können die Enzyme, die an der Genexpression beteiligt sind, diese nicht starten. Es sind also statistisch nur die Hälfte alle Plasmide „richtig“.

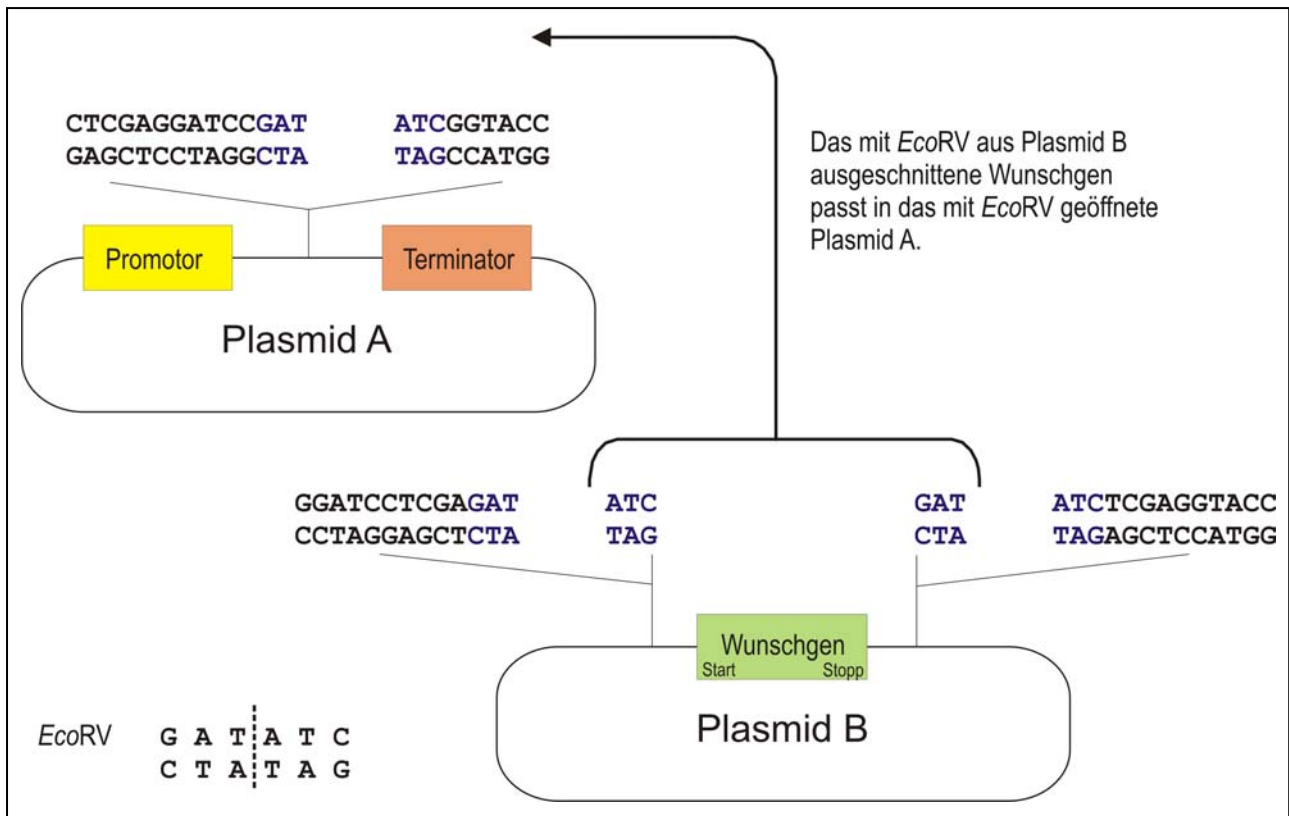


Strategie 1

## Methode 2

Mit dem Restriktionsenzym *EcoRV* kann das Wunschgen aus Plasmid B zu beiden Seiten ausgeschnitten werden. Plasmid A lässt sich mit diesem Enzym ebenfalls öffnen und das Wunschgen „passt hinein“.

Dieses Enzym öffnet den DNA-Strang ohne überhängende Enden, „blunt end“. Die Ligation solcher glatten Enden ist nicht so effektiv wie die Strategie 1, da es nicht zu einer Aneinanderlagerung komplementärer Basen kommt.



Strategie 2

## Informationen

Woher stammen die „merkwürdigen“ Namen der Restriktionsenzyme?

Die Bezeichnung *EcoRV* leitet sich aus seiner Herkunft ab. Das Enzym stammt aus dem Darmbakterium *Escherichia coli*. Es werden also die ersten Buchstaben des lateinischen Namens verwendet. Dann folgt die Nummerierung.

Weitere Enzyme sind beispielsweise:

*HpaI* aus *Haemophilus parainfluenza*,

*HindIII* aus *Haemophilus influenza*,

*PstI* aus *Providencia stuartii*.

Und wenn du noch mehr über die molekularbiologische Arbeit im Labor erfahren willst, dann schau dir doch das Beispiel der Klonierung des Insulins mit Hilfe eines Plasmids auf der Internetseite [www.zum.de](http://www.zum.de) an.

## Modul: Transgene Pflanzen – Die beiden wichtigsten Verfahren zur Herstellung

### Thema

Schon seit langem ist bekannt, dass Pflanzen Tumore bekommen können. Bei bestimmten Pflanzen ist der Verursacher dieser Tumore oder Gewebewucherungen das Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens*. Es schleust Teile seines Erbmateri als in die Pflanzenzellen ein. Durch verletzte Pflanzenteile gelangen diese Bakterien in die Pflanze und bauen einen Teil ihrer DNA in das Pflanzengenom ein. Diese zu übertragende, bakterielle DNA (T-DNA, Transfer-DNA) befindet sich auf dem so genannten Tumor induzierenden Plasmid, dem Ti-Plasmid und trägt Gene für Opine - Substanzen, die diesen Bodenbakterien als Nährstoffe dienen - und Gene für Pflanzenhormone.

Nach der Infektion der Pflanze produziert sie diese fremden Eiweiße. Die Produktion dieser Pflanzenhormone führt zu einem unkontrollierten Wachstum der Pflanzenzellen, das zu den bekannten Wucherungen führt. Die Opine dienen den Agrobakterien als Nährstoffe, mit denen sie durch die wuchernden Pflanzenzellen reichlich versorgt werden. Es gibt also schon einen natürlichen Weg der Genübertragung.

Dieser Transportmechanismus der Agrobakterien wird nun für die gezielte Genübertragung in der Gentechnik genutzt. Die Gene, die man übertragen möchte, werden dabei in den natürlichen Vektor, das Ti-Plasmid, integriert. Da eine Tumorbildung bei den entstehenden, transgenen Pflanzen natürlich unerwünscht ist, wurden die für die Tumorinduktion verantwortlichen Gene im Bereich der übertragbaren T-DNA-Region entfernt. Es kommt also ein "entschärftes" Ti-Plasmid mit einem Fremd-Gen zum Einsatz. *Agrobacterium tumefaciens*-Bakterien werden mit dem neukombinierten Ti-Plasmid transformiert und dann zur Infektion der Pflanzen verwendet.

Diese Methode funktioniert gut bei zweikeimblättrigen Pflanzen, wie Sojabohnen. Unsere wichtigsten Nutzpflanzen, dazu gehören alle Getreidearten, sind jedoch einkeimblättrig und lassen sich durch Agrobakterien nicht oder nur schlecht infizieren. Dagegen ist der Partikelbeschuss eine erfolgreiche Methode zum Gentransfer in Getreide. Gold-, Platin- oder Wolframpartikel werden mit der einzubringenden DNA beschichtet und mittels "Gen-Kanone" mit hohen Geschwindigkeiten in die Pflanzenzellen hineingeschossen. Die DNA wird in den Zellen abgeladen und im Erfolgsfall auch in das pflanzliche Genom eingebaut – eine von 1000 Zellen trägt das neue Gen.

(Quelle: Internetseiten des Hamburger Bildungsservers <http://lbs.hh.schule.de/index.phtml?site=themen.biotech><sup>1</sup>)

---

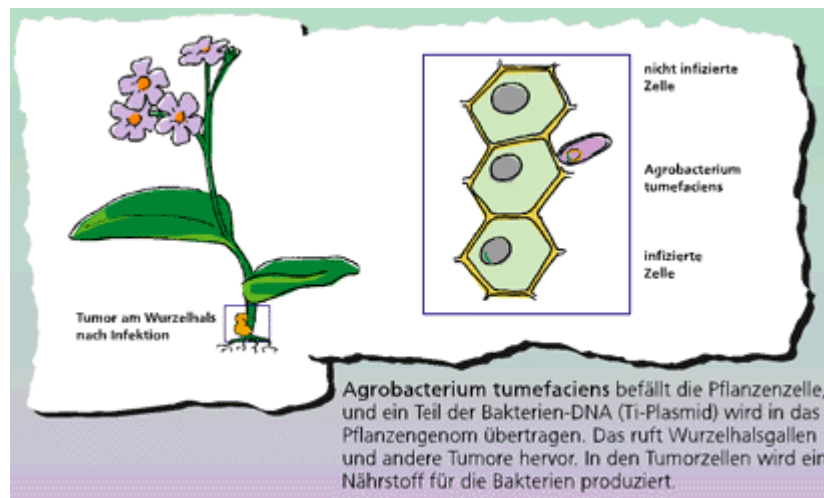
<sup>1</sup> Alle Internetseiten, auf die verwiesen wird, waren im September 2005 aufrufbar.

## Methoden

### Agrobakterien-vermittelte Transformation (Vektorverfahren)

1. Zuerst werden aus dem Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* ringförmige Plasmide isoliert. Das Ti-Plasmid (Tumor induzierendes Plasmid) aus *Agrobacterium tumefaciens* enthält die so genannte T-DNA (Transfer-DNA), die auch auf natürlichem Wege in die pflanzliche Zielzelle eingebaut wird.
2. In dieses Ti-Plasmid wird in die Region der T-DNA ein zuvor gewonnenes Fremdgen eingefügt. Dadurch kann das Fremdgen mit der T-DNA in die Zielzelle transferiert werden.
3. Das veränderte (neu kombinierte) Plasmid wird wieder in *Agrobacterium tumefaciens* eingeschleust.
4. Die zu verändernde Pflanze wird nun mit diesen Bakterien infiziert, die T-DNA übertragen.
5. Der Bereich der T-DNA, der auch das gewünschte Fremdgen enthält, wird in das pflanzliche Genom der Zelle eingebaut.
6. Die veränderte (transformierte) Pflanzenzelle wird nun auf Nährmedium kultiviert und vermehrt. Zur Selektion der erfolgreich transformierten Zellen verwendet man Selektionsmarker, z.B. Antibiotikaresistenzgene, die ebenfalls in die T-DNA eingefügt wurden.
7. Aus der Zellkultur entwickeln sich Pflanzen mit verändertem Erbgut.

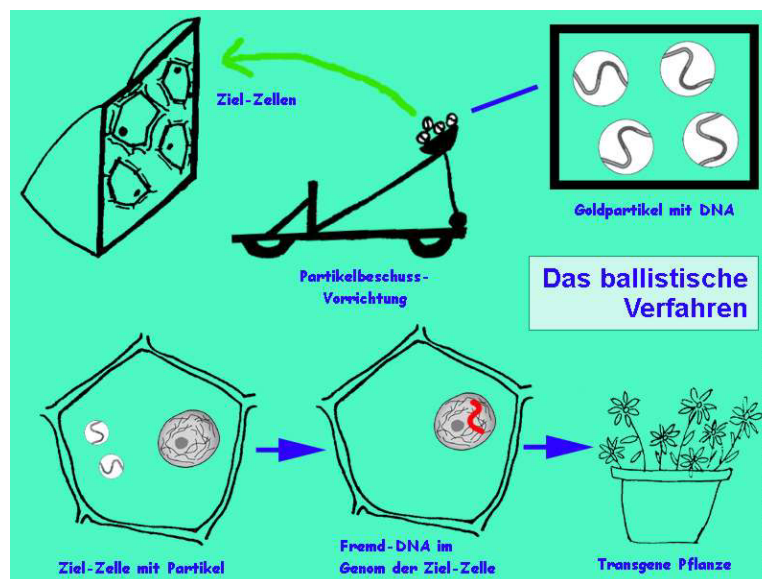
(Quelle: "Gentechnik und Lebensmittel", multimediales Lehr- und Lernmaterial der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, 2004)



## Ballistische Transformation (Partikelbeschuss)

1. Zunächst muss wie bei der Methode 1 ein Plasmid, das das Wunschen trägt, isoliert werden. Man kann die gesamte Plasmid-DNA für die Transformation einsetzen oder schneidet nur das Wunschen (mit Promotor und Terminator) aus.
2. Etwa 1 µm große Gold-, Platin- oder Wolframpartikel werden mit der einzubringenden DNA beschichtet.
3. Die Partikel (Mikroprojekteile) werden auf ein so genanntes Makroprojektil aufgebracht.
4. Die Beschleunigung erfolgt z.B. mittels einer durch Explosion ausgelösten Druckwelle. Das Makroprojektil, das die DNA-beschichteten Partikel trägt, wird beschleunigt und trifft letztlich auf eine Sperrplatte.
5. Die Mikroprojekteile „fliegen“ weiter und passieren ein Stahlsieb, das einer größeren Streuung dient, und treffen auf die Zielzellen.
6. Durch die hohen Geschwindigkeiten gelangen die Partikel in die Zielzellen. Die DNA löst sich von den Gold-, Platin- oder Wolframpartikel.
7. Die Fremd-DNA wird in das Genom der Zielzelle eingebaut.
8. Aus einer transformierten Pflanzenzelle kann sich eine transgene Pflanze entwickeln.

(Quelle: "Gentechnik und Lebensmittel", multimediales Lehr- und Lernmaterial der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, 2004)



## Informationen

Willst Du noch mehr über Methoden zum Gentransfer erfahren?

Dann schau dir doch auch folgende Beiträge an:

- Wie gelangen fremde Gene in eine Zelle? (Veröffentlichung des Max-Planck-Institut für Züchtungsfragen, Köln: <http://www.koeln.de/bildung/wissensdurst/service/download/gene.pdf>)
- Methoden des Gentransfers (eigene Information auf Projekthomepage [www.biotalk.de](http://www.biotalk.de))

## Modul: Alternative Markersysteme

### Thema

#### Warum alternative Markersysteme?

Bei der Betrachtung der Risiken durch Antibiotikaresistenzgene aus gentechnisch veränderten Pflanzen stellt sich immer die Frage nach der möglichen Übertragung von Resistenzgenen aus der aufgenommenen Nahrung auf menschliche Darmbakterien. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet erscheint eine Resistenzübertragung extrem unwahrscheinlich: Bakterien nehmen Fremd-DNA "freiwillig" nicht auf. In Form von ringförmigen Plasmiden allerdings sind Bakterien u. U. bereit, dieses Material zu akzeptieren: dieser Mechanismus ist ihnen von Natur aus zur Übertragung von bestimmten Eigenschaften von einem auf das andere Bakterium bekannt. Will man Bakterien im Reagenzglas dazu bringen, Plasmide aufzunehmen, so erreicht man dies etwa in einer Größenordnung von 1:10.000 (jedes 10.000ste Bakterium nimmt ein Plasmid auf). Diese "Trefferquote" erreicht man aber nur dann, wenn man zuvor die Zellwand der Bakterien mit chemischen oder physikalischen Methoden (z.B. mit Ultraschall) kurzfristig "durchlöchert" hat.

Im Falle gentechnisch veränderter Pflanzen ist das Resistenzgen in das Erbmaterial einer Pflanze integriert. Es liegt also nicht in Form eines Plasmides vor. Abgesehen davon, dass Bakterien fremde, nicht "plasmidförmige" DNA nicht aufnehmen, müsste im vorliegenden Fall das Gen zunächst unversehrt aus der riesigen pflanzlichen DNA-Menge im Magen-Darm-Trakt "herausverdaut" werden. Nach der Aufnahme in ein Bakterium müsste es zudem so ins bakterielle Genom eingebaut werden, dass es auch tatsächlich aktiv sein kann. Man schätzt, dass wir mit der Nahrung täglich mindestens 1,5 Millionen Mikroorganismen, die natürlicherweise Antibiotika-Resistenzgene tragen, zu uns nehmen. Theoretisch ist die DNA-Übertragungswahrscheinlichkeit von Bakterium zu Bakterium höher als von pflanzlichen oder tierischen Zellen auf Bakterien. Es gibt aber keinerlei Hinweise darauf, dass eines der unzähligen Gene, die wir tagtäglich mit der Nahrung aufnehmen, jemals auf unsere Darmflora übertragen worden wäre. Trotzdem hat das für Sicherheitsfragen der Grünen Gentechnik zuständige wissenschaftliche Expertengremium der europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) am 2. April 2004 ein Gutachten angenommen, um das Risiko des Transfers von Antibiotikaresistenzgenen auf Mikroorganismen im Darm oder in die Umwelt einzuschränken. Ein generelles Verbot von Antibiotikaresistenzmarkern halten die Experten zwar für nicht gerechtfertigt, empfehlen aber einen differenzierten Umgang. Einzelne Antibiotikaresistenzmarker sollen nicht mehr zulässig sein, andere werden erlaubt, mit oder ohne Einschränkung.

Antibiotikaresistenzen in Mikroorganismen sind weit verbreitet und besonders häufig dort zu beobachten, wo vor allem Breitbandantibiotika in größeren Mengen verabreicht werden: Krankenhäuser waren und sind auch heute noch ein großer "Tummelplatz" vieler resistenter Bakterienstämme. Meistens stehen alternative Antibiotika zur Verfügung, um der resistenten Stämme Herr zu werden. Jedoch: der verbreitete Einsatz neuer Antibiotika bedeutet mit einer Zeitverschiebung meist auch das Auftauchen neuer Resistenzen.

Ein besonders großes Problem ist der intensive Einsatz von Antibiotika in der Tiermast. Dadurch haben sich Antibiotikaresistenzgene in zahlreichen Bakterien weit verbreitet. Bakterien können mit hoher Frequenz Erbmaterial, und damit auch Antibiotikaresistenzgene auch an nicht verwandte Arten weitergeben. So wurden zum Beispiel bei einer Untersuchung von Rindern und Schweinen in 75% aller Darmbakterien Resistenzen gegen das Antibiotikum Ampicillin nachgewiesen.

(Die Inhalte dieses Moduls wurden eigens zusammengestellt und gekürzt aus folgenden Quellen: Internetseiten des Hamburger Bildungsservers <http://bs.hh.schule.de/index.phtml?site=themen.biotech>), [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), Internetseiten TransGen Wissenschaftskommunikation [www.transgen.de](http://www.transgen.de), Verein dialog<>gentechnik [www.dialog-gentechnik.at](http://www.dialog-gentechnik.at), [www.gene-abc.ch](http://www.gene-abc.ch), "Gentechnik und Ethik", Institut Technik-Theologie-Naturwissenschaften (TTN), [www.gentechnik-und-ethik.de](http://www.gentechnik-und-ethik.de); „Gentechnik geht uns alle an!“, Jugend-Infopaket des Österreichisches Ökologie-Instituts für angewandte Umweltforschung <http://www.bmgf.gv.at/cms/site/attachments/2/6/7/CH0254/CMS1085473460374/gen-1.pdf>)

## Alternative Markersysteme

Auch wenn die Selektion mit Hilfe von Antibiotikaresistenzgenen und den entsprechenden Antibiotika sehr einfach und zuverlässig ist, werden seit Jahren auch schon alternative Markersysteme eingesetzt bzw. erforscht. Sehr häufig werden Herbizidresistenzgene eingesetzt. Mit einem derartigen Gen ausgestattete Pflanzen sind dadurch resistent gegen das entsprechende Herbizid. Die Herbizidresistenz kann einerseits die Wunscheigenschaft der transgenen Pflanzen sein, andererseits auch zur Selektion dienen.

Ein häufig verwendetes System besteht aus dem Herbizid Glufosinat und dem Resistenzgen *pat*. Glufosinat ist ein nicht selektives Herbizid, d.h. es vernichtet alle Pflanzen. Als aktiven Hauptbestandteil enthält Glufosinat den Wirkstoff Phosphinothricin. Er blockiert in der Pflanze ein lebenswichtiges Enzym des Stickstoff-Stoffwechsels, die Glutaminsynthetase. Dieses Enzym katalysiert die Fixierung von Stickstoff in Form von Ammoniumionen und wandelt die Aminosäure Glutamat in Glutamin um. Werden Pflanzen mit Glufosinat behandelt, bindet das darin enthaltene Phosphinothricin an das Enzym Glutaminsynthetase, weil es eine ähnliche Struktur wie die Aminosäure Glutamat hat. Ammoniumionen werden nun nicht mehr an Glutamat gebunden, sondern reichern sich in der Pflanzenzelle an, was zum Absterben der Pflanze führt.

Ursprünglich stammt das Glufosinat aus dem Bodenbakterium *Streptomyces*. Um sich selbst zu schützen, bildet *Streptomyces* das sogenannte PAT-Enzym (Phosphinothricin-N-Acetyl-Transferase), das Phosphinothricin sehr spezifisch in eine biologisch unwirksame Form umwandelt. Das entsprechende Gen dazu (*pat*) vermittelt eine Resistenz gegen Phosphinothricin, also auch gegen das Herbizid Glufosinat.

Dieses Gen konnte erfolgreich in verschiedene Pflanzenarten eingeführt werden und verleiht diesen gentechnisch veränderten Pflanzen zuverlässig eine Resistenz gegen das entsprechende Herbizid Glufosinat. Bei der Glufosinat-Spritzung wird das über die Blätter aufgenommene Herbizid sehr schnell in die nicht aktive Variante umgewandelt. Die mit den gentechnisch veränderten Nutzpflanzen konkurrierenden Unkräuter sterben durch das Totalherbizid Glufosinat ab.

Auch die Verwendung von sichtbaren Marker wird in der Forschung vorgenommen. Solche Markersysteme machen die transformierte Pflanze optisch erkennbar. Ein prominentes Beispiel für einen optischen Marker ist das Gen für das Green Fluorescence Protein (kurz GFP) aus einer Qualle. Unter UV-Licht-Einstrahlung leuchten Zellen mit GFP grün. Diese Methode ist jedoch sehr aufwändig.

Seit einigen Jahren stehen auch andere Systeme zur Verfügung. So hat sich der Gebrauch von so genannten physiologischen Markern in der Forschung verstärkt. Diese ermöglichen es der Pflanzenzelle, ganz bestimmte Nährstoffe zu verwerten. Wird den Pflanzenzellen nur dieser Nährstoff zur Verfügung gestellt, können nur Pflanzen wachsen, die erfolgreich das neue Gen aufgenommen haben.

Die Herstellung transgener Pflanzen beginnt immer mit der gentechnischen Veränderung von einzelnen Pflanzenzellen. Um aus diesem Zellen wieder ganze Pflanzen zu generieren, werden sie *in vitro* (lateinisch für: im Glas) kultiviert. Die Pflanzenzellen sind in diesem Stadium meist noch nicht zur Photosynthese befähigt, sondern müssen die nötigen Nährstoffe aus dem Nährmedium beziehen, auf dem die Pflanzenzellen kultiviert werden. Dieses Nährmedium enthält neben den wichtigen Nährstoffen, wie z.B. den Zucker Glukose, auch Vitamine und Mineralien.

Normalerweise können Pflanzen die Zuckerart Mannose nicht als Zuckerquelle nutzen. Das Einbringen eines neuen Gens aus dem Darmbakterium *Escherichia coli* (kurz: *E. coli*), das für ein Enzym mit dem Namen Phospho-Mannose-Isomerase codiert, ermöglicht es den Pflanzenzellen, auf Mannose-haltigen Nährboden zu wachsen. Das Enzym sorgt für die Umwandlung von Mannose zu einem gewöhnlichen Zucker, den der pflanzliche Organismus verarbeiten kann. Zellen, die dieses Gen nicht besitzen, sterben dagegen ab, wenn dem Nährmedium Mannose als einziger Zucker zugesetzt wurde.

Aber auch an Methoden zum Entfernen von Selektionsmarkergenen wird gearbeitet. Nachdem das Markergen, sei es ein Antibiotikaresistenzgen oder auch ein physiologisches Markergen, seinen Zweck erfüllt hat, hat es in der transgenen Pflanze keine Funktion mehr. Es könnte also ebenso gut entfernt werden. Es ist jedoch nicht so einfach, das Markergen aus einer transgenen Pflanzenzelle zu entfernen. Es gibt eine Reihe von Konzepten und Verfahren, aber nur einiges ist praktikabel.

Ein eleganter Weg, um überflüssige Markergene wieder zu entfernen, sind so genannte sequenz-spezifische Rekombinationssysteme. Hinter diesem komplizierten Begriff steckt ein einfacher genetischer Mechanismus. Wie bei den Restriktionsenzymen, den „Scheren“, die wir schon im Abschnitt Restriktion kennen gelernt haben, soll ein Enzym das betreffende Markergen aus dem Genom ausschneiden. Dazu werden die Markergene derart in die Pflanze eingeführt, dass sie von ganz bestimmten Erkennungssequenzen umgeben sind, die die Funktion nicht stören. Gleichzeitig erhält die Pflanze die genetische Information für diese „Schiere“, also für das Enzym, welches das Markergen ausschneidet. Solche Systeme, die aus einer spezifischen Erkennungssequenz und dem Enzym, man sagt Rekombinase, bestehen, kommen in der Natur z.B. in Hefe vor und konnten erfolgreich auch in Pflanzen etabliert werden.

(Die Inhalte dieses Moduls wurden eigens zusammengestellt und gekürzt aus folgenden Quellen: Internetseiten des Hamburger Bildungsservers <http://lbs.hh.schule.de/index.phtml?site=themen.biotech>), [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), Internetseiten TransGen Wissenschaftskommunikation [www.transgen.de](http://www.transgen.de), Verein dialog<>gentech [www.dialog-gentech.at](http://www.dialog-gentech.at), [www.gene-abc.ch](http://www.gene-abc.ch), "Gentechnik und Ethik", Institut Technik-Theologie-Naturwissenschaften (TTN), [www.gentechnik-und-ethik.de](http://www.gentechnik-und-ethik.de); „Gentechnik geht uns alle an!“, Jugend-Infopaket des Österreichischen Ökologie-Instituts für angewandte Umweltforschung <http://www.bmgf.gv.at/cms/site/attachments/2/6/7/CH0254/CMS1085473460374/gen-1.pdf>)

## Informationen

### Stellungnahme der EFSA zu Antibiotikaresistenz-Markern

Ein am 2. April 2004 angenommenes Gutachten der EFSA bewertet die Umweltrisiken durch Antibiotikaresistenzmarker und teilt die Resistenzen hinsichtlich ihrer klinischen Bedeutung in drei Gruppen:

1. uneingeschränkt verwendbar: Gegen die Resistenzgene *npII* und *hph*, die eine Resistenz gegen die Antibiotika Kanamycin und Hygromycin vermitteln, äußert das Expertengremium keine Sicherheitsbedenken, da diese Antibiotikaresistenzen eine weite natürliche Verbreitung haben und die entsprechenden Antibiotika selten bis gar nicht in der Human- und Tiermedizin verwendet werden. Kanamycin zum Beispiel wird in der Humanmedizin bei Magen-Darm-Infektionen schon lange nicht mehr verordnet. Es stehen längst bessere, d.h. nebenwirkungsärmere Antibiotika zur Verfügung. Allerdings werden auch noch heute Kanamycin-haltige Augentropfen verabreicht.
2. nicht in kommerziell genutzten GV-Pflanzen: Die Verwendung von Resistenzen z.B. gegen Ampicillin und Streptomycin soll auf experimentelle Freilandversuche beschränkt bleiben und nicht in Pflanzen enthalten sein, die vermarktet werden sollen. Bei diesen Antibiotika werden in der Human- und Veterinärmedizin bestimmte Krankheiten behandelt. Die jeweiligen Gene sind jedoch natürlicherweise in Mikroorganismen verbreitet. Nach Auffassung des Expertengremiums wird die Verbreitung dieser Resistenzen durch eine begrenzte Freisetzung in Versuchsfeldern nicht zusätzlich erhöht.
3. Nicht erlaubt: Die dritte Gruppe von Antibiotikaresistenzmarkergenen umfasst Resistenzen gegen Antibiotika, die eine aktuelle Bedeutung in der klinischen Anwendung haben, z.B. Amikacin. Solche gentechnisch veränderten Pflanzen sind weder für Freilandversuche noch für das Inverkehrbringen vorgesehen.

(Quelle: [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de))

## Modul: Bierherstellung

### Thema

#### Das Lieblingsgetränk der Deutschen

Das Brauen von Bier ist in Deutschland weit verbreitet. Jede dritte Brauerei der Welt ist hier zu finden. Im Jahre 1516 erließ der bayrische Herzog Wilhelm IV. eines der ersten Lebensmittelgebote, das deutsche Reinheitsgebot. Diesem Gebot folgend wird auch noch heute in Deutschland Bier nur aus (Gersten-)Malz, Hopfen, Wasser und Hefe gebraut.

Bei Bieren, die nach dem deutschen Reinheitsgebot gebraut sind, ist derzeit eine unmittelbare Nutzung der Gentechnik ausgeschlossen. Bei ausländischen Bieren hingegen sind verschiedene Anwendungen der Gentechnik möglich. Bei Importbieren ist beispielsweise der Einsatz isolierter Enzyme zulässig. Ihre Herstellung erfolgt häufig mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen. In Deutschland ist dies nicht mit dem Reinheitsgebot vereinbar und daher beim Bier nicht zulässig.

Malz wird in Deutschland vorrangig aus Sommergerste gewonnen. Aber auch aus Weizen (Weizenbier) und Roggen kann Braumalz hergestellt werden. Der Prozess des Mälzens bezeichnet das Keimenlassen des Getreides. Dabei werden Enzyme für den Brauprozess gebildet und freigesetzt. Diese Enzyme bauen Stärkemoleküle zu kleineren Zuckern ab, so dass die so genannte Brauwürze entsteht. Beim folgenden Sieden werden die Enzyme in der Würze zerstört und Geschmacksstoffe aus dem zugesetzten Hopfen gelöst. So erhält das Bier seinen herb aromatischen Geschmack. Nach der sich anschließenden Gärung durch Brauereihefen entstehen aus Zucker Alkohol und Kohlendioxid.

Übrigens besteht Bier zu 92% aus Wasser.

[Quellen: Internetseiten des Hamburger Bildungsservers <http://lbs.hh.schule.de/index.phtml?site=themen.biotech>]

# Wie wird Bier hergestellt?

## 1. Malzherstellung

Für die Malzbereitung werden die Körner aus dem Halm der Getreide gelöst und eingefeuchtet werden, um das Keimen auszulösen. Gerste, und besonders Sommergerste, ist dafür am besten geeignet. Die dadurch aktivierten Enzyme (Amylasen) spalten die Stärke, die aus langen und miteinander verbundenen Kohlenhydrat- (Glucose) Ketten besteht, vor allem zu Maltose (Malzzucker, zwei miteinander verknüpfte Glucosemoleküle). Charakteristisch für das Bierbrauen ist, dass ein Großteil der Stärke spaltenden Enzyme, die für den Stärkeabbau, das "Mälzen", gebraucht werden, aus der Gerste selbst stammt. Der Vorgang des Keimens dauert je nach Temperatur bis zu einer Woche. Das Produkt nennt man Grünmalz. Im Grünmalz der gekeimten Gerste sind die Stärke abbauenden, gersteeigenen Enzyme hochaktiv. Das Grünmalz wird luftgetrocknet, dabei welken die Keimlinge ab, während die Enzymaktivität erhalten bleibt. Die Keime werden abgetrennt und die Körner anschließend bei einer Temperatur von 60-90°C getrocknet (Darren). Je länger der Prozess des Darrens andauert desto mehr bräunen die Körner und desto dunkler wird das Bier. Der gemälzten Gerste, die einen hohen Enzymüberschuss aufweist, werden vielerorts andere stärkehaltige Rohstoffe und Enzyme zugesetzt - was in Deutschland nach dem absoluten Reinheitsgebot nicht erlaubt ist.

## 2. Bierherstellung

Bier wird mit Malz, Wasser, Hopfen und Hefen in einem im Prinzip dreistufigen Prozess gebraut. Zur Herstellung der Würze wird das gemahlene Malz im Bottich mit warmem Wasser verrührt. Dabei werden die löslichen Substanzen, besonders der Zucker, aus den Körnern "herausgezogen". Diesen Prozess bezeichnet man als Maischen.

Die geklärte, süße Flüssigkeit wird mit Hopfen bzw. Hopfenextrakt versetzt und im Braukessel gekocht. Dabei werden die Enzyme zerstört und die für den Biergeschmack und die Haltbarkeit wichtigen Substanzen aus dem Hopfen gelöst. Die "gehopfte" Würze kommt nach dem Klären in den Gärkeller und wird auf die gewünschte Konzentration (den Stammwürzegehalt) verdünnt. Für die anschließende Gärung im Gärbottich wird der Würze Bierhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) zugesetzt. Diese einzelligen Mikroorganismen können Energie durch alkoholische Gärung gewinnen und wandeln den Zucker fast vollständig in Ethanol und CO<sub>2</sub> um.

In Abhängigkeit von der Temperatur ist die Hauptgärung nach 8-10 Tagen beendet; in großen Lagertanks schließt sich ein länger dauernder Reifungsprozess an, bei dem sich das typische Aroma bildet. Danach wird das Bier filtriert und in Flaschen oder Fässer abgefüllt. Der Alkoholgehalt des fertigen Pilsener oder Exportbieres liegt bei einem guten Drittel des Gehalts an Stammwürze, also bei ca. 4,5%-5% (45-50g Alkohol pro Liter).

## Informationen

### Mögliche Anwendungen der Gentechnik

Bei Bieren, die nach dem deutschen Reinheitsgebot gebraut sind, ist derzeit eine unmittelbare Nutzung der Gentechnik ausgeschlossen. Bei ausländischen Bieren hingegen sind verschiedene Anwendungen der Gentechnik möglich. Bei Importbieren ist beispielsweise der Einsatz isolierter Enzyme zulässig. Ihre Herstellung erfolgt häufig mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen. In Deutschland ist dies nicht mit dem Reinheitsgebot vereinbar und daher beim Bier nicht zulässig.

Die Enzyme sollen den Aufschluss der Stärke und anderer pflanzlicher Stärkeverbindungen verbessern, den Mälzvorgang beschleunigen, die Reifung verkürzen, Fehlgerüche unterdrücken und das Herstellungsverfahren optimieren. Eingesetzt werden beispielsweise stärkeabbauende Amylasen und Pullulanase u. a.

Im Ausland werden nicht nur Gerste bzw. Weizen als Rohstoffe eingesetzt, sondern auch Mais, Reis, Glukosesirup und andere Stärkeprodukte.

Die aus Mittel- und Südamerika importierten Biere werden häufig mit Mais gebraut. Gentechnisch veränderter Mais wird in mehreren Ländern großflächig angebaut.

In Schweden wird ein Bier aus gentechnisch verändertem Mais (Bt-Mais) gebraut (Kenth). Auch in der Schweiz ist ein ähnliches Bier erhältlich (Cool Corn).

Veränderungen an der Hefe sind hingegen mit dem Reinheitsgebot vereinbar - unabhängig davon, ob sie mit "klassischer" Züchtung oder Übertragung von Genen erreicht werden. Die Züchtung von Bierhefen (Reinzuchthefer) hat eine lange Tradition. Ein Verfahren ist die künstliche Auslösung von Mutationen. Dabei werden die enzymatischen Leistungen der Hefen optimiert.

Es sind verschiedene gentechnisch veränderte Hefen bis zur Praxisreife entwickelt worden, vor allem für alkohol- oder kalorienarme Biere. Bis auf eine kleinere Versuchsbrauerei in Großbritannien sind derartige Hefen bisher nicht eingesetzt worden. Die deutschen Brauereien haben versichert, diese Hefen nicht zu verwenden.

Bier enthält in aller Regel keine Hefen mehr; sie werden herausfiltriert und das Bier pasteurisiert. Bei bestimmten "trüben" Bieren sind jedoch noch Hefen im Bier vorhanden, etwa bei Weizen- oder Malzbier.

Als Nährstoffe für die Aufzucht der Hefen werden häufig Glukosesirup oder andere Stärkeprodukte verwendet.

(Quelle: [www.transgen.de](http://www.transgen.de) )

## **Themenfeld „Ich und die Welt“**

Susanne Stirn

Im Bereich "Ich und die Welt" geht es um Fragen, die die Gesellschaft und die Jugendlichen als Individuum betreffen – Wie werden gentechnisch veränderte Lebensmittel gekennzeichnet? Welche Risiken werden diskutiert? Ist Gentechnik eine Möglichkeit zur Lösung des Welthungers?

### **Modul: Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel**

#### **Thema**

Hungersnöte sind in Deutschland längst kein Risiko mehr. Mit der Erfindung der Maschinen vor über 100 Jahren begann die Erforschung und Entwicklung neuer Techniken der Lebensmittelproduktion. Zusammen mit Gesetzen, Kontrollen und der Konkurrenz im Handel sorgen sie heute für eine stetige Versorgung mit preiswerter Nahrung und für eine hohe Qualität unserer Lebensmittel.

Unser Schlaraffenland birgt aber neue Risiken. Zum Beispiel das, dass wir zu viel und zu einseitig essen und damit unsere Gesundheit schädigen. Dieses Risiko kann jeder und jede selbst vermeiden. Persönlich weniger beeinflussen können wir das Risiko, welches beim Produzieren von Lebensmitteln entsteht. Dünger, Pflanzenschutzmittel, Futterzusätze sind in der Landwirtschaft sehr hilfreich, doch sie können die Natur und unsere Gesundheit belasten.

Sicherheit und Risiko bleiben eine Herausforderung. Um die Tier- und Pflanzenproduktion zu verbessern und zu sichern, verändern jetzt Forschungsinstitute und Biotechnologiefirmen die Erbsubstanz von Lebewesen. Diese sollen zu Einsparungen bei Pflanzenschutzmitteln oder zu in ihrer Zusammensetzung verbesserten Lebensmitteln führen.

Kritiker befürchten allerdings dass durch die Neuartigkeit der gentechnischen Methoden auch neue Risiken zu erwarten sind. Dem halten Befürworter entgegen, dass gentechnisch veränderte Lebensmittel aufgrund ihrer Neuartigkeit besonders streng kontrolliert werden, bevor sie auf den Markt kommen.

## Contra-Position

### Allergie-Risiko durch gentechnisch veränderte Pflanzen

Die Auswirkungen von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln auf den Menschen sind noch immer nicht geklärt. Gentechnisch veränderte Nahrungsmittel könnten zu einem verstärkten Problem für Nahrungsmittelallergiker werden.

Eine Nahrungsmittelallergie ist eine Überreaktion des Immunsystems auf bestimmte Nahrungsbestandteile oder deren Abbauprodukte. Im Prinzip kann jedes Lebensmittel Allergien auslösen, die Mehrzahl wird allerdings verursacht durch Kuhmilch, Nüsse, Hülsenfrüchte, Getreide, Eier und Meeresfrüchte. Die eigentlichen Auslöser sind Eiweißstoffe (=Proteine).

Bei der Herstellung gentechnisch veränderter Pflanzen kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, dass Proteine mit allergenem Potenzial gebildet werden. Durch gentechnische Veränderungen vermittelte Eigenschaften beruhen zumeist auf der Produktion „neuer“ Proteine. Wird ein derartiges Protein in Teilen oder Organen der Pflanze erzeugt, die als Grundlage für Nahrungsmittel dienen, könnte hieraus ein Risiko für Menschen mit einer Allergie gegen dieses Protein entstehen.

Jemand, der auf ein Protein in einem bestimmten Nahrungsmittel allergisch reagiert, kann auf den Konsum dieses Nahrungsmittels verzichten. Wird das Gen für das betreffende Protein in andere Nutzpflanzenarten wie etwa Sojabohnen transferiert und hier das Protein in größeren Mengen produziert, ergibt sich jedoch ein offensichtliches Problem.

Ein hinreichend bekanntes Beispiel ist die gentechnische Übertragung von Paranuss-Genen auf die Sojabohne. Mittels dieser Genmanipulation sollte der Nährwert der eiweißreichen Sojabohne verbessert werden. Die Sojabohne ist ein wertvolles Lebensmittel, ihr fehlen aber die essentiellen Aminosäuren Methionin und Zystein. Um den "Mangel" zu beheben, wurde der Sojabohne ein Gen der Paranuss implantiert, das für die Herstellung des methionin- und zysteinreichen Proteins 2S-Albumin verantwortlich ist. Dadurch konnte in der Tat der Methionin-Gehalt in den Sojabohnen signifikant erhöht werden.

Die Forscher entdeckten allerdings, dass Versuchspersonen mit einer Paranuss-Allergie auf die Sojabohnen ebenfalls stark allergisch reagierten. Auch mit Hilfe von Bluttests wurden das allergene Potential der genmanipulierten Pflanze bestätigt. Die gentechnisch veränderten Soja-Bohnen gelangten in der Folge nicht in den Handel. Dieses Beispiel dient dennoch in vielen Diskussionen als Argument gegen die Verwendung gentechnisch veränderter Pflanzen zur Erzeugung von Nahrungsmitteln.

(Quelle: <http://www.genfood.at/Thema/Allergie-Risiko/843/index.html>)

## Pro-Position

### Auswirkungen der Gentechnik bei Lebensmitteln für den Allergiker

Mit der Einführung der Gentechnik in den Agrar- und Lebensmittelsektor kommt in der Öffentlichkeit gentechnisch modifizierten Produkten eine besondere Bedeutung in der Allergiediskussion zu. Durch gentechnische Verfahren werden neue, aber nicht unbekannte Proteine in Pflanzen und Lebensmittel übertragen.

Beim Transfer von Genen aus Organismen, die bekanntermaßen Allergien auslösen, kann das allergene Potenzial des neu eingeführten Proteins durch Tests ermittelt werden, da hier Seren von entsprechenden Allergikern vorhanden sind. Bei Genen (Proteinen) aus Organismen, bei denen nicht bekannt ist, dass sie Unverträglichkeiten auslösen, kann das allergene Potenzial durch Vergleiche mit bekannten Allergenen abgeschätzt werden. Hierfür können Molekülgröße, Vorhandensein von Kohlehydratseitenketten, Ähnlichkeiten in der Aminosäuresequenz und Stabilitäten während der Verarbeitung und der Magendarmpassage herangezogen werden: Falls das Protein größer als 10 kDa ist, keine oder nur wenige Kohlehydratseitenketten hat, keine Ähnlichkeiten zu bekannten allergenen Erkennungsstellen aufweist und zusätzlich durch Magen- und Darmsäfte rasch abgebaut wird, kann bei diesem Eiweiß von keinem oder nur einem sehr geringem allergenen Potenzial ausgegangen werden. Die neu eingeführten Gene (Proteine) im Soja, Mais, und Raps entsprechen den oben aufgeführten Kriterien. Sie werden als nicht besonders allergen angesehen.

Proteine, die bekanntermaßen Allergien auslösen, sollten nicht durch gentechnisch Verfahren in neue Pflanzen bzw. Lebensmittel transferiert werden.

Gentechnisch hergestellte Lebensmittel müssen anders als konventionelle Produkte vor der Vermarktung auf ihre Allergenität hin geprüft werden. Lebensmittel, die aus transgenen Pflanzen gewonnen werden, gehören daher nicht nur hinsichtlich der Ernährungsphysiologie sondern auch in Bezug auf die Allergologie zu den am besten untersuchten Erzeugnissen.

Genau wie durch die Gentechnik prinzipiell allergene Proteine in Lebensmittel übertragen werden können, lassen sich mit dieser Technik aber auch prinzipiell bekannte allergene Proteine aus Pflanzen/Lebensmitteln entfernen. Ein Beispiel dafür ist ein Forschungsprojekt, bei dem die Zöliakie-auslösenden Kleberproteine (Glutene) des Weizens ausgeschaltet werden sollen. Mit traditionellen Methoden wird bereits seit längerem daran gearbeitet, für Zöliakie-Patienten besser verträgliche Getreidesorten zu züchten („gluten-frei“). Möglicherweise führt die Kombination konventioneller und neuer Verfahren eines Tages zum Erfolg. In Zukunft kann erwartet werden, dass gerade durch die Gentechnik die Lebensqualität und die Nahrungsmittel für den Allergiker nachhaltig verbessert werden.

(verändert nach: Jany & Kiener (2001) [http://www.lebenswissen.de/1veranstalt/jany\\_kiener.htm](http://www.lebenswissen.de/1veranstalt/jany_kiener.htm))

## Hintergrund

### Fehlreaktion des Immunsystems: Volkskrankheit Allergie

Jeder fünfte glaubt, unter einer Lebensmittelallergie zu leiden. Doch in medizinischen Erhebungen sind es nur etwa zwei Prozent der Erwachsenen und fünf Prozent der Kinder, die unter einer „echten“ Allergie gegen bestimmte Lebensmittel leiden. Offenbar meinen Laien und Mediziner etwas anderes, wenn sie von „Allergie“ sprechen.

„Echte“ Allergien: Überschießende Immunantwort

Echte Allergien (auch Typ1-Allergien) werden fast immer durch große Eiweiß-Moleküle ausgelöst. Proteine, von denen bekannt ist, dass sie allergische Reaktionen provozieren können, werden Allergene genannt.

Typ1-Allergien, zu denen fast alle Lebensmittelallergien gehören, gehen immer auf eine Fehlreaktion des Immunsystems zurück.

- Das Immunsystem deutet diese Allergene als "feindliche" Fremdstoffe und schüttet Antikörper in die Blutbahn aus, die gegen diese Eindringlinge gerichtet sind. Zu jedem Allergen sind passende Antikörper (Immunglobuline der Klasse E; kurz: IgE) im Blut der jeweiligen Allergiker nachweisbar.
- Die jeweiligen Antikörper docken an "ihrem" Allergen an. Bindungsstellen für die IgE-Antikörper sind bestimmte Bereiche auf der dreidimensionalen Oberflächenstruktur der Proteinmoleküle (Epitope).
- Die IgE-Antikörper stimulieren spezialisierte Zellen des Immunsystems dazu, Substanzen (Mediatoren) auszuschütten, die Entzündungsreaktionen hervorrufen. Das löst eine überschießende Abwehrreaktion des Immunsystems aus, die sich auch gegen körpereigenes Gewebe richten kann. Die Folge sind die typischen, individuell jedoch unterschiedlichen Allergiesymptome. In Extremfällen kann es zu einem lebensbedrohlichen anaphylaktischen Schock kommen.

Die Hitliste der allergenen Lebensmittel

Eine Nahrungsmittelallergie wird ausgelöst durch Nahrungsbestandteile oder deren Abbauprodukte, durch Zusatzstoffe, Rückstände oder mikrobielle Begleitstoffe (z.B. Pilz- oder Bakterientoxine). Das jeweilige Allergen wird durch die Schleimhäute in Mund und Darm, aber auch über Haut oder durch Inhalation (z.B. Mehlstaub) aufgenommen.

- Angaben über die Zahl von Nahrungsmittelallergikern schwanken stark: bei Erwachsene wird der Anteil auf 1 bis 5 Prozent geschätzt, bei Kindern unter sechs Jahren auf 3 bis 10 Prozent.
- Es sind nur wenige Lebensmittel, die etwa 90 Prozent aller Lebensmittelallergien verursachen. In Mitteleuropa sind die häufigsten Allergien gegen Erdnuss, Soja, Kuhmilch, Hühnerei, Fisch, Nüsse, Krustentiere und Sellerie. Nahrungsmittelallergien sind weniger häufig als etwa Pollenallergien.
- Darüber hinaus gibt es in Lebensmitteln unzählige Allergene, auf die einzelne Personen mit einer individuellen Empfindlichkeit allergisch reagieren.
- Ein allergenes Lebensmittel kann mehrere allergene Proteine haben; so sind bei Soja etwa 15 verschiedene Allergene identifiziert.
- Einzelne Allergene können in verschiedenen Quellen vorkommen. So tragen etwa Äpfel und Birkenpollen ein fast identisches Allergen. In diesem Fall sollten Personen, die gegen Birkenpollen allergisch sind, auch den Verzehr von Äpfeln meiden (Kreuzreaktion).

Zwar ist der Ablauf einer allergischen Reaktion inzwischen wissenschaftlich weitgehend verstanden - recht wenig weiß man jedoch darüber, warum jemand eine Sensibilisierung gegen bestimmte Stoffe aufbaut und damit zu einem Allergiker wird: Jeder echten Allergie geht eine Phase der Sensibilisierung voraus. Im Kontakt mit einem Allergen verändert sich die immunologische Reaktionsfähigkeit eines Menschen. Um eine derartige Sensibilisierung aufzubauen, ist meist ein längerer Kontakt mit dem jeweiligen Allergen notwendig. So tauchten erst Jahre nach der Markteinführung von Kiwis erste Fälle von Kiwi-Allergien auf.

Ist jedoch eine Sensibilisierung vorhanden und das Immunsystem entsprechend gepolt, genügen schon kleinste Spuren des Allergens, um allergische Reaktionen zu stimulieren. Bei Menschen, die Allergiker sind oder sich dazu entwickeln, spielen offenbar genetische Faktoren eine große Rolle.

Pseudoallergien und Nahrungsmittelunverträglichkeiten: Ähnliche Symptome, andere Ursachen

Als Pseudoallergien werden verschiedene Überempfindlichkeitsreaktionen bezeichnet, die im Krankheitsbild den echten Allergien ähneln, jedoch andere Ursachen haben. Bestimmte Zusatzstoffe oder Schwefelverbindungen (biogene Amine), auch einzelne Bestandteile von Lebensmitteln können bei Menschen, die dafür disponiert sind, allergieähnliche Reaktionen hervorrufen.

Solche Pseudoallergien sind keine Fehlreaktionen der Immunabwehr gegen allergene Proteine. Im Blut der Betroffenen sind daher keine Antikörper gegen die jeweiligen Allergene zu finden. In der Öffentlichkeit werden Pseudoallergien und echte Allergien oft nicht klar unterschieden. "Allergie" wird als Oberbegriff für verschiedene Allergie ähnliche Krankheiten und Unverträglichkeiten gebraucht.

Noch etwas anderes sind Lebensmittelunverträglichkeiten. Diese gehen zumeist auf angeborene oder erworbene Enzymdefekte zurück. Dadurch können Nahrungsbestandteile oder daraus hervorgehende Stoffwechselprodukte nicht oder nicht ausreichend verdaut werden. Die Folgen können Störungen des Magen-Darmtraktes sein, aber auch andere Symptome wie sie bei Stoffwechselerkrankungen auftreten. Beispiele sind Laktose-Intoleranz (Nicht-Verträglichkeit: Milchzucker), Zöliakie (Gluten in Weizen) oder Phenylketonurie (Phenylalanin, Süßstoff Aspartam).

(Quelle: Transgen <http://www.transgen.de/sicherheit/allergien/322.doku.html>)

## **Modul: Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel und Wahlfreiheit der Verbraucher**

### **Thema**

Seit April 2004 ist in der gesamten Europäischen Union eine neue Kennzeichnungs-Verordnung in Kraft. Danach müssen alle Lebens- und Futtermittel, die aus gentechnisch veränderten Organismen bestehen oder hergestellt wurden, gekennzeichnet werden. Diese neue Verordnung gehört zu den strengsten Kennzeichnungsregeln weltweit und wurde von vielen begrüßt, da für den Verbraucher jetzt ersichtlich sei, welche Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen hergestellt worden sind. Damit sei es dem Verbraucher ermöglicht worden, durch sein Einkaufsverhalten die Anwendung der Gentechnik im Lebensmittelbereich zu unterstützen oder diese Produkte zu meiden („Wahlfreiheit der Verbraucher“).

Für Kritiker ist diese Wahlfreiheit nur teilweise erfüllt, da zwar alle Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO) gekennzeichnet werden müssen, nicht aber die, die mit Hilfe gentechnisch veränderter Organismen hergestellt wurden. So müssen Produkte von Tieren, die mit gentechnisch veränderten Futtermitteln gefüttert worden sind (z.B. Milch, Fleisch, Eier) nicht gekennzeichnet werden. Ebenso fallen Lebensmittel, bei deren Herstellung Zusatzstoffe verwendet werden, die in gentechnisch veränderten Organismen produziert worden sind (z.B. Enzyme zur Käse-, oder Wurstherstellung, Vitamine oder Aromen) nicht unter die Kennzeichnungspflicht. Diese sind aber auch auf dem deutschen Markt eine Realität.

Die Lebensmittelhersteller sehen in der Kennzeichnungsverordnung eher eine Stigmatisierung ihrer Produkte und verzichten daher auf den Einsatz gentechnisch veränderter Zutaten, wenn diese zu einer Kennzeichnung führen würden.

Damit bleibt die Frage offen, welche Wahlfreiheit der Verbraucher hat: Er kann nur sicher sein, Lebensmittel zu kaufen, die ohne den Einsatz gentechnischer Methoden erzeugt worden sind, wenn er auf Bio-Produkte zurückgreift. Auf der anderen Seite können Verbraucher, die auch gentechnisch veränderte Produkte kaufen würden (wenn diese z.B. preiswerter sind oder einen zusätzlichen Gesundheitsnutzen bringen), diese zurzeit nicht erstehen können, da die Lebensmittelindustrie sie aufgrund einer befürchteten Rufschädigung nicht anbietet.

## Contra-Position

### Kennzeichnungsregeln reichen nicht aus!

Unter dem großen Druck der Verbraucher sind genmanipulierte Lebensmittel in Deutschland fast völlig aus dem Supermarkt verschwunden. Die neue Kennzeichnungspflicht wird es den Kunden ermöglichen, solche Produkte gezielt zu vermeiden.

Bei Fleisch, Milch und Eiern ist das nicht so einfach. Tiere bekommen Futter mit genmanipulierter Soja (Hühner, Puten und Schweine) oder Mais (Rinder). So landet die Gentechnik über das Futter doch auf unseren Tellern und muss in Ei, Fleisch und Milch nicht gekennzeichnet werden.

Die Risiken genmanipulierten Tierfutters sind ungeklärt

Das Risiko für Tier und Mensch ist weitgehend ungeklärt: Fütterungsversuche zeigen, dass Erbsubstanz bei der Verdauung aus dem Darm ins Blut und in innere Organe wie die Leber gelangen kann. Inwieweit sich auch gentechnisch veränderte Erbsubstanz auf diese Art in tierischen Produkten anreichert und dort Veränderungen auslösen kann, ist derzeit völlig unbekannt.

Ebenso zeigte sich bei Fütterungsversuchen, dass Gene bei der Verdauung keineswegs sofort abgebaut werden, sondern längere Zeit biologisch aktiv bleiben und auf Darmbakterien übertragen werden können. Dies ist besonders bedenklich, wenn Gene für Antibiotika-Resistenzen in die Pflanzen eingebaut wurden – die gleichen Gene können auf diese Weise in Krankheitserreger gelangen. Dadurch können lebensrettende Medikamente unwirksam werden. Zusätzlich werden auch längst nicht alle Gene vollständig verdaut. Über die tierischen Ausscheidungen gelangen die Genkonstrukte in die Umwelt und können dort von Bakterien aufgenommen werden. Im Gegensatz zu Menschen, die die genveränderten Produkte oft nur in Spuren zu sich nehmen (z.B. Sojalecithin in Schokolade), sind Soja und Mais Hauptinhaltsstoffe vieler Futtermittel. Kühe, Schweine und Hühner nehmen im Laufe ihres Lebens also unter Umständen große Mengen der genmanipulierten Produkte zu sich - die ungeklärten Risiken sind hier also besonders problematisch.

(Gekürzt aus Greenpeace (15.08.2003) „Gentechnik im Trog“  
[http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/tierfutter/artikel/gentechnik\\_im\\_trog/](http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/tierfutter/artikel/gentechnik_im_trog/) )

## Pro-Position

### Warnungen vor gentechnisch verändertem Futter sind überzogen

Zum Auftakt der "Grünen Woche" in Berlin präsentierte Greenpeace eine Neuauflage des Einkaufsratgebers "Essen ohne Gentechnik" mit einem Schwerpunkt auf Molkereiprodukte. Der Verein wendet sich gegen die Versorgung von Milchkühen mit gentechnisch veränderten Futtermitteln. Prof. Dr. Klaus Dieter Jany über die Hintergründe der umstrittenen Thematik.

Die Interviewfragen stellte Thomas Deichmann.

- Was ist dran an den Warnungen vor gentechnisch verändertem Futter?

Jany: Ich halte sie aus wissenschaftlicher Sicht für überzogen. Solche Soja- oder Maisfutterstoffe werden im außereuropäischen Ausland schon seit 1996 kommerziell angebaut. Weltweit ist seither noch kein einziger Schadensfall an Mensch oder Tier tatsächlich nachgewiesen worden. Kein Wunder, denn gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel werden vor ihrer Zulassung sehr streng getestet und staatlich überprüft. Der gentechnische Eingriff ist in aller Regel sehr begrenzt und das Ergebnis kontrollierbar. Ein Gentransfer in Pflanzen bewirkt meistens, dass nur ein einziges zusätzliches Protein produziert wird - z.B. ein Bt-Toxin, das sich zielgenau gegen bestimmte Fraßschädlinge wie die Maiszünslerlarven richtet. Für Mensch und Tier sind diese Wirkstoffe, die auch im Ökolandbau gespritzt werden, ungefährlich.

- Dem Einkaufsratgeber ist zu entnehmen, dass sie meisten Großmolkereien nicht auf gentechnikfreie Futtermittel umsteigen. Sind sie gut beraten?

Jany: Diese Entscheidung sei jedem freigestellt, es ist aber auch die Frage, ob sie überhaupt können. Es gibt zumindest keine wissenschaftlich fundierte Begründung für einen Umstieg. Viele Landwirte wissen das, nutzen seit Jahren GV-Futtermittel und stehen im harten Wettbewerb. Da überlegt man, ob man teureres gentechnikfreies Futter einkauft. Die Mehrkosten für zusätzliche Logistik und Nachweispflichten bei solchen Waren belaufen sich auf 5 bis 25 Euro je Tonne. Die Frage ist letztlich, ob Verbraucher dazu bereit wären, diese Mehrkosten zu tragen. Ich habe meine Zweifel. Einer aktuellen Emnid-Umfrage im Auftrag des Raiffeisenverbandes zufolge stufen die meisten Verbraucher richtigerweise Frische, Preis und Qualität als wichtigste Faktoren bei der Kaufentscheidung ein.

- Im Einkaufsratgeber ist von "Gen-Milch" die Rede. Laut dieser Umfrage verstehen viele Verbraucher darunter eine gentechnische Veränderung der Milch. Was ist davon zu halten?

Jany: Der Begriff suggeriert ja eine Veränderung der Milch. Aber dafür gibt es keine Hinweise. Es ist wissenschaftlich gesichert und unstrittig, dass die Verfütterung von GV-Futter nicht dazu führt, dass sich die Milch dieser Kühe von der Milch anderer Kühe unterscheidet.

- Warum sind Importe von GV-Futtermitteln zu solch einem großen Thema geworden?

Jany: Seit letztem Frühjahr gelten die neuen EU-Verordnungen zur Kennzeichnung von gentechnisch veränderten Lebens- und Futtermitteln. Seither müssen auch Sojaimporte transgenen Ursprungs ein Label tragen. Hinzu kommt, dass der Gesetzgeber festgelegt hat, dass tierische Lebensmittel, also Milch, Eier oder Fleisch, die von Tieren stammen, die mit GV-Futter versorgt wurden, nicht kennzeichnungspflichtig sind. Das missfällt nicht nur Gentechnik-Kritikern; aber nach der Gesetzeslage ist es stimmig. Nur solche Waren fallen unter die Kennzeichnungspflicht, die "aus gentechnisch veränderten Organismen" gewonnen wurden, nicht aber solche, die "mit Hilfe eines GVO" hergestellt worden sind. Wären auch letztere einbezogen worden, hätte sich die angestrebte Wahlfreiheit erübrigt, weil dann sehr viele Lebensmittel als GVO-Ware gekennzeichnet werden müssten. Weit mehr als die Hälfte unserer Nahrungsmittel kommt mit der Gentechnik in Berührung. Ein Beispiel aus der Molkereibranche sind gentechnisch veränderte Mikroben, die das Labferment für die Milchgerinnung bei der Käseherstellung liefern. Früher stammte dieses Enzym aus Kälbermägen.

(Quelle: gekürzt aus „Warnungen vor gentechnisch verändertem Futter sind übertrieben“, [www.gruene-biotechnologie.de/inhalte/interviewjany.html](http://www.gruene-biotechnologie.de/inhalte/interviewjany.html))

## Hintergrund

### I) Gesetzesgrundlagen der Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel

Seit April 2004 gelten in allen EU-Ländern neue Rechtsvorschriften zu Kennzeichnung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln. Die genauen Regeln findet ihr unter <http://www.transgen.de/pdf/kompakt/kennzeichnung.pdf>.

### II) Greenpeace: Industrie will Gen-Futter durchsetzen

Umweltschützer berichten von systematischer Falschkennzeichnung bei Futtermitteln Die Umweltorganisation Greenpeace wirft der deutschen Futtermittelindustrie vor, die Fleischerzeugung ohne Genfutter zu sabotieren. Damit solle die Entstehung gentechnikfreier Futtermittelmärkte verhindert werden, teilte Greenpeace am Donnerstag in Hamburg mit. Mehrere Lieferanten, darunter auch der weltweit größte Anbieter von Soja-Futter, kennzeichneten ihre Waren fälschlich als "Gen-Soja", obwohl sie überhaupt keine Gen-Pflanzen enthielten. Damit solle die Wahlfreiheit der Landwirte verhindert werden.

#### Vertriebswege-Trennung sparen

Wegen des Etikettenschwindels könnten die Landwirte nicht mehr erkennen, ob ihre Tiere gentechnisch bearbeitetes Futter bekämen oder nicht. "Durch die falsche Kennzeichnung haben Landwirte keine Wahl mehr. Sie werden von den Futtermittelkonzernen gezwungen, als Gen-Futter deklarierte Ware zu kaufen", sagte Christoph Then, Gentechnikexperte bei Greenpeace. Damit sollten Fleischvermarkter, die ihren produzierenden Landwirten die Verwendung von Gen-Mais und Gen-Soja verbieten, dazu gedrängt werden, die Qualitätsfleischprogramme ohne Gen-Produkte einzustellen. Die Industrie wolle sich damit eine aufwendige und teure Trennung der Vertriebswege für Futtermittel ersparen, erklärte Greenpeace. "Zum Teil bestehen enge Kooperationen zwischen Gen-Konzernen und internationalen Sojahändlern. Aus Profitinteresse und Bequemlichkeit soll Gentechnik durchgesetzt werden", sagte Then. Die falsche Kennzeichnung von Futtermitteln sei nach EU-Bestimmungen unzulässig. Greenpeace prüft daher auch rechtliche Schritte gegen die beteiligten Futtermittelhersteller.

## Futtermittelindustrie bestreitet Vorwürfe

Der Deutsche Verband Tiernahrung bezeichnete die Vorwürfe als "aus der Luft gegriffen". Futtermittellieferanten könnten oft einfach nicht 100-prozentig sicher sein, ob ihre Ware nicht doch genveränderte Pflanzen enthalte, sagte die Verbandsgeschäftsführerin Monika Reule auf Anfrage. In solchen Zweifelsfällen seien die Lieferanten berechtigt, die Ware als genverändert zu deklarieren. Der Vorwurf eines gezielten Etikettenschwindels sei auch deshalb nicht haltbar, weil die Lieferanten für Futter ohne Gentechnik mehr Geld verlangen könnten und es deshalb nicht billig als Gen-Ware verkaufen würden, versicherte Reule.

(gekürzt aus ZDFheute.de, Archiv 22.04.2004 <http://www.zdf.de/ZDFheute/drucken/1,3733,2121359,00.html>)

## III) Gentechnikfreiheit bei Futtermitteln machbar, aber kostspielig

Derzeit werden in Österreich in der konventionellen Tierfütterung rund 600.000 Tonnen Sojaextraktionsschrot (SES) eingesetzt. 90 Prozent davon sind als genveränderte Organismen (GVO) deklariert. Die AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit) untersuchte in Zusammenarbeit mit Dr. Siegfried Pöchtrager von der Universität für Bodenkultur Wien die Möglichkeiten einer Umstellung auf gentechnikfreie Futtermittel in der konventionellen Landwirtschaft. Der Endbericht liegt seit 23. November vor.

Umstellung bei Rindern problemlos, bei Geflügel und Schweinen problematisch

Die Studienautoren stellen fest, dass in der Milchproduktion und bei der Rindermast eine Umstellung auf gentechnikfreie Futtermittel sowohl unter Berücksichtigung der EU-Regelungen zur GVO-Kennzeichnung als auch nach dem strengeren österreichischem Lebensmittelcodex ohne größere Probleme möglich ist.

Problematischer wird es laut Studie bei der Schweine- und Geflügelhaltung, da viele der notwendigen Futterzusatzstoffe wie Vitamine (B2, B12) oder Aminosäuren (z.B. Lysin oder Tryptophan) nahezu ausschließlich mittels gentechnisch veränderter Mikroorganismen hergestellt werden. Der österreichische Lebensmittelcodex fordert für die Auslobung „gentechnikfrei“ aber auch die GVO-Freiheit bei der Erzeugung der verwendeten Zusatzstoffe.

Mehrkosten bei Gentechnikfreiheit

In der Studie wird betont, dass eine Umstellung auf jedem Fall mit Mehrkosten verbunden wäre. Die Kostensteigerung geht laut den Wissenschaftlern vor allem auf erhöhte Rohstoffkosten zurück. Weiters schlagen sich der erhöhte logistische Aufwand wegen der unumgänglichen Trennung der Produktionsprozesse, Kontroll- und Untersuchungskosten sowie Umstellungskosten zu Buche. Die Mehrkosten variieren dabei je nach Produktionszweig: Je höher der Eiweißbedarf bei der Fütterung ist, desto höher ist die zusätzliche finanzielle Mehrbelastung. Die Mehrkosten sind daher bei Rindern am geringsten, bei Puten am höchsten.

(Quelle: Pressemitteilung zur Veröffentlichung der Machbarkeitsstudie "Gentechnikfreie Futtermittel", 25.11.2005 <http://www.genfood.at/Aktuell/Berichte/838/index.html>)

#### IV) Kaum Gen-Food in den Regalen

Experten rechnen nicht damit, dass Produkte mit dem Vermerk "gentechnisch verändert" in nächster Zeit häufig in den Regalen auftauchen werden. Etwa zwei Drittel der EU-Bürger lehnen laut Umfragen gentechnisch verändertes Essen ab. Kaum ein Einzelhändler wagt es deshalb, solche Produkte in sein Sortiment aufzunehmen. "Wir erwarten nicht, dass da viele gekennzeichnete Produkte im Regal stehen", sagt Peter Loosen vom Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde, einer Interessensvertretung der Nahrungsmittelindustrie. Die Rezepturen seien entsprechend verändert worden. Wie lange das so bleiben wird, muss sich zeigen. Denn in Argentinien und den USA gehört der Anbau von Gen-Soja bereits zur Normalität.

#### Der Preis hat oft das letzte Wort

Langfristig dürfte es für Hersteller schwierig sein, mit gentechnikfreien Produkten konkurrenzfähig zu bleiben. Denn dass der Preis beim Kauf von Lebensmitteln entscheidender ist als die Abneigung gegen Gen-Food, hat ein Versuch des Magazins Plusminus gezeigt. In einem Supermarkt wurde Brot aus angeblich gentechnisch verändertem Weizen für einen Schnäppchenpreis von 29 Cent pro 500 Gramm angeboten. 22 dieser Brote wurden an diesem einen Tag gekauft - viermal mehr als vergleichbare Brote an anderen Tagen.

(Quelle: gekürzt aus br-online (2004): "Klartext auf Lebensmitteln"; <http://www.br-online.de/umwelt-gesundheit/thema/aufgetischt/grenzwerte.xml>)

## **Modul: Kann die Gentechnik einen Beitrag zur Sicherung der Welternährung liefern?**

### **Thema**

Die Rolle, die die grüne Gentechnik bei der Sicherung der Welternährung spielen könnte, ist umstritten:

In der öffentlichen Diskussion werden zumeist stark polarisierte Positionen vertreten. In einfachsten Fall werden Beispiele gentechnisch veränderter Pflanzen angeführt, die entweder Vorteile für Bauern in Entwicklungsländer bringen oder diese in den Ruin treiben, ihre Gesundheit gefährden sowie der Umwelt schaden sollen. Auf einer generelleren Ebene wird diskutiert, welchen Anteil die landwirtschaftliche Produktivität bei der Bekämpfung des Hungers hat (im Gegensatz zur Verteilungsgerechtigkeit, Korruption etc.) und welchen Beitrag insbesondere die Gentechnik leisten könnte.

Darüber hinaus wird die Diskussion um den Einsatz der Gentechnik in Entwicklungsländern dazu benutzt, die jeweiligen Interessen durchzusetzen („Wer die Diskussion um die Gentechnik gewinnt, bestimmt die Zukunft der Landwirtschaft!“).

Dies wirft die Frage auf, wie viel Entscheidungsfreiheit die Entwicklungsländer letztendlich haben bzw. wie viel Einflussnahme die Industrieländer, die Züchtungsindustrie sowie die NGOs (Nichtregierungsorganisationen) ausüben dürfen (über Sponsoring, Kampagnen, Hungerhilfe o. ä.).

### **Contra-Position**

#### Keine Hoffnung für die Hungernden - Genpflanzen sind keine Lösung, sondern ein Teil des Problems

Über 840 Millionen Menschen leiden weltweit an Hunger. Doch um den Welthunger zu bekämpfen, müssen nicht die Erträge gesteigert werden, wie die Gen-Industrie glauben machen möchte. Laut Jean Ziegler, UN-Sonderberichterstatter für das Recht auf Nahrung, könnten die weltweiten landwirtschaftlichen Erträge zusammengenommen etwa doppelt soviel Menschen ernähren als auf der Erde leben.

Die tatsächlichen Ursachen für Hunger sind die sozialen und politischen Bedingungen: Armut, kein Zugang zu Land, Wasser und Saatgut, unfaire Handelsbedingungen.

Mit dem Versprechen, das Hungerproblem zu lösen, versuchen die Gen-Konzerne die Öffentlichkeit von der Notwendigkeit ihrer Risikotechnologie zu überzeugen. Doch das ist ein falsches Versprechen, vor dem sich die Betroffenen aus den so genannten Entwicklungsländern verwahren: Bereits 1998 stellten sich alle afrikanischen Staaten, mit Ausnahme von Südafrika, gegen die Gen-Industrie und beklagten, die Armen und Hungernden ihrer Länder würden von Konzernen missbraucht, um Gentechnik salonfähig zu machen. In einer gemeinsamen Erklärung stellten sie fest, dass Gentechnik die biologische Vielfalt Afrikas zerstöre, das lokale Wissen und das nachhaltige landwirtschaftliche System gefährde, das die Bauern über Tausende von Jahren entwickelten. Damit untergrabe die Gentechnik die Möglichkeit der afrikanischen Bevölkerung, sich selbst zu ernähren. Auch entwicklungspolitische Organisationen wie Christian Aid oder Brot für die Welt betrachten die so genannte grüne Gentechnik eher als Fehlentwicklung, die Hunger und Armut weiter verschärft.

Der Zusammenhang von Gentechnik und Hunger ist bereits in Argentinien zu sehen, das nach den USA die meisten Gen-Pflanzen anbaut. Seit Beginn des Anbaus spitzte sich die Hungersituation dramatisch zu: Gen-Pflanzen trieben das Land weiter in eine Export orientierte, von Großbetrieben beherrschte Landwirtschaft. Davon profitieren nur einige Wenige, während große Teile der Bevölkerung hungern.

(Quelle: gekürzt aus Greenpeace-Artikel 01.10.2004, [http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/welternahrung/artikel/gentechnik\\_keine\\_hoffnung\\_fuer\\_die\\_hungernden/](http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/welternahrung/artikel/gentechnik_keine_hoffnung_fuer_die_hungernden/))

### **Pro-Position**

## UNO setzt im Kampf gegen den Hunger auf Gentechnik - Jahresbericht warnt auch vor "ungeklärten Risiken für Umwelt und Gesundheit"

Die Vereinten Nationen (UNO) wollen Gentechnik in der Landwirtschaft einsetzen, um Hunger und Unterernährung in den Entwicklungsländern zu bekämpfen. Das geht aus dem am Montag in Rom veröffentlichten Jahresbericht der UNO-Organisation für Landwirtschaft und Ernährung (FAO) hervor.

Gentechnisch veränderte Pflanzen bieten armen Bauern in der Dritten Welt die Chance zu erheblichen Steigerungen ihrer Ernten. Davon zeigen sich die Autoren des Jahresberichts überzeugt. Allerdings ist auch von ungeklärten Risiken für Umwelt und Gesundheit die Rede.

Ein Abteilungsleiter der FAO-Wirtschafts- und Sozialabteilung, Hartwig de Haen, sagte auf einer Pressekonferenz, Gentechnik sei kein Allheilmittel gegen den Hunger in der Welt. Sie könne aber auf drei Arten helfen, indem sie Produktion und Einkommen der Bauern erhöhe, mehr Lebensmittel auf den Markt bringe und damit zu niedrigeren Preisen und einer besseren Nährstoffqualität führe. "Die FAO glaubt, dass Biotechnologie, einschließlich gentechnischer Veränderungen, den Armen nutzen kann, aber auch, dass dieser Gewinn nicht garantiert ist", sagte er.

### 842 Millionen Menschen hungern

Noch immer leiden nach den Worten von FAO-Generaldirektor Jacques Diouf weltweit 842 Millionen Menschen an Hunger und Unterernährung. Das ist die zehneinhalbfache Einwohnerzahl Deutschlands. Bis zum Jahr 2030 müssten zusätzlich zwei Milliarden Menschen ernährt werden. Gentechnisch veränderte Pflanzen böten nicht nur die Möglichkeit höherer Erträge. Es könnten auch Pflanzen entwickelt werden, die resistent gegen Schädlinge und Trockenheit in der Dritten Welt seien oder einen höheren Gehalt an Nährwerten hätten.

Dafür müsste aber die Gen-Forschung auch auf die Bedürfnisse der armen Bauern in Afrika und Asien ausgerichtet werden, fordert Diouf. In dem Bericht heißt es zugleich, die FAO sei sich "der möglichen Risiken für die Umwelt und Nahrungsmittel-Sicherheit sehr wohl bewusst". Zwar seien sich Wissenschaftler heute zumeist einig, dass Gen-Nahrung für den Menschen ungefährlich sei. "Aber noch wissen wir nur wenig über die langfristigen Folgen."

(Quelle: ZDFheute.de Politik, 17.05.2004, <http://www.zdf.de/ZDFheute/inhalt/23/0,3672,2126967,00.html>)

## Hintergrund

### l) Afrika streitet über Gen-Food

Darf die Hungersnot im südlichen Afrika mit genverändertem Mais bekämpft werden? UN-Stellen sehen kein Problem in den Lieferungen aus den USA. Und auch der Widerstand der Regierungen in Sambia und Simbabwe beginnt zu bröckeln. Vollmundig brüstete sich Sambias Präsident Levy Mwanawasa vergangene Woche auf dem Weltgipfel in Johannesburg, sein Volk werde er nicht als Versuchskaninchen missbrauchen lassen.

Genmanipulierte Maislieferungen werde er nicht als Hungerhilfe für seine Not leidende Bevölkerung zulassen. "Wir mögen arm sein und keine Nahrung haben, aber wir werden unsere eigenen Leute nicht diesem Risiko aussetzen", sagte er.

Das UN-Welternährungsprogramm WFP ist hingegen der Meinung, der von den USA ins südliche Afrika gelieferte Genmais sei "sicher", denn er habe alle Kontrollbestimmungen durchlaufen, die in den USA Pflicht sind. "Schließlich essen auch die Amerikaner diesen Mais", sagt WFP-Sprecherin Brenda Barton. Nick Parsons von der UN-Agrarorganisation FAO meint ebenfalls: "Auch nach Jahren gibt es keine Beweise für Gesundheitsschäden."

13 Millionen Menschen im südlichen Afrika werden nach UN-Schätzungen Ende 2002 akut vom Hunger bedroht sein, und Hilfe für sie muss jetzt in die Region. In Sambia hungern bereits rund 2 Millionen Menschen - ein Fünftel der Bevölkerung. Die Regierung steht vor der Wahl, Genmais oder Hunger zu dulden. Lobbygruppen gegen genveränderte Nahrungsmittel behaupten zwar, Länder wie Uganda, Tansania und Indien könnten nicht veränderten Mais liefern - aber die Zeit drängt, und es lagert schon tonnenweise genveränderter Mais des WFP in Sambia. "Leute brechen sogar in unsere Lager ein, damit sie den Mais essen können", sagt Barton.

Kurios ist nach Meinung der Befürworter, dass die Debatte um den Mais erst jetzt Wellen schlägt, obwohl Länder wie Sambia und Simbabwe seit Jahren diese Art von Mais als Hilfslieferungen akzeptiert haben. Erst dieses Jahr lehnte Simbabwe ihn ab, und Sambia schloss sich an. Simbawbes Regierung hat Ende letzter Woche eingelenkt, und gestern wurde bekannt, dass der genveränderte Mais des WFP in Sambia sehr wohl verteilt wird - aber nur an Flüchtlinge aus Angola und Kongo.

Kritiker fürchten allerdings, die Maiskörner könnten von den Hungernden ausgesät werden und zur unkontrollierten Verbreitung genveränderter Maissorten auf den Feldern führen. Dies sei einfach zu verhindern, so die WFP-Sprecherin: entweder durch Mahlen der Körner in Mühlen oder durch Erhitzen. Aber wie viele Bauern wissen das schon? Und auf dem Weltgipfel fürchtete Vandana Shiva aus Indien: Wenn Saatgutfirmen erst den Eintritt in Entwicklungsländer gesichert haben, würden der traditionelle Anbau und der lokale Markt zerstört.

Die Wissenschaftlerin Florence Wambugu aus Kenia, die dort demnächst genveränderte Süßkartoffeln aus den USA aussäen will, sieht dagegen überhaupt keine Gefahr in den Multikonzernen. Diese seien wichtig für die Entwicklung Afrikas. "Afrika ist sehr artenreich, kann aber diese Reichhaltigkeit nicht nutzen und davon profitieren, da die technologischen Möglichkeiten nicht ausreichen", meint sie. Viele afrikanische Länder seien der Gentechnologie gegenüber positiv eingestellt, zum Beispiel Südafrika und Nigeria. Modifizierte Nahrung soll nach den gesetzlichen Bestimmungen dieser Länder vor Ort produziert werden, um einer Importschwemme zuvorzukommen.

Verantwortungsbewusste Regelungen und Kleinkredite, damit Bauern verbessertes Saatgut kaufen können und weniger Pestizide einsetzen müssen - darin liege der bessere Ansatz, findet Wambugu. Stattdessen aber kämen Lobbygruppen aus Europa nach Afrika und machten mit einem großen Budget ideologische Stimmung: "Die Debatte um genetisch veränderte Nahrung ist zu einem Geschäft geworden."

(Quelle: taz Nr. 6849 vom 10.9.2002, Seite 11, 124 TAZ-Bericht Martina Schikowski, <http://www.taz.de/pt/2002/09/10/a0101.nf/textdruck>)

## II) Arme Länder profitieren nicht von Gentechnik

Laut einer Analyse des "Institute for New Technologies" (UNU/INTECH) an der "United Nations University" in Maastricht werden die derzeit laufenden Forschungen an gentechnisch veränderten Nutzpflanzen den unterentwickelten Ländern nicht zugute kommen, da sich ein Großteil der Untersuchungen mit Resistenz gegen Herbizide und Schädlinge und nicht mit einer direkten Ertragssteigerung unter den jeweiligen Umweltbedingungen befasst.

Die Untersuchung von UNU/INTECH ergab, dass nur ein Viertel der Freiland-Erprobungen in den USA und 12,5 Prozent in der Europäischen Union direkte Ertragssteigerungen als Ziel haben. Nach Ansicht von UNU/INTECH-Direktor Lynn Mytelka geht damit die gentechnische Forschung an Nutzpflanzen an den wirklichen Problemen in den Entwicklungsländern vorbei. Höhere Resistenz gegen Schädlinge kann zwar zu höheren Erträgen beitragen, aber wirklich notwendig wären laut Mytelka die Entwicklung stressresistenter Nutzpflanzen, die an die jeweiligen lokalen Bedingungen angepasst sind. Solche Pflanzen sind aber weit von der Marktreife entfernt.

Die Analyse zeigte auch, dass sich die Forschung an gentechnisch veränderten Nutzpflanzen auf wenige Firmen und eine geringe Anzahl von Nutzpflanzen konzentriert. Drei Firmen – Monsanto, Pioneer und AgrEvo – sind für 48 Prozent der Probe-Freisetzen in den USA und für 26 Prozent aller Erprobungen in der Europäischen Union verantwortlich. Das "Institute for New Technologies" fordert daher mehr Forschung im öffentlichen Bereich, um die bestehenden Lücken zu füllen.

(Quelle: Pressemitteilung zur Veröffentlichung der Studie „GM field trials: relevance to developing countries“, 18.06.2002, <http://www.genfood.at/Aktuell/Berichte/838/index.html>)

## Modul: Insektenresistente Baumwolle in Indien

### Thema

Die Züchtung insektenresistenter Pflanzen ist ein Musterbeispiel für die polarisierende Debatte über Chancen und Risiken der „Grünen Gentechnik“ für Entwicklungsländer. Über die Folgen des Anbaus insektenresistenter Pflanzen in Indien werden konträre Angaben gemacht und auch mit entsprechenden Expertenaussagen belegt. Eine klare Sachanalyse ist schwierig und objektivierbare Wahrheit scheint es nicht zu geben.

Die Bewertung eines Sachverhaltes kann jeweils nur fallspezifisch unter Abwägung der Chancen und Risiken unter den jeweiligen regionalen Gegebenheiten (z.B. Lage, Größe und Einkommen der Farm, Qualität des Saatgutes, Bewässerungsmöglichkeiten, Befallsdruck durch Schadinsekten, Absatzmärkte, etc.) und unter Einbeziehung der ökologischen, gesundheitlichen, sozialen und rechtlichen Folgen erfolgen.

### Contra-Position

#### Misereor-Partner veröffentlichen BT-Baumwoll Studien

MISEREOR-Partnerorganisationen veröffentlichten in Indien Studien, die belegen, dass der Anbau gentechnisch veränderter Baumwolle, der so genannten BT-Baumwolle, negative Folgen für die Bauern hat. Der Agrarkonzern Monsanto, der die BT-Baumwolle in Indien mit großem Werbeaufwand auf den Markt brachte, versprach den Bauern hohe Erträge bei weniger Pestizideinsatz. Bt-Baumwolle enthält ein Gen für das Gift der Bakterienart *Bacillus thuringiensis* (Bt), das sie resistent gegen drei Arten des Baumwoll-Kapselbohrers machen soll.

Der *Bacillus thuringiensis* (Bt), der den Wurm tötet, wird konventionell auf befallene Pflanzen gespritzt, was den Bauern hohe Kosten für Pestizide verursacht. Die Monsanto-Baumwolle sondert das BT-Gift per gentechnischer Veränderung selbst ab und sollte damit dem Befall ein Ende setzen. Viele indische Bauern setzten große Hoffnungen in die teure Baumwolle, viele verschuldeten sich für den Erwerb der Pflanzen. Entgegen den positiven Verlautbarungen seitens der Industrie, belegen die neuen Studien nun, dass die Bauern mit dem Anbau der Bt-Baumwolle große Verluste hinnehmen mussten. Die Baumwollfäden sind zu kurz und bringen dadurch auf dem Markt weniger ein, der Baumwollkapselwurm befiel die Pflanzen nach kurzer Zeit wieder, was den Bauern doppelte Kosten durch teures Saatgut und Pestizideinsatz sowie Ernteeinbußen brachte. In Andhra Pradesh machten die Bauern, die konventionelle Baumwolle anbauten, während der Saison August 2002-März 2003 durchschnittlich 5368 Rs/ha Gewinn, während diejenigen, die Gentech-Baumwolle anbauten, 1295 Rs/ha Verlust machten.

Die Autoren der Studie kritisieren Monsanto und die Forscher Qaim und Zilberman des deutschen Zentrums für Entwicklungsforschung (ZEF) bzw. der University of California. Sie hätten mit einer wissenschaftlich nicht haltbaren Studie, die Monsanto-Werbung gestützt, während die indischen Regierungsstellen inzwischen das Scheitern eingestanden.

MISEREOR hält solche Experimente auf Kosten armer Bauern für bedenklich. Hätte es sich um Nahrungspflanzen gehandelt, so hätten wir jetzt nicht nur verschuldete Bauern, die nicht wissen wie sie ihre Familien ernähren und die nächste Aussaat bezahlen sollen, sondern eine ernsthafte Hungerkrise.

Bei den Auftraggebern der Studien handelt es sich um IDE-India, eine Misereor-Partnerorganisation, die sich für die Verbesserung der Lebensbedingungen armer ländlicher Familien einsetzt und die Deccan Development Society DDS, die Mitglied des Misereor Partner-Netzwerks SANFEC ist.

(Quelle: Misereor Aktionen & Kampagnen, März 2004, <http://www.misereor.de/index.php?id=6529&0=>)

## Pro-Position

### Bt-Baumwolle erhöht Ernteerträge in Indien - Kleinbauern könnten angeblich vom Anbau Schädlings-resistenter Pflanzen profitieren

Genmanipulierte, Schädlings-resistente Baumwolle (Bt-Baumwolle) kann im Vergleich zu herkömmlichen Pflanzen die Erträge deutlich steigern und den Einsatz von Insektiziden signifikant reduzieren. Das geht aus Feldversuchen an 157 Farmen in den drei größten Baumwoll-produzierenden Regionen in Indien hervor. In China, den USA und Argentinien, wo bislang die Studien durchgeführt wurden, waren die Ernteerträge nur geringfügig höher. Kleinbauern in den Tropen und Subtropen könnten aber laut Forschern der University of Berkeley/Kalifornien (UC-Berkeley) und der Universität Bonn vom Anbau Schädlings-resistenter Pflanzen profitieren.

Das Forscherteam startete die Feldversuche 2001. Landwirte bauten auf benachbarten Feldern jeweils eine in Indien weit verbreitete Baumwollsorte, eine gentechnisch veränderte Sorte und eine Sorte ohne Genveränderung an. Bei der genmanipulierten Sorte handelt es sich um Bt-Baumwolle, die durch ein Gen für das Gift der Bakterienart *Bacillus thuringiensis* (Bt) gegen drei Spezies des Baumwoll-Kapselbohrers resistent ist. Studien in Indien haben bereits gezeigt, dass dieser Schädling zu Ernteverlusten von 50 bis 60 Prozent führt. In den USA vernichten Insekten hingegen jährlich etwa nur zwölf Prozent der Baumwollernte.

In den jüngsten Versuchen nahm der Ernteertrag bei Bt-Baumwolle um mehr als 80 Prozent zu. Zusätzlich musste Bt-Baumwolle im Vergleich zu den anderen Sorten dreimal weniger mit Insektiziden besprüht werden, Insektizide konnten so um 70 Prozent eingespart werden. "Die Ergebnisse der Bt-Baumwolle sind prinzipiell auch auf Nahrungspflanzen übertragbar", erklärte Studienleiter Martin Qaim vom Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Uni Bonn. Warum gerade Indien von der "grünen Gentechnik" profitieren könnte, liegt darin, dass diese Region im Vergleich zu den USA und China unter einem deutlich höheren Fraßdruck durch Schädlinge leidet.

Ein zusätzlicher Vorteil der Bt-Baumwolle sei, dass sie in der Anwendung wesentlich einfacher sei als Pestizide, so die Forscher. Insektizide müssten genau zum richtigen Zeitpunkt eingesetzt werden, um zu wirken. Bei der Genpflanze müssten lediglich die Samen ausgetauscht werden. Das Resümee der Forscher: "Die Biotechnologie hat das Potenzial, das Leben von armen Kleinbauern in Entwicklungsländern positiv zu verbessern. Es wäre eine Schande, wenn die Angst vor genmanipulierten Organismen wichtige Technologien von jenen entfernt halten, die am meisten davon profitieren."

(Quelle: Aktuelle Meldung 10.02.2003, <http://www.naturkost.de/cgi-bin/drucken/printer.pl?file=/meldungen/2003/030210gen2.htm>)

## Hintergrund

### Anbau gentechnisch veränderter Baumwolle in Indien

#### Entwicklung und Sorten

Wie in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern, die transgene Baumwolle anbauen, wird auch in Indien die von Monsanto entwickelte transgene *Bacillus thuringiensis* (Bt-) Baumwolle Event Mon531 (Bollgard®, Cry1Ac) verwendet, um diese in lokal angepasste Rassen einzukreuzen. Als erster indischer Lizenznehmer von Monsanto in Indien, erhielt Mahyco 2002 eine auf drei Jahre befristete Zulassung für den kommerziellen Anbau in Süd- und Zentralindien für die drei transgenen Bt-Sorten Mech12, Mech162 und Mech184.

#### Anbau

##### - Legalen Anbau

Der legale Anbau von transgenen Bt-Baumwollsorten beschränkt sich bisher auf 7 süd- und zentralindische Bundesstaaten (in abnehmender Reihenfolge: Maharashtra, Gujarat, Andhra Pradesh, Karnataka, Madhya Pradesh, Tamil Nadu und Chhattisgarh). In der Anbausaison 2002/2003 wurden offiziell 38000 ha transgene Baumwolle angebaut (0.4% der Gesamtanbaufläche für Baumwolle). In der folgenden Saison 2003/2004 sollen es nach Regierungsschätzungen bereits 92000 ha (1% der Gesamtanbaufläche) gewesen sein. Damit fiel der legale Anbau von Bt-Baumwolle in Indien weit geringer aus, als dies Monsanto für die beiden ersten beiden Anbausaisons erwartet hatte. Der Hauptgrund für diese unter den Erwartungen liegenden Anbauzahlen dürfte in den hohen Kosten für das Monsanto-Saatgut liegen, die mit rund 145 \$/ha 4 bis 5mal höher sind als für nicht transgenes Hybridsaatgut.

##### - Illegalen Anbau

Im Gegensatz zum teuren legalen transgenen Saatgut ist illegales Saatgut in relativ großer Menge erhältlich. Besonders im Bundesstaat Gujarat (mit 1.8 Mio. ha zweitgrößter Baumwollproduzent in Indien) scheint der illegale Anbau von Bt-Baumwolle weit verbreitet zu sein. Schätzungen gehen davon aus, dass der Flächenanteil von illegalen Varietäten in Gujarat 2003/2004 ca. 90% betrug. Als Ausgangsbasis für das illegale Saatgut wurde die nicht zugelassene Bt-Sorte Navbharat 151 verwendet (Kreuzung einer lokalen Sorte mit illegalem Monsanto-Saatgut). Diese Kreuzung wurde durch Eigenvermehrung und Tauschhandel verbreitet und mit anderen Varietäten gekreuzt, was im letzten Jahr dazu führte, dass mindestens ein Dutzend neuer illegaler Hybride entstanden sind. Wer was wo anbaut und mit welchem Erfolg und welchen Folgen ist nicht bekannt und wird nach unserem Wissen auch nicht untersucht.

##### - Ernteerträge und Qualität

Bereits vor Beginn des kommerziellen Anbaus legte der Abschlussbericht des Central Cotton Research Institute (CICR) im Frühjahr 2002 in seinem Abschlussbericht offen, dass alle Mahyco-Sorten im Vergleich zu lokalen Sorten anfälliger gegen Heuschrecken sind. Unter erhöhtem Stress wie Schädlingsbefall oder Wassermangel weist die Sorte Mech12 ein reduziertes Pflanzenwachstum auf. Zudem sind Mech 12 und Mech 184 anfälliger für verschiedene Pflanzenkrankheiten. Dagegen weisen alle Sorten eine gute Toleranz gegenüber den Hauptzielschädlingen *Helicoverpa armigera* (Cotton bollworm) und *Earias vittella* (Spotted bollworm) auf, jedoch nur eine ausreichende Toleranz gegenüber *Pectinophora gossypiella* (rosaroter Baumwollkapselwurm, Pink bollworm) v. a. Mech162. Anfangs wurden die Ertragszahlen kontrovers diskutiert. Aus Sicht der Industrie und der Zentralen Indischen Verwaltung fielen die Erträge der ersten Anbausaison (2001/2003) nach Zulassung des kommerziellen Anbaus von Bt-Baumwolle zufrieden stellend aus. Dagegen berichteten Medien, Bauernverbände und NGOs von erheblichen Verlusten für die Bauern. Es wird von Fällen berichtet, in denen die kommerziellen Bt-Baumwollsorten (v. a. Mech184) eine hohe Anfälligkeit gegenüber anhaltender Trockenheit

besonders in Verbindung mit nachfolgenden Starkregen (typisches Monsunklima) aufwiesen. In der Folge vertrockneten die Kapseln, oder die Pflanzen verwelkten aufgrund physiologischer Störungen.

Weiter angeheizt wurde die Kontroverse über höhere Erträge mit der in Science publizierte Studie von QAIM & ZILBERMAN (2003, s. pro: „Bt-Baumwolle erhöht Ernteerträge in Indien“) mit Monsanto-Daten aus den Freisetzungsversuchen 2001/2002, die vor der kommerziellen Zulassung stattgefunden hatten. Diese Studie machte eine Ertragssteigerung von bis zu 87% bei Bt-Baumwolle verglichen mit konventioneller Baumwolle geltend bei einer deutlichen Reduktion der Spritzungen gegen den Hauptzielschädling *H. armigera*. Die angeblich höheren Erträge, die im Freisetzungsversuch 2001/2002 mit den im folgenden Jahr kommerziell zugelassenen Bt-Sorten erzielt worden waren, konnten durch nachträgliche Befragungen zu Erträgen und Schädlingsbefall bestätigt werden. Die Befragungen bescheinigten aber auch, dass nicht zugelassene Sorten wie Navbharat 151, Weiterzuchtungen von Bauern und F2-Generationen der Mech-Sorten ähnliche Ertragssteigerungen zwischen 35 und 55% gegenüber konventionellen Baumwollsorten lieferten und dies zusätzlich bei deutlich geringeren Kosten und einer geringeren Schädlings- und Krankheitsanfälligkeit als bei den zugelassenen Bt-Sorten.

Aus den widersprüchlichen Daten zu den Erträgen lässt sich schließen, dass die zugelassenen Bt-Sorten, unzureichend an indische Standortverhältnisse angepasst sind, da sie den an US amerikanische Standortverhältnisse angepassten Monsanto Event Mon531 als Ausgangsmaterial haben. Diese kommerziellen Bt-Sorten liefern nur unter günstigen Umweltbedingungen und mit entsprechenden agronomischen Inputs (Bewässerung) hohe Erträge. Im Gegensatz zu den zugelassenen Bt-Sorten, weisen die illegalen Bt-Sorten (z.B. Navbharat 151) geringere ökologischer Ansprüche auf, sind an die indischen Standortverhältnisse besser angepasst und liefern somit auch bei ungünstigen Umweltbedingungen (wie z.B. Trockenheit) nach wie vor gute Erträge. Auch hinsichtlich Faserqualität sind die zugelassenen Bt-Sorten den illegalen unterlegen. Bei erhöhten Standortansprüchen liefern die zugelassenen Bt-Sorten von Monsanto in Indien im Vergleich zu den illegalen Bt-Sorten mit angepassten Landsorten als Zuchtbasis bisher nur mittlere Faserlängen-Qualitäten.

## Ökonomie

Deutlich wird an den indischen Daten, dass der Anbau von zertifizierter Bt-Baumwolle für ressourcenlimitierte Kleinbauern ein hohes betriebswirtschaftliches Risiko darstellt. Solange die hohen Standortansprüche dieser Sorten befriedigt werden, können durch die höheren Erträge die hohen Saatgutkosten und die geringere Qualität ausgeglichen und Gewinne erzielt werden.

Treten jedoch unvorhersehbare Ereignisse auf wie Trockenheit, Schädlingskalamitäten mit anderen Schädlingen, Pflanzenkrankheiten etc. so müssen zusätzlich zu den hohen Kosten des Bt-Saatguts weitere Kosten aufgewendet werden, um eine rentable Ernte zu gewährleisten.

PEMSL et al. (2003) fanden am Beispiel einer ökonomischen Modellierung für Südindien heraus, dass sich das ökonomische Risiko des Bt-Anbaus nur lohnt, wenn durch Bewässerung die große standörtliche Variabilität verringert und die Ernteerträge auf höherem Niveau stabilisiert werden. Da jedoch nur 40% der Bauern Baumwolle bewässern, sind die übrigen von einem ausgesprochen großen Risiko betroffen, ökonomische Verluste durch den Anbau der Bt-Baumwolle zu erleiden. Umstellung auf Bewässerungsanbau ist aber eine signifikante Anbauveränderung, die entsprechende Kenntnisse voraussetzt und Investitionen mit sich bringt und daher zusätzliche agronomische und ökonomische Risiken birgt.

(Quelle: gekürzt aus: „Anbau von gentechnisch veränderter Baumwolle in Entwicklungs- und Schwellenländern“ Literaturstudie Mai 2004, <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/ekah/veranstaltungen/2004/d6.pdf>)

## Themenfeld „Meinung & Urteil“

Arne Dittmer

Im dritten Bereich mit Beispielen zur Thematik "Meinung & Urteil" haben die Schüler/innen die Gelegenheit, über ethische Fragen nachzudenken – Hat die Natur einen Eigenwert? Wie sollten Kosten und Nutzen neuer Techniken abgeschätzt werden? Wann ist unser Handeln gerecht?

### Modul: „Playing God“

#### Thema

Aus christlicher Sicht ergibt sich oftmals die Frage, inwieweit der Mensch selbst zum Schöpfer wird, wenn er in die Natur eingreift. Welche Rechte hat der Mensch, die Schöpfung zu verändern? Ist die Natur eine zu bewahrende und nicht zu verändernde Größe? Gibt es DIE Natur als eigene Größe? Welche Rolle spielt der Mensch mit seinen Kulturleistungen? Für manche stellt sich auch die prinzipielle Frage, in wieweit Pflanzen eine eigene Würde besitzen und sich damit einem Eingriffsrecht des Menschen entziehen. Und ist die Artengrenze eine moralische Grenze?

#### Standpunkt 1

Patricia Nevers: Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Darstellung, Sozialverträglichkeit, Umweltverträglichkeit, Ethische Position.

Respekt vor dem Gegebenen

„Die Natur ist von den Menschen nicht geschaffen - auch dort nicht, wo sie sie tief greifend verändert haben oder technisch reproduzieren können. Sie ist ihnen gegeben. Sie begegnet ihnen in der ihr eigenen Lebendigkeit und Stimmigkeit und nötigt ihnen in ihrer sinnhaften Fülle Bewunderung und Dank ab. Je genauer die Erscheinungen des Lebens erkannt werden, desto mehr bieten sie Anlass zu dankbarem Staunen. [...] Das Staunen angesichts der Erscheinung des Lebens darf kein flüchtiges Gefühl bleiben; es muss gelernt werden und als bleibende Einstellung zur Welt Handeln und Verhalten bestimmen. Dies schließt ein, dass nach dem Gegebenen immer neu zu fragen ist. Wer mit der Lebendigkeit der Natur rechnet, achtet das Gegebene auch als das, was er noch nicht erfasst hat. Menschen, die die Natur in der Haltung dankbaren Staunens wahrnehmen, werden ihr auch mit mehr Achtung und Scheu begegnen. Denn aus dem Respekt vor dem Gegebenen folgt die Regel: Überlege, was erhalten werden muss! Sei vorsichtig, langsam, nicht vorschnell! Tu kleine Schritte!“

Artgrenze

„Die Artgrenze ist eine Mahnung zur Vorsicht. Zwischen den Arten besteht eine natürliche Barriere, die in der Regel eine spontane Kreuzung und Vermischung verhindert. Organismen, die bei einer Überspringung der Artgrenzen entstehen, sind nicht fortpflanzungsfähig. Die Artgrenze stellt eine offenkundig sinnhafte Gegebenheit dar, die nicht ohne Not übergangen werden sollte.

Jedenfalls ist sorgfältig zu prüfen, ob Gründe namhaft gemacht werden können, die die Nichtbeachtung der Artgrenze rechtfertigen. Dabei sind die Unterschiede zwischen Pflanzen und Tieren entsprechend zu berücksichtigen. Auf keinen

Fall ist die Neukombination von Erbmaterial unterschiedlicher Arten ein Vorgang, der zum Gegenstand von spielerischen Versuchen oder von ungehemmten Experimenten werden darf.“

#### Solidarität mit den Mitgeschöpfen

„Menschen leben als Lebewesen unter anderen Lebewesen. Sie stehen in einem vielfältigen Zusammenhang miteinander: Das eine Lebewesen lebt mit dem anderen und von dem anderen. Alle sind sie von den gleichen elementaren Lebensäußerungen und -vollzügen bestimmt: Geborenwerden, Gedeihen. Lieben. Reifen. Kämpfen, Leiden. Sterben. Schon das Prinzip der Gerechtigkeit erfordert es, dass die Menschen Lebensrecht und Lebensmöglichkeiten ihrer Mitgeschöpfe berücksichtigen. Sie können nicht ihre Interessen ohne weiteres auf Kosten ihrer Mitgeschöpfe realisieren. Das Handeln der Menschen muss sich vielmehr mit dem Leben der Mitgeschöpfe vertragen, muss damit zusammenstimmen. Die nicht-menschlichen Lebewesen haben freilich im Unterschied zu den meisten Mitmenschen keine Möglichkeit, im Konfliktfall ihr Recht geltend zu machen und gemeinsam nach einem Ausgleich zu suchen. Darum bedarf es entsprechender rechtlicher Vorkehrungen (etwa im Tierschutzgesetz oder durch die Verankerung des Umweltschutzes im Grundgesetz) und der konkreten Bereitschaft von Menschen, den stummen Mitgeschöpfen ihre Stimme zu leihen.

Darüber noch hinaus führt der Gedanke der kreatürlichen Solidarität. Sie äußert sich bei vielen Menschen ganz spontan in der Betroffenheit angesichts der Zerstörung von Landschaften oder des Leidens von Tieren. An ihrem Grunde liegt die Empfindung: Lass das Leben leben! Dies ist eine Aufnahme und Ausweitung des ursprünglich nur auf den Menschen bezogenen Tötungsverbots. So bindet der Gedanke der kreatürlichen Solidarität Menschen und nichtmenschliche Lebewesen in Ihrem Geschöpfsein zusammen, erinnert an ihre fundamentale Verwandtschaft und appelliert an das Gefühl einer tiefen Verbundenheit. Dabei bestehen in der Verbundenheit der Menschen mit ihren Mitgeschöpfen offenbar Abstufungen. Im Sinne einer Verwandtschaftsethik fühlen sie sich den Tieren näher als den Pflanzen und innerhalb des Tierreichs den Säugetieren näher als etwa den Insekten. Aus der größeren Nähe aber resultiert die Anforderung größerer Fürsorge und Sorgfalt. Dabei spielt auch der Gesichtspunkt der Leidensfähigkeit der verschiedenen Lebewesen eine Rolle.

Weder der Gedanke der Gerechtigkeit noch der der Solidarität heben jedoch die grundlegenden Unterschiede zwischen den Menschen und ihren Mitgeschöpfen auf. Sie stehen nicht auf der gleichen Stufe. Nur beim Menschen kann von der unveräußerlichen Würde und dem uneingeschränkten Lebensrecht jedes einzelnen die Rede sein.

Insofern bleibt es auch durchaus sachgemäß, von einer Sonderstellung des Menschen gegenüber der Natur zu sprechen, und diese kann in biblischer Rede (1. Mose 1,28; Ps 8) auch als Herrschaftsstellung gedeutet werden. Nicht diese besondere Stellung selbst ist strittig, sondern die Art und Weise, in der sie wahrgenommen wird. Herrschaft verlangt Demut. Sie muss im Rahmen des Schöpferwirkens Gottes zugunsten allen Lebens geschehen, sich also in den Dienst des Lebens auf der Erde stellen. Dazu gehört allerdings auch, zugunsten des Lebens gegen die Zerstörungskräfte einzugreifen.“

#### Eigenwert und Eigenrecht der Mitgeschöpfe

„Als Mitgeschöpfe dürfen andere Lebewesen nicht nur und nicht zuerst unter dem Gesichtspunkt des für Menschen gegebenen Nutzwerts betrachtet werden. Dies würde im Übrigen auch ein universelles Wissen über den Sinn und Wert von Leben voraussetzen. Darum kann auch nicht verlangt werden, den Eigenwert eines Lebewesens allererst nachzuweisen oder zu begründen. Zwar lässt es sich rechtfertigen, dass die Menschen pflanzliches (und tierisches) Leben zu ihrer Ernährung, Ihrer Versorgung und ihrer Freude gebrauchen und verbrauchen. Aber sie können nicht allein sich selbst eine Daseinsberechtigung zuschreiben und die Daseinsberechtigung aller anderen Lebewesen davon ableiten wollen. Die Blume ist nicht bloß dazu da, damit Menschen sich an ihr Erfreuen; das Huhn ist keine reine Eierlegemaschine zur Bereitstellung menschlicher Nahrung; viele Lebewesen haben überhaupt keinen erkennbaren und benennbaren unmittelbaren Nutzen für den Menschen.

Im Zusammenhang mit Haustieren wird deutlich und erfahrbar, dass auch nichtmenschliche Lebewesen ihre eigene Individualität besitzen. Das gilt auch für Wildtiere, sobald sie in ihrem eigenen Lebenszusammenhang wahrgenommen werden. In gewisser Weise lässt sich das sogar von Pflanzen sagen; innerhalb einer Art gleicht auch hier kein Exemplar einem anderen. [...] Vor allem aber haben die Mitgeschöpfe des Menschen unabhängig von ihrem Nutzwert einen Eigenwert - allein schon darin, dass sie auf Gott als den Schöpfer bezogen sind, an seinem Leben Anteil haben und seine Ehre verherrlichen (Ps 19; 104). Einen eigenen Wert und Sinn zu haben bedeutet nicht, dass jedes individuelle Lebewesen oder jede Art erhalten werden müssen. Wo jedoch der Gedanke des Eigenwerts Anerkennung findet, kann er als Begrenzung und Korrektur dienen gegenüber einer Haltung, die das nicht-menschliche Leben nichts als Material und Verfügungsmasse in der Hand des Menschen darstellt. Der Gedanke eines Eigenwerts und Eigenrechts der Natur führt mitten hinein in das Spannungsverhältnis von Recht und Markt.

Interessenabwägungen können sich im Markt erfolgreich und ökologisch zuträglich niederschlagen, falls und insofern sich die langfristigen und fernen Folgen in die Preise einbeziehen lassen. Schon eine Orientierung am langfristigen Gemeinnutz der Menschen würde es verbieten, die Kosten des vorherrschenden Naturverhältnisses den fernen Menschen und der fernen Natur aufzubürden. Doch selbst wenn es gelänge, den Markt zu reformieren - was sind die Äquivalente für verloren gegangene einmalige Arten, für klimatische Veränderungen, unfruchtbar gewordene Böden? Für das unersetzlich Lebensnotwendige kann es keinen Preis geben. Die Natur hat zweifellos Nutzwert und Preis, aber sie ist offensichtlich darüber hinaus unersetzlich und hat darin eigenen Wert und eigenes Recht. Sie sind auch durch die Rechtsordnung zu schützen. So hätte sich ein neues Verhältnis zur Natur nicht allein in einer veränderten Moral niederschlagen, sondern müsste sich auch auf die Regeln ökonomischen Handelns und die Rechtsordnung auswirken.“ einzugreifen.“

(Quelle: Patricia Nevers (1992) Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Evangelischer Presseverband, München, 104-117)

## Standpunkt 2

### Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern (2004)

#### Einwände gegen die „grüne“ Gentechnik

- Es sei moralisch geboten, die Integrität eines jeden pflanzlichen Genoms zu respektieren (Integritäts-Argument).
- Das Einbringen von Gensequenzen einer Spezies in das Genom einer anderen Spezies übertrete eine moralische Schranke (Artgrenzen-Argument).
- Der Mensch dürfe nicht „Gott spielen“ („Playing-God“-Argument).

#### Das Integritäts-Argument

Das erste Argumentationsmuster beruht auf einem Kategorienfehler, da es die Unterschiede zwischen personaler Integrität und natürlicher Identität vernachlässigt. Der Begriff der Integrität, der seine sinnvolle Bedeutung auf der Ebene von Personen hat, kann nicht auf genetische Programme übertragen werden. Genetische Programme sind bewusstlos codierte Information. Der Begriff der personalen Integrität, der sich nicht auf ein Genom reduzieren lässt, setzt hingegen bewusstes Selbstverhältnis voraus, das bei genetischen Programmen fehlt. Es ist auch nicht zulässig, eine Reihe von ähnlichen Begriffen („Identität“, „Individualität“, „Integrität“, „Eigenwert“) zu bilden, um sich durch Verschiebung dieser Begriffe die moralische Bedeutung von gentechnischen Eingriffen in ein pflanzliches Genom allmählich zu „erschleichen“. Das Integritäts-Argument ist allenfalls unter Voraussetzung naturphilosophischer Annahmen oder durch den Rekurs auf Wahrnehmungsweisen plausibel zu machen, die sich von denen der Naturwissenschaften deutlich unterscheiden.

#### Das Artgrenzen-Argument

Natürliche Schranken sind nicht per se moralische Grenzen. Das zweite Argument („Überschreiten der Artgrenze“) muss daher die moralische Bedeutung der Artgrenze aufzeigen. Dies ist bislang nicht gelungen. Ähnliches gilt für die kategorische Ablehnung von Eingriffen in die „Erbsubstanz“. Hinzu kommt, dass Artgrenzen vielfach, insbesondere bei Pflanzen, nicht eindeutig bestimmbar sind. Argumentiert man mit der Gefährdung wild lebender Spezies oder mit biozönotischer Nivellierung durch transgene Nutzpflanzen, so trägt man kein kategorisches Argument, sondern bereits ein Risikoargument vor.

#### Das Playing God-Argument

Das so genannte „Playing-God“-Argument ist entweder nur metaphorisch (und damit auf andere Argumente bezogen) oder schöpfungstheologisch. Aus der Sicht des Umweltrates ist ein Streit um die „richtige“ schöpfungstheologische Deutung der „grünen“ Gentechnik politisch und juristisch irrelevant. Auch in einer neuen ökumenischen Stellungnahme der Kirchen wird dieses Argument nicht vorgebracht (Arbeitsgemeinschaft der Umweltbeauftragten 2003). Zwar findet sich zu Beginn dieses Positionspapiers die Aussage, wonach die Ehrfurcht vor dem von Gott geschaffenen Leben Vorrang vor dem technisch Machbaren habe; die eigentliche Argumentation erfolgt jedoch ohne Rekurs auf kategorische oder theologische Argumente. Damit erkennt das ökumenische Positionspapier implizit an, dass der gesellschaftliche Diskurs über die „grüne“ Gentechnik auch ohne kategorische Argumente geführt werden kann. Es ist sicherlich jeder Person dennoch gestattet, die „grüne“ Gentechnik aufgrund weltanschaulicher (religiöser, naturphilosophischer) Positionen prinzipiell abzulehnen. Dieser so begründeten Ablehnung ist verbraucherpolitisch Rechnung zu tragen (Kennzeichnungspflicht, Sicherstellung der Produktion gentechnikfreier Nahrungsmittel).

(Quelle: Umweltgutachten 2004, [http://www.umweltrat.de/02gutach/download/02/umweltg/UG\\_2004\\_lf.pdf](http://www.umweltrat.de/02gutach/download/02/umweltg/UG_2004_lf.pdf))

### Standpunkt 3

#### Manfred Kock: Ethische Beurteilung der Gentechnik. Darf der Mensch in die Schöpfung eingreifen?

Wo natürliche Grenzen wegfallen und neue, höchst folgenreiche Möglichkeiten des Eingriffs in die Natur entstehen, wie dies bei der Anwendung der Gentechnik der Fall ist, bedarf es einer gesteigerten ethischen Verantwortung. Die Gentechnik-Studie der EKD (Evangelische Kirche in Deutschland) hat für einen verantwortlichen Umgang mit der Gentechnik ein neues Naturverständnis gefordert und dafür den - durchaus nicht gängigen - Begriff "Einverständnis mit der Schöpfung" geschaffen. Damit soll eine Grundoption wiedergegeben werden: Menschliches Verhalten, Planen und Handeln soll der Schöpfung entsprechen, also Leben fördern, Leben bewahren und zu seiner Entfaltung beitragen, nicht nur Überleben erlauben, sondern Lebenserfüllung, Lebensbejahung ermöglichen. Nicht nur die Psalmen (z.B. Ps 104), sondern besonders die beiden Schöpfungsberichte bezeugen, dass Gott der Schöpfer allen Lebens ist und dass er dieses Leben, seine Schöpfung, bejaht.

Im ersten Schöpfungsbericht heißt es: "Gott sprach: Lasset uns Menschen machen, ein Bild, das uns gleich sei, die da herrschen über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über das Vieh und über alle Tiere des Feldes und über alles Gewürm, das auf Erden kriecht." (1. Mose 1,26) Der entscheidende Unterschied zwischen Menschen und Tieren liegt für die biblisch-christliche Überlieferung darin, dass der Mensch - als Mann und Frau - nach dem Bild Gottes geschaffen ist. Die Gottebenbildlichkeit verleiht dem Menschen eine besondere Würde, die über den Eigenwert der anderen Geschöpfe hinausgeht, sowie eine Sonderstellung der übrigen Schöpfung gegenüber. Sie kommt in der göttlichen Weisung zum Ausdruck: "Macht euch die Erde untertan und herrscht über alle Tiere" (s. 1. Mose 1,28). Für die Bibel bedeuten "Unterwerfung" und "Herrschaft" keinen Freibrief zu willkürlicher und egoistischer Ausbeutung der Natur. Mit dem Auftrag, sich die Erde untertan zu machen, wird der Mensch vielmehr ermächtigt, gestaltend in die Natur einzugreifen und sie für seine Lebensbedürfnisse verantwortungsvoll heranzuziehen.

Diese Beschränkung des Herrschaftsauftrages ergibt sich auch aus dem zweiten Schöpfungsbericht, in dem der Mensch aufgefordert wird, den "Garten Eden" zu bebauen und zu bewahren (s. 1. Mose 2,15), also eine lebensdienliche und bewahrende Einstellung zur Natur zu entwickeln. Der Mensch muss also um seiner selbst willen über die Natur verfügen und sie zugleich als Schöpfung Gottes in ihrem Selbstsein respektieren. Fraglich ist aus biblischer Sicht also nicht, "ob" wir in die Natur eingreifen dürfen, sondern "wie" wir dies tun. Herrschaft verlangt Respekt und Achtung vor der Schöpfung und den Mitgeschöpfen. Dieses biblische Verständnis grenzt sich von einem Naturverständnis ab, dass die Natur selbst als einen vom Menschen möglichst unbeeinflussten Lebensorganismus sieht, dem jeder Eingriff schadet. Jede menschendienliche Lebensweise benutzt die Natur und gestaltet sie damit. Allerdings hat der Mensch seine Herrschaftsausübung auf die Bewahrung der Schöpfung zu richten. Seine eigene Existenz, die Existenz der menschlichen Gattung hängt von Bewahrung ab.

Dass dies in der Vergangenheit nicht immer der Fall war, dass vielmehr unsere Eingriffe in die Natur schwerwiegende negative Folgen gehabt haben, ist heute allgemein anerkannt. Umweltverschmutzung, Vernichtung fruchtbarer Ackerbodens durch Erosion und langfristige Klimaveränderungen sind Beispiele dafür, dass der Mensch nicht immer sehr pfleglich mit der Natur umgeht. Aus dieser Erkenntnis heraus ist ein Umdenken im Gange, für das die Umweltdiskussion den Begriff der Nachhaltigkeit geprägt hat: Unser Umgang mit der Natur muss so gestaltet werden, dass die Natur auch für kommende Generationen zur Verfügung steht. Dazu gehört auch die Vielfalt der Arten, der Reichtum der Gattungen. Insofern ist die Verantwortung für kommende Generationen nicht allein auf Zweckdienlichkeit und Überlebensmöglichkeit gerichtet. Sie muss auch die Bewahrung der Fülle und die Achtung der Wunder der Schöpfung einbeziehen.

[Quelle: Auszug aus Vortrag vom 17.02.2000, Saaruniversität Homburg (<http://www.ekd.de/gesellschaft/kock3.html>)]

## Modul: Ich erkenne dich an deiner Sprache

### Thema

Die Auseinandersetzungen um die Pflanzenbiotechnologie werden mitunter mit harten Bandagen ausgetragen. Aber auch auf subtile sprachliche Weise ist es möglich, Stimmungen gegenüber einer umstrittenen Technologie auszudrücken. Die Gentechnik ist ein gutes Beispiel hierfür, haben doch die gesellschaftlichen Kontrahenten zum Teil ganz eigene Sprachcodes entwickelt. Die bevorzugt verwendeten Begriffe sind ein guter Indikator für die dahinter stehende Überzeugung. Daran könnt auch du selbst dich überprüfen.

Gentechnisch verbessert oder manipuliert? Wurde zum Beispiel eine neue Pflanzensorte mit Hilfe der Gentechnik gezüchtet, steht eine ganze Palette an Begriffen parat, mit denen dies ausgedrückt werden kann:

- Die einen reden von gentechnisch veränderten oder modifizierten Sorten,
- für die anderen ist die Sorte gentechnisch verbessert oder optimiert (schließlich hat man ja ein Züchtungsziel erreicht),
- andere sprechen lieber von gentechnisch manipulierten Sorten.

Das Wort "Manipulation" steht im allgemeinen Sprachgebrauch eher für unlautere Machenschaften: "Es stellte sich heraus, das die Bremsanlage manipuliert wurde ...".

Das Wort "verbessert" drückt klar eine positive Haltung aus. Eine für alle nachvollziehbare Wertung der Ausdrücke ist aber nicht immer möglich: An sich sind Wörter wie "modifiziert" oder "verändert" neutral. Sie können aber auch von den einen als - die Risiken - verharmlosend oder von den anderen als - die erreichten Ziele - gering schätzend empfunden werden.

Ein weiteres klassisches Beispiel tritt regelmäßig in den Medien auf, wenn es um Saatgut geht: Weil die Produktionswege gentechnisch veränderten Saatguts im Welthandel nicht von denen des konventionell erzeugten Saatguts vollständig getrennt werden, enthalten die jeweiligen Chargen in vielen Fällen Anteile gentechnisch veränderter Organismen. Vermengung, Beimischung, Verunreinigung, Kontamination sind die gefühlsmäßig nicht wirkungsgleichen Begriffe, die nun zur Beschreibung des Sachverhalts in den Meldungen der Medien erscheinen.

(Quelle: gekürzt aus: <http://www.biosicherheit.de/de/schule/105.doku.html>)

## Standpunkt 1

### "Gentechnisch verändert"

Probier es doch einmal aus und suche in einer Online-Suchmaschine nach der Phrase "gentechnisch verändert"! Wer verwendet diesen Begriff?

Hier sind einige Beiträge aus einer Phrasen-Suche bei [www.google.de](http://www.google.de) (Zugriff Januar 2006).

Gentechnisch verändert? - Das fragt in diesem Wortlaut das deutsche Verbraucherministerium:

*Kennzeichnungspflichtig sind alle Lebensmittel, Zutaten oder Zusatzstoffe, die aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO) hergestellt sind, gleich ob die gentechnische Veränderung nachweisbar ist oder nicht.*

Auch das Umweltbundesamt verwendet den Begriff „gentechnisch verändert“ in seinem Gentechnik Folder:

*GVO-Analytik – unabhängig und kompetent, Gentechnik: Ein Begriff, der neue Hoffnungen weckt, aber auch verunsichert. Vor allem bei Nahrungsmitteln stellt sich immer öfter die Frage: Ist dieses Produkt gentechnisch verändert?*

Warum wird Wein gentechnisch verändert? - Diese Phrase verwendet ebenfalls das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz auf seinen Internetseiten:

*Chancen und Risiken der Gentechnik [...], Das Robert Koch-Institut genehmigte im Jahr 1999 die Freisetzung gentechnisch veränderter Weinreben. Die Bundesanstalt für Züchtungsforschung wollte damit auf einem Gelände der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim bei Würzburg ein neues Konzept der Pilzresistenz erproben. Die Genehmigung hatte wegen des langsamen Wachstums von Weinreben eine Laufzeit von zehn Jahren.*

Die Gesetzgebung und Einrichtungen, denen meist eine neutrale Rolle im Umgang mit dem Thema Grüne Gentechnik zugestanden wird, verwenden also den Begriff "gentechnisch verändert".

## Standpunkt 2

### "Gentechnisch verbessert"

Probier es doch einmal aus und suche in einer Online-Suchmaschine nach der Phrase "gentechnisch verbessert"! Wer verwendet diesen Begriff?

Hier sind einige Beiträge aus einer Phrasen-Suche bei [www.google.de](http://www.google.de) (Zugriff Januar 2006).

So findet sich die Phrase "Gentechnisch verbessert" in einem Beitrag Dr. Büchting, dem Sprecher des Vorstands der KWS SAAT AG, in dem es heißt:

*[...] bei Mais ist etwa jede zweite Sorte, die wir in den USA verkaufen, gentechnisch verbessert. Wir sind allerdings in Deutschland drauf und dran, den Anschluss bei dieser zukunftsweisenden Methode zu verlieren.*

Die Abteilung Infoservice Biotechnologie des DECHEMA e.V. veröffentlichte im Archiv 2003 folgendes:

*Neue Anwendung der Gentechnik in der Käseherstellung, Die neuseeländische Biotech-Firma AgResearch hat nach eigenen Angaben die Qualität von Kuhmilch für die Käseherstellung gentechnisch verbessert. Die transgenen Kühe produzierten rund 13 Prozent mehr Milchproteine als herkömmliche Kühe.*

Auch Prof. Jung vom Kieler Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung veröffentlicht in dem Beitrag Gentechnik und Pflanzenzüchtung die gesuchten Phrase:

*Neben den Fettsäuren wird auch die Qualität der Speicherproteine gentechnisch verbessert. Viele Speicherproteine weisen einen zu geringen Gehalt der essentiellen Aminosäure Lysin auf. So wurden die Gene der Speicherproteine entsprechend geändert, um deren Lysingehalt zu erhöhen.*

Die Quellen und Herausgeber dieser Treffer sind oftmals Einrichtungen, die eine eher fürsprechende Rolle zum Thema Grüne Gentechnik einnehmen.

### Standpunkt 3

#### "Gentechnisch manipuliert"

Probier es doch einmal aus und suche in einer Online-Suchmaschine nach der Phrase "gentechnisch manipuliert"! Wer verwendet diesen Begriff? Hier sind einige Beiträge aus einer Phrasen-Suche bei [www.google.de](http://www.google.de) (Zugriff Januar 2006).

Die international tätige non-profit Organisation Environmental Defense hat klare ökologische Ziele. Hier findet sich der deutschsprachiger Beitrag „Irgendwas Stinkt“ („Something Fishy“) über Fischzucht, der die Phrase "gentechnisch manipuliert" enthält:

*Mehr als 20 verschiedene Arten an Fisch sind gentechnisch, sowohl für wissenschaftliche als auch für kommerzielle Produktion, manipuliert worden. Fremde Gene werden normalerweise eingefügt um die Leistung des Fisches zu verändern: um das Wachstum zu beschleunigen, die Toleranzgrenze für Kälte und Krankheit zu erhöhen, oder um die Fleischqualität zu verändern. Das Zufügen von Genen um das Wachstum zu steigern, ist möglicherweise die häufigste Art der Fischmanipulation. Zum Beispiel, behauptet AquaBounty Farms, dass ihr transgener Atlantischer Lachs 400 bis 600 Prozent schneller wachsen kann, als die nicht-transgenen.“*

In einem Interview mit Matt Schuh (Sänger) auf der Internetseite einer Einrichtung, die über Biolebensmittel informiert, findet sich diese Phrase ebenfalls:

*Redaktion: Wie denkst Du über gentechnisch manipulierte Lebensmittel?*

*Matt Schuh: Das ist so eine Grauzone, weil gentechnisch manipuliert ist schließlich bald etwas. Man muss vom Ausgangsprodukt ausgehen und das ist oft schwer nachvollziehbar. Außerdem weiß die Industrie sehr wohl, das zu kaschieren. Ich traue mich zu vermuten, dass 50 Prozent unserer Lebensmittel überhaupt bereits gentechnisch manipuliert sind.*

Hintergründe zur Gentechnik - Die Ökologische Partei Ostbelgiens stellt Fragen und Antworten zum Thema Genfood zusammen und verwendet in ihren Online-Beiträgen die Phrase "gentechnisch manipuliert":

*Können auch Nutztiere gentechnisch manipuliert werden? [...], Der ökonomische Nutzen wäre enorm, aber die Resultate sind bisher nicht zufrieden stellend. Die Genmanipulation stellt sich heraus als ein Spiel mit der Gesundheit der Tiere, das die Selbstregulationsmechanismen schädigt. Es entstehen Monster, Krüppel, nicht zeugungsfähige Wesen.“*

Hier wird also deutlich, dass ökologisch ausgerichtete Einrichtungen und Organisation eher den Begriff "gentechnisch manipuliert" verwenden.

## Modul: Allgemeine ethische Prinzipien

### Thema

Im Folgenden werden drei verschiedene Ethiktypen zur Diskussion gestellt: Die Ordnungsethik, die Gesinnungsethik und die Verantwortungsethik. Sie stellen verschiedene Herangehensweisen dar, wie man ethische Probleme verstehen und bewerten kann.

### Standpunkt 1

#### Ordnungsethik

Ordnungsethik arbeitet mit Wissensaussagen und daraus abgeleiteten kategorischen Forderungen. Die Ordnungsethik hat den Vorzug, grundlegende Werturteile liefern zu können. Beispielsweise ist es eine Tatsache, dass betrunkene Autofahrer sich und andere erheblich gefährden. Daraus leitet sich die Forderung ab, nicht betrunken Auto zu fahren. Eine andere ordnungsethische Aussage wäre zum Beispiel, dass der Mensch nicht in die Schöpfung eingreifen darf, weil er sich sonst die Rolle Gottes anmaßen würde (die Voraussetzung hierfür ist, dass der Glaube an die gottgewollte Schöpfung wie eine Wissensgrundlage gehandhabt wird). Eine etwas abgewandelte Form davon wäre die Prämisse, dass "die Natur" einen Eigenwert hat und außerdem von sich aus "gut" ist; Eingriffe des Menschen wären dann prinzipiell problematisch. Diese Beispiele zeigen: Es besteht in vielen Fällen ein fließender Übergang zwischen Wissensaussagen und Annahmen beziehungsweise weltanschaulich bedingten Prämissen.

Ein an das Schöpfungsargument angelehntes, verbreitetes Argument gegen Gentechnik bei Pflanzen ist die sinngemäße Aussage, die Pflanzen würden so verändert, wie die Natur sie nie verändert hätte oder verändern würde. Auch hier zeigen sich Grenzen der Ordnungsethik, die starr und kategorisch ist: Fast alle unsere Nutzpflanzen - und nicht nur diese - sind züchterisch so verändert worden, wie die Natur sie niemals hervorgebracht hätte. Sie sind den Bedürfnissen der Menschen schon vor Jahrhunderten sehr stark angepasst worden. Die Forderung nach Rücknahme all dieser Veränderungen, die sich zwangsläufig ergeben müsste, hätte schlimme Folgen wie etwa die Rückkehr des Hungers auch in unseren Breiten. Auch über den Bereich der Pflanzen hinaus verändert der Mensch Dinge oder Lebewesen: Man denke nur an Hund und Wolf. Hinzu kommt, dass darüber gestritten wird, was überhaupt als Eingriff in die Schöpfung bezeichnet werden kann: Inwieweit ist der Mensch mit seinen geistigen und schöpferischen Fähigkeiten selbst Teil der Schöpfung, also auch seine Handlungen selbst Teil der Schöpfung, und inwieweit ist er ein Gegenüber der Natur?

Ordnungsethik hat in reiner Form den Nachteil, dass ihre kategorialen Forderungen als unumstößlich und zeitlos gelten, was zu Dogmatismus führen kann. Welche Forderungen aus dem – zeitlich bedingtem – Wissen zu ziehen sind, müsste aber im Dialog geklärt werden. Als Schranke, an der man noch einmal überlegen sollte, haben ihre Aussagen aber oft eine wichtige Funktion: Sie schützen bis zu einem gewissen Grad vor Beliebigkeit. Der Gedanke, man dürfe nur tun, was die Natur ebenfalls macht, wird mitunter auch ins Gegenteil verkehrt: Dabei wird die Behauptung aufgestellt, was die Natur auch macht, wäre damit schon erlaubt - ein Schließen vom "Sein" zum "Sollen" (naturalistischer Fehlschluss). Die Natur hat aber keine Moral. Sie handelt nicht und entscheidet auch nicht im menschlichen Sinne und ist deswegen kein Vorbild.

(Quelle: Ethik und Pflanzenzüchtung: [http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik\\_verantwortungsethik.pdf](http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik_verantwortungsethik.pdf) )

## **Standpunkt 2**

### Gesinnungsethik

In der Gesinnungsethik sind die zugrunde liegenden Absichten und Ziele einer Handlung Maßstab für die ethische Beurteilung einer Handlung. Die Absicht, trockenresistente Pflanzen mit Hilfe der Gentechnik herzustellen, um die Lebensmittelversorgung in Dürregebieten zu verbessern, wäre dafür ein Beispiel: Gesinnungsethisch wäre dies gutzuheißen. Gesinnungsethik berücksichtigt nicht, dass die ursprünglich gute Absicht schlechte Folgen haben könnte, zum Beispiel negative Auswirkungen der gentechnisch veränderten Pflanzen im Ökosystem.

(Quelle: Ethik und Pflanzenzüchtung: [http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik\\_verantwortungsethik.pdf](http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik_verantwortungsethik.pdf))

## **Standpunkt 3**

### Verantwortungsethik

Die Verantwortungsethik bedenkt die Folgen des Handelns und wägt Chancen und Risiken gegeneinander ab. Da sich mit neuen Erkenntnissen oder Argumenten ein neues Bild der Chancen und Risiken aufbauen kann, bleiben verantwortungsethische Urteile revidierbar. Spätestens in der heutigen Zeit mit den neuen Techniken wie der Gentechnik als Züchtungsmethode bei Pflanzen, deren Folgen sehr weit in die Zukunft reichen können, sind verantwortungsethische Entscheidungen mit Unsicherheit behaftet. Folgen, die vielleicht viele Generationen später auftreten können, sind nicht unbedingt absehbar. Dies gilt aber mehr oder weniger für alle Züchtungsmethoden, im Grunde für jedwede Form von Technik, die wir einsetzen. Die drei ethischen Denkweisen sind nicht einfach klar voneinander abgegrenzte Alternativen, sondern werden in ethischen Entscheidungsprozessen mehr oder weniger nacheinander durchlaufen. Alle drei besitzen Elemente, die ihre Berechtigung haben. So wird man sich erst grundlegende Werte bewusst machen, die Handlungsabsichten und Ziele beurteilen und dann Chancen und Risiken der Handlungsalternativen gegeneinander abwägen.

(Quelle: Ethik und Pflanzenzüchtung: [http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik\\_verantwortungsethik.pdf](http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/ethik_verantwortungsethik.pdf) )

## Modul: Vorsorge oder Nachsorge?

### Thema

#### Andrea Arz de Falco: Das Vorsorgeprinzip im Kontext der Regelung von Freisetzen.

Im Bereich der grünen Gentechnologie gilt es den Prinzipien der Vorsorge und der Nachhaltigkeit Geltung zu verschaffen: Ein schwieriges Unterfangen in einem in Bezug auf seine möglichen Konsequenzen so kontrovers beurteilten Feld. Sorgfältige Güterabwägungen, die die unterschiedlichen Interessen identifizieren, bewerten, gewichten und gegeneinander abwägen, sind aus verantwortungsethischer Sicht unverzichtbar.

Das Vorsorgeprinzip, das sowohl ein ethisches, wie auch ein rechtliches, ja sogar völkerrechtliches Prinzip ist, wird in den Diskussionen um Risiken im Bereich der Bio- und Gentechnologie prominent genannt und spielt eine wichtige, aber nicht unumstrittene Rolle.

Mit Berufung auf das Vorsorgeprinzip werden aus den unterschiedlichsten Kreisen Verbote, Moratorien, aber auch strenge und weniger strenge Bewilligungsverfahren und Auflagen im Bereich der außerhumanen Gentechnologie, insbesondere im Bereich der Freisetzen gefordert. Es gilt deshalb zu klären, was das Vorsorgeprinzip eigentlich umfasst: Welche Forderungen sind aus dem Vorsorgeprinzip tatsächlich ableitbar und warum wird es so mehrdeutig verwendet? Die explizite Nennung des Vorsorgeprinzips im Umweltrecht hat mit der Beschaffenheit des Schutzobjektes zu tun. Im Umweltrecht spielen kumulative Effekte und langfristige Prozesse eine besondere Rolle. Gerade diese Aspekte, die Fragen nach den langfristigen und irreversiblen Schäden und der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens wird im Bereich der Gentechnologie heftig und sehr kontrovers diskutiert. Neben erhärteten Resultaten aufgrund bisheriger Untersuchungen wird man im Bereich der Gentechnik auch mit vielen Unbekannten konfrontiert. Das Vorsorgeprinzip thematisiert das Nichtwissen. In seiner Kernbedeutung legitimiert das Vorsorgeprinzip den Staat, in die Freiheiten und Recht von Einzelpersonen, Unternehmen und Verbänden

a) präventiv einzugreifen, um

b) langfristig drohende schwerwiegende oder irreversible Schäden zu vermeiden.

Insoweit ist der Begriff nicht kontrovers. Ob der Staat allerdings auch

c) eingreifen darf, wenn das Vorliegen eines solchen Risikos wissenschaftlich noch nicht sicher erwiesen ist, wenn die Gewissheit fehlt, scheidet die Lager.

Damit verbunden sind die Forderungen nach Beweislastumkehr, nach Vorrang der Berücksichtigung der schlechten Prognose oder nach Verzicht auf besonders riskante Technologien. Gängig werden drei Stufen des Verständnisses des Vorsorgeprinzips unterschieden: das starke, das mittlere und das schwache Verständnis.

Nach dem starken Verständnis des Vorsorgeprinzips ist jede Tätigkeit zu unterlassen, bei der nicht ausgeschlossen werden kann, dass ein schwerwiegender Schaden eintritt. Das mittlere und das schwache Verständnis unterscheiden sich vom starken gerade darin, dass es zulässig bleiben soll zu handeln bzw. Handlungen zu genehmigen, die gefährlich sein können, auch wenn man den wissenschaftlichen Beweis nicht hat, dass sie ungefährlich sind. Nach dem schwachen Verständnis des Vorsorgeprinzips darf die öffentliche Hand den Personen, die eine mögliche gefährliche Tätigkeit ausführen, nur kostenträchtige, nicht aber die Tätigkeit verbietende Vorsichtsmassnahmen aufzwingen.

Nach dem mittleren Verständnis wird bei Tätigkeiten oder Techniken, bei denen ein schwerwiegender Schaden nicht ausgeschlossen werden kann, zusätzlich eine Güterabwägung verlangt. Die Tätigkeiten dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn die damit verbundenen Vorteile die möglichen Nachteile bei weitem übertreffen.

Das Vorsorgeprinzip gilt also insbesondere für Handeln unter Unsicherheit und ist somit eine Abkehr von der Idee, dass Umweltpolitik ausschließlich auf wissenschaftlicher Technikfolgenabschätzung beruhen kann, dass also stets mit Hilfe einer "objektiven" Methode Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß berechnet werden kann. Der Staat ist auf der Grundlage des Vorsorgeprinzips aufgefordert, auch dann umweltpolitisch tätig zu werden, wenn es keine wissen-

schaftliche Gewissheit gibt oder wenn es diese nicht geben kann. Das Vorsorgeprinzip ist damit insbesondere dann anzuwenden, wenn das Wissen unvollständig ist, Unsicherheiten nicht zu beseitigen sind oder die Kumulation zahlreicher Faktoren zu beachten ist, wie dies in klassischer Weise für den Bereich der Freisetzungen gentechnisch veränderter Pflanzen gilt.

Das Vorsorgeprinzip steht für ein Bekenntnis zum Nichtwissen und integriert den Faktor des Nichtwissens in die Beurteilung mit ein. Der Umgang mit dem Nichtwissen bewegt sich dabei im Spannungsfeld zwischen einer Absolutsetzung der Vorsicht und einer Absolutsetzung des Risikos. Was darf und was muss vor dem Hintergrund des Nichtwissens unternommen bzw. nicht unternommen werden? Die Antwort darauf bzw. das Verständnis des Vorsorgeprinzips wird je nach Charakter des Nichtwissens und je nach Bewertung der möglichen Risiken und möglichen Chancen unterschiedlich ausfallen. Grundlegend für einen konstruktiven öffentlichen Diskurs ist die Vorabklärung, auf welches Verständnis des Vorsorgeprinzips sich die einzelnen Diskussionsteilnehmer beziehen.

(Quelle: Gekürzt aus Andrea Arz de Falco (2002): Die Diskussion um die grüne Gentechnik, Einige ethische Aspekte. [http://www.transgen.de/pdf/diskurs/ArzdeFalco\\_text.pdf](http://www.transgen.de/pdf/diskurs/ArzdeFalco_text.pdf))

## Standpunkt 1

### Industrieverband Agrar: Vorsorgeprinzip – einheitlich bewerten

Unser Leben ist geprägt von Risiken, ein Leben ohne Risiko gibt es nicht. Wissenschaft und Politik befassen sich deshalb seit langem mit der Frage, wie Risiken erkannt, bewertet und gemindert werden können, und welche Vorsorge bei begründetem Verdacht auf ein Risiko zu treffen ist. Das Vorsorgeprinzip hat in zahlreichen Erklärungen, Beschlüssen und Gesetzesvorlagen zentrale Bedeutung als Leitprinzip der Umweltpolitik und des Umweltrechts erlangt. Beispiele dafür sind die beabsichtigten Novellierungen des Naturschutz- und des Bodenschutzgesetzes in Deutschland und die Vorschläge und Debatten im Europäischen Parlament zur Lebensmittelsicherheit, zur Freisetzungsrichtlinie und zur Novellierung der Wasserrahmenrichtlinie. Konkretisiert wurde das Vorsorgeprinzip in Artikel 15 der Erklärung des Weltgipfels von Rio 1992 und in einer Mitteilung der Europäischen Kommission vom 2. Februar 2000. Ziel des Vorsorgegedankens ist, die natürlichen Ressourcen und Lebensgrundlagen zu schützen, um ihren Wert, ihre Leistungsfähigkeit und ihre Funktionen langfristig zu bewahren. Im Rahmen des Vorsorgeprinzips soll deshalb der Umgang mit Stoffen eingeschränkt oder vermieden werden, wenn bei einer Anwendung ein begründeter Verdacht auf eine nachhaltige Schädigung der menschlichen Gesundheit oder der Umwelt besteht. Von diesem Grundsatz geht sowohl Artikel 15 der Rio-Deklaration aus als auch die erwähnte Mitteilung der EU-Kommission.

Der Industrieverband Agrar unterstützt das Vorsorgeprinzip wie es hier formuliert wurde. Er sieht allerdings die Gefahr, dass seine Anwendung in Deutschland durch verschiedene Behörden zu sehr unterschiedlichen Bewertungen führen kann, weil eine eindeutige Definition im deutschen Recht noch fehlt. Beredtes Beispiel dafür sind die jüngsten Entscheidungen zur Aussetzung der Anbaugenehmigung für Bt-Mais und zur Zulassung für TPT-haltige Pflanzenschutzmittel. In beiden Fällen waren nicht veröffentlichte und den Betroffenen nicht zugängliche Erkenntnisse Anlass für ein behördliches Einschreiten unter Berufung auf das Vorsorgeprinzip. Es ist offensichtlich, dass die beiden Entscheidungen nicht im Einklang mit den Grundsätzen stehen, wie sie in der Rio-Deklaration dargelegt sind. Lässt man einmal politische Erwägungen außer Acht, so können allenfalls Vorsicht, Vorbeugung oder Besorgnis Handlungsmaßstab gewesen sein, Überlegungen also, die zunächst nur Anlass für den Eintritt in Vorsorgeüberlegungen sein dürfen. Der Industrieverband Agrar vertritt den Standpunkt, dass sich eine angemessene Auslegung und Anwendung des Vorsorgeprinzips an international anerkannten Kriterien ausrichten muss. Dabei sind zumindest die nachstehenden Punkte zu berücksichtigen:

- Das Vorsorgeprinzip sollte im Rahmen einer gut strukturierten Annäherung an die Gefährdungsanalyse gesehen werden. Ausschließlich die Gefahr einer schweren oder irreversiblen Schädigung rechtfertigt seine Anwendung.
- Jeder Entscheidung muss eine Risikoanalyse vorangehen. Bei der Risikobewertung muss ein beachtlicher Teil der Wissenschaft zu der Schlussfolgerung gelangen, dass eine schwere oder irreversible Schädigung eintreten könnte, sofern keine Maßnahmen im Rahmen des Risikomanagements ergriffen werden.
- Maßnahmen, die aufgrund des Vorsorgeprinzips ergriffen werden, müssen vorläufig sein. Sie müssen eine laufende wissenschaftliche Bewertung einschließen, um das tatsächliche Risiko genauer zu klären.
- Die Maßnahme muss in einem angemessenen Verhältnis zu der angestrebten Zielsetzung und zu dem angenommenen Risiko stehen.
- Die Maßnahmen müssen begründet und nach nationalem Recht anfechtbar sein.

Diese Grundsätze sind von besonderer Bedeutung für die Biotechnologie und Gentechnik, denen die FAO eine wichtige Rolle für die Sicherung der Welternährung beimisst. Auch die Bundesregierung stellt in ihrer Antwort auf eine Große Anfrage zur Bio- und Gentechnik im März dieses Jahres fest, dass sich der Landwirtschaft durch diese Schlüsseltechnologie neue Möglichkeiten eröffnen, „die es auf verantwortungsvolle Weise zu nutzen und weiter zu entwickeln gilt“. Angesichts der Entwicklungen in anderen Ländern seien daher die Potenziale in diesem Bereich mittel- bis langfristig von großer Bedeutung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Land- und Ernährungswirtschaft. Es gehört zu den Aufgaben des Industrieverbands Agrar, zu dieser Verständnisvermittlung beizutragen.

(Quelle: [http://www.iva.de/fachliches/pos\\_91.asp?r=B8F86A7C-D08A-46E9-966E-417C5E647994](http://www.iva.de/fachliches/pos_91.asp?r=B8F86A7C-D08A-46E9-966E-417C5E647994))

## Standpunkt 2

### Beatrix Tappeser & Claudia Eckelkamp: Der nachhaltige Abschied vom Vorsorgeprinzip

Mit der „Rio Declaration on Environment and Development“ haben 1992 mehr als 178 Staaten 27 Prinzipien verabschiedet, die als allgemeine Leitlinien für eine nachhaltige Entwicklung gelten können. Zu diesen Prinzipien gehört u.a. das precautionary principle [Vorsorgeprinzip] (Principle 15).

Auf dem Gipfel in Rio wurde auch die „Convention on Biodiversity“ verabschiedet, die den Schutz der biologischen Vielfalt und ihrer Bestandteile zu einem gemeinsamen Anliegen der Menschheit erklärt. Auch diese Konvention fühlt sich dem Vorsorgeprinzip verpflichtet. Mit der Entscheidung der 2. Vertragsstaatenkonferenz in Djakarta, Indonesien, unter dem Dach der Biodiversity-Konvention ein international verbindliches Biosafety-Protokoll zu verhandeln, wurde dieser Vorsorgegedanke und die besondere, teilweise problematische Rolle transgener Organismen bei dem Schutz und Erhalt der biologischen Vielfalt ausdrücklich festgehalten. Vor diesem Hintergrund müssen gerade die Industrieländer, die als wichtiger Motor in der Entwicklung transgener Organismen auftreten und die weltweite Nutzung propagieren, eine besonders sorgfältige Prüfung der möglichen Kurzzeit und Langzeitwirkungen vornehmen, um der Verantwortung, die sie offensichtlich gewillt sind, auf sich zu nehmen, auch gerecht zu werden.

Die Nutzung transgener Organismen erfolgt in der Regel in komplexen Systemen mit vielen unterschiedlichen Einflussparametern. Die im Mittelpunkt der Diskussion stehende Nutzung transgener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen wird auf die landwirtschaftliche Praxis vielfachen Einfluss haben. Dies wird wiederum zahlreiche Rückwirkungen auf nicht bewirtschaftete Flächen und Ökosysteme haben. So gilt die Landwirtschaft u.a. als Hauptverursacher von Nitrat- und Pestizidbelastungen in Grund- und Oberflächengewässern und als wichtiger Mitverursacher des weltweit bedrohlichen Verlustes der Artenvielfalt.

Die Entwicklung transgener Pflanzen wird vielfältig als ein Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft vorgestellt. Der bisherige experimentelle Umgang mit transgenen Pflanzen und die bereits vollzogenen Vermarktungsgenehmigungen müssen sich insofern u.a. daran messen lassen, inwieweit sie den allgemein anerkannten Problemdruck verringern helfen und die in den angesprochenen internationalen Regelwerken niedergelegten politikleitenden Prinzipien befolgen. [...] In den Anfängen der Debatte um die Nutzung transgener Organismen war eine der größten Sorgen diejenige um die unkontrollierte Ausbreitung von rekombinanter DNA und/oder den gentechnisch veränderten Organismen.

Auf der Basis von Annahmen, aber kaum experimentellen Daten wurden damals bestimmte Risikobefürchtungen als unbegründet zurückgewiesen.

Dazu gehörte die Persistenz von isoliert vorliegender DNA in den verschiedenen Umweltmedien. Aufgrund von Laborversuchen sei, so wurde argumentiert, ein schneller Abbau nachgewiesen und damit die Aufnahme, Weiterverbreitung und Nutzung rekombinanter DNA durch andere Organismen nicht zu befürchten, Arbeiten mit rekombinanter DNA wurden in den entsprechenden Gesetzeswerken gleich gar nicht als gentechnische Arbeit definiert. Heute kann diese Einschätzung als vollständig widerlegt gelten.

Die auf Basis dieser nun bestätigten Risikoaspekte vorgenommene Risikobewertung hat sich dieser veränderten Faktensituation angepasst, allerdings auf überraschende Weise:

Die Persistenz und der Gentransfer von rekombinanter DNA, sei es durch horizontalen Transfer oder durch Auskreuzung, wird nicht mehr als Risiko charakterisiert, da dies ja auch natürlich vorkomme. Nun wird argumentiert, dass nur eine genaue Wirkungsabschätzung der neuen Genkombinationen in ihren neuen Wirten Auskunft darüber geben könne, ob ein Risiko vorläge oder nicht.

Da diese Frage wahrscheinlich auf Jahrzehnte für viele neuen Genkonstrukte nicht zu beantworten sein wird, da wir die dafür nötigen Basiskenntnisse nicht besitzen und womöglich aufgrund der Komplexität z.B. von Bodenökosystemen und

der dort stattfindenden Interaktionen auch gar nicht beantworten können, heißt dies, dass wir den Vorsorgegedanken in diesen Bereichen vollständig aufgeben. [...]

Die Aufgabe des Vorsorgeprinzips und das gleichzeitige Ignorieren von wissenschaftlichen Ergebnissen, die dafür sprechen, mehr denn je das Vorsorgeprinzip anzuwenden, gehen Hand in Hand. So steht noch in der März-Ausgabe 1998 von Scientific American in einem Artikel, dass in der Regel GMOs keine Überlebenschancen in der Umwelt hätten. Dabei kann auch diese Aussage als seit Jahren widerlegt gelten. Hunderte von Arbeiten belegen das Gegenteil.

Eine ähnliche, ökonomischen Wünschen unterworfenen Risikowahrnehmung und Risikobewertung findet sich, wenn es um landwirtschaftliche Nutzpflanzen geht. Die Auskreuzung und rasche Weiterverbreitung der neuen Transgene, für Europa für Raps nachgewiesen, wird nicht mehr als Risiko definiert. Erst eine genaue Charakterisierung der Wirkung dieser Transgene in neuen Wirten und die Wirkungen dieser Kombination in neuen Lebensgemeinschaften soll als Grundlage dazu dienen, zu beurteilen, ob ein Risiko vorliegt. Eine solche Wirkungsabschätzung wird wirklich zuverlässig immer nur ex post möglich sein.

Auch hier haben wir also eine Aushebelung des precautionary approach und eine Hinwendung zum (wenn überhaupt) nachsorgenden Umweltschutz. Aber nachsorgender Umweltschutz ist in allen Bereichen, in denen es um biologische Organismen geht, ihre Überlebens- und Verbreitungsfähigkeit, prinzipiell nicht möglich. Einmal ausgestorbene Arten sind nicht wiederbelebbar, resistente Schädlinge werden nicht wieder anfällig, zumindest nicht in Zeiträumen, die für uns überschaubar sind, und sich endemisch oder epidemisch ausbreitende Mikroorganismen bzw. Mikroorganismen mit neuen Eigenschaften oder auch landwirtschaftliche Unkräuter sind in der Regel weder zu stoppen noch wirklich zu kontrollieren. Die überaus rasche Ausbreitung antibiotikaresistenter Krankheitskeime ist dafür ein sehr instruktives Beispiel.

[...] extreme Vorsicht ist nirgendwo anzutreffen, obwohl es doch um die Erhaltung der Grundlage alles Lebens auf der Erde geht und die Sicherstellung einer ausreichenden und guten Lebensmittelversorgung jetzt und in der Zukunft. Aus kurzfristigen Gewinnerwartungen ist unsere Gesellschaft offensichtlich bereit, so manches aufs Spiel zu setzen. Mit Nachhaltigkeit hat das relativ wenig zu tun.

(Quelle: gekürzt aus Tappeser & Eckelkamp, Öko-Institut (1998), <http://www.gene.ch/genesis/1998/Jul-Dec/msg00015.html>)

## Standpunkt 3

### Edda Müller: Deutschland sucht das Risiko

Deutschland steckt in der Innovationsdebatte. In dieser Debatte wird die so genannte grüne Gentechnik, die sich auf Lebensmittel bezieht, zum Testfall erkoren, nach dem Motto: Wer Gentechnik bei Lebensmitteln ablehnt, ist gegen Innovation und technischen Fortschritt. Typisch deutsch sei es, erst nach den Risiken und dann nach den Chancen zu fragen. Tatsächlich sei die grüne Gentechnik sicher, bisherige Untersuchungen hätten keine Gefahren für den Menschen aufgezeigt. Dieser Befund kann nicht erstaunen – wo keine Langzeituntersuchungen vorliegen, können auch keine Langzeitfolgen erkannt werden. Tatsächlich wird die Forschung überwiegend von Biotech-Unternehmen betrieben, die selbst das größte Interesse daran haben, die Gentechnik auf den Markt zu bringen.

Als Argument für die Unbedenklichkeit der Gennahrung wird immer wieder angeführt, dass in den USA oder Kanada entsprechende Lebensmittel längst zugelassen seien. Zahlreiche Veröffentlichungen deuten allerdings darauf hin, dass Interessenverquickungen zwischen Herstellern und den Zulassungsbehörden die Unvoreingenommenheit der Behörden erheblich beeinflusst haben. In Kanada waren diese Fälle auch Gegenstand parlamentarischer Untersuchungsausschüsse.

Es ist sicher notwendig, dass Unternehmen anwendungsorientierte Forschung betreiben. Eine unabhängige Forschung über die möglichen Auswirkungen der Gentechnik auf die menschliche Gesundheit ist dadurch aber nicht zu ersetzen. Und genau diese Forschung steckt überall in den Kinderschuhen. Deshalb hat beispielsweise die British Medical Association die britische Regierung im November 2002 aufgefordert, Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Nutzpflanzen nicht zuzulassen.

Wer die Chancen von Genfood mit den potenziellen Kosten vergleicht, wird ernüchtert sein. Die Nachfrage der Verbraucher ist nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa praktisch nicht vorhanden. Auch die Begeisterung in der deutschen Landwirtschaft hält sich in Grenzen, denn die Absatzchancen für Genprodukte sind gering. Der flächendeckende Einsatz gentechnisch veränderten Saatguts würde zudem die Abhängigkeit der Landwirte von den Großunternehmen der agro-chemischen Industrie noch weiter erhöhen. Und schließlich sind auch die ökologischen Folgen eines großflächigen Anbaus unklar.

Die grüne Gentechnik ist das falsche Feld, um zu beweisen, wie innovationsfreundlich Deutschland ist. Es ist ein Irrglauben, eine Regierung könnte beschließen, was die Wachstumsmärkte von morgen sind – die Beispiele der Atomwirtschaft oder der LKW-Maut zeigen, dass die besten Technologieangebote ohne Akzeptanz und Nachfrage zum Scheitern verurteilt sind. Statt bestimmte Technologien in den Markt zu drücken, muss eine nachfrageorientierte Innovationspolitik Vorrang bekommen.

Nach der BSE-Krise war aus allen politischen Lagern zu hören: Das Vorsorgeprinzip muss zum Leitmotiv des politischen Handelns werden. Selbst wenn die Risiken der Übertragung der BSE-Erkrankung auf den Menschen „minimal“ sind, selbst wenn ein Risiko bisher nicht wissenschaftlich nachweisbar ist, so war BSE doch Anlass für den Aufbau eines nahezu lückenlosen Kontrollsystems.

Die Sorgen von Ärzten über die gesundheitlichen Folgen sollten Anlass genug sein, dem Vorsorgeprinzip auch bei der Gentechnik Vorrang zu verschaffen. Wer Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen in die Supermärkte bringen will, sollte den Verbrauchern zumindest die Wahlfreiheit geben, sich bewusst dafür oder dagegen zu entscheiden. Diese Wahlfreiheit ist derzeit nur höchst lückenhaft, denn bei Produkten tierischen Ursprungs wird es keine Kennzeichnung geben, selbst wenn bei den Futtermitteln Gentechnik im Einsatz war. Wenn Genfood tatsächlich so unbedenklich ist, wie immer wieder versichert wird, dann gibt es keinen Grund, diese Lücken nicht schnell zu schließen.

(Quelle: Edda Müller, Verbraucherzentrale, [http://www.bundestag.de/blickpunkt/101\\_Debatte/0402003.html](http://www.bundestag.de/blickpunkt/101_Debatte/0402003.html))