# CYBERKRIEG AUF DEM ACKER – WAS BLÜHT UNS DA?

## KRITISCHE BESTANDSAUFNAHME EINER NEUEN DIMENSON DER GENTECHNIK.

VON CHRISTOPH THEN

IM AUFTRAG VON MARTIN HÄUSLING, MEP

**Die Grünen | Europäische Freie Allianz**
im Europäischen Parlament

# IMPRESSUM


## HERAUSGEBER

Martin Häusling, MdEP / Europabüro Hessen
Kaiser-Friedrich-Ring 77
65185 Wiesbaden

Tel. 0611 - 98920-30
Fax 0611 - 98920-33
info@martin-haeusling.de

## AUTOR

Christoph Then

## DRUCK

www.flyerheaven.de

## STAND

Dezember 2013

## GESTALTUNG

Dipl. Des. (FH) Annette Schultetus,
www.design-kiosk.de

## BEZUG DIESER PUBLIKATION

Ina Möllenhoff
Tel. 0611 - 98920-30
Fax 0611 - 98920-33
info@martin-haeusling.de

# INHALT


VORWORT MARTIN HÄUSLING 5
CYBERKRIEG AUF DEM ACKER 5

1. EINLEITUNG 6

2. GENTECHNIK AUF DEN ACKER:
DIE PIPELINE DER GIFTMISCHER 7

EXPERIMENTELLE FREISETZUNGEN UND PFLANZEN
MIT NEUEN EIGENSCHAFTEN 11

DIE RISIKEN NEHMEN ZU 13
*BEISPIEL BT-TOXINE 14*
*BEISPIEL HERBIZIDRESISTENZ 15*
*BEISPIEL ÜBERTRAGUNG BIOLOGISCH AKTIVER STOFFE AUS DEM DARM (RNA UND DNA) 16*

3. GENTECHNIK-BÄUME: RISIKO OHNE KONTROLLE 17
RISIKEN DER FREISETZUNG GENTECHNISCH
VERÄNDERTER BÄUME 19

4. GENTECHNISCH VERÄNDERTE TIERE:
FLIEGEN OHNE GRENZEN 20

LEUCHTENDE FLIEGENLARVEN 21
MONSANTO: PATE BEIM GEN-LACHS 22
GEN-KAMEL UND UMWELTSCHWEIN 23
GENTECHNOLOGIE UND TIERSCHUTZ 24

5. SYNTHETIC GENOME TECHNOLOGIES:
RADIKALER UMBAU DES ERBGUTS 26

6. DAS GEPLANTE FREIHANDELSABKOMMEN:
STREIT UMS VORSORGEPRINZIP 31

DER EASAC REPORT 32
VORSORGEPRINZIP UND 'EVIDENCE' 34

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN 38

POLITISCHE FORDERUNGEN VON MARTIN HÄUSLING,
DIE GRÜNEN/EFA 40

LITERATUR-, QUELLEN- UND BILDNACHWEIS 42

ANHANG: TABELLARISCHE ÜBERSICHT 46
ÜBER EU ANMELDUNGEN GENTECHNISCH
VERÄNDERTER PFLANZEN

# VORWORT
# MARTIN HÄUSLING

## CYBERKRIEG AUF DEM ACKER!

## DAS KANN UNS BLÜHEN, WENN WIR WEITER IN DIE FALSCHE RICHTUNG RENNEN.

Eine neue Generation von Gentec-Pflanzen steckt in der Pipeline. Es sind Pflanzen, die gegen vier Unkrautvernichtungsmittel gleichzeitig resistent sind und ein halbes Dutzend Insektengifte auf dem Acker produzieren – 24 Stunden lang, jeden Tag. Der Gentec-Experte Christoph Then beschreibt, was diese Pflanzen können – und was sie anrichten können.

Viele dieser Giftschleudern sind in den USA schon im Einsatz. Inzwischen werden auch immer häufiger Bäume und Tiere gentechnisch verändert. Und mit neuen Methoden der genetischen Manipulation werden ganz neue Kreaturen am Computer konstruiert. Brauchen wir das? Hilft es uns, die aktuellen Herausforderungen – den dramatischen Biodiversitätsverlust, den Klimawandel, den Kampf gegen den Hunger – zu meistern?

**„Die Landwirtschaft in den USA ist im Vergleich zu der Westeuropas in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zurückgefallen – weil sie auf Gentechnik gesetzt hat".**

Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie der Universität Canterbury in Neuseeland. Deren Autoren haben Daten über Ernteerträge, Pestizideinsatz und Sortenvielfalt, insbesondere für Mais, Raps und Soja verglichen. Sie konnten keine höheren Erträge im Vergleich zu Ländern ohne entsprechende Gentechnik-Pflanzen feststellen, während der Einsatz an Pestiziden gleich blieb oder sogar zunahm. Auch habe sich die genetische Diversität verringert, so die Studie.

In ihren Schlussfolgerungen weisen die Forscher daraufhin, dass durch Monokulturen und genetische Verarmung der Anbau von Grundnahrungsmitteln in den USA immer anfälliger werde. Eine Ursache dafür sehen sie darin, dass die Vereinigten Staaten die Saatgutzüchtung durch immer strengere Patentregelungen verengt hat. Sie empfehlen, die Agrarsubventionen stärker an nachhaltigen Anbaumethoden auszurichten, die die Artenvielfalt fördern. Die Innovationsstrategie sollte auf langfristige Nachhaltigkeit und stabile Ernten ausgerichtet werden anstatt auf kurzfristige Mengensteigerungen.

Da ist Europa einen Schritt weiter, wenn auch nur einen kleinen. Ich bin immer noch davon überzeugt, dass es die richtige Entscheidung ist, Gentechnik in der Landwirtschaft in Europa abzulehnen. Es gibt Fehler, die müssen wir nicht machen. Um so wichtiger ist es, dass wir beim geplanten Freihandelsabkommen der EU mit den USA (TTIP) vehement einfordern, unsere europäischen Zulassungsverfahren und unser Vorsorgeprinzip nicht zu verwässern. Genau darauf haben es die Konzerninteressen, die hinter dem Freihandelsabkommen stehen, aber abgesehen. Auch das legt Christoph Then anschaulich dar.

Ich wünsche eine aufschlussreiche Lektüre!

Martin Häusling

# 1. EINLEITUNG

## GENTECHNIK

Durch den sogenannten Gentransfer werden aus beliebigen Spenderorganismen stammende Gene (DNA-Sequenzen inklusive Regulationselemente) in Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen übertragen, um diesen so bestimmte Eigenschaften zu verleihen. Die Übertragung fremder Gene ist nicht gezielt: Weder die Einbauorte noch die dort entstehenden Veränderungen lassen sich steuern. Je nachdem, an welcher Stelle die Gensequenzen beim Transfer landen, kann die Wirkung unterschiedlich sein. Deshalb braucht es oft viele Versuche, um das gewünschte Resultat zu erzielen. Und selbst dann ist nicht sicher, wie sich die fremden Gene genau auswirken. Die Genaktivität wird über ein komplexes Regelungssystem gesteuert, das bei gentechnischen Verfahren außer Kraft gesetzt wird.

Quelle: http://www.schule-und-gentechnik.de

Gentechnik in der Landwirtschaft ist ein umstrittenes Thema. Während in einigen Ländern (wie den USA, Brasilien und Argentinien) große Flächen mit gentechnisch veränderten (GV) Pflanzen bebaut werden, scheint man in anderen Regionen von Nutzen und Sicherheit der Produkte nicht überzeugt.

Die bisherige Produktpalette ist im Wesentlichen auf herbizidresistente[1] und insektengift-produzierende[2] Pflanzen begrenzt. Gentechnisch veränderte ‚Monsterpflanzen' wie der Mais SmartStax, der sechs verschiedene Insektengifte produziert und gegen zwei Unkrautvernichtungs-mittel resistent ist, zeigen, dass in manchen Anbauregionen wie dem Maisgürtel der USA ein regelrechtes Wettrüsten mit diesen gentechnisch veränderten Pflanzen im Gang ist. Insekten und Unkräuter sollen auf den Feldern in Schach gehalten werden, um den Fortbestand einer extremen industriellen Landwirtschaft zu sichern[3].

Die EU hat in ihrer Landwirtschaftspolitik einen anderen Weg als die USA eingeschlagen. Ihre Landwirtschaft soll multifunktionell (also nicht nur der Produktion von Nahrungsmitteln dienen) und nachhaltig sein. Vielfach gibt es hier auch kleinere landwirtschaftliche Strukturen, in denen sich die von den US Landwirten erhofften Rationalisierungseffekte[4] beim Anbau von GV Pflanzen weit weniger zum Tragen kommen.

Auch bei Risikoabschätzung und Kennzeichnung geht man in der EU andere Wege als in den USA. In der EU müssen die GVOs und aus ihnen hergestellte Lebensmittel gekennzeichnet werden und ein zentralisiertes Zulassungsverfahren durchlaufen.

Die bestehenden EU Regeln sind ähnlich umstritten wie die Technologie selbst. Verschiedene Mitgliedstaaten fordern ebenso strengere Regeln zum Schutz von Umwelt und Verbrauchern wie Nichtregierungsorganisationen. Auf der anderen Seite beschweren sich Regierungen von Ländern wie den USA und Großbritannien über Handelshemmnisse. Dieser Streit wird in den nächsten Jahren auf einer neuen Bühne ausgetragen: Mitte 2013 haben die USA und die EU beschlossen, mit den Verhandlungen über ein neues Freihandelsabkommen (Transatlantic Trade and Investment Partnership, TTIP) zu beginnen.

Die Einführung neuer gentechnisch veränderten Organismen (GVO) könnte durch das geplante Freihandelsabkommen zwischen der EU und den USA wesentlich beschleunigt werden. Der Bericht zeigt deswegen, wie hier von Seiten der Befürworter der Agrogentechnik argumentiert wird, um der Vermarktung von neuen Risikoprodukten den Weg zu bereiten.

**VORSORGENDER VERBRAUCHER-SCHUTZ = HANDELS-HEMMNIS?**

# 2. GENTECHNIK AUF DEN ACKER: DIE PIPELINE DER GIFTMISCHER

In der EU sind bereits 49 gentechnisch veränderte Pflanzen (sogenannte Events) für den Import und Verwendung in Futter- und Lebensmittel zugelassen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Soja, Mais, Raps und Baumwollsamen. Fast alle produzieren Insektengifte oder sind gegenüber Unkrautvernichtungsmitteln (Herbizide) resistent gemacht. Etwa die Hälfte der Pflanzen ist mehrfach gentechnisch verändert (sogenannte Stacked Events) und kombiniert Insektengifte mit Herbizidresistenz. Im November 2013 wurde der Mais SmartStax zugelassen – eine Gemeinschaftsproduktion der Konzerne Monsanto und Dow AgroSciences. Der Mais produziert sechs verschiedene Insektengifte und ist gegen zwei Unkrautvernichtungsmittel resistent.

Auf diese Pflanzen, die Gifte produzieren und regelmäßig Rückstände von Spritzmitteln aufweisen, könnten in naher Zukunft eine ganze Reihe weiterer Pflanzen mit ähnlichen Eigenschaften folgen. Bis Oktober 2013 waren weitere 55 Pflanzen bei der Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA angemeldet, neun davon sind in der Prüfung weit fortgeschritten[5]. 48 mal findet man die Eigenschaft Herbizidresistenz, 24 mal Insektengiftproduktion. Acht Pflanzen weisen andere Eigenschaften auf, wie veränderte Nährstoffe (Ölqualität), veränderte Verarbeitungsqualität oder Toleranz gegen Wassermangel (siehe unten).

**Abbildung 1: Übersicht über die Eigenschaften gentechnisch veränderter Pflanzen, die bis Oktober 2013 bei der EU zur Marktzulassung angemeldet waren.**

Quelle: http://www.bfr.bund.de/cm/343/antraege-gvo-lm-fm-vo-1829.pdf

### STACKED EVENTS

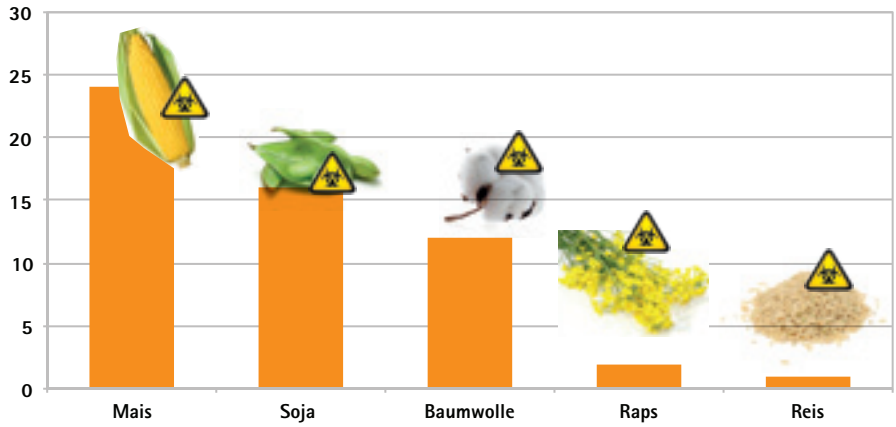
„Stacked events" werden durch Kreuzung von zwei oder mehr genetisch veränderten Pflanzen hergestellt und enthalten damit eine Neukombination von Eigenschaften.

Quelle: Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend

Nur 10 Pflanzen sind noch in Europa für die Zulassung zum Anbau angemeldet.

Die häufigsten Pflanzenarten sind Mais (24 Anmeldungen), Soja (16) und Baumwolle (12). Zehn der Pflanzen sind auch für den Anbau angemeldet. Bis vor kurzem waren es noch deutlich mehr: 2013 wurden mehrere Anträge für den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen zurückgezogen: BASF zog drei Zulassungsanträge für Kartoffeln zurück, Monsanto verzichtete auf fünf Anträge zum Anbau von Mais und einen von Zuckerrüben. Entgegen verschiedener Ankündigungen hatte Monsanto bis Oktober 2013 allerdings nicht alle Anträge für den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen zurückgezogen. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Berichts immer noch gültige Anmeldungen betreffen den Anbau von glyphosatresistenter Soja (40-3-2) und Mais (NK603).

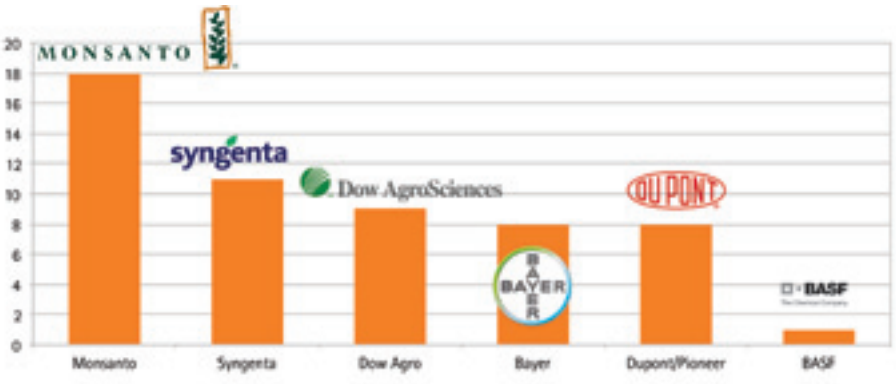
**Abbildung 2: Überblick über die Arten gentechnisch veränderter Pflanzen, die bis Oktober 2013 bei der EU zur Marktzulassung angemeldet waren.**




Quelle: http://www.bfr.bund.de/cm/343/antraege-gvo-lm-fm-vo-1829.pdf

Führend bei der Zahl der Anmeldungen ist Monsanto (18), gefolgt von Syngenta (11) und Dow AgroSciences (9), Dupont/Pioneer (8) und Bayer (8). Die Konzerne Monsanto, Dow AgroSciences und Dupont/Pioneer kooperieren bei mehreren Anmeldungen. Anträge von Dow AgroSciences erstrecken sich zum Teil auch auf Pflanzen von Monsanto (und Dupont/Pioneer).

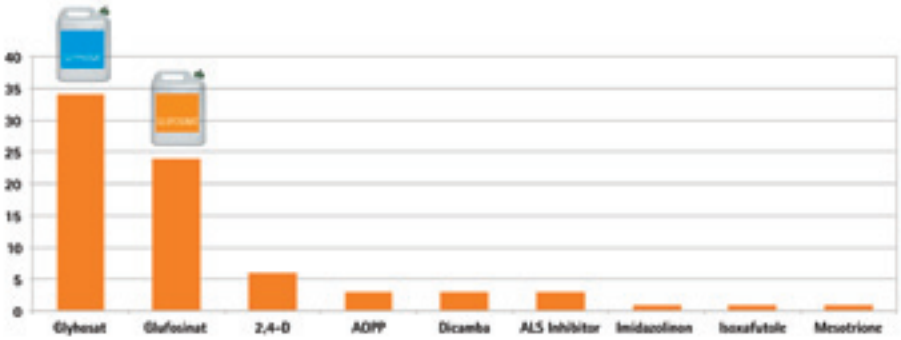
**Abbildung 3: Überblick über die Anmelder gentechnisch veränderter Pflanzen, die bis Ende Oktober 2013 bei der EU zur Marktzulassung angemeldet waren.**




Quelle: http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

Einen großen Anteil an den Anmeldungen haben GV Pflanzen, die mit Herbizidresistenzen ausgestattet sind. Hier sollen bis zu neun Herbizide zum Einsatz kommen. Dabei sind Resistenzen gegen Glyphosat (34 Anmeldungen) die am weitaus häufigsten. Weitere Wirkstoffe (bzw. Wirkstoffgruppen) sind Glufosinat (24), 2,4-D (6), AOPPs (3)[6], Dicamba (3), ALS Inhibitoren (3), Imidazolinon, Isoxaflutol und Mesotrion. Einige der Herbizide sind als sehr giftig bekannt (wie Glufosinat, Quizalofop von der Gruppe der AOPPs und Isoxaflutol. Viele Pflanzen sind gegen zwei Herbizide gleichzeitig resistent, einige Stacked Events ertragen sogar den Einsatz von drei oder vier Herbiziden.

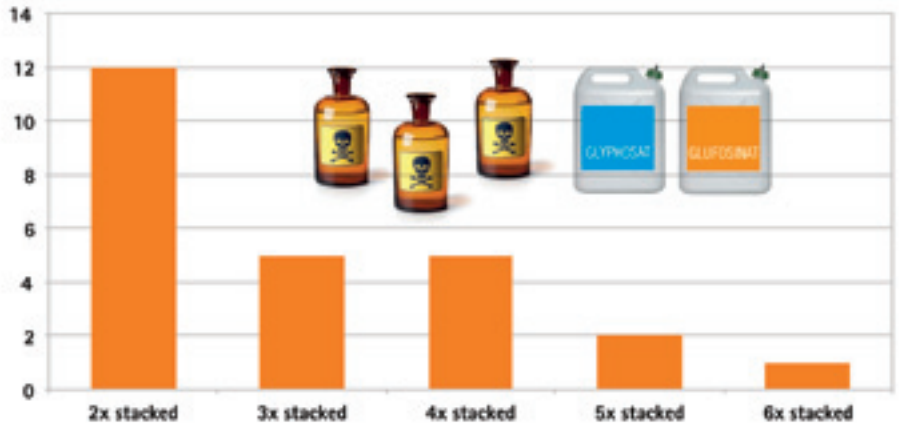
**Abbildung 4: Überblick über die Wirkstoffe (Wirkstoffgruppen) in Herbiziden gegen die gentechnisch veränderte Pflanzen resistent gemacht wurden (GV-Pflanzen, die bis Oktober 2013 bei der EU zur Marktzulassung angemeldet waren).**




Quelle: http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

Auffällig ist insbesondere der große Anteil an Stacked Events, das heißt Pflanzen, die Mehrfachresistenzen gegen Herbizide aufweisen und/oder mehrere Insektengiften produzieren. Von den 55 Anmeldungen sind 25 Pflanzen sogenannte Stacked Events, die aus Kreuzungen gentechnisch veränderter Pflanzen bestehen. Bei den derzeit in der EU angemeldeten Stacked Events werden bis zu sechs gentechnisch veränderten Pflanzen mit einander gekreuzt.

**Abbildung 5: Überblick über die Stacked Events gentechnisch veränderter Pflanzen, die bis Oktober 2013 bei der EU zur Marktzulassung angemeldet waren.**




Quelle: http://www.bfr.bund.de/cm/343/antraege-gvo-lm-fm-vo-1829.pdf

## GLYPHOSAT, ROUNDUP

Glyphosat ist ein künstlicher Wirkstoff (Phosphonomethyl Aminoessigsäure) zur Unkrautkontrolle.
Roundup ist das erste kommerzielle Produkt mit Glyphosat. Eingeführt und patentiert wurde Roundup von Monsanto im Jahr 1974. Es ist das am häufigsten verwendete Pflanzenschutzmittel der Welt und ein Totalherbizid, das heißt es hat wurzeltiefe Wirkung und lässt die Pflanze vollständig absterben. Der Wirkstoff Glyphosat wird aber auch von anderen Herstellern verwendet. Glyphosat/Roundup wird in Verbindung mit Pflanzen, die gentechnisch gegen dieses Mittel unempfindlich gemacht wurden, als sogenanntes Komplementärherbizid eingesetzt. In Europa wird Glyphosat auch im konventionellen Anbau eingesetzt. Bei pflugloser Bodenbearbeitung ist der Einsatz die Regel, da die Unkrautkontrolle mit dem Pflug wegfällt und daher chemisch erfolgen muss. Glyphosat wird auf die Blätter gespritzt und in der Pflanze weitertransportiert. Die Pflanze stirbt nach drei bis sieben Tagen ab.

Quellen: www.biosicherheit.de, KTBL (1998): Bodenbearbeitung und Bodenschutz. Arbeitspapier 266, Darmstadt, jkprofile (2010): Glyphosate Market Study

## GLUFOSINAT

Glufosinat ist ein Wirkstoff (2-Amino-4-hydroxy-methyl- phosphorylbutansäure) zur Unkrautkontrolle, ähnlich wie Glyphosat. Er ist in kommerziellen Herbiziden enthalten und wird unter mehreren Handelsnamen verwendet. Der bekannteste unter diesen Handelsnamen ist Basta® von Bayer. Wegen gesundheitlicher Risiken soll das Mittel in der EU bis 2017 vom Markt genommen werden.

## DICAMBA / 2,4 D

Dicamba (3,6-Dichlor-2-methoxybenzoesäure) ist ein synthetischer Stoff und wird als Pflanzenschutzmittel (Herbizid) verwendet. Es wurde 1965 von der Velsicol Chemical Corporation erstmals auf den Markt gebracht. Dicamba ist unter den Namen Banvel, Banex, Dianat, Fallowmaster, Mediben, Metambane, Tracker, Trooper und Velsicol im Handel.

Dicamba wird als Herbizid gegen Unkräuter im Getreide, in Obstplantagen, auf Grünland und Rasen eingesetzt. Viele der heute zugelassenen Dicamba-Präparate sind für den Einsatz gegen Unkraut auf Zierrasen, Nutzrasen und Grünstreifen an Straßen gedacht. Sie enthalten neben weiteren herbiziden Wirkstoffen häufig 2,4 D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure).

2,4 D wurde in den 1940er Jahren von der American Chemical Paint Co. entwickelt. Es wird als Herbizid gegen Unkräuter im Getreide, in Obstplantagen, auf Grünland und Rasen eingesetzt. Es wirkt insbesondere gegen Knöterichgewächse, Kamille und Disteln.

Während des Vietnamkrieges waren 2,4-D verwandte Stoffe Bestandteil des Entlaubungsmittels Agent Orange. 2,4-D kann Spuren von Dioxin enthalten.

Quelle: Wikipedia, US-National Pesticide Information Centre

Bei der Anzahl von Kreuzungen und der Kombination von gentechnisch eingeführten Eigenschaften sind Pflanzen von Dow AgroSciences und Syngenta die Spitzenreiter unter den Stacked Events. Dow AgroSciences hat in Zusammenarbeit mit Monsanto Maispflanzen entwickelt, bei denen der Mais SmartStax mit einer weiteren Pflanze (DAS 40278-9) kombiniert wird, die gegen zwei Herbizide gleichzeitig resistent ist. So entsteht eine Pflanze, die als „SmartStax +" bezeichnet werden kann. Sie produziert sechs Insektizide (eines davon ist synthetisch hergestellt und kommt so in der Natur nicht vor) und ist resistent gegen vier Herbizide (Glyphosat, Glufosinat, 2,4-D und AOPP).

**Abbildung: Überblick über die Eigenschaften des gentechnisch veränderten Mais „SmartStax +", der von Dow AgroSciences und Monsanto aus einer Kreuzung von fünf gentechnisch veränderten Pflanzen entwickelt wurde. Er produziert sechs verschiedene Insektengifte und ist resistent gegen vier Herbizide.**

Quelle: http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

Syngenta hat eine Kreuzung aus sechs gentechnisch veränderten Pflanzen zur Zulassung angemeldet. Das Ergebnis - hier „Syngenta Six" genannt - ist resistent gegen Glyphosat und Glufosinat und produziert vier Insektizide, eines davon ist synthetisch hergestellt. Zwei der Toxine gehören der Untergruppe der VIP Toxine an[7], zu denen es bisher nur wenige Risikountersuchungen gibt. Die Unsicherheiten bezüglich ihrer Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit sind hier also besonders groß.

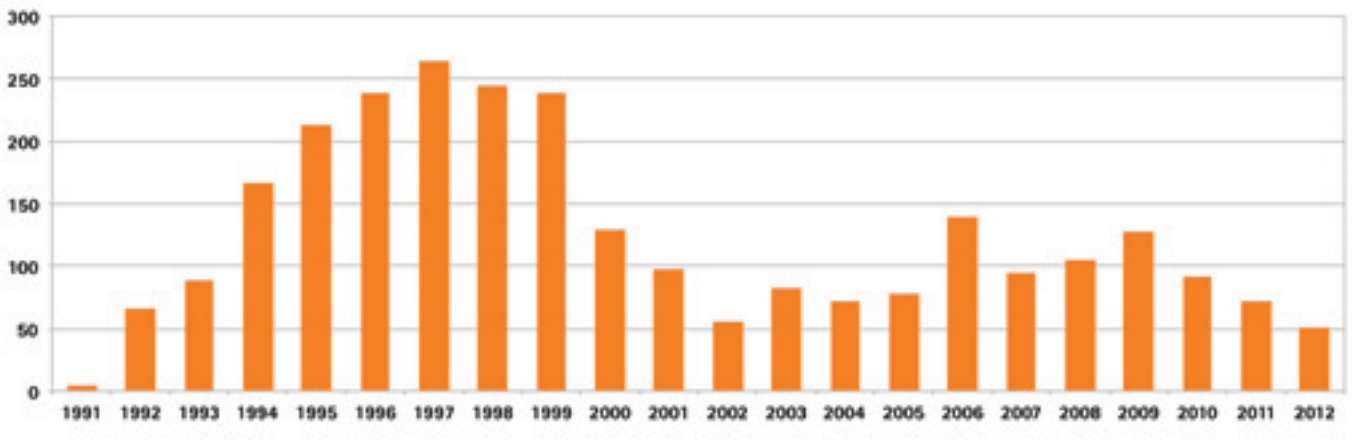
**Abbildung: Überblick über die Eigenschaften des gentechnisch veränderten Mais „Syngenta Six", der von Syngenta aus einer Kreuzung von sechs gentechnisch veränderten Pflanzen entwickelt wurde. Er produziert fünf verschiedene Insektengifte und ist resistent gegen zwei Herbizide.**

Quelle: http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

## EXPERIMENTELLE FREISETZUNGEN UND GV PFLANZEN MIT NEUEN EIGENSCHAFTEN

In der Freisetzungsdatenbank der EU[8] sind 2709 Freisetzungsanträge für gentechnisch veränderte Organismen bis April 2012 registriert, die meisten davon sind Nutzpflanzen, etwa 80 davon betreffen GV-Bäume (s.u.). Weiterhin registriert werden auch GV Mikroorganismen. Die Zahl der Freisetzungsversuche ist in der EU in den letzten Jahren zurückgegangen.

**Abbildung 6: Zahl der Freisetzungen in der EU pro Jahr.**




Quelle: http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/overview/

Gegenstand der Freisetzungen sind unter anderem Herbizidtoleranz, Insektengiftigkeit, Veränderungen des Stoffwechsels der Pflanzen (u.a. Öle, Stärke), männliche Sterilität, Virusresistenz, Pilzresistenz u.a.. Die nachfolgende Tabelle listet die zehn häufigsten Pflanzenarten auf, die in der EU bei experimentellen Freisetzungen verwendet wurden.

**Tabelle 1: Pflanzenarten, die am häufigsten in der EU in Freisetzungsversuchen verwendet wurden.**

| Pflanzenarten | Zahl der Freisetzungsversuche in der EU |
|---|---|
| Mais | 936 |
| Raps | 381 |
| Kartoffel | 307 |
| Zuckerrüben | 282 |
| Baumwolle | 91 |
| Tomate | 75 |
| Tabak | 61 |
| Reis | 36 |
| Weizen | 36 |
| Chicoree | 31 |

Quelle: http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/overview/

*Mais* *Raps*

Unter den Pflanzen, die in Freisetzungen getestet wurden, gelangt nur eine kleine Auswahl zur Anmeldung für die kommerzielle Nutzung. Darunter eine geringe Anzahl von Pflanzen, die andere Eigenschaften aufweisen als Herbizidresistenz oder Insektengiftigkeit. Darunter sind die Kartoffeln der Firma BASF, die gegen Phytophtora (eine Pilzkrankheit) resistent gemacht wurden. Da der Pilz, der die Kartoffelfäule auslöst, äußerst wandlungsfähig ist, ist es zweifelhaft, ob diese Resistenz unter Praxisbedingungen funktionieren würde. Anfang 2013 zog BASF diesen Antrag auf Marktzulassung in der EU zurück (s.o.).

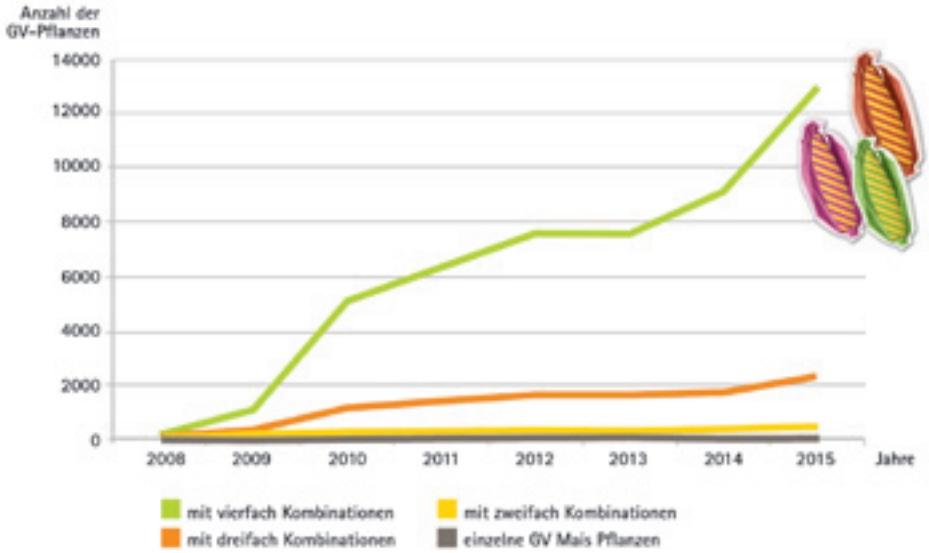
Weiterhin haben die Firmen Monsanto und BASF gemeinsam einen trockenheitsresistenten Mais entwickelt, der in den USA im Jahr 2012/2013 angebaut wurde und in der EU zur Zulassung für den Import ansteht. Es ist zweifelhaft, ob dieser Mais gegenüber konventionell gezüchteten Sorten, die bereits auf dem Markt sind, echte Vorteile aufweist. Beispielsweise bietet auch die Firma Syngenta in den USA einen trockenheitstoleranten Mais an, der allerdings aus konventioneller Zucht stammt und keineswegs schlechter zu sein scheint als der GV Mais[9]. Zudem ist in der EU der Zulassungsprozess für eine gentechnisch veränderte Soja von Monsanto mit veränderter Fettsäurezusammensetzung (MON 87705) weit fortgeschritten.

Auch nach Angaben der Industrie werden in den nächsten Jahren bei den internationalen Marktzulassungen die Eigenschaften Herbizidresistenz und Insektengiftigkeit dominieren.

Bisher ist die Palette der technischen Eigenschaften der tatsächlich zur Vermarktung angemeldeten gentechnisch veränderten Pflanzen also begrenzt. Auch nach Angaben der Industrie werden in den nächsten Jahren bei den internationalen Marktzulassungen die Eigenschaften Herbizidresistenz und Insektengiftigkeit dominieren[10]. Weiterhin am stärksten zunehmen werden dabei die sogenannten Stacked Events.

**Abbildung 7: Progonose der Industrie über Zulassungen bis 2015. (Auswertung von Daten aus Stein & Rodríguez-Cerezo, 2009)**

**Abbildung 8: mögliche Zunahme der Stacked Events bei gentechnisch verändertem Mais bis 2015.**




Quelle: Stein & Rodríguez-Cerezo, 2009

Vergleicht man diesen Ausblick auf die Zukunft mit den ursprünglichen Prognosen, hat die Agrogentechnik ihre Ziele klar verfehlt. Dies zeigt u.a. eine Prognose der OECD aus dem Jahr 1992[11], die auf Umfragen der Industrie beruht. Demnach müssten schon seit Jahren vor allem gentechnisch veränderte Pflanzen auf dem Markt kommen, die beispielsweise an den Klimawandel angepasst sind und einen höheren Ertrag bringen.

**Tabelle 2: „Voraussichtliche Entwicklung der Agrobiotechnologie", OECD 1992**

| | |
|---|---|
| 1990–1993 | Herbizid- und Pestizidtoleranz |
| 1993–1996 | Verbesserung in der Verarbeitung |
| 1996–1999 | Industrielle Produktion pharmazeutischer Produkte |
| 1999–2003 | Umwelttoleranz |
| 2003–2006 | Direkte Ertragssteigerungen |

Vergleicht man diesen Ausblick auf die Zukunft mit den ursprünglichen Prognosen, hat die Agrogentechnik ihre Ziele klar verfehlt. Schon seit Jahren werden gentechnisch veränderte Pflanzen versprochen, die beispielsweise an den Klimawandel angepasst sind oder einen höheren Ertrag bringen.

## DIE RISIKEN NEHMEN ZU

Auch wenn die Anzahl der Produkte mit neuen technischen Eigenschaften begrenzt ist, so werfen doch GV Pflanzen wie an Wassermangel angepasster Mais oder GV Sojabohnen mit einem veränderten Ölgehalt neue Fragen für die Risikobewertung auf:
So wird die erhöhte Trockenheitstoleranz beim Mais MON 87460 durch den Einbau von Proteinen erreicht, die bei Bakterien unter Stresseinwirkung produziert werden. Diese Eiweißstoffe werden in den Gentechnik-Pflanzen beständig produziert – auch ohne

Botenstoffe können in den Zellstoffwechsel bei Mensch und Tier eingreifen

Stresseinwirkung von außen. Dadurch kann der Stoffwechsel in den Pflanzen auf verschiedenen Ebenen ungewollt verändert werden. Tatsächlich zeigen sich laut den Zulassungsunterlagen signifikante Veränderungen in den Inhaltsstoffen der Pflanzen[12].

Die veränderte Ölqualität bei Monsantos Soja MON87705 wird durch einen Eingriff in den Stoffwechsel der Pflanzen über RNA-Interferenz (RNAi) erreicht. Die Botenstoffe, die hier zum Einsatz kommen, greifen in die Genregulierung ein und blockieren die Bildung von bestimmten Enzymen in den Pflanzen. Der mögliche Übergang von RNA Molekülen aus dem Darm in den menschlichen Organismus ist relevant für die Risikobewertung, weil einige dieser Moleküle auch in den Zellstoffwechsel bei Mensch und Tier eingreifen können[13](s.u.).

Anlass zur Sorge geben auch die Mehrzahl der Anmeldungen, die die Einführung von Pflanzen betreffen, die gegen weitere Herbizide resistent sind und zugleich eine ganze Palette von Insektengiften produzieren. Nachfolgend werden drei Risikobereiche (Bt-Pflanzen, herbizidresistente Pflanzen und die Übertragung von biologisch aktiven Substanzen) haupstächlich in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen zusammengefasst.

## BEISPIEL BT-TOXINE

Die in den GV Pflanzen eingesetzten Insektengifte stammen aus den Bodenbakterien Bacillus thuringiensis, die einige hundert Gifte produzieren. Die Giftstoffe werden deswegen als Bt-Toxine bezeichnet. In gentechnisch veränderten Pflanzen kommen über ein Dutzend dieser Bt-Toxine zum Einsatz. Jedes dieser Gifte hat spezielle Wirkmechanismen, weswegen sie hinsichtlich ihrer Giftigkeit für bestimmte Gruppen von Insekten (wie Käfer, Nacktflügler oder Schmetterlinge) unterschieden werden. Die Wirkungsmechanismen werden aber nicht im Detail verstanden, zum Teil widersprechen sich die Theorien über die Wirkungsweise sogar[14]. Bei vielen der Bt-Toxine, die in den Nahrungspflanzen verwendet werden, gibt es gar keine detaillierte Untersuchungen über die Wirkungsmechanismen. Damit ist auch ihre „Zielgenauigkeit" fraglich, sie könnten für wesentlich mehr Lebewesen giftig sein, als bisher angenommen wird[15]. Zu berücksichtigen ist auch, dass die DNA dieser Giftstoffe vor ihrem Einbau in die Pflanzen in der Regel erheblich verändert wird. Das geht so weit, dass in den Pflanzen künstliche Toxine produziert werden, die in der Natur so nicht vorkommen. Damit ergeben sich in Bezug auf die Ungefährlichkeit der Giftstoffe erhebliche Unsicherheiten.

Jedes der Bt-Toxine müsste u.a. hinsichtlich der Giftigkeit für Mensch und Umwelt, den Wechselwirkungen mit anderen Stressoren und der Abbaurate in der Umwelt untersucht werden. Doch in der Mehrzahl fehlen verlässliche Daten. Auch über die Konzentration der Toxine in den Pflanzen gibt es nur wenige Untersuchungen und keine ausreichend verlässliche Methoden[16]. Bekannt ist, dass der Gehalt ganz erheblich schwanken kann[17].

Die Bt- Insektengifte könnten auf verschiedene Art und Weise gesundheitliche Schäden verursachen. Zum einen kann ihre Ungiftigkeit für Menschen nicht als sicher vorausgesetzt werden. Es gibt mehrere Hinweise darauf, dass die Bt-Toxine auch bei Mensch und Tier wirken können[18]. Dabei können Wechselwirkungen mit anderen Stressoren (wie Herbiziden) ihre Giftigkeit erheblich verstärken[19].

### BT-TOXINE

Die Abkürzung Bt kommt von Bacillus thuringiensis, einem Bodenbakterium, das natürlicherweise eine große Bandbreite von Giftstoffen produziert. Manche dieser Gifte sind besonders gegen Insekten (Raupen von Schmetterlingen), gegen Hautflügler (Mücken) oder auch gegen Käferlarven wirksam. Im Darm der Insekten wird das Gift umgewandelt und bindet sich über spezifische Rezeptoren an die Darmwand und zerstört diese, das Insekt stirbt.

Quellen: Schnepf, 1998, www.biosicherheit.de

Zudem haben Bt-Toxine auch immunverstärkende Wirkung[20], sie werden deswegen zum Teil sogar in Impfstoffen zur Verstärkung der Immunreaktion eingesetzt. Bei Fütterungversuchen mit gentechnisch veränderten Pflanzen stellte man bei verschiedenen Tierarten (Mäusen, Ratten, Schweinen und Fischen) Entzündungsreaktionen fest[21]. Das Immunsystem kann die gentechnisch veränderten Pflanzen demnach erkennen und reagiert auf sie. Damit besteht während der Verdauung ausreichend Zeit für Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Nahrungs-Bestandteilen - so können Allergien und Immunreaktionen induziert und verstärkt werden.

Anders als ursprünglich angenommen werden die Bt-Insektengifte im Darm jedenfalls nicht schnell abgebaut, sondern können die Passage durch den Darm in relativ großen Mengen überstehen[22]. Damit besteht während der Verdauung ausreichend Zeit für alle möglichen Wechselwirkungen zwischen den verschiedensten Bestandteilen der Nahrungspflanzen, um Allergien und Immunreaktionen hervorzurufen oder zu verstärken. Durch die immunverstärkende Wirkung der Bt-Proteine kann es beispielsweise auch dazu kommen, dass bekannte Nahrungsmittelallergien (wie zum Beispiel gegen Eiweißstoffe in Sojabohnen), verstärkt werden oder zunehmen.

Die beschriebenen Risiken der Bt-Toxine werden durch die möglichen Neuzulassungen verschärft: In Stacked Events ist die Konzentration an Bt-Toxinen wesentlich höher als in den Ausgangspflanzen.

Jedes der Bt-Toxine müsste hinsichtlich der Giftigkeit für Mensch und Umwelt untersucht werden.

## BEISPIEL HERBIZIDRESISTENZ

Eine deutliche Zunahme der Risiken ergibt sich auch durch den vermehrten Einsatz von herbizidresistenten Pflanzen. Von vielen Wirkstoffen wie Glyphosat und 2,4-D gehen erhebliche Risiken für die Anwender und die Ökosysteme aus, wenn diese in hohen Konzentrationen eingesetzt werden. Die hohen Aufwendungen von Glyphosat werden insbesondere in Argentinien mit gravierenden gesundheitlichen Schäden in Zusammenhang gebracht[23].

Beim Wirkstoff 2,4-D, der auch in jüngerer Vergangenheit immer wieder mit Dioxinen verunreinigt war, besteht der Verdacht, dass er wesentlich leichter über die Haut aufgenommen werden kann als bisher angenommen und unter anderem Störungen des Hormonstoffwechsels auslösen kann [24]. Zudem wird 2,4-D, ähnlich wie Dicamba, leicht mit dem Wind auf den Nachbaracker getragen und kann dort zu erheblichen Ernteschäden führen[25].

In den Nahrungsmitteln ändert sich das Muster der Belastung: Während bei einer bedarfsorientierten Anwendung von Pestiziden (wie im integrierten Pflanzenschutz, wo nur dann Pestizide vom Landwirt eingesetzt werden, wenn eine bestimmte Schwelle der Schädigung überschritten wird) die Rückstände von Pestiziden nur von Fall zu Fall in der Ernte zu finden sind, ist dies bei herbizidresistenten Pflanzen anders. Hier sind die Abbaustoffe der meisten Unkrautvernichtungsmittel, gegen die die Pflanzen resistent bzw. tolerant gemacht wurden, regelmäßig und zum Teil in hohen Konzentrationen in den Pflanzen vorhanden[26]. Diese ständige Belastung der Nahrungskette mit bestimmten Giftstoffen ist anders zu bewerten als eine situationsbedingte Belastung mit verschiedenen Giftstoffen. So werden beispielsweise Verschiebungen in der Darmflora von Säugetieren durch Glyphosataufnahme beschrieben, die zu gesundheitlichen Schäden führen können[27]. Dies ist besonders bedenklich ist, wenn die Glyphosataufnahme zum Dauerzustand wird.

*Konventionell: Gespritzt wird von Fall zu Fall.*

*Smartstax + produziert während der gesamten Wachstumsperiode 6 Insektengifte auf dem Acker.*

Manche der in die Pflanzen eingebauten Resistenzmechanismen sorgen dafür, dass beim Abbau der Unkrautvernichtungsmittel in den Pflanzen neue Abbaustoffe entstehen, die ebenfalls gesundheitlich bedenklich sind. So zerfällt das Herbizid Dicamba in Monsantos Soja MON87708 zu 3,6-Dichlorsalicylsäure (DCSA) und Formaldehyd[28]. Diese Rückstände sind in entsprechenden Konzentrationen nicht nur gesundheitsschädlich, sondern können zusätzlich in Wechselwirkungen mit anderen Wirkstoffen, Beimengungen und deren Abbaustoffen treten.

Auch Wechselwirkungen mit den pflanzeneigenen Inhaltsstoffen können bedenklich sein: So besteht bei Glyphosatmischungen der Verdacht, dass diese hormonell wirksam sind[29]. Sojabohnen produzieren ihrerseits östrogenwirksame Stoffe. Ob es zu einer wechselseitigen Verstärkung der Hormonwirkungen kommt, wenn beständig Sojabohnen mit Glyphosatrückständen verzehrt werden (wie es der Fall ist, wenn GV Soja in der Nahrungskette ist), wurde bisher nicht systematisch untersucht.

### DIOXINE

Dioxine entstehen als Nebenprodukte bei Reaktionen von Chlor mit Kohlenwasserstoffen unter hohen Temperaturen. Als langlebige Stoffe werden sie in der Umwelt kaum abgebaut. Über Nahrungskette reichern sich Dioxine vor allem in der Leber an. Dioxine sind extrem giftig und können u.a. Krebs verursachen.

### DNA/RNA

Zellen sind die Grundbausteine aller Lebewesen, tierischer und pflanzlicher. Im Zellkern jeder Zelle ist in Form der DNA die Erbinformation (Gene) gespeichert. Zur Ausbildung eines Merkmals muss ein bestimmter Abschnitt der DNA abgelesen und ein bestimmtes Eiweiß hergestellt werden. Um die Information von der DNA zum Ort der Eiweißsynthese zu bringen, wird eine Art Informationskopie erstellt, die RNA. Sie ist in unterschiedlichen Ausprägungen für viele Transport- aber auch Regulationsvorgänge wichtig.

Quelle: Schülerlexikon Biologie, DUDEN

## BEISPIEL ÜBERTRAGUNG BIOLOGISCH AKTIVER STOFFE AUS DEM DARM (RNA UND DNA)

Auch die Art der in die Pflanzen eingeführten DNA kann für die gesundheitlichen Risiken relevant sein. Es ist seit kurzem erst bekannt, dass Pflanzen biologisch wirksame Botenstoffe bilden können - sogenannte doppelsträngige RNA (dsRNA) - die beim Verzehr der Nahrungspflanzen aus dem Darm in das Blut übergehen und in die Genregulierung in menschlichen Zellen eingreifen können[30]. Diese Frage wird bisher bei der Risikoprüfung nicht berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass es zwangsläufig zu Veränderungen bei der Produktion von dsRNA in den Pflanzen kommt, wenn wie bei MON 87705 die RNA-Interferenz eingesetzt wird, um den Stoffwechsel der Pflanzen zu manipulieren. Grundsätzlich kann es zur Bildung von neuer dsRNA in jeder GV Pflanze kommen, diese Frage müsste deswegen regelmäßig bei der Risikobewertung berücksichtigt werden[31].

Zudem wurde das Risiko für Menschen, biologisch wirksame DNA-Abschnitte aus dem Darm aufzunehmen, bisher möglicherweise ganz falsch eingeschätzt. 2013 erschien eine Studie[32], nach der beim Menschen die DNA aus Pflanzen in so großen Abschnitten in die Blutbahn übergehen kann, dass sie noch funktionell wirksam ist. Dabei ist die Übertragungsrate je nach Gesundheitszustand der Menschen unterschiedlich. Systematische Untersuchungen darüber, in welchem Ausmaß Menschen DNA aus gentechnisch veränderten Pflanzen aufnehmen können, und welche Wirkungen diese haben, gibt es bislang nicht. Bisher ging man auf Grundlage von Untersuchungen an Tieren davon aus, dass die Pflanzen DNA in kurze Abschnitte zerlegt wird und damit ihre biologische Wirksamkeit verliert[33].

# 3. GENTECHNIK-BÄUME: RISIKO OHNE KONTROLLE

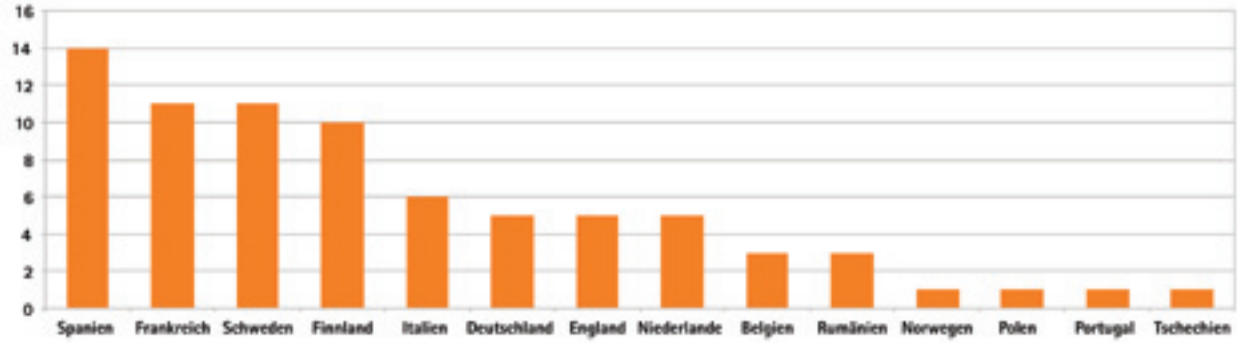
*Bisher gibt es in der EU noch keine Marktzulassung für gentechnisch veränderte Bäume.*

In der EU sind bisher fast 80 Freisetzungsanträge mit gentechnisch veränderten Bäumen registriert[34]. Die betroffenen Länder sind vor allem Spanien, Frankreich, Schweden und Finnland. Anders als in den USA, wo virusresistente Papaya-Bäume auf Hawaii bereits angebaut werden und frosttolerante Eukalyptus Bäume demnächst zugelassen werden könnten[35], stehen in der EU noch keine Marktzulassungen an.

**Abbildung 9: Standorte von Freisetzungen mit gentechnisch veränderten Bäumen in der EU.**

Quelle: Gmtreewatch.org

**Abbildung 10: Übersicht über die Häufigkeit von Freisetzungsversuche mit gentechnisch veränderten Bäumen in verschiedenen Ländern der EU.**

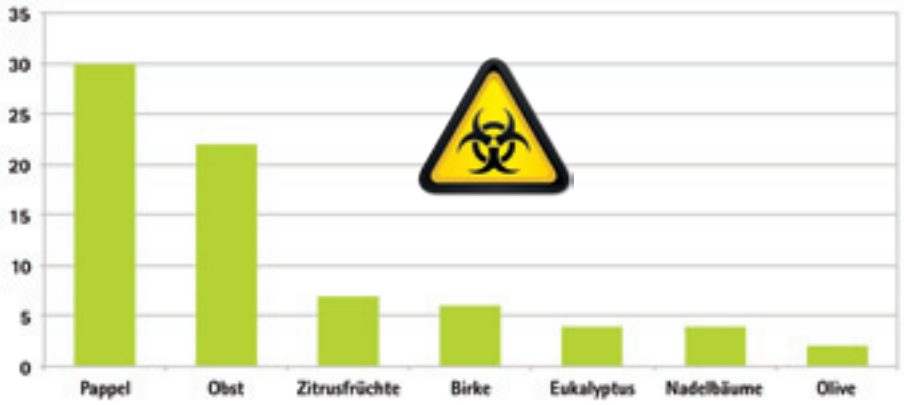



Quelle: http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu

*Einen relativ großen Anteil der Freisetzungsanträge in der EU machen Obstbäume aus, insbesondere Apfelbäume.*

In der EU freigesetzt wurden hauptsächlich Pappeln, an denen die Holzindustrie großes Interesse hat (siehe unten). Gentechnisch veränderte Pappeln, die Bt-Gifte produzieren, werden in China seit Jahren kommerziell angebaut[36]. Einen relativ großen Anteil der Freisetzungsanträge der EU machen Obstbäume aus. Hier geht es vor allem um Apfelbäume, es sind aber auch Birnen, Pflaumen und Kirschen in der EU Datenbank registriert.

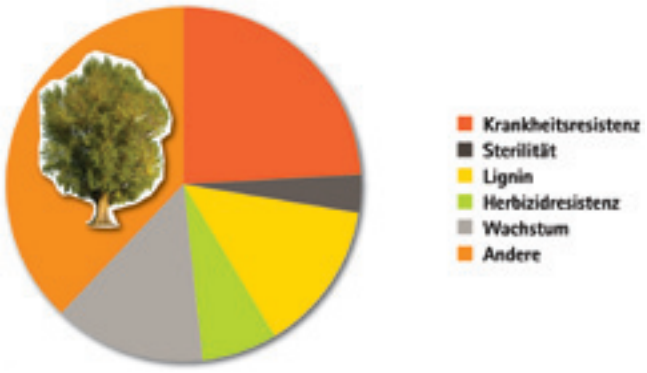
**Abbildung 11: Übersicht über die Baumarten, mit denen Freisetzungen in der EU durchgeführt wurden.**




Quelle: http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu

Bei den in der EU freigesetzten Gentechnik-Bäumen werden unterschiedliche Merkmale verfolgt. Krankheitsresistenz (u.a. gegen Viren, Pilze und Bakterien) macht ebenso einen großen Teil aus wie Merkmale, die für die Holzwirtschaft wichtig sind (Ligninanteil, Wachstum). Dagegen spielt die Herbizidresistenz eine untergeordnete Rolle[37].

**Abbildung 12: Übersicht über die Eigenschaften gentechnisch veränderter Bäume, die in der EU freigesetzt wurden.**




Quelle: Gmtreewatch.org

## RISIKEN DER FREISETZUNG GENTECHNISCH VERÄNDERTER BÄUME

Die Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Bäume unterscheiden sich sich grundsätzlich von denen gentechnisch veränderter Nutzpflanzen:

- Das Vorkommen von Bäumen ist nicht nur auf den Acker beschränkt, vielmehr erstreckt sich der Lebensraum auch auf besonders sensible Ökosysteme wie Wälder und Auen. Hier besteht ein besonderes Risiko der unkontrollierten Ausbreitung.
- Die lange Lebenszeit der Bäume und ihre große genetische Variabilität begünstigen genetische Instabilität und das Auftreten unerwarteter Effekte.
- Durch die lange Lebenszeit besteht über Jahre eine dauerhafte Einwirkung auf Böden, Nahrungsnetze und andere Ökosysteme.
- Bäume haben oft ein gewaltiges Ausbreitungspotential.
  Viele Baumarten bilden riesige Mengen an Pollen und Samen, die über viele Kilometer verfrachtet werden können. Bei manchen Bäumen besteht zudem die Möglichkeit, dass sie sich über Schösslinge, Wurzelbrut und Aststücke/Stecklinge verbreiten können.

Das Ausbreitungsrisiko von Bäumen kann am Beispiel der Pappel verdeutlicht werden, die zum ‚Lieblingsbaum' der Gentechniker geworden ist: Pro Baum und Jahr können etwa 25-50 Millionen Samen gebildet werden. Nach wissenschaftlichen Untersuchungen[38] wurde Samentransport per Wind über zwei Kilometer, Pollentransport über acht Kilometer nachgewiesen. Zudem findet eine Verbreitung über Flussläufe statt, Samen und Schösslinge können so über viele Kilometer verfrachtet werden. Pappeln können sich über Artgrenzen mit anderen Pappelarten kreuzen und auch über Stecklinge vermehrt werden. Nach einer Baumfällung können Wurzelschösslinge noch nach Jahren spontan nachwachsen. Ein kommerzieller Anbau gentechnisch veränderter Pappeln mit über einer Million gentechnisch veränderter Bäume, wie er seit über zehn Jahren in China stattfindet, ist räumlich und zeitlich nicht kontrollierbar. Kommt es zu Schäden in ökologischen Systemen oder zu Auskreuzungen in wilde Pappelbestände, kann es für wirksame Gegenmaßnahmen längst zu spät sein[39].

Das Beispiel der Pappeln in China scheint wenig abschreckende Wirkung zu haben: Insbesondere die Firma ArborGen verfolgt u.a. in den USA vehement ihre Pläne zum kommerziellen Anbau von gentechnisch veränderten Bäumen wie Eukalyptus[40]. In Belgien sind mehrjährige Freisetzungsversuche mit Gen-Pappeln mit veränderter Holzzusammensetzung geplant[41].

*China: Testpflanzung mit Bt-Pappeln und konventionellen Pappeln im Mischanbau.*

Pro Baum und Jahr können etwa 25-50 Millionen Samen gebildet werden. Nach wissenschaftlichen Untersuchungen wurde Samentransport per Wind über zwei Kilometer, Pollentransport über acht Kilometer nachgewiesen.

Pappelsamen

# 4. GENTECHNISCH VERÄNDERTE TIERE: FLIEGEN OHNE GRENZEN

Seit etwa 40 Jahren werden Tiere gentechnisch verändert. Die ersten gentechnisch veränderten Mäuse gab es schon 1974. Bisher gelangte aber kein gentechnisch verändertes Nutztier zur Vermarktung. Das könnte sich bald ändern: Der gentechnisch veränderte Lachs der Firma Aquabounty steht in den USA möglicherweise kurz vor der Marktzulassung. Auch die EU ist bereits wegen der Zulassung von Gentechnik-Tieren aktiv geworden: Jüngst veröffentlichte die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA Richtlinien für die Prüfung von Risiken einer Freisetzung gentechnisch veränderter Nutztiere[42]. Der Schwerpunkt der Prüfrichtlinien liegt bei Fischen und Insekten. Tatsächlich sind wohl nicht Kühe, Schweine oder Schafe die ersten transgenen Tiere, die in der EU für eine Nutzung in der Landwirtschaft zugelassen werden könnten, sondern eher die Fische der US Firma Aquabounty oder die Insekten der Firma Oxitec aus England. 2013 wurden erste Oxitec-Anträge auf experimentelle Freisetzungen gentechnisch veränderter Olivenfliegen in Spanien und Italien bekannt[43], die zu kontroversen Diskussionen in Spanien führten und im Dezember 2013 wieder zurückgezogen wurden[44]. Die Firma kündigt an, in den nächsten Monaten einen neuen Antrag zu stellen. Tabelle 3 zeigt die Entwicklung bei GV-Tieren im Überblick.

**Tabelle 3:**
**Chronologischer Überblick über die Entwicklung gentechnisch veränderter Tiere**

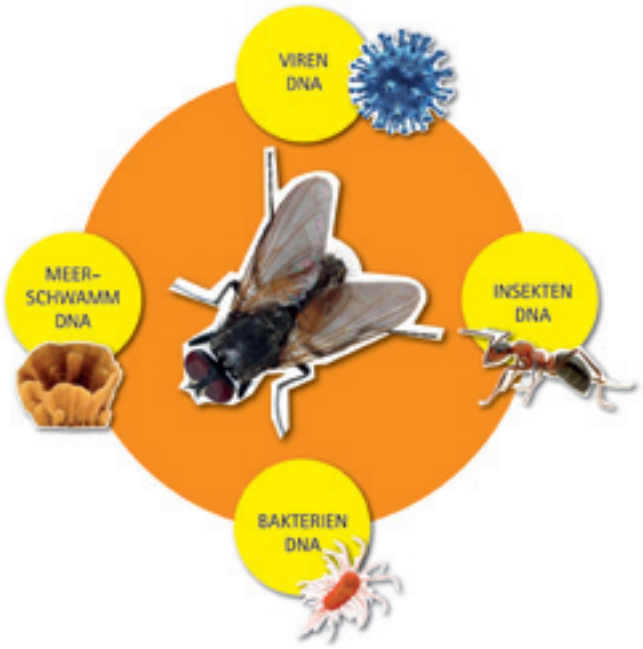
| | |
|---|---|
| 1974 | erste transgene Mäuse |
| 1985 | erste transgene Schafe und Schweine |
| 1988 | erstes US Patent auf Säugetiere in den USA („Krebsmaus"). |
| 1990 | „Bulle Herman" wird geboren, seine Nachkommen sollten Milch mit menschlichen Zusatzstoffen (Lactoferrin) produzieren. |
| 1992 | erstes Patent auf Säugetiere in Europa („Krebsmaus"). Das Patent der Firma Aquabounty/ Seabright auf „Turbolachs" wird angemeldet. |
| 1997 | Klonschaf Dolly wird der Öffentlichkeit präsentiert. |
| 2001 | Europäisches Patent auf Turbolachs der Firma Aquabounty (EP 578653) |
| 2007 | Europäisches Patent auf gentechnisch veränderte Kühe erteilt (EP 1330552) |
| 2010 | in England werden Produkte von Nachkommen geklonter Rinder im Kaufhausregal gefunden. |
| 2012/ 2013 | die EFSA veröffentlicht Richtlinien für die Risikoprüfung von Produkten die von gentechnisch veränderten Tieren stammen. |
| 2013 | erstmals werden Anträge auf Freisetzung gentechnisch veränderter Insekten in der EU geprüft. |

## LEUCHTENDE FLIEGENLARVEN

Die britische Firma Oxitec entwickelt gentechnisch veränderte Insekten für verschiedene Anwendungen: Die Firma hat ihre Gentechnik-Insekten bereits in Brasilien, Malaysien und den Cayman Inseln zur Bekämpfung des Dengue Fiebers ausgesetzt. Die unkontrollierte Ausbreitung der Mücken soll dabei durch spezielle Mechanismen verhindert werden: Die Mücken sind gentechnisch so verändert, dass sie für ihr Überleben auf die Gabe eines Antibiotikums (Tetracyclin) angewiesen sind. Dieses Antibiotikum wird im Labor dem Futter zugesetzt, in der Natur sollen die Insekten und ihre Nachkommen zugrunde gehen. Doch erste Erfahrungen zeigen, dass einige der Tiere trotzdem auch in der freien Natur überleben[45].

In der EU sollen gentechnisch veränderte Fliegen zum Einsatz kommen: In Spanien und Italien hat die Firma Oxitec einen Antrag auf Freisetzung von gentechnisch veränderten Olivenfliegen gestellt[46]. Hier sind die männlichen Tiere so manipuliert, dass ihre weiblichen Nachkommen steril sind, die männlichen sind hingegen in ihrer Überlebensfähigkeit nicht eingeschränkt. Bei den geplanten Freisetzungsversuchen sollen die Fliegen unter Netzen gehalten werden. Laut Antragsunterlagen schließt es aber auch Oxitec nicht aus, dass die Mücken entkommen werden[47]. Olivenfliegen gelten als invasiv, das heißt, sie breiten sich rasch in geeigneten Lebensräumen aus. Sie überwintern und fliegen einige Kilometer weit. Man muss also davon ausgehen, dass sich die gentechnisch manipulierten Insekten nach einer nicht ausreichend kontrollierten Freisetzung nahezu unbegrenzt in den Gebieten wie dem Mittelmeerraum ausbreiten können, in denen die Olivenfliege vorkommt. So lange es nicht zu einem Zusammenbruch der gesamten Population von Olivenfliegen kommt, können vermutlich auch die Gentechnik-Fliegen überleben. Diese können zwar relativ einfach entdeckt werden, da ihre Larven gentechnisch so verändert sind, dass sie fluoreszierende Proteine bilden. Man wird aber ggf. die Ausbreitung der Fliegen nur beobachten können, nicht aber in der Lage sein, diese zu stoppen.

**Abbildung 13: Die Olivenfliege von Oxitec enthält zusätzliches Erbgut aus Meerschwamm, Bakterien, Viren und Insekten**



Gentechnisch manipulierte Insekten könnten sich nahezu unbegrenzt ausbreiten.

Oxitec hat enge Verbindungen zum Gentechnik-Konzern Syngenta. Im Management ist unter anderem die Geschäftsführung und der Vorstand mit ehemaligen Mitarbeitern von Syngenta besetzt. Der Schweizer Konzern hat zudem Oxitec mehrfach finanzielle Unterstützung gewährt. Wie aus Mitteilungen von Oxitec hervorgeht, möchte man mit Hilfe der gentechnisch veränderten Insekten den Widerstand der VerbraucherInnen gegen gentechnisch veränderte Lebensmittel überwinden: Für Verbraucher wäre es akzeptabler, wenn GV Insekten in der Schädlingsbekämpfung eingesetzt würden, ohne dass die Lebensmittel selbst verändert würden[48]. Gleichzeitig versucht man den Gesetzgeber in der EU davon zu überzeugen, dass die Larven der Olivenfliege als unvermeidbare, nicht kennzeichnungspflichtige Zusätze eingestuft werden und gar keine Zulassung bräuchten. Ob diese Rechnung aufgeht, darf bezweifelt werden. Würde der Vorschlag von Oxitec umgesetzt, verstieße dies gegen geltendes EU Recht.

## MONSANTO ALS „PATE" BEIM GEN-LACHS

Der Gentechnik-Lachs der US Firma Aquabounty produziert zusätzliche Wachstumshormone und wächst deswegen achtmal schneller als normaler Lachs.

Befürchtet wird, dass der Lachs in freie Gewässer entkommen und sich dann, trotz Sicherheitsvorkehrungen, mit großen Risiken in Wildpopulationen ausbreiten kann. 2013 wurde publiziert, dass sich der GV Lachs auch mit wilden Forellen paart. Dabei kann sein schnelleres Wachstum und seine Körpergröße zu einem Überlebensvorteil im Ökosystem werden, der die natürlichen Populationen verändert und/oder verdrängt. Im schlimmsten Fall könnte dies zu einem Zusammenbruch der Wildpopulationen führen. In diesem Fall wären Folgen für ganze Nahrungsnetze zu erwarten. Aus diesen Gründen wehren sich Umwelt- und Verbraucherschützer in den USA seit Jahren gegen eine Zulassung. Das ursprüngliche Patent auf den Turbo-Lachs ist inzwischen erloschen und die Firma Aquabounty stand zwischenzeitlich kurz vor dem Bankrott, fand dann aber neue Geldgeber: Die US Firma Intrexon hält seit 2012 etwa 50 Prozent Anteile an Aquabounty[49]. Zu den Vorständen von Intrexon gehört Robert B. Shapiro, der ehemalige Geschäftsführer von Monsanto[50]. Auch die Abteilung „Animal Sciences and Agricultural Biotechnology Division" wird von einem ehemaligen Mitarbeiter von Monsanto geführt. Intrexon ist 2012 in die öffentliche Kritik geraten, weil das Unternehmen europäische Patente auf gentechnisch veränderte Schimpansen erhalten hat[51]. Offensichtlich geht es der Firma nicht nur um medizinische Forschung. Ihre Patente auf Säugetiere (EP 1456346 & EP 1572862), deren Genregulation durch Insekten-DNA gesteuert werden soll, umfassen gleichermaßen Maus, Ratte, Kaninchen, Katze, Hund, Rind, Ziege, Schwein, Pferd, Schaf, Affen und Schimpansen.

Patente der Firma Intrexon auf gentechnisch veränderte Säugetiere umfassen gleichermaßen Maus, Ratte, Kaninchen, Katze, Hund, Rind, Ziege, Schwein, Pferd, Schaf sowie Affen und Schimpansen.

## GEN-KAMEL UND UMWELTSCHWEIN

In anderen Projekten zur Entwicklung gentechnisch veränderter Tiere wird versucht, die Milch von Kühen, Ziegen und sogar Kamelen menschenähnlicher zu machen. Die Milch der Tiere soll mit Bestandteilen aus der Muttermilch angereichert werden. Entsprechende Meldungen kamen in den letzten Jahren aus Argentinien[52], China[53], Saudi Arabien[54] und den USA[55]. Diese Idee wird schon länger verfolgt: Schon der erste gentechnisch veränderte Bulle, der 1990 in den Niederlanden geboren wurde und medienwirksam „Bulle Herman" genannt wurde[56], sollte diesem Zweck dienen – ob jetzt die Zeit reif ist für Muttermilchersatz vom `Gen-Kamel´ muss sich erst noch zeigen.

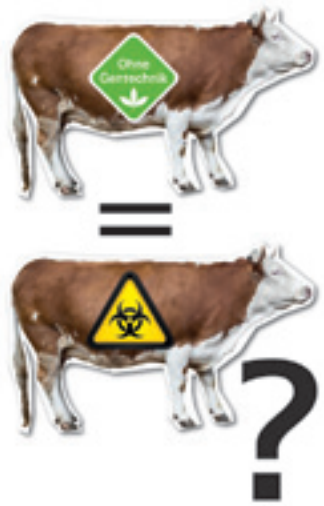
Die in Kanada gezüchteten Enviropig Schweine produzieren in ihrem Speichel ein Enzym (Phytase) mit dessen Hilfe die Futterverwertung verbessert und die Ausscheidung von Phosphor verringert werden soll. Ob und wann diese Schweine den Markt erreichen werden, lässt sich nicht absehen. Entwickelt wurden sie – ebenso wie der gentechnisch veränderte Lachs – schon vor über 10 Jahren. Das Projekt wurde 2012 aus Kostengründen eingestellt[57].

Ob jetzt die Zeit reif ist für Muttermilchersatz vom `Gen-Kamel´ muss sich erst noch zeigen.

## RISIKEN GENTECHNISCH VERÄNDERTER TIERE

Die EFSA hat 2012 erstmals Richtlinien für die Prüfung der Risiken von Nahrungsmitteln vorgelegt, die von gentechnisch veränderten Tieren stammen[58]. Zudem hat sie 2013 Richtlinien zur Prüfung der Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Tiere veröffentlicht[59]. Bei der Risikoabschätzung folgt die EFSA im Wesentlichen dem Ansatz der Risikoprüfung bei gentechnisch veränderten Pflanzen. Auch hier soll eine sogenannte „vergleichende Risikoprüfung" zur Anwendung kommen. Dabei werden gentechnisch veränderte Tiere (oder Produkte von diesen Tieren) mit konventionell gezüchteten Tieren verglichen. Stellt man nach einer Art Schnellcheck keine gravierenden Unterschiede fest, gelten GV Tiere als gleichwertig und damit als sicher.

Im Vergleich mit der Risikobewertung gentechnisch veränderter Pflanzen ergeben sich aber neue Fragen. Sogar die EFSA räumt in ihren Prüfrichtlinien erhebliche Wissenslücken und Probleme ein.  Demnach ist die Risikobewertung bei gentechnisch veränderten Tieren laut EFSA grundsätzlich schwieriger als bei GV Pflanzen.




Stellt man nach einer Art Schnellcheck keine unerwartete Unterschiede fest, gelten GV Tiere als gleichwertig und damit als sicher.

Es ist erkennbar, dass die EFSA derzeit nicht plant, die Standards für die Risikoabschätzung tatsächlich so hoch zu hängen, wie das angesichts der vielen Wissenslücken notwendig wäre.

Einige Beispiele:

- Bei vielen Tieren lässt sich die räumliche Ausbreitung nur schwer oder gar nicht kontrollieren. Dabei können die Tiere mit sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen in Kontakt kommen, während der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen auf die Ackerflächen beschränkt sein sollte.
- Zu berücksichtigen sind beispielsweise die Ausscheidungen der Tiere und mögliche Krankheitserreger, die durch die Tiere verbreitet werden können. Krankheitserreger, die Hühner, Schweine und Rinder befallen, können zum Teil auch auf den Menschen übergehen.
- Nebeneffekte der gentechnischen Veränderung können zu unvorhergesehenen Eigenschaften und Verhaltensweisen der Tiere führen.

Zudem stellt die EFSA fest[60], dass es keine Langzeituntersuchungen gibt und dass sich viele Effekte vor einer Freisetzung nicht abschätzen lassen. Trotzdem, so die EFSA, sei eine Risikobewertung grundsätzlich möglich. Man könne Vorhersagen aus dem Verhalten anderer Tiere ableiten und gegebenenfalls Szenarien am Computer modellieren. Aus diesen Aussagen ist erkennbar, dass die EFSA derzeit nicht plant, die Standards für die Risikoabschätzung tatsächlich so hoch zu hängen, wie das angesichts der vielen Wissenslücken notwendig wäre.

## GENTECHNOLOGIE UND TIERSCHUTZ

Der Einsatz der Gentechnik bei Tieren ist nicht als ethisch neutral anzusehen, vielmehr muss regelmäßig mit negativen Auswirkungen bei den betroffenen Tieren gerechnet werden. Der Prozentsatz der Totgeburten oder mit Schäden geborenen Tiere ist hier hoch.

Alle technischen Schritte wie die Insertion von DNA-Konstrukten in die Zellen, der Vermehrung der Zellen im Labor, der Klonierung gentechnisch veränderter Tiere können zu unerwünschten Gen-Defekten und/oder Störungen in der Genregulierung (Epigenetik) der Tiere führen. So zeigen sich bei geklonten Tieren oft Auswirkungen auf die Genregulierung, die zu erheblichen gesundheitlichen Problemen führen. Der Prozentsatz der Totgeburten oder mit Schäden geborenen Tieren ist hier hoch. Die Erfolgsquote liegt oft nur bei etwa 5 Prozent - je nach Tierart auch darunter[61].

Der Einsatz der Gentechnik bei Tieren ist nicht als ethisch neutral anzusehen, vielmehr muss regelmäßig mit negativen Auswirkungen bei den betroffenen Tieren gerechnet werden. Dies verdeutlichen auch eine Publikation von Wissenschaftlern, die schon an der gentechnischen Manipulation des „Bullen Herman" (s.o.) beteiligt waren[62]:

> „(...) es gibt überzeugende Argumente, um die These zu stützen, dass die Verfahren, die zur Herstellung gentechnisch veränderter Tiere verwendet werden, in keiner Weise als biologisch neutral in Bezug auf die Tiergesundheit und den Tierschutz angesehen werden können. Im Gegenteil, mehrere der Verfahren scheinen direkte negative Auswirkungen auf das Überleben von gentechnisch veränderten Nutztieren unmittelbar vor und nach der Geburt zu haben. Und es gibt Grund zur Annahme, dass offensichtliche Krankheits- und Todesfälle nur die Extreme eines breiten Spektrums von möglichen schädlichen Auswirkungen (...) sind, mit denen in diesem Zusammenhang im Hinblick auf Tiergesundheit und Tierschutz zu rechnen ist."

Diese Probleme werden durch die neuen Methoden der Synthetischen Biologie (siehe unten), die tiefgreifende Veränderungen im Erbgut von Säugetieren ermöglicht, erheblich verschärft. Einige Firmen scheinen derzeit durchaus bereit, aus kommerziellen Gründen alles machbare auch zu versuchen. So sieht sich die Intrexon nach eigener Auskunft als „a leader in synthetic biology". Laut Auskunft ihrer Homepage geht es Intrexon um eine noch nie dagewesene Kontrolle und Veränderung von Lebewesen[63]:

> „Das Unternehmen Intrexon (...) konzentriert sich auf industrielle Anwendungen der Synthetischen Biologie. (...) in verschiedenen industriellen Anwendungsgebieten wie Humanmedizin, Proteinherstellung, industrielle Produkte, Agro-Biotechnologie und Anwendungen an Tieren. Die hochentwickelte biotechnologische Plattform des Unternehmens ermöglicht (...) eine nie dagewesene Kontrolle über die Funktion und den Output von lebendigen Zellen."

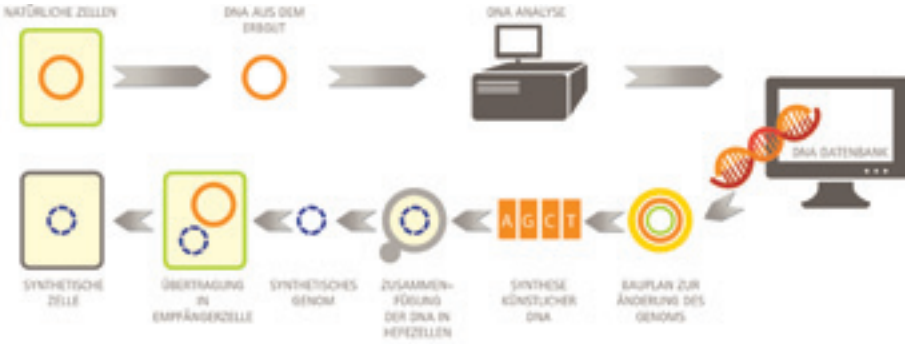
Da neue Technologien zur Verfügung stehen (siehe unten), die es nicht nur erlauben, einzelne DNA Komponenten bei Tieren zu manipulieren, sondern deren Erbgut sozusagen „umzuschreiben", müssen die ethischen Grenzen neu überdacht werden. Eingriffe ins Erbgut, durch die Identität von Säugetieren wesentlich verändert wird, können auch dann ethisch bedenklich sein, wenn Schmerzen und Leiden sich nicht unmittelbar nachweisen lassen. Ein Vorgeschmack darauf sind die Patente der Firma Intrexon, nach deren Wortlaut Schimpansen mit Hilfe von Insekten DNA manipuliert werden sollen (s.o.).

Würde der Vorschlag von Oxitec umgesetzt, verstieße dies gegen geltendes EU Recht. Ein erstes Signal dafür, dass Oxitec hier mit ernsthaften Problemen zu rechnen hat, ist der (vorübergehende?) Rückzug ihres Antrags im Dezember 2013.

# 5. SYNTHETIC GENOME TECHNOLOGIES: RADIKALER UMBAU DES ERBGUTS

In den letzten Jahren wurde eine ganze Reihe von neuen Technologien verfügbar, mit denen in das Erbgut eingegriffen werden kann. Am bekanntesten ist in diesem Zusammenhang die „Synthetische Biologie". Unter diesem Oberbegriff wird eine ganze Reihe von Ansätzen verfolgt, Lebewesen mit neuen Eigenschaften zu schaffen, ja sogar Leben künstlich zu schaffen. Bisher ist es zwar nicht gelungen, tatsächlich völlig neues „künstliches Leben" herzustellen. Das technische Potential der Synthetischen Biologie ist aber trotzdem beachtlich: Es ermöglicht die schnelle Analyse von großen Mengen genetischer Daten, die Re-Synthese langer DNA-Abschnitte und weitgehende Veränderung der DNA.

**Abbildung 14: DNA-Analyse und DNA-Synthese gehen Hand in Hand.**




Quelle: US Presidential Commission for the study of bioethical issues, 2010

2010 wurde zum ersten Mal ein Mikroorganismus präsentiert, dessen Erbgut im Labor vollständig nachgebaut wurde[64]. Das Erbgut dieses Organismus ist also nicht wirklich neu, die DNA wurde am Computer digitalisiert und im Labor resynthetisiert. Das Ergebnis ist sozusagen eine „naturidentische" Kopie. Das Experiment wurde von Wissenschaftlern um Craig Venter, einem der bekanntesten Vertreter der Synthetischen Biologie, medienwirksam in Szene gesetzt. In der Pressemitteilung[65] des Craig Venter Instituts heißt es:

> „Dies ist der Beweis dafür, dass Erbgut am Computer entworfen, im Labor chemisch hergestellt und in eine Empfängerzelle übertragen werden kann, um eine neue vermehrungsfähige Zelle zu schaffen, die nur vom synthetischen Genom kontrolliert wird."

Mit den derzeit verfügbaren Methoden verfügt die Synthetische Biologie über die Möglichkeit, das Erbgut bestehender Lebensformen nicht nur nachzubauen, sondern auch radikal zu verändern. Die neuen Methoden zur Manipulation der DNA, die hier als ‚Synthetic Genome Technologies'[66] zusammengefasst werden, unterscheiden sich erheblich von dem, was bisher in der Öffentlichkeit als Gentechnik wahrgenommen wird:

- Die DNA muss nicht mehr aus Lebewesen isoliert werden, sondern kann im Labor künstlich synthetisiert werden.
- Die DNA ist nicht mehr abhängig von natürlichen Vorlagen, sondern kann am Computer umgeschrieben oder aus Vorlagen unterschiedlicher Arten zusammengesetzt werden.
- Zum Teil muss gar keine DNA übertragen werden, sondern das Erbgut kann direkt in der Zelle „umgeschrieben" werden.
- Auch die technische Möglichkeiten, die Regulierung der natürlichen Gene zu manipulieren, haben deutlich zugenommen.

Mehrere Organismen, bei denen derartige Technologien zum Einsatz kommen, befinden sich bereits in der Phase der Kommerzialisierung (bzw. kurz davor):

- Der Mais SmartStax enthält synthetische DNA zur Codierung eines künstlichen Toxins (Cry1A.105).
- Das Genom der Olivenfliege von Oxitec, das u.a. aus der DNA von Meerschwämmen, anderen Insekten, Bakterien und Viren zusammengesetzt ist, ist nur aufgrund von künstlicher Gen-Synthese realisierbar.
- Die Firma Intrexon setzt auf die Methoden der Synthetischen Biologie, um das Erbgut von Säugetieren und anderen Lebewesen radikal zu verändern.

Mit den derzeitigen Methoden verfügt die Synthetische Biologie über die Möglichkeit, das Erbgut bestehender Lebensformen nicht nur nachzubauen, sondern auch radikal zu verändern.

Nachfolgend werden zwei Methoden der Synthetic Genome Technologies vorgestellt, die weitreichende Eingriffe in das Erbgut ermöglichen: Der Einsatz von Gen-Scheren (Nukleasen) und die Verwendung von Oligonukleotiden.

## GEN-SCHEREN (NUKLEASEN)

Nukleasen sind Eiweiße (Enzyme) mit denen die DNA aufgetrennt werden kann – man nennt sie deswegen auch Gen-Scheren. Solche Gen-Scheren gibt es schon länger, allerdings konnte man damit die DNA nur an bestimmten Stellen „schneiden". In den letzten Jahren wurden verschiedene neue Nukleasen entwickelt, die einen Einbau oder Umbau von DNA an jeder beliebigen Stelle des Erbgutes ermöglichen. Diese neuen Gen-Scheren werden TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases) und CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) genannt. Sie bestehen jeweils aus einer Erkennungsregion, mit der eine bestimmte Stelle in der DNA angesteuert werden kann und einem Enzym, das den DNA-Strang an der gewünschten Stelle aufbricht. Dabei können an dieser Stelle Gene stillgelegt, Mutationen ausgelöst oder neue DNA-Abschnitte eingefügt werden.

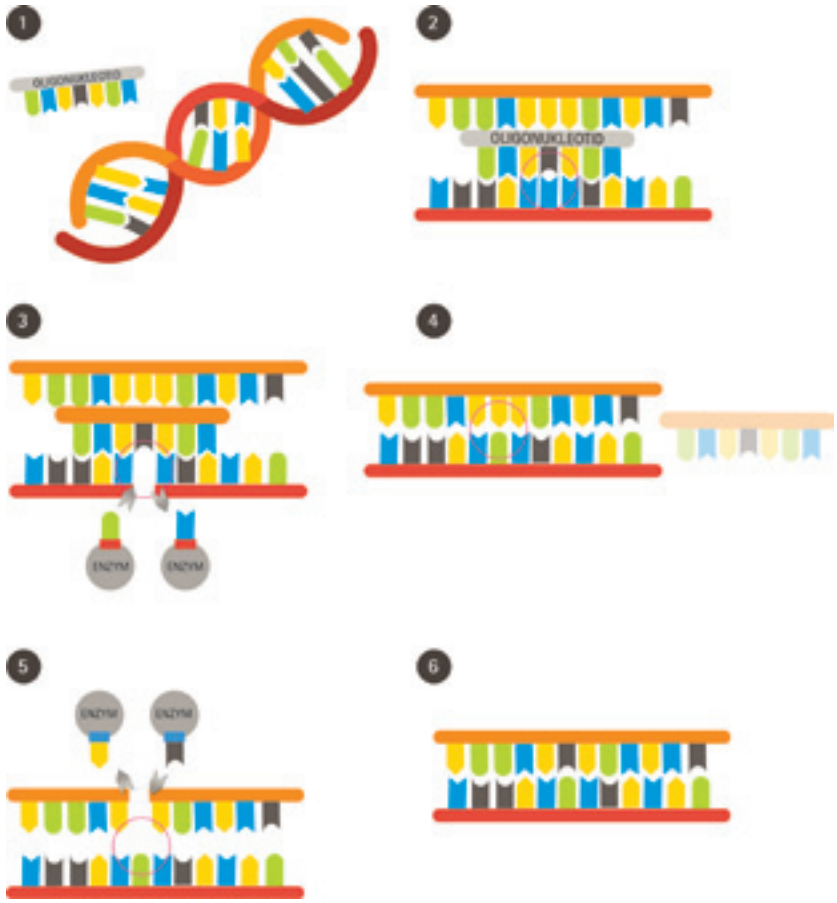
Dass diese Technologie auch in der Pflanzenzüchtung angewendet werden soll, zeigt u.a. ein Artikel in der FAZ vom 26. August 2012[67]. Dort heißt es bezüglich der TALEN-Technologie, dass multinationale Saatgutkonzerne wie Syngenta, Monsanto, Bayer Crop Science und die KWS Saatzucht AG bereits entsprechende Lizenzen erworben haben. Nach diesem Artikel stehen entsprechende Pflanzen bei der KWS sogar schon im Gewächshaus. Ob sie dort oder anderswo auch schon ins Freiland gelangt sind, ist unklar, da es bisher keine klare Regelungen gibt, die sicherstellen, dass diese Pflanzen auch unter das Gentechnikrecht gestellt werden (s.u.).

*Die Genschere „TALEN " erkennt bestimmte Regionen auf der DNA und kann dort die DNA öffnen und auch neue DNA einfügen.*

## DIREKTE VERÄNDERUNG DER DNA IN DER ZELLE

Ein Verfahren, das ebenfalls in der Pflanzenzucht bereits angekommen ist, und bis zur Praxisreife entwickelt wurde, ist die Verwendung von sogenannten Oligonukleotiden. Das sind kurze DNA (oder auch RNA) Abschnitte, die im Labor nach natürlichen Vorbildern hergestellt werden. Dabei wird die DNA an einer Stelle technisch verändert, um beispielsweise eine Resistenz gegen Unkrautvernichtungsmittel zu bewirken. Diese kurzen, synthetischen DNA Abschnitte (Oligonukleotide) werden in die Zellen eingeschleust, wodurch es zu einer Veränderung der pflanzeneigenen DNA an der Stelle kommt, von der die Vorlage für die Gen-Synthese abgeleitet wurde. Es wird angenommen, dass die zusätzliche DNA bei diesem Verfahren nicht in die Zellen eingebaut wird, sondern soll die gewünschte Veränderung nur induzieren. Die genauen Mechanismen für diese Genom-Veränderung sind nicht bekannt. Man vermutet, dass Mechanismen der Pflanzenzellen dafür sorgen, dass das Erbgut dem Vorbild aus dem Labor angepasst wird[68].

**Abbildung 15: Modell der Wirkungsweise von Oligonukleotiden**




*1. Oligonukleotid wird in Zelle eingeschleust 2. Oligonukleotid setzt sich an entsprechende Stelle im Genom 3. Abweichung vom Genom löst zelleigenen Reparaturmechanismus aus. 4. Oligonukleotid löst sich auf (wie das genau funktioniert, ist nicht bekannt). 5. Abweichung vom Genom im oberen Strang wird wieder mittels zelleigenem Reparaturmechanismus entsprechend ersetzt. 6. Gewünschte Punkt-Mutation wurde ins Genom eingebaut.*

Quelle: http://www.keine-gentechnik.de/dossiers/neue_technologien.html

## Keine Gentechnik??

Nach Stellungnahmen verschiedener Experten[69] sollen dieses Verfahren grundsätzlich nicht als Gentechnik angesehen werden, sondern als Mutationszüchtung gelten. Damit würde es nicht dem Gentechnikrecht unterliegen. Das bedeutet, dass die Risiken dieses Produktes nicht im Detail geprüft werden, und dass die Pflanzen auch keiner Kennzeichnungspflicht unterliegen.

Mit der Oligonukleotidzüchtung kann man tatsächlich ähnliche Ergebnisse wie mit der Mutationszüchtung erreichen, diese basiert aber auf den Mechanismen der natürlichen Genregulation. Bei der Mutationszüchtung führt ein unspezifischer Reiz von außen dazu, dass zufällige Veränderungen in der DNA der Pflanzen ausgelöst werden, wobei das Endergebnis ganz wesentlich von der Genregulation in den Pflanzen abhängig ist.

Bei der Manipulation mit Oligonukleotiden handelt es sich dagegen um ein invasives Verfahren, bei dem in die Zelle mit technischen Tricks eingegriffen wird, um eine ganz bestimmte Veränderung herbeizuführen. Beim Einsatz dieser Technologie kann es zu ungewollten Effekten kommen (sogenannten off target effects): Es ist möglich, dass es durch den Eingriff in die Zellen auch an anderen Stellen im Erbgut zu Veränderungen der Struktur oder der Aktivität pflanzeneigener Gene kommt[70]. Ob sich die Veränderungen durch Oligonukleotide in ihrem Muster und ihren Auswirkungen von dem natürlicher Mutationen, wurde bisher nicht systematisch untersucht.

Nach Ansicht eines bekannten Protagonisten der Synthetischen Biologie, George Church, könnte die Technologie dazu verwendet werden, das Erbgut des Homo sapiens so umzuschreiben, dass daraus das Erbgut eines Neandertalers würde.

Dass die neuen Technologien wie der Einsatz von Nukleasen und Oligonukleotiden tatsächlich mit erheblichen Risiken verbunden sind, zeigt beispielsweise eine Untersuchung an menschlichen Zellen[71]: Demnach kann der Einsatz der CRISPR Technologie, die ähnlich wie TALEN und Oligonukleotide dazu verwendet wird, das Erbgut an einer bestimmten Stelle zu verändern, dazu führen, dass im Erbgut viele zusätzliche ungewollte Mutationen entstehen.

Berücksichtigt werden muss, dass Verfahren unter Einbringung von Oligonukleotiden, auch dazu verwendet werden können, längere Abschnitte der DNA zu verändern, wie das zum Beispiel beim Multiplex automated genome engineering (MAGE)[72] der Fall ist. Dieses Verfahren kann man sich wir eine Fließbandproduktion vorstellen, bei der das Fließband im Kreis läuft und viele Arbeiter parallel jedesmal dann eine kleine Veränderung durchführen, wenn das Werkstück bei ihnen vorbei kommt. Je öfter der Zyklus wiederholt wird, desto größer die Veränderungen insgesamt. Auf diese Weise wollen manche Protagonisten das Erbgut einer Art in das einer anderen umwandeln, in vielen Einzelschritten, die an mehreren Stellen des Genoms gleichzeitig ausgeführt werden. Nach Ansicht eines bekannten Protagonisten der Synthetischen Biologie, George Church, könnte die Technologie dazu verwendet werden, das Erbgut des Homo sapiens so umzuschreiben, dass daraus das Erbgut eines Neandertalers würde[73]. George Church ist neben Craig Venter einer der bekanntesten Protagonisten der Synthetischen Biologie. Seine Äußerungen zeigen, welch weitreichende Eingriffe ins Erbgut machbar geworden sind und wie manche der Akteure über ethische Grenzen denken.

Derartige Verfahren von der Regulierung durch das Gentechnikgesetz generell frei zu stellen, ist also nicht vertretbar und würde zu erheblichen Risiken für Mensch und Umwelt führen. Betroffen von einer derartigen Freistellung wären nicht nur Pflanzen, sondern auch auf diese Weise manipulierte Nutztiere, Insekten u.a., die bereits im Versuchsstadium sind. Auch diese könnten ohne Risikoprüfung und Kennzeichnung Einzug in die Landwirtschaft halten.

# 6. DAS GEPLANTE FREIHANDELSABKOMMEN: STREIT UMS VORSORGEPRINZIP

Im Juni 2013 einigten sich die USA und die EU über die Aufnahme zu Verhandlungen über ein Freihandelsabkommen, Transatlantic Trade and Investment Partnership, TTIP. Zu einem Stolperstein für ein derartiges Abkommen könnten sich die Gentechnik-Regeln der EU erweisen. Diese schreiben vor[74], dass

- bei jeder Freisetzung oder Zulassung von GVO das Vorsorgeprinzip beachtet werden muss,
- alle gentechnisch veränderte Organismen (GVO) vor einer Inverkehrbringung auf Risiken geprüft werden,
- Lebens- und Futtermittel, die aus GVO hergestellt sind, einer Kennzeichnung unterliegen.

Kern der EU Regeln für den Umgang mit Risiken im Bereich der Lebensmittelerzeugung ist die EU Verordnung 178/2002, die festlegt, dass das Vorsorgeprinzip zur Anwendung kommen kann, um ein hohes Schutzniveau für Mensch und Umwelt zu erreichen. In Artikel 7 heißt es:

> „In bestimmten Fällen, in denen nach einer Auswertung der verfügbaren Informationen die Möglichkeit gesundheitsschädlicher Auswirkungen festgestellt wird, wissenschaftlich aber noch Unsicherheit besteht, können vorläufige Risikomanagementmassnahmen zur Sicherstellung des in der Gemeinschaft gewählten hohen Gesundheitsschutzniveaus getroffen werden, bis weitere wissenschaftliche Informationen für eine umfassendere Risikobewertung vorliegen."

Das Vorsorgeprinzip ist auch die Basis der Risikobewertung und des Risikomanagements bei der Freisetzung und Inverkehrbringung gentechnisch veränderter Organismen in der EU (Artikel 1 der Dir. 2001/18). Auf der Grundlage des Vorsorgeprinzips können zwar gentechnisch veränderte Organismen (GVO) in Verkehr gebracht werden, auch wenn noch Unsicherheiten bezüglich deren tatsächlichen Risiken für Mensch und Umwelt bestehen, allerdings müssen bei der Zulassungsprüfung und auch nach einer Freisetzung oder Inverkehrbringung von GVOs geeignete Vorsorgemaßnahmen zur Anwendung kommen[75]. Das Vorsorgeprinzip kommt also insbesondere dann zur Anwendung, wenn es darum geht, mit Unsicherheiten und Nicht-Wissen in der Risikoabschätzung umzugehen, weil weder eindeutige Nachweise für Gefahren noch für die Sicherheit von Produkten vorliegen.

Das Vorsorgeprinzip kommt zur Anwendung, wenn weder eindeutige Nachweise für Gefahren noch für die Sicherheit von Produkten vorliegen.

Dagegen werden in den USA entsprechende Produkte nur von Fall zu Fall geprüft. Der Unterschied zeigt sich beispielsweise bei den Stacked Events: Diese werden in den USA keiner Sicherheitsprüfung unterzogen, wenn die Ausgangspflanzen bereits bewertet wurden. In der EU müssen dagegen auch die Stacked Events eine Zulassungsprüfung durchlaufen, wobei die Risikoprüfung allerdings (noch) oberflächlicher ist, als bei den Ausgangspflanzen. Es gibt aber auch eine ganze Reihe von gentechnisch veränderten Pflanzen, die in den USA überhaupt keiner Risikoprüfung unterzogen werden[76].

## DER EASAC REPORT

Es überrascht nicht, dass rechtzeitig zum Start der Verhandlungen über das neue Freihandelsabkommen mit den USA im Juni 2013 ein Report veröffentlicht wurde, der darauf abzielt, die Standards der Risikoprüfung für gentechnisch veränderte Pflanzen in der EU deutlich abzusenken. Im Namen des European Academy Scientific Advisory Panels (EASAC)[77] präsentieren unter anderem bekannte Befürworter der Agrogentechnik wie Joachim Schiemann und Jörg Romeis[78] ihre Sicht der Dinge. Wie einseitig der Bericht der EASAC ausgerichtet ist, zeigt sich unter anderem darin, dass die Einführung von neuen GVOs als eine Priorität bezeichnet wird:

> „Die Prioritäten beinhalten die Einführung von Insektenresistenz und Herbizidtoleranz bei Weizen, Gerste, Raps, Sojabohnen, Kartoffeln, Kohlgemüse und anderen im Gartenbau genutzten Pflanzen."

Wie einseitig der Bericht der EASAC ausgerichtet ist, zeigt sich unter anderem darin, dass die Einführung von neuen GVOs als eine Priorität bezeichnet wird.

„Die Prioritäten beinhalten die Einführung von Insektenresistenz und Herbizidtoleranz bei Weizen, Gerste, Raps, Sojabohnen, Kartoffeln, Kohlgemüse und anderen im Gartenbau genutzten Pflanzen."

Der Kern der Forderungen des EASAC Berichts: Man solle die Gentechnologie nicht länger als Risikotechnologie ansehen und die bisherigen Regulierungen lockern. Insbesondere das Prinzip der Vorsorge, das in der EU die Basis der Risikoprüfung ist, sei überholt. Die EASAC Autoren argumentieren, man habe inzwischen genug Erfahrung mit gentechnisch veränderten Pflanzen gesammelt, um zu wissen, dass sie von ihnen keine Gefahren ausgingen:

> Selbst wenn eine stringente Anwendung des Vorsorgeprinzips in den Anfängen der Gentechnik an Pflanzen gerechtfertigt werden konnte, als es noch mehr Unsicherheiten über deren Auswirkungen gab, ist es schwierig heute die Vorzüge einer strikten vorsorgenden technologiespezifischen Regulierung zu verteidigen, da es wesentlich weniger Unsicherheit gibt.

In der EU gilt das Prinzip der Vorsorge: Auch wenn der Nachweis einer schädlichen Auswirkung noch nicht endgültig vorliegt, kann bei ausreichendem Verdacht auf mögliche Schäden, eine Zulassung verweigert werden. Bei der Risikobewertung müssen also auch Unsicherheiten und Wissenslücken berücksichtigt werden[79]. Dies ist ein wesentliches Prinzip des vorsorgenden Verbraucher- und Umweltschutzes in der EU und eine große Errungenschaft, die von kritischen Wissenschaftlern und Verbraucher- und Umweltschutzorganisationen in der EU erlangt wurde.

Dagegen schlagen die Autoren der EASAC vor, eine Zurückweisung von Anträgen zum Anbau und Vermarktung gentechnisch veränderter Pflanzen nur noch dann zu erlauben, wenn eindeutige Beweise dafür vorliegen, dass die Pflanzen tatsächlich negative Auswirkungen haben. Das bedeutet verboten wird möglicherweise erst dann, wenn Umwelt- oder Gesundheitsschäden schon stattgefunden haben. Man solle auch nicht mehr alle GVOs auf ihre Risiken überprüfen, sondern nur noch einzelne Produkte, von denen bereits bekannt ist, dass von ihnen Gefahren und Schädigungen ausgehen. Zudem wird der „Nachweis" für den Nutzen gentechnisch veränderter Pflanzen in den Vordergrund gestellt:

> „(...) in Übereinstimmung mit anderen Sektoren, sollte es das Ziel sein, die Eigenschaften und/oder Produkte zu regulieren, aber nicht die Anwendung einer Technologie in der Landwirtschaft. Das gesetzliche Regelwerk sollte auf eindeutigen wissenschaftlichen Nachweisen beruhen. Es gibt keinen allgemein akzeptierten wissenschaftlichen Nachweis dafür, dass gentechnisch modifizierte Pflanzen größere negative Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben als irgendeine andere Technologie, die in der Pflanzenzüchtung genutzt wird. Es gibt überzeugende Nachweise, dass gentechnisch modifizierte Pflanzen zu den Zielen einer nachhaltigen Landwirtschaft beitragen können und Vorteile für Landwirte, Verbraucher, die Umwelt und die Wirtschaft bringen."

Der von den Autoren genannte angebliche „Nachweis" für den Nutzen der Technologie ist allerdings genauso umstritten wir die Sicherheit der Produkte[80].

Würden sich die Autoren von EASAC mit ihrer Meinung durchsetzen, würde das bedeuten:

- Ersatz des Prinzips der Vorsorge durch ein Zulassungssystem, bei dem nur noch bereits bewiesene Schäden bei Mensch und Umwelt überprüft werden
- Abschaffung von einheitlichen Zulassungsverfahren für gentechnisch veränderte Organismen
- Abschaffung einer einheitlichen Kennzeichnung für GVO und damit weniger Transparenz und Auswahlmöglichkeiten für Landwirte und Verbraucher.

Die EASAC Studie befasst sich auch mit den neuen Technologien wie sie hier im Bericht als ‚Synthetic Genome Technologies' vorgestellt werden (s.o.). Die EASAC Autoren sehen hier dringenden Handlungsbedarf. Ihrer Meinung nach sind zumindest einige der neuen Verfahren komplett von der Gentechnikgesetzgebung auszunehmen:

> „(...) hier gibt es dringenden Handlungsbedarf, sich über den Regelungsbedarf der neuen Züchtungstechnologien zu einigen und ganz besonders zu bestätigen, welche Produkte nicht in den Bereich der Gentechnik-Gesetzgebung fallen."

Vorschlag der Autoren der EASAC: Zurückweisung von Anträgen nur noch wenn eindeutige Beweise dafür vorliegen, dass die Pflanzen tatsächlich negative Auswirkungen haben.

Das ist mit dem in Europa geltenden Vorsorgeprinzip nicht vereinbar.

Gleichzeitig verweisen die Autoren der EASAC aber auch darauf, dass in Zukunft neue Technologien zur Verfügung stehen, die neue radikale Möglichkeiten zur gentechnischen Veränderung von Pflanzen ermöglichen:

> Zukünftig könnten sich durch weltweite wissenschaftliche Entdeckungen sehr viel radikale Möglichkeiten für Nutzpflanzen eröffnen, wie die Einführung von Pflanzen, bei denen neue Eigenschaften auf einer Vielzahl von Genen beruhen (...).

Wie dieser Bericht zeigt (s.o.), sind die Möglichkeiten zur Genom-Veränderung tatsächlich dramatisch angewachsen. Dass man angesichts dieser Entwicklung fordert, die Standards für die Zulassungen abzusenken und einige der neuen Technologien komplett von der Regulierung auszunehmen, ist nicht nachvollziehbar.

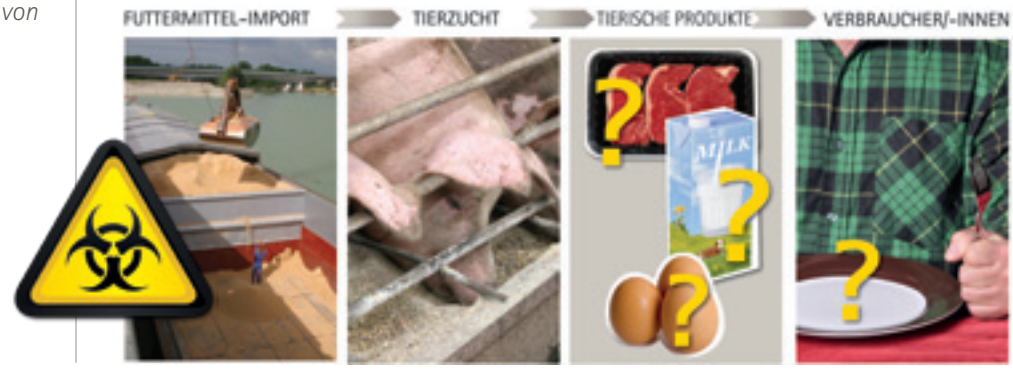
*Tatsächlich kann keine Rede davon sein, dass die Unsicherheiten bei der Bewertung von GV Pflanzen ausgeräumt wären, während andererseits die angeblichen Vorteile für Landwirtschaft und Verbraucher von vielen Wissenschaftlern stark in Frage gestellt werden. Siehe auch Then 2013: „Die Rache von Käfer und Co. - 20 Jahre kommerzieller Anbau von Gen-Pflanzen in den USA"*

## VORSORGEPRINZIP UND ‚EVIDENCE'

Tatsächlich kann keine Rede davon sein, dass die Unsicherheiten bei der Bewertung von GV Pflanzen ausgeräumt wären, während andererseits die angeblichen Vorteile für Landwirtschaft und Verbraucher von vielen Wissenschaftlern stark in Frage gestellt werden. Auch zu GV Pflanzen, die schon seit Jahren als Futtermittel in die EU importiert werden gibt es kaum verlässliche Langzeitdaten. Ein Grund dafür: Es gibt weder in der EU noch in anderen Ländern ein Monitoring der gesundheitlichen Auswirkungen des Verzehrs dieser Pflanzen. Ein Umweltmonitoring wird in der EU zwar durchgeführt, aber seine Eignung für die Erfassung der tatsächlichen Auswirkungen ist heftig umstritten. Die Unsicherheiten bei der Risikobewertung und dem Monitoring der bereits zugelassenen GV Pflanzen werden auch in den Stellungnahmen von Experten der Mitgliedstaaten zu den Bewertungen der Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA deutlich[81].

**Diese Unsicherheiten betreffen beispielsweise**

- Ungewollte Veränderungen der Inhaltsstoffe
- Reaktionen der GV Pflanzen auf Umwelteinflüsse
- Kombinationswirkungen von Stacked Events
- Bewertung der Risiken für das Immunsystem und der hormonellen Wirkungen
- Auswirkungen auf Nichtzielorganismen
- Ergebnisse von Fütterungsstudien.



In Bezug auf die Umweltrisiken der GV Pflanzen kommt auch eine Studie der EU mit dem Namen BEETLE[82], die unter ganz wesentlicher Beteiligung von Gentechnik-Befürwortern erstellt wurde, zu ganz anderen Ergebnissen als die Autoren des EASAC Berichts. In diesem Projekt wurden mehr als 700 wissenschaftliche Publikationen aus aller Welt zu gentechnisch veränderten Pflanzen und ihren möglichen Auswirkungen auf die Umwelt und die biologische Vielfalt analysiert. Die Studie identifizierte viele „große" oder „wichtige" Unsicherheiten in der Risikobewertung, insbesondere im Zusammenhang mit Langzeitfolgen und akkumulierten Effekten.

**Einige Beispiele[83]:**

- Die fragliche erhöhte Fitness der gentechnisch veränderten Pflanzen
- Die Entstehung von Hybriden zwischen gentechnisch veränderten Pflanzen und wilden Arten und deren Überdauern in der Umwelt
- Die veränderte Fortpflanzungsfähigkeit, die u.a. zu einer höheren Anzahl an Samen führen kann
- Die Entwicklung von Resistenzen bei Schädlingen
- Die Auswirkungen auf Nichtzielorganismen
- Die Auswirkungen auf Nichtzielorganismen wegen Akkumulation von giftigen Stoffen
- Die Auswirkungen auf die Bodenorganismen in der Wurzelregion
- Die Auswirkungen auf symbiotische Nichtzielorganismen
- Die Auswirkungen auf die Bodenqualität
- Die Auswirkungen auf die Schädlingskontrolle
- Die Veränderung in der Anwendung von Spritzmitteln
- Die indirekte Auswirkungen auf die Empfindlichkeit der Pflanzen gegenüber Pathogenen
- Die negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt
- Die indirekte Auswirkungen auf den Bedarf an Düngemitteln
- Mögliche Veränderungen in der Struktur der Landschaft
- Erhöhter Verlust an mineralischen Nährstoffen und Düngemittel
- Veränderte chemische Zusammensetzung der Bodenschichten
- Die Auswirkungen von Pflanzen mit einer Kombination von DNA-Konstrukten („Stacked Events")
- Die Nichtberücksichtigung regionaler Besonderheiten.

In dem Projekt BEETLE wurden mehr als 700 wissenschaftliche Publikationen zu GV Pflanzen und ihren möglichen Auswirkungen auf die Umwelt und die biologische Vielfalt analysiert. Die Studie zeigt viele „große" oder „wichtige" Unsicherheiten in der Risikobewertung, insbesondere im Zusammenhang mit Langzeitfolgen und akkumulierten Effekten.

*Die EU-Kommission erlaubt Import von Supergenmais von Monsanto. Der gentechnisch veränderte Mais Smartstax darf zukünftig in der EU an Tiere verfüttert werden.*

Quelle: Zeit.de, 06.11.2013

In einer Lobbykampagne behaupten Bayer, BASF, Dow Chemical, Dow AgroSciences, Novartis und Syngenta AG, dass man in Studien keinen Beweis für Schäden durch Gentechnik gefunden habe und dass vielmehr „Konsens" darüber bestehe, dass die Pflanzen sicher seien.

Ein derartiger „Konsens" besteht allerdings unter internationalen Wissenschaftlern nicht.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse und angesichts der bestehenden Wissenslücken kommt das Projekt BEETLE zu dem Schluss, dass insbesondere die Risikobewertung von Langzeiteffekten immer mit erheblichen Unwägbarkeiten verbunden sein wird.

Es darf auch nicht übersehen werden, dass die GV Pflanzen, die derzeit zur Zulassung anstehen, zusätzliche Fragen aufwerfen. Pflanzen wie „SmartStax +" oder „Syngenta Six" enthalten nicht nur einzelne zusätzliche DNA Abschnitte, sondern produzieren sechs verschiedene Insektengifte und sind resistent gegen mehrere Unkrautvernichtungsmittel. Über die vielen möglichen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten gibt es aber kaum Untersuchungen. Auch Pflanzen mit Trockenheitstoleranz, veränderter Ölqualität, neuen Resistenzen gegen Herbizide und weiteren Insektengiften, weisen Eigenschaften auf, über die bisher nur wenig Erfahrung vorliegen (s.o.). Vor dem Hintergrund vieler ungeklärter alter und neuer Risikofragen, sollte also, will man wissenschaftlich verantwortungsbewusst vorgehen, das Vorsorgeprinzip keineswegs aufgegeben, sondern es müsste vielmehr ausgeweitet werden.

Zu den Risikofragen im Umgang mit gentechnisch veränderten Nutzpflanzen kommen weitere Anwendungsgebiete wie GV Nutztiere und GV Bäume sowie – in diesem Bericht ausgeklammert – GVOs wie Algen, die zur Energiegewinnung genutzt werden sollen. Wie der Bericht zeigt, führt die derzeitige Entwicklung Schritt für Schritt weg von traditionellen Systemen der Landwirtschaft und der Züchtung, in denen jahrhundertelange Erfahrung steckt und von denen relativ wenig unbekannte Risiken ausgehen, hin zu Systemen, die neu, störanfällig, immer komplexer und mit immer mehr Unsicherheiten bezüglich ihrer Risiken verbunden sind. Wenn man sich auf diese Anwendungsgebiete und Technologien einlassen will, müsste man gleichzeitig das Vorsorgeprinzip extrem stärken. Es wäre die einzige Möglichkeit, rationell und verantwortungsbewusst mit dem vielen Unsicherheiten und den faktischen Grenzen unseres Wissens umzugehen.

Es gibt mehrere Lobby-Initiativen, die in eine ähnliche Richtung wie der EASAC Report gehen. So forderten Ende Oktober 2013 Unternehmen wie Bayer, BASF, Dow Chemical, Dow AgroSciences, Novartis und Syngenta AG in einem gemeinsamen Schreiben an die EU Kommission die Einführung eines „Innovation Principle", das man dem Vorsorgeprinzip gegenüber setzen müsse[84]:

> „Unsere Sorge ist, dass die notwendige Balance zwischen Vorsorge und Verhältnismäßigkeit zunehmend durch ein System ersetzt wird, bei dem einfach auf das Vorsorgeprinzip und die Vermeidung technologischer Risiken gesetzt wird."

Begleitet wird diese Lobbykampagne durch wiederholte Verlautbarungen darüber, dass man bisher keinen Beweis für Schäden durch Gentechnik gefunden habe und dass vielmehr „Konsens" darüber bestehen würde, dass die Pflanzen sicher seien. Anne Glover, die seit 2011 den neu geschaffenen Posten der Chefberaterin für Wissenschaft der EU Kommission inne hat, ist eine der WortführerInnen, die schlichtweg jegliche spezifische Risiken gentechnisch veränderter Organimsen in Abrede stellt[85]:

> Es gibt keinen belegbaren Fall für irgendwelche negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Tiergesundheit oder die Umwelt, das ist also ein ziemlich robuster Beweis, und ich würde so weit gehen zu sagen, dass es kein größeres Risiko ist, Gen-Food zu essen als Produkte aus der normalen Landwirtschaft.

Es ist anzunehmen, dass Anne Glover mit ihren extrem einseitigen Ansichten auch die Haltung großer Teile der EU Kommission spiegelt, die mit Anne Glover zum ersten Mal überhaupt die Position eines wissenschaftlichen Chefberaters von Manuel Barroso besetzt hat.

Die Lobby-Kampagne zeigt, auch vor dem Hintergrund des Freihandelsabkommens, erste Erfolge: Zum einen hat die EU Kommission in Brüssel jüngst inoffiziell verlautbaren lassen, dass Sie von Experten überprüfen lassen will, ob das Prinzip der Vorsorge bei gentechnisch veränderten Pflanzen noch relevant ist. Zum zweiten hat die Kommission bereits offiziell einen Termin genannt, zu dem die Regeln für die Risikobewertung von Lebensmitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen tatsächlich auf den Prüfstand kommen sollen: Man wartet derzeit auf das Ergebnis eines Projektes, das von der EU finanziert wird, und Ende 2015 beendet sein soll[86]. Der Titel des Projektes wird mit GRACE abgekürzt, was für GMO Risk Assessment and Communication of Evidence steht. Es wird von bekannten Befürworten der Agro-Gentechnik wie Joachim Schiemann geleitet, der am staatlichen Julius Kühn-Institut in führender Funktion für das Thema zuständig ist und dem seit Jahren enge Beziehungen zur Industrie nachgesagt werden[87]. Ein mögliches Szenario nach Beendigung des Projektes: Sollte als Ergebnis behauptet werden, dass es keine eindeutigen Beweise („evidence") für gesundheitliche Schäden durch gentechnisch veränderte Pflanzen gäbe, kann die Kommission das Vorsorgeprinzip zur Disposition stellen. Dann würden die Anforderungen an die EU Zulassungen weiter abgesenkt und das Prinzip der Vorsorge (vielleicht gerade rechtzeitig) zum Abschluss der Verhandlungen über TTIP dem internationalen Freihandel geopfert. Dabei ist nicht unbedingt zu erwarten, dass entsprechende Regelungen direkt in den Text des Freihandelsabkommens aufgenommen werden. Die EU könnte sich u.a. auf der Grundlage von GRACE auch scheinbar unabhängig vom TTIP dazu entschliessen, ihre Regelungen abzusenken und es im TTIP bei der Wiederholung allgemeiner Grundsätze zu belassen.

Sollte als Ergebnis des GRACE-Projektes behauptet werden, dass es keine eindeutigen Beweise („evidence") für gesundheitliche Schäden durch gentechnisch veränderte Pflanzen gäbe, kann die Kommission das Vorsorgeprinzip zur Disposition stellen. Dann würde das Prinzip der Vorsorge rechtzeitig zum Abschluss der Verhandlungen über TTIP dem internationalen Freihandel geopfert.

*Joachim Schiemann, Institutsleiter für die Sicherheit in der Gentechnik bei Pflanzen im Julius Kühn-Institut in Quedlinburg, leitet das GRACE-Projekt. Ihm werden seit Jahren enge Beziehungen zur Gentec-Industrie nachgesagt.*

# 7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Bei Zweifeln an der Sicherheit sollte die Beweislast beim Anmelder der GVO liegen.

Kombination aus fünf gentechnisch veränderten Pflanzen (MON88017, MON89034, DAS40278-9, 1507, 59122)

Dieser Bericht zeigt, dass die Risiken gentechnisch veränderter Organismen im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Entwicklungen deutlich zunehmen. Die Ursachen dafür sind u.a.

- eine zunehmende Häufung von Kombinationen gentechnischer Eigenschaften in Stacked Events;
- Einfügung von neuen Resistenzmechanismen gegen Unkrautvernichtungsmittel und dadurch bedingt eine Zunahme von Rückständen von Komplementärherbiziden in gentechnisch veränderten Pflanzen;
- Einfügung von weiteren Insektengiften in gentechnisch veränderten Pflanzen, wobei auch synthetische DNA zum Einsatz kommt;
- Einführung neuer Eigenschaften in gentechnisch veränderten Pflanzen (Stressanfälligkeit, veränderte Ölqualität), mit denen man bisher relativ wenig Erfahrung hat;
- Freisetzungen von gentechnisch veränderten Organismen wie Bäumen und Insekten, die ein erhebliches Risikopotential haben und sich jenseits der Ackerflächen in der Umwelt verbreiten;
- zunehmender Einsatz von neuen Technologien bei Pflanzen und Tieren, die einen noch radikaleren Umbau der Erbanlagen ermöglichen („Synthetic Genome Technologies").

Gleichzeitig sind viele Unsicherheiten bei der Bewertung der bereits länger zugelassenen gentechnisch veränderten Organismen keineswegs ausgeräumt. Im Hinblick auf die Eigenschaften der GVOs, der beobachteten Zunahme von Risiken und den Unsicherheiten in der Bewertung der bereits zugelassenen GV Pflanzen, sollte das Vorsorgeprinzip gestärkt werden, wie zum Beispiel durch eine Anhebung der Prüfkriterien vor einer Zulassung von GVOs. Dabei sollten u.a. Kombinationseffekte, Langzeituntersuchungen und Rückstände von Pestiziden erfasst werden. Bei Zweifeln an der Sicherheit sollte die Beweislast beim Anmelder der GVO liegen. Auch das Monitoring der Folgen einer Marktzulassung von GVOs muss deutlich ausgeweitet werden.

Die Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen, deren Ausbreitung räumlich und zeitlich nicht kontrolliert werden kann, sollte ausdrücklich verboten werden. Das Vorsorgeprinzip kann nur umgesetzt werden, wenn im Notfall auch Maßnahmen ergriffen werden können, um einen GVO aus der Umwelt wieder zu entfernen[88]. Neue Methoden, bei denen mit invasiven Methoden ins Erbgut eingegriffen wird, sollten grundsätzlich in die Gentechnikregulierung einbezogen werden und nicht schon in einer Frühphase ihrer Anwendung ausgenommen werden.

Da die Möglichkeiten zur Manipulation von DNA dramatisch zugenommen haben, sollten auch die ethischen Grenzen neu diskutiert werden. Nicht nur bei Säugetieren sollte die Vertretbarkeit von radikalen Eingriffen ins Erbgut im Einzelfall geprüft werden.

Schließlich ist das beobachtete „Wettrüsten auf dem Acker" mit den Zielen einer ökologisch ausgerichteten, multifunktionalen, nachhaltigen Landwirtschaft nicht vereinbar. Die Politik sollte deswegen gezielte Strategien der Minimierung des Einsatzes von Herbiziden und Insektiziden sowie zur Förderung der Vielfalt auf dem Acker verfolgen. Dabei sollte die EU nicht außer Acht lassen, welche Folgen der Anbau von GV Pflanzen, die in die EU importiert werden, in anderen Regionen der Welt hat.

Die Umsetzung dieser Ziele sollte Priorität vor weiteren Freisetzungen und Marktzulassungen gentechnisch veränderter Organismen haben.

# CYBERKRIEG AUF DEM ACKER

## MARTIN HÄUSLING

Wie diese Studie von Christoph Then zeigt, gibt es starke Kräfte die auf eine Entwicklung drängen, die Schritt für Schritt wegführt von traditionellen Systemen der Landwirtschaft und der Züchtung, hin zu Systemen, die neu, störanfällig und immer komplexer sind.

Während auf der einen Seite jahrhundertelange Erfahrung steckt sie in der Natur längst ausgetestet sind, gehen von diesen neuen Technologien neue Risiken mit immer mehr Unsicherheiten aus. Überwiegend sind die Auswirkungen, ob sie nun harmlos sein werden oder nicht, kaum noch rückholbar.
Und bei Pflanzenkreationen, die selbständig rund um die Uhr Gifte produzieren, dürfte kein verantwortungsvoller Wissenschaftler oder Praktiker ernsthaft von Harmlosigkeit reden.

Nichtsdestotrotz wird seitens beteiligter Konzerne und Befürworter nicht nur von Harmlosigkeit sondern sogar von Nutzen gesprochen.

Ich sehe diesen Nutzen nicht und eine zunehmende Anzahl von Wissenschaftlern und Praktikern sieht ihn inzwischen auch nicht mehr. Solange diese Technologien, die in erster Linie Saatgutgiganten und Pestizidherstellern Gewinne liefern sollen, noch nicht aus Vernunftgründen verboten sind, müssen wir dafür sorgen, dass so viele Menschen, Kulturlandschaften und Naturräume wie möglich davor geschützt werden.

Das bedeutet, wir müssen das Nein zu Gentechnik und ähnlich risikoreichen Technologien in Europa weiterhin verteidigen und wir müssen das Vorsorgeprinzip extrem stärken, anstatt es zu verwässern. Das sind wir den europäischen Bürgern und Bürgerinnen schuldig.

# MEINE FORDERUNGEN

### Stärkung des Vorsorgeprinzips

1. Die EU-Rahmenverordnungen geben dem Schutz von Umwelt und Verbrauchern eine deutliche Priorität.
   Dieses Vorsorgeprinzip ist bei einem Freihandelsabkommen NICHT verhandelbar.
2. Neue Verfahren, bei denen mit invasiven Methoden ins Erbgut eingegriffen wird, sollten grundsätzlich in die Gentechnikregulierung einbezogen werden.
3. Bei Zweifeln an der Sicherheit muss die Beweislast beim Anmelder gentechnisch veränderter Organismen liegen.
4. Die Risikoprüfung ist bei gentechnisch veränderten Tieren den höheren Ansprüchen und Risiken in Bezug auf die Verbreitung in die Umwelt anzupassen und auf das Tierwohl. Die Richtlinien der EFSA zur Risikoüberprüfung müssen wesentlich verschärft werden.
5. Die Regeln für die Besetzung des Aufsichtsrates der EFSA müssen geändert werden.

   Die Unabhängigkeit der EFSA-Mitarbeiter muss in Zukunft deutlich besser sichergestellt werden. Die Kontrolle kann nicht funktionieren, wenn die Risikobewertung in den Händen jener liegt, die selbst auf der Gehaltsliste der zu kontrollierenden Produzenten stehen oder standen.
6. Das Monitoring der aktuellen Auswirkungen des Einsatzes von Gentechnik und Glyphosat für Umwelt und Gesundheit, gerade auch bei Futtermitteln, muss intensiviert werden.

### Keine Gentechnik in Europa

7. Keine Aufhebung der Nulltoleranz bei Lebensmitteln und Saatgut. Wiedereinführung der Nulltoleranz bei Futtermitteln.
8. Langfristig Aufhebung sämtlicher Zulassungen für gentechnisch veränderte Pflanzen zum Anbau in Europa und keine Neuzulassung. Der Anbau dieser Pflanzen ist ökologisch UND ökonomisch nicht nachhaltig und führt zu einem „Wettrüsten" auf dem Acker.

### Kennzeichnung

9. Zwingende Kennzeichnung von Produkten, die von Tieren stammen, die mit gentechnisch veränderten Pflanzen gefüttert werden.
10. Zwingende Kennzeichnung der Züchtungsmethoden bei Saatgut

### Forschung

11. Öffentliche Forschungsmittel dürfen nicht mehr für die Produktentwicklung im Interesse von Privatfirmen gezahlt werden.
12. Forschung im Agrarbereich muss in Zukunft nachhaltige Methoden der Bewirtschaftung unserer natürlichen Ressourcen erforschen, hervorbringen und optimieren. Wir müssen mit der Natur arbeiten, nicht gegen sie.

## QUELLEN

**Adel-Patient, K. Guimaraes, VD., Paris, A., Drumare, M_F., Ah-Leung, S., Lamourette, P., Nevers, M., Canlet, C., Molina, J., Bernard, H., Creminon, C., Wal, J.** (2011) Immunological and metabolomic impacts of administration of Cry1Ab protein and MON 810 maize in mouse, Plos ONE 6(1): e16346. doi:10.1371/journal.pone.0016346.

**Barker, D.** 2013, Genetically Engineered Trees: The New Frontier of Biotechnology
November 04, Center for Food Safety, www.centerforfoodsafety.org/reports/2637/genetically-engineered-trees-the-new-frontier-of-biotechnology#

**BEETLE** (2009) Biological and Ecological Evaluation towards Long-Term Effects, Final Report, Reference:ENV.B.3/ETU/2007/0007, http://team-ewen.de/files/lt_effects_report_en.pdf

**Bondzio, A., Lodemann, U., Weise, C., Einspanier, R.** (2013) Cry1Ab Treatment Has No Effects on Viability of Cultured Porcine Intestinal Cells, but Triggers Hsp70 Expression, PLOS one, Vol. 8, Issue 7, e67079, www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067079&representation=PDF

**Carman J.A., Vlieger, H.R., Ver Steeg, L.J., Sneller, V.E., Robinson, G.W., ClinchJones C.A., Haynes J.I., Edwards J.W.** (2013). A longterm toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. Journal of Organic Systems 8 (1): 3854. www.organicsystems.org/journal/81/8106.pdf

**Carr P.A., Wang, H.H., Sterling B., Isaacs F.J., Lajoie M.J., Xu G., Church, G.M., Jacobson J.M.** (2012): Enhanced multiplex genome engineering through co-operative oligonucleotide co-selection, Nucleic Acids Research, 2012, Vol. 40, No. 17, doi:10.1093/nar/gks455

**Chowdhury, E. H., Kuribara, H., Hino, A., Sultana, P., Mikami, O., Shimada, N., Guruge, K. S., Saito, M., Nakajima, Y.** (2003). Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and Cry1Ab protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn Bt11. J. Anim. Sci. 81: 2546-2551.

**Church, G., Regis, E.,** 2012, Regenesis, how synthetic biology will reinvent nature and ourselves, Basis Books, New York

**EASAC,** 2013, Planting the future: opportunities and challenges for using crop genetic improvement technologies for sustainable agriculture, EASAC policy report 21, www.easac.eu/fileadmin/Reports/Planting_the_Future/EASAC_Planting_the_Future_FULL_REPORT.pdf

**EFSA** (2007) Statement on the fate of recombinant DNA or proteins in the meat, milk or eggs of animals fed with GM feed, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178623095798.htm

**EFSA Panels on GMO and AHAW**( 2012) Scientific Opinion on the Guidance on the risk assessment of food and feed from genetically modified animals and animal health and welfare aspects. EFSA Journal 2012;10(1):2501.

**EFSA GMO Panel** (2013a), Scientific Opinion on application EFSA-GMO-NL-2011-93 for the placing on the market of the herbicide-tolerant genetically modified soybean MON 87708 for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. EFSA Journal 2013;11(10):3355, 30 pp. doi:10.2903/j.efsa.2013.3355

**EFSA GMO Panel** (2013b) Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified animals. EFSA Journal 2013;11(5):3200, 190 pp, doi:10.2903/j.efsa.2013.3200

**Esquivel-Pérez R and Moreno-Fierros L.**(2005) Mucosal and systemic adjuvant effects of cholera toxin and Cry1Ac protoxin on the specific antibody response to HIV-1 C4/V3 peptides are different and depend on the antigen co-administered. Viral Immunol. 18(4):695-708.

**EU Commission** (2013) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 503/2013
of 3 April 2013 on applications for authorisation of genetically modified food and feed in accordance with Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council and amending Commission Regulations (EC) No 641/2004 and (EC) No 1981/2006, Official Journal of the European Union, L 157/1
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:157:0001:0048:EN:PDF

**Finamore, A., Roselli, M., Britti, S., Monastra, G., Ambra, R., Turrini, A., Mengheri, E.** (2008) Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56: 11533–11539.

**Frøystad-Saugen, M.K.** (2008) Distal intestinal gene expression in Atlantic salmon (Salmo salar L.) fed genetically modified maize. Aquaculture Nutrition, Volume 15,1: 104-115.

**Frankenhuyzen, K.** (2009) Insecticidal activity of Bacillus thuringiensis crystal proteins, Journal of Invertebrate Pathology 101 1–16

**Fu, Y., Foden, J.A., Khayter, C., Maeder, M. L., Reyon, D., Joung, J.K., Sander, J.D.** (2013) High-frequency off-target mutagenesis induced by CRISPR-Cas nucleases in human cells, nature biotechnology, Vol. 31, Nr 9: 822-826

**Gibson, D. G., Glass, J. I.,Lartigue, C., Noskov, V. N., Chuang, R. Y., Algire, M. A., Benders, G. A., Montague, M. G., Ma, L., Moodie, M. M., Merryman, C., Vashee, S., Krishnakumar, R., Garcia, N. A., Pfannkoch, C. A., Denisova, E. A., Young, L., Qi, Z. Q., Segall-Shapiro, T. H., Calvey, C. H., Parmar, P. P., Hutchison, C. A., Smith, H. O., Venter, J. C.** (2010). Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome, Science DOI: 10.1126/science.1190719, Published Online May 20, 2010

**GRACE** (2013), Assessing the Evidence of Health, Environmental and Socio-Economic impacts of GMOs GRACE Stakeholder Consultation on Good Review P ractice in GMO Impact Assessment, Part 1: Overall Process and Review Questions, FP7 Collaborative Project, GRACE 311957 Draft Report v 2.0.

**Gurian-Sherman, D.** (2012) High and Dry, why genetic engineering is not solving agriculture's drought problem in a Thirsty World, Union of Concerned Scientists, http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/high-and-dry-report.pdf

**Heinemann, J.,** (2013) Early warning on food safety issues: How regulators got it wrong on dsRNA, Biosafety Issue, October 2013, Third World Network, http://www.biosafety-info.net/article.php?aid=1023

**Huffmann D.L., Abrami L., Sasik R., Corbeil J., van der Goot G., Aroian R.V.** (2004) Mitogen-activated protein kinase pathways defend against bacterial pore-forming toxins. Proc Natl Acad Sci USA, 101:10995–11000

**Ito A., Sasaguri Y., Kitada S., Kusaka Y., Kuwano K., Masutomi K., Mizuki E., Akao T., Ohba M.** (2004) Bacillus thuringiensis crystal protein with selective cytocidal action on human cells. J Biol, Chem 279:21282–21286

**Krämer, L.,** 2013 Genetically Modified Living Organisms and the Precautionary Principle, legal dossier commissioned by Testbiotech

**Kramarz P.E., Vaufleury A., Zygmunt P.M.S, Verdun C.** (2007) Increased response to cadmium and bacillus thuringiensis maize toxicity in the snail Helix aspersa infected by the nematode Phasmarhabditis hermaphrodita. Environ Toxicol Chem 26(1):73–79

**Kroghsbo, S., Madsen, C., Poulsen M. et al.** (2008) Immunotoxicological studies of genetically modified rice expressing PHA-E lectin or Bt toxin in Wistar rats. Toxicology, 245: 24-34.

**Lusser, M., Parisi, C., Plan, D. & Rodriguez-Cerezo, E.** (2011): New plant breeding techniques: State-of-the-art and prospects for commercial development. European Commission, Joint Research Centre (JRC). JRC Report, EUR 24760 EN. http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC63971.pdf

**Mazza, R., Soave1,M., Morlacchini M., Piva, G., Marocco, A.** (2005) Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues, Transgenic Res. 14: 775-784

**Mesnage, R., Clair, E., Gress, S., Then, C., Székács, A., Séralini, G.-E.** (2012) Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide, Journal of Applied Toxicology, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jat.2712/abstract

**Moreno-Fierros L. et al.** (2003) Intranasal Cry1Ac Protoxin is an Effective Mucosal and Systemic Carrier and Adjuvant of Streptococcus pneumoniae Polysaccharides in Mice. Scandinavian Journal of Immunology 57 (1) , 45–55

**Mortensen D.A., Egan J.T., Maxwell B.D., Ryan M.R., Smith R.G.** (2012) Navigating a critical juncture for sustainable weed management. BioScience 2012, 62:75–84

**Neumeister, L.** (2013) The unknown risks of 2,4-D, Testbiotech Report, 2013 to be published soon

**OECD** (1992) Biotechnology, Agriculture and Food, 1992, Published by OECD Publishing, Publication, 28 July 1992, OECD Code: 931992031P1, ISBN 92-64-13725-4

**Pauwels, K., Podevin, N., Breyer, D., Carroll D., Herman P.** (2013): Engineering nucleases for gene targeting: safety and regulatory considerations, New Biotechnology Volume 00, Number 00 August 2013

**Pigott CR, Ellar DJ** (2007) Role of receptors in Bacillus thuringiensis crystal toxin activity, Microbiol Mol Biol Rev 71(2):255–281

**Rathmacher G., Niggemann M., Kohnen M., Ziegenhagen B., Bialozyt R.** (2010) Short-distance gene flow in Populus nigra L. accounts for small-scale spatial genetic structures: implications for in situ conservation measures, Conserv Genet 11:1327–1338.

**Sagstad, A., Sanden, M., Haugland, Ø., Hansen, A.C., Olsvik, P.A., Hemre, G.I.** (2007) Evaluation of stress and immune-response biomarkers in Atlantic salmon, Salmo salar L., fed different levels of genetically modified maize (Bt maize), compared with its near-isogenic parental line and a commercial suprex maize, Journal of Fish Diseases, 30: 201–212.

**Shimada N, Kim YS, Miyamoto K, Yoshioka M, Murata H** (2003) Effects of Bacillus thuringiensis Cry1Ab toxin on mammalian cells. J Vet Med Sci 65: 187-191.

**Stein, A. J. & RodrÃ¬guez-Cerezo, E.** (2009) The global pipeline of new GM crops, Implications of asynchronous approval for international trade, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, EUR 23486 EN – 2009.

**Spisak S., Solymosi N., Ittzes P., Bodor A., Kondor D., et al.** (2013) Complete Genes May Pass from Food to Human Blood.
PLoS ONE 8(7): e69805.doi:10.1371/journal.pone.0069805

**Székács, A., Weiss G., Quist, D., Takács, E., Darvas, B., Meier, M., Swain T., Hilbeck A.,** (2011) Inter-laboratory comparison of Cry1Ab toxin quantification in MON 810 maize by ezyme-immunoassay, Food and Agricultural Immunology, DOI:10.1080/09540105.2011.604773.

**Then, C.** (2013), Die Rache von Käfer & Co, 20 Jahre kommerzieller Anbau von Gen-Pflanzen in den USA, eine Studie Im Auftrag Von Martin Häusling, MEP, http://www.greens-efa.eu/fileadmin/dam/Documents/Studies/GMO/Broschuere_Gentechnik_Web%20160113.pdf

**Then, C.** (2010) Risk assessment of toxins derived from Bacillus thuringiensis-synergism, efficacy, and selectivity. Environ Sci Pollut Res Int; 17(3):791-7

**Then, C. & Lorch, A.** (2008) A simple question in a complex environment: How much Bt toxin do genetically engineered MON810 maize plants actually produce?, in: Breckling, B., Reuter, H. &tVerhoeven, R. (eds), 2008, Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales, Theorie in der Ökologie 14. Frankfurt, Peter Lang, http://www.mapserver.uni-vechta.de/generisk/gmls2008/index.php?proceedings=ja&tcall=ja

**Then C. & Hamberger S., Testbiotech** (2010) Gentechnisch veränderte Pappeln –eine ökologische Zeitbombe? Ein Report von Testbiotech in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für ökologische Forschung www.testbiotech.de/sites/default/files/101207_testbiotech_pappeln_en.pdf

**Then C. & Tippe R.** (2010) Klonen von Nutztieren – eine ‚todsichere' Anwendung? Risiken und Konsequenzen des Einsatzes von Klontieren für die Lebensmittelerzeugung, Testbiotech Report für die Grünen im EU Parlament, www.testbiotech.org/sites/default/files/Klonstudie_deutsch.pdf

**Thomas W.E. & Ellar D.J.** (1983) Bacillus thuringiensis var israelensis crystal delta-endotoxin: effects on insect and mammalian cells in vitro and in vivo.
J Cell Sci 60(1):181–197

**Van Reenen, C.G., Meuwissen, T.H., Hopster, H., Oldenbroek, K., Kruip T.H., Blokhuis, H.J.**, 2001, Transgenesis may affect farm animal welfare: a case for systematic risk assessment, J Anim Sci 79:1763-1779.

**Vazquez RI. Moreno-Fierros L. Neri-Bazan L. De La Riva GA. Lopez-Revilla R.** (1999) Bacillus thuringensis Cry1Ac protoxin is a potent systemic and mucosal adjuvant. Scand J Immunol., 49: 578-84.

**Vázquez-Padrón R.I., Moreno-Fierros L., Neri-Bazán L., de la Riva G.A., López-Revilla R.** (1999) Intragastric and intraperitoneal administration of Cry1Ac protoxin from Bacillus thuringiensis induces systemic and mucosal antibody responses in mice. Life Sciences 64(21):1897-1912.

**Vásquez-Padrón R.I., Gonzáles-Cabrera J., Garcia-Tovar C., Neri-Bazan L., Lopéz-Revilla R., Hernández M., Morena-Fierra L, de la Riva G.A.** (2000) Cry1Ac Protoxin from Bacillus thuringiensis sp. kurstaki HD73 binds to surface proteins in the mouse small intestine. Biochem and Biophys Research Comm 271:54-58.

**Verdin-Terán SL, Vilches-Flores A, Moreno-Fierros L.** (2009) Immunization with Cry1Ac from Bacillus thuringiensis increases intestinal IgG response and induces the expression of FcRn in the intestinal epithelium of adult mice. Scand J Immunol.,70(6):596-607.

**Vogel B.,** (2012) Neue Pflanzenzuchtverfahren – Grundlagen für die Klärung offener Fragen bei der rechtlichen Regulierung neuer Pflanzenzuchtverfahren, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sektion Biotechnologie, Bern, Baudirektion des Kantons Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Sektion Biosicherheit (SBS), www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/biosicherheit_neobiota/veroeffentlichungen/_jcr_content/contentPar/publication_2/publicationitems/titel_wird_aus_dam_e_0/download.spooler.download.1372927394124.pdf/Schlussbericht_NeuePflanzenzuchtverfahren_DEZ2012.pdf

**Wallace, H**., 2012, Getically-modified insects: under whose control? GenetWatch UK u.a., www.testbiotech.de/node/729

**Walsh, M.C., Buzoianu, S.G., Gardiner, G.E., Rea, M.C., Gelencsér, E., Jánosi, A., Epstein, M.M., Ross, R.P., Lawlor, P.G.** (2011) Fate of Transgenic DNA from orally administered Bt MON810 maize and effects on immune response and growth in pigs. PLoS ONE 6(11): e27177, doi: 10. 1371/journal.pone.0027177

**Zhang, L., Hou, D., Chen, X., Li, D., Zhu, L., Zhang, Y., Li, J., Bian, Z., Liang, X., Cai, X., Yin, Y., Wang, C., Zhang, T., Zhu, D., Zhang, D., Xu, J., Chen, Qu., Ba, Y., Liu, J., Wang, Q., Chen, J., Wang, J., Wang, M., Zhang, Q., Zhang, J., Zen, K., Zhang, C.Y.** (2011) Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA, Cell Research: 1-10.

**ZKBS, Zentrale Kommission für biologische Sicherheit** (2012): Position statement of the ZKBS on new plant breeding techniques, www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/02_Allgemeine_Stellungnahmen_englisch/05_plants/zkbs_plants_new_plant_breeding_techniques.pdf?__blob=publicationFile&v=2

**Studie der Universität Canterbury:**
Heinemann, J. A. et al.: Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest, International Journal of Agricultural Sustainability. Published online: 14 Jun 2013

## BILDNACHWEIS

**depositphotos.com:** Illustration related to transgenics @ jpgon, Oil canister isolated on white background @ shutswis, Cow isolated on white @ ewastudio, Medicine bottle with poisonous liquid @ picturepartners, Raps - Rapeseed 44 @ Kassandra2

**fotolia.com:** Naturschwamm © so4rado, Ant on white © Alekss, Orange Bakterie vor weis © psdesign1, baby bottle isolated on white backgroun © michelangelus, veredelte Apfelbäume © bynicola, Side view of a Sheep looking away © Eric Isselée, Pig on white © Anatolii, big salmon© Witold Krasowski, Female Scientific Research Team With Clear Solution In Laborator © Darren Baker, US European co-operation © Victor Soares, Bactrian camel in the steppes of Mongolia © Hunta, Fisherman holding a big atlantic salmon fish © Alexander Raths, Landwirt beim Spritzen © Jürgen Fälchle, Kartoffeln in den Händen © Jörg Lantelme, Dürres Land © Jeanette Dietl, Pappel isoliert auf weiß © Smileus, macro fly isolated on white background © dule964, Beetle (Blitopertha Polyanor) © Mau Horng, black beetle © thawats, Dead honey bee isolated on white background. © Henrik Larsson, viele Marienkäfer © Marianne Mayer, Drei braune Hühnereier © womue, Kein Benehmen © Redgrisu, Maispflanze © PhotographyByMK, Green June Bug Beetle dead macro on white background © aSculptor, white canister with green closure © PRILL Mediendesign, Dead fly isolated on white(Caliphora vomitoria) © kidza, carnaroli rice © eelnosiva, Rapsblüte (Freisteller) © ingwio, Cotton © Mexrix, Ear of Corn isolated © rimglow, Ängstlich © Klaus Eppele, milchkarton © gradt, Porterhouse Meat Tray © Kitch Bain, pigs © Vladimir Mucibabic, Close up of edamame © Norman Chan

**Gettyimages:** Polled hereford cow and piglet touching noses, Mother Daughter Press, Photographer's Choice

**123rf.com:** Virus und Bakterium medizinische Symbol durch einen einzigen mikroskopisch kleinen Bakterien Eindringling Zelle verursacht Krankheiten und Gebrechen vertreten - lightwise, Apothekerflasche aus braunem Glas mit leeres Etikett - zerbor

**istockphoto.com:** Pile of Brown Rice Isolated on White Background - Watcha, Rape - Teamarbeit

**Wikipedia:** Pappelsamen // **Salvatore Canu**: Olivenfliege //

**biosicherheit.de:** Pappeln China, Matthias Fladung

## TABELLARISCHE ÜBERSICHT ÜBER EU ANMELDUNGEN GENTECHNISCH VERÄNDERTER PFLANZEN

Stand: Ende Oktober 2013.

Quellen: www.bfr.bund.de/cm/343/antraege-gvo-lm-fm-vo-1829.pdf und http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| Reis<br>LLRICE62<br>Bayer | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Reis (Glufosinat) | Prüfung abgeschlossen |
| Baumwolle<br>MON531 x MON1445<br>Monsanto | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierender und herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat) | Prüfung abgeschlossen |
| Mais<br>1507xNK603<br>Dupont/Pioneer | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais, incl. Anbau<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2005 |
| Mais<br>NK603<br>Monsanto | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Mais, incl. Anbau<br>(Glyphosat) | Prüfung abgeschlossen |
| Mais<br>59122<br>Dupont/Pioneer | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais, incl. Anbau<br>(Glufosinat) | Prüfung abgeschlossen |
| Sojabohnen<br>GM 40-3-2<br>Monsanto | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen, incl. Anbau<br>(Glyphosat) | Prüfung abgeschlossen |
| Mais<br>1507 x 59122<br>Dupont/Pioneer | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais, incl. Anbau<br>(Glufosinat) | Antrag: 2005 |
| Mais<br>59122 x 1507 x NK603<br>Dupont/Pioneer | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais, incl. Anbau<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2005 |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Mais**<br>**3272**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus Mais mit temperaturstabiler Alpha-Amylase | Prüfung abgeschlossen, Unterlagen nicht ausreichend |
| **Baumwolle**<br>**MON88913**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat) | Prüfung abgeschlossen, Unterlagen nicht ausreichend |
| **Baumwolle**<br>**MON88913 x MON15985**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat) | Antrag: 2007 |
| **Sojabohne**<br>**305423**<br>**Dupont/Pioneer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen mit erhöhtem Ölsäuregehalt<br>(ALS Inhibitoren) | Antrag: 2007 |
| **Sojabohne**<br>**305423 x 40-3-2**<br>**Dupont/Pioneer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen mit erhöhtem Ölsäuregehalt und Herbizidtoleranz<br>(Glyphosat, ALS Inhibitoren) | Antrag: 2007 |
| **Mais**<br>**98140**<br>**Dupont/Pioneer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, ALS Inhibitoren) | Prüfung abgeschlossen, Unterlagen nicht ausreichend |
| **Baumwolle**<br>**MON15985**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierender Baumwolle | Antrag: 2008 |
| **Baumwolle**<br>**MON15985 x MON1445**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendet und herbizidresistenter Baumwolle<br>( Glyphosat) | Antrag: 2008 |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Mais**<br>**GA21**<br>**Syngenta** | Saatgut zum Anbau von herbizidresistentem Mais zur Herstellung von Lebens- und Futtermitteln<br>(Glyphosat) | Prüfung abgeschlossen |
| **Sojabohne**<br>**BPS-CV127-9**<br>**BASF** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Imidazolinon) | Antrag: 2009 |
| **Mais**<br>**Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2009 |
| **Baumwolle**<br>**281-24-236 x 3006-210-23 x MON88913**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierender und herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2009 |
| **Mais**<br>**MON87460**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus Mais mit erhöhter Toleranz gegen Wassermangel | Prüfung abgeschlossen |
| **Sojabohne**<br>**MON87769**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus Sojabohnen mit Omega-3 Fettsäuren (SDA) | Antrag: 2009 |
| **Baumwolle**<br>**GHB614 x LLCotton25**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2010 |
| **Sojabohne MON87705**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus Sojabohnen mit verändertem Fettsäuremuster | Prüfung abgeschlossen |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Mais**<br>**NK603 x T25**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2010 |
| **Mais**<br>**MIR604**<br>**Syngenta** | Saatgut zum Anbau von insektengiftproduzierendem Mais | Antrag: 2010 |
| **Mais**<br>**Bt11 x MIR604 x GA21**<br>**Syngenta** | Saatgut zum Anbau von insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2010 |
| **Sojabohne**<br>**MON87769 x MON89788**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen mit Omega-3-Fettsäuren (SDA)<br>(Glyphosat) | Antrag: 2010 |
| **Mais**<br>**Bt11 x MIR162 x 1507 x GA21**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2010 |
| **Mais**<br>**DAS-40278-9**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus herbizdtolerantem Mais<br>(2,4D und AOPP) | Antrag: 2010 |
| **Sojabohne**<br>**DAS-68416-4**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus herbizdtoleranten Sojabohnen<br>(2,4D und Glufosinat) | Antrag: 2011 |
| **Mais**<br>**1507 x 59122 x MON810 x NK603**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2011 |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Sojabohne**<br>**MON87708**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizdtoleranten Sojabohnen (Dicamba) | Antrag: 2011 |
| **Baumwolle Cotton**<br>**GHB614 x LLCotton25 x MON15985**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierender und herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2011 |
| **Mais**<br>**5307**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem Mais | Antrag: 2011 |
| **Baumwolle**<br>**GHB119**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glufosinat) | Antrag: 2011 |
| **Baumwolle**<br>**T304-40**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierender und herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glufosinat) | Prüfung abgeschlossen |
| **Sojabohne**<br>**FG72**<br>**Bayer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizdtoleranten Sojabohnen<br>(Glyphosat und Isoxaflutole) | Antrag: 2011 |
| **Mais**<br>**Bt11 x 59122 x MIR604 x 1507 x GA21**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2011 |
| **Sojabohne**<br>**MON87705 x MON89788**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen mit verändertem Fettsäuremuster<br>(Glyphosat) | Antrag: 2011 |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Raps**<br>**MON88302**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Raps<br>(Glyphosat) | Antrag: 2011 |
| **Mais**<br>**Bt11 x MIR162 x MIR604 x 1507 x 5307 x GA21**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2012 |
| **Baumwolle**<br>**GHB614**<br>**Bayer** | Anbau herbizidresistenter Baumwolle<br>(Glyphosat) | Antrag: 2012 |
| **Mais**<br>**3272 x Bt11 x MIR604 x GA21**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais mit temperaturstabiler Alpha-Amylase<br>(Glyphosat, Glufosinat) | Antrag: 2012 |
| **Sojabohne**<br>**DAS-44406-6**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Glufosinat und 2,4D) | Antrag: 2012 |
| **Sojabohne**<br>**MON87708 x MON89788**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Glyphosat, Dicamba) | Antrag: 2012 |
| **Raps**<br>**73496**<br>**Dupont/Pioneer** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Raps<br>(Glyphosat) | Antrag: 2012 |
| **Mais**<br>**MON87427**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat) | Antrag: 2012 |

| PFLANZE/ BEZEICHNUNG/ ANTRAGSSTELLER | VERWENDUNGSZWECK/ EIGENSCHAFTEN | STATUS |
|---|---|---|
| **Sojabohne**<br>**SYHT0H2**<br>**Syngenta** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Glufosinat und Mesotrione) | Antrag: 2012 |
| **Mais**<br>**MON89034 x 1507 x NK603 x DAS-40278-9**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierend- und herbizidresistentem Mais<br>(Glufosinat, Glyphosat, 2,4D, AOPP) | Antrag: 2013 |
| **Mais**<br>**MON89034 x 1507x MON88017 x 59122 x DAS-40278-9**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais<br>(Glufosinat, Glyphosat, 2,4D, AOPP) | Antrag: 2013 |
| **Baumwolle**<br>**MON88701**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenter Baumwolle<br>(Dicamba) | Antrag: 2013 |
| **Sojabohne**<br>**DAS-68416-4 x MON89788-1**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Glyphosat, Glufosinat und 2,4D) | Antrag: 2013 |
| **Sojabohne**<br>**DAS-81419-2 s**<br>**Dow AgroSciences** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierenden und herbizidresistenten Sojabohnen<br>(Glufosinat) | Antrag: 2013 |
| **Mais**<br>**MON87427 x MON89034 x NK603**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus insektengiftproduzierendem und herbizidresistentem Mais (Glyphosat) | Antrag: 2013 |
| **Mais**<br>**MON87427**<br>**Monsanto** | Lebens- und Futtermittel aus herbizidresistentem Mais<br>(Glyphosat) | Antrag: 2012 |

## ENDNOTEN

1 oft auch als herbizidtolerant bezeichnet
2 oft auch als Insektenresistent bezeichnet
3 Siehe dazu Then, 2013a
4 Zum Beispiel durch vereinfachte Unkrautbekämpfung
5 www.bfr.bund.de/cm/343/antraege-gvo-lm-fm-vo-1829.pdf http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO
6 AOPP (auch als ACCase Inhibitorenoder FOP-Herbizide bekannt)
7 Diese Gifte stammen, wie die Insektengifte in SmartStax, ursprünglich aus den Bodenbakterien Bacillus thuringiensis. Die Wirkung der VIP-Toxine beruht allerdings auf anderen Wirkungsmechanismen als bei SmartStax, dessen Toxine zur Untergruppe der Cry-Toxine gehören.
8 http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/overview/
9 siehe z.B. Gurian-Sherman, 2012
10 Stein & Rodríguez-Cerezo, 2009
11 OECD 1992
12 www.testbiotech.de/node/754
13 www.testbiotech.de/node/745
14 siehe z.B. Pigeot & Ellar, 2007
15 siehe van Frankenhuyzen, 2009
16 Székács et al., 2011
17 Then & Lorch, 2008
18 Thomas and Ellar, 1983; Shimada et al., 2003; Huffmann et al. 2004; Ito et al. 2004; Mesnage et al., 2012; Bondzio et al., 2013
19 siehe z.B. Kramarz et al., 2007 und Then, 2010
20 Esquivel-Pérez and Moreno-Fierros, 2005; Moreno-Fierros et al., 2003; Vásquez et al., 1999; Vásquez-Padrón et al., 1999; Vásquez et al., 2000; Verdin-Terán al. 2009
21 Sagstad et al., 2007, Frøystad-Saugen, 2008, Walsh et al., 2011, Finamore et al., 2008, Kroghsbo et al., 2008, Adel-Patient et al., 2011; Carman et al., 2013
22 Chowdhury et al., 2003; Walsh et al. 2011
23 www.boston.com/bigpicture/2013/10/agrochemical_spraying_in_argen.html
24 Neumeister, 2013
25 Mortensen et al, 2013
26 Siehe z.B. www.testbiotech.de/node/925
27 Eine Zusammenfassung findet sich unter www.testbiotech.de/node/924
28 EFSA, 2013a
29 Eine Zusammenfassung findet sich unter www.testbiotech.de/node/924
30 Zhang et. al., 2011
31 siehe Heinemann, 2013
32 Spisak et al., 2013
33 EFSA 2007; Mazza et al., 2005
34 http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu
35 Barker, 2013
36 Then & Hamberger, 2010
37 Es wurde auf die Angaben einer NGO Datenbank (Gmtreewatch.org) zurückgegriffen, die einen guten Überblick bietet, obwohl sie nicht alle Freisetzungsversuche erfasst (es werden hier etwa 60 Versuche in der EU registriert).
38 Rathmacher et al. 2010
39 Übersicht siehe: Then & Hamberger, 2010
40 Barker, 2013
41 http://www.bio-council.be/docs/BAC_2013_0580_CONS_rev0410.pdf
42 EFSA 2013b
43 www.testbiotech.de/node/874
44 www.keine-gentechnik.de/news-gentechnik/news/de/28452.html
45 Übersicht siehe: Wallace, 2012
46 www.testbiotech.de/node/874
47 http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/gmo_report.aspx?CurNot=B/ES/13/07
48 siehe Wallace, 2012
49 http://globenewswire.com/news-release/2012/10/31/501471/10010606/en/Intrexon-to-Acquire-48-Stake-in-AquaBounty-Technologies.html
50 www.dna.com/Shapiro
51 www.testbiotech.de/node/737
52 www.heraldsun.com.au/news/breaking-news/lab-clones-cow-to-produce-human-milk/story-e6frf7jx-1226072890692
53 www.telegraph.co.uk/earth/agriculture/geneticmodification/8423536/Genetically-modified-cows-produce-human-milk.html
54 http://www.thenational.ae/news/uae-news/genetically-modified-camels-to-act-like-pharmacies
55 http://news.ucdavis.edu/search/news_detail.lasso?id=10528
56 http://de.wikipedia.org/wiki/Herman_%28Stier%29
57 http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/aus-fuer-enviropig-kanadier-wollen-transgene-schweine-nicht-a-825724.html
58 EFSA 2012
59 EFSA 2013b
60 EFSA 2013b
61 siehe Überblick bei: Then & Tippe, 2010
62 van Reenen et al., 2001
63 www.dna.com
64 Gibson et al., 2010
65 Craig Venter Institute media release, 20 Mai 2010, Ref: Gibson, D. G. et al, (2010) „Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome", Science, www.jcvi.org/cms/press/press-releases/full-text/article/first-self-replicating-synthetic-bacterial-cell-constructed-by-j-craig-venter-institute-researcher/
66 Dieser Begriff ist hier präziser als Synthetische Biologie, bei der u.a. auch mit künstlichen Zellsystemen experimentiert wird
67 Stollorz, Das Leben einmal neu redigiert, Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 26. August 2012, Nr. 34
68 Lusser et al., 2011

**69** siehe zum Beispiel ZKBS, 2012

**70** siehe z.B. Vogel, 2012; Pauwels et al., 2013

**71** Fu et al., 2013

**72** siehe z.B. Carr et al., 2012

**73** Church & Regis, 2010

**74** EU Richtlinie 2001/18, EU Verordnung 1829/2003.

**75** siehe Krämer, 2013

**76** www.nature.com/news/cropping-out-regulation-7.11963?article=1.13580

**77** EASAC, 2013

**78** Zu Schiemann und Romeis siehe u.a. www.testbiotech.org/node/784

**79** Dies legt unter anderem die EU Verordnung für Lebensmittelsicherheit 178/2002 fest, auf deren Basis auch die Europäische Zulassungsbehörde EFSA arbeitet.

**80** siehe Then 2013

**81** Die Stellungnahmen der Experten der Mitgliedsländer werden von der EFSA zusammen mit ihrer jeweiligen „Opinion" http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsListLoader?unit=GMO

**82** BEETLE, 2009

**83** Siehe auch www.testbiotech.de/node/905

**84** http://corporateeurope.org/sites/default/files/corporation_letter_on_innovation_principle.pdf

**85** www.euractiv.com/print/innovation-enterprise/commission-science-supremo-endor-news-514072

**86** www.grace-fp7.eu/content/grace-brief

**87** Siehe z.B. www.testbiotech.org/node/784

**88** Siehe Kraemer, 2013

## ZUM AUTOR

### DR. CHRISTOPH THEN

Dr. Christoph Then ist Geschäftsführer von Testbiotech e.V. (www.testbiotech.org). Er ist zudem ein Koordinator des internationalen Bündnisses „Keine Patente auf Saatgut" (www.no-patents-on-seeds.org). Christoph Then ist promovierter Tierarzt und beschäftigt sich seit etwa 20 Jahren mit aktuellen Fragen der Gen-und Biotechnologie. Er ist Mitbegründer der Initiative „Kein Patent auf Leben!", war Mitarbeiter der Grünen im Bayerischen Landtag und bis Ende 2007 Leiter des Bereiches Gentechnik und Landwirtschaft bei Greenpeace. Testbiotech befasst sich mit der Folgenabschätzung im Bereich der Biotechnologie, fördert unabhängige Forschung, untersucht ethische, wirtschaftliche Folgen prüft Risiken für Mensch und Umwelt.

Kontakt:
Testbiotech e.V.
Frohschammerstr 14, 80807 München
E-Mail: info@testbiotech.org

# CYBERKRIEG AUF DEM ACKER – WAS BLÜHT UNS DA?

Gegenstand dieser Studie ist die Entwicklung der Agro-Gentechnik und deren Umfeld in naher Zukunft. Es wird gezeigt, welche gentechnisch veränderte (GV) Nahrungspflanzen zur Zulassung in der EU angemeldet sind, welche GV Bäume und GV Tiere in der Pipeline sind und welche neuen Methoden zu ihrer Herstellung verfügbar sind. Diskutiert wird auch der mögliche Einfluss des geplanten Freihandelsabkommens mit den USA auf die Zulassung neuer GV Risikoorganismen. Wie diese Studie zeigt, führt die aktuelle Entwicklung weg von den traditionellen Systemen der Landwirtschaft und der Züchtung hin zu Technologien, die störanfällig, immer komplexer und mit immer mehr Unsicherheiten bezüglich ihrer Risiken verbunden sind.

Bei den Zulassungsanträgen für GV Pflanzen sind, wie bisher, die Eigenschaften Herbizidresistenz und Insektengiftproduktion vorherrschend. Diese Eigenschaften werden zunehmend in sogenannten Stacked Events, das heißt Kreuzungen gentechnisch veränderter Pflanzen, kombiniert. Spitzenreiter unter diesen Kreuzungen sind Pflanzen, die gegen vier Unkrautvernichtungsmittel gleichzeitig resistent sind und ein halbes Dutzend Insektengifte produzieren.

Zudem wird auf die Entwicklung von gentechnisch veränderten Bäumen und Tieren eingegangen, die in naher Zukunft in der Forst- oder Landwirtschaft genutzt werden sollen. Bei einigen dieser GVOs ist mit einer unkontrollierten Ausbreitung in der Umwelt zu rechnen. Dieses Risiko betrifft insbesondere die geplante Freisetzung gentechnisch veränderter Insekten, aber auch Baumarten wie Pappeln.

Zudem wurde in den letzten Jahren eine ganze Reihe von neuen gentechnischen Methoden entwickelt, die einen radikalen Umbau des Genoms ermöglichen. Diese neuen Technologien, die hier als 'Synthetic Genome Technologies' zusammengefasst werden, sind zum Teil bereits in der kommerziellen Anwendung, ohne bisher von einer breiten Öffentlichkeit wahrgenommen zu werden. Diese neuen technischen Möglichkeiten werfen nicht nur neue Risiken sondern auch weitreichende ethische Fragen auf nach der Wahrung von genetischer Identität und Integrität.

Es ist zu erwarten, dass die Industrie in den nächsten Jahren eine große Anzahl von neuen, risikoreichen Produkten in der Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion einführen will. Ihre Einführung könnte durch das geplante Freihandelsabkommen zwischen der EU und den USA (Transatlantic Trade and Investment Partnership, TTIP) wesentlich beschleunigt werden. Diese Studie zeigt, wie in diesem Zusammenhang von Seiten der Befürworter der Agrogentechnik vorgegangen wird, um der Vermarktung der neuen Risikoprodukte den Weg zu bereiten.