

# UNION DER DEUTSCHEN AKADEMIEN DER WISSENSCHAFTEN KOMMISSION GRÜNE GENTECHNIK

Memorandum erarbeitet im Auftrag der GMO Initiative des InterAcademy Panel

## Gibt es Risiken für den Verbraucher beim Verzehr von Nahrungsprodukten aus gentechnisch veränderten Pflanzen?

### Zusammenfassung:

Dieser Bericht untersucht auf Grundlage vorhandener wissenschaftlicher Literatur die potenzielle Gefährdung von Verbrauchern beim Verzehr von Produkten aus gentechnisch veränderter Pflanzen (GVO) im Hinblick auf Giftigkeit, Krebserregung und Auslösung von Allergien sowie den Auswirkungen des Verzehrs von Fremd-DNA, darunter auch der DNA von Antibiotika-Resistenzgenen. Der Bericht kommt zu dem Schluss, dass beim Verzehr von Lebensmitteln aus in der EU zugelassenen GVO **kein** erhöhtes Gesundheitsrisiko gegenüber dem Verzehr von Produkten aus konventionellem Anbau besteht. Im Gegenteil in einzelnen Fällen sind Lebensmittel aus GVO den konventionellen Lebensmitteln in Bezug auf die Gesundheit sogar vorteilhafter.

Wohl keine Entdeckung in den Pflanzenwissenschaften hat in so kurzer Zeit so weitreichende Folgen gehabt wie die erstmalig vom Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln (Deutschland) und auch von der Fa. Monsanto in den USA im Jahre 1983 mitgeteilte Methode zur gentechnischen Veränderung von Pflanzen. 2005 wurden bereits global auf 60% der Anbaufläche für Soja, 14% des Mais, 28% der Baumwolle und 18% des Raps gentechnisch veränderte Sorten angebaut, wobei die überalles-Steigerung des Anbaues gentechnisch veränderter Sorten innerhalb zweier Jahre (2003-2005) 31% betrug. Dies zeigt, dass die Anwendung der Gentechnik wirtschaftlich sehr erfolgreich ist. Bisherige gentechnische Veränderungen betreffen vor allem die Herstellung herbizidtoleranter Sorten zur Verringerung der Ernteverluste durch Unkrautkonkurrenz und die Herstellung insektenresistenter Sorten zur Verminderung von Fraßverlusten. Bei neueren Entwicklungen geht es u. a. um den Schutz vor Virus- und Pilzinfektionen, die Erhöhung von Trocken- und Salztoleranz, die Bildung männlich steriler Pflanzen zur Herstellung ertragreicher Hybride sowie die Verbesserung der Nahrungsmittelqualität, z. B. durch Veränderung der Fettsäurezusammensetzung von Speicherfetten.

Bereits seit 1996 sind gentechnisch veränderte Soja und seit 1997 Mais für den Import und die Verarbeitung in Nahrungsmitteln in der EU zugelassen und neuerdings dürfen fünf Bt-Maissorten in Deutschland unbeschränkt kommerziell angebaut werden. Nicht zuletzt durch Berichte mancher Organisationen, wie z.B. Greenpeace, sind weite Teile der Bevölkerung verunsichert und befürchten, dass Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen (GVO) für die Gesundheit schädlich sind. Bio-Produkte werben damit, dass sie frei von der Verwendung von GVO sind und erwecken den Eindruck, besonders gesunde Nahrungsmittel zu sein.

### Die Frage stellt sich: Ist der Verzehr von Lebensmitteln aus GV-Pflanzen mit einem Nachteil für die Gesundheit des Verbrauchers verbunden?

Das vorliegende Memorandum will Antworten auf diese Frage aus der Sicht der Wissenschaft geben. Dabei stammen die Informationen letztlich aus Veröffentlichungen wissenschaftlicher Fachzeitschriften, deren Beiträge durch Herausgeber-Gremien nach wissenschaftlichen Kriterien überprüft wurden.

Es gibt zur Bewertung von gentechnisch veränderten Pflanzen, und deren Produkten, sehr rigide Zulassungsbedingungen, für die u. a. die FAO (Food and Agriculture Organisation der United Nations), die OECD und die Europäische Union wissenschaftlich robuste Protokolle erarbeitet haben. In der Anwendung haben sich diese Protokolle bewährt und ihre Zuverlässigkeit gezeigt. Diese Bestimmungen gehen weit über jene hinaus, die für klassische Produkte gelten und sind ähnlich restriktiv wie Bestimmungen, die bei der Zulassung von Arzneimitteln angewandt werden. Zudem besteht ab April 2004 für alle Produkte aus GVO, die für die menschliche Ernährung in der EU zugelassen sind, eine Kennzeichnungspflicht.

Grundsätzlich betrachtet gibt es bei keinem Nahrungsmittel, ob traditionell erzeugt, aus dem Biolandbau oder aus GV-Pflanzen, eine absolute Sicherheit. So gehört es zur Alltagserfahrung, dass traditionell erzeugte Nahrungsmittel verschiedener Art und Herkunft mit dem Risiko behaftet sind, z.B. bei anfälligen Personen Allergien auszulösen. Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft können auch toxische oder krebserregende Substanzen enthalten. Pflanzen enthalten von Natur aus ein umfangreiches Arsenal von Abwehrstoffen, um sich gegen Insektenfraß und Bakterien- oder Pilzinfektionen zu schützen. Auch können pflanzliche Produkte durch Schimmelpilzgifte, die z. T. stark krebserregend sind, verunreinigt sein. Als Beispiel seien hier Fusarientoxine genannt, welche häufig in erheblichem Maße Weizen und Mais belasten, oft auch bei Produkten aus ökologischem Anbau wie in der Zeitschrift Öko-Test 2/2004 berichtet wird. Inzwischen gibt es für den Gehalt an Pilztoxinen in Brotgetreiden „amtlich“ festgesetzte Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen. Für ihre,

Einhaltung dürfen aber Chargen unterschiedlicher Belastung gemischt werden.. Bei unseren Ernährungsbedingungen stammt die überwiegende Menge aller aufgenommenen krebserregende Substanzen aus der natürlichen traditionellen pflanzlichen Nahrung .

***Da es keine absolute Sicherheit geben kann, ist in der EU die Grundlage für eine Zulassung von GVO-haltigen Produkten als Nahrungsquelle der Nachweis, dass diese und ihre Verarbeitungsprodukte mindestens so sicher und nahrhaft sind wie die entsprechenden Produkte aus konventionell erzeugten Ernten.***

Im Nachfolgenden soll auf in der Öffentlichkeit diskutierte Risiken des Verzehrs von GVO-haltigen Produkten näher eingegangen werden. Als Grundlage diene dabei u.a. der sehr umfassende GM Science Report der British Royal Society [First Report (2003) und Second Report (2004) ], der von einem Panel von 28 angesehenen Wissenschaftlern aus verschiedenen Disziplinen erarbeitet wurde, Veröffentlichungen der Food Standard Agency (UK), sowie das im Akademie Journal der Union der Deutschen Akademien veröffentlichte Symposium über Grüne Gentechnik (2002).

**Können GVO-haltige Lebensmittel aufgrund der neuen oder veränderten Genprodukte in den GVO gegenüber konventionellen Lebensmitteln eine erhöhte Toxizität oder Cancerogenität aufweisen? Könnte dies durch die Wirkung des neuen Genproduktes oder auch durch unbeabsichtigte Mutationen, die durch eine Schädigung eines bestehenden Gens beim Einfügen des neuen Gens (Insertionsmutante) verursacht wurden, der Fall sein?**

Zunächst sei betont, dass bei herkömmlichen Züchtungen unter Verwendung von mutagenen Chemikalien oder energiereicher Strahlung (z. B. von  $\gamma$ -Strahlen aus einer Kobalt Strahlenquelle) Gefahren durch unbeabsichtigte Mutationen erheblich höher sind als bei der Erzeugung transgener Pflanzen. In der Zeitspanne von 10 Jahren, welche die Entwicklung einer GV-Sorte normalerweise mindestens erfordert, findet in Labor- und Feldversuchen eine eingehende Untersuchung der Gleichartigkeit der GV-Pflanze zu der entsprechenden Ausgangspflanze in Hinblick auf Erscheinungsform, Wachstumsverhalten und Inhaltsstoffen statt. Toxizität und Carcinogenität werden vor der Markteinführung in Fütterungsversuchen im Tiermodell und an Nutztieren getestet. Die Unbedenklichkeit von GVO-Produkten wurde in umfangreichen Fütterungsversuchen mit Hunderten von Tieren bestätigt, bei der Verfütterung von GVO-Futter im Vergleich zu herkömmlichem Futter gab es keine wissenschaftlich fundierten Befunde über eine Beeinträchtigungen der Gesundheit, der Produktivität der Tiere oder der Qualität der tierischen Produkte. Außerdem muss man wissen, dass die in Europa zugelassenen oder zur Zulassung anstehenden GVO in den USA und anderen Ländern schon seit über 9 Jahren angebaut wurden und bereits Nahrungsbestandteil für Hunderte Millionen Menschen waren. ***Dabei gab es keinen wissenschaftlich fundierten Bericht, der eine Gefährdung voraussah, und später ebenso keinen einzigen darüber, dass Menschen durch die Nahrungsmittel zu Schaden gekommen sind.*** Als gesellschaftlicher Beleg für diese Aussage kann auch die Tatsache gelten, dass es bislang keine erfolgreichen gerichtlichen Verbraucherklagen gegen den Verzehr von GVO-Produkten gab.

Andererseits gibt es Berichte, dass im Falle von Mais das Gesundheitsrisiko von Verbrauchern durch belastende Pilztoxine bei Verwendung von GV-Sorten vermindert werden kann. Sehr häufig führt der Befall von Maiskolben mit dem Pilz *Fusarium moniliforme* zu einer Kontamination mit dem Toxin Fumonisin. Seit über hundert Jahren kennt man bei Pferden, Schweinen und anderen Tieren die „moldy corn disease“, welche nach Verfütterung von mit Fusarien befallenem Mais zu einem Sterben ganzer Herden führen kann. Vor 16 Jahren wurde Fumonisin als Auslöser der Krankheit identifiziert. Bei Ratten wird durch Fumonisin Leberkrebs ausgelöst. Fumonisin ist so stabil, dass es auch noch nach Verarbeitung des Mais in Cornflakes vorhanden sein kann. Es handelt sich um ein ernstes Problem: Das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin teilte 2000 mit, dass in Deutschland die Belastung von Kleinkindernahrung durch Fusarientoxine zu hoch ist. Im September 2003 wurden in Großbritannien nach einer Analyse von 30 im Handel befindlichen Maisprodukten 10 Produkte wegen zu hoher Fumonisgingehalte aus dem Verkehr gezogen. Dabei waren die am höchsten belasteten Produkte als „organic“, d.h. aus ökologischem Anbau, ausgezeichnet. Mehrere Untersuchungen zeigten, dass in insektenresistentem (Bt)-GV-Mais die Kontamination durch Fumonisin sehr stark vermindert ist. Dies hängt damit zusammen, dass sich die Fusarien-Pilze an Verletzungsstellen der Maiskolben (die bei GV-Mais wegen der geringeren Fraßschäden durch den Maiszünsler vermindert sind) ansiedeln. ***Nach diesen Befunden ist der Verzehr von GV-Maisprodukten grundsätzlich risikoarmer als der Verzehr von herkömmlichen Maisprodukten.***

**Besteht bei GVO-haltigen Nahrungsmitteln ein höheres Risiko für die Auslösung von Allergien als bei konventionell erzeugter Nahrung?**

In Europa sind 5 - 8% der Kinder und 1 - 2% der Erwachsenen allergisch gegen bestimmte konventionell erzeugte Nahrungsmittel. Allein die Erdnuss enthält 12 allergieauslösende Proteine. Während bei konventionellen Sorten keine formelle Prüfung auf eine Allergenität der Produkte vorgeschrieben ist, gibt es für GVO ein von der WHO erarbeitetes Protokoll für eine intensive Allergenitäts-Prüfung, sowohl für die betreffenden Pflanzen und der daraus gewonnenen Erzeugnisse. Durch diese Untersuchungen wurde z. B. noch vor jeglicher Markteinführung erkannt, dass ein für eine beabsichtigte Qualitätsverbesserung in Soja eingefügtes

Gen aus der Paranuss in Soja bei betreffenden Personen eine Allergie auslösen konnte. Daraufhin wurde die Weiterentwicklung dieses GVO eingestellt, ein Beleg dafür, dass das System der Sicherheitsbewertung funktioniert. Insgesamt waren die strengen Prüfungen der GVO auf Allergenität sehr erfolgreich, es wurde bislang kein einziger Allergie-auslösender GVO in Verkehr gebracht. Bei herkömmlichen Züchtungen, bei denen durch künstlich erzeugte Mutationen zufällig Veränderungen von Genen erzeugt werden, oder durch Kreuzungen unvorhersehbare Genkombinationen entstehen können, sind hingegen keinerlei derartige Prüfungen vorgeschrieben. ***Daher ist das Allergenitäts-Risiko bei GVO deutlich geringer einzuschätzen als bei Produkten einer konventionellen Züchtung.*** Dazu bietet die Gentechnik langfristig die Möglichkeit, Allergene z. B. aus Erdnüssen, Weizen (Gluten) und Reis zu entfernen. An diesen Projekten wird derzeit intensiv gearbeitet!

### **Hat der Verzehr transgener DNA negative Folgen für die Gesundheit?**

#### **Könnte es sein, dass transgene DNA im Verdauungstrakt überlebt, in menschliche Zellen aufgenommen wird und deren genetische Information verändert?**

Der Mensch verzehrt mit seiner Nahrung pro Tag 0,1 - 1 g DNA. Bei Verzehr von Lebensmitteln, deren Zutaten zum Teil aus GVO bestehen oder aus ihnen hergestellt worden sind, wäre davon 1/10 000 – 1/100 000 transgene DNA. Es besteht unter Wissenschaftlern Einigkeit darüber, dass die transgene DNA sich in Hinblick auf die Verdauung nicht von der DNA in den konventionellen Lebensmitteln unterscheidet. Letztlich stammen die „neuen“ Gene in den Pflanzen meistens aus anderen Lebewesen, von denen viele in unserer konventionellen Nahrung natürlicherweise enthalten sind, wie z. B. die in Gemüsepflanzen vorkommenden Viren oder Bodenbakterien. Wie alle DNA wird auch die transgene DNA im Magen-Darmtrakt abgebaut, wenngleich dieser Prozess nicht vollständig abläuft. In Tierexperimenten wurde gefunden, dass DNA-Fragmente aus der Nahrung in begrenztem Umfang ins Blut und in Körperzellen von Tieren, wahrscheinlich auch von Menschen gelangen können. Transgene DNA nimmt hier keine Sonderstellung ein. Die sehr seltene Aufnahme von transgener DNA hat jedoch keine Auswirkungen auf die genetische Information der Zelle, denn eine stabile Integration pflanzlicher DNA in tierische Genome liess sich experimentell nicht nachweisen. Offenbar gibt es hohe natürliche Barrieren für einen derartigen horizontalen Gentransfer.

Bei GV-Pflanzen wird als „Gen-Anschalter“ (Promotor) für die Bildung des Fremdproteins oft ein Promotor aus dem Blumenkohl-Mosaik-Virus (CaMV) benutzt. Es wurde spekuliert, dass die DNA Sequenz, welche diesen Virus-Promotor darstellt, aus verdautem Pflanzenmaterial in das Genom von menschlichen Zellen übertragen werden könnte, um dort eine Tumorstörung zu entfalten. Dem ist zu entgegen, dass der oben genannte virale Promotor die Eigenschaften einer pflanzlichen DNA hat, und ihm daher auf Grund natürlicher Barrieren der Eintritt in ein tierisches Genom verwehrt ist. Es gibt einen weiteren Befund, der gegen diese Spekulation spricht: Da seit mehreren hundert Jahren Kohl und Blumenkohl auf dem Speiseplan stehen und 50% des Blumenkohls und 10% des Kohls von diesem Virus befallen sind, nehmen Menschen seit jeher den Blumenkohl-Mosaik-Virus in relativ großen Mengen mit der natürlichen Nahrung auf. Es sind keine gesundheitlichen Nachteile des Verzehrs dieser natürlicherweise kontaminierten Gemüse bekannt.

Experimentelle Untersuchungen haben übereinstimmend gezeigt, dass auf Grund von natürlichen Barrieren auch ein horizontaler Gentransfer von pflanzlicher DNA, z. B. im Wurzelraum von Pflanzen in Bodenbakterien, oder vom Verdauungstrakt in Darmbakterien, praktisch nicht stattfindet. Dadurch werden Vermutungen entkräftet, dass rekombinante DNA-Abschnitte aus transgenen Pflanzen über Bakterien ausgebreitet werden können. Dies gilt jedoch nicht für den Fall, dass die rekombinante DNA einer transgenen Pflanze ursprünglich aus Bakterien stammt. Derartige DNA Sequenzen können durch Rekombination in homologe Bereiche bakterieller Genome aufgenommen werden. Eine Reihe von zugelassenen GV-Pflanzen enthalten als Selektionsmarker bakterielle Resistenzgene gegen Antibiotika, wobei die Möglichkeit besteht, dass diese Resistenzgene auf Darmbakterien übertragen werden. Man verwendet dabei zumeist ein Resistenzgen gegen die Antibiotika Kanamycin und Neomycin. Beide Antibiotika werden aber heute wegen ihrer hohen Toxizität in der Humanmedizin nur noch selten und ausschließlich für äußere Anwendungen eingesetzt. Zudem sind die Resistenzgene gegen die beiden Antibiotika zuhauf in Bakterien einer durchschnittlichen Bodenprobe enthalten, es wird also nichts neues in „die Natur“ gebracht. Bei einer insektenresistenten GV-Maissorte, die in der EU zugelassen ist, wird jedoch als Marker ein bakterielles Ampicillin-Resistenzgen verwendet. Da Ampicillin zum Teil als eines der Antibiotika gegen schwere Infektionen, wie z. B. Hirnhautentzündung, eingesetzt wird, wurde spekuliert, dass nach einem Verzehr von Produkten aus oben genannter GV-Maissorte durch Ausbreitung der Ampicillin-Resistenz über Darmbakterien schwere Infektionen durch Ampicillin nicht mehr therapierbar wären. Dieses Szenario läßt sich jedoch widerlegen durch die Tatsache, dass bei einem gesunden Menschen bereits bis zu 27% der *Escherichia coli*-Bakterien im Darm dieses Ampicillin-Resistenzgen enthalten. (Bei Rindern und Schweinen, verursacht durch die Verfütterung von Antibiotika, enthielt der Kot von 75% der Tiere *E.coli* mit dem Ampicillin-Resistenzgen.) ***Daraus ist klar zu entnehmen, dass von der Anwesenheit der genannten Antibiotika-Resistenzgene in Lebensmitteln, selbst wenn sie die Passage durch Magen und Dünndarm überstehen sollten, kein erhöhtes Risiko für die menschliche Gesundheit ausgeht.*** Dennoch wird zukünftig bei neueren GV-Sorten auf die Resistenzgene verzichtet oder werden diese nachträglich entfernt.

***Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es nach den Stand der heutigen Wissenschaft höchst unwahrscheinlich ist, dass der Verzehr der gut charakterisierten transgenen DNA aus derzeitigen GVO-Lebensmitteln erkennbare Risiken für die Gesundheit mit sich bringt.***

### **Schlussfolgerung**

Wie schon eingangs erwähnt, ist der Verzehr jeglicher Nahrung mit unterschiedlich großen Gefährdungen für die Gesundheit behaftet. Es sei aber betont, dass unsere heutige Nahrung einem absolut hohen Standard bezüglich der Auswirkungen auf die Gesundheit genügt. Eine Abschätzung der Risiken beim Verzehr von Nahrungsprodukten die aus GVO-bestehen kann nur im Vergleich mit herkömmlichen Nahrungsmitteln erfolgen. Nahrungsmittel bei deren Herstellungprozess an irgendeiner Stelle die Gentechnik eine Rolle gespielt hat, bieten dabei den Vorteil, dass sie besonders eingehend auf eventuelle Gesundheitsrisiken geprüft wurden. Von den bislang besprochenen Kriterien für eine Risikoabschätzung ist insbesondere die Tatsache zu werten, dass seit 1996 vor allem in der Neuen Welt Hunderte von Millionen Menschen Produkte aus GVO verzehrt haben, ohne dass dabei über wissenschaftlich belegte Schäden berichtet wurde. Nun läßt sich einwenden, daß dieses nur als Beweis der Abwesenheit von stärkeren und leicht zu beobachtenden Schädigungen zu sehen sei, und dass mildere oder erst nach längerer Zeit auftretende Schäden nicht auszuschließen sind. Nach den bisherigen Kenntnissen sind derartige Langzeitwirkungen aber nicht zu erwarten. Mit den bestehenden gesetzlichen Regelungen wurden Rahmenbedingungen geschaffen, die:

- 1) eine effektive Sicherheitsbewertung auf der Grundlage wissenschaftlicher Daten noch vor der Markteinführung erlauben,
- 2) mit den Kennzeichnungsregeln die Produkte kenntlich machen und so eine Wahlfreiheit ermöglichen,
- 3) durch Monitoring-Massnahmen während der Zeit der Markteinführung eine Beobachtung und Bewertung von unerwarteten Effekten möglich machen,
- 4) die behördliche Bewertung dieser Daten auch nach der Markteinführung ausführbar machen.

***Nach Abwägung der vorangegangenen Erörterungen erscheint es äußerst unwahrscheinlich, dass beim Verzehr der in der Europäischen Union zugelassenen GVO-Nahrungsmittel ein höheres Gesundheitsrisiko besteht als beim Verzehr herkömmlicher Nahrungsmittel. Im Gegenteil: die GVO-Produkte sind umfassend geprüft, sind als sicher eingestuft worden und unterliegen strengen gesetzlichen Regelungen***

### **Referenzen**

GM Science Review: An open Review of the science relevant to GM crops and food based on the interest and concern of the public. The Royal Society (London) First Report Juli 2003, Second Report Januar 2004

Grüne Gentechnik. Akademie Journal 1/2002, S. 1-46

Pressedienst des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. 06.07.2000.

Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003, International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications No 30/2003

Food Standards Agency (UK) Report Sept. 2003

Minorsky, P.V. Fumonisin Mycotoxins. Plant Physiol. 129, 929 (2002)

International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA) Global status of GM crops, 32, 2004; 34 2005

Aus Platzgründen können hier nur wenige Referenzen aufgelistet werden. Eine umfangreiche Sammlung relevanter Literatur ist auf der Website [http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung\\_gentechnik](http://www.akademienunion.de/publikationen/literatursammlung_gentechnik) zugänglich

### **Verantwortlich für den Inhalt:**

KOMMISSION GRÜNE GENTECHNIK

Prof. Hans-Walter Heldt, Universität Göttingen (Leiter)

Prof. Ivo Feußner, Universität Göttingen

Prof. Klaus-Dieter Jany, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe

Prof. Alfred Pühler, Universität Bielefeld

Prof. Heinz Saedler, Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung Köln

Prof. Uwe Sonnewald, Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben

Prof. Wilfried Wackernagel, Universität Oldenburg