

# Gentechnik in Landwirtschaft und Ernährung - Kein Thema für Ärzte?

Angela von Beesten

**Neuere Erkenntnisse der Epigenetik<sup>1</sup>, alarmierende Befunde aus Tierfütterungsstudien und unzureichende Erforschung gesundheitlicher Risiken sollten Ärztinnen und Ärzte veranlassen, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, um in der ärztlichen Beratung kompetente Antworten geben zu können.**

**Der Beitrag stellt den aktuellen Stand der Anwendung von Gentechnik in Landwirtschaft und Ernährung (Agrogentechnik) dar, hinterfragt den in Aussicht gestellten Nutzen gentechnisch veränderter Produkte und beleuchtet die Risiken ihrer Anwendung. Gentechnisch veränderte Organismen (GVO) sind in unseren Nahrungsmitteln aus konventioneller Erzeugung inzwischen Realität. Gentechnisch veränderte Pflanzen (gvP) werden seit 2005 in Deutschland kommerziell angebaut. Fast alle aus dem zehnjährigen GVO - Anbau hervorgegangenen Pflanzen produzieren entweder selber Toxine oder überleben infolge ihrer Herbizidresistenz, dass sie mit Totalherbiziden besprüht werden und diese in ihren Zellen anreichern und somit in die Nahrung einführen. Aus vorsorgenden Gesichtspunkten ist es ratsam, vom Verzehr von Genfood zugunsten einer vielfältigen, möglichst naturbelassenen Ernährung abzuraten.**

## Was haben Ärzte mit Landwirtschaft zu tun?

Im 20. Jahrhundert haben die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse sowohl in der Medizin wie auch in der Landwirtschaft zu Entwicklungen geführt, die unser Denken und Handeln herausfordern. Wie Lebensmittel erzeugt werden, die doch die Grundvoraussetzung für Genesung und Gesunderhaltung sind, ist für die meisten Ärzte unserer Zeit kein Thema mehr. Von Hippokrates (etwa 450 v. Ch.) stammt der Satz „Eure Nahrungsmittel seien eure Heilmittel und eure Heilmittel die Nahrungsmittel“, der in unserer Zeit einen gänzlich anderen Sinn bekommen könnte, betrachtet man die modernen, biomedizinischen Zukunftsvisionen der indi-

vidualisierten, für jedermann maßgeschneiderten Medizin. So soll z.B. die sogenannte Nutrigenomik eine mit den individuellen genetischen Komponenten des Menschen abgestimmte "individualisierte Ernährung" entwickeln. „Wer sich nach diesem Konzept künftig richtig ernähren will, der holt sich nicht einfach ungeplant ein Sortiment der gesündesten Lebensmittel aus dem Regal, sondern stimmt gewissermaßen seinen Einkaufszettel zuvor mit seinen persönlichen genetischen Kenndaten ab“ (MÜLLER-JUNG 2003). Die Frage, wo das Lebensmittel endet und wo die Arznei beginnt, ist bisher unbeantwortet. Hürden für diese Ernährungsform werden die aufwendigen Genanalysen stellen und erst recht die vielschichtige Wirkung der Gene und damit auch vieler Eiweiße und Enzyme, durch die das System sich unter Umständen selbst in Frage stellt.

Auch die Anschauungen über die äußeren und inneren Bedingungen des Wachstums der Nahrungspflanzen haben sich durch

### Kontakt:

Angela von Beesten  
Ärztin  
Vorstandsmitglied des Ökologischen Ärztebundes  
Auf der Worth 34  
27389 Vahlde  
avonbeesten@dgn.de

1) Epigenetik: »Epi« heißt soviel wie »darüber«, Epigenetik ist demnach ein System, das sich »über den Genen« befindet. Es ist ein übergeordnetes Informationssystem, mit dessen Hilfe die Zelle die Aktivität ihrer Gene reguliert - oder dirigiert. (KOECHLIN 2005: 150)

*Die moderne naturwissenschaftlich ausgerichtete Medizin hat eine Erfolgsgeschichte hinter sich. Unser Leben ist ohne sie nicht mehr vorstellbar. Sie hat das Verständnis von Krankheit und ärztlicher Kunst gründlich verändert. Gleichzeitig macht der naturwissenschaftliche Blick auf den menschlichen Körper Angst, weil er die Gefahr birgt, dass der Mensch – ebenso wie die Natur, zu der er gehört – gegenüber dem Experten nur noch ein Objekt („der Mensch als physiologische Maschine“) darstellt. Die Übermacht der Experten weckt die Furcht vor Machtmissbrauch.*

(RENESE 2004)

die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse des 20. Jahrhunderts und ihre technische Umsetzung in der Landwirtschaft grundlegend gewandelt. „Äußerlich ist mit der ‚erdelosen Produktion‘ von Gemüse im Kunstsubstrat und der computergesteuert bedarfsgeordneten Gabe von in Wasser gelösten Nährsalzen, sowie der sensorgesteuerten Bereitstellung der Wachstumsbedingungen Licht und Wärme aus nicht natürlichen Quellen ein vorläufiger Höhepunkt in der Synthetisierung der Lebensbedingungen von Kulturpflanzen erreicht. Mit der Veränderung der Erbanlagen wird nun innerhalb des pflanzlichen Organismus in dessen Existenz eingegriffen. Die Pflanze ist damit einem technischen Eingriff und einem nicht natürlichen Einfluss ausgesetzt, wie er in der Kulturgeschichte bisher nicht möglich war. Die Kulturpflanze wird auf Chiffren und Codes reduziert, durch die ihre Wachstums- und Lebensbedingungen lesbar gemacht und gesteuert werden können“ (HISS 2003: 97) Der Mensch und die ihn nährenden Pflanzen- und Tierwelt sind zum Objekt technischer Machbarkeit geworden. Gentechnik bedeutet die Zuspitzung der materialistischen Sicht auf Lebensprozesse.

### **Gentechnik ist nicht das Gleiche wie Züchtung**

Klassische Zuchtmethoden machen sich seit über zehntausend Jahren die Grundlagen der Vermehrung zunutze, um miteinander eng verwandte Lebewesen zu kreuzen. Eine große Vielfalt an essbaren Pflanzen und leistungsfähigen Nutztieren wurde so geschaffen, allein die aus Wildarten gezüchteten verschiedenen regionalen Sorten an Mais, Reis, Weizen zählen Tausende. Durch Entdeckung der Vererbungsregeln wurde gezielte Kreuzung möglich, durch die neue Varietäten gezüchtet werden konnten. Es entstand eine Spezialisierung in der Saatgutherstellung. Heute wird Saatucht überwiegend nicht mehr durch Kreuzung und Auslese von Bauern selbst praktiziert. Sie ist zur hoch spezialisierten Technik geworden, die von Saatgutkonzernen markergestützt unter standardisierten Bedingungen im Labor durchgeführt wird. Saatgut war in der bisherigen Menschheitsgeschichte gemeinschaftliches Eigentum und galt manchen Kulturen als heilig. Die teure Sortenentwicklung führte zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts erstmals in der Geschichte zum Rechtskonstrukt des wirtschaftlichen und geistigen Eigentums (Patente) eines Menschen oder einer Firma an Kulturpflanzen. Nun wurden neue Technologien entwickelt, um die Produktivität zu steigern. Die erheblichen Ertragssteigerungen in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts brachten mehr Krankheiten und Schädlinge

mit sich, durch die die Ernten bedroht waren. Der rasant zunehmende Einsatz von Kunstdünger zur Ertragssteigerung und von Pestiziden zur Beseitigung der Krankheitsfolgen der auf Höchstleistungen gezüchteten Pflanzen führte in den siebziger Jahren zu den gefeierten Erfolgen der sogenannten „Grünen Revolution“ in Drittweltländern. Mit der Entwicklung der Gewebekultur, bei der pflanzliche Teile auf künstlichen Nährböden kultivierbar wurden, wurde Pflanzenzucht zur Biotechnologie, wie wir sie heute kennen und mit der dann folgenden Zellkultur konnten nicht nur Gewebeteile sondern einzelne Zellen kultiviert werden. „Zellen, die mit hydrolytischen Enzymen aus dem Gewebe gelöst wurden, werden in konditioniertem Medium einzeln kultiviert und bis zu ganzen Pflanzen hoch gezogen. Weil diese Zellen die ersten paar Stunden keine Zellwand mehr haben, ist es möglich, sie miteinander zu verschmelzen. Diese Vorgehensweise wird Zellfusion genannt. Theoretisch ist es also möglich, Zellen von verschiedenen Pflanzenarten zu kombinieren“ (HARING 2003:16).

In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts gelang es zum ersten Mal, menschliche Gene in Bakterien zu exprimieren. Dabei tat sich ein Problem auf: Die Interpretationen der genetischen Informationen sind bei Mikroben, Tieren und Pflanzen grundsätzlich unterschiedlich. Durch die Erforschung der Unterschiede wurde es möglich, „rekombinante“ Gene zu erzeugen. „Die rekombinanten Gene sind alle vom Menschen ausgedacht und man wird sie in der Natur so nicht vorfinden. Humaninsulin wird im Menschen von einem anders strukturierten Gen produziert als in einer Bakterie. Das Bt-toxin Gen aus *Bazillus thuringiensis* wurde ganz neu, synthetisch hergestellt, um es für die Maispflanze passend zu machen, damit das Toxin auch in der Pflanze produziert werden kann und die Pflanze resistent gegen den Maiszünsler wird. Es soll also klar werden, dass alle genetisch modifizierten Organismen mit Genen ausgestattet sind, die durch den menschlichen Eingriff entstanden sind“ (HARING 2003: 17).

### **Gentechnik an Tieren**

**Landwirtschaftliche Nutztiere** haben die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ohne Gentechnik bereits erreicht. Wissenschaft und Industrie versuchen nun, mit Hilfe der Gentechnik, ihre Produktivität noch weiter in die Höhe zu treiben. Ein Ziel ist, Tiere den Bedingungen der Massentierhaltung anzupassen. Schnellstmögliche Größe und hohes Schlachtgewicht sollen bei minimalem Futter erreicht, Fleisch und Milch im Hinblick auf Produkte fettarm erzeugt werden. Wachstum, Futtermittelverwertung, Kältetoleranz und Krankheitsresistenz sollen z.B. bei Forellen, Lachsen und Karpfen durch rekombinante Gene von Mensch, Schwein, Rind und/oder Ratte gesteigert werden. Genmanipulierte Lachse werden bis zu acht mal schwerer als normale Zuchtlachse. (UMWELTINSTITUT MÜNCHEN 2004: 6/7) Tiere werden nach Industrie- und Verbraucherwünschen „designed“. Derzeit sind sie noch nicht marktreif, denn gentechnische Veränderung von Tieren erweist sich als überaus schwierig, unter anderem, da das veränderte Genkonstrukt meistens nicht vererbt wird.

Zur Übertragung der Fremdgene auf Pflanzenzellen werden hauptsächlich zwei, im Folgenden vereinfacht dargestellte Methoden angewendet:

**1. Indirekte Genübertragung**

Zur Übertragung von Fremdgenen in Pflanzen wird häufig ein Plasmid<sup>2</sup> aus Bakterien oder Viren als Vektor genutzt.<sup>3</sup> Das Agrobakterium tumefaciens, ein Bodenbakterium, besitzt von Natur aus die Fähigkeit, Teile seines Erbmaterials auf Pflanzenzellen zu übertragen, sie auf diese Weise zu infizieren und dadurch krebsartige Wucherungen im Wurzelhalsbereich hervorzurufen (Wurzelhalsgalle). Die genetische Information für das Tumorstadium befindet sich nicht in den Bakterien-Chromosomen, sondern auf einer mobilen ringförmigen Einheit, dem T-Plasmid. Bei der Infektion einer Pflanzenzelle durch das Bakterium wird die so genannte T-DNA in die Zelle übertragen und an einer beliebigen Stelle in das Genom der Pflanze eingebaut. Diese Fähigkeit des Agrobacteriums nutzt die Gentechnik, indem sie das Bakterium als Vektor einsetzt, um Fremdgene in Pflanzen einzuschleusen. Zuvor werden die tumorbildenden Gene aus dem Plasmid des Bakteriums herausgeschnitten und stattdessen das gewünschte Fremdgen eingebaut. Um festzustellen, ob der künstliche Gentransfer erfolgreich war, werden zusätzlich Gene von Mikroorganismen in die Pflanzenzelle übertragen, die diesen eine Resistenz gegen Antibiotika verleihen. Es sind verschiedene Gene bekannt, die eine Resistenz gegen jeweils bestimmte Antibiotika vermitteln. Besonders häufig wird das nptII-Gen verwendet, welches das Antibiotikum Kanamycin "neutralisiert".

Der Gentransfer mit Hilfe von Agrobakterien ist eine häufig genutzte Methode, die allerdings nur bei bestimmten, insbesondere zweikeimblättrigen (dikotylen) Pflanzen wie z.B. Kartoffeln, Tomaten, Tabak, Rosen, Äpfeln, Sojabohnen, Birnen, funktioniert.

Weniger geeignet sind Agrobakterien zum Einschleusen von Fremdgenen in Getreide (Weizen, Mais, Reis). Bei diesen Pflanzen wird folgendes Verfahren angewendet:

**2. Direkte Genübertragung**

Dabei werden Mikroprojekteile aus winzigen Gold- oder Wolframkugeln mit zahlreichen Kopien des Fremdgens beschichtet. Diese werden dann mit Hilfe einer sogenannten „particle gun“ im „Schrotschussverfahren“ mit hohem Druck auf das Pflanzengewebe geschossen (www.biosicherheit.de) Der Insertionsort der Fremdgene kann dabei nicht vorher bestimmt werden. Er bleibt dem Zufall überlassen. Die Erfolgsraten des künstlichen Gentransfers sind sehr niedrig. Pflanzen sterben ab, weil der Einbau der DNS nicht vollständig war oder weil er instabil ist. „Jeder Versuch bedeutet, dass man sehr viele Pflanzen hochwachsen lassen muss, von denen nur wenige letztendlich überleben. Die Erfolgsrate ist für jede Pflanzenart unterschiedlich und schwankt zwischen 0,1 und 0,001 Prozent“ (HARING 2003: 16).

<sup>2</sup> Plasmide sind kurze, ringförmige DNA - Stücke in Bakterien oder Viren  
<sup>3</sup> Vektoren, auch Genfähren genannt, sind Hilfsmittel der Gentechnik, um fremdes Erbmaterial in Zellen einzuschleusen.

Input-Eigenschaften	Output-Eigenschaften/ Molecular Farming
-> Verbesserung der agronomischen Eigenschaften	-> Verbesserung der Produkteigenschaften
Herbizidresistenz	Stärkemetabolismus
Schädlingsresistenz	Fettsäuremetabolismus
Pilzresistenz	Nährstoffzusammensetzung/-gehalt
Bakterienresistenz	Eliminierung unerwünschter Inhaltsstoffe
Nematodenresistenz	Verlängerte Haltbarkeit
Virusresistenz	Farbe
Trockentoleranz	Reifeverzögerung
Kälte-/Hitzetoleranz	Verarbeitungseigenschaften
Salztoleranz	Herstellung therapeutisch wirksamer Substanzen
Schwermetalltoleranz	Herstellung industrieller Enzyme
Verbesserte Stickstoffaufnahme	Herstellung von erneuerbaren Rohmaterialien
Hybridzüchtung	

Tabelle 1: Ziele und Anwendungsgebiete der Agrogentechnik (VOGEL & POTTHOFF 2003: 4)

**Ziele und Anwendungsbereiche der Agrogentechnik**

Die Eigenschaften, die das Ziel gentechnischer Veränderung sind, lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien einteilen:

**1. Pflanzen mit Input - Eigenschaften**

Die Input - Eigenschaften betreffen den landwirtschaftlichen Aufwand und Ertrag, nicht die Qualität des Endproduktes. Sie sind für Pflanzenzüchter und Landwirte von Bedeutung und haben für die Endverbraucher Mensch und Tier keinen zusätzlichen Nutzen. Die sogenannte erste Generation der bisher vermarkteten gvP besitzen fast ausschließlich Input - Eigenschaften. Es handelt sich dabei überwiegend um Soja, Mais, Baumwolle und Raps, die vorrangig für die Erfordernisse industrialisierter Landwirtschaft mit großflächigen Monokulturen hauptsächlich mit zwei Eigenschaften ausgestattet wurden:

- 1. Herbizidresistenz:** durch gentechnisch eingefügte Resistenzgene werden die Pflanzen unempfindlich gegen ein nicht selektives Totalherbizid (Glyphosat oder Glufosinat). Im Gegensatz zu allen anderen Pflanzen sterben diese nicht ab, wenn sie mit dem Gift besprüht werden.
- 2. Insektenresistenz:** durch Einsetzen von Bakteriengen werden Pflanzen in die Lage versetzt, in jeder ihrer Zellen das Gift des Bazillus thuringiensis (Bt Toxin) selbst zu produzieren, das Fraßinsekten tötet.
- Einige Pflanzen enthalten sowohl Herbizidresistenz als auch Insektenresistenz

Virus-, Pilz-, Bakterien- und Stressresistenz sind Eigenschaften, deren Entwicklung komplexer und schwieriger ist. Sie sind deshalb noch kaum am Markt zu finden.

## 2. Pflanzen mit Output-Eigenschaften

Mit der zweiten und dritten Generation von gvP strebt man die Veränderung ihrer funktionellen Eigenschaften und Inhaltsstoffe an. Dabei geht es primär um die Qualität des Endproduktes. Der Lebensmittelindustrie und den Konsumenten wird ein Zusatznutzen in Aussicht gestellt, indem durch gentechnische Veränderung funktionelle Eigenschaften „verbessert“, der Nährstoffgehalt „optimiert“, unerwünschte Bestandteile - z.B. Allergene wie das Gluten (Klebereiweiß) im Backgetreide - entfernt und Verarbeitungseigenschaften beeinflusst werden sollen. Eine besondere Form der Output - Eigenschaften findet sich beim **Molecular Farming**. Die Pflanzen sollen gentechnisch so verändert werden, dass sie neue, artfremde Substanzen produzieren, die industriell genutzt oder in der Medizin als Impfstoff oder Medikament verwendet werden können. Diese Gruppe von gvP soll zwar auf dem Acker erzeugt werden, dient aber nicht der Ernährung. Hier findet eine zunehmende Verknüpfung von Landwirtschaft, Industrie und Medizin statt. Bisher sind diese Produkte nicht marktreif (VOGEL & POTTHOFF 2003: 35/36). Dennoch wird bereits mit ihrem angeblichen gesundheitlichen Nutzen geworben, um die Akzeptanz der kritischen Bevölkerung für die derzeit am Markt befindlichen Produkte der ersten Generation von gv Pflanzen zu gewinnen.

### Beispiele:

- Das wohl bekannteste Beispiel für gvP mit veränderten Inhaltsstoffen ist der sogenannte **Goldene Reis**, der durch gentechnische Veränderungen in die Lage versetzt wurde, Beta-Karotin, die Vorstufe des Vit. A, zu bilden und dadurch eine gelbe Farbe bekommt. Er wird von Befürwortern der Gentechnik seit Jahren als Lösung des Hungerproblems und der Folgen von Vitamin - A - Mangel angeführt. Zur Marktreife ist er bisher nicht gelangt. Der von der Firma Monsanto entwickelte Karotin-reiche transgene Raps, dessen Samen fünfzig mal mehr Karotin als der normale Raps produziert, wurde nie kommerzialisiert. Die Technologie dazu soll nun beim Indischen Senf eingesetzt werden, der in Indien das am zweithäufigsten eingesetzte Öl liefert. Bisher befindet sich das Projekt noch in der Labor- und Gewächshausphase (VOGEL & POTTHOFF 2003: 36).
- Die Reispflanzen der Firma Ventria sind mit zwei menschlichen Genen ausgestattet, durch die sie Lactoferrin und Lysozym produzieren können, zwei Wirkstoffe der Muttermilch mit antibakteriellen Eigenschaften, die dem Schutz der Säuglinge vor Infektionserkrankungen dienen. In klinischen Studien soll die Wirksamkeit der aus dem Reismehl extrahierten Substanzen getestet werden, z.B. ob Lactoferrin auch bei Eisenmangel helfen kann. Zudem hat Ventria bei der US-Arzneimittelbehörde FDA beantragt, ihr Reismehl als medizinisch wirksames Lebensmittel, als so genanntes Nutraceutical, anzuerkennen (LÖHR 2004).
- Essbare Impfstoffe gegen Hepatitis B Erreger sollen in Bananen wachsen; Forscher der Universität Gießen züchten Entsprechendes in Karotten ([www.bio.org](http://www.bio.org), <http://www.netzeitung.de>).
- Auch für Tiere sollen essbare Impfstoffe in Pflanzen entwickelt werden. Gegen Maul- und Klauenseuche, Schweinepest, Geflügel-Influenza, Schweine-Diarrhö und Tollwut wurden bereits transgene Pflanzen hergestellt (THOMAS & BRADFORD 2001).
- Reduziertes Allergiepotehtial wird in Aussicht gestellt, z.B. arbeiten australische Forscher an gv Weidelgras mit verringertem Allergengehalt (<http://www.isaaa.org>).
- Gentechnik-Joghurt soll gegen Karies schützen. Dafür wurde das Erbgut von Milchsäurebakterien so verändert, dass diese sich an Kariesbakterien heften (SCHWÄGERL 2002).
- In Tabakpflanzen sollen Mittel gegen Kariesbakterien produziert werden, die auf die Zähne getropft oder dem Kaugummi beigemischt werden können (<http://www.kcl.ac.uk/phpnews/wmview.php?ArtID=194>).
- **Fruktane** sind nach Stärke die am weitesten verbreiteten Speicherkohlenhydrate höherer Pflanzen. Im menschlichen Verdauungssystem werden sie von Enzymen nicht aufgespalten und passieren so Magen und Darm unverändert. Den Kalorienhaushalt belasten sie deshalb nicht, obwohl sie Kohlehydrate sind. Durch ihre fördernde Wirkung auf die positive Darmflora regen sie die Verdauung an. Da ihnen von einigen Wissenschaftlern auch eine Blutfett senkende und Dickdarm-Krebs verringende Wirkung zugesprochen wird, gelten sie als vielversprechende Substanzen für funktionelle Lebensmittel. Fruktane kommen natürlich in Knoblauch, Zwiebeln, Chicorée, Topinambur, und Artischocken reichlich vor. Die beiden Fruktane Inulin und Oligofruktose sind Kohlenhydrate, die heute in Joghurts verwendet werden. Oligofruktose schmeckt süß und eignet sich dadurch als Zuckeraustauschstoff. Mit Hilfe von Gentechnik sollen Artischockengene in Zuckerrüben eingebracht werden, um dann einen Zucker mit halb so vielen Kalorien produzieren zu können. In Kartoffeln soll Inulin erzeugt werden. Fruktane sind auch Basismaterial für Leim, Polymere und Textilien und könnten auch als industrieller Rohstoff interessant sein (VOGEL & POTTHOFF 2003: 37).
- **Futtermittelpflanzen** sollen gentechnisch in ihren Inhaltsstoffen den Bedürfnissen entsprechend verändert werden. In den USA und der EU finden Freisetzungversuche statt z.B. mit Gerste mit reduziertem Phytatgehalt, Luzerne mit reduziertem Ligningehalt, Mais mit reduzierten Mykotoxinen (VOGEL & POTTHOFF 2003: 44, Tab. 16).

---

## Nachwachsende Rohstoffe

In Ländern mit hochtechnisierter Landwirtschaft beobachten wir eine starke Überproduktion an Nahrungsmitteln. Hier wird der Züchtung von Pflanzen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe eine hohe Wertschöpfung für die Landwirtschaft zugesprochen. Besonders die Aussicht, dass durch sie fossile Energieträger ausgetauscht und risikoreiche Energiequellen schrittweise ersetzt werden könnten, macht sie zum Hoffnungsträger und Werbe-schlager für die Landwirtschaft. Zur Gewinnung von Stärke, Zucker, Zellulose, Kautschuk, Ölen, und Fetten, die z.B. zur Herstellung von Arzneimitteln, Verpackungen, Papier, Pappe, und in der Bauindustrie, der Kosmetik, der Waschmittelindustrie, der Textilindustrie genutzt werden, erschließen sich reichlich Einsatzmöglichkeiten für Verfahren der Gentechnik.

---

## Was wird weltweit bereits kommerziell angebaut?

Der kommerzielle Anbau von gvPflanzen wurde in den USA begonnen und findet in nennenswerter Größenordnung seit 1996 statt. Im Jahr 2004 wurden auf insgesamt 81 Millionen Hektar gvP

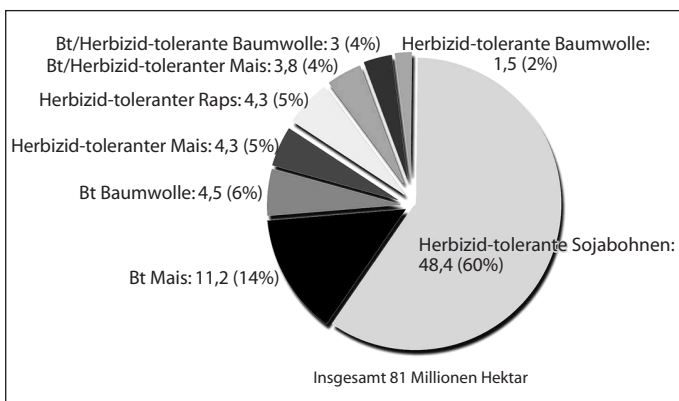


Abb. 1: Hauptmerkmale der am Markt befindlichen gv Pflanzen: GVO Pflanzenanbau 2004 in Millionen Hektar (JAMES 2004)

in 17 Ländern der Welt angebaut. Hauptanbauländer sind die USA mit 47,6, Argentinien mit 16,2, Kanada mit 5,4, Brasilien mit 5,0, China mit 3,7 und Paraguay mit 1,2 Millionen Hektar Anbaufläche. Indien, Südafrika, Uruguay, Australien, Rumänien, Mexiko, Spanien, Philippinen, Kolumbien und Honduras (in absteigender Reihenfolge) bauen weniger als eine Millionen Hektar gvP an. Die am Markt befindlichen gvP besitzen mit Herbizidresistenz (72 %), Insektentoleranz (20 %) und einer Kombination von beidem (8 %) ausschließlich Input-Eigenschaften (Quelle:www.isaaa.org), die für die Verbraucher keinerlei Vorteile besitzen. Der Einsatz dieser Pflanzen ist besonders für industrielle Landwirtschaft interessant, die in großen Monokulturen ohne störendes Beikraut jedes Jahr die gleichen Pflanzen anbauen will. Mit dem Einsatz gentechnischer Verfahren werden dem Landwirt höhere Erträge, geringerer Herbizid- und Insektizidverbrauch und einfacheres Management in Aussicht gestellt. Der Anbau verteilt sich auf Soja (60 %), Mais (23 %), Baumwolle (12 %) und Raps (5 %). Daneben wurden in geringem Ausmaß vor allem in den USA Kürbis, Melone, Kartoffel und Papaya mit eben diesen Eigenschaften angebaut. Kulturpflanzen mit Resistenzen gegen Pilze und Viren sind schon länger im Erprobungsanbau. Pflanzen mit veränderten Inhaltsstoffen sind seit Jahren in Entwicklung und im Versuchsanbau, aber nicht im Handel. In Deutschland wurde mit dem Anbau von gvP erstmalig kommerziell im Jahr 2004 auf 300 Hektar begonnen und zwar mit dem mit einer Insektenresistenz ausgestatteten Bt-Mais MON 810 des amerikanischen Saatgutkonzerns Monsanto.

### Gentechnik auf dem Teller

Nahrungspflanzen, tierische Produkte, Mikroorganismen, Enzyme, Aminosäuren, Vitamine, Proteine, Stärken, Öle, also fast alle Lebensmittelbestandteile, können im industriellen Produktionsprozess mit gentechnischen Verfahren in Berührung kommen. In Lebensmitteln können Sojaprodukte und Maisprodukte aus gentechnischer Erzeugung enthalten sein z.B. in Sojalecithin, Sojaöl, Cornflakes, Maisöl, Rapsöl usw.<sup>4</sup> In importierten Futtermitteln sind GVO zum Teil schon in hohen Anteilen vertreten.

4) Greenpeace aktualisiert regelmäßig eine Liste der Nahrungsmittel, die im Handel als GVO gekennzeichnet sind unter: [www.einkaufsnetz.de](http://www.einkaufsnetz.de) Gen-Alarm: Liste gekennzeichnete Lebensmittel

### Kategorien der Nahrungsmittel aus gentechnischer Produktion

- das Lebensmittel ist selber ein GVO**  
Beispiele: Gemüse-Mais, Soja, Kürbis, Melone, Raps, Kartoffel, Papaya mit Insektizid- und/oder Herbizidresistenz ;Flavr savr Tomate USA (als Antimatschtomate bekannt, 1996 wieder vom Markt genommen)
- das Lebensmittel enthält lebende GVO**, ist aber selbst kein GVO, z.B. Joghurt mit genetisch veränderten Lebkulturen wie Milchsäurebakterien (derzeit noch nicht am Markt)
- das Lebensmittel enthält isolierte oder verarbeitete Produkte aus GVO**, aber nicht mehr den lebenden GVO: Enzyme, Aminosäuren, Vitamine, Proteine, Stärken, Öle;
- das Lebensmittel enthält inaktivierte GVO** z.B. Tomatenketchup, Kartoffelpüree, Fruchtarmeladen, pasteurisierter Joghurt, Brühwurst, Bier, Brot

### In der Nahrungsmittelproduktion wird Gentechnik bereits eingesetzt

- zur fermentativen Gewinnung von Hilfs- und Zusatzstoffen durch gentechnisch veränderte Mikroorganismen und Zellkulturen aus GVO. Aus GVO oder den Fermentationsbrühen werden Geschmacksverstärker, Enzyme, Süßstoffe (z.B. Aspartam), Aromen, Vitamine (z.B. Carotin, Vit. C, E, Riboflavin B2, B12) Hormone und Dickungsmittel isoliert.
- zur Herstellung von GVO als Starter- und Schutzkulturen: Milchsäurebakterien, Hefen, filamentöse Pilze; diese GVO werden zunehmend in der Milch-, Fleisch-, Obst- und Gemüseverarbeitung, im Brau- und Backgewerbe sowie bei Fein- und Frischkostprodukten eingesetzt. Organische Säuren wie Zitronensäure, Apfelsäure, Milchsäure und Essig können mit GVO hergestellt werden.
- in der Lebensmittelüberwachung mit Hilfe gentechnischer Verfahren zur Kontrolle von Prozesstechnik, Hygiene, Lebensmittelqualität und zum Nachweis genveränderter Lebensmittel.

Seit 18. April 2004 gilt in Deutschland die neue **Kennzeichnungsverordnung**, nach der jede direkte Anwendung eines GVO im Verlauf der Herstellung oder Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln kennzeichnungspflichtig ist, unabhängig davon, ob der GVO-Einsatz im Endprodukt nachweisbar ist. Der Schwellenwert für in der EU bereits zugelassene GVO beträgt 0,9 Prozent (bezogen auf die jeweilige Zutat). Sofern sie zufällig in das Produkt gelangt und technisch unvermeidbar sind, bleiben GVO-Anteile bis zum Schwellenwert kennzeichnungsfrei.

Um den Erhalt gentechnikfreier Landwirtschaft zu gewährleisten, müsste der Schwellenwert für GVO-Verunreinigungen im Saatgut Null Prozent betragen, für praktikabel halten Gentechnik-kritische Verbände höchstens 0,1 Prozent (Nachweisgrenze). Eine gesetzliche Regelung steht noch aus.

Da in verarbeiteten Nahrungsmitteln bisher nur geringe Anteile von gvP vorkommen, kommt der Mensch überwiegend mittelbar, also bei Verzehr tierischer Produkte, damit in Berührung. Produkte wie Eier, Milch und Fleisch von mit gv Futter aufgezogenen Tieren sind aber von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen, so dass sie für Verbraucher nicht identifizierbar sind. Mit der Zulassung des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland wird auch der Honig mit dem Pollen der veränderten Pflanzen

Kennzeichnungspflichtig sind:	Nicht kennzeichnungspflichtig sind:
<p><b>1. Alle Lebensmittel, Zutaten oder Zusatzstoffe, die aus GVO hergestellt sind z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öle aus gv Sojabohnen oder gv Raps</li> <li>• Stärke aus gv Mais</li> <li>• Traubenzucker und Glukosesirup aus gv Maisstärke</li> <li>• Zusatzstoffe wie Lecithin aus gv Sojabohnen</li> <li>• Aroma aus gv Sojaeiweiß</li> </ul> <p><b>2. Alle Lebensmittel, die selbst ein GVO sind z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartoffel, Maiskolben, Tomate, Soja</li> <li>• Fisch (lebend) (noch nicht am Markt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fleisch, Milch und Eier von Tieren, die mit gv Futtermitteln gefüttert wurden</li> <li>• Honig</li> <li>• Hilfsstoffe, die in der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt werden, aber im Lebensmittel selbst keine Funktion mehr haben, z.B. das in der Käseherstellung verwendete Enzym Chymosin oder gentechnisch erzeugte technische Hilfsstoffe.</li> </ul>
<p><b>3. Alle Lebewesen, die GVO enthalten, z.B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joghurt mit gv Bakterien</li> <li>• Weizenbier mit gv Hefe</li> <li>• Alle Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die zufällige oder technisch unvermeidbare Spuren von GVO enthalten, müssen dann gekennzeichnet werden, wenn der Anteil dieser GVO-Spuren mehr als 0,9% des Lebensmittels beziehungsweise der Lebensmittelzutat ausmacht.</li> </ul>	<p><b>Kennzeichnungstext:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „enthält genetisch veränderten...“ oder</li> <li>• „genetisch verändert“</li> </ul>
<p>(Quelle: BMVEL 2004)</p>	

Tab. 2: Kennzeichnungsverordnung

verunreinigt. Honig wird als tierisches Produkt ebenfalls nicht gekennzeichnet.

### Gesundheitliche Risiken der Agrogentechnik

Die Freisetzung von GVO in Ökosysteme und der Verzehr von Nahrungsmitteln aus GVO sind mit erheblichen Risiken verbunden, deren Ausmaß bisher nicht eingeschätzt werden kann<sup>5</sup>. Die spezifische Qualität dieser biologischen Risiken besteht darin, dass GVO leben und sich vermehren können. Darum erfordert die Risikobewertung andere Kriterien als bei toter Materie wie z.B. bei chemischen und strahlenden Stoffen. Über Auswirkungen von GVO in der Natur und im menschlichen Organismus liegen bisher keinerlei fundierte Erfahrungen vor. Nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Anwendung von GVO in Landwirtschaft und Ernährung gravierende Gefahren für Ökosysteme und für die Gesundheit von Mensch und Tier mit sich bringt. Die Risikobetrachtung dieses Beitrags geht vorrangig auf gesundheitliche Risiken ein.

Lebensmittelsicherheit wird laut EU-Richtlinien angenommen, wenn eine „den höchstmöglichen Anforderungen standhaltende wissenschaftliche Bewertung aller damit verbundenen Risiken für die Gesundheit von Mensch und Tier durchgeführt wurde“ (www.bfr.bund.de/215: EG 1829/2003 „Food Feed-Richtlinie“). Der Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit der bereits

<sup>5</sup> Zum Vorsorgeprinzip siehe in diesem Heft den Beitrag von D. Ammann

zugelassenen GVO liegt das 1990 von der Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) formulierte Prinzip der substantiellen Äquivalenz zugrunde. „Dem Prinzip der substantiellen Äquivalenz liegt die ungeprüfte Hypothese zugrunde, dass auf Basis von vergleichenden chemischen Inhaltsstoffanalysen eine vollständige Aussage über das Fehlen oder Vorhandensein von gesundheitlichen Risiken von GVO getroffen werden kann. Doch Beispiele aus der Medizin zeigen, dass Änderungen in der 3-dimensionalen Struktur von Proteinen von gentechnisch hergestellten Medikamenten zu unerkannten gesundheitlichen Risiken führen können“ (MÜLLER 2004: 2).

Bisher gibt es keine adäquaten, effektiven Tiermodelle und Methoden mit genügender Empfindlichkeit und Spezifität, mit denen unbeabsichtigte Gesundheitseffekte von GVO festgestellt werden könnten. Fütterungsversuche dauern meistens nicht länger als drei Wochen. Ebenso wenig gibt es epidemiologische Studien an Menschen, die Zusammenhänge zwischen dem Verzehr von Genfood und Erkrankungen erforschen. Für die Notwendigkeit, GVO in regional eng begrenzten Langzeitstudien vor ihrer weltweiten Verbreitung im Hinblick auf dauerhafte gesundheitliche und ökologische Verträglichkeit zu prüfen, fehlen Zeit und vor allem Geld. Sie sind bei sinkendem Anteil staatlich finanzierter Forschung in Umfang und Genauigkeit begrenzt. Daraus ergibt sich, dass unabhängige Studien immer schwerer erhältlich sind und somit von interessierter Seite als „Minderheitsmeinung“ abgetan werden können.

Eine umfassende Österreichische Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die Datenlage für die Abschätzung der Lebensmittel-

sicherheit bei gv-Roundup-Ready-Sojabohnen und Bt-Mais unzureichend ist: "Wesentliche Informationen, die die Sicherheit des Lebensmittels belegen sollen (z.B. chronische toxikologische Studien), wurden von den Antragstellern im Rahmen des Zulassungsverfahrens nicht vorgelegt und von den Behörden nicht eingefordert. GVO sind sicher, wenn sie nach dem besten Stand des Wissens vollständig geprüft werden und keine offenen Fragen bestehen...Von vielen Politikern...wird der fehlende Nachweis eines Risikos mit dem Fehlen des Risikos gleichgesetzt. Auf Basis dieser Annahme ließe sich beweisen, dass gentechnisch veränderte Lebensmittel umso sicherer sind, je weniger sie untersucht wurden" (MÜLLER 2004: 1).

## Beispiele gesundheitlicher Risiken

### Epigenetik und unbeabsichtigte Effekte:

Die Grundannahme der Gentechnik, ein Gen sei für eine Funktion verantwortlich, ist inzwischen überholt. Die Funktionen werden durch das jeweilige Umfeld des Gens mitbestimmt. Ungewollte Veränderungen des Genoms - Nebenwirkungen des gezielten gentechnischen Eingriffs - können ungewollte und unerkannte Folgen zeigen. Beeinträchtigungen des Immunsystems, der Blutbildung, der Fortpflanzung, Krebs, Allergien und neue Krankheiten müssen als mögliche Reaktionen des Empfängerorganismus bedacht werden<sup>6</sup>.

- In Australien wurde im November 2005 ein mehrjähriger Versuch mit gv-Erbсен aus Sicherheitsbedenken abgebrochen, weil die Erbsen bei Feldmäusen Lungenentzündungen auslösten. In den Erbsenpflanzen wurde gentechnisch eine Resistenz gegen den Befall durch den Gemeinen Erbsenkäfer erzeugt, indem ihm ein Bohnen-Gen eingepflanzt wurde, das ein Enzym (Alpha-Amylase) für die Verdauung von Stärke blockiert. Die Larven der Schädlinge können so die Stärke der Gen-Erbсен nicht verdauen und verhungern. Die Forscher fanden heraus, daß ihr Eiweiß sich während des gentechnischen Eingriffs ungünstig verändert hat. Die Mäuse bildeten Antikörper gegen den Hemmstoff und erkrankten innerhalb von vierzehn Tagen. Offenbar führt die gleiche genetische Bauanweisung in Erbsen und Bohnen zu unterschiedlichen Produkten. Die CSIRO-Forscher fanden, dass der Amylase-Hemmer in Erbsen mit anderen Zuckern verknüpft wird als in Bohnen. Die andere Verzuckerung sehen Forscher als Ursache dafür, dass das Immunsystem der Mäuse unterschiedlich auf die Moleküle reagiert (PRESCOTT et al. 2005). Der Vizechef des staatlichen australischen Forschungsinstituts CSIRO, Thomas Higgins vermutet, dass die Reaktion der Mäuse auf das Protein auch bei Menschen geschehen würde (ROGENER 2005).
- Der im Jahr 2004 in Europa zugelassene Mais MON 836 der Firma Monsanto war Anlass für heftige Kritik an der Zulassungspraxis der EU. Im Rattenexperiment zeigten die männlichen Ratten nach neunzig Tagen gv- Mais Fütterung deutlich erhöhte Zahlen weißer Blutkörperchen und Lymphozyten und Anstieg von Nierenerkrankungen. Bei den weiblichen Ratten sank die Erythrocytenbildung (KOHL 2004)

- Bei über 8 Monate mit der gesamten Roundup-Ready-Sojabohne gefütterten Mäusen wiesen histopathologische Befunde Veränderungen der Enzymaktivität in der Bauchspeicheldrüse sowie veränderte Zellkerne in den Leberzellen der Mäuse erst ab einer Versuchsdauer von 120 Tagen bis zum Ende der Versuchszeit auf (MALATESTA et al. 2002a,b). Ursache und mögliche Implikationen der veränderten (irreguläre Form und kleinere) Leberzellkerne und veränderter Enzymaktivität sind bis dato unklar. Dichtgepackte Zellen und vergrößerte Zellkerne weisen auf Vorstadien von Krebszellen hin (BACKMAN et al. 2000). Dies unterstreicht die Notwendigkeit von Tests, die chronische und cancerogene Effekte untersuchen" (MULLER 2004: 1).
- Arpad Pusztai (Rowett-Institut Schottland) verfütterte 1998 an junge Ratten Kartoffeln, die gentechnisch mit einem Schneeglöckchengen mit Insektenschutzeigenschaften ausgestattet waren. Die Ratten zeigten daraufhin Veränderungen der Organgewichte, Wachstumsstörungen und Irritationen des Immunsystems (EWEN & PUSZTAI 1999).
- Soja wies infolge gentechnischer Veränderungen unerwartet veränderte Phytohormonspiegel auf (LAPPÉ et al. 1999).
- Ein großer Prozentsatz der gentechnisch erzeugten Eiweiße entspricht nicht dem natürlichen Ausgangsmolekül; Unterschiede in der Aminosäuresequenz werden angetroffen (z.B. fand man bei der Produktion von Wachstumsfaktoren {mouse epidermal growth factor} aus Bakterien {E.coli} eine unerwartet hohe Fehlerrate (8% bis zu 20%) im Ablesevorgang der RNS zum Eiweiß (SCORER et al. 1991).

**Gesundheitsgefahren von Herbiziden und Insektiziden**, die später in den Nahrungskreislauf gelangen, sind viel zu wenig geprüft. Alle bisher kommerzialisierten gvP bilden entweder selber ein Toxin zur Insektenabwehr (Bt-Toxin) und/oder sie sind infolge ihrer gentechnischen Veränderung in die Lage versetzt, zu überleben, obwohl sie mit den Totalherbiziden Glyphosat oder Gufosinat besprüht wurden und diese in ihren Zellen anreichern. Der Forschungsschwerpunkt liegt bisher nur auf den Auswirkungen der gentechnischen Veränderung. Eine Neubewertung der toxischen Wirkungen des mit der gv-Pflanze verzehrten Herbizids und den möglichen Wechselwirkungen anhand chronisch-toxikologischer Tests ist längst überfällig, denn der Anbau von gv-Pflanzen ist weltweit mit dem großflächigen Einsatz des Totalherbizids verbunden, gegen das die gv-Pflanze resistent ist. Das von Monsanto vertriebene Glyphosat mit dem Handelsnamen Roundup hat mit über 90% den weitaus größten Anteil am Weltmarkt. Glufosinat wird seit den 80er Jahren im Obst-, Wein-, Getreide- und Gemüsebau eingesetzt und gehört in Europa und den USA zu den meistverwendeten Herbiziden. Der Wirkstoff ist in den BAYER-Produkten Liberty und Basta enthalten.

- Die Auswertung von elf Anträgen auf die europaweite Zulassung von Gentech-Pflanzen durch das Österreichische Umweltbundesamt, in der die Angaben zu potentiellen toxischen und allergischen Wirkungen untersucht wurden, kam zu dem Ergebnis, dass ein größerer Teil der in den Anträgen zitierten Untersuchungsergebnisse zur Toxikologie nur in Form von Literaturhinweisen oder Kurzfassungen enthalten war und deshalb nicht nachvollzogen oder beurteilt werden konnte. Daten zur Toxizität der ganzen Pflanze oder ihrer Produkte waren demnach in keinem Fall experimentell ermittelt worden. Stattdessen basierten die Aussagen zur Toxizität der transge-

6) zur Epigenetik siehe in diesem Magazin: TAPPESER & HOFFMANN: Das überholte Paradigma der Gentechnik und MOCH: Das unterschätzte Risiko - Interviews mit neun WissenschaftlerInnen zum Thema gentechnisch veränderter Pflanzen.

nen Pflanzen im Wesentlichen auf Annahmen. Bei den herbizidresistenten Pflanzen war meist unklar, ob in den Studien Pflanzen verwendet wurden, die mit Herbizid behandelt waren (SPÖK et al. 2002).

- Die Industrie führt experimentelle toxikologische Untersuchungen nur sporadisch, Studien zur chronischen Toxizität von GVO gar nicht durch. Es wird nur das isolierte gentechnisch veränderte Eiweiß und nicht die gesamte Pflanze getestet. Unbekannte Nebeneffekte und Wechselwirkungen werden so nicht erfasst. Bei Vergleichen mit der gentechnisch nicht manipulierten Ausgangspflanze werden nur die Inhaltsstoffe (z.B. Fettsäuren, Proteingehalt, Stärkegehalt) geprüft. Es gibt kaum Untersuchungen im Hinblick auf Giftigkeit (GLOBAL 2000 2005).
- Inzwischen ist belegt, dass Bt-Toxin nicht - wie vorher angenommen - in wenigen Sekunden bis Minuten im Magen abgebaut wird. Es ließ sich im gesamten Darmbereich und im Kot von Schweinen nachweisen (CHOWDHURY et al. 2003). Die Folgen sind bisher unbekannt.
- "Japanische Wissenschaftler warnen vor Risiken des von der Firma BAYER vertriebenen Pestizids Glufosinat. Dr. Yoichiro Kuroda vom Tokyo Metropolitan Institute for Neuroscience kommt in der Fachzeitschrift Kagaku zu dem Ergebnis, dass Glufosinat die Entwicklung des menschlichen Gehirns beeinträchtigen und Verhaltensstörungen hervorrufen kann. Kuroda leitet die von der japanischen Regierung finanzierte Untersuchung 'Effects of Endocrine Disrupters on the Developing Brain' (CBG 2005)
- Studien einer französischen Forschergruppe ergeben, dass Zellen der menschlichen Gebärmutter sehr empfindlich auf das Totalherbizid Roundup reagieren, selbst bei niedrigerer Konzentration als im landwirtschaftlichen Einsatz. (Richard et al. 2005) Prof. Gilles-Eric Seralini folgert daraus, dass dadurch Fehl- und Frühgeburten bei Nordamerikanischen Farmern erklärlich sein könnten (Interview mit Professor Gilles-Eric Seralini, in GREENPEACE 2005: 29).
- Wissenschaftler der Universität Pittsburgh (US-Bundesstaat Pennsylvania) kommen in einer Untersuchung zu dem Schluß, dass Roundup sehr viel giftiger sei, als bisher angenommen. Demnach sei das weltweit am zweithäufigsten eingesetzte Herbizid für Amphibien "extrem tödlich". Die Studie erschien im Fachmagazin "Journal Ecological Applications". (PM der Universität Pittsburgh, 01.04.05, www.pitt.edu).



Abb. 1: Die Forschungen in den Genlabors laufen auf Hochtouren

- Zur Bewertung herbizidresistenter Pflanzen fordert der französische Forscher Seralini, GVO genau so wie Pestizide zu beurteilen: „Die Pestizidrichtlinie CEE/91/414 fordert eine viel umfassendere Beurteilung. Wenn Sie ein neues Pestizid bewerten wollen, müssen Sie es drei Monate an drei verschiedene Spezies verfüttern - meist sind das Ratten, Mäuse und Hunde. Außerdem ist vorgeschrieben, dass das neue Pestizid einer Tierart - zumeist Hunden - für die Dauer von einem Jahr und einer anderen - in der Regel Ratten - zwei Jahre lang verfüttert werden muss. Es gibt absolut keinen wissenschaftlichen Grund, diese Experimente nicht auch auf die aktuellen GVOs zu übertragen...Ich denke, es ist töricht, Menschen lebenslang GVOs zu geben, wenn zur gleichen Zeit noch nicht einmal eine Vorschrift existiert, nach der wenigstens dreimonatige Toxizitätstests durchgeführt werden müssen.“ (Interview mit Professor Gilles-Eric Seralini, in GREENPEACE 2005: 30; siehe auch Zusammenfassung von Katja Moch in diesem Heft).

#### Antibiotikaresistenz:

1. Im Darmtrakt von Bienen konnte nachgewiesen werden, dass Antibiotikaresistenzgene der Raps-pflanze (dort als Markergene eingebaut) durch horizontalen Gentransfer in die DNA der Darmmikroorganismen gelangten (KAATZ 2000).
2. Durch die Verwendung von Antibiotikaresistenzgenen als Marker wird Antibiotikaresistenz auf Mikroorganismen des Darms übertragen. Sie gelangen mit der Ausscheidung in die Umwelt und fördern die zunehmende Entwicklung von Antibiotikaresistenzen.

#### Allergien:

das Risiko von Lebensmittelallergien steigt mit Einführung fremder Gene, die Proteine produzieren. Bisher gibt es keine eindeutigen Tests für neue Allergene und es liegen noch keine Erfahrungen zu den allergenen Wirkungen der gentechnisch erzeugten Lebensmittel vor. Oft entwickeln Allergien sich erst im Laufe von Jahren. Nur durch klinische Studien, in denen Menschen die gentechnisch veränderte Nahrung in Kurzzeit- und Langzeittests zu sich nehmen, könnte eine aussagekräftige Beurteilung der Allergenität stattfinden, vorausgesetzt, alle Parameter der gentechnischen Veränderung wären bekannt.

#### Gentransfer

#### Die Auswirkungen synthetischer DNA aus gentechnisch veränderten Lebens- und Futtermitteln auf Mensch und Tier sind unbekannt.

- Bisher galt die Lehrmeinung, dass die über die Nahrung aufgenommene DNA im Verdauungstrakt bis auf ihre Grundbausteine abgebaut wird und nur die verbleibenden Nucleotide mit ihren molekularen Strukturen in den Organismus aufgenommen werden. Neuere Untersuchungen zeigen, dass Pflanzen-DNA den Magen-Darm-Trakt unbeschadet passiert, über das Darm-assoziierte Lymphsystem in die Lymphgefäße und von dort in Lymphocyten, die Blutbahn und einzelne Organe wie Leber und Milz transportiert wird und im Muskelfleisch von Legehennen, Hähnchen, Kühen, Schweinen, und auch in der Kuhmilch nachgewiesen werden kann. Unbekannt ist, ob resorbierte gentechnisch manipulierte DNA - Sequenzen auf den Empfänger-Organismus gesundheitliche Auswirkungen haben (KLOTZ et al. 2002, DOERFLER et al. 2001, REUTER 2003).



- „Bei Nematoden konnte gezeigt werden, dass Nahrungs-RNA in der Lage ist, Gene stillzulegen“ (Kamath R.S. in MÜLLER 2004: 2).
- Das Team um Raffaele Mazza von der Universität Piacenza (Italien) fand bei einem fünfunddreißig Tage dauernden Fütterungsversuch mit Schweinen Bruchstücke des synthetischen Gens der Gentech-Maissorte MON 810, einem Bt-Mais mit Insektenresistenz von Monsanto, in Blut, Leber, Milz und Nieren der Tiere (MAZZA et al. 2005).

„**Pharma-Pflanzen** stellen ein neuartiges Risiko dar. Da sie vorwiegend an Nahrungspflanzen wie Mais, Soja oder Kartoffeln entwickelt werden, drohen sie, die Lebensmittel mit pharmazeutisch wirksamen Substanzen zu verunreinigen. Dass sich Gentech-Produkte entlang dem Warenfluss mit anderen Lebensmittelprodukten unkontrolliert vermischen können, zeigte bereits der **Star-Link-Skandal**. Damals verunreinigte ein allergieverdächtiger und deshalb nur als Futtermittel zugelassener Bt-Mais grossräumig die Lebensmittelkette. Wie realistisch die Kontamination auch bei Pharma-Pflanzen ist, zeigt ein weiterer Fall aus den USA: „Im Jahr 2002 fand die US-Landwirtschaftsbehörde Spuren von Gentech-Mais in einem Silo voller Sojakörner. Eigentlich nichts Ungewöhnliches in einem Land, in dem bereits ein Drittel der Maisernte und drei Viertel der Sojaernte von Gentech-Pflanzen stammen. Doch der Fall entpuppte sich als Skandal. Der Gentech-Mais hätte niemals mit Nahrungsmitteln in Kontakt kommen dürfen. Der Grund: Der Mais produzierte in seinen Zellen einen Impfstoff gegen eine Viruskrankheit bei Schweinen“ ([http://www.gentechnologie.ch/zeitung/35\\_kette.htm](http://www.gentechnologie.ch/zeitung/35_kette.htm) - kopf).

Die Behauptung, dass GVO der 2. und 3. Generation mit veränderten Inhaltsstoffen der Gesundheit dienen, ist bisher nicht belegt. Ihr steht die Tatsache gegenüber, dass ihre Herstellung noch kompliziertere gentechnische Eingriffe erfordert, deren Folgen noch weniger eingeschätzt werden können.

### Ärztlicher Rat: gesunde Lebensmittel statt Gentechfood

Molekularbiologie und Biotechnologie erschließen in rasanter Beschleunigung neues Wissen und faszinierende Möglichkeiten. Zunehmend sehen wir uns in der Lage, mit Hilfe eines „genetischen Modellbaukastens“ das, was an der Lebenswelt defizitär erscheint, im Labor zu verbessern oder neu zu erfinden. Politik und Wirtschaft sprechen von Zukunftstechnologie, enormem Innovationspotential, einem weltweiten Wettlauf in der Forschung, zukünftigen Märkten. Die Skepsis vieler Menschen sowie medizinische, ethische, ökologische und andere Einwände werden oft bedenkenlos beiseite gedrängt.

Festzuhalten bleibt:

- Die Freisetzung von GVO, verbunden mit Patenten und Monopolbildungen, ist ein Angriff auf das Menschheitserbe der unermesslichen Vielfalt an Arten und Sorten von Kulturpflanzen.
- Die mit der Gentechnik verbundenen Risiken zeichnen sich erst allmählich ab. Ohne vorhergehende unabhängige, sorgfältige und langfristige Risikountersuchungen ist ein spätes „böses Erwachen“ wahrscheinlich.
- Die Folgen der Gentechnikanwendung sind nicht wieder rückgängig zu machen.



Abb. 2: Auch unsere Grundnahrungsmittel sind bereits im Visier der Gentech-Industrie

- Gentechnik wird eingesetzt in einer Landwirtschaftsform, die nicht ohne Gifte und Kunstdünger auskommt und auch gar nicht die Absicht hat, das zu tun. Sie fördert eine Monokultur-Landwirtschaft, durch die die Artenvielfalt und damit die Grundlage der Nahrungspflanzenvielfalt reduziert wird. Durch den Verzehr dieser Pflanzen werden dem Konsumenten nicht nur die transgene DNA sondern auch die Totalherbizide und Toxine mit nicht einschätzbarem Risiko in der Ernährung zugemutet.
- Menschen, Tiere und Ökosysteme werden auf der ganzen Welt Teilnehmer dieses unkontrollierten Grossversuchs, mit ungewissem Ausgang.
- Die Agrogentechnik löst keins der drängenden Probleme unserer Zeit. Denkbarem zukünftigem Nutzen steht bis auf weiteres ein nicht zu überblickendes Risikopotential gegenüber.
- Natur und insbesondere die ökologisch orientierte Landwirtschaft bieten uns alles, was für eine gesunde Ernährung notwendig ist.

Aus allen diesen Gründen kann der vorsorgliche ärztliche Rat nur lauten:

#### **Gentechnisch veränderte Lebensmittel gehören nicht auf den Speiseplan.**

Angesichts zunehmender Umweltbelastungen ist es für kranke Menschen von größter Bedeutung, möglichst biologisch erzeugte, gesunde und bewährte Lebensmittel genießen zu können, die die Heilung unterstützen. Für gesunde Menschen ist eine ausgewogene, vielfältige Ernährung mit diesen Lebensmitteln die beste Vorbeugung gegen Erkrankungen. Durch eine Ernährung mit Lebensmitteln aus umweltschonender, pflanzen- und tiergerechter Landwirtschaft ohne Pestizide und Gentechnik fördern wir die eigene Gesundheit und leisten zusätzlich praktischen Umweltschutz.

**Nachweise**

BACKMAN V. et al. (2000): Detection of preinvasive cancer cells, *Nature* 406: 35-36.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT - BMVEL (2004): Gentechnisch verändert? So wird gekennzeichnet.

CHOWDHURY E. H. et al. (2003): Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and Cry1 Ab protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn Bt 11. *J. Anim Sci.* 81: 2546-2551.

COORDINATION GEGEN BAYER-GEFAHREN - CBG (2005): BAYER-Pestizid gefährdet kindliche Entwicklung, Pressemitteilung 12.1.2005.

DOERFLER W. et al. (2001): Foreign DNA integration-perturbations of the genome-oncogenesis, *Ann N Y Acad Sci* 945: 276-288.

EWEN SW, PUSZTAI A (1999): Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine, *The Lancet* 354: 1353-1354

GLOBAL 2000 (2005): Wie sicher ist Genfood?, [http://www.global2000.at/pages/tgen\\_foodfacts.htm](http://www.global2000.at/pages/tgen_foodfacts.htm) (Stand: 12.3.2005)

GREENPEACE (Hrsg.) (2005): Das unterschätzte Risiko, Hamburg.

HARING M. (2003): Blick in's Labor, in HISS Ch. (Hrsg.) (2003): Der genaue Blick, Ökom Verlag, München.

HISS Ch. (2003): Zur Verteidigung der Handlungsfähigkeit, in HISS Ch. (Hrsg.): Der Genaue Blick, Ökom Verlag, München.

HISS Ch. (Hrsg.) (2003): Der genaue Blick, Ökom Verlag, München.

JAMES C. (2004): ISAAA Briefs Nr. 32., [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)

KAATZ H.-H. (2000): Cited by A. Barnett: GM genes 'jump spesies barrier', *The Observer*, May 28, 2000.

KLOTZ A., MAYER J., EINSPIANIER R. (2002): Degradation and possible carry over of feed DNA monitored in pigs and poultry" in *European Food Research and Technology* (2002) 214: 271-275, DOI 10.1007/s00217-001-0444-3.

KOECHLIN F. (2005): Zellgeflüster, LENOS Verlag, Basel

KOHL, H.-H. (2004): Forscher warnen vor Gen-Mais, *Frankfurter Rundschau*, 24.04.2004

LAPPÉ M. A., BAILEY E. B., CHILDRESS C., SETCHELL K. D. R. (1999): Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified food, herbicide tolerant soybeans, *Journal of Medicinal Food*, Vol 1 (4)

LÖHR W. (2004): Arzneimittel vom Reissacker, die tageszeitung Nr. 7352, 7.5.2004.

MALATESTA M. et al. (2002a): Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean," *J Anat* 201: 409-415.

MALATESTA M. et al. (2002b): Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean," *Cell Struct Funct* 27: 173-180.

MAZZA R., SOAVE M, MORLACCHINI M et al. (2005): Assessing the Transfer of Genetically Modified DNA from Feed to Animal Tissue, *Transgenic Research* 14(5): 775-784.

MÜLLER W. (2004): Recherche und Analyse von Indizien bezüglich humantoxikologischer Risiken von gentechnisch veränderten Soja- und Mais-Pflanzen," *eco-risk - Büro für Ökologische Sicherheitsforschung*, unter Mitarbeit von Mag. Marion Dolezel. Studie im Auftrag des Landes Oberösterreich. Endbericht, Wien, 31.03.2004

MÜLLER-JUNG J. (2003): Schlucken, was das Genom hergibt - Die Krönung des Körperkults: Ernährung nach Maß und auf Rezept? *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 09.04.2003, Nr. 84: N1/N2.

PRESCOTT VE, CAMPBELL PM, MOORE A et al. (2005): Transgenic Expression of Bean  $\alpha$ -Amylase Inhibitor in Peas Results in Altered Structure and Immunogenicity, *J Agric Food Chem* 53(23): 9023-9030.

RENESE, M. von (2004): Thesenpapier Hauptvortrag II, Kongress „Ergrünt die Biotechnologie“, Berlin 25.09.2004.

REUTER T. (2003): Vergleichende Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung von isogenem und transgenem (Bt) Mais und zum Verbleib von

„Fremd“-DNA im Gastrointestinaltrakt und in ausgewählten Organen und Geweben des Schweines sowie in einem rohen Fleischerzeugnis. Dissertation Halle <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/03/03H312/>.

RÖGENER, W. (2005): Harmlos in Bohnen, giftig in Erbsen, *Süddeutsche Zeitung*, 12.11.2005: 11

SCHWÄGERL C. (2002): Ein Joghurt gegen Karies, *Gentechnisch veränderte Lebensmittel fördern die Gesundheit*, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 06.07.2002.

SCORER C. A., CARRIER M. J., ROSENBERGER R. F. (1991): Amino acid misincorporation during high-level expression of mouse epidermal growth factor in *Escherichia coli*, *Nucleic Acids Research* 19: 3511.

SPÖK A., HOFER H., VALENTA R. et al. (2002): Toxikologie und Allergologie von GVO-Produkten, *Umweltbundesamt Österreich* (Hrsg), Monographien Band 109, Wien.

THOMAS B. R. & BRADFORD K. J. (2001): *Crop Biotechnology: feeds for livestock*, [http://sbc.ucdavis.edu/Outreach/abc/livestock\\_feeds\\_abc.htm](http://sbc.ucdavis.edu/Outreach/abc/livestock_feeds_abc.htm).

UMWELTINSTITUT MÜNCHEN (Hrsg.) (2004): *Gentechnik: Manipuliertes Leben*, München.

VOGEL B., POTTHOFF C. (2003): *Verschobene Marktreife*, Materialien der zweiten und dritten Generation transgener Pflanzen, *Gen-ethisches Netzwerk*.

**Internetadressen:**

- [www.abl-ev.de/gentechnik](http://www.abl-ev.de/gentechnik)
- [www.biolinx.de](http://www.biolinx.de)
- [www.biogene.org](http://www.biogene.org)
- [www.bio.org/food&ag/vaccine.html](http://www.bio.org/food&ag/vaccine.html)
- [www.biosicherheit.de/home](http://www.biosicherheit.de/home)
- [www.biosicherheit.de/gehoelze/13.doku.html](http://www.biosicherheit.de/gehoelze/13.doku.html)
- [www.buko.info](http://www.buko.info)
- [www.BfR.de](http://www.BfR.de)
- [www.eco-risk.at](http://www.eco-risk.at)
- [www.einkaufsnetz.de](http://www.einkaufsnetz.de)
- [www.ernte.at](http://www.ernte.at)
- [www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)
- [www.fao.org](http://www.fao.org)
- [www.fibl.de](http://www.fibl.de)
- [www.foodwatch.de](http://www.foodwatch.de)
- [www.gene.ch/genet.html](http://www.gene.ch/genet.html)
- [www.gen-ethisches-netzwerk.de](http://www.gen-ethisches-netzwerk.de)
- [www.gentechnikfreie-regionen.de](http://www.gentechnikfreie-regionen.de)
- [www.gentechnologie.ch/studienpapiere.htm](http://www.gentechnologie.ch/studienpapiere.htm)
- [www.global2000.at](http://www.global2000.at)
- [www.ifoam.org](http://www.ifoam.org)
- [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)
- [www.keine-gentechnik.de](http://www.keine-gentechnik.de)
- [www.monsanto.com](http://www.monsanto.com)
- [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)
- [www.oeko.de](http://www.oeko.de)
- [www.oekologischer-aerztebund.de](http://www.oekologischer-aerztebund.de)
- [www.organicXseeds.com](http://www.organicXseeds.com)
- [www.soel.de](http://www.soel.de)
- [www.transgen.de](http://www.transgen.de)
- [www.umweltinstitut.org](http://www.umweltinstitut.org)
- [www.zsl.de](http://www.zsl.de)