

Transgener Mais

Als **Transgener Mais (Genmais, Gv-Mais)** werden gentechnisch veränderte Organismen des Mais bezeichnet.

Bei transgenen Maissorten werden bestimmte Gene aus anderen Organismen in das Mais-Genom eingeschleust, mit dem Ziel, bei **BT-Mais** die Bekämpfung von Schadinsekten zu verbessern sowie bei **herbizidresistentem Mais** die Unkrautkontrolle zu erleichtern.

Wie andere Anwendungen der Grünen Gentechnik ist auch transgener Mais vor allem in der europäischen Öffentlichkeit umstritten. Teile der Wissenschaft sowie Vertreter aus Politik und Industrie weisen auf Ertrags- und Einkommenssteigerungen, Verminderung von Herbizideinsätzen und damit verbundene geringere Umweltbelastung wie auch eine erleichterte Unkrautbekämpfung hin. Vertreter aus Umwelt- und Verbrauchergruppen, politischen Parteien sowie auch einige Fachleute gehen von ökologischen und gesundheitlichen Risiken aus. Mögliche Gesundheits- und Umweltrisiken sind insbesondere in der EU und in Deutschland Gegenstand jahrelanger Kontroversen. In mehreren EU-Staaten, darunter Deutschland, ist der Anbau von transgenem Mais verboten. Als Begründung wurden von politischen Entscheidungsträgern insbesondere potenzielle Umweltrisiken genannt.

Gentechnische Ziele

Je nach gewünschter Eigenschaft können die Pflanzen folgende Merkmale (auch in Kombination) aufweisen:

- **Herbizidresistenz**
Resistenz gegen Breitbandherbizide (wie z.B. Roundup), um die Unkrautbekämpfung zu erleichtern.
 - **Insektenresistenz** (z. B. gegenüber dem Maiswurzelbohrer oder Maiszünsler)
Resistenz gegen verschiedene Schadinsekten bsp. durch Bt-Mais, der für bestimmte Insektenarten tödliche Bt-Toxine produziert und anderen transgenen Sorten wie den Avidin-Mais.
 - **Trockentoleranz**
Als erster Vertreter dieser Zielgruppe von Gv-Pflanzen überhaupt wird Trockentoleranter Mais gezüchtet.
 - **Veränderte Eigenschaften und Inhaltsstoffe**
Das Ziel der Forschung hierbei ist zum Beispiel ein besserer Aufschluss der Maisstärke und damit mehr Effektivität bei der Herstellung von Bioethanol, auch verbesserte Futtereigenschaften.
-

Überblick zu gentechnisch veränderten Maissorten

Weltweit gibt es Zulassungen für insgesamt 130 Events mit Insektenresistenz (105), Herbizidtoleranz (110), abiotischer Stresstoleranz (4), veränderter Produktqualität (11) und/oder Bestäubungskontrolle (6).^[1]

Zulassungen als Lebens- bzw. Futtermittel für mindestens ein Event liegen in 19 bzw. 17 Ländern weltweit sowie in der EU vor. Anbauzulassungen für mindestens ein Event gibt es in 10 Ländern sowie der EU.

Schädlingsresistenter-Mais (Bt-Mais)

Der Bt-Mais ist eine Variante des Gv-Mais, in die ein oder mehrere Gene des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* eingeschleust wurden. *B. thuringiensis* ist ein weltweit verbreitetes Bodenbakterium, dessen Unterarten über 200 verschiedene Proteine (Bt-Toxine) produzieren, die jeweils spezifisch auf die Larven bestimmter Insektenarten der Ordnungen Käfer, Schmetterlinge, Zweiflügler und Hautflügler sowie Nematoden tödlich wirken. Hierunter fallen wichtige Mais-Schädlinge wie der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und der westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*). Die Pflanze bildet eine zunächst ungiftige Vorstufe des Toxins (Protoxin). Erst im Darm bestimmter Insekten wird es in das Protein Delta-Endotoxin umgewandelt. Nachdem es an bestimmte Rezeptoren an der Darmwand des Insekts gebunden hat, beginnt sich diese zu zersetzen, was zum Hungertod führt. Für Pflanzen, Wirbeltiere und den Menschen ist das Toxin unschädlich, da es im Magen vollständig abgebaut wird. Es ist vollständig biologisch abbaubar. Bt-Toxine werden als Präparate (Suspensionen) seit Jahrzehnten im biologischen Pflanzenschutz eingesetzt und sind auch im Ökolandbau zugelassen, zum Beispiel gegen den Maiszünsler unter dem Handelsnamen *Dipel ES*.^{[2][3]}



Raupe des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis*, schwächt durch seine Fraßgänge die Standfestigkeit der Pflanze.

Die konstante Präsenz des Protoxins im Feld unterscheidet sich von der periodischen Anwendung von biologischen oder chemischen Insektiziden dahingehend, dass die Schadinsekten dem Gift ständig ausgesetzt sind. Ein weiterer Unterschied gegenüber der Verwendung von Bt-Suspensionen besteht darin, dass Schädlinge das Gift direkt mit ihrer Nahrung (Maispflanze) fressen, anstatt dass sie die Suspension separat aufnehmen. Bt-Mais besitzt nach einer Studie von *Bravo et al.* im Vergleich zu konventionellem Mais in Verbindung mit chemischen Insektiziden eine erhöhte Präzision. Schädlinge können gezielter bekämpft und Nichtzielorganismen leichter verschont werden, da diese nicht von der Pflanze fressen bzw. das Toxin bei ihnen wirkungslos ist.

1997 kam erstmals Bt-Mais mit Resistenz gegen den Maiszünsler auf den Markt, 2003 folgte eine Variante gegen den Maiswurzelbohrer. Mittlerweile sind mehr als 100 Patente auf verschiedene gentechnische Varianten des Proteins, des Bakteriums und der veränderten Pflanzen angemeldet worden. Bekannte Anbieter von Bt-Mais sind Monsanto, Syngenta, Pioneer Hi-Bred (DuPont), Mycogen Seeds (Dow AgroSciences). 2011 sind erste Daten zu Resistenzen gegen das *Bacillus thuringiensis*-Toxin bei Maiswurzelbohrern veröffentlicht worden.^[4]

MON810

Bt-Mais der Linie MON810 des US-amerikanischen Agrarkonzerns Monsanto ist eine der am häufigsten verwendeten Sorten weltweit. Inzwischen sinkt die Verbreitung zugunsten neuerer transgener Sorten mit kombinierter Insekten- und Herbizidresistenz. MON810 ist in der EU zugelassen, jedoch gibt es derzeit in mehreren europäischen Ländern Anbauverbote, darunter auch in Deutschland. In Deutschland scheiterte *Monsanto* im Jahr 2009 mit einer Klage gegen das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erlassene Anbauverbot.^[5] (Einzelheiten: Siehe Nationale Anbauverbote)

StarLink

StarLink war eine Bt-Maissorte von Aventis CropScience, die 1998 in den USA als Futtermittel zugelassen wurde. Als Lebensmittel war sie nicht zugelassen, da das enthaltene Cry9C-Protein Anzeichen eines Allergens hatte. Im September 2000 wurden Spuren von StarLink in Tacos sowie im Saatgut einer anderen transgenen Maissorte gefunden. Produkte wurden zurückgerufen und der Verkauf der Sorte eingestellt. Nach der Publikation der Funde in den Medien berichteten einige Verbraucher über negative Gesundheitseffekte, die sie auf den Konsum der Tacos zurückführten. Umfangreiche Untersuchungen durch verschiedene unabhängige Institutionen konnten jedoch keinen Zusammenhang zwischen Cry9C und diesen Fällen nachweisen.^{[6][7]}

Mais 1507

Bei der Maissorte 1507 handelt es sich um einen insekten- und herbizidresistenten Mais, der von den beiden US-Agrarkonzernen DuPont Pioneer und Dow Chemical AgroSciences (bzw. Mycogen Seeds) entwickelt wurde.^[8] Mais 1507 wurde gentechnisch so verändert, dass er das Enzym Phosphinothricin-Acetyltransferase (PAT, EC 2.3.1.183^[9]) und das Protein Cry1F produziert. Wegen PAT ist er resistent gegen den Herbizidwirkstoff Phosphinothricin (Glufosinat) und wegen Cry1F gegen bestimmte Schädlinge aus der Familie der Schmetterlinge, wie den Maiszünsler.

Mais 1507 ist mit Stand 27. November 2013 in weltweit 18 Ländern sowie in der EU als Lebensmittel und in weltweit 15 sowie der EU als Futtermittel zugelassen. In 11 Ländern, jedoch nicht in der EU, ist er zum Anbau zugelassen.^[10] In Puerto Rico wurde er 2006 vom Markt genommen, da ein Maisschädling aus der Familie der Eulenfalter Resistenzen entwickelt hatte.

Dem in der EU ursprünglich 2001 eingereichten Antrag für eine Anbauzulassung wurde bisher nicht statt gegeben. Die für die Zulassung erforderliche positive Risikobewertung durch die EFSA wurde 2005 abgeschlossen und in der Folge mehrfach bestätigt. Am 26. September 2013 stellte der Europäische Gerichtshof fest, dass die zuständige Europäische Kommission die Zulassung jahrelang unrechtmäßig aufgeschoben hatte. Die Kommission leitete daraufhin die im Ministerrat notwendige Abstimmung ein, die am 11. Februar 2014 ohne qualifizierte Mehrheit für oder gegen die Zulassung endete. Der Kommissionsvorschlag sieht vor, den Anbau zu erlauben, allerdings ohne eine Nutzung der Herbizidtoleranz sowie mit Auflagen bezüglich Refugienflächen und Resistenzmonitoring.^[11]

Trockentoleranter Mais

Bei Bakterien der Art *Bacillus subtilis*, die extreme Kälte überlebten, wurde ein Gen identifiziert, welches auch Pflanzen über Stresssituationen wie Trockenheit helfen kann. In Feldversuchen erzielte der mit diesem cspB-Gen ausgestattete, trockenresistente Mais von BASF und Monsanto eine Ertragssteigerung von sechs bis zehn Prozent. Die Produktzulassungen sind bei den entsprechenden Behörden in Nordamerika, Kolumbien und in der Europäischen Union beantragt.^[12]

Die neuen Maissorten sollen lizenzfrei an die Landwirte abgegeben werden.^[13]

Tierfutter-Mais (Phytase-Mais)

Die chinesischen Behörden erteilten 2009 Phytase-Mais die Zulassung zum Anbau. Phytase-Mais wurde von chinesischen Forschungseinrichtungen entwickelt und bildet infolge eines eingeführten Gens das Enzym Phytase, wodurch Schweine und Geflügel den im Maisfutter enthaltenen Phosphoranteil verwerten können. Zugleich sinkt die Umweltbelastung, da Gülle und Stallung weniger mit Phosphaten belastet sind.^[14]

Lagertoleranter-Mais (Avidin-Mais)

Mit dem Avidin-Mais wurde im Labor ein transgener Mais entwickelt, der in der Lage ist, das Hühnereiprotein Avidin in Konzentrationen über 100 ppm zu exprimieren. Dieses schützt den Mais aufgrund der Biotin-Bindung vor allem bei der Lagerung gegen Schädlingsbefall, da es verhindert, dass die Schadinsekten dieses aufnehmen können.^[15] Auf diese Weise sollen Ernteaufschläge durch Insektenbefall während der Lagerung vor allem in tropischen Ländern reduziert werden. Zudem wurden Experimente durchgeführt, wie Synergieeffekte von Bt- und Avidin-Mais als Insektenschutz genutzt werden können.^[16]

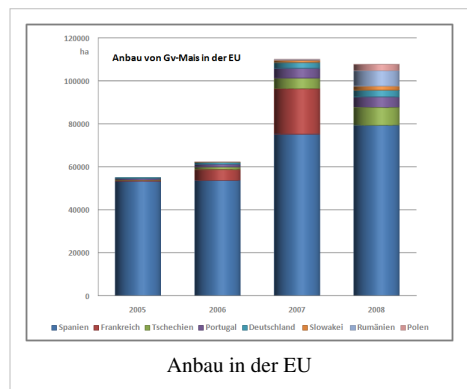
Die geringere Biotin-Verfügbarkeit durch den erhöhten Avidin-Gehalt ist jedoch ein Problem für die Verwendung bei Nahrungspflanzen. Avidin verliert seine biotinbindende Wirkung nur, wenn es gekocht wird. Die FDA verbietet die Nutzung von Nahrungsmitteln, in denen der Gehalt einzelner Nährstoffe reduziert ist. Wissenschaftler empfehlen daher, die Avidin-Strategie zunächst nur bei Nichtnahrungspflanzen, wie Baumwolle, Rasengräsern, Bäumen sowie Zier- und Energiepflanzen einzusetzen. Von aktuellen Weiterentwicklungen beim Mais ist nichts bekannt.^{[17][18]}

Ethanol-Mais (Amylase-Mais)

Mais wird zunehmend für die Herstellung von Ethanol angebaut (in den USA auf ca. 40 % der Maisanbaufläche). Die pflanzliche Stärke wird mit Hilfe von Amylase-Enzymen in Zucker umgewandelt, die dann durch alkoholische Gärung umgesetzt werden. Die natürlicherweise im Mais vorkommenden Amylasen sind nicht ausreichend hitzestabil. In den USA wurde 2011 eine Sorte zugelassen, welche die bisher erforderliche Zugabe der Enzyme überflüssig macht, wodurch Produktionskosten sinken und sich der Wirkungsgrad verbessert.^{[19][20]}

Anbau

Gv-Mais ist im großen Stil angebaut und als Nahrungspflanzen genutzt worden. Die Anbaufelder liegen zum Großteil in den USA, wo im Jahr 2000 bereits über zehn Millionen Hektar angepflanzt wurden. 2009 erfolgte der Anbau dort auf einer Fläche von 29,9 Millionen Hektar, was einem Anteil von rund 85 % entspricht. Dabei entfallen 17 % auf insektenresistente, 22 % auf herbizidresistente Sorten und 46 % auf eine Kombination aus beidem.^[1] Für Bt-Mais bestehen bestimmte Anbauregeln in den USA, welche eine Resistenzentwicklung gegen Fraßinsekten vermeiden soll. Demnach müssen 20 % der Fläche (in einigen Gegenden im Süden sogar 50 %) als Rückzugsgebiete mit für die Insekten unschädlichen Sorten angebaut werden.^[21]



Ein Pilotprojekt in Deutschland startete 1998 mit der Aussaat auf 350 Hektar im Rahmen der Sortenprüfung. In der EU-27 wurden 2009 zusammen etwa 95.000 Hektar Gv-Mais angepflanzt, davon 80 % in Spanien (22 % der spanischen Maisanbaufläche).^[22]

Weltweit fand der Anbau von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) 2009 auf 134 Millionen Hektar statt (davon 42 Millionen Hektar transgener Mais, wobei Bt-Mais den größten Teil ausmacht). Das entspricht dem 7,1-fachen der gesamten deutschen Landwirtschaftsfläche (18,8 Millionen Hektar [2008])^[23] bzw. 9 % des weltweit nutzbaren Ackerlandes (1,5 Milliarden Hektar).^[24] Transgener Mais wurde 2009 in den USA, Argentinien, Brasilien,

Kanada, Südafrika, Uruguay, den Philippinen, Spanien, Chile, Honduras, Tschechien, Rumänien, Portugal, Polen, der Slowakei und Ägypten angebaut. In Deutschland wurde nur bis 2008 transgener Mais angebaut, 2009 nicht mehr.

Richtlinien für die Zulassung in Europa

In vielen Ländern erfolgen die Zulassung zum Anbau und die Zulassung als Lebens- und Futtermittel getrennt voneinander. Außerhalb der EU sind Gv-Maislinien in Russland und der Schweiz als Lebens- und Futtermittel zugelassen.^[25]

Europäische Union

→ *Hauptartikel: Grüne Gentechnik*

In der EU liegen Zulassungen als Futter- und Lebensmittel für 39 transgene Maislinien vor. Zum Anbau gibt es seit 1998 zwei Zulassungen (MON810 und T25), die 2007 abgelaufen sind, jedoch fortbestehen und erneut beantragt wurden. Die Verordnung 1829/2003 regelt die Zulassung als Lebens- und Futtermittel und die Richtlinie 2001/18/EG (Freisetzungsrichtlinie) die Zulassung zum Anbau.^[26]

Auf Grund der noch herrschenden Rechtsunsicherheit bei GVO-Beimischungen reagieren Behörden auf geringfügige Anteile von GVO-Saatgut in konventionellen Chargen uneinheitlich. 2009 und 2010 wurden nach Angaben von Behörden geringfügige, an der Nachweisgrenze befindliche Spuren (0,1 %) der Linie NK603 gefunden, die zwar als Lebens- und Futtermittel zugelassen ist, aber nicht zum Anbau.^{[27][28]}

Nationale Anbauverbote und Sonderregelungen

Auf Basis der in der Freisetzungsrichtlinie enthaltenen Schutzklausel (Artikel 23 2001/18/EG) ist in mehreren EU-Ländern (Deutschland, Österreich, Frankreich, Ungarn, Luxemburg und Griechenland) der Anbau von MON810 verboten.^[29]

Im März 2009 entschieden die EU-Umweltminister, dass Anbauverbote von Österreich und Ungarn weiterhin legitim sind, nachdem die EU-Kommission zuvor vorgeschlagen hatte, die nationalen Anbauverbote aufzuheben.^[30]

Anbau in Deutschland

Zu Beginn des Jahres 2000 wurde der Anbau in Deutschland durch die damaligen Grünen-Minister Jürgen Trittin und Andrea Fischer gesetzlich untersagt. Im Zuge von Gesetzesänderungen wurde ab 2004 zunächst der Erprobungsanbau wieder aufgenommen. Durch Übernahme der EU-Freisetzungsrichtlinie in nationales Recht erfolgte ab 2006 ein kommerzieller Anbau.

Am 14. April 2009 setzte Landwirtschaftsministerin Ilse Aigner (CSU) die Anbaugenehmigung für MON810 unter Berufung auf die Schutzklausel der Freisetzungsrichtlinie (Artikel 23 2001/18/EG) aus. Aigner begründete die Entscheidung damit, dass berechtigte Gründe zu der Annahme vorliegen, dass der genetisch veränderte Mais der Linie MON810 eine Gefahr für die Umwelt darstellt.^{[31][32]} Im Mai 2009 wurde die Anordnung der Landwirtschaftsministerin im Verfahren des einstweiligen Rechtsschutzes nach einer Klage der Firma Monsanto vom niedersächsischen Obergericht bestätigt.

Die Entscheidung von Aigner wurde in Deutschland kontrovers diskutiert. So kritisierten zehn deutsche Wissenschaftsorganisationen (unter anderem Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft) in einer gemeinsamen Erklärung die Aussetzung des Anbaus. Sie gaben u.a. zu bedenken, dass eine pauschale Ablehnung der Grünen Gentechnik dem Forschungsstandort Deutschland nachhaltig schaden würde.^[33] Die Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit (ZKBS) beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) nahm diesbezüglich eine Stellungnahme zur Risikobewertung von MON810 vor, in der dargelegt wurde, dass mit dem Anbau von MON810 keine schädlichen Umweltauswirkungen auf die Umwelt verbunden wären. Die Studien, welche zum Teil maßgeblich herangezogen wurden für das Anbauverbot, umfassten zumeist Laboruntersuchungen

und nicht die Situation unter Anbaubedingungen.^{[34][35]} Französische Forscher, die im Vorfeld eine Auswertung von wissenschaftlicher Literatur (376 Publikationen) zu Bt-Mais seit 1996 vorgenommen hatten, waren ebenfalls zu dieser Schlussfolgerung gekommen.^{[36][37]}

In Naturschutzgebieten, in denen die Ausbringung von Bioziden untersagt ist, kann die Naturschutzbehörde den Anbau untersagen. Ein entsprechendes Urteil erließ im Jahr 2007 das Verwaltungsgericht Frankfurt (Oder).^[38] Danach ist der Anbau von Bt-Mais mit der im NSG verbotenen Ausbringung von Bioziden gleichzusetzen.

Anbauverbot in Frankreich

Am 8. September 2011 urteilte der EuGH, dass sich das französische Anbauverbot von MON810 von 2008 auf die Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG (Artikel 23) berief, obwohl Verordnungen 1829/2003 und 178/2002 zuständig waren. Die Richtlinie 2001/18/EG erlaubt den Erlass eines Anbauverbots aus eigener Initiative und unmittelbar. Unter den Verordnungen 1829/2003 und 178/2002 ist der Erlass solcher Sofortmaßnahmen durch einen Mitgliedstaat nur erlaubt, wenn dieser die Kommission offiziell von der Notwendigkeit in Kenntnis setzt, Sofortmaßnahmen zu ergreifen, und die Kommission keine Maßnahme ergriffen hat. Im Rahmen der Verordnung 1829/2003 dürfen EU-Mitgliedsstaaten EU-weit zugelassene Gv-Pflanzen nur verbieten, wenn sie außer der Dringlichkeit das Vorliegen einer Situation begründen, „in der ein erhebliches Risiko bestehen kann, das offensichtlich die Gesundheit von Mensch oder Tier oder die Umwelt gefährdet“.^[39]

2013 wurde das Verbot vom obersten Verwaltungsgericht aufgehoben. Das Verbot sei nicht ausreichend begründet gewesen.^[40]

Zulassungsregelung außerhalb der EU

Nord- und Südamerika

In Argentinien, Brasilien, Kanada, Kolumbien, Paraguay, Uruguay und den USA liegen Zulassungen für die Verwendung als Lebens- und Futtermittel sowie zum Anbau vor. In Panama gilt eine Zulassung als Lebensmittel und zum Anbau. Darüber hinaus gibt es in Mexiko Zulassungen als Lebensmittel sowie in Chile und Honduras zum Anbau.

Afrika

In Südafrika gibt es Zulassungen als Futter- und Lebensmittel sowie zum Anbau; in Ägypten lediglich zum Anbau. Kenia erlaubte anlässlich der Hungerkrise am Horn von Afrika 2011 den Import für die Verarbeitung zu Maismehl.

Asien

In China, Japan und den Philippinen liegen Zulassungen als Futter- und Lebensmittel sowie zum Anbau vor. Daneben gibt es Zulassungen als Lebens- und Futtermittel in Indonesien, Malaysia und Südkorea, als Lebensmittel in Taiwan und Thailand, und in der Türkei als Futtermittel.

Ozeanien

Australien hat Zulassungen erteilt für Lebens- und Futtermittel; Neuseeland für Lebensmittel.

Kennzeichnungspflicht in der EU

In der EU muss gentechnisch veränderter Mais in Lebensmitteln kenntlich gemacht werden, beispielsweise mit dem Hinweis *genetisch veränderter Mais* oder *aus genetisch verändertem Mais*.^[41] Chemisch modifizierte Lebensmittelzusatzstoffe (Zusatzstoffe der zweiten Generation) aus gentechnisch verändertem Mais, wie etwa *modifizierte Maisstärke*, müssen nicht gesondert gekennzeichnet werden. Nicht ausgezeichnet werden bisher zudem

tierische Produkte, die durch Verfütterung von gentechnisch verändertem Mais gewonnen werden. Dieser kann seit August 2005 zu diesem Zwecke in die EU importiert werden.

Honig mit Spuren von gentechnisch verändertem Mais

Der Kaisheimer Hobby-Imker Karl Heinz Bablok hatte 2005 DNA von MON810 und genetisch veränderte Proteine im Maispollen in seinen Bienenstöcken sowie DNA von MON810 in seinem Honig gefunden. Da er den Honig nicht mehr für verkehrs- und gebrauchsfähig hielt, verklagte er den Freistaat Bayern, welcher MON810 zu Forschungszwecken in einer Entfernung von etwa 500 Metern von Babloks Grundstücken anbaute, auf Schadensersatz. Im Mai 2007 verpflichtete daraufhin das Verwaltungsgericht Augsburg den Betreiber einer der Äcker, MON810 am Blühen zu hindern – durch frühzeitige Ernte oder Abschneiden der einzelnen Blütenstände. Nur so könne verhindert werden, dass Bienenvölker in der Nähe des Maisackers auch transgene Maispollen einsammeln. Honig, der MON810-Pollen enthält, sei nicht als Lebensmittel zugelassen, argumentierte das Gericht. Einen Monat später wurde dieser Entscheid zunächst durch das Bayerische Verwaltungsgericht^[42] aufgehoben. Im September 2011 entschied der Europäische Gerichtshof (EuGH), dass Pollen von Gv-Pflanzen nicht als GVO und Honig mit Pollengehalt von Gv-Pflanzen als Produkt mit Zutaten aus GVO anzusehen sind, und dass Honig mit Gv-Spuren im Pollen unter die Verordnung 1829/2003 fällt. Damit widerspricht der EuGH der bisherigen Rechtspraxis, nach der Pollen als natürlicher Bestandteil des Honigs angesehen wurde und damit irrelevant war, ob Gv-Spuren im Pollen waren. Honig galt außerdem bisher als tierisches Produkt (was nicht unter die Verordnung 1829/2003 fällt). Durch das Urteil muss die Honigzutat Pollen gekennzeichnet werden, wenn der Anteil von Pollen aus zugelassenen Gv-Pflanzen mehr als 0,9 % am Gesamtpollengehalt beträgt. Für Honig und Nahrungsergänzungsmittel, die Pollen aus nicht zugelassenen Gv-Pflanzen enthalten gilt ebenso wie für nicht zugelassene GVO ein Verbot des Inverkehrbringens. MON810 ist nicht unter 1829/2003 zugelassen, sondern unter der alten Verordnung 90/220; damit ist Honig mit Spuren von MON810 im Pollen ebenfalls nicht verkehrsfähig, obwohl er als Futter- und Lebensmittel unter 90/220 zugelassen ist. Das Urteil hat auch Auswirkungen auf importierten Honig aus Ländern Nord- und Südamerikas, in denen Gv-Pflanzen angebaut werden, die teilweise in der EU nicht als Futter- und Lebensmittel zugelassen sind. Weitreichende Folgen könnte das Urteil auch für Freisetzungen zu Forschungszwecken mit Gv-Pflanzen haben. Sollte die Möglichkeit, dass einzelne gv-Pollenkörner in Honig oder Spuren von gentechnisch verändertem Saatgut und gentechnisch veränderte Proteine in Pollen gelangen könnten, ausreichen, um gegen die Betreiber von Freilandversuchen gerichtlich vorzugehen, könnten Freilandversuche nicht mehr möglich sein.^{[43][44][45][46][47]}

Erfahrungen mit transgenem Mais

Herbizidresistenter Mais

In den meisten Fällen wurden keine Ertragsvorteile gegenüber konventionellem Mais beobachtet. Jedoch zeigen sich in Studien für die USA, Kanada, Südafrika und Argentinien Kosteneinsparungen durch geringeren Einsatz von Herbiziden, Arbeit und Maschinen, die die höheren Saatgutkosten mehr als aufwiegen. Herbizidresistenter Mais steigerte in allen untersuchten Ländern Deckungsbeiträge und Farmeinkommen.^[48]

Umweltwirkung

Die Umweltbelastung durch Herbizide bei Einsatz von herbizidresistentem Mais ist geringer als bei konventionellem Anbau. So ist die Belastung, gemessen im Environmental Impact Quotient (EIQ), lag 2005 in den USA um 4 %, in Kanada 5 % und in Südafrika um 0,44 % unter dem Wert für konventionellen Mais. Im Zeitraum 1996–2008 wurden beim Anbau herbizidresistenter Maissorten geschätzte 111 Millionen kg insbesondere stark toxischer Herbizide eingespart, was einer Reduktion der Umweltbelastung durch Pestizide von 8,5 % entspricht.^[49]

Die Literaturstudie "Ökologische Effekte von gentechnisch verändertem Mais mit Insektenresistenz und/oder Herbizidresistenz" kommt bei herbizidresistenten Mais zu folgenden Ergebnissen: Bezogen auf die Britischen "Farm Scale Evaluations" zeigte sich, dass, wenn in die Studie Felder mit Einsatz von Atrazin im Voraufbau nicht einbezogen wurden, der Unterschied in der Biodiversität von Beikräutern und Arthropoden zwischen herbizidresistenten und konventionellen Maisfeldern geringer ausfiel als in der ursprünglichen Untersuchung. Die Biodiversität in den Feldern mit herbizidresistentem Mais war hier dennoch geringfügig höher als bei konventionell bewirtschafteten Maisfeldern. Andere Studien zeigten, dass die dauerhafte Anwendung eines Totalherbizids wie beispielsweise Glyphosat Änderungen in Beikrautgesellschaften zur Folge haben kann. Es wird vermutet, dass die großflächige Anwendung von Totalherbiziden verstärkt Infektionen der Pflanzen mit Wurzelpathogenen verursacht. Der Grund hierfür wird in einer verzögerten Herbizidaufnahme gesehen. Seit herbizidresistente Kulturpflanzen intensiv zum Einsatz kamen, wurden ebenfalls herbizidresistente Beikräuter festgestellt. Es wird vermutet, dass die Zahl herbizidresistenter Beikräuter bezüglich Häufigkeit und Frequenz weiter ansteigen wird.^{[1][50]}

Bt-Mais

Durch die verbesserte Schädlingskontrolle führte der Bt-Mais zu Ertragsvorteilen von mehr als 5 % in den USA, Kanada und Spanien. In Argentinien werden die Ertragszuwächse auf 9 % geschätzt. Auf den Philippinen wurden Ertragszuwächse von 24,5 % plus eine Qualitätsverbesserung von 10 % festgestellt. Die Kosteneinsparungen durch geringere Anwendung von Insektiziden sind höher als der Kostenanstieg beim Saatgut. Bt-Mais steigerte in allen untersuchten Ländern Deckungsbeiträge und Farmeinkommen.^{[51][52]}

An der University of Illinois at Urbana-Champaign durchgeführte Experimente gaben Hinweise, dass Bt-Mais unter bestimmten Umweltbedingungen eine höhere Stickstoffnutzungseffizienz und eine größere Toleranz gegenüber niedrigen Stickstoffgaben aufweist als Mais ohne Bt-Gene. In den Experimenten benötigte Bt-Mais im Durchschnitt 38% weniger Stickstoff als konventioneller Mais, um den Ertrag zu maximieren.^{[53][54]}

Längerfristige Beobachtungen von Schädlingspopulationen in den USA haben ergeben, dass die Verwendung von Bt-Pflanzen nicht nur zu einem geringeren Schädlingsbefall in den Bt-Feldern, sondern auch zu einem geringeren Schädlingsbefall in konventionellen Feldern geführt hat (Positive Externalität).^[55] US-amerikanische Maisbauern, die keinen Bt-Mais anbauten, haben auf diese Weise massiv vom Anbau des Bt-Mais durch andere Bauern profitiert.^[56]

Neben dem internen Schutz der Pflanzen vor spezifischen Schädlingen haben Studien in mehreren Ländern ergeben, dass der Bt-Mais weit weniger mit Schimmelpilzen und den zugehörigen, meist krebserregenden Giften der Pilze belastet ist. Dies liegt an der verringerten Fraßschädigung, die zugleich ein Ansammeln von Wasser in den Fraßgängen und damit ein Wachstum der Pilze verhindert.^{[57][58]}

Umweltwirkung

Die Umweltbelastung von Pestiziden durch Bt-Mais ist geringer als durch konventionellen Anbau. So lag die Belastung gemessen im EIQ 2005 in den USA um 5 %, in Südafrika um 2 % und in Spanien um 30 % unter dem Wert für konventionellen Mais. Im Zeitraum 1996–2008 wurden durch den Anbau von insektenresistenten Maissorten knapp 30 Millionen kg Insektizide eingespart, was einer Reduktion der Umweltbelastung durch Pestizide von 30 % entspricht. Benbrook weist darauf hin, dass in bisherige Studien das von den Pflanzen selbst gebildete Insektizid, das ebenfalls in die Umweltbilanz eingeht, nicht eingeflossen sei. Ebenfalls merkt er an, dass Zielorganismen erste Bt-Toxin-Resistenzen entwickeln würden sowie neue Züchtungen von Genmais auch mehr Bt-Toxine bilden würden.^[59]

Über die Wurzel gibt Bt-Mais Bt-Toxine an den Boden ab. Die Forscher TAPP & STOTZKY (1995) zeigten, dass cryIIIA-Proteine sich an Tonmineralen im Boden anreichern. Dadurch dass die Tonpartikel die Toxinproteine adsorbieren und binden, sind die Toxine mehrere Monate stabil. Die insektizide Wirkung bleibt bis zu 234 Tagen bestehen. Es liegen noch wenig Kenntnisse über die Auswirkung hiervon vor.^[60]

In einem Monitoring des spanischen Umweltministeriums über 12 Jahre konnten keine negativen Auswirkungen auf Nichtzielorganismen oder die Umwelt festgestellt werden.^[61]

Resistenzbildung

Um die Resistenzbildung von Schädlingen gegen Bt-Toxine zu erschweren, ist es beim Anbau in den USA vorgeschrieben, 20 % des Felds mit konventionellem Saatgut auszusäen. Resistenzen werden wahrscheinlich rezessiv vererbt. Des Weiteren wurden bereits transgene Maissorten mit mehreren Bt-Genen entwickelt, um die Resistenzentwicklung zu erschweren.

Bisher sind die meisten Schadinsekten anfällig für die Toxine der bisher kommerzialisierten Sorten Bt-Mais. In einigen Regionen bildeten sich jedoch Resistenzen. Auf Puerto Rico wurden 2006 Resistenzen von *Spodoptera frugiperda* gegen Cry1F beobachtet, die zu Ernteverlusten geführt hatten. Die wahrscheinlichen Ursachen sind eine mögliche nichtrezessive Vererbung der Resistenz sowie schnellere Generationenfolge der Insekten. Die Bt-Maissorte wurde vom Markt genommen. In Südafrika wurden Resistenzen von *Busseola fusca* gegen Cry1Ab festgestellt. Im Sommer 2009 wurden in Bt-Maisfeldern mit Fraßschäden in Iowa Exemplare des westlichen Maiswurzelbohrers gefunden, die gegen Cry3Bb1 resistent geworden waren. Die wahrscheinlichen Ursachen sind eine unzureichende Einhaltung der Refugienflächen und eine mögliche nichtrezessive Vererbung der Resistenz.^[62] Eine Gruppe von Agrarwissenschaftlern um Joseph Spencer von der University of Illinois stellen die Wirksamkeit von Refugienmaßnahmen in Frage. Aufgrund eines geringen Flugradius der Käfer ist die Paarung resistenter Käfer mit nichtresistenten Käfern geringer als vermutet. In einem Memorandum kritisierten Wissenschaftler, dass Bt-Mais routinemäßig angebaut werde und nicht auf Gebiete, in denen die Maiswurzelbohrerdichte problematisch ist, beschränkt bleibt. Stefan Vidal, Abteilung für Nutzpflanzenwissenschaften der Universität Göttingen, sieht das Anbaumanagement im amerikanischen Corn Belt als Problem an. Landwirte hätten über eine lange Periode Bt-Mais der ersten Generation mit einem geringen Wirkungsgrad angebaut. Er vermutet, dass auch die exponierte Marktstellung von Unternehmen wie Monsanto hierzu beigetragen hat, da alternative Saatgutsorten kaum zu beschaffen waren.^[63]

Sicherheit als Lebens- und Futtermittel

Wie andere transgene Pflanzen werden auch transgene Maissorten nur als Lebens- bzw. Futtermittel zugelassen, wenn anhand umfangreicher Untersuchungen gezeigt wurde, dass sie gesundheitlich ebenso unbedenklich ist wie die entsprechenden konventionellen Maissorten. So sind vergleichende Analysen der nutritiven, anti-nutritiven, toxischen und allergenen Inhaltsstoffe durchzuführen, um mögliche, durch die genetische Modifikation ausgelöste unbeabsichtigte Veränderungen feststellen zu können. Aktuelle Leitlinien für die Sicherheitsbewertung genetisch veränderter Pflanzen und daraus hergestellter Lebensmittel wurden 2004 von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und der für internationale Lebensmittelstandards zuständigen Codex Alimentarius Kommission im Juni 2003 herausgegeben. Sie basieren auf dem von einer Arbeitsgruppe der OECD im Jahr 1993 beschriebenen und von FAO und WHO in den folgenden Jahren weiterentwickelten Prinzip der Substantiellen Äquivalenz. In Deutschland ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit im Benehmen mit dem Robert Koch-Institut und dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) für die Sicherheitsbewertung genetisch veränderter Lebens- und Futtermittel zuständig.^[64]

Die American Society for Microbiology legte in einem öffentlichen Statement aus dem Jahr 2000 dar, dass es keine überzeugenden Belege dafür gebe, dass mithilfe der Biotechnologie hergestellte und unter der Aufsicht der FDA stehende Pflanzen ein hohes Risiko darstellen oder unsicher seien. Sie böten vielmehr eine potenzielle Verbesserung von Ernährung, Geschmack und Haltbarkeit.^[65]

Die Society of Toxicology veröffentlichte 2002 ein Positionspapier, in dem sie zu dem Schluss kommt, dass die Sicherheit gegenwärtiger Lebensmittel, die mithilfe biotechnologischer Methoden hergestellt wurden, der Sicherheit traditioneller Lebensmittel entspreche. Dies bedeute jedoch nicht, dass alle zukünftigen gentechnischen

Veränderungen ebenso sicher seien.^[66]

Die American Society of Plant Biologists vertritt die Ansicht, dass die Risiken gentechnischer Verfahren vergleichbar sind mit denen klassischer Züchtung.^[67]

Die American Society for Cell Biology sieht in gentechnisch veränderten Pflanzen keine Bedrohung der öffentlichen Gesundheit, sondern vielmehr die Chance, diese zu verbessern.^[68]

Der Internationale Wissenschaftsrat, der internationale Dachverband der wissenschaftlichen Gesellschaften und Akademien, stellte 2003 auf Basis von etwa 50 zwischen 2000 und 2003 veröffentlichten wissenschaftlichen Reviews fest, dass es keine Beweise für negative Effekte des Konsums von Lebensmitteln mit gentechnisch veränderten Zutaten gibt. Zukünftige gentechnisch veränderte Lebensmittel mit neuen Eigenschaften sollten jedoch auf einer Einzelfallbasis geprüft werden.^[69]

Unerwartete und unbeabsichtigte Veränderungen der Zusammensetzung von Organismen treten laut einer gemeinsamen Veröffentlichung des Institute of Medicine und des National Research Council (2004) bei allen Formen der genetischer Modifikation auf, inklusive gentechnischer. Ob derartige Veränderungen zu Gesundheitseffekten führen, hänge von der Natur der veränderten Substanzen und ihren biologischen Konsequenzen ab. Bisher seien keine negativen Gesundheitseffekte bei Menschen dokumentiert, die auf Gentechnik zurückgehen.^[70]

Die British Medical Association (2004) und die The Royal Society (2002) schlossen in ihren Reviews, dass es keine robusten Hinweise gebe, dass Gv-Lebensmittel unsicher seien, fordern aber weitere Forschung und Beobachtung.^[71]

2004 veröffentlichten 14 italienische Wissenschaftsorganisationen (inkl. der Accademia Nazionale delle Scienze) ein Konsensdokument zur Lebensmittelsicherheit von gentechnisch veränderten Organismen. Demnach seien die zugelassenen gv-Organismen sicher für die menschliche und tierische Ernährung.^[72]

Der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (2004) zufolge stellen Lebensmittel aus transgenen Pflanzen kein Risiko dar. Transgener Mais sei gemäß mehrerer Untersuchungen bezogen auf einen Befall mit Fusarium weniger belastet als konventioneller Mais und in diesem Zusammenhang als gesünder zu bewerten.^[73]

König u. a. (2004) schreiben, dass es keine Hinweise auf mögliche negative Effekte durch den Konsum transgener Pflanzen gebe. Alle zugelassenen transgenen Pflanzen seien auf Einzelfallbasis umfangreich getestet worden.^[74]

Laut einem Review von Aumaitre (2004) wurden bei bis September 2003 veröffentlichten Fütterungsstudien mit als Futtermittel zugelassenen transgenen Maissorten keine toxischen oder sonstigen negativen Effekte gefunden.^[75]

Flachowsky u. a. (2005) fassen in einem Review zusammen, dass viele Studien durchgeführt worden seien und diese keine signifikanten Unterschiede zwischen den bisher kommerzialisierten transgenen und konventionellen Pflanzen im Hinblick auf Sicherheit oder Nährwert von aus ihnen hergestellten Futtermitteln festgestellt hätten.^[76]

Einer 2005 veröffentlichten Studie der WHO zufolge haben die auf dem internationalen Markt gehandelten Gv-Lebensmittel Risikountersuchungen in mehreren Ländern durchlaufen. Es sei nicht wahrscheinlich und wurde bisher nicht gezeigt, dass diese Lebensmittel Risiken für die menschliche Gesundheit darstellen.^[77]

Domingo (2007) fand, dass die bis dato in Fachzeitschriften veröffentlichten Sicherheitsstudien mit transgenen Maissorten keine signifikanten Unterschiede zu konventionellen Sorten gefunden hätten. Die Zahl der veröffentlichten Studien sei jedoch sehr gering. Domingo forderte weitere und längere Untersuchungen und stellte das Prinzip der Substanziellen Äquivalenz in Frage.^[78]

Die Australian Academy of Science befand 2007, dass gv-Produkte seit vielen Jahren ohne nachgewiesene Gesundheitsschäden konsumiert worden seien, und dass ihre Sicherheit mit vielen begutachteten internationalen Studien bestätigt sei.^[79]

Eine vom Gremium für genetisch veränderte Organismen der ESFA beauftragte Arbeitsgruppe zur Fütterungsstudien zur Sicherheit von transgenen Pflanzen als Futter- und Lebensmittel kam in ihrem 2008 veröffentlichten Review zu dem Schluss, dass viele subchronischen Fütterungsstudien mit transgenen Pflanzen an Nagetieren in den letzten 15

Jahren durchgeführt wurden. Diese Studien entsprächen international akzeptierten Vorgehensweisen und gaben keine Hinweise auf irgendwelche negativen Effekte. Zahlreiche Viehfütterungsstudien hätten zudem gezeigt, dass sich auf transgenen und konventionellen Pflanzen basierende Futtermittel im Hinblick auf Nährstoffaufnahme, Gesundheit und Leistung, Bruterfolg, Milchertrag und -qualität sowie anderen Indikatoren nicht voneinander unterscheiden.^[80]

Key u. a. (2008) verweisen darauf, dass Gentechnisch veränderte Lebensmittel (Gv-Lebensmittel) seit mehr als 15 Jahren von Hunderten Millionen Menschen weltweit konsumiert werden, ohne dass ein negativer Gesundheitseffekt bekannt sei.^[81]

Querci u. a. (2008) vom Institut für Gesundheit und Verbraucherschutz (IHCP) der Gemeinsamen Forschungsstelle glauben, dass es bereits umfangreiches gesammeltes Wissen zu Sicherheitsfragen um gentechnisch veränderte Produkte gebe und dass dieses Wissen ausreiche, um die Sicherheit derzeitiger Produkte zu evaluieren. Es lägen keinerlei Berichte über Beweise irgendwelcher Gesundheitseffekte von bisher in den Zulassungsprozess eingereichten gentechnisch veränderten Lebensmitteln vor. Gleichzeitig wisse man wenig über die Langzeitfolgen von Lebensmitteln allgemein. Die Sicherheit gentechnisch veränderter Lebensmittel ist dabei nicht absolut, sondern im Vergleich zu konventionellen Äquivalenten. Konventionelle Lebensmittel werden oft auf Basis des sicheren Konsums in der Vergangenheit evaluiert. Die gegenwärtige Erfahrung mit Langzeituntersuchungen im Rahmen von Zulassungsprozessen wiesen mit einem angemessenen Grad von Gewissheit auf einen Mangel an möglichen Gesundheitsfolgen gentechnisch veränderte Produkte hin.^[82]

Lemaux (2008) kommt in ihrem Review zu dem Schluss, dass es keine wissenschaftlich validen Hinweise gebe, dass sich Gv-Lebensmittel hinsichtlich Lebensmittelsicherheit von konventionellen unterscheiden.^[83]

Magaña-Gómez und Calderón de la Barca (2009) fanden in den meisten der zwischen 1998 und 2007 veröffentlichten Sicherheitsstudien mit transgenen Maissorten keine signifikanten Unterschiede zu konventionellen Maissorten, bei vier Studien seien hingegen Abweichungen festgestellt worden. Sie fordern eine stärkere Systematisierung der Sicherheitsforschung. Aufgrund der unterschiedlichen Resultate verschiedener Untersuchungen seien mehr wissenschaftliche Anstrengungen notwendig, um mehr Vertrauen in die Sicherheitsforschung und Akzeptanz von gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu erreichen.^[84]

Ein 2001 veröffentlichtes Review der Europäischen Kommission von 81 Studien aus 15 Jahren fand keine Hinweise auf Gesundheitsrisiken durch transgene Pflanzen. 2010 veröffentlichte die Europäische Kommission erneut ein Kompendium, in dem sie die Ergebnisse von EU-finanzierten Studien durch über 400 unabhängige Arbeitsgruppen aus dem Zeitraum 2001–2010 zusammentrug. Seit über 25 Jahren Forschung gebe es keine Hinweise dafür, dass gentechnisch veränderte Pflanzen mit höheren Risiken für die menschliche Gesundheit verbunden seien als konventionelle.^[85]

Laut einem Review von Domingo und Bordonaba (2011) hat die Zahl der veröffentlichten Sicherheitsuntersuchungen seit 2006 deutlich zugenommen. Mehrere zwischen Oktober 2006 und August 2010 erschienene Studien zu verschiedenen transgenen Maissorten hätten gezeigt, dass diese genauso sicher wie konventionelle Maissorten seien. Lediglich die Studien von Seralinis Gruppe im Bezug auf drei transgene Maissorten hätten Bedenken geäußert (siehe Abschnitt Kontroversen).^[86]

Eine 2012 erschienene Systematische Übersichtsarbeit fasste die Ergebnisse aus 12 Langzeitfütterungsstudien (90 Tage bis 2 Jahre) sowie 12 Mehrgenerationenstudien (2 bis 5 Generationen) zusammen. Die 24 Studien zeigten keine von gentechnisch verändertem Mais, Kartoffeln, Sojabohnen, Reis und Triticale ausgehenden Gesundheitsgefährdungen. Auch seien 90 Tage generell ausreichend für Sicherheitsstudien.

Im Rahmen des vom Schweizer Bundesrat beauftragten und 2012 abgeschlossenen Nationalen Forschungsprogramms NFP 59 "Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen" führten Karoline Dorsch-Häslar und Karin Hoffmann-Sommergruber eine umfangreiche Literaturstudie durch, in der sie mehr als Tausend wissenschaftliche Publikationen aus den letzten 20 Jahren auswerteten. Die Literaturstudie kam zu dem Schluss, dass gentechnisch veränderte Pflanzen nach derzeitigem Stand des Wissens der menschlichen Gesundheit nicht schaden. Der Einsatz von Bt-Mais könne hingegen positive gesundheitliche Auswirkungen haben,

da er zu einer geringeren Belastung von Lebens- und Futtermitteln durch neurotoxische oder krebserregende Mykotoxine führen kann. Als mögliche Risiken würden die Aufnahme von Fremd-DNA und deren Einbau in Säugerzellen diskutiert. In Fütterungsstudien mit Ziegen wurden zum Beispiel Bt-Gen-Fragmente im Blut und auch in der Milch der Tiere festgestellt. Die Integration von DNA aus gentechnisch veränderten Pflanzen in das Genom eines Tieres wird als sehr unwahrscheinlich bewertet und wurde in Versuchen bisher nicht nachgewiesen.^[87]

Die American Medical Association (AMA) vertritt laut einer Stellungnahme vom Juni 2012 die Ansicht, dass es keine Beweise für spezifische Risiken der Nutzung von rDNA-Techniken oder der Verschiebung von Genen zwischen nicht verwandten Organismen gebe, und dass die Risiken transgener Organismen sich qualitativ nicht von denen nicht oder mithilfe anderer Methoden modifizierter Organismen unterscheiden.^[88] Die AMA verwies auf eine Veröffentlichung der National Academy of Sciences (NAS), die bereits 1987 zum selben Ergebnis gelangte.^[89]

Eine Studie, geleitet von Prof. Hussein Kaoud, aus dem Jahr 2012 führte Fütterungsversuche mit Mon 810, Sorte *Ajeeb YG* an Ratten durch. Beim Abschluss der Studie wurde Unterschiede in Organen, im Körpergewicht und in Blutwerten im Vergleich zu konventionellem Mais gefunden. Die Autoren empfehlen daher weitere Studien, um eine eventuelle gesundheitliche Gefährdung durch diesen Genmais auszuschließen.^[90]

Eine 2013 erschienene Übersichtsarbeit (Nicolia u. a., 2013), in die über 1783 zwischen 2002 und 2012 veröffentlichte wissenschaftliche Sicherheitsstudien einfließen, kam dem Schluss, dass keine signifikanten Gefährdungen durch die direkte Verwendung von gv-Pflanzen gefunden wurden.

Kontroversen

Eine Gruppe um den französischen Biologen Gilles-Eric Séralini, die im *Comité de Recherche et d'Information Indépendantes sur le Génie Génétique* (CRIIGEN) verortet ist, veröffentlichte in der Vergangenheit mehrere Studien, die die gesundheitliche Unbedenklichkeit von mehreren transgenen Maissorten der Firma Monsanto (MON863, MON810, NK603) in Frage stellten. Die Veröffentlichungen der Gruppe lösten heftige Kontroversen aus. Im Januar 2011 gewann Séralini vor der 17. Kammer des tribunal correctionnel de Paris ein Verfahren wegen „übler Nachrede“ gegen Marc Fellous, Präsident der *Association Française des Biotechnologies Végétales*. Dieser hatte Seralinis Neutralität im Zusammenhang mit einer Studie zu gesundheitlichen Auswirkungen genetisch veränderter Maissorten angezweifelt, da Greenpeace die Studie mitfinanzierte.^{[91][92]} Mehrere Forschergruppen und Behörden untersuchten die Veröffentlichungen und bezweifelten deren Aussagekraft.

Eine weitere Kontroverse entstand um ein Review von Dona und Arvanitoyannis (2009 in *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*). Darin gehen die Autoren davon aus, dass viele Jahre weiterer Forschung notwendig seien, um die gesundheitlichen Auswirkungen zu erfassen. Die Resultate von Sicherheitsstudien zu transgenen Maissorten deuteten darauf hin, dass diese toxische (hepatische, renale, reproduktive) Effekte verursachen und hämatologische, biochemische und immunologische Parameter verändern können.^[93] In derselben Fachzeitschrift behauptete Rickard von CropLife International, einer internationalen Vereinigung landwirtschaftlicher Biotechnologie -Unternehmen, in einem Brief an den Herausgeber (2010), der Artikel von Dona und Arvanitoyannis enthalte viele unbelegte Behauptungen. Die Autoren zeigten, dass sie über das Grundwissen zur Sicherheitsbewertung von transgenen Pflanzen nicht verfügten und würden viele relevante wissenschaftliche Erkenntnisse entweder nicht kennen oder bewusst ignorieren.^[94] Klaus Ammann warf Dona und Arvanitoyannis ebenfalls vor, ihre Zitierungen extrem gefiltert zu haben mit dem Ziel, ein negatives Bild von transgenen Pflanzen zu zeichnen. Ihr mangle es zudem an Kenntnissen auf dem Gebiet der Lebensmittelsicherheit. Zudem enthalte ihr Artikel viele Plagiate, die zudem aus Publikationen mit negativen Verzerrungen stammten, deren Inhalte vor kurzem oder vor längerem von anerkannten Wissenschaftlern in angesehenen Fachzeitschriften widerlegt worden seien.^[95]

Finamore u. a. (2008)^[96] vom italienischen Forschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel kamen in einer Fütterungsstudie mit Mäusen zu dem Schluss, dass der Gentech-Mais MON810 signifikante Veränderungen im Immunsystem der Mäusen nach sich ziehen kann. Die Studie wurde neben anderen seitens Griechenland zur Rechtfertigung eines nationalen Anbauverbots von MON810 im Rahmen der Schutzklausel zitiert. Die

EU-Kommission beauftragte daraufhin die EFSA mit einer wissenschaftlichen Einschätzung, die 2012 veröffentlicht wurde. Darin stellte EFSA fest, dass die Autoren Finamore u. a. (2008) selbst darauf hinweisen, dass ihre Studienergebnisse eine unklare Relevanz für die Futter- und Lebensmittelsicherheit von MON810 haben. Vor dem Hintergrund möglicher Verzerrungseffekte durch Mykotoxine, fehlende Angaben zur natürlichen Variabilität der untersuchten Parameter, sowie der biologischen Relevanz der gefundenen Unterschiede, forderte die EFSA weitere Daten. Gleichzeitig verwies EFSA auf mehrere Studien, die keine Unterschiede zwischen MON810 und konventionellem Mais hinsichtlich Allergenität feststellen konnten, sowie auf ihre eigene wissenschaftliche Einschätzung von 2009, laut derer aufgrund nicht vorhandener biologisch relevanter Unterschiede in der Zusammensetzung von MON810 (mit Ausnahme des Bt-Gens) kein erhöhtes Allergenitätspotenzial erwartbar sei. Insgesamt kam EFSA zu dem Schluss, dass der Anbau von MON810 in Griechenland wahrscheinlich keine negativen Effekte auf tierische oder menschliche Gesundheit oder die Umwelt habe.

Velimirov u. a. (2008) führten eine Mehrgenerationenstudie durch, die einen negativen Effekt auf die Fortpflanzungsfähigkeit bei Mäusen feststellte, die über mehrere Generationen mit NK603xMON810 gefüttert wurden.^[97] Die Studie wurde neben anderen von Österreich zur Rechtfertigung eines Anbauverbots von MON810 im Rahmen der Schutzklausel zitiert. Die Kommission beauftragte EFSA daraufhin mit einer wissenschaftlichen Einschätzung, die im Dezember 2008 veröffentlicht wurde. Die EFSA konstatierte, dass mehrere Mängel hinsichtlich Datenangaben, Methoden und statistischen Berechnungen gefunden worden seien, die keinerlei Interpretation erlauben. Daher seien die in der Studie enthaltenen Daten ungeeignet, um die Sicherheit von MON810 in Frage zu stellen.

Seralini u. a. (2007)

Die Bt-Maissorte MON863 der Firma Monsanto enthält das Gen Cry3Bb1.^[98] Monsanto reichte den Zulassungsantrag für MON863 als Futter- und Lebensmittel in der EU 2002 beim RKI ein. Das RKI überprüfte den Antrag und stellte auf Basis der von Monsanto durchgeführten 90-tägigen Fütterungsstudie (deren Dokumentation mehr als tausend Seiten umfasst und die später als Kurzfassung^[99] veröffentlicht wurde) mit Ratten keine schädlichen Effekte von MON863 fest. Die EFSA stufte im April 2004 auf Basis derselben Studie MON863 als unbedenklich für Mensch, Tier und Umwelt ein. In der Fütterungsstudie wurden männliche und weibliche Ratten mit MON863 in verschiedenen Dosierungen oder mit der konventionellen Ausgangslinie sowie weiteren konventionellen Maissorten gefüttert. Sowohl beim Wachstum der Tiere als auch bei verschiedenen biologischen Parametern gab es vereinzelt statistisch signifikante Abweichungen bei den mit MON863 gefütterten Tieren, die von der EFSA als „biologisch nicht relevant“ bewertet wurden.^{[100][101]}

In der Öffentlichkeit und unter französischen Wissenschaftlern der Commission du génie biomoléculaire (CGB) wurden Zweifel geäußert, ob die beobachteten Abweichungen bei den Ratten, die mit MON863 gefüttert wurden, im Rahmen der üblichen „biologischen Streuung“ liegen oder ob sie als Indizien für gesundheitliche Gefahren zu werten sind. Weitere Gutachten wurden eingeholt. Neue Gewebe-, Zell- und Organuntersuchungen ergaben kein anderes Bild. Der Verdacht, die erhöhte Zahl von weißen Blutkörperchen bei einigen MON863-Ratten sei ein Indiz für „echte Entzündung“, bestätigte sich nicht. Daraufhin schlossen sich auch die Experten der CGB der Sicherheitsbewertung der EFSA an. Greenpeace und andere Kritikergruppen forderten weiterhin die Herausgabe der vollständigen Fütterungsstudie, was Monsanto zunächst verweigerte. Das Oberverwaltungsgericht Münster bestimmte auf Antrag von Greenpeace, dass Monsanto die vollständigen Unterlagen aus dem Zulassungsverfahren offenlegen muss. Auf einer Pressekonferenz am 22. Juni 2004 in Berlin forderte Greenpeace die Bundesregierung auf, gegen eine Zulassung zu stimmen. Seralini sagte dort, angesichts der auffälligen Ergebnisse sei es notwendig, die Versuche zu wiederholen. Im Oktober 2004 bekräftigte das EFSA-Expertengremium, dass die Fütterungsstudien keine Hinweise auf gesundheitliche Bedenklichkeit lieferten. Die EU-Zulassung erfolgte als Futtermittel im August 2005, als Lebensmittel im Januar 2006.^[102]

Im März 2007 veröffentlichte Seralinis Gruppe die von Greenpeace Deutschland finanziell unterstützte Studie „New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity“ auf

Basis einer Neubewertung von Monsanto's Fütterungsdaten.^[103] Seralini u. a. kamen darin zu dem Schluss, dass Ratten, die mit MON863-Maiskörner gefüttert wurden, geringfügige, aber dosierungsabhängige Abweichungen im Wachstum bei beiden Geschlechtern zeigten. Außerdem könnten einige der statistisch signifikanten Abweichungen etwa bei den Blut- und Urinmessungen als Hinweise auf Leber- oder Nierentoxizität gedeutet werden.

Eine Arbeitsgruppe der EFSA untersuchte daraufhin die Analyse von Seralini, traf sich mit den Autoren und nahm selbst eine erneute Auswertung der Daten vor. Zusätzlich wurde ein französisches Institut mit einer weiteren Analyse der statistischen Auswertung der Daten beauftragt. Die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten wurden ebenfalls um eine Stellungnahme gebeten. Laut EFSA gab es mal geringere, mal höhere Werte, die als isolierte zufällige Phänomene gedeutet werden könnten. Unterschiede in Blut- und Urinwerten konnten nicht in Gewebeschnitten bestätigt werden, und weisen daher nicht auf Organschädigungen hin. Die Hypothese von Seralini u. a., die Unterschiede in der Gewichtszunahme basiere auf einer Störung des Hormonhaushalts könne nicht durch die experimentellen Daten belegt werden. Im Unterschied zu Seralini habe EFSA die biologische Relevanz aller statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den mit gv-Mais gefütterten Tieren und der isogenen Kontroll-Gruppe eingeschätzt. Insgesamt gebe die Studie von Seralini u. a. keine neuen Hinweise auf toxikologische Effekte.

Ein von Monsanto finanziell unterstütztes Expertengremium von 6 Wissenschaftlern aus den Vereinigten Staaten, Deutschland, Großbritannien und Kanada stellte kurz darauf fest, dass die von Seralini u. a. vorgebrachten Effekte sich nicht auf MON863 zurückführen ließen bzw. keinerlei Relevanz hätten, da Seralini u. a. weder eine Dosis-Wirkungs-Kurve, zeitliche Reproduzierbarkeit, eine Verbindung mit anderen Veränderungen (z.B. histopathologische), Effekte in beiden Geschlechtern, Unterschiede außerhalb der normalen Variation, noch einen biologisch plausiblen kausalen Mechanismus demonstrieren konnten.^[104]

Die Geschäftsführerin der Kommission für Genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel des BfR, Marianna Schauzu, hält die Unterschiede toxikologisch ebenfalls für nicht relevant. Die Unterschiede seien meist gering gewesen und lägen im Rahmen der historischen Kontrolldaten, die in früheren Studien mit Ratten desselben Stammes gewonnen wurden. Die Unterschiede zeigten keine Dosis-Abhängigkeit und sie seien nicht durch Unterschiede bei anderen Parametern, die auf einen Effekt im selben Organ hindeuten könnten, untermauert worden. Auch in den mikroskopischen Untersuchungen der Organe und Gewebe seien keine Effekte beobachtet worden, die auf eine toxikologische Relevanz der statistisch signifikanten Unterschiede bei den Laborparametern schließen ließen. Zudem hätten Untersuchungen der Zusammensetzung sowie des allergenen und toxikologischen Potenzials von MON863 keine Hinweise auf unbeabsichtigte Veränderungen ergeben.^[105]

FSANZ, die in Australien und Neuseeland zuständige Zulassungsbehörde, begutachtete die ursprüngliche Fütterungsstudie 2005 und leitete daraus keine negativen Effekte durch MON863 ab. Die Veröffentlichung von Seralini u. a. würde laut einer unabhängig begutachteten Untersuchung durch FSANZ keine neuen Sicherheitsbedenken rechtfertigen. Alle statistischen Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen lägen innerhalb der normalen biologischen Variation. FSANZ verlangt keine Fütterungsstudien bei Zulassungsanträgen für gentechnisch veränderte Lebensmittel, wenn die Pflanzen in ihrer Zusammensetzung zu konventionellen Pflanzen äquivalent sind (Substanzielle Äquivalenz). FSANZ hatte die von Monsanto im Rahmen des Zulassungsantrags in der EU durchgeführten 90-tägigen Fütterungsstudie an Ratten 2005 trotzdem evaluiert und keine Risiken aus ihr abgeleitet. FSANZ lagen zudem akute Toxizitätsuntersuchungen an Mäusen und eine Fütterungsstudie mit Hühnern vor, die alle keine Hinweise auf negative Effekte geliefert hätten.

Vendomois u. a. (2009)

Im Dezember 2009 veröffentlichte Seralinis Gruppe erneut eine statistische Auswertung der Rohdaten von drei Fütterungsstudien mit MON863, MON810 und NK603.^[106] Seralini u. a. sprechen aus verschiedenen Gründen den angestellten Fütterungsversuchen die statistische Aussagekraft ab und wollen bei ihrer eigenen Auswertung der Rohdaten zumindest Anzeichen für mögliche toxische Wirkungen erkannt haben.

Monsanto wies die Vorwürfe zurück und behauptete Vendomois u. a. verwänden ungeeignete statistische Methoden.^[107] Laut EFSA sind die Schlussfolgerungen bezüglich möglicher Nieren- und Leberschäden durch die Maissorten nicht durch die in der Veröffentlichung präsentierten Daten gerechtfertigt. Mehrere der fundamentalen statischen Kritikpunkte an Seralini u. a. (2007) trafen bei Vendomois u. a. (2009) ebenfalls zu. Vendomois u. a. (2009) ermöglichten keinen toxikologischen Vergleich zwischen transgenen und konventionellen Sorten, da (1) die Resultate ausschließlich in Form von prozentualen Unterschieden in den einzelnen Variablen wiedergegeben worden seien und nicht in den gemessenen Einheiten, (2) die berechneten Werte der getesteten toxikologischen Parameter in keinen Bezug zu der normalen Schwankungsbreite der Tierart gesetzt wurden, (3) die berechneten Werte der getesteten toxikologischen Parameter nicht mit der Variabilität von mit anderen Sorten gefütterten Tieren verglichen wurden, (4) die statistisch signifikanten Unterschiede keine Konsistenz über verschiedene Dosen aufweise, (5) die rein statistischen Argumente der Autoren nicht mit den Ergebnissen der drei Fütterungsstudien bezüglich Organpathologie, Histopathologie und Histochemie konsistent seien. Bezüglich des Vorwurfs von Vendomois u. a., die drei Fütterungsstudien seien nicht adäquat, sagte das EFSA, dass sie allesamt gemäß international definierter OECD-Standards durchgeführt worden.^[108] In einem im März 2010 veröffentlichten wissenschaftlichen Gutachten zu einem Neuantrag von MON863 unter geänderten Richtlinien bekräftigte die EFSA ihre bisherigen Erkenntnisse zur Sicherheit von MON863. Für die neue Sicherheitsbewertung wurden weitere Daten beim Antragsteller angefordert. Diese wurden bei der Sicherheitsbewertung ebenso berücksichtigt wie eine Reihe neuer wissenschaftlicher Veröffentlichungen, inklusive Seralini u. a. (2007).^{[109][110]}

Laut FSANZ bieten Vendomois u. a. keine plausible wissenschaftliche Erklärung für ihre Hypothese. Sie verzerrten die toxikologische Signifikanz ihrer Ergebnisse, indem sie außer statistischen keine biologischen Aspekte berücksichtigen würden, was keiner robusten toxikologischen Analyse entspreche. FSANZ geht davon aus, dass die berichteten Unterschiede vor allem zufällig aufgetreten seien und äußerte sich bezüglich der Sicherheit der zugelassenen Sorte MON863 zuversichtlich.^[111]

Der französische Haut Conseil des biotechnologies urteilte, dass Vendomois u. a. (2009) ebenso wenig wie Seralini u. a. (2007) zulässige wissenschaftliche Elemente enthalte, die auf hämatologische, hepatische oder renale Toxizität der drei Maissorten hindeute. Die Publikation sei lediglich eine Liste von statistischen Unterschieden ohne den Versuch, sie biologisch oder toxikologisch zu interpretieren. Wie von vielen Behörden bereits wiederholt betont wurde, bewiesen signifikante statistische Unterschiede nicht die Existenz biologischer Störungen. Daher sei das auf diesen Unterschieden vorgebrachte Argument nicht zulässig. Zudem seien die Unterschiede meist bei nur einem Geschlecht, einem Zeitpunkt oder einer Dosis aufgetreten und es fehle zudem komplett der Bezug zu der Dauer der Exposition und der Stärke der Dosis. Zuletzt seien einige der zitierten Unterschiede das Gegenteil eines üblicherweise als solchen betrachteten Hinweises auf toxische Effekte.^[112]

Seralini u. a. (2012)

Am 19. September 2012 veröffentlichte Seralinis Team im Journal *Food and Chemical Toxicology* eine peer-reviewte, über zwei Jahre durchgeführte Langzeitstudie, in der 200 Ratten mit einer Kombination aus der herbizidtoleranten transgenen Maissorte NK603 und Roundup gefüttert wurden. Die Ratten wurden in insgesamt neun Gruppen zu je 20 Ratten eingeteilt, wobei drei Gruppen mit GVO in verschiedenen Konzentrationen, drei Gruppen mit GVO und Roundup und drei Gruppen mit konventionellem Mais, der mit Roundup besprüht wurde, gefüttert wurden. Als Kontrollgruppe dienten Ratten, denen konventioneller Mais ohne Herbizidbelastung verabreicht wurde.^[113] Der Studie zufolge traten die auffälligsten Unterschiede zur Vergleichsgruppe nach etwa

einem Jahr auf. Gemäß der Studie starben 50 bis 70 % der behandelten Ratten vor Ablauf des zweijährigen Beobachtungszeitraums, in der Kontrollgruppe 30 %. Bei den männlichen Ratten traten Leberstauung und Lebernekrose 2,5 mal bis 5,5 mal häufiger auf, schwere Nierenschäden waren 1,3 bis 2,3 mal häufiger festzustellen. Brusttumore entwickelten sich bei allen behandelten Gruppen vermehrt, dies aber nicht immer in statistisch signifikanter Ausprägung. Die Autoren führen diese Unterschiede auf Endokrine Disruptoren in Roundup sowie der Überexpression im Mais zurück.^[1] Bisher wurden gentechnisch veränderte Pflanzen gewöhnlich nur über drei Monate hinweg hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gesundheit getestet. Die EU-Kommission gab deshalb eine Überprüfung der Studienergebnisse bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) in Auftrag.^[114]

Die Studie wurde von der Stiftung Ceres finanziert, der etwa 50 Unternehmen angehören, darunter auch Firmen aus der Lebensmittelbranche, die auf gentechnisch veränderten Lebensmittel verzichten (u. a. Auchan und Carrefour).^{[115][116]}

Die Veröffentlichung rief umgehend kritische Reaktionen mehrerer an der Studie unbeteiligter Wissenschaftler hervor, die sich skeptisch gegenüber der Methode und den gezogenen Schlussfolgerungen äußerten. Wesentliche Kritikpunkte an der Studie die von fast allen Kritiken geteilt werden, sind insbesondere statistische Schwächen der Studie, bedingt durch die zu kleine Anzahl an Versuchstieren in zu vielen unterschiedlichen Vergleichsgruppen, welche es schwierig macht statistisch signifikante Ergebnisse zu erlangen. Der zweite große Kritikpunkt an der Studie sei die Tatsache, dass die für die Studie gewählte Rattenart generell dazu neigt diese Art von Tumoren unabhängig von der Fütterung überdurchschnittlich oft zu entwickeln. Die Studie zeige also nur normale zu erwartende statistische Schwankungen, so zeigte z.B. eine der Vergleichsgruppen, die mit dem höchsten Anteil an genmodifizierten Mais gefüttert wurde, sogar die höchste Überlebensrate. Auch das Seralini bestimmte Daten, wie z.B. Wachstumsraten oder die Menge des verabreichten Futters, nicht veröffentlichte, wurde kritisiert.^{[117][118][119][120][121]}

Professor Tom Sanders, Ernährungswissenschaftler am King's College London, nannte die statistischen Methoden unkonventionell und gab u.a. weiteren Informationsbedarf zu Daten der Ernährungszusammensetzung an. Der Pflanzenphysiologe Mark Tester (Universität Adelaide) hinterfragte, falls die Effekte echt und auf den Menschen übertragbar seien, warum vorherige Studien nicht darauf gestoßen seien und warum Nordamerikaner nicht wie die Fliegen sterben würden. Der Statistiker David Spiegelhalter (Universität Cambridge) bezeichnete Methode, Statistik und Ergebnisdarstellung als nicht dem Standard I einer strengen Studie entsprechend. Er verwies darauf, dass die Kontrollgruppe sehr klein und ebenfalls Tumore entwickelte. Dr. Wendy Harwood, Senior Scientist, John Innes Centre, gab an, dass es erforderlich sei, den gesamten Datensatz zu kennen. Sie sieht in den Ergebnissen Studie den Hinweis auf Bedenken hinsichtlich längerfristiger Aussetzung gegenüber Roundup und formuliert diesbezüglich weiteren Forschungsbedarf. Weitere Wissenschaftler (Rothamsted Research, University of Edinburgh, Sainsbury Laboratory, Imperial College London, University of California, Davis, Universität Melbourne, Walter and Eliza Hall Institute of Medical Research, Universität Wien,^[122] Wayne State University^[123] University of Wyoming,^[124] University of Florida,^[125] Stanford University und University of Illinois,^[126] Vlaams Instituut voor Biotechnologie,^[127] Anses,^[128] University of California, Riverside^[129]) nannten ähnliche und zusätzliche Kritikpunkte an der Studie.^{[130][131]} Gerd Gigerenzer und Walter Krämer erklärten die Studie von Seralini u. a. am 28. September zur "Unstatistik" des Monats September. Aus statistischer Sicht sei die Meldung, dass genmodifizierter Mais Krebs erzeugen soll, nur als Unfug zu bezeichnen. Die beobachteten Unterschiede in der Krebsmortalität seien nicht signifikant, könnten also sehr leicht allein durch Zufall aufgetreten sein. Dies sei auch daran erkennbar, die die Gruppe von Ratten, welche mit dem höchsten Anteil an Gen-Mais gefüttert wurden, tatsächlich die höchste Überlebensrate hatte.^[132] Michael Antoniou, Molekularbiologe am King's College London und Berater von Seralinis Team sieht in den Ergebnissen der Studie zwei wesentliche Aspekte. Zum einen zeige sich die Notwendigkeit, Fütterungsstudien auf zwei Jahre auszudehnen, zum anderen sei bei Herbiziden und Pestiziden im Kontext einer Toxizitätsprüfung nicht nur der einzelne Wirkstoff zu testen, sondern die gesamte Formulierung in ihrem agrarwirtschaftlichen Zusammenhang. Carl Zimmer^[133] (Discover), Steven Novella^[134] (Yale University),

Thomas Lumley^[135] (Universität Auckland) und weitere Kommentatoren^{[136][137][138][139][140][141]} kritisierten, dass Seralini es Journalisten nicht gestattete, die Studie vor der Veröffentlichung anderen Wissenschaftlern zu zeigen, um unabhängige Einschätzungen zu erhalten. Laut Zimmer sollte so ein maximaler medialer Effekt ohne kritische Expertenstimmen erzielt werden und nannte dies eine "widerliche, korrupte Art, Wissenschaftskommunikation zu betreiben".^{[142][143]}

Monsanto schrieb in einer Reaktion am 20. September, die Studie von Seralinis Gruppe entspreche nicht den akzeptablen Mindeststandards für derartige wissenschaftliche Studien, die Ergebnisse würden durch die vorgelegten Daten nicht gestützt, und die Schlussfolgerungen besäßen für die Zwecke einer Sicherheitsbewertung keine Relevanz. Monsantos Toxikologen und Experten für öffentliche Gesundheit hätten mehrere grundlegende Probleme hinsichtlich der Anlage der Studie festgestellt. Abgesehen davon existiere kein plausibler Mechanismus, der die berichteten Ergebnisse erklären könnte, und die Ergebnisse wichen von vorhandenen extensiven Erfahrungen und wissenschaftlichen Studien ab.^[144]

Im *Nouvel Observateur* nahm Joel Spiroux, Co-Autor der Studie, zu Kritikpunkten Stellung (20. September). Bezüglich der Kritik, dass die Menge der untersuchten Tiere zu gering gewesen sei, gab Spiroux an, dass die Gesamtzahl sowie die Anzahl von 20 pro Versuchsgruppe analog zu derjenigen sei, die Monsanto bei dreimonatigen Fütterungsstudien verwende. Zudem seien mehrere toxische Parameter untersucht worden. Ein Versuch mit einer höheren Grundmenge hätte den finanziellen Rahmen überfordert. Die im Versuch verwendete Rattenlinie würde aufgrund ihrer stabilen Merkmalsausprägung, z.B. bezüglich Gewicht u.ä. seit langem weltweit in der Forschung zu Toxizitätsprüfungen und Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen eingesetzt werden, auch von Firmen, die diese herstellen. Zur Kritik, dass die Zusammensetzung des Futters nicht detailliert bekannt gegeben worden sei, berief sich Spiroux auf gängige Standards bei diesen Studien. Des Weiteren sprach er sich für eine Gegenexpertise von unabhängigen Forschern aus.^[145]

Der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBIO) erklärte am 21. September, dass die Studie erhebliche Mängel aufweise. Die Studie liefere nach Ansicht des VBIO keine neuen Anhaltspunkte, die aktionistische Schlussfolgerungen rechtfertigen.

In einem Kommentar der *Wirtschaftswoche* (22. September) stellt Susanne Kutter dar, dass im Bereich Grüne Gentechnik eine sachliche Grundhaltung seitens der Wissenschaft selten ist. So sei es mittlerweile Usus, dass bei Erscheinen einer Studie zum Thema den Autoren von der Gegenseite Käuflichkeit entweder von der Agro-Industrie oder Greenpeace vorgeworfen werde. Die Reaktionen auf Seralinis Studie bildeten hier keine Ausnahme. Der US-Konzern Monsanto habe ein vier Seiten umfassendes Schreiben, das kritische Stimmen zu Seralinis Studie listenförmig aufzähle, als Reaktion auf die Studie herausgegeben, "damit vor allem Journalisten die kritischen Stimmen nicht übersehen sollten". Seralini habe sich andererseits geweigert, der EFSA seine Originaldaten zur Verfügung zu stellen, da er bei dieser Behörde, die die Maissorte NK 603 zugelassen hat, einen Interessenskonflikt sehe. Die Studie Seralinis sei so innerhalb kürzester Zeit zum "Gegenstand einer Schlammschlacht geworden". Daher sei das Ergebnis und die Bedeutung von Seralinis Studie schwer zu evaluieren.^[146] Hervé Kempf von *Le Monde* warf am 22. September die Frage auf, warum ein renommierter Universitätsprofessor wie Seralini zu einem Forschungsprojekt von öffentlichem Interesse Geld privater Stiftungen eruiere müsse, anstatt dass staatliche Stellen von sich aus staatlich verortete Forscher mit neutralen und vertiefenden Forschungen zum Thema beauftragt hätten. So hätten sich Institutionen wie das *Centre national de la recherche scientifique* oder das *Institut national de la recherche agronomique* wiederholt auf Studien- gesteuert durch Agrarkonzerne- gestützt, deren vollständiger Datensatz wegen des Geschäftsgeheimnisses oft nicht offengelegt worden sei. Seralini habe durch sein Agieren in den Medien dieses Problem öffentlich gemacht. Kempf sieht hinter den wissenschaftlichen Auseinandersetzungen zur Schädlichkeit des Produkts oder der Technologie auch ein Drama, das frei nach Shakespeare die Beziehung zwischen Geld und Wahrheit widerspiegele.^[147]

Zahlreiche Wissenschaftler von INRA, CNRS und weiteren Forschungseinrichtungen kritisierten in einer am 27. September veröffentlichten Petition die Studie und ihre unkritische Medienrezeption und erinnerten an ein im selben

Journal erschienenen Review von 24 Studien, die alle die Sicherheit transgener Lebensmittel bestätigten. Auch verwiesen sie darauf, dass keine Gesundheitsbehörde irgend welche Gesundheitsbedenken für die Millionen von Nutztieren äußerte, die seit mehr als zehn Jahren gentechnisch veränderte Pflanzen fressen, inklusive NK603. Die Wissenschaftler fordern eine Wiederholung der Studie unter strenger Aufsicht von Anses.^[148]

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlichte am 28. September eine Stellungnahme zu der Studie.^[149] Die These, dass Ratten, die ihr Leben lang gentechnisch veränderten Mais erhalten, früher sterben als Tiere, die mit konventionellen Mais gefüttert werden, sei experimentell nicht ausreichend belegt. Reiner Wittkowski, Vizepräsident des Bundesinstituts, sagte: „Die Studie hat sowohl Schwächen im Design als auch in der statistischen Auswertung, so dass die Schlussfolgerungen der Autoren nicht nachvollziehbar sind“. Auch die Aussage, dass möglicherweise die Langzeitaufnahme des glyphosathaltigen Pflanzenschutzmittels Roundup zu schweren Gesundheitsschäden und früherem Versterben führen, sei nicht ausreichend belegt. Zu Glyphosat als herbizidem Wirkstoff lägen zahlreiche Langzeitstudien vor. Krebs, eine höhere Sterblichkeit oder Einflüsse auf das Hormonsystem der Versuchstiere, wie sie die Autoren in der Publikation berichten, seien in diesen Untersuchungen nicht beobachtet worden. Das BfR hat die Autoren deshalb gebeten, den gesamten Studienbericht inklusive der Daten zu den Versuchstieren einzureichen und einen Fragenkatalog zu einer weiterführenden Bewertung der Ergebnisse erstellt.^[150]

Das Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) veröffentlichte am 1. Oktober eine Bewertung der Studie von Seralini u. a. RIVM kommt zu dem Schluss, dass die Studie zur Feststellung von Kanzerogenität nicht geeignet sei. Die Zahl der Ratten sei zu klein und es fehle eine statistische Analyse.^[151]

FSANZ veröffentlichte Anfang Oktober eine vorläufige Stellungnahme zur Studie. FSANZ hält die Relevanz der Studie für begrenzt, vor allem aufgrund der kleinen Zahl der Versuchstiere, selektiver Datenberichterstattung und der Häufigkeit von Tumoren beim verwendeten Rattenstamm. Die angegebene Toxizität von Roundup sei nicht plausibel und widerspreche ordentlich angelegten und durchgeführten Langzeitstudien mit dem Wirkstoff Glyphosat in mehreren Tierarten, wo bei höheren Dosen keine Effekte beobachtet worden seien.^[152]

Die EFSA veröffentlichte am 4. Oktober eine erste Auswertung der Seralini-Studie.^[153] Die Behörde gelangte zu dem Schluss, dass die Studie nicht den wissenschaftlichen Ansprüchen genügt, um für eine Risikobewertung in Betracht gezogen zu werden. Die EFSA befand das Studiendesign sowie die Präsentation und Interpretation der Studienergebnisse als unzulänglich. Sie bat die Autoren Seralini u. a., wichtige zusätzliche Informationen zur Verfügung zu stellen.^[154]

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) gelangte in einer ersten, am 5. Oktober veröffentlichten Bewertung der Studie zu dem Ergebnis, dass die Schlussfolgerungen der Autoren nicht gerechtfertigt sind. Gründe dafür seien Unzulänglichkeiten des Studiendesigns sowie die Art der Datenauswertung und der Datenpräsentation.^[155]

Am 19. Oktober erklärten die Académie d'agriculture de France, die Académie nationale de Médecine, die Académie nationale de pharmacie, die Académie des sciences, die Académie des technologies, und die Académie vétérinaire de France in einer gemeinsamen Stellungnahme, dass die Studie von Seralini u. a. aufgrund zahlreicher methodischer und interpretatorischer Unzulänglichkeiten die in vorhergehenden Studien festgestellte gesundheitliche Unbedenklichkeit von NK603 oder anderen zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen nicht in Frage stellen könne.^[156] Der am 24. September von mehreren französischen Ministerien mit einer Beurteilung der Studie beauftragte Haut Conseil des biotechnologies (HCB) veröffentlichte am 19. Oktober seine Stellungnahme. Der HCB kam zu dem Schluss, dass die Studie von Seralini u. a. einen Kausalzusammenhang zwischen den beobachteten Tumoren und NK603 oder Roundup nicht belege.^[157] In der Folge erklärte die französische Regierung, es gebe keinen Grund, die Zulassungen von NK603 oder Roundup in Frage zu stellen.^[158]

Die von der französischen Regierung mit einer Bewertung beauftragte Lebensmittelbehörde Anses veröffentlichte am 22. Oktober ihre Ergebnisse. Anses zufolge zieht die Studie von Seralini u. a. vorherige Zulassungsstudien zu NK603 und Roundup nicht in Zweifel. Anses verweist jedoch auf eine kleine Zahl von Langzeitstudien und fordert

die nationale und europäische Finanzierung groß angelegter Studien, um verbleibende Wissenslücken über Gesundheitsrisiken zu schließen.^[159]

Am 28. November veröffentlichte EFSA eine abschließende Bewertung der Studie. Demnach erfülle die Studie akzeptable wissenschaftliche Standards nicht und könne frühere Sicherheitsbewertungen von NK603 nicht in Zweifel ziehen. EFSA berücksichtigte dabei auch unabhängige Bewertungen der Studie seitens Institutionen in Belgien (Belgian Biosafety Advisory Council), Dänemark (Dänemarks Technische Universität), Frankreich (Anses, HCB), Deutschland (BVL, BfR), Italien (Istituto Superiore di Sanità, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Tosca) und den Niederlanden (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit).^[160]

Die Studie wurde im November 2013 seitens der Fachzeitschrift zurückgezogen, da die "vorgelegten Ergebnisse keine Schlussfolgerung zulassen".^{[161][162]} Hiergegen verwahrten sich die Autoren nachdrücklich.^[163]

Umweltrisiken

Eine Minderheit von Fachleuten sowie viele Umweltorganisationen vertreten die Ansicht, dass beim Anbau von transgenem Mais verschiedene Umweltrisiken bestehen. Sie argumentieren,

- dass neben den Zielinsekten auch weitere Organismen geschädigt werden können,
- dass ein Anbau von transgenem Mais in Mexiko durch Auskreuzungen auf wilde Artverwandte die Biodiversität verringern könnte.

Ein 2007 veröffentlichtes Review von wissenschaftlicher Literatur und Studien internationaler Organisationen aus 10 Jahren kam zu dem Schluss, dass keine wissenschaftlichen Beweise für Umweltschäden durch die bisher kommerzialisierten transgenen Pflanzen existierten. Vor der Zulassung einer neuen transgenen Sorte zum Anbau sind umfangreiche Sicherheitsstudien erforderlich, die in der Regel mehrere Jahre dauern. Eine neue Sorte darf nur dann zugelassen werden, wenn eine Unbedenklichkeit für die Umwelt bestätigt wurde. Nach dem Beginn des kommerziellen Anbaus einer neuen Sorte ist in der EU zudem ein anbaubegleitendes Monitoring vorgesehen.^[1]

Nichtzielorganismen

Das Bt-Toxin Cry1Ab ist für einige Arten der Gattung Schmetterlinge giftig. Anders als der Maiszünsler ernähren sich nur sehr wenige Schmetterlingsarten von Mais, könnten aber theoretisch indirekt über Bt-Maispollen geschädigt werden, die auf ihrer Nahrung landen. Eine 1999 veröffentlichte Laborstudie stellte eine Schädigung von Monarchfaltern fest, wenn sie mit Bt-Maispollen des Events 11 gefüttert wurden.^[164] Daraus wurden in der Öffentlichkeit Befürchtungen abgeleitet, der Anbau von Bt-Mais könnte Populationen des Monarchfalters reduzieren. Wissenschaftler hingegen betonten, dass das Fütterungsexperiment diese Befürchtungen nicht rechtfertige. Weitere Laborexperimente fanden, dass Pollen des Events 176 Monarchfalterlarven schädigen, woraufhin das Event vom Markt genommen wurde. Feldstudien hingegen fanden keine Effekte auf Larven durch die verbreiteten Bt-Maisevents (MON810 und Bt 11), die 80mal weniger Toxin produzieren als Event 176. Feldstudien zeigten zudem, dass die in den Laborstudien verwendeten Pollenmengen unter Feldbedingungen unrealistisch hoch seien, und suggerierten, dass die Pollen von Event 11 möglicherweise mit anderen Pflanzenteilen vermischt wurde. Für die derzeit zugelassenen Events seien extrem hohe Pollendichten notwendig, um eine Schädigung von Larven zu erreichen. Zudem fanden Felduntersuchungen, dass nur ein geringer Anteil von 0,8 % der Monarchfalterpopulation Bt-Maispollen ausgesetzt sei. Die natürlich Mortalität von 80 % während der Larvenphase müsse zudem berücksichtigt werden, ebenso wie andere Faktoren, wie Verluste durch Habitatzerstörung, Einsatz von Insektiziden sowie Kollisionen mit Autos.^[1] Eine 2010 veröffentlichte Simulation suggeriert, dass selbst unter pessimistischen Annahmen ein flächendeckender Anbau von Bt-Mais in Europa kaum negative Effekte auf Schmetterlingsarten hätte. In allen Regionen war die maximale errechnete Sterblichkeitsrate bei Tagpfauenauge und Admiral weniger als einer von 1572 Schmetterlingen, bei der Kohlmotte eine von 392. Im Mittel aller Regionen lag sie für Tagpfauenauge und Admiral bei einem von 5000, für die Kohlmotte bei einer auf 4367.^[165]

Zudem wurden die Auswirkungen auf Nützlinge wie natürliche Feinde und Bestäuber untersucht.

In Labor- und Gewächshausstudien waren natürliche Feinde wie Florfliegen dann negativ betroffen, wenn ihre Beute durch Bt-Toxine geschädigt wird. Feldstudien zeigten, dass natürliche Feinde aufgrund der geringeren Beuteverfügbarkeit in Bt-Feldern seltener vorhanden waren, diese Reduktion jedoch keine Auswirkungen auf die Population habe. Florfliegen und andere natürliche Feinde sind polyphag, und daher von der Reduktion bestimmter Beutearten nicht stark betroffen.

Zudem würden auch andere Instrumente der Schädlingsbekämpfung das Nahrungsangebot von natürlichen Feinden beeinflussen, und die meisten gegenwärtig genutzten Insektizide (vor allem Breitbandinsektizide wie Pyrethroide und Organophosphate) hätten stärkere negative Auswirkungen auf natürliche Feinde als Bt-Toxine. Zudem zeigen viele Untersuchungen, dass Unterschiede zwischen verschiedenen konventionellen Maissorten im Hinblick auf Effekte auf Nichtzielorganismen größer sind als die Unterschiede zwischen einer Bt-Maissorte und ihrer konventionellen Entsprechung.

Bei zahlreichen Untersuchungen konnten keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen Anbauflächen konventioneller Maissorten und Bt-Maissorten auf Bodenmakroorganismen (Fadenwürmer, Springschwänze, Landasseln, Milben und Regenwürmer) festgestellt werden. Die Forscher empfehlen jedoch weitere Studien, abhängig vom Anbaugebiet unterschiedliche Regenwurmarten in Maisfeldern vorkommen können. Eine Gefährdung regionaler Arten durch Bt-Toxine sollte in Laboruntersuchungen vor einem Anbau geklärt werden.^{[166][167]}

Eine 2007 erschienene Metaanalyse wertete 42 Feldexperimente mit Wirbellosen aus. Demnach sind Nichtzielorganismen generell zahlreicher vorhanden in Bt-Baumwoll- und Bt-Maisfeldern als in konventionellen Feldern, die mit Insektiziden behandelt wurden. Bestimmte Taxa kamen jedoch in konventionellen Feldern ohne Insektizidbehandlung häufiger vor als in Bt-Feldern.

Eine 2013 veröffentlichte Metaanalyse von 13 unabhängigen in Spanien durchgeführten Feldversuchen zu 26 Taxa von Gliederfüßern fand keine signifikanten Effekte (Comas u. a., 2013).

Kontroverse um deutsches Anbauverbot von 2009 - Marienkäferlarven

Die deutsche Bundesregierung verhängte im April 2009 ein Anbauverbot von MON810, welches sie vor dem Hintergrund der Schutzklausel mit der Veröffentlichung zweier neuer Studien rechtfertigte. Diese beiden Studien untersuchten in Laborexperimente die Auswirkungen von Bt-Mais auf Daphnien (Bøhn u. a., 2008) und Marienkäfer (Schmidt u. a., 2009) und fanden jeweils negative Effekte. Die Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit konstatierte in einer 2009 veröffentlichten Prüfung der Studien, dass diese eine Reihe gravierender Mängel aufwiesen und nicht belegen, dass MON810 eine Gefährdung von Nicht-Zielorganismen unter Anbaubedingungen hervorrufe.^[168] Ricroch u. a. (2010) untersuchten die Studienlage und insbesondere die beiden neuen Studien. Sie verwiesen auf 41 zwischen 2008 und 2009 veröffentlichte Studien, die fast alle keine negativen Effekte gefunden hätten, und 376 zwischen 1996 und 2008 erschienene Publikationen sowie jüngere Meta-Analysen, die ebenso wenig auf konsistente Effekte hingedeutet hätten. Ricroch u. a. (2010) kamen zu dem Schluss, dass die deutsche Regierung den Wissensstand ignoriert und stattdessen selektiv Einzelstudien herausgegriffen habe. Rauschen (2010) attestierte Schmidt u. a. (2009) mehrere methodische Unzulänglichkeiten und Inkonsistenzen sowie ein Ignorieren der vorhandenen Literatur, und bezeichnete die Ergebnisse und Interpretationen von Schmidt u. a. (2009) und ihre Beanspruchung durch die deutsche Regierung als fehlgeleitet. Álvarez-Alfageme u. a. (2011) führten unter Verweis auf Unzulänglichkeiten von Schmidt u. a. (2009) mehrere Experimente unter als realistischer betrachteten Expositionsszenarien durch, die im Ergebnis eine Empfindlichkeit von Marienkäferlarven gegenüber Cry1Ab und Cry3Bb1 nicht bestätigen konnten. Die ZKBS bekräftigte 2011 unter Verweis auf Álvarez-Alfageme u. a. (2011) und Porcar u. a. (2010), dass sie die zu erwartenden Risiken durch den Anbau von MON810 als vernachlässigbar einschätze.^[169] Die Gruppe um Angelika Hilbeck, die Schmidt u. a. (2009) veröffentlichte, stellte in einer 2012 veröffentlichten Studie erneut fest, dass Cry1Ab zu einer erhöhten Sterblichkeit bei Marienkäferlarven führe. Hilbeck u. a. (2012) werfen der Romeis-Gruppe der staatlichen Forschungsanstalt Agroscope, Zürich, die 2010

unter Bezug auf die Hilbeck-Studie zu anderen Ergebnissen kam, vor, dass diese bei ihrer Studie die Larven einer zu geringen Menge an Bt-Protein ausgesetzt hätten und deshalb kein Effekt zustande gekommen sei. Der Fütterungsversuch der Hilbeck-Gruppe von 2009 lief kontinuierlich über zehn Tage, die Romeis-Gruppe gab die Bt-haltige Zuckerlösung den Larven nur viermal, immer zu Beginn eines neuen Larvenstadiums, über 24 Stunden. Um zu demonstrieren, dass diese Versuchsanordnung nicht ausreichend sei, führten Hilbeck u. a. 2012 einen Vergleichsversuch mit Maiszünslerlarven durch, gegen welche das Bt-Gen tödlich wirkt. Einer Gruppe wurde sieben Tage lang kontinuierlich Bt-Mais gegeben, der anderen einmalig über 24 Stunden. Bei der ersten Gruppe verstarben alle Larven, wohingegen in der zweiten nur ein Teil der maiszünslerlarven verstarb.^[170] Romeis u. a. (2012) betonten in einer Replik auf Hilbeck u. a. (2012), dass das von Cry1Ab ausgehende Risiko vernachlässigbar sei, weil es keine Belege für Schädigungen unter realistischen Expositionsmengen gebe. 2012 warf die Gruppe um Bøhn Ricroch u. a. (2010) schwere wissenschaftliche Fehler, Inkonsistenzen und systematische Selektion von Studienergebnissen vor (Bøhn u. a., 2012).

Honigbienen

Eine Verbindung zwischen Bt-Mais und Bienensterben wurde von Experimenten in Deutschland aufgeworfen.^[171] Eine zwischen 2001 und 2004 durchgeführte Untersuchung der Universität Jena untersuchte Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Biene. Generell konnte eine chronisch toxische Wirkung von Bt-Mais der Sorten Bt176 und Mon810 auf gesunde Honigbienenvölker nicht nachgewiesen werden. Berücksichtigt man die extremen Versuchsbedingungen (Dauer von sechs Wochen, erhöhter Bt-Toxingehalt), dann könne eine toxische Wirkung auf gesunde Bienen unter natürlichen Bedingungen nach den erfolgten umfangreichen Untersuchungen mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden. Dieses Ergebnis werde zusätzlich dadurch untermauert, dass Honigbienen selbst in den Agrarräumen mit großen Maisschlägen nur wenig Maispollen sammeln, wenn andere Pflanzen als Pollenquellen zur Verfügung stehen (weniger als drei Prozent).^[172] Als im ersten Untersuchungsjahr die Bienenvölker mit Parasiten (Mikrosporidien) befallen wurden, starben signifikant mehr Bienen, die Pollen mit Bt-Toxinen als Nahrung erhielten. Eine Wechselwirkung des Toxins und Pathogens auf die Epithelzellen des Darms der Honigbiene wird angenommen. Wurde den Bienen ein prophylaktisches Antibiotikum verabreicht zeigten sich keine Unterschiede.^[173]

Die Jenaer Studie wurde nie in einer Fachzeitschrift publiziert und konnte nicht repliziert werden.^{[171][174]}

Vor diesen Experimenten hatten jedoch zahlreiche Studien die Wirkung von Bt-Toxinen auf Bienen untersucht. Kanadische Wissenschaftler fanden keinen Effekt von Pollen des Bt-Mais auf die Bienensterblichkeit. Mexikanische Wissenschaftler konnten keinen Effekt von verschiedenen Sirupen mit Cry1Ab-Protein auf Bienenkolonien feststellen. Die tausendfache der in Pollen enthaltenen Dosis von Cry3b erzeugte keine toxischen Effekte bei Bienenlarven, und die Fütterung von Honigbienen mit Pollen des Cry1Ab-Mais übte keinen Einfluss auf Überlebensrate, Darmflora, oder die Entwicklung der hypopharyngealen Drüsen, in denen die proteinreiche Nahrung für die Brut produziert wird.^[175] Eine 2008 veröffentlichte Meta-Analyse von 25 unabhängigen Studien zu den Auswirkungen von Bt-Toxinen auf die Mortalität von Honigbienen fand keine negativen Effekte der derzeit zugelassenen transgenen Pflanzen auf die Überlebensraten von Larven oder erwachsenen Bienen.

Demnach gibt es keine Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur, welche die Hypothese eines direkten oder indirekten Schadens durch zugelassene transgene Pflanzen stützen. Zudem besteht bei Bienen nur ein geringer Anteil der Proteinaufnahme aus Pollen. Letztlich gibt es auch einen Mangel an geographischer Korrelation zwischen dem Anbau von transgenen Pflanzen und dem Auftreten von Bienensterben. Beispielsweise kam es zu einem Bienensterben in der Schweiz, in der kein Anbau stattfindet.

Laut einem 2007 erschienenen Review zeigten Fütterungsstudien von Larven und adulten Tieren mit Cry1Ab keine Effekte, und weitere Studien, inklusive Feldstudien, hätten dies bestätigt.

Biodiversität

In Mexiko ist der Anbau von transgenem Mais seit 1998 verboten, um Landrassen und wilde Verwandte vor möglichen Auskreuzungen zu schützen. Nach Zeitungsberichten widersetzen sich mexikanische Bauern jedoch diesem Verbot und bauen Bt-Mais an. 2001 veröffentlichte Nature eine kontroverse Studie, die über einen Fund von Transgenen in mexikanischen Mais-Landrassen berichtete. Nature zog die Veröffentlichung wenige Monate später zurück, da "die Datenlage die Veröffentlichung nicht rechtfertigte".^[176] Eine 2009 veröffentlichte Studie fand in 1 % von über 100 untersuchten Feldern in Mexiko Bt-Gene in Mais-Landrassen. Dabei ist unklar, ob eine gentechnische Einbringung des Bt-Gens in Landrassen illegalerweise vorgenommen wurden, oder ob die Gene von regulären, illegal angebauten Bt-Maissorten unbeabsichtigt ausgekreuzt wurden.^[177] Nach einer Verknappung des Maisangebots Anfang 2007 forderte der mexikanische Bauernverband die Zulassung von transgenem Mais für den Anbau.^[178] Im Oktober 2009 wurden zwei Genehmigungen für den Versuchsanbau von transgenem Mais auf knapp 13 ha erteilt. Thema der Untersuchungen ist unter anderem die Frage, ob Mexiko mit transgenen Sorten seine Abhängigkeit von Importen verringern kann.^[179] Fast 2000 Wissenschaftler protestierten in einer Petition gegen die Genehmigungen, da ihrer Ansicht nach Auskreuzungen auf Landrassen nicht verhindert werden können.^[180] Die Zulassungsbehörden hingegen betonen, dass ein Abstand von 500m zu konventionellen Feldern eingehalten wird. Zudem soll die Aussaat zu unterschiedlichen Zeitpunkten stattfinden, und umliegende Bauern bezüglich möglicher Auskreuzung befragt werden. Es gibt bisher keine wissenschaftlichen Hinweise dafür, dass eine mögliche Auskreuzung von Transgenen die Biodiversität des Mais verringern könnte. Der Genfluss, der Austausch von Genen zwischen Kultur- und Wildsorten, ist ein natürlicher Vorgang. Ob sich Gene aus konventionellen Hochleistungssorten oder transgenen Sorten in Landsorten dauerhaft etablieren und dadurch die Biodiversität verringern, hängt letztlich davon ab, ob sie den Nachkommen einen Selektionsvorteil verleihen. Laut dem internationalen Mais- und Weizenforschungsinstitut nimmt die Vielzahl der Maisrassen in Mexiko allein durch Einkreuzungen aus Kultursorten nicht ab.^[181]

Weblinks

- Datenbank „transgen“^[182]
- bioSicherheit: Sicherheitsforschung Bt-Mais^[183]

Einzelnachweise

- [1] GM Approval Database (<http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/default.asp>). Abgerufen am 11. Februar 2014.
- [2] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Zugelassene Pflanzenschutzmittel. Abgerufen am 30. Juli 2012 (https://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/psm_ZugelPSM_node.html)
- [3] Bravo A, Gill S, Soberón M (2007). „*Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control*“. Toxicon 49 (4): 423-35. doi:10.1016/j.toxicon.2006.11.022. PMID 17198720
- [4] Aaron J. Gassmann, Jennifer L. Petzold-Maxwell, Ryan S. Keweshan, Mike W. Dunbar (2011): *Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm*, PLoS ONE 6(7): e22629. doi:10.1371/journal.pone.0022629
- [5] *Verbot von Genmais - Monsanto scheitert erneut vor Gericht*. (<http://www.sueddeutsche.de/wissen/verbot-von-genmais-monsanto-scheitert-erneut-vor-gericht-1.458043>) In: *Süddeutsche Zeitung*. 28. Mai 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [6] Rita Batista & Maria Margarida Oliveira: „*Facts and fiction of genetically engineered food*“. (<http://www.ask-force.org/web/Food/Batista-Facts-Fiction-GM-Food-2009.pdf>) (PDF; 414 kB) "Trends in Biotechnology Band 27(5), S. 277–286. doi:10.1016/j.tibtech.2009.01.005
- [7] Der Mais, der nur als Futtermittel zugelassen war. (<http://www.transgen.de/archiv/35.doku.html>) Transgen.de, 5. Dezember 2002.
- [8] Andreas Bauer-Pankus, Christoph Then: Stellungnahme zum Antrag auf Marktzulassung von gentechnisch verändertem Mais 1507 ([https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Stellungnahme Testbiotech 1507 Mais_korr.pdf](https://www.testbiotech.org/sites/default/files/Stellungnahme%20Testbiotech%201507%20Mais_korr.pdf)), April 2010
- [9] <http://ca.expasy.org/enzyme/2.3.1.183>
- [10] ISAAA: GM Approval Database (<http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/event/default.asp?EventID=113>). Abgerufen am 11. Februar 2014.
- [11] Abstimmung in Brüssel: Keine ausreichende Mehrheit gegen Gentechnik-Mais 1507 (<http://www.transgen.de/aktuell/1766.doku.html>). Abgerufen am 11. Februar 2014.

- [12] Monsanto und BASF legen Entdeckung eines Gens offen, das Mais vor Trockenheit schützt (http://www.vbio.de/informationen/alle_news/e17162?news_id=7328)
- [13] Ein wassereffizienter Mais für Afrika (<http://www.transgen.de/pflanzenforschung/klimawandel/1683.doku.html>). Transgen.de, 16. August 2012. Abgerufen am 25. September 2012.
- [14] China gibt grünes Licht für den Anbau von gentechnisch verändertem Reis und Mais (<http://www.transgen.de/aktuell/1138.doku.html>). Transgen.de, 28. November 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [15] KJ Kramer, TD Morgan, JE Throne, FE Dowell, M Bailey, JA Howard: *Transgenic avidin maize is resistant to storage insect pests*. Nature Biotechnology 18(6), 2000, S. 670–674. PMID 10835608. doi:10.1038/76531
- [16] YC Zhu, JJ Jr Adamczyk, S West S.: *Avidin, a potential biopesticide and synergist to Bacillus thuringiensis toxins against field crop insects*. Journal of Economic Entomology 98(5), 2005, S. 1566–1571. PMID 16334325.
- [17] Christeller, J., Markwick, N., Burgess, E., Malone, L. (2010): *The Use of Biotin-Binding Proteins for Insect Control*. Journal of Economic Entomology. Vol. 103, Nr. 2, S. 497–508. doi:10.1603/EC09149
- [18] JA Gathouse: *Biotechnological Prospects for Engineering Insect-Resistant Plants* (<http://www.plantphysiol.org/content/146/3/881.long>). Plant Physiology 146, S. 881–887, 2008. PMID 18316644
- [19] Der Bioethanol-Mais (http://www.transgen.de/pflanzenforschung/nachwachsende_rohstoffe/1031.doku.html). Transgen.de, 14. April 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [20] USDA approves Corn Amylase Trait for Enogen (<http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/news-releases/Pages/en-110211.aspx>) (englisch). Syngenta.com, 11. Februar 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [21] Insect Resistance Management Fact Sheet for Bacillus thuringiensis (Bt) Corn Products (http://www.epa.gov/opppdpd1/biopesticides/pips/bt_corn_refuge_2006.htm). EPA, 9. Mai 2012. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [22] James, C. (2010): *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009* (<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/executivesummary/default.asp>). ISAAA Brief No. 41. ISAAA: Ithaca, NY.
- [23] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Flächennutzung (http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb09_jahrtabf1.asp), 13. Oktober 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [24] FAO (2010): FAOSTAT. FAO, Rome.
- [25] Mais. (<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html>) Übersicht von Transgen.de, 12. Juli 2012. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [26] Gentechnisch veränderte Pflanzen, Lebens- und Futtermittel: Zulassungen in der EU (<http://www.transgen.de/zulassung/gvo>). Transgen.de.
- [27] Ergebnisse von bundesweitem GVO-Saatgut-Monitoring liegen vor (<http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56281/>). Umweltministerium Baden-Württemberg, 12. Mai 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [28] "Illegaler Gen-Mais" ausgesät (<http://www.transgen.de/aktuell/1181.doku.html>). Transgen.de, 6. Juni 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [29] Deutschland verbietet Anbau von Genmais (<http://www.sueddeutsche.de/tt211/wissen/337/464931/text/>) Süddeutsche Zeitung vom 13. Mai 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [30] Anbauverbot gentechnisch veränderten Mais in Österreich und Ungarn bleibt. (<http://www.transgen.de/archiv/1028.doku.html>) Transgen.de, 2. März 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [31] [www.bvl.bund.de: Bescheid des Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit](http://www.bvl.bund.de/Bescheid_des_Bundesamt_für_Verbraucherschutz_und_Lebensmittelsicherheit) (http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/08_PresseInfothek/mon_810_bescheid.html), Az 6788-02-13 (C/F/95/12-02), 17. April 2009.
- [32] Aigner verbietet den Anbau von MON810 (<http://www.bmelv.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/2009/063-AI-Mon810.html>). Pressemitteilung des BMEVL vom 14. April 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [33] Gemeinsame Erklärung der Wissenschaftsorganisationen zur Grünen Gentechnik (<http://bildungsklick.de/pm/67701/gemeinsame-erklaerung-der-wissenschaftsorganisationen-zur-gruenen-gentechnik/>). bildungsklick.de, 16. April 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [34] [www.bvl.bund.de: Stellungnahme der ZKBS zur Risikobewertung von MON810 – Neue Studien zur Umweltwirkung von MON810](http://www.bvl.bund.de/Stellungnahme_der_ZKBS_zur_Risikobewertung_von_MON810_-_Neue_Studien_zur_Umweltwirkung_von_MON810) (http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/04_Pflanzen/MON810_Neubewertung_2009_Kurzfassung.pdf), Az. 6788-02-13, 7. Juli 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [35] Keine neuen Hinweise auf Umweltrisiken durch Gentechnik-Mais MON810. (<http://www.transgen.de/aktuell/1087.doku.html>) Transgen.de, 22. Juli 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [36] Agnès Ricroch, Jean Baptiste Bergé, Marcel Kuntz (2009): *Is the German suspension of MON810 maize cultivation scientifically justified?* (<http://www.springerlink.com/content/r6052757667ng364/>) Transgenic Research, Vol. 19, Nr. 1, S. 1–12.
- [37] Französische Forscher kritisieren MON810-Verbot. (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/629/geringer-respekt-gegenueber-wissenschaftlichen-fakten.html>) Biosicherheit.de, 16. Juli 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [38] VG Frankfurt (Oder) · Beschluss vom 13. Juli 2007 · Az. 7 L 170/07. (<http://openjur.de/u/276038.html>) Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [39] Der Gerichtshof äußert sich zu den Voraussetzungen, unter denen die französischen Behörden den Anbau der Maissorte MON 810 vorübergehend verbieten durften. (<http://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2011-09/cp110086de.pdf>) (PDF; 92 kB) Gerichtshof der Europäischen Union, Pressemitteilung Nr. 86/11, 8. September 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [40] taz.de (<http://www.taz.de/Gericht-kippt-Genmais-Verbot/!121109/>)

- [41] Europäische Regelungen zur Gentechnikzeichnung von Lebensmitteln. (<http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Pflanze/GrueneGentechnik/EuropaeischeRegelungen.html?nn=374518>) BMELV, abgerufen am 30. Juli 2012.
- [42] Bayerischer Verwaltungsgerichtshof: Beschluss vom 21. Juni 2007 (Aktenzeichen: 22 CE 07.1294). (<http://www.vgh.bayern.de/BayVGH/presse/07a01294b.pdf>) (PDF; 69 kB) Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [43] Honig vor Gericht: Sind Pollen aus gentechnisch veränderten Pflanzen im Honig erlaubt oder verboten? (<http://www.transgen.de/lebensmittel/einkauf/778.doku.html>) Transgen.de, 28. März 2012. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [44] Honig mit Pollen aus gentechnisch veränderten Pflanzen: Zulassung erforderlich. (<http://www.transgen.de/aktuell/1637.doku.html>) Transgen.de, 6. September 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [45] Honig und Nahrungsergänzungsmittel, die den Pollen eines GVO enthalten, sind aus GVO hergestellte Lebensmittel, die nicht ohne vorherige Zulassung in den Verkehr gebracht werden dürfen. (<http://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2011-09/cp110079de.pdf>) (PDF; 84 kB) Pressemitteilung 79/11. Urteil in der Rechtssache C-442/09 Karl Heinz Bablok u. a. / Freistaat Bayern. EuGH, 6. September 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [46] Urteil: Honig mit gv-Pollen braucht Zulassung. (<http://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/root,did=130018.html?listBild=74462&>) Biotechnologie.de, 7. September 2011. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [47] Lebensmitteldatenbank: Honig. (<http://www.transgen.de/datenbank/lebensmittel/238.honig.html>) Transgen.de, 3. Januar 2012. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [48] G. Brookes, P. Barfoot: *Global impact of biotech crops: Socio-economic and environmental effects in the first ten years of commercial use*. (<http://www.agbioforum.org/v9n3/v9n3a02-brookes.htm>) AgBioForum, Vol. 9 Nr. 3 (2006), S. 139–151. (englisch)
- [49] G. Brookes, P. Barfoot: *Global impact of biotech crops: Environmental effects, 1996–2008*. (<http://www.agbioforum.org/v13n1/v13n1a06-brookes.htm>) In: *AgBioForum*. Vol. 13 Nr. 1 (2010), S. 76–94.
- [50] Marion Dolezel, Andreas Heissenberger, Helmut Gaugitsch: *Ökologische Effekte von gentechnisch verändertem Mais mit Insektenresistenz und/oder Herbizidresistenz* (http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/5/6/2/CH1052/CMS1134457515326/cms1200662494442_literaturstudie_mais_endbericht.pdf) (PDF; 2,6 MB) Bundesministerium für Gesundheit und Frauen: Forschungsberichte der Sektion IV Band 6/2005.
- [51] PG Economics: *Focus on yield - Biotech crops: evidence, outcomes and impacts 1996–2006* (<http://www.isaaa.org/Kc/inforesources/documentrepository/FocusOnYield-Aug2008.pdf>) (PDF; 369 kB) (englisch). Abgerufen am 5. August 2012.
- [52] Manuel Gómez-Barbero, Julio Berbel, Emilio Rodríguez-Cerezo: *Adoption and impact of the first GM crop introduced in EU agriculture: Bt maize in Spain* (<http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=1580>) (englisch). Gemeinsame Forschungsstelle der EU, Juni 2008.
- [53] crops.org (<https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/53/2/585>)
- [54] sciencedaily.com (<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/02/130206110920.htm>)
- [55] National Research Council (2010): *The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*. Washington, D.C.: The National Academies Press. (http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=12804&page=R1#)
- [56] W. D. Hutchison, E. C. Burkness, P. D. Mitchell, R. D. Moon, T. W. Leslie, S. J. Fleischer, M. Abrahamson, K. L. Hamilton, K. L. Steffey, M. E. Gray, R. L. Hellmich, L. V. Kaster, T. E. Hunt, R. J. Wright, K. Pecinovsky, T. L. Rabaey, B. R. Flood, E. S. Raun: *Areawide Suppression of European Corn Borer with Bt Maize Reaps Savings to Non-Bt Maize Growers*. (<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/330/6001/222>) In: *Science*. 8. Oktober 2010.
- [57] Bt-Mais: Weniger Schädlingsfraß, weniger Mykotoxine (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/575.mais-schaedlingsfrass-mykotoxine.html>)
- [58] B. Bakan, D. Melcion, D. Richard-Molard, B. Cahagnier: *Fungal Growth and Mycotoxin Content in Isogenic Traditional Maize and Genetically Modified Maize Grown in France and Spain*. In: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50, 2002, S. 728–731, .
- [59] Charles Benbrook: *Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. the first sixteen years*. (<http://www.enveurope.com/content/pdf/2190-4715-24-24.pdf>) In: *Environmental Sciences Europe*. 2012, 24, S. 24.
- [60] österreichisches Umweltbundesamt: HANDBUCH ZU MONITORING UND RESISTENZMANAGEMENT FÜR BT-MAIS (<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M144.pdf>) (PDF; 309 kB)
- [61] Doce años de estudios por parte del MARM confirman que el maíz transgénico Bt no tiene efectos negativos sobre el medio ambiente (<http://fundacion-antama.org/tras-doce-anos-de-estudios-el-marm-asegura-que-el-maiz-transgenico-bt-no-tiene-ningun-efecto-negativo-sobre-el-medio-ambiente/>) (spanisch)
- [62] Aaron J. Gassmann, Jennifer L. Petzold-Maxwell u.a.: *Field-Evolved Resistance to Bt Maize by Western Corn Rootworm*. In: *PLoS ONE*. 6, 2011, S. e22629, .
- [63] *Transgener Mais erstmals anfällig für Schädlinge*. (<http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2012-05/biotechnologie-schaedlinge>) In: *Zeit-online*. erschienen in Lars Fischer: (<http://www.spektrum.de/alias/pflanzenschutz/warnschuss-fuer-die-gruene-gentechnik/1152531>) *Warnschuss für die Grüne Gentechnik*.] auf: *Spektrum.de*. 26. Mai 2012, aufgerufen am 1. Juni 2012.
- [64] Sicherheitsbewertung genetisch veränderter Lebens- und Futtermittel. Bundesinstitut für Risikobewertung, 2010. (<http://www.bfr.bund.de/cd/2393#dok>)
- [65] ASM Society (2000): Statement of the American Society for Microbiology on Genetically Modified Organisms (http://www.asm.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3656&Itemid=341). Abgerufen am 12. Februar 2014.

- [66] SOT (2002): The Safety of Genetically Modified Foods Produced through Biotechnology (http://www.toxicology.org/ai/gm/gm_food.asp).
- [67] ASPB: Statement on Plant Genetic Engineering (http://c.ymcdn.com/sites/my.aspb.org/resource/group/6d461cb9-5b79-4571-a164-924fa0395a5/statements/genetic_engineering.pdf).
- [68] ASCB: ASCB Statement in Support of Research on Genetically Modified Organisms (http://www.ascb.org/index.php?option=com_content&view=article&id=315&Itemid=31).
- [69] ICSU (2003): New Genetics, Food and Agriculture: Scientific Discoveries - Societal Dilemmas (2003) (<http://www.icsu.org/publications/reports-and-reviews/new-genetics-food-and-agriculture-scientific-discoveries-societal-dilemmas-2003/>).
- [70] Committee on Identifying and Assessing Unintended Effects of Genetically Engineered Foods on Human Health (2004): Safety of Genetically Engineered Foods: Approaches to Assessing Unintended Health Effects. (<http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309092094>) Institute of Medicine & National Research Council. The National Academies Press, ISBN 0-309-09209-4, S. 8.
- [71] British Medical Association (2004): Genetically modified foods and health: a second interim statement. (<http://www.argenbio.org/ad uploads/pdf/bma.pdf>) (PDF; 110 kB)
- [72] Sicurezza alimentare e OGM Consensus Document (http://www.siga.unina.it/circolari/Consensus_ITA.pdf)
- [73] Gibt es Risiken für den Verbraucher beim Verzehr von Nahrungsprodukten aus gentechnisch veränderten Pflanzen? (http://www.akademienunion.de/_files/memorandum_gentechnik/memorandum_gruene_gentechnik.pdf) (PDF; 153 kB) Union der deutschen Akademien der Wissenschaften.
- [74] A. König, A. Cockburn, R.W.R. Crevel, E. Debruyne, R. Grafstroem, U. Hammerling, I. Kimber, I. Knudsen, H.A. Kuiper, A.A.C.M. Peijnenburg, A.H. Penninks, M. Poulsen, M. Schauzu, J.M. Wal (2004): Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops. (http://ucbiotech.org/issues_pgl/ARTICLES/KONIG.PDF) (PDF; 890 kB) Food and Chemical Toxicology 42: 1047–1088.
- [75] Aumaitre, A. (2004): Safety assessment and feeding value for pigs, poultry and ruminant animals of pest protected (Bt) plants and herbicide tolerant (glyphosate, glufosinate) plants: interpretation of experimental results observed worldwide on GM plants. Italian Journal of Animal Science 3: 107–121. Direkter Link zum pdf: [www.aspajournal.it/index.php/ijas/article/download/ijas.2004.107/185]
- [76] Gerhard Flachowsky, Andrew Chesson, Karen Aulrich (2005): Animal nutrition with feeds from genetically modified plants. (<http://classes.uleth.ca/200601/biol4500a/sharma.pdf>) (PDF; 247 kB) Archives of Animal Nutrition 59: 1–40.
- [77] WHO (2005): Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study. (http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_en.pdf) (PDF; 1,3 MB) S. iii.
- [78] Domingo, J. (2007): Toxicity Studies of Genetically Modified Plants: A Review of the Published Literature. (<http://www.biosafety.ru/ftp/domingo.pdf>) (PDF; 127 kB) Critical Reviews in Food Science and Nutrition 47: 721–733.
- [79] Australian Academy of Science (2007): Statement on gene technology and gm plants (<http://www.science.org.au/policy/gene-tech.html>).
- [80] GMO Panel: Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials. (http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/gmo_report_feedingtrials.pdf) (PDF; 850 kB) Food and Chemical Toxicology 46: S2–S70.
- [81] Suzie Key, Julian K-C Ma, Pascal M. W. Drake: *Genetically modified plants and human health*. In: *Journal of the Royal Society of Medicine*. Band 101, Nummer 6, 2008, S. 290–298, doi:10.1258/jrsm.2008.070372.
- [82] Maddalena Querci, Gijs Kleter, Jean-Paul Malingreau, Hermann Broll, Guy Van den Eede (2008): Scientific and technical contribution to the development of an overall health strategy in the area of GMOs. (http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_2008_11_healthstrategy_gmos.pdf) (PDF; 6,3 MB) JRC Reference Reports. European Communities.
- [83] Peggy G. Lemaux (2008): Genetically Engineered Plants and Foods: A Scientist's Analysis of the Issues (Part I). (<http://www.salmone.org/wp-content/uploads/2009/06/annurevpm11.pdf>) (PDF; 342 kB) Annual Review of Plant Biology 59: 771–812.
- [84] Javier A Magaña-Gómez & Ana M Calderón de la Barca (2009): Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1753-4887.2008.00130.x/full>). Nutrition Reviews 67: 1–16.
- [85] Europäische Kommission (2010): A decade of EU-funded GMO research (2001–2010). (ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/kbbe/docs/a-decade-of-eu-funded-gmo-research_en.pdf)
- [86] José L. Domingo & Jordi Giné Bordonaba (2011): A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. (<http://gaiaapresse.ca/images/nouvelles/28563.pdf>) (PDF; 267 kB) Environment International 37: 734–742.
- [87] nfp59.ch (http://www.nfp59.ch/d_resultate.cfm?kat=14)
- [88] ssl3.ama-assn.org (<https://ssl3.ama-assn.org/apps/ecommm/PolicyFinderForm.pl?site=www.ama-assn.org&uri=/resources/doc/PolicyFinder/policyfiles/HnE/H-480.958.HTM>)
- [89] heartland.org (http://heartland.org/sites/all/modules/custom/heartland_migration/files/pdfs/29566.pdf)
- [90] Z. S. El-Shamei, A. A. Gab-Alla, A. A. Shatta, E. A. Moussa A. M. Rayan: *Histopathological Changes in Some Organs of Male Rats Fed on Genetically Modified Corn (Ajeeb YG)*. (http://www.academia.edu/3405345/Histopathological_Changes_in_Some_Organs_of_Male_Rats_Fed_on_Genetically_Modified_Corn_Ajeeb_YG_) In: *Journal of American Science*. August 2012.
- [91] Séralini gewinnt Prozess. In: *Gen-ethischer Informationsdienst*. April 2011, S. 40–42, (online) (<http://www.gen-ethisches-netzwerk.de/gid/205/kurz-notiert-politik-und-wirtschaft>)
- [92] Marc Mennessier: *Un chercheur condamné pour diffamation. Le Pr Fellous avait contesté l'«indépendance» d'un confrère anti-OGM*. In: *Le Figaro*. 19. Januar 2011, (online (<http://www.lefigaro.fr/sciences/2011/01/18/01008-20110118ARTFIG00769-un-chercheur-condamne-pour-diffamation.php>), abgerufen 30. Oktober 2011).

- [93] Artemis Dona & Ioannis S. Arvanitoyannis (2009): *Health Risks of Genetically Modified Foods* (http://www.unionccs.net/images/library/file/Agricultura_y_alimentacion/Health_Risks_GMOs.pdf) (PDF; 131 kB). Critical Reviews in Food Science and Nutrition Vol. 49 Nr. 2, S. 164–175. doi:10.1080/10408390701855993
- [94] Craig Rickard (2009): *Letter to the Editor*. (<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390903467787>) Critical Reviews in Food Science and Nutrition Vol. 50 Nr. 1, S. 85–91.
- [95] Klaus Ammann: Rebuttal to a review of Dona and Arvanitoyannis 2009 (<http://www.ask-force.org/web/AF-7-Dona-rebuttal/AF-7-Dona-20091025-web.pdf>) (PDF; 938 kB). Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [96] Alberto Finamore, Marianna Roselli, Serena Britti, Giovanni Monasta, Roberto Ambra, Aida Turrini, and Elena Mengheri: *Intestinal and Peripheral Immune Response to MON810 Maize Ingestion in Weaning and Old Mice* (http://db.zs-intern.de/uploads/1228148353-08_11_studie_immune_response_mon810.pdf) in *Journal of Agricultural and Food Chemistry* DOI: 10.1021/jf802059 November 2008.
- [97] Velimirov, A., Binter, C., Zentek, J. (2008): Studie: Biological effects of transgenic maize NK603 x MON810 Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice (http://www.biosicherheit.de/pdf/aktuell/zentek_studie_2008.pdf). Veterinärmedizinische Universität Wien und Forschungsinstitut für biologischen Landbau.
- [98] . Monsanto.com.
- [99] B. Hammond, J. Lemen, R. Dudek, D. Ward, C. Jiang, M. Nemeth, J. Burns (2006): Results of a 90-day safety assurance study with rats fed grain from corn rootworm-protected corn. (<http://www.ask-force.org/web/Food/Hammond-safetyexperiments-2006.pdf>) (PDF; 219 kB) Food and Chemical Toxicology 44: 147–160
- [100] MON863. (<http://www.transgen.de/zulassung/gvo/53.doku.html>) Transgen.de, 13. Januar 2006. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [101] EFSA bleibt dabei: Keine Bedenken bei gv-Mais MON863. (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/508.efsa-bleibt-bedenken-mais-mon863.html>) Biosicherheit.de, 28. Juni 2007. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [102] Keine Geheimnisse in Sicherheitsfragen. (<http://www.biosicherheit.de/archiv/246.geheimnisse-sicherheitsfragen.html>) Biosicherheit.de, 24. Juni 2005. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [103] Gilles-Eric Seralini, Dominique Cellier, Joel Spiroux de Vendomois (2007): New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity. (http://www.somloquesembrem.org/img_editor/file/Seralinietal2007.pdf) (PDF; 126 kB) Archives of Environmental Contamination and Toxicology 52: 596–602.
- [104] J. Doull, D. Gaylor, H.A. Greim, D.P. Lovell, B. Lynch, I.C. Munro (2007): *Report of an Expert Panel on the reanalysis by Seralini u. a. (2007) of a 90-day study conducted by Monsanto in support of the safety of a genetically modified corn variety (MON 863)*. (<http://www.ask-force.org/web/Bt/Doull-Seralini-Revisited-2007.pdf>) (PDF; 251 kB) Food and Chemical Toxicology, Vol. 45, Nr. 11, S. 2073–2085.
- [105] "Statistisch signifikante Unterschiede treten in praktisch allen Fütterungsstudien auf". (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/493.statistisch-signifikante-unterschiede-treten-praktisch-fuetterungsstudien.html>) BioSicherheit.de, 4. Juni 2007. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [106] Joël Spiroux de Vendômois, François Roullier, Dominique Cellier, Gilles-Eric Seralini (2009): A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health. (<http://www.biolsci.org/v05p0706.htm>) International Journal of Biological Sciences 5: 706–726.
- [107] Monsanto Response: de Vendômois u. a. 2009. (<http://www.monsanto.com/newsviews/Documents/SpirouxdeVendimois.pdf>) (PDF; 176 kB) Monsanto.com, 16. Februar 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [108] Minutes of the 55th Plenary Meeting of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms held on 27-28 January 2010 in Parma, Italy. (<http://www.efsa.europa.eu/en/events/event/gmo100127-m.pdf>) EFSA, 10. März 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [109] EFSA-Gutachten: Erneut keine Sicherheitsbedenken bei Gentechnik-Mais MON863. (<http://www.transgen.de/aktuell/1168.doku.html>) Transgen.de, 7. April 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [110] EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (2010): Scientific Opinion on an application (EFSA-GMO-RX-MON863) for renewal of the authorisation for continued marketing of existing feed materials, feed additives and food additives produced from maize MON863, under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. (<http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/1562.pdf>) EFSA Journal 8: 1562.
- [111] FSANZ response to de Vendomois et al. (2009), *A comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health*, Int. J. Biol. Sci. 5 (7), S. 706–726. (<http://www.foodstandards.gov.au/scienceandeducation/factsheets/factsheets2009/fsanzresponsetoseral4647.cfm>) Food Standards Australia New Zealand (FSANZ), 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [112] J. Spiroux de Vendômois, F. Roullier, D. Cellier and G.E. Seralini: *Opinion relating to the deposition of 15 December 2009 by the Member of Parliament, François Grosdidier, as to the conclusions of the study entitled "A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health"*. (<http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acnfp9612a2>) In: *Int. J. Biol. Sci.* 2009: 5(7), S. 706–726. High Council of Biotechnologies. Scientific Committee, 2009 (Übersetzung der Food Standards Agency).
- [113] *Un maïs OGM de Monsanto soupçonné de toxicité* (http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/09/19/un-ogm-de-monsanto-soupconne-de-toxicite_1762236_3244.html) in *Le Monde.fr* vom 19. September 2012.
- [114] Ist Gentechnik-Mais doch schädlich? (<http://derstandard.at/1347493021057/Ist-Gentechnik-Mais-doch-schaedlich>) in *Der Standard* vom 19. September 2012,
- [115] *Auchan et Carrefour ont aidé à financer l'étude sur les OGM* (http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/sante/auchan-et-carrefour-ont-aide-a-financer-l-etude-sur-les-ogm_1164587.html) *L'express*, 21. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [116] *Todbringender Genmais* (<http://www.arte.tv/de/todbringender-genmais/6939396,CmC=6939762.html>) ARTE Journal vom 21. September 2012.
- [117] vbio.de (http://www.vbio.de/informationen/alle_news/e17162?news_id=14723)

- [118] *Scientists Discredit GMO-Fed Rat Study Results* (<http://www.inquisitr.com/337959/gmos-rat-study/>) in The Inquisitr, vom 20. September 2012.
- [119] Ashley Ng: *Genetically modified corn and cancer – what does the evidence really say?* (<http://theconversation.edu.au/genetically-modified-corn-and-cancer-what-does-the-evidence-really-say-9746>) The Conversation, 25. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [120] Study on Monsanto GM corn concerns draws scepticism (<http://www.reuters.com/article/2012/09/19/gmcrops-safety-idUSL5E8KJC1220120919>). Reuters, 19. September 2012.
- [121] news.discovery.com (<http://news.discovery.com/earth/gm-corn-tumor-study-120920.html>)
- [122] Interview mit Michelle Epstein: *"Statistiken schlecht gemacht"* (<http://derstandard.at/1347493314381/Statistiken-schlecht-gemacht>) derStandard.at, 21. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [123] Orac: *Bad science about GMOs: It reminds me of the antivaccine movement* (<http://scienceblogs.com/insolence/2012/09/24/bad-science-on-gmos-it-reminds-me-of-the-antivaccine-movement/>) Respectful Insolence, 24. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [124] Andrew Kniss: *Why I think the Seralini GM feeding trial is bogus* (<http://weedcontrolfreaks.com/2012/09/why-i-think-the-seralini-gm-feeding-trial-is-bogus/>) Control Freaks, 19. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [125] kfolta.blogspot.be (<http://kfolta.blogspot.be/2012/09/rats-tumors-and-critical-assessment-of.html>)
- [126] Henry Miller: *Scientists Smell A Rat In Fraudulent Genetic Engineering Study* (<http://www.forbes.com/sites/henrymiller/2012/09/25/scientists-smell-a-rat-in-fraudulent-genetic-engineering-study/>) Forbes.com, 25. September 2012. Abgerufen am 2. Oktober 2012.
- [127] vib.be (<http://www.vib.be/en/news/Pages/VIB-concludes-that-Seralini-study-is-not-substantiated.aspx>)
- [128] huffingtonpost.fr (http://www.huffingtonpost.fr/jeanfrancois-narbonne/lacunes-resultats-suprenants-et-inexplicables-letude-anti-ogm-sur-la-sellette_b_1902634.html)
- [129] voanews.com (<http://www.voanews.com/content/scientists-question-gmo-cancer-study/1527517.html>)
- [130] Expert reaction to GM maize causing tumours in rats (http://www.sciencemediacentre.org/pages/press_releases/12-09-19_gm_maize_rats_tumours.htm). Science Media Centre, 19. September 2012.
- [131] news.discovery.com (<http://news.discovery.com/earth/gm-corn-tumor-study-120920.html>)
- [132] unstatistik.de (<http://unstatistik.de/>)
- [133] blogs.discovermagazine.com (<http://blogs.discovermagazine.com/loom/2012/09/21/from-darwinism-to-gmos-journalists-should-not-let-themselves-be-played/>)
- [134] theness.com (<http://theness.com/neurologicablog/index.php/the-gm-corn-rat-study/>)
- [135] statschat.org.nz (<http://www.statschat.org.nz/2012/09/20/roundup-scare/>)
- [136] boingboing.net (<http://boingboing.net/2012/09/21/authors-of-study-linking-gm-co.html>)
- [137] spiegel.de (<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/ratten-versuch-von-seralini-der-kalkulierte-genmais-schock-a-858029.html>)
- [138] nzz.ch (<http://www.nzz.ch/wissen/wissenschaft/vielfaeltige-kritik-an-studie-zu-gentech-mais-1.17659946>)
- [139] slate.com (http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2012/09/are_gmo_foods_safe_opponents_are_skewing_the_science_to_scare_people_.single.html)
- [140] nature.com (<http://www.nature.com/news/rat-study-sparks-gm-furore-1.11471>)
- [141] cosmosmagazine.com (<http://www.cosmosmagazine.com/features/online/6048/gm-corn-and-cancer-s-Ä©ralini-affair?page=0,0>)
- [142] bbc.co.uk (<http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-19654825>)
- [143] huffingtonpost.com (http://www.huffingtonpost.com/2012/09/19/monsanto-corn-study-france_n_1896115.html?utm_hp_ref=green)
- [144] monsanto.com (<http://www.monsanto.com/global/de/news-standpunkte/Documents/seralini-sept-2012-monsanto-comments-de.pdf>)
- [145] *OGM : 9 critiques et 9 réponses sur l'étude de Seralini* (<http://tempsreel.nouvelobs.com/ogm-le-scandale/20120920.OBS3130/ogm-9-critiques-et-9-reponses-sur-l-etude-de-seralini.html>) in: Le nouvel observateur vom 20. September 2012.
- [146] Susanne Kutter: *Minenfeld Genfood* (<http://www.wiwo.de/technologie/forschung/fuetterungsversuch-minenfeld-genfood-seite-all/7168178-all.html>) in Wirtschaftswoche vom 22 September 2012.
- [147] OGM: Hervé Kempf: *Qu'a fait l'État?* (http://www.lemonde.fr/idees/article/2012/09/22/ogm-qu-a-fait-l-etat_1764058_3232.html) in LE MONDE, 22. September 2012.
- [148] cnrs.fr (<http://www.cnrs.fr/fr/une/actus/2012/20120927-debat-ogm.html>)
- [149] bfr.bund.de (<http://www.bfr.bund.de/cm/343/veroeffentlichung-von-seralini-et-al-zu-einer-fuetterungsstudie-an-ratten-mit-gentechnischveraendertem-mais-nk603-sowie-einer-glyphosathaltigen-formulierung.pdf>)
- [150] bfr.bund.de (http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2012/29/studie_der_universitaet_caen_ist_kein_anlass_fuer_eine_neubewertung_von_glyphosat_und_gentechnisch_veraendertem_mais_nk_603-131728.html)
- [151] vwa.nl (<http://www.vwa.nl/actueel/bestanden/bestand/2202700>)
- [152] foodstandards.gov.au (<http://www.foodstandards.gov.au/consumerinformation/gmfoods/gmfactsheets/responsetosralinipap5676.cfm>)
- [153] efsa.europa.eu (<http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/2910.pdf>)
- [154] efsa.europa.eu (<http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/121004.htm>)
- [155] BVL prüft Rattenfütterungsstudie mit gentechnisch verändertem Mais und glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln (Seralini u. a. 2012) (http://www.bvl.bund.de/DE/06_Gentechnik/04_Fachmeldungen/2012/2012_Rattenstudie/Rattenstudie_Seralini.html)

- [156] academie-sciences.fr (http://www.academie-sciences.fr/presse/communiquer/avis_1012.pdf)
- [157] hautconseil-des-biotechnologies.fr (http://www.hautconseil-des-biotechnologies.fr/IMG/pdf/Etude_Seralini_Avis_CS_HCB_121019.pdf)
- [158] reuters.com (<http://www.reuters.com/article/2012/10/22/us-france-gmo-corn-idUSBRE89L0W220121022>)
- [159] anses.fr (<http://www.anses.fr/Documents/PRES2012CPA20EN.pdf>)
- [160] efsa.europa.eu (<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/121128.htm>)
- [161] Fachzeitschrift zieht Genmaisstudie zurück (<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/krebskranke-ratten-fachzeitschrift-zieht-genmais-studie-zurueck-a-936217.html>), Spiegel vom 28. November 2013.
- [162] Mitteilung des Elsevier-Verlags vom 28. November 2013 (<http://www.elsevier.com/about/press-releases/research-and-journals/elsevier-announces-article-retraction-from-journal-food-and-chemical-toxicology>)
- [163] foodnavigator.com (http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Seralini-stands-firm-as-journal-moves-to-retract-GM-rat-study/?utm_source=newsletter_daily&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter+Daily&c=XfSB67r1HIFc2zox62rSDg==)
- [164] Losey, J., Rayer, L., Carter, M. (1999): *Transgenic pollen harms monarch larvae*. (http://ag.arizona.edu/ENTO/courses/ento446_546/readings/Losey_1999.pdf) (PDF; 158 kB) Nature, Vol. 399, S. 214.
- [165] Selbst bei flächendeckendem Anbau von Bt-Mais kaum Gefährdung für Schmetterlinge. (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/655.flaechendeckendem-anbau-mais-gefaehrung-schmetterlinge.html>) Biosicherheit.de, 7. Januar 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [166] Langzeit-Studie: Anbau von Bt-Mais ohne Einfluss auf Regenwürmer. (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/1165.langzeit-studie-anbau-mais-einfluss-regenwuerm.html>) Biosicherheit.de, 18. Mai 2010. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [167] Margit Fink: FAL-Daten zeigen keine Gefahr von Gen-Mais für Bodenmikroorganismen. (<http://idw-online.de/pages/de/news169597>) Informationsdienst Wissenschaft, 25. Juli 2006. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [168] BVL (2009): Stellungnahme der ZKBS zur Risikobewertung von MON810– Neue Studien zur Umweltwirkung von MON810 (http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/04_Pflanzen/MON810_Neubewertung_2009.pdf?__blob=publicationFile&v=3).
- [169] BVL (2011): Stellungnahme der ZKBS zu neueren wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Risikoabschätzung der Maislinie MON810 (http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/04_Pflanzen/MON810_Stellungnahme_2011.pdf?__blob=publicationFile&v=7).
- [170] *Gentechnik-Mais und Zweipunkt-Marienkäfer: Die wissenschaftliche Kontroverse geht weiter* in Biosicherheit (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/1408.mon810-verbot-marienkaefer.html>)
- [171] Peggy G. Lemaux: Genetically Engineered Plants and Foods: A Scientist's Analysis of the Issues (Part II). Annual Review of Plant Biology, Band 60, S. 511–559. DOI: 10.1146/annurev.arplant.043008.092013.
- [172] Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene. (<http://www.biosicherheit.de/projekte/931.auswirkungen-maispollen-honigbiene.html>) Biosicherheit.de, 12. Oktober 2005. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [173] Projektleiter: Prof. Dr. Hans-Hinrich Kaatz Teilprojekt: *Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene – Methodenentwicklung zu Wirkungsprüfung und Monitoring*. Förderkennzeichen: 031631J Schlußbericht 2004 (<http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb07/541693832.pdf>)
- [174] Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene (2001–2004) Universität Jena, Institut für Ernährung und Umwelt (<http://www.biosicherheit.de/projekte/931.auswirkungen-maispollen-honigbiene.html>) in Biosicherheit
- [175] Babendreier D, Romeis J, Bigler F, Fluri P. 2006. Neue Erkenntnisse zu möglichen Auswirkungen von transgenem Bt-Mais auf Bienen. Forsch. Agroscopie Liebefeld-Posieux ALP, Schweiz.
- [176] Transgenic DNA discovered in native Mexican corn, according to a new study by UC Berkeley researchers. (http://berkeley.edu/news/media/releases/2001/11/29_corn.html) Pressemitteilung der UC Berkeley vom 29. November 2001, Update am 4. April 2002. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [177] Rex Dalton: *Modified genes spread to local maize*. (<http://www.nature.com/news/2008/081112/full/456149a.html>) Nature, Vol. 456, Nr. 149, 12. November 2008.
- [178] Mexiko: Spuren von gentechnisch verändertem Mais bestätigt. (<http://www.biosicherheit.de/aktuell/608.mexiko-spuren-gentechnisch-veraendertem-mais-bestaetigt.html>) Biosicherheit.de, 11. März 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [179] Mexico issues first permits to grow GM corn. (<http://www.reuters.com/article/rbssIndustryMaterialsUtilitiesNews/idUSN1527085220091016>) (englisch). Reuters, 15. Oktober 2009. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [180] Rex Dalton: *Mexico's transgenic maize under fire*. (<http://www.nature.com/news/2009/091125/full/462404a.html>) Nature, Vol. 462, Nr. 404, 25. November 2009.
- [181] Fremdgene in Landsorten: Gefahr für die biologische Vielfalt? (<http://www.biosicherheit.de/forschung/mais/337.fremdgene-landsorten-gefahr-biologische-vielfalt.html>) Biosicherheit.de, 10. Februar 2003. Abgerufen am 30. Juli 2012.
- [182] <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html>
- [183] <http://www.biosicherheit.de/forschung/mais.html>

Quelle(n) und Bearbeiter des/der Artikel(s)

Transgener Mais *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=127839640> *Bearbeiter:* 08-15, 12bees, 25, A.bit, APPER, Abe Lincoln, Achim Raschka, Achim Raschka (Nawaro), Aka, AlexJP, Alkim Y, Aloiswuest, Amada44, Ambross07, An-d, Andreas aus Hamburg in Berlin, Andreasseidel, Andy king50, AxelStrauss, Ayacop, BJ Axel, BMK, Belladonna2, Betaamylase, Biosicherheit, Blaubahn, Boshomi, Cambarellus, Carolin, Christian2003, Complex, Crazybyte, Cybercraft, DF5GO, Daniel Markovics, Der Rabe Ralf, DerHexer, Die Sengerin, Dieter E, Dr.Suppenhuhn, Drahg01, Edda Soerensen, Ediacara, Engeltr, ErhardB, Fafner, Feezil, Franz Halac, Franz Richter, Fredo 93, Geof, Gerbil, Ghilt, Giftmischer, Goldmull, Grower, Hannes Röst, Hans J. Castorp, Haplochromis, Head, Heinte, Helfmann, Hexapaideia, Himbear, Hoffmeier, Holmium, Holscher, Houseboat, Howwi, Hubertl, Hydro, Ibohnet, Inkowik, Interrex, Ireas, IrrtNie, Iste Praetor, Itti, JFKCom, Jed, Jergen, Joe-Tomato, JonnyBrazil, JuTe CLZ, Juesch, KaiMartin, Katach, KönigBommel, Küchenkraut, LKD, Landwirt, LdlV, Lofor, Lómelinde, MAY, MFM, Mabschaa, Magnus Manske, Mannalem, Markuqui, Martin Homuth-Rosemann, MartinThoma, Matthias M., Medienmann, Meilen .57*, Metalhead64, Mike Krüger, Mikue, Morten Haan, Muscari, Necrophorus, Neonico, NiTenIchiRyu, Nightflyer, Nina, Nobart, Norman, Olag, Orci, Ot, Pasleim, PaterMcFly, Peregrinus, Peter200, Pittimann, Pixeltoo, Plastiktüte, Ploekkel, Pm, Primus von Quack, Qhei, Rabe19, Re probst, Regi51, RonMeier, Rosenmulde, SchallundRauch, Schewek, Schlock, Schwing, ShattuckCreek, Shisha-Tom, SilberStejn, Spacey, Sportfreak66, Spuk968, Steffen, StoneProphet, Styko, Succu, Thorbjørn, Timwi, Tinz, Tjoern, Tohma, Toter Alter Mann, Transgen, Trigonometrie, Turrano, Tönjes, Ulfbastel, UlrichJ, Uninc, UpThinking, Uwe Gille, VanRaz, Verum, Vic Fontaine, Volker Paix, Waithamai, Wiegels, Wikifreund, Wolf-Dieter, YourEyesOnly, Zahnstein, Zaphiro, Zerohund, Zinnmann, Zollernalb, 187 anonyme Bearbeitungen

Quelle(n), Lizenz(en) und Autor(en) des Bildes

Datei:Corne borer.jpg *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Corne borer.jpg> *Lizenz:* Public Domain *Bearbeiter:* Keith Weller
Datei:Gv-mais-eu.PNG *Quelle:* <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Gv-mais-eu.PNG> *Lizenz:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0.2.5.2.0.1.0 *Bearbeiter:* Fafner

Lizenz

Wichtiger Hinweis zu den Lizenzen
Die nachfolgenden Lizenzen beziehen sich auf den Artikeltext. Im Artikel gezeigte Bilder und Grafiken können unter einer anderen Lizenz stehen sowie von Autoren erstellt worden sein, die nicht in der Autorenlis te erscheinen. Durch eine noch vorhandene technische Einschränkung werden die Lizenzinformationen für Bilder und Grafiken daher nicht angezeigt. An der Behebung dieser Einschränkung wird gearbeitet. Das PDF ist daher nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Eine Weiterverbreitung kann eine Urheberrechtsverletzung bedeuten.

Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported - Deed
Diese "Commons Deed" ist lediglich eine vereinfachte Zusammenfassung des rechtsverbindlichen Lizenzvertrages (http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Lizenzbestimmungen_Commons_Attribution-ShareAlike_3.0_Unported) in allgemeinverständlicher Sprache.
Sie dürfen:

- das Werk bzw. den Inhalt **vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen**
- Abwandlungen und Bearbeitungen** des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:

- Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.
- Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie das lizenzierte Werk bzw. den lizenzierten Inhalt bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise erkennbar als Grundlage für eigenes Schaffen verwenden, dürfen Sie die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch, vergleichbar oder kompatibel sind.

Wobei gilt:

- Verzichtserklärung** — Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.
- Sonstige Rechte** — Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:
 - Die gesetzlichen Schranken des Urheberrechts und sonstigen Befugnisse zur privaten Nutzung;
 - Das Urheberpersönlichkeitsrecht des Rechteinhabers;
 - Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen.
- Hinweis** — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten. Am einfachsten ist es, an entsprechender Stelle einen Link auf <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de> einzubinden.

Haftungsbeschränkung
Die „Commons Deed“ ist kein Lizenzvertrag. Sie ist lediglich ein Referenztext, der den zugrundeliegenden Lizenzvertrag übersichtlich und in allgemeinverständlicher Sprache, aber auch stark vereinfacht wiedergibt. Die Deed selbst entfaltet keine juristische Wirkung und erscheint im eigentlichen Lizenzvertrag nicht.

GNU Free Documentation License
Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE
The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.
This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It implements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.
We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS
This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.
A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.
A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.
The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.
The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.
A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".
Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML, or XML, using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.
The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.
A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.
The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING
You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.
You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY
If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.
If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- **A.** Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- **B.** List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- **C.** State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- **D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- **E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- **F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- **G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- **H.** Include an unaltered copy of this License.
- **I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- **J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- **K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- **L.** Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- **M.** Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- **N.** Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- **O.** Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document

under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2

or any later version published by the Free Software Foundation;

with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled

"GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the

Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.