

Das Vorsorgeprinzip - Stellenwert und Konkretisierung

Daniel Ammann

**Bereits eingetretene Schadensbeispiele aus der Agro- und Lebensmittel-Gentechnik sowie ungeklärte Risiken zeigen, dass ein vorsorglicher Ansatz für die Beurteilung dieser Anwendungsbe-
reiche der Gentechnik mindestens fallweise seine Berechtigung hat. Generell sollte beim Umgang
mit komplexen Technologien wie der Gentechnik die Vorsorge ein Ziel der Politik sein. Das
Vorsorgeprinzip kann als methodischer und rechtlicher Ansatz diese Rolle übernehmen. Das Prinzip
hat sich im Gesundheits- und Umweltschutz als Grundsatz des Völkerrechts etabliert. Einzelne
Länder haben das Recht, ein Schutzniveau festzusetzen, das sie im Rahmen des Risikomanage-
ments als angemessen erachten. Eine typische Anwendung des Vorsorgeprinzips liegt dann vor,
wenn Massnahmen getroffen werden sollen, bevor ein vollständiges wissenschaftliches Wissen vor-
liegt. Ob das Vorsorgeprinzip in dieser Situation zur Anwendung kommt, entscheidet sich daran, ob
genügende Informationen zur Sicherheit vorliegen und wie schlüssig, vollständig und sicher diese
Informationen sind, um die angestrebte Sicherheit zu garantieren. Da in den Umschreibungen des
Vorsorgeprinzips selten Ansätze zu einer Konkretisierung oder Operationalisierung vorliegen,
bleibt heute das Vorsorgeprinzip weiterhin auslegungsbedürftig. Möglichkeiten zur Operationali-
sierung des Vorsorgeprinzips ergeben sich aus der Risikotypologisierung oder aus Checklisten.**

1. Einleitung

Technologische Anwendungen haben in den letzten Jahrzehnten schwerwiegende und unerwartete negative Effekte auf die Gesundheit des Menschen und auf die Umwelt ausgelöst. Die Vermeidungsstrategie negativer Effekte stützte bisher weitgehend auf einem Risikoansatz ab, der anhand des aktuellen Stands des Wissens auf der Beurteilung von Wahrscheinlichkeiten und dem Schadensausmass durch Experten abstützt. Bestehenden Regulierungen, die auf diesem traditionellen Risikoansatz basieren, ist es aber nicht gelungen, Mensch und Umwelt hinreichend zu schützen. Die Evidenz weltweit schwerer Schädigungen verlangt danach, neue Prinzipien zum Umgang mit Risiken komplexer technischer Systeme einzuführen. Die Prinzipien müssen dazu führen, dass Risiken weitsichtiger und vorsorglicher beurteilt werden als in den letzten Jahrzehnten.

Dies bedeutet, dass bei komplexen Technologien die Vorsorge ein Ziel der Politik sein muss. Die Gesundheits- und die Umweltpolitik können nicht mit Handeln zuwarten, wenn schwer einschätzbare und nicht zu beseitigende Schäden denkbar sind. In diesen Fällen muss die Politik aktiv entscheiden, ohne dass ausreichende wissenschaftliche Grundlagen zur Verfügung stehen. Ein begründeter Gefahrenverdacht muss Vorsorgemassnahmen bereits rechtfertigen können. Das Vorsorgeprinzip kann als methodischer und rechtlicher Ansatz diese Rolle übernehmen.

Der traditionelle Risikoansatz ist insbesondere in der Agro-Gentechnik unter Kritik geraten. Der Grund liegt darin, dass es sich bei der Gentechnik in der Landwirtschaft und im Lebensmittelsektor um technische Eingriffe von komplexer Interaktion und schwer identifizierbaren Langzeiteffekten handelt. Das streng kausale Denken für die Beurteilung möglicher Folgewirkungen auf Mensch und Umwelt versagt zwangsläufig. Die Behörden in Nordamerika und in Europa haben auf diese Tatsache unterschiedlich reagiert. Während in den USA Gentech-Sorten und Gentech-Lebensmittel seit neun Jahren auf dem Markt sind, hat sich die EU mit der exklusiven Beurteilung gemäss dem Stand des Wissens (sound science) nicht begnügt und vorsorgliche

Kontakt:

PD Dr. Daniel Ammann
daniel ammann consulting dacon
Hottingerstrasse 32
CH-8032 Zürich

Abklärungen verlangt. Nach einem 5-jährigen de facto Moratorium in der EU (1999-2004) scheint sich nun der Markt für Gentech-Produkte in der EU langsam zu öffnen. Inzwischen liegen aber bereits etliche Schadensbeispiele aus den Anbauländern in Amerika vor, welche die Beurteilung mittels eines vorsorglichen Ansatzes bestärken. Eine ausführlicher Kommentar zu den Erfahrungen mit GVO in den USA liefert die Union of Concerned Scientists (MELLON & RISSLER 2004).

2. Schadensbeispiele aus der Agro-Gentechnik

Bereits eingetretene Schadensbeispiele aus der Agro- und Lebensmittel-Gentechnik zeigen, dass der vorsorgliche Ansatz fallweise seine Berechtigung hat. Konkrete Schadensfälle sind etwa unerwünschte Kontaminationen von Saatgut oder Lebensmittelprodukten, der Wertverlust von Agrarland, Kontrollverluste über den Anbau von Gentech-Sorten oder nicht abschliessend aufgearbeitete Schadenshypothesen aus Fütterungsversuchen im Zusammenhang mit der Sicherheit von gentechnisch veränderten Lebensmitteln.

2.1. Ausbreitung Transgene

Die unbeabsichtigte und unerwünschte Ausbreitung gentechnisch in Nutzpflanzen eingeführter Gene (Transgene) auf Empfängerpflanzen ist bereits Tatsache geworden. Dies zeigt ein Fall in Mexiko, der Heimat von Mais. Viele mexikanische Landsorten sind ein wichtiger Gen-Pool für zukünftige Züchtungserfolge und sind für die Sicherheit der Ernährung von grosser Bedeutung. Mais-Landsorten in Mexiko sind aber bereits mit Transgenen aus Gentech-Mais verunreinigt. In einer Region von Mexiko (Oaxaca), wo keine gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden, wurden alte Mais-Landsorten untersucht: Man fand überraschend Transgene aus Gentech-Sorten in den alten Land-Sorten (QUIST & CHAPELA 2001). Inzwischen ist die Ursache der Kontamination geklärt: Importierter Gentech-Mais aus den USA, der ausschliesslich für die Lebensmittelproduktion bestimmt war, wurde trotzdem in den Regionen Mexikos angebaut. Der US-Mais bestand aus ca. 40% gentechnisch verändertem Mais. Die amerikanische Freihandelszone (NAFTA) beauftragte eine Kommission, Vorschläge für ein weiteres Vorgehen zu erarbeiten. Die NAFTA empfiehlt nun, Gentech-Mais vorsorglich nur noch in gemahlener Form zu importieren (NAFTA 2004). Wäre hier das Vorsorgeprinzip vorgängig zur Anwendung gelangt, so wäre eine - möglicherweise irreversible - Kontamination alter Landsorten vermieden worden.

2.2. Gentech-Pflanzen werden zum Superunkraut

Seit 1995 sind in Kanada transgene, herbizidresistente Raps-Sorten zugelassen. Der grossflächige Anbau der herbizidresistenten Raps-Sorten bewirkte, dass herbizidresistenter Durchwuchsraps (d.h. Rapspflanzen, die als Folge des Überlebens von Rapsamen in Folgekulturen wieder heranwachsen) sowie auch mehrfachresistenter Raps (d.h. Rapsorten, die nach der Übertragung von Genen aus anderen Sorten neue und damit mehrfache Resistenzen gegen Unkrautvertilgungsmittel ausgebildet haben) in Kanada eine Realität sind. Als Folge steigt der Verbrauch an Unkrautvertilgungsmitteln wegen den Gentech-Pflanzen an, da

es immer mehr erforderlich wird, die neu entstandenen "Superunkräuter" zu bekämpfen (siehe dazu: SOIL ASSOCIATION 2002; BROWN 2004). Der Durchwuchs-Gentech-Raps stellt zudem eine zweite Quelle dar, aus der sich Transgene in Nicht-Gentech-Rapskulturen verbreiten. Der biologische Raps-Anbau in Kanada ist bereits verunmöglicht: „Canada has not segregated GM from non-GM except for production of non-GM seed and organics. While every effort has been undertaken to prevent contamination, 95 % of the non-GM seed is now contaminated. The Saskatchewan Organic growers are in the process of lodging a class action against Monsanto claiming it is not possible to grow uncontaminated produce, a requirement for organic certification" (NETWORK OF CONCERNED FARMERS 2003).

2.3. Unkräuter werden herbizidresistent

In Nordamerika werden viele Gentech-Sorten angebaut, die alle gegen dasselbe Herbizid (Glyphosat der Firma Monsanto) resistent sind. Durch den übermässigen und regelmässigen Einsatz dieses Herbizids werden Unkräuter gegen Glyphosat resistent. Das Kanadische Berufskraut (*Conyza canadensis*; marestail), das Weidelgras (ryegrass), der Fuchsschwanz (Amarant) und andere Unkräuter haben mittlerweile eine Resistenz gegen das Totalherbizid entwickelt (siehe dazu: UMWELTINSTITUT 2004). Heute müssen die US-Farmer wieder mehr und ökotoxikologisch problematischere Unkrautvertilgungsmittel spritzen. Laut einer (internen) Studie von Syngenta, der eine Befragung von US-Landwirtschaftsexperten zu Grunde liegt, sind diese resistenten Unkräuter eines der grössten Probleme für die Bauern geworden und haben den Landwert bereits um 17 % reduziert (SYNGENTA 2002). 46 % der Landwirtschaftsexperten erkennen in den glyphosatresistenten Unkräutern ihr vordringliches Problem im Ackerbau und 63 % sind überzeugt, dass das Problem zunehmen wird.

2.4. Negativer Einfluss auf biologische Vielfalt

Im Oktober 2003 wurden die Ergebnisse der dreijährigen Feldversuche mit gentechnisch veränderten herbizidresistenten Nutzpflanzen in Grossbritannien veröffentlicht. Es handelt sich um die weltweit grösste Studie zu ökologischen Auswirkungen des Anbaus von Gentech-Nutzpflanzen (BOHAN et al. 2005, ROYAL SOCIETY 2005). Die Resultate sind in verschiedenen Artikeln in den Philosophical Transactions publiziert worden (PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS 2003).

Gemäss den Resultaten gefährdet beispielsweise der Anbau von herbizidresistentem Sommerraps und herbizidresistenten Zuckerrüben Vögel und Insekten in einem deutlich höheren Ausmass als bisher angenommen. Durch den Einsatz der herbizidresistenten Pflanzen mit den dazugehörigen Breitbandherbiziden nahm die Vielfalt der Kräuter auf dem Acker deutlich ab und damit fallen Futterpflanzen für Insekten, Schmetterlinge und Vögel aus. So werden z.B. 24 % weniger Schmetterlinge an den Feldrändern gefunden, wenn herbizidresistenter Raps angebaut wird. Raps-Fangpflanzen wurden selbst in einer Entfernung von 26 km noch mit transgenem Pollen bestäubt. Darüber hinaus tritt Raps über Jahre hinweg wegen dem Überleben seiner Samen wieder auf Feldern auf, was zu einer hohen Verunreinigung der Ernte führen kann. Innerhalb von 5 Jahren nach einem Anbau von transgenem Raps könnte die Verunreinigung nur dann noch

unter 1 % gedrückt werden, wenn sehr rigorose Bekämpfungsmassnahmen durchgeführt werden.

2.5. Fütterungsversuche an Tieren zur Lebensmittelsicherheit

Am Rowett Research Institut (RRI) im schottischen Aberdeen wurden 1997/98 Fütterungsstudien mit gentechnisch veränderten Kartoffeln durchgeführt. Die Studien waren Teil eines Forschungsprojektes, dessen Ziel es war, bestimmte Proteine (Lektine) zu finden, welche die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen schädliche Insekten steigern, ohne die Gesundheit der Konsumenten zu beeinträchtigen. Der Lebensmittelexperte Pusztai fand nach Auswertung seiner Fütterungsversuche von Ratten veränderte Organgewichte und Anzeichen für eine Schädigung des Immunsystems - auffällig nur bei denjenigen Ratten, welche Kartoffeln gefressen hatten, in denen das Lektin gentechnisch angereichert war. Wurde der gleiche Stoff als Futterzusatz beigemischt, zeigten die damit gefütterten Ratten keine vergleichbaren Symptome. Seine Schlussfolgerung lautete: Nicht die Wirkung des übertragenen Lektin-Gens ist die Ursache für die schädlichen Wirkungen bei den Ratten, sondern andere Teile der eingeschleusten Gensequenzen, die auf noch unbekannte Weise der Kartoffel eine neue Toxizität verleihen. Aus Pusztais Sicht stellen prinzipiell alle transgenen Pflanzen, unabhängig von der Wirkung des neu eingefügten Gens, ein potenzielles Gesundheitsrisiko dar (PUSZTAI 2001). Da seiner Meinung nach die Praxis bei der Zulassung gentechnisch veränderter Pflanzen entsprechende Sicherheitstests nicht vorsehe, würden die Verbraucher als Versuchstiere missbraucht. Als Pusztai seine Ergebnisse und Schlussfolgerungen im August 1998 erstmals vorstellte, wurde er zwei Tage nach dem Interview von der Institutsleitung entlassen. Das Resultat wurde anschliessend kontrovers diskutiert, nie aber wiederholt¹. Die Gesetzgebung schreibt noch heute solche Studien nicht zwingend vor.

Ein zweiter kontroverser Fall entfachte sich an der Sicherheitsüberprüfung einer Gentech-Maissorte. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA hat den gentechnisch manipulierten Mais MON 863 für ebenso sicher wie herkömmlichen Mais erklärt. Sie empfiehlt in der Folge seine Zulassung für Import, Verarbeitung sowie für Verwendung in Lebens- und Futtermitteln innerhalb der Europäischen Union. Von der Inverkehrbringung seien keine negativen Auswirkungen zu erwarten, weder für die menschliche bzw. tierische Gesundheit noch für die Umwelt, so die EFSA.

Die Französische Kommission für Biomolekularforschung (Commission du Génie Biomoléculaire, CGB) äusserte aber für diese Gentech-Maissorte, die als Lebens- und Futtermittel zugelassen werden soll, Bedenken für die Gesundheit von Mensch und Tier. Die Kommission erklärte im Frühling 2004 den Gentech-Mais MON 863 in einem vertraulichen Bericht als nicht sicher (KEMPF 2004). Die CGB könne ein Risiko für die tierische Gesundheit bei einer Fütterung mit diesem Gentech-Mais nicht ausschliessen, da die beobachteten Veränderungen an gefütterten Tieren bisher nicht befriedigend erklärt werden konnten (CGB 2003). Die Daten würden zeigen, dass bei männlichen Ratten nach 14 Wochen ein Aufwärtstrend bei der Zahl weisser Blutkörperchen im Vergleich

zu den Kontrollgruppen abläuft. Bei den weiblichen Ratten fand sich die Zahl der Vorläuferzellen roter Blutkörperchen um bis zu 52 Prozent verringert. Auch war bei einigen Tieren der Blutglukosegehalt leicht erhöht. Besonders erstaunt war die CGB, dass die Nieren der mit Gentech-Mais gefütterten männlichen Nager im Durchschnitt um 7.1 Prozent leichter waren als die der Kontrolltiere. Die Organe zeigten zudem vermehrt auffällige pathologische Befunde, eine geringere Mineralisierung in den Nierenkanälchen und Anzeichen lokaler chronischer Entzündungen (STOLLORZ 2004).

Im Mai 2005 wurde die Diskussion um die Sicherheit von MON 863 nochmals aufgerollt, nachdem bekannt wurde, dass in einem vertraulichen Dossier von Monsanto die Schädigungen an Ratten bestätigt sein sollen (LEAN 2005). Greenpeace hat sich sodann vor dem Verwaltungsgericht Köln gegen den US-Saatgutkonzern Monsanto mit dem Anspruch auf Akteneinsicht zum genmanipulierten Mais MON 863 durchgesetzt. Laut Gerichtsbeschluss muss eine mehr als 1000 Seiten umfassende Studie, die Informationen über Gesundheitsschäden bei Ratten nach der Verfütterung dieses Gen-Mais enthält, veröffentlicht werden (GREENPEACE 2005).

2.6. Hoher Mangel an Abklärung der Lebensmittelsicherheit

In einer im Jahre 2003 veröffentlichten Studie eines Wissenschaftlerteams aus Norwegen und Dänemark wurde ein signifikanter Mangel an öffentlicher Forschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen gentechnisch veränderter Organismen aufgedeckt (PRYME & LEMBKE 2003). Bislang sollen lediglich zehn wissenschaftlich abgestützte Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen gentechnisch veränderter Lebensmittel und Tierfuttermittel veröffentlicht worden sein: "Zwar haben schon viele Leute ihre Meinung zu diesem Thema in der allgemeinen Presse und Fachpresse kundgetan, in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlichte Daten zur Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel sind jedoch Mangelware. Dies bedeutet, dass die Verordnung über gentechnisch veränderte Lebensmittel auf einer Reihe extrem unzureichender Richtlinien beruht"

Mehr als die Hälfte der veröffentlichten Studien sollen in Zusammenarbeit mit Privatunternehmen durchgeführt worden sein. Keine dieser Studien hat negative Auswirkungen für den Menschen ergeben. In den als unabhängig erachteten Studien, insbesondere denjenigen, die von Institutionen durchgeführt wurden, die selbst in der Lage sind, gentechnisch veränderte Pflanzen zu züchten und anzubauen, "wurde von negativen Auswirkungen berichtet (diese jedoch nicht näher erläutert)", wobei bemerkenswert ist, dass sämtliche Auswirkungen bereits nach einer Verabreichungszeit von nur 10 bis 14 Tagen konstatiert wurden.

Das Fazit der Publikation lautet: "Als Schlussfolgerung lässt sich sagen, dass die wissenschaftlichen Aktivitäten und Untersuchungen erheblich intensiviert werden müssen, bevor wir bedenkenlos gentechnisch veränderte Lebensmittel in der Gewissheit zu uns nehmen können, dass sich langfristig wahrscheinlich keine gesundheitlichen Probleme ergeben werden. Hierbei wird es extrem wichtig sein, jedes einzelne gentechnisch veränderte Produkt vor der Einführung auf dem Markt auf transparente Weise zu testen" (PRYME & LEMBKE 2003).

¹ Anm. der Red.: siehe Laudatio von Beatrix Tappeser zur Verleihung des Whistleblower Preises an Arpad Pusztai in diesem Heft

3. Beispiele von Kontroversen um Gesundheitsrisiken

Zahlreiche kontroverse Expertenstreite zeigen, dass die Lebensmittelsicherheit von Gentech-Produkten ungelöst ist. Die folgenden drei Beispiele illustrieren diesen Bestand.

3.1. Allergische Reaktionen nach Konsum von Produkten mit StarLink-Mais?

Gentechnisch veränderte Pflanzen können Proteine enthalten, die bisher noch nicht in der Nahrung vorhanden waren. Es ist möglich, dass früher oder später einzelne Personen eine Allergie gegen dieses Protein entwickeln. Aufgrund seiner Molekülstruktur kann theoretisch jedes Eiweiss Allergien auszulösen. Ob dies tatsächlich so ist, kann man mit Sicherheit jedoch erst feststellen, wenn konkrete Allergie-Fälle aufgetreten sind. Es ist nur begrenzt möglich, das allergene Potential eines neuen, bisher in der vertrauten Nahrung nicht anzutreffenden Proteins vor der Markteinführung experimentell oder durch Tierversuche zu bestimmen. Allergene besitzen allerdings charakteristische Merkmale - namentlich eine hohe Stabilität im Verdauungstrakt. Sind diese bei einem Protein vorhanden, so ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass es sich dabei um ein Allergen handelt. Es gibt Bt-Toxin-Varianten, die im Verdauungstrakt lange Zeit stabil bleiben.

StarLink ist ein gentechnisch veränderter Mais des deutsch-französischen AgroBiotech-Unternehmens Aventis (heute Bayer Crop Science). Das Schädlingsresistenz-Gen exprimiert das Cry9C-Protein, welches unter Allergieverdacht steht - wegen dem langsamen Abbau des Proteins im Magen-Darmtrakt. Deshalb wurde StarLink-Mais in den USA nur als Futtermittel zugelassen. Seit 1998 wurde StarLink-Mais angebaut; im Jahr 2000 von etwa hundert grösseren Farmen auf 120.000 Hektar in sechs amerikanischen Bundesstaaten. Durch zufällige Verunreinigungen, Verwechslungen verschiedener Mais-Chargen, aber auch durch absichtlich oder fahrlässige Vermischungen mit anderen Mais-Sorten kam StarLink in die Nahrungskette. Im Herbst 2000 wurden in den USA Millionen von Lebensmittelprodukten vom Markt genommen. Der finanzielle Schaden wird auf über 1 Milliarde



Abb. 1: Immer mehr Pflanzen kommen aus dem Labor.

Dollar geschätzt. Bei der US-Lebensmittelbehörde FDA gingen 48 Meldungen von Personen ein, die nach dem Konsum von Produkten mit StarLink von heftigen allergischen Reaktionen berichten. Das FDA untersuchte einige Dutzend Fälle, um abzuklären, ob die Ursache der allergischen Reaktionen auf den Konsum von Lebensmittelprodukten mit StarLink-Mais zurückzuführen sind. Die Centers of Disease Control and Prevention (CDC) suchte nach Antikörpern des Cry9C Proteins. Der Bericht hat die Allergenität von StarLink als unwahrscheinlich bewertet (CDC 2001). Eine unabhängige Expertengruppe kritisierte sodann die Aussagen über den Allergieverdacht von StarLink (FOEE 2001). Der Fall ist bis heute unbefriedigend gelöst.

3.2. Die potentiellen Gefahren des 35S-Promotors

In der gentechnischen Pflanzenzüchtung ist der sogenannte 35S-Promotor des Cauliflower-Mosaik-Virus (CaMV) sehr beliebt, da er eine starke und dauerhafte Expression des neu eingeführten Gens gewährleistet. Der 35S-Promotor soll in mehr als achtzig Prozent der bis heute hergestellten transgenen Pflanzen vorhanden sein. Ein Risiko wird darin nicht erkannt - zumindest nicht von offizieller Seite. So argumentiert zum Beispiel die amerikanische Landwirtschaftsbehörde USDA mit einer historischen Perspektive für die Sicherheit des 35S-Promotors: Da Menschen schon sehr lange Kohlrarten, die mit CaMV infiziert sind, essen und dabei nie negative Auswirkungen beobachtet werden konnten, kann der 35S Promotor als sicher eingestuft werden. Anders sieht das Joe Cummins vom Departement of Plant Science, University of Western Ontario. Er warnte bereits 1994, als mit der FlavrSaver-Tomate die erste transgene Pflanze kommerzialisiert wurde, vor den Risiken, die durch den 35S-Promotor entstehen. Später hat Cummins seine Warnungen aus Anlass von zwei im Jahre 1999 publizierten Artikeln wiederholt. Der erste Artikel stammt von Wissenschaftlern des John Innes Research Institute und beschreibt das Vorhandensein eines Rekombinations-Hot-Spots im 35S-Promotor (KOHLI et al. 1999). Der zweite Artikel erschien in The Lancet und gibt die Resultate von Pusztai und Ewens wieder, welche die Auswirkungen einer transgenen Kartoffel auf Ratten untersuchte und dabei zum Schluss kam, dass die bei den Ratten beobachteten Effekte auch durch das eingefügte Genkonstrukt (mit 35S-Promotor) oder durch den Transformationsprozess ausgelöst sein könnten (EWENS & PUSZTAI 1999). Diese beiden Artikel veranlassten Cummins, Ho und Ryan eine Literaturstudie zur Sicherheit des 35S-Promotors durchzuführen. Ihre Resultate haben sie schliesslich in der Zeitschrift Microbial Ecology in Health Disease veröffentlicht (HO et al. 2000). Die Veröffentlichung ist in der Science Community auf heftige Kritik gestossen. Es entstand eine Kontroverse, die sich unter anderem auch um das Vorsorgeprinzip drehte. Folgende potentiellen Gefahren, die von transgenen Konstrukten mit dem 35S-Promotor ausgehen, werden kontrovers diskutiert:

- Genom-Umstellungen (genome rearrangements),
- Insertions-Mutagenese,
- Insertions-Karzenogenese,
- Reaktivierung von schlafenden Viren,
- Entstehung von neuen Viren.

Gewisse Experten lehnen heute ein Risiko durch den Promotor klar ab (HULL et al. 2000, MOREL & TEPFER 2000).

3.3. Transfer von Transgenen im Magen unterschätzt?

Der horizontale Gentransfer von Fremdgenen aus transgenen Nutzpflanzen auf Darmbakterien ist von geringer Wahrscheinlichkeit, stellt aber ein Restrisiko dar. Die These, wonach DNA im Verdauungstrakt vollständig abgebaut wird, hat keine Allgemeingültigkeit. Mittels Fütterungsversuchen an Mäusen wurde experimentell gezeigt, dass relativ grosse Bruchstücke der applizierten Viren im Kot und in Körperzellen der Tiere gefunden wurden (BILIG & RIEWENHERM 1997).

DNA scheint also in seltenen Fällen in das Erbgut von Tieren eingebaut zu werden. Weitere Experimente, die an Mäusen durchgeführt wurden, zeigten, dass Genteile und zuweilen sogar ganze Gene in das Erbgut von Abwehrzellen integriert werden. Ob sich mit dem Einbau dieser DNA gelegentlich schädliche Wirkungen ergeben, lässt sich nicht ausschliessen (siehe dazu: HO 2002, FLINT et al. 2002, BIOSICHERHEIT 2004).

Ein massgebendes Experiment wurde mit einem harmlosen Bakterienvirus (M13) durchgeführt. In Mäusen wurden nach der Verabreichung des Virus noch bis 8 Stunden später gut erhaltene Restfragmente der Test-DNA ausgeschieden (etwa 1-2 % der Gesamtmenge mit Bruchstücken von bis zu 25 % der ursprünglichen Nukleotidkettenlänge). Die Forscher vermuten, dass auch vollständige Gene eine Darmpassage unbeschadet überstehen könnten. Das Virus-Erbgut wurde auch im Blut der Tiere gefunden. In Zellen von Darm, Leber und Milz traten bis zu 1000 Nukleotide lange Fragmente auf. Bei der Verfütterung der Bakterienviren an trächtige Mäuse fand man DNA-Fragmente in Zellen der Augen, des Gehirns, der Leber, des Thymus, des Herzens und sogar in den Hoden der Embryonen. Die Forscher schliessen nicht aus, dass Fragmente auch in die Keimbahn gelangen könnten (SCHUBBERT et al. 1997, DOERFLER & SCHUBBERT 1997).

Die Frage, ob es im Magen-Darm-Trakt zu einem Gentransfer kommen kann, wird nach wie vor kontrovers bewertet. Eine theoretische Studie kommt zum Schluss, dass ein Gentransfer von Transgenen, die durch Nahrung aufgenommen werden, auf Darmbakterien selbst bei einem worst-case-Szenario unbedeutend bleibt (MITTEN et al. 1996). Demgegenüber ergab eine Studie in Holland unerwartete Resultate bei einem Experiment mit Antibiotikaresistenz-Genen an einem künstlichen Magen. Die DNA blieb mehrere Minuten intakt, woraus eine Übertragungswahrscheinlichkeit auf ein Magenbakterium mit 1 in 10 Millionen abgeleitet wurde. Unter Antibiotika-Applikation erhöht sich die Wahrscheinlichkeit noch um einen Faktor 10 (McKENZIE 1999).

Britische Wissenschaftler von der Universität in Newcastle haben gezeigt, dass transgene Soja-DNA die Dünndarmpassage überdauern kann (NETHERWOOD et al. 2004). In der Studie wurden sieben Personen mit einem künstlichen Darmausgang und Personen mit intaktem Verdauungstrakt eine Mahlzeit mit Gentech-Soja zugeführt. An den Versuchspersonen wurde untersucht, ob die transgene DNA die Darmpassage überdauert und ob es zum horizontalen Gentransfer kommt, ob also Bakterien im menschlichen Darm die transgene DNA aufnehmen. Bei den Personen mit künstlichem Darmausgang wurde in den Ausscheidungen transgene DNA festgestellt. Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Versuchspersonen lediglich eine Mahl-

zeit mit Gentech-Soja zu sich genommen haben. Deshalb bleibt offen, welchen Einfluss eine kontinuierliche Aufnahme transgener DNA auf Darmbakterien haben kann. Netherwood et al. (2004) empfehlen, dass es in zukünftigen Bewertungen der Lebensmittelsicherheit von Gentech-Lebensmitteln bedacht werden sollte, dass transgene DNA die Dünndarmpassage überdauert. In einer Bewertung der britischen Soil Association heisst es: „We believe that in the absence of research showing otherwise, this means that the safety of GM food is in doubt; the approval procedures for GMOs are inadequate; and that the FSA is not taking a precautionary, science-based approach to the safety of GM foods or adequately informing the public or Government of the uncertainties.“ (SOIL ASSOCIATION 2003).

4. Das Nicht-Wissen

Der deutsche Soziologe Ulrich Beck betonte schon Mitte der 90er Jahre: „Der Satz ‚Ich weiss es auch nicht‘ wäre eine nobelpreiswürdige Wohltat. Wann werden die Naturwissenschaftler lernen, der Unsicherheit, die sie auslösen, ins Auge zu sehen?“ (BECK 1994). Bei Nicht-Wissen handelt sich a) um reduzierbares Nicht-Wissen (Datenlücken, fehlerhafte Daten) und b) um nicht-reduzierbares Nicht-Wissen (Unbestimmbarkeit auf Grund der dynamischen Komplexität der Systeme). Ein Sonderfall beim Nicht-Wissen nimmt die Unkenntnis ein. Hier wissen wir nicht, was wir nicht wissen. Phänomene und Wirkungszusammenhänge, die bisher noch nicht wahrgenommen wurden, müssten von Grund auf neu erkannt werden.

Das logische kausale Denken in der Wissenschaft wurde an Materie der leblosen Natur entwickelt. Wer über Organismen nachdenkt, bemerkt jedoch rasch, dass das logische-kausale Denken nicht geeignet ist, die Komplexität, die Qualität und den Wirkungskreis eines lebenden Organismus zu erfassen. Wird es dennoch versucht, so gelingt das nur, wenn der Organismus zu einem kausalen Regelsystem reduziert wird: Das Ganze wird aus der Summe der Teile abgeleitet, im Gegensatz zu einem Organismus, wo die Teile aus der Ganzheit verstanden werden.

„Die zentrale Annahme, auf die sich das Risikokonzept stützt, ist, dass alle relevanten Schadensereignisse bekannt sind und sich kausal auf auslösende Ereignisse zurückführen lassen. Im Bereich von Umweltbelastungen und Umweltveränderungen ist diese Annahme jedoch nicht erfüllt, und daher führt das risikoorientierte Vorgehen zu erheblichen Schwierigkeiten: Einerseits sind sehr langwierige Untersuchungen nötig, die oftmals dennoch nur unklare Resultate liefern; andererseits besteht immer die Möglichkeit, dass zusätzliche, unerwartete Effekte auftreten. Eine Quantifizierung und kalkulierbare Erfassung der Risiken gelingt daher nicht (...)“ (SCHERINGER 1999). Unklare Resultate, langwierige Untersuchungen und unerwartete Effekte - die drei Stichworte aus dem Zitat deuten an, dass die Naturwissenschaft bei der Abklärung von Umweltbelastungen und Umweltveränderungen an ihre Grenzen stösst. Der Grund liegt in der transwissenschaftlichen Natur ökologischer Fragestellungen. Weinberg bezeichnet die Fragen als transwissenschaftlich, die zwar faktischer Natur sind und in der Sprache der Wissenschaft gestellt werden können, die aber trotzdem nie von der Wissenschaft beantwortet werden

können (WEINBERG 1972). Unbeantwortet bleiben die Fragen, weil die Antworten Experimente erfordern, die entweder ethisch oder faktisch nicht ausführbar sind oder weil die Antworten die Gesamtkennntnis eines Bereichs verlangen, die nie erreicht werden kann (Von SCHOMBERG 1995). Vor allem letzteres trifft immer zu, wenn es um ökologische Fragen geht. Denn dort verhindert die Komplexität, dass man mit naturwissenschaftlichem Vorgehen abschliessende Antworten auf relevante Fragen erhält.

Das Vorsorgeprinzip will dem Umstand des inhärenten Nicht-Wissens Rechnung tragen. Dabei geht das Vorsorgeprinzip vom klassischen Risikoansatz aus (sound science). Sound science bedeutet, dass der wissenschaftlichen Expertise Vorrang einzuräumen ist und der Stand des Wissens als der alleingültige Massstab für Risikoeinschätzungen zu gelten hat. In der Logik der sound science wird aber Nichtwissen negiert oder erhält zumindest - durch den strikten Rekurs auf den Stand des Wissens - keine Funktion im Umgang mit Risiken. Die Anwendung des Vorsorgeprinzips verlangt nun - ausgehend von den Bewertungen nach dem Stand des Wissens - nach einer erweiterten interdisziplinären wissenschaftlichen Forschung. Dies ist deshalb notwendig, da Ungewissheit und Ignoranz das Verständnis komplexer biologischer Probleme zwangsläufig begleiten. Insofern ist das Vorsorgeprinzip ein Appell nach mehr Wissenschaft und nicht eine Ablehnung der Wissenschaft.

5. Umschreibung des Vorsorgeprinzips

Massgebende Umschreibungen des Vorsorgeprinzips liefern die Rio Deklaration vom Jahr 1992 (Agenda 21) (UN 1992), das Cartagena Protokoll (Cartagena Protocol on Biosafety 2000), eine Mitteilung der EU Kommission (EU Kommission 2000) und das Wingspread Statement in den USA (ASHFORD et al. 1998). Es bestehen keine wesentlichen Konflikte zwischen diesen Umschreibungen und die Gültigkeit des Prinzips ist grundsätzlich unumstritten. Jede Umschreibung bekräftigt, dass Massnahmen durch die Politik ergriffen werden können, auch wenn keine schlüssigen wissenschaftlichen Beweise vorliegen. So lautet beispielsweise der Wortlaut zum Vorsorgeprinzip gemäss der Rio Conference on the Environment and Development im Jahre 1992 (Principle 15):

„In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according to their capabilities. When there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.“ (Wenn die Gefahr schwerer irreversibler Schäden besteht, soll die Abwesenheit vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Grund gelten, effiziente Massnahmen zu verschieben, um Umweltbeeinträchtigungen zu verhindern) (UN 1992).

Das Vorsorgeprinzip hat sich in den Bereichen des Gesundheits- und des Umweltschutzes nach und nach als Grundsatz des Völkerrechts etabliert und die WTO-Vorschriften lassen die Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips grundsätzlich zu. Einzelne Länder haben das Recht, ein Schutzniveau festzusetzen, das sie im Rahmen des Risikomanagements als angemessen erachten. Unter

Berufung auf das Vorsorgeprinzip und abgestützt auf das angestrebte Schutzniveau kann der Staat geeignete Massnahmen verlangen (EU KOMMISSION 2000).

Die heutige - deterministische - Risikoeinschätzung beschränkt sich weitgehend auf die Kausalität zwischen Ursache und Schaden. Nur was wissenschaftlich erklärbar ist, findet in der Risikobewertung Berücksichtigung. Nichtwissen ist in diesem Umgang mit Risiken ausgeschlossen.

Im Sinne des Vorsorgeprinzips müssten aber auch Kriterien zur Anwendung gelangen, die nicht nur zuweisbare Kausalitäten begutachten, sondern der Begrenzung der Erkenntnis und Prognose Rechnung trägt. Die Unsicherheit bei GVO in Ökosystemen und Lebensmitteln ist oft nicht bloss eine Frage der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Ereignisses in einer Kausalkette, sondern ist ein Problem der Unkenntnis. Diese Unkenntnis lässt sich nicht beliebig reduzieren, da die ausserordentliche Komplexität des zu bewertenden Systems dies verunmöglicht.

Eine typische Anwendung des Vorsorgeprinzips liegt dann vor, wenn Massnahmen getroffen werden sollen, bevor ein vollständiges wissenschaftliches Wissen vorliegt. Ob das Vorsorgeprinzip in dieser Situation zur Anwendung kommt, entscheidet sich daran, ob genügend Informationen zur Sicherheit vorliegen und wie schlüssig, vollständig und sicher diese Informationen sind, um die angestrebte Sicherheit zu garantieren. Das Vorsorgeprinzip orientiert sich demnach an möglichst umfassenden wissenschaftlichen Risikoanalysen und entscheidet sich am Grad der wissenschaftlichen Unsicherheit.

6. Konkretisierung des Vorsorgeprinzips

Da in den Umschreibungen des Vorsorgeprinzips selten Ansätze zu einer Konkretisierung oder Operationalisierung vorliegen, bleibt heute das Vorsorgeprinzip weiterhin auslegungsbedürftig. Zwar wächst die Bedeutung des Vorsorgeprinzips in der nationalen wie auch internationalen Politik, gleichzeitig herrscht aber eine Unsicherheit darüber vor, wie das Prinzip angewendet werden soll. Der Grund für die Unsicherheit liegt in der fehlenden inhaltlichen Bestimmtheit und der mangelhaften Konkretisierung des Vorsorgeprinzips.

Es gibt heute keine Rezepte, Risiken pauschal zu bewerten. Eine Möglichkeit besteht darin, Risikotypen zu unterscheiden und für jeden Typ eine eigene Risikomanagementstrategie zu entwickeln. Auf diese Weise entsteht ein Instrumentarium, das eine Antwort auf die Frage gibt, bei welchen Risikosituationen das Vorsorgeprinzip angewendet werden soll. Im Zusammenhang mit gentechnisch veränderten Organismen stehen zwei Ansätze zur Risikotypologisierung zur Verfügung. Der eine Ansatz stammt vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 1998), der andere vom Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) in Frankreich (CHEVASSUS-AU-LOUIS 2000, CHEVASSUS-AU-LOUIS 2001). In diesem Zusammenhang ist auch der Ansatz von Charles Perrow von Interesse, der Technologien nach dem Grad der Komplexität der Interaktionen und der Kopplung von Teilkomponenten klassiert (PERROW 1987).

Gemäss dem Ansatz des WBGU gilt, dass je weitreichender die möglichen Folgen eines Risikotyps sind und je weniger Kompensationsmöglichkeiten bestehen, desto wichtiger ist eine an Vorsorgemassnahmen orientierte Risikopolitik. Anwendungen der Gentechnik werden allerdings nicht differenziert behandelt. Die WBGU ist der Meinung, dass alle Tätigkeiten in denselben Risikotyp einzuordnen sind. Beim Risikotyp für die Gentechnik in der Umwelt („Pythia“) gilt generell die Anwendung von Vorsorge: „Der Risikotyp Pythia steht für bestimmte gentechnische Anwendungen und die Freisetzung transgener Pflanzen. Diese Risiken können nicht abgeschätzt werden. Ihnen wird am besten durch verbesserte Vorsorge, Grundlagenforschung auf hohem Niveau und optimierte Überwachungssysteme begegnet.“ (Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (ohne Datum)).

Folgt man diesem Ansatz des WBGU, so gilt für Anwendungen der Gentechnik in der Umwelt generell:

„Beim Risikotyp Pythia, dem die Freisetzung und das Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen zugeordnet werden, liegt eine besonders hohe Ungewissheit sowohl bei der Eintrittswahrscheinlichkeit als auch beim Schadensausmass vor. Hier gilt die Maxime, das Wissen zu verbessern, namentlich im Bereich der Grundlagenforschung. Gleichzeitig sollen aber hier besonders stark vorsorgeorientierte Strategien zum Zug kommen, da das Haftungsprinzip möglicherweise nur bedingt durchgesetzt werden und die Schadenshöhe globale Ausmasse annehmen kann. Wesentliches Instrument der Vorsorge ist auch die Begrenzung des Wirkungsfeldes, in dem das Risiko zugelassen ist. Dazu bedarf es unter anderem der Forschung zur Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und möglicher Schadensausmasse. Ausserdem ist ein internationales Frühwarnsystem nötig. Schwerpunkt ist die Begrenzung des Schadensausmasses durch lokale Begrenzungen des Einsatzes risikoerzeugender Aktivitäten“ (WBGU 1998).

Die andere Möglichkeit einer Operationalisierung des Vorsorgeprinzips ergibt sich aus Checklisten. Eine nicht veröffentlichte Studie der Eidgenössischen Fachkommission für Biologische Sicherheit EFBS (EFBS 2005) hat gezeigt, dass Kriteriensätze wie folgt aufgebaut werden könnten (AMMANN 2004):

In einem ersten Schritt sollen konsensfähige Grundsätze zum Verständnis des Vorsorgeprinzips gefunden werden. In einem zweiten Schritt werden Kriterien aufgelistet, die basierend auf dem Grundverständnis darüber entscheiden sollen, ob in einem konkreten Fall das Vorsorgeprinzip zur Anwendung gelangen soll. In einem dritten Schritt werden für den Fall, dass das Vorsorgeprinzip zur Anwendung gelangt, allgemeine Bewertungskriterien vorgegeben. In einem vierten Schritt handelt es sich um spezifische Bewertungskriterien, die fallspezifisch zur Anwendung kommen. In einem fünften Schritt wird eine Checkliste von möglichen Empfehlungskriterien an die politische Entscheidungsinstanz aufgestellt. Die Checklisten bestehen aus insgesamt 32 Kriterien. Damit steht anhand von Checklisten eine Art Rezept zur Verfügung, anhand dessen entschieden werden kann, wann Vorsorge angebracht ist und wie sie konkret aussehen sollte. Die Checklisten stellen eine Grundlage bereit, um eine konsistente, glaubwürdige und praktikable Anwendung des Vorsorgeprinzips zu unterstützen.



Abb. 2: Bald auch gentechnisch veränderte Getreidesorten?

7. Handlungsempfehlungen beruhend auf dem Vorsorgeprinzips

Etliche Institutionen verlangen heute eine strengere Regulierung von Gentech-Pflanzen und Gentech-Lebensmitteln und fordern eine Anwendung des Vorsorgeprinzips (beispielhaft: ROYAL SOCIETY OF CANADA 2001). Gemäss der Mitteilung der EU Kommission lässt sich das Vorsorgeprinzip unter zwei Aspekten betrachten: Erstens unter dem Gesichtspunkt der Entscheidung, ob man überhaupt tätig werden soll und zweitens unter dem Gesichtspunkt, wie man gegebenenfalls tätig wird, d.h. welche Massnahmen im Falle eines Rückgriffs auf das Vorsorgeprinzip getroffen werden (EU KOMMISSION 2000).

Grundsätzlich soll bei wissenschaftlicher Unsicherheit die Aufgabe der Entscheidungsfindung stets bei der Politik liegen: „Die Wahl der Antwort auf eine gegebene Situation stützt sich auf eine zutiefst politische Entscheidung, die abhängig ist von dem Risikoniveau, das die Gesellschaft als akzeptabel ansieht.“ (EU KOMMISSION 2000: 16). Das Vorsorgeprinzip ist damit ein Instrument für die Entscheidungsfindung auf politischer Ebene: „The precautionary approach (...) primarily affects the development of options and the decision phases.“ (GOVERNMENT OF CANADA 2001). Die Wissenschaft berät dabei die Politik, entscheidet aber nicht selbst, was für Massnahmen ergriffen werden sollen, denn der politische Entscheid hängt nicht nur von der wissenschaftlichen Beurteilung der Risiken ab: „The precautionary principle focuses on options and solutions rather than risk.“ (TICKNER et al. 1998).

Nach einer umfassenden vorsorglichen Bewertung kann eine Empfehlungen zu Händen des Risikomanagements ausgesprochen werden. Die politische Entscheidungsfindung unter dem Vorsorgeprinzip kann durch folgende Schwerpunkte charakterisiert werden:

- Die Gewährleistung einer möglichst umfassenden wissenschaftlichen Bewertung
- Die Durchführung einer multidisziplinären, unabhängigen und transparenten Risikobewertung, bei der jeweils unterschiedliche Sichtweisen des betreffenden Problems zu berücksichtigen sind

- Die Ermittlung des Ausmasses der wissenschaftlichen Unsicherheit
- Die Bewertung von Alternativen
- Die Bewertung der Folgen einer Untätigkeit.

8. Schlussfolgerungen

Gentechnisch veränderte Pflanzen werden in der Umwelt angebaut und gelangen in die Nahrungskette, obwohl:

- Ein Mangel an Sicherheitsstudien - namentlich zu den Gesundheitsgefährdungen beim Konsum - bestehen.
- Die heutige Risikobeurteilung im wesentlichen sich nur auf den Stand des Wissens abstützt und den Grad des Nicht-Wissens ignoriert.

Da das Wissen über Schädigungen von Gentech-Produkten in der Umwelt und in den Lebensmitteln unzureichend ist, sollten im Sinne des Vorsorgeprinzips - mindestens - fallweise weitergehende Abklärungen getroffen werden.

Ärztinnen und Ärzte sollten auf eine verstärkte Anwendung des Vorsorgeprinzips im Zusammenhang mit der Abklärung von Gesundheitsgefährdungen durch Gentech-Lebensmittel aufmerksam machen.

(Nach einem Vortrag auf der 5. Umweltmedizinischen Tagung „Chemie und Umweltmedizin - Chancen und Risiken“ der Verbände dbu, DGUHT, IGUMED und ÖÄB in Würzburg, 24. - 26. Juni 2005.)

Nachweise

AKADEMIE FÜR TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG (1999): Pressemitteilung 3.12.1999, <http://www.ta-akademie.de/deutsch/aktuelles/presse/pressemitteilungen/990312WissBeirat.asp>.

AMMANN, D. (2004): Das Vorsorgeprinzip. Studie im Auftrag der Eidgenössischen Fachkommission für Biologische Sicherheit EFBS. unveröffentlicht.

ASHFORD, N. et al. (1998): Wingspread Statement on the Precautioning Principle, Wingspread Conference Center, Racine, Wisconsin, 23.-25. Januar 1998, <http://www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html>.

BECK, U. (1994): Die Naivität der Macher, Der Spiegel, Nr. 15, 11. April 1994.

BILLIG, S. & RIEWENHERM, S. (1997): Veränderte Gene, GID 117 (Feb.): 3

BIOSICHERHEIT (2004): Untersuchung einer möglichen Übertragung von Genen auf Magen-Darm-Mikroorganismen von mit Bt-Mais gefütterten Rindern. BioSicherheit, 16.11.04, <http://www.biosicherheit.de/projekte/19.proj.html>.

BOHAN, D. A. et al. (2005): Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide tolerant winter-sown oilseed rape. Proc. R. Soc. B 272: 463, http://www.pubs.royalsoc.ac.uk/proc_bio_content/pdf/rspb20043049.pdf.

BROWN, P. (2004): GM soya 'miracle' turns sour in Argentina, The Guardian, 16.4.04, <http://www.guardian.co.uk/international/story/0,3604,1192867,00.html>.

CARTAGENA PROTOCOL ON BIOSAFETY (2000): Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on biological Diversity, <http://www.biodiv.org/biosafety/protocol.asp>.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - CDC (2001): CDC involvement in investigating adverse health effects associated with eating corn products potentially contaminated with the Cry9C protein in StarLink(TM) corn. Centers for Disease Control and Prevention, 13.6.01.

CHEVASSUS-AU-LOUIS, B. (2000): L'analyse du risque alimentaire: Quels principes, quels modes, quelles organisations pour demain? Conference de L'OCDE sur la se-

curité des aliments issus d'OGM, www.cirad.fr/colloque/fao/pdf/7-chevassus-vf.pdf.

CHEVASSUS-AU-LOUIS, B. (2001): Kriterien für eine Entscheidung auf der Grundlage des Vorsorgeprinzips - Eine Einladung zur Optimierung der Expertise von morgen. <http://www.bioweb.ch/de/forum/2001/3/04>.

COMMISSION DU GENIE BIOMOLECULAIRE - CGB (2003): Compte rendu synthétique de la séance. Commission du génie biomoléculaire, 28.10.03, http://www.ogm.gouv.fr/experimentations/evaluation_scientifique/cgb/CR_seances/CR_synth_281003.pdf

DOERFLER, W. & SCHUBBERT, R. (1997): Fremde DNA im Säugersystem. Deutsch Ärztebl 94(51-52): A-3465.

EIDGENÖSSISCHE FACHKOMMISSION FÜR BIOLOGISCHE SICHERHEIT - EFBS (2005): http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_efbs/start.html.

EU KOMMISSION (2000): Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips, Mitteilung der Kommission, http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!CELEXnumdoc&numdoc=52000DC0001&lg=DE; Commission of the European Communities (2000). Communication from the commission on the precaution principle. COM(2000)1, 2.2.00.

EWENS, S. & PUSZTAI, A. (1999): Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine. The Lancet 354: 1353-1354.

FLINT, H. J. et al. (2002): Survival of ingested DNA in the gut and the potential for genetic transformation of resident bacteria. UK Food Standards Agency, Juli 2002, <http://www.foodsafetynetwork.ca/gmo/rowett1.pdf>.

FRIENDS OF THE EARTH EUROPE - FoEE (2001): FDA's StarLink Investigation Flawed: Hundreds of Allergy Reports Ignored, Questionable Test Used Special Risks to Infants and Children Not Accounted For. Friends of the Earth, 13.6.2001.

GOVERNMENT OF CANADA (2001): A Canadian Perspective on the Precautionary Approach/Principle. Proposed guiding principles: 6.

GREENPEACE (2005): Greenpeace setzt sich gegen Gentechnik-Gigant Monsanto durch - Untersuchung zu Risiken von Gen-Mais muss veröffentlicht werden. Greenpeace, 10.6.05, <http://www.presseportal.de/print.htm?nr=688808>.

HO, M.-W., RYAN, A. & CUMMINS, J. (2000): Hazards of transgenic plants containing the cauliflower mosaic viral promoter. Microbial Ecology in Health and Disease 12: 6-11.

HO, M.-W. (2002): GM DNA in human gut underestimated. ISIS Report, 21 July 2002, <http://www.i-sis.org.uk/hgthumangut.php>.

HULL, R., COVEY, N.S. & DALE, P. (2000): Genetically modified plants and the 35S promoter: assessing the risks and enhancing the debate. Microbial Ecology in Health and Disease 12(1): 1-5.

KEMPF, H. (2004): L'expertise confidentielle sur un inquietant mais transgénique. Le Monde, 22.4.04, http://www.lemonde.fr/web/imprimer_article/0,1-0@2-3226,36-362061,0.html.

KOHLI, A., GRIFFITHS, S. PALACIOS, N., TWYMAN, R.M., VAIN, P., LAURIE, D.A. & CHRISTOU, P. (1999): Molecular characterization of transforming plasmid rearrangements in transgenic rice reveals a recombination hotspots in the CaMV 35S promoter and confirms the predominance of microhomology mediated recombination predominance of microhomology mediated recombination. The Plant Journal 17(6): 591-601.

LEAN, G. (2005): Rats fed GM corn due for sale in Britain developed abnormalities in blood and kidneys. The Independent, 22.5.05.

MacKENZIE, D. (1999): Gut reaction. New Scientist, 30.1.99: 4.

MELLON, M. & RISSLER, J. (2004): Environmental Effects of Genetically Modified Food Crops. Recent Experiences. Union of Concerned Scientists, http://www.ucsusa.org/food_and_environment/biotechnology/page.cfm?pageID=1219#GE_crops.

MITTEN, D., REDENBAUGH, K. & LINDEMANN, J. (1996): Evaluation of potential gene transfer from transgenic plants. In: SCHMIDT, E. R. & HANKELN, Th. (eds.): Transgenic organisms and biosafety, Springer: 98.

MOREL, J.-B. & TEPFER, M. (2000): Pour une évaluation scientifique des risques: le cas du promoteur 35S. Biofutur 201: 32-35.

NAFTA (2004): Maize and biodiversity: Effects of transgenic maize in Mexico. NAFTA Report, Übersetzung von Greenpeace aus dem spanischen Original, http://www.biosicherheit.de/pdf/dokumente/cec_report.pdf.

NETHERWOOD, T., MARTIN-ORUE, S.M., O'DONNELL, A.G., GOCKLING, S., GRAHAM, J., MATHERS, J.C. & GILBERT, H.J. (2004): Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nature Biotechnology* 2: 204-209.

NETWORK OF CONCERNED FARMERS (2003): 95 % Canadian non-GM seed stocks contaminated. Network of Concerned Farmers, 7.11.2003, http://www.non-gm-farmers.com/news_details.asp?ID=828.

PERRON, Ch. (1987): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Grosstechnik. Campus Verlag, Frankfurt, New York.

PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS (2003): The Farm Scale Evaluations of spring-sown genetically modified crops. A themed issue from Philosophical Transactions: Biological Sciences. Series B, Vol. 358, Issue 1439, 29.11.2003, http://www.pubs.royalsoc.ac.uk/phil_bio/news/fse_toc.html.

PRYME, I. F. & LEMBCKE, R. (2003): In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed - with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health* 17: 1-8, <http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/0/80256cad0046ee0c80256d6005ae0fe/%FILE/NutritionHealthstudy.pdf>.

PUSZTAI, A. (2001): Scarcity of safety tests. *BioScience Productions*, Juni 2001. <http://www.actionbioscience.org/biotech/pusztai.html>.

QUIST, D. & CHAPELA, I. H. (2001): Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexiko. *Nature* 414: 541.

UNITED NATIONS (1992): Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro, 3.-14. Juni 1992, A/CONF.151/26 (Vol. I), <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>.

ROYAL SOCIETY OF CANADA (2001): Elements of precaution: Recommendations for the regulation of food biotechnology in Canada. Expert panel report, Januar 2001.

SCHERINGER, M. (1999): Persistenz und Reichweite von Umwelchemikalien. Wiley-VCH, Weinheim.

SCHUBBERT, R., RENZ, D., SCHMITZ, B. & DOERFLER, W. (1997): Foreign (M13) DNA

ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 94: 961.

SOIL ASSOCIATION (2002): Seeds of doubt. September 2002.

SOIL ASSOCIATION (2003): University of Newcastle research - the transfer of DNA from GM food into bacteria in the human gut. Soil Association, Briefing Paper, 11.6.03, <http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/0/80256cad0046ee0c80256d370049f8da?OpenDocument>.

STOLLORZ, V. (2004). Nagende Zweifel. *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung*, 12.09.2004, Nr. 37: 65, <http://www.faz.net/s/RubCD175863466D41BB9A6A93D460B81174/Doc~E1716147AA56B46BCB5EB85DE4BE7FD90~ATpl~Ecommon~Scontent.html>.

SYNGENTA (2003): Glyphosate-resistant weeds. Will they decrease land value? Syngenta Crop Protection, Inc., Greensboro.

THE ROYAL SOCIETY (2005): Final GM Farm Scale Evaluations paper published today. The Royal Society, 21.3.05, <http://www.royalsoc.ac.uk/news.asp?year=&id=2999&printer=1>.

TICKNER, J. RAFFENSPERGER, C. & MYERS, N. (1998): The precautionary principle in action. A handbook. Written for the Science and Environmental Health Network. Windsor, North Dakota.

UMWELTINSTITUT MÜNCHEN (2004): Die falschen Thesen der Agro-Industrie. Gentech-Pflanzen erfüllen Erwartungen nicht. Umweltinstitut München, <http://www.umweltinstitut.org/frames/all/m407.htm>.

VON SCHOMBERG, R. (1995): Der rationale Umgang mit Unsicherheit. Peter Lang, Frankfurt am Main.

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN - WBGU (1998): Welt im Wandel - Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Zusammenfassung für Entscheidungsträger, Bremerhaven, http://www.wbgu.de/wbgu_jg1998.pdf.

WEINBERG, A. (1972): Science and transscience. *Minerva* 10: 209-222.

Anzeige



BUCHTIPP

Die neue Ausgabe des grünen Branchenbuches für Nordrhein-Westfalen enthält mehr als 4000 Adressen, die Ihnen helfen, Ihr Leben gesund und umweltgerecht zu gestalten - für mehr Lebensqualität mit nachhaltig erzeugten Produkten und Dienstleistungen aus der Region, die die Umwelt schonen. Der Branchenteil führt Sie von A bis Z durch das Spektrum ökologischer Produkte und Dienstleistungen mit vielen zusätzlichen Infos und Tipps. Diesmal mit 62 Seiten Sonderteil „Nachhaltig Wirtschaften in Deutschland - Unternehmen sichern Zukunft“. Weitere aktuelle Regionalausgaben s. unten

176 Seiten, ISBN 3-932309-23-5, 3,00 €

GUTSCHEIN

Bitte gewünschte Ausgabe(n) ankreuzen, mit Ihrer Adresse und € 1,45 Porto pro Buch an uns senden.

- Hamburg/Schleswig-Holstein Berlin/Brandenburg
 Nordrhein-Westfalen Niedersachsen/Bremen

Verlag Das grüne Branchenbuch
 Lasbeker Str. 9 • 22967 Tremsbüttel • Tel. 04532-21402
 Fax: 04532-22077 • www.die-gruene-suchmaschine.de
service@die-gruene-suchmaschine.de