

**Stellungnahme zur Anhörung des Ausschusses für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestags am
25. Oktober 2006 mit dem Thema**

**„Anforderungen an die gute fachliche Praxis im Zusammenhang mit
der Zulassung von Sorten aus der gentechnisch veränderten Maislinie
„MON 810“ zum Anbau in Deutschland sowie dem weiteren Stoffstrom
von derartigen Pflanzen innerhalb der Produktionskette“**

Sehr geehrte Frau Vorsitzende Ulrike Höfken,
Sehr geehrte Damen und Herren Abgeordnete

gerne nehmen wir zu den genannten Fragen Stellung. Greenpeace begrüßt es ausdrücklich, dass sich der Bundestag mit dem Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft befasst. Dabei möchten wir Sie darin bestärken, dass Regeln zum Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen nicht unter rein wirtschaftlichen Aspekten festgelegt werden können¹. Artikel 4 der Richtlinie 2001/18/EG verpflichtet die Mitgliedsstaaten dafür Sorge zu tragen, dass alle Maßnahmen getroffen werden, damit gentechnisch veränderte Pflanzen keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben. Hierzu zählen selbstverständlich auch Anbauregeln für Gen-Bauern.

Mit der Einfügung des Artikels 26a der Richtlinie 2001/18/EG wird der Schutz vor gentechnisch veränderten Pflanzen ausgedehnt. Erstmals können die Mitgliedsstaaten Maßnahmen erlassen, um eine Verunreinigung anderer Produkte mit Gen-Pflanzen, die eine Marktzulassung erhalten haben, zu verhindern. Greenpeace fordert eine konsequente Umsetzung zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft. Werden hingegen Regelungen getroffen, die nach wissenschaftlichem Stand der Kenntnisse regelmäßig Verunreinigungen nicht verhindern, machen sich Bundestag und Bundesregierung zum Totengräber der gentechnikfreien Landwirtschaft.

Im September 2006 hatte Greenpeace die beiden neuartigen gentechnisch veränderten Reis-pflanzen LL601 und BT63 in der Nahrungskette aufgespürt. Obwohl diese Gen-Pflanzen bislang weltweit nicht kommerziell angebaut werden, waren große Teile der untersuchten Proben verunreinigt. Unabhängig von der weiteren Aufklärung der Skandale wird bereits jetzt deutlich, dass eine Datenbank mit Testmethoden und Referenzmaterialien für neuartige Gen-Pflanzen, die im Freiland getestet werden, eingerichtet werden muss. Ohne Testmethoden ist eine Überwachung der Nahrungskette nicht möglich. Zudem müssen in Deutschland die Überwachungsregeln für Freisetzungsexperimente überprüft werden.

Die Europäische Union hat die absichtliche Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen in der Richtlinie 2001/18/EG geregelt. Greenpeace setzt sich dafür ein, den gesetzlichen Rahmen für einen möglichst umfassenden Schutz von Umwelt, Gesundheit und der gentechnikfreien Landwirtschaft auszuschöpfen. Greenpeace wird sich darüber hinaus weiter für ein gesetzliches Verbot der Freisetzung einsetzen.

Verschiedene Mitgliedsstaaten der Europäischen Union haben bereits den Anbau des Gen-Maises MON810 mit Bezug auf Artikel 23 der Richtlinie 2001/18/EG ausgesetzt. Greenpeace fordert, den Anbau von MON810 auch in Deutschland zu unterbinden.

¹ RA Günther, Heidel, Wollenteit und Hack, Rechtliches Gutachten vom 18.10.2006

Zum besseren Verständnis stellen wir dem Fragenkatalog eine kurze Übersicht der wesentlichen Aussagen voraus.

- Die BIO-Branche boomt und schafft im Gegensatz zur Agro-Gentechnik Arbeitsplätze
- Der Schutz von Umwelt, Gesundheit und der gentechnikfreien Landwirtschaft muss gewährleistet werden.
- Die Belastung der Gen-Bauern durch Koexistenz- und Haftungsregeln ist richtig.
- Der Anbau von BT-Mais ist in Deutschland unnötig und gefährdet Umwelt, Gesundheit und Landwirtschaft.

Mit freundlichem Gruß



Anlage

- Greenpeace-Report „Gift im Gen-Mais“
- rechtliche Kurzstellungnahme zur Koexistenzregelung vom 18.10.2006

Übersicht der wesentlichen Aussagen

- Die BIO-Branche boomt und schafft im Gegensatz zur Agro-Gentechnik Arbeitsplätze (Frage 4)
 - Die Potenziale der Agro-Gentechnik werden stark überschätzt (Frage 4).

- Der Schutz von Umwelt, Gesundheit und der gentechnikfreien Landwirtschaft muss gewährleistet werden
 - Eine Datenbank für neuartige Gen-Pflanzen ist für eine Überwachung der Nahrungskette notwendig und muss eingerichtet werden (Fragen 25, 26, 28, 30)
 - Ein Reinheitsgebot für Saatgut ist notwendig (u.a. Frage 11)
 - Die Regelungen zur Risikoüberprüfung müssen in der EU verschärft werden (Frage 5)
 - Regelungen zur Umwelthaftung sind notwendig (Frage 5).
 - Koexistenzregelungen müssen zum Ziel haben, Kontaminationen zu verhindern, nicht einfach zu begrenzen. Zudem dienen sie auch dem Schutz von Umwelt und Gesundheit (Frage 7).
 - In ökologisch sensiblen Gebieten muss laut Gentechnikrecht eine Verträglichkeitsprüfung erfolgen – hierbei gilt eine Beweislastumkehr (Frage 2)

- Die Belastung der Gen-Bauern durch Koexistenz- und Haftungsregeln ist richtig.
 - Koexistenz-Regeln müssen vom Staat festgelegt werden (Frage 15).
 - Auf Bundesebene sollte eine Koordinationsstelle Koexistenz eingerichtet werden (Frage 3, 26).
 - Die Belastung von Gen-Bauern ist angemessen (Frage 3, 23).
 - Koexistenzregeln und Haftungsregeln dienen beide dem Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft und ergänzen sich sinnvoll (Frage 23).
 - Haftungsregeln sind ein unbürokratisches Mittel zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft (Frage 31).
 - Saatgutreinheit, Isolationsabstände, die Zahl der Gen-Felder, Verschleppungen durch Landmaschinen, das Anbaukataster und Haftungsregeln sind die entscheidenden Faktoren für den Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft (u. a. Frage 6, 11).
 - Schäden durch Kontaminationen unterhalb von 0,9 Prozent sind nach Paragraph 36a Gentechnikgesetz einklagbar (Frage 31).
 - Regelungen müssen kulturartenspezifisch erfolgen (Frage 13)

- Die Überwachung des kommerziellen Anbaus von Gen-Mais ist mangelhaft und nicht geeignet, Verstöße gegen das GenTG aufzudecken (Frage 9).
 - Behördliche Proben zur Überprüfung der Koexistenz sollten durch wissenschaftliche Einrichtungen genommen werden. Die Überwachung von Freisetzungsfeldern muss überprüft werden (Frage 26).
 - Saatguthändler sollten zur Erleichterung der Überwachung den Verkauf von Gen-Mais an Behörden berichten müssen (Frage 9).
 - Alle Maschinen, die zur Aussaat, Pflege, Transport und Lagerung verwendet werden, müssen sorgfältig gereinigt werden. Die Kosten sind nach dem Verursacherprinzip vom Gen-Bauern zu tragen (Frage 19).
 - Ein Isolationsabstand von 150 Metern würde beim Anbau von Gen-Mais in der Regel zu

- Kontaminationen der benachbarten Flächen führen (Frage 7).
- Isolationsabstände sind von betroffenen Landwirten und Behörden leicht und unbürokratisch zu überprüfen. Eine Mantelsaat reduziert Kontaminationen ebenfalls, allerdings nur in beschränktem Umfang. Eine behördliche Überprüfung wäre mit erheblichem Aufwand verbunden (siehe Frage 14).
 - Eine Reduktion des Isolationsabstandes würde das Risiko einer Kontamination erhöhen und damit die Schutzziele des Gentechnikgesetzes unterlaufen. Zudem würden auch einvernehmliche Einigungen zwischen Nachbarn den Überwachungsaufwand erhöhen. (Frage 14).
 - Die Kosten für eine PCR-Untersuchung auf MON810 belaufen sich auf 145 bis 285 Euro. Gen-Bauern sollten zur Kostenübernahme bei Flächen innerhalb des doppelten Isolationsabstandes und bei Bienenprodukten innerhalb eines Radius von 10 km verpflichtet werden. Die Ergebnisse der Analysen sollten zur Überprüfung der Koexistenzmaßnahmen bundesweit behördlich zentral erfasst und ausgewertet werden (Frage 25).
 - Betriebe dürfen nicht durch Kontaminationen zum Einsatz von Gen-Pflanzen gezwungen werden. Dies gilt auch für Betriebe, die eigenen Mais zur Tierproduktion nutzen (Frage 1).
- Der Anbau von BT-Mais ist in Deutschland unnötig und gefährdet Umwelt, Gesundheit und Landwirtschaft.
- Der Anbau von Gen-Mais bedeutet eine erhebliche Belastung für Imker (Frage 17 und 18).
 - Aktuelle Forschungsergebnisse belegen ökologische Auswirkungen (Frage 12)
 - Der Anbau von BT-Mais ist in Deutschland unnötig. Besonders unsinniger Anbau in Regionen ohne relevanten Schädlingsbefall sollte durch eine Verordnung zur guten fachlichen Praxis ausgeschlossen werden (Frage 16).

Im Folgendem finden Sie unsere Antworten zum Fragenkatalog.

Fragenkatalog

1. *Wie groß ist der Anteil (in % und ha) des in Deutschland produzierten Maises, der für die Verfütterung im eigenen Betrieb angebaut wird, wie groß der Anteil des Maises, der für die energetische Verwertung in Biogasanlagen angebaut wird?*

Nach Daten des deutschen Maiskomitee e.V. wurde Mais im Jahr 2005 auf einer Gesamtfläche von 1.705.200 Hektar angebaut. Dabei entfielen 1.262.500 Hektar auf Silomais, 343.500 Hektar auf Körnermais und 99.600 Hektar auf Corn-Cob-Mix (CCM).

Silomais und CCM werden i.d.R. auf dem Betrieb verwendet. Silomais kann aber auch für Biogasanlagen verwendet werden. Körnermais wird oft verkauft, kann aber auch auf dem eigenen Betrieb verwendet werden.

Demnach wird der Mais von etwa 80 Prozent der Maisanbaufläche auf dem eigenen Betrieb genutzt.

Auch bei einer Fütterung auf dem eigenen Betrieb muss eine Kontamination der Ernte durch Koexistenzregeln verhindert werden. Die Betriebe würden ansonsten zu einem Einsatz von Gen-Pflanzen auf dem Betrieb gezwungen. Durch eine Fütterung kontaminierter Ernte würde es den Betrieben unmöglich, eigene Produkte mit der Kennzeichnung „ohne Gentechnik“ aus zu loben. Zudem steigt die Zahl der privatwirtschaftlichen Vereinbarungen, die eine Fütterung von Gen-Pflanzen explizit ausschließen.

2. *Wie muss auf Grundlage des EU-Rechts der Anbau transgener Kulturen in und bei FFH-Gebieten geregelt werden?*

Der Anbau von Gen-Pflanzen sollte insbesondere in und im Umfeld von FFH und anderen Schutzgebieten unterbleiben.

Reichweite der Inverkehrbringsgenehmigung (Part C)

Im Rahmen der Inverkehrbringung erfolgt eine allgemeine Prüfung zu den Auswirkungen von Gen-Pflanzen auf das Ökosystem, nach Artikel 19.3 der Richtlinie 2001/18/EG auch zu den „*Bedingungen für den Schutz besonderer Ökosysteme/Umweltgegebenheiten und/oder geographischer Gebiete*“. Entsprechende Bewertungen erfolgen nach Auffassung von Greenpeace im Rahmen des Zulassungsverfahrens allerdings nur in allgemeiner Form und nicht bezogen auf konkrete Gebiete wie beispielsweise jedes einzelne NATURA 2000-Gebiet im Bundesgebiet.

Gesetzlich festgelegt ist nach Artikel 6 der FFH-Richtlinie, dass eine Verträglichkeitsprüfung für den Anbau von Gen-Pflanzen zu erfolgen hat. Können „erhebliche Beeinträchtigungen“ auf die Schutzgüter des FFH-Gebietes nicht ausgeschlossen werden (Umkehr der Beweislast), darf der Anbau nicht genehmigt werden. Diese Regelung muss auch auf andere ökologisch sensible Gebiete, beispielsweise NATURA 2000-Gebiete, angewandt werden.

Der Paragraph 34a BNatSchG enthält eine Klarstellung bezüglich der Aussaat von GVO in oder in der Umgebung von Natura 2000-Gebieten, d.h. eine Verträglichkeitsprüfung hat immer statt zu finden. Diese Regelung ist auch lex specialis zu Paragraph 34 BNatSchG. Bei Feststellung einer Unverträglichkeit mit den Erhaltungszielen des Natura 2000-Gebiets

kann eine Genehmigung des Projekts nicht erteilt werden, weil die Voraussetzungen für eine Ausnahme nach Paragraph 34 Abs. 3 BNatSchG regelmäßig nicht vorliegen dürften.

Zum Schutz der Gebiete sollte Umweltverbänden ein vereinfachtes Klagerecht bei Anträgen auf Anbau bzw. Freisetzung von Gen-Pflanzen in Schutzgebieten eingeräumt werden.

3. *Wie lässt sich dabei die Bürokratiebelastung für den Landwirt minimieren?*

Die bisherigen Regeln der landwirtschaftlichen Praxis sind nicht geeignet, die Ausbreitung von Gen-Pflanzen und die Kontamination benachbarter Flächen zu verhindern. Daher sind zusätzliche Regeln für Aussaat, Anbau und Ernte notwendig. Diese zusätzlichen Regeln sind mit zusätzlichen Aufwendungen für die Betroffenen verbunden.

Regeln für Aussaat, Anbau und Ernte von Gen-Pflanzen reduzieren die Aufwendungen, die von der Landwirtschafts- und Lebensmittelindustrie als Ganzes an Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung der gentechnikfreien Produktion notwendig sind. Die Belastung einer kleinen Zahl von Betroffenen führt also zu einer Entlastung einer großen Zahl Gefährdeter. Zur Sicherung der gentechnikfreien Landwirtschaft ist eine Beobachtung durch die Landesbehörden notwendig. Für diese Überprüfung der „guten fachlichen Praxis“ sind entsprechende Regelungen zu treffen. Zudem sollte eine Koordinationsstelle durch den Bund eingeführt werden.

4. *Welche Innovationshemmnisse bestehen aus Sicht der Sachverständigen, um die Potenziale der Grünen Gentechnik in Deutschland für Forschung und Wirtschaft zu nutzen?*

Innovationspotential der Agro-Gentechnik

Die Potenziale der Agro-Gentechnik werden stark überschätzt. Die Kenntnisse über grundsätzliche Mechanismen im Zellstoffwechsel sowie das Genom vieler Pflanzen sind oberflächlich. Wie bereits im TAB-Gutachten „GRÜNE GENTECHNIK - TRANSGENE PFLANZEN DER 2. UND 3. GENERATION“ dargestellt, ist auch in absehbarer Zukunft nicht mit einer Vielzahl „innovativer“ Gen-Pflanzen zu rechnen. Dabei möchten wir darauf hinweisen, dass insbesondere die im TAB-Gutachten genannten Pharmapflanzen mit besonders großen Risiken für die menschliche Gesundheit verbunden sind, da hier Substanzen produziert werden sollen, die Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben sollen.

„Die ganz große Zahl potenzieller zukünftiger GVP befindet sich in einem so frühen Forschungs- oder Entwicklungsstadium, dass seriöserweise nicht prognostiziert werden kann, ob damit jemals praxisreife Stadien erreicht werden können. (...)“ TAB, Seite 2

Diese Situation gilt weltweit, sie hat also weniger mit den gesetzlichen Regelungen in Deutschland und Europa zu tun, sondern offenbart die grundsätzlichen Probleme, die mit der Technologie verbunden sind.

Greenpeace fordert eine stärkere Förderung nachhaltiger Forschungsansätze, beispielhaft seien hier das Institut für ökologischen Landbau der FAL in Trenthorst und das FiBL Schweiz genannt.

Agro-Gentechnik und Arbeitsplätze

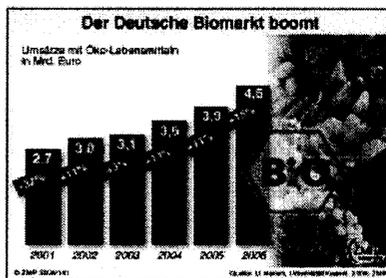
Nach einer Untersuchung des Lehrstuhls für Unternehmensführung der Carl-von-Ossietz-

ky-Universität Oldenburg im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) wird die Agro-Gentechnik keine zusätzlichen Arbeitsplätze bringen. Auch bei verstärkter Anwendung der Agro-Gentechnik wird es mehr Beschäftigung in diesem Bereich nicht geben. Grund dafür sind laut Untersuchung absehbare Fusionen in der Agrarindustrie. Bedeutsame Potentiale für mehr Arbeit gibt es auch in der Saatgutentwicklung und -produktion nicht. Danach arbeiten derzeit weniger als 500 Beschäftigte in der privatwirtschaftlich finanzierten „Grünen Gentechnik“.

Zu den Beschäftigtenzahlen in der Agro-Gentechnik gebe es lediglich unsichere Daten. Auf entsprechende Anfragen bei 70 deutschen Unternehmen habe nur ein Fünftel geantwortet. Die Schätzung von maximal 500 Arbeitsplätzen sei deshalb optimistisch. Nach Aussagen der antwortenden Unternehmen würden auch künftig Neueinstellungen nur in geringer Zahl erfolgen. Aufgrund zu beobachtender Fusionen in der Branche rechnet die Universität Oldenburg sogar mit rückläufigen Beschäftigtenzahlen.

BIO-Branche und Arbeitsplätze

Nach einer Veröffentlichung der Zentralen Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (ZMP) vom 13.10.2006 boomt die Bio-Branche².



„In Deutschland boomt der Biomarkt nach einer eher verhaltenen Zwischenphase nun seit gut zwei Jahren wieder. Zweistellige Wachstumsraten bei Absatz und Umsatz mit einem Trend zu noch höheren Zuwächsen in diesem Jahr bringen Bio-produkte in das zentrale Interesse auch vieler bisher skeptischer Handelshäuser,“ so die ZMP, am 13.10.2006.

Laut Bioland³ waren 22.032 zertifizierte Erzeuger, Hersteller und Verarbeiter von BIO-Lebensmitteln zum 31. Dezember 2005 bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) registriert. Hinzu kommen die von der Statistik nicht erfassten Non-Food-Hersteller (zum Beispiel Naturkosmetik, ökologische Wasch- und Reinigungsmittel, Naturtextilien), Zulieferer, Dienstleister, Verbände und weitere Unternehmen. Insgesamt sichert die BIO-Branche damit nach Einschätzung von Bioland rund 160.000 Arbeitsplätze in Deutschland.

Nachhaltige Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Produktion ist in Europa hochgradig subventioniert. Diese Subventionszahlungen werden mittelfristig abnehmen müssen. Gleichzeitig ist eine stärkere Kopplung an gesellschaftlich gewollte „Zusatzleistungen“ (dritte Säule) notwendig. Hierzu zählen die Schaffung von Arbeitsplätzen, die Erhaltung von Naturräumen und die Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Der Einsatz von Agro-Chemikalien und Gen-Pflanzen sollte hingegen nicht durch Subventionszahlungen honoriert werden. Die BIO-Branche bietet die besten Konzepte. Der BIO-Boom zeigt dabei, dass eine

² http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/grafik_2006_42W3DnavlinkW26X2F-presseX2FagrarwocheX2FmarktgrafikX2Fgrafik_2006_42X2Easp.asp

³ <http://www.bioland.de/presse/pressemitteilung/article/50.html>

nachhaltige Produktion auch von Verbrauchern honoriert wird.

5. *Ist eine weitere Novelle des Gentechnikgesetzes erforderlich, um bestehende Innovationshemmnisse zu beseitigen? Falls ja, wann sollte eine weitere Novelle des Gentechnikgesetzes vorgelegt werden? Welche Folgen hätte es, wenn die Novelle nicht mehr im Jahr 2006 eingebracht würde?*

Nach Auffassung der Europäischen Kommission⁴ sind „strengere Maßnahmen bei Gentechnik“ notwendig. Danach fehlen derzeit umfassende und klare Regelungen in der EU für die Risikoprüfung. Zudem fehlen bislang europaweit einheitliche Regelungen zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft und zur Haftung.

Eine Novelle des Gentechnikgesetzes müsste insbesondere die Haftung bei Umweltschäden durch Gen-Pflanzen klären.

Durch den Anbau von Gen-Pflanzen sind Investitionen und Innovationen im Bereich des stark wachsendem BIO-Segments gefährdet. Zudem können auch konventionell wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe durch einen Anbau von Gen-Pflanzen geschädigt werden. Daher sind Regeln für Aussaat, Anbau und Ernte von Gen-Pflanzen notwendig.

6. *Über welche Distanzen sind Auskreuzungen von Mais, Reis, Kartoffeln und Zuckerrüben wissenschaftlich belegt?*

In einer ersten Näherung wird laut JRC-Studie (2006⁵) der Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft beim Mais durch die vier nachfolgenden Faktoren definiert⁶:

- Saatgutreinheit,
- Reinheit der Saatgut- und Erntemaschinen,
- Isolationsabstände und die
- Anzahl der Gen-Felder in der Nähe.

Die Höhe der Kontamination durch Einkreuzungen ist laut JRC-Studie abhängig von den folgenden Faktoren

- Isolationsabstand
- vorherrschende Windrichtung und Windstärke und dem
- mengenmäßigen Verhältnis zwischen Gen-Pollen und konventionellem Pollen zum Blühzeitpunkt der weiblichen Blüte.

Dabei muss beachtet werden, dass männlicher und weiblicher Blütenstand sortenabhängig zeitlich versetzt blühen können. Zudem unterscheiden sich verschiedene Sorten stark in

⁴ Europäische Kommission (12.4.200) „Strengere Maßnahmen bei Gentechnik“ (<http://www.europa-web.de/europa/03euinf/07eukomm/gentechnik.htm>)

⁵ „New case studies on the co-existence of GM and non-GM crops in European agriculture, Joint Research Centre, January 2006, EUR 22102 EN“

⁶ „Very low GM levels in non-GM production such as 0,1% can only be achieved if: -GM presence in non-GM seeds is almost nil; - no adventitious presence is due to machinery; -non-GM fields are isolated enough from GM fields, the isolation distances depending on the climate, the varieties used and the levels of GM cultivation in the region. In the landscape studied this will be impossible to be achieved within a cluster.“ page 53

der Menge gebildeter Pollen (1,2 bis 10 Millionen Pollenkörner je Maispflanze⁷). Im Extremfall dominiert daher auch bei großen Entfernungen zum Zeitpunkt der Blüte des weiblichen konventionellen Blütenstandes Pollen von Gen-Mais. So rechnet das JRC bei einem Abstand von 1.000 Metern unter bestimmten Bedingungen mit einer durchschnittlichen Einkreuzung von 0,31 Prozent⁸, hierbei ist ausschließlich die unterschiedliche Menge gebildeter Pollenkörner berücksichtigt.

Befinden sich beispielsweise mehrere Gen-Felder in der Nähe, ist der Blühzeitpunkt zwischen männlicher und weiblicher Blüte verschoben oder herrschen ungünstige Windbedingungen würde die Einkreuzungsrate weiter steigen.

Im Weiteren möchten wir auf ein Gutachten des Öko-Institut e.V., Freiburg im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz aus dem Jahre 2004 verweisen: „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“. Demnach sind für Mais Auskreuzungen in Felder bis zu einer Distanz von 800 Metern in der Literatur dokumentiert: Salamov (1940⁹) fand in 800 Metern Entfernung eine Auskreuzungsrate von 0,21 Prozent. Henry et. al. (2003¹⁰) fanden in 650 Metern Entfernung eine Einkreuzungsrate von 0,14 Prozent.

7. *Welcher Abstand muss bei gentechnisch veränderten Pflanzen zu einem Feld mit nicht gentechnisch veränderten Pflanzen eingehalten werden, um den Schwellenwert von 0,9 % einzuhalten (bitte Angaben für Mais, Raps, Kartoffeln)? Inwieweit liegen dazu Versuchsergebnisse aus Deutschland vor; welche Versuchsergebnisse und Regelungen gibt es in den EU-Staaten und wie weit können sie auf Deutschland übertragen werden?*

Schwellenwert und Regelungen in der EU

Mitgliedsstaaten haben durch Artikel 26a der Richtlinie 2001/18/EG¹¹ das Recht erhalten, Kontaminationen von Produkten durch Gen-Pflanzen zu verhindern.

Artikel 26a der Richtlinie: „Die Mitgliedstaaten können die geeigneten Maßnahmen ergreifen, um das unbeabsichtigte Vorhandensein von GVO in anderen Produkten zu verhindern.“

Die Kommission hat im Nachfolgenden durch die nicht verbindlichen Empfehlungen zur

⁷ JRC, Seite 101

⁸ JRC, Seite 102

⁹ Salamov AB (1940): About isolation in corn. Sel. i. Sem 3 (Russian translation by Michel Atanasiev in 1949), hier zitiert nach Jones MD & Brooks JS (1950): Effectiveness of distance and border rows in preventing outcrossing in corn. Okla. Agr. Exp. Sta. Techn. Bul. T-38.

¹⁰ Henry C, Morgan D & Weekes R (2003): Farm Scale Evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity (contract reference EPG 1/5/138). Part I: Forage Maize. Final Report, 2000/2003, September 2003. Christine Henry, Derek Morgan and Rebecca Weekes, Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, YO41 1LZ Roger Daniels and Caroline Boffey, Centre for Ecology and Hydrology, Dorchester, Dorset DT28ZD.

¹¹ DIRECTIVE 2001/18/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC, Artikel 26a „**Measures to avoid the unintended presence of GMOs 1. Member States may take appropriate measures to avoid the unintended presence of GMOs in other products.** 2. The Commission shall gather and coordinate information based on studies at Community and national level, observe the developments regarding co-existence in the Member States and, on the basis of the information and observations, develop guidelines on the co-existence of genetically modified, conventional and organic crops.

Koexistenz¹² das in der Richtlinie definierte Rechte zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft falsch interpretiert und fälschlicherweise auf die nachfolgenden drei Ziele eingeschränkt:

- a. Koexistenz-Regeln fokussieren sich auf den Schutz benachbarter Flächen
- b. Koexistenz-Regeln beschränken sich auf ökonomische Fragen
- c. Ziel der Koexistenz-Regeln sei es, eine Kontamination in der Ernte auf Werte unterhalb von 0,9 zu begrenzen.

Diese drei Ziele sind nicht in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2001/18/EG:

- a. Produkte sind nicht auf die Ernte beschränkt, sondern sind auch Produkte, die in der Warenkette gehandelt werden oder an Endverbraucher abgegeben werden.
- b. Mitgliedsstaaten müssen bei der Verabschiedung von Koexistenzregeln den Schutz von Umwelt und menschlicher Gesundheit berücksichtigen. Die Sicherung der gentechnikfreien Lebensmittelproduktion ist ein Beitrag zur Sicherung der Ernährungssicherheit: Nur so erhalten Verbraucher die Garantie, dass sie Gen-Food ausschließen können, sollte sich erweisen, dass zugelassene Gen-Produkte nachweislich gesundheitliche Schäden verursachen.
- c. Der so genannte Kennzeichnungsgrenzwert (0,9 Prozent) ist rechtlich betrachtet irrelevant für die Festlegung von Koexistenzregeln, denn es gibt keinen direkten Bezug zwischen der Kennzeichnungsverordnung und Artikel 26a der Richtlinie 2001/18/EG. Zusätzlich möchten wir hier klarstellen, dass auch die Europäische Kennzeichnungsverordnung keinen Schwellwert für die Kennzeichnung kennt. Die Kennzeichnungsverordnung¹³ 1829/2003 definiert, dass Lebensmittel¹⁴ und Tierfutter¹⁵ gekennzeichnet werden, wenn sie *„Material enthalten, das GVO enthält, aus solchen besteht oder aus solchen hergestellt ist, mit einem Anteil, der nicht höher ist als 0,9 Prozent der einzelnen Lebensmittelzutaten oder des Lebensmittels, wenn es aus einer einzigen Zutat besteht, vorausgesetzt, dieser Anteil ist zufällig oder technisch nicht zu vermeiden.“*
Eine Kontamination durch Pollenflug ist laut JRC-Studie (2006) durch große Abstände zu verhindern. Sollten Koexistenzregeln getroffen werden, die im Regelfall zu Kontaminationen führen, würden damit die technisch möglichen Maßnahmen nicht ergriffen, um Kontaminationen zu vermeiden. Damit wäre nach dem Wortlaut der Verordnung eine Kennzeichnung auch bei Verunreinigungen unterhalb von 0,9 Prozent notwendig.

Zudem erwarten Verbraucher und Landwirte, dass Regelungen zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft so verfasst werden, dass Kontamination verhindert und nicht einfach nur begrenzt werden, um eine Kennzeichnung zu vermeiden.

Versuchsergebnisse

Bislang gibt es nur sehr begrenzte Untersuchungen zur Koexistenz. Umfassende Studien wurden dazu vom Joint Research Center der Europäischen Kommission vorgelegt (siehe auch Frage 6). Die im Januar 2006 vorgelegte JRC-Studie beruht auf Computer-Simu-

¹² 2003/556/EC dated 23 July 2003, Commission Recommendation on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming.

¹³ REGULATION (EC) No 1829/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 September 2003 on genetically modified food and feed

¹⁴ 1829/2003, Article 12

¹⁵ 1829/2003, Article 24

lationen. Hierbei wurden Szenarien kalkuliert, die für bestimmte Anbauregionen in Frankreich typisch sind. Die Ergebnisse lassen sich nur sehr beschränkt auf andere Regionen in Europa bzw. Deutschland übertragen. Insbesondere muss festgestellt werden:

- a. In vielen Regionen Deutschlands gibt es deutlich stärkere Windstärken zum Zeitpunkt der Maisblüte, als in der Studie berücksichtigt.
- b. In Deutschland sind Maisfelder i.d.R. über die gesamte Region gleichmäßig verteilt und nicht geclustert.
- c. In einigen Regionen Deutschlands sind die Anbauflächen deutlich kleinteiliger strukturiert als in der Studie angenommen.

Unter den in der Studie berücksichtigten Szenarien errechneten die Wissenschaftler im Crop-Crop-Szenario bei einem Abstand von 300 Metern eine durchschnittliche Kontamination von 0,1 Prozent¹⁶. Ein Abstand von 150 Metern würde danach regelmäßig zu Verunreinigungen von etwa 0,3 Prozent führen. Befinden sich mehrere Gen-Felder in der Nähe, ist der Blühzeitpunkt zwischen männlicher und weiblicher Blüte verschoben oder herrschen ungünstige Windbedingungen, würde die Einkreuzungsrate weiter steigen (siehe Frage 6). Kontaminationen durch verunreinigtes Saatgut oder Verschleppungen durch Aussaat- und Erntemaschinen sind hierbei ebenso nicht berücksichtigt.

Die Bundesregierung hatte durch die FAL 2005 Experimente zur Koexistenz mit Mais durchgeführt. Heute, mehr als 12 Monate nach Abschluss des Anbaus, sind die Ergebnisse noch nicht veröffentlicht.

In einer Kooperation mit einzelnen Bundesländern haben Firmen Experimente zur Kontamination in Deutschland durchführen lassen. Die Ergebnisse der Innoplanta-Versuche wurden in der Zeitschrift „Mais“ veröffentlicht. Die Versuche entsprechen jedoch nicht wissenschaftlichen Standards und können daher nicht weiter berücksichtigt werden.

8. *Kann durch den vorgeschlagenen Abstand bei Mais von 150 m auch die teilweise niedrigeren Schwellenwerte von Ökoverbänden eingehalten werden?*

Ein Abstand von 150 Metern wird beim Maisanbau regelmäßig zu Kontaminationen führen (siehe hierzu Fragen 6 und 7).

9. *Wie werden Abstände zwischen transgenen und anderen Sorten in der Praxis überprüft und welche Prüfkriterien und Untersuchungen entsprechen den notwendigen Anforderungen und welche nicht? Wie sollte eine effektives Überwachungssystem aussehen und welche Kosten würden gegebenenfalls bei wem entstehen? Welche Erkenntnisse hat der Erprobungsanbau von gentechnisch verändertem Mais in den Jahren 2004 und 2005 ergeben?*

Überprüfung der Koexistenzregeln

Nach Auskunft des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg vom 26.09.2006 wurde 2006 keine einzige Überprüfung zum Anbau von Gen-Mais durch die Landesregierung durchgeführt. Nach Auskunft des Ministeriums übersteigt bereits jetzt die Anzahl der Anbauer die Möglichkeiten des Landes. Zudem fehlen rechtliche Regelungen, die zur Durchführung der Überprüfungen notwendig

¹⁶ JRC-Studie, Crop-Crop-Szenario, Tabelle 3, Seite 21

wären. Beispielsweise sei das Land zur Zeit nicht berechtigt, ohne Genehmigung des Betriebes Proben auf den Flächen oder dem Betrieb zu nehmen.

Bereits jetzt werden demnach die rechtlichen Regelungen zum Anbaukataster vom Land Brandenburg nicht überprüft. Durch eine Nicht-Anmeldung könnte ein Gen-Bauer damit alle weiteren Auflagen beim Anbau von Gen-Pflanzen vermeiden. Dabei bestünde nur eine geringe Chance, dass dieser Verstoß gegen die rechtliche Verpflichtung zur Anmeldung der Gen-Felder aufgedeckt würde. Es erscheint daher angemessen, wenn Saatguthändler verpflichtet werden, die Behörden über abgegebenes Gen-Saatgut zu unterrichten, um einen elektronischen Abgleich mit den Daten des Anbaukatasters zu ermöglichen.

In den Leitlinien der Europäischen Kommission zur Koexistenz wird folgendes empfohlen:

„2.1.10. Überwachung und Bewertung

Betriebsführungsmaßnahmen und -instrumente sollten kontinuierlich überwacht und bewertet werden, damit ihre Wirksamkeit überprüft wird und die notwendigen Daten zu ihrer ständigen Verbesserung vorliegen.

Die Mitgliedstaaten sollten geeignete Kontroll- und Inspektionssysteme einrichten, um die ordnungsgemäße Anwendung von Koexistenz-Maßnahmen sicherzustellen.

Die geeigneten Maßnahmen für die Koexistenz sollten in regelmäßigen Abständen überprüft werden, um neue wissenschaftliche und technische Entwicklungen, die die Koexistenz erleichtern könnten, zu berücksichtigen.“

Überwachungspläne

Nach Artikel 6.2.a.v der Richtlinie 2001/18/EG müssen Überwachungspläne für Freisetzungsexperimente und nach Artikel 13.2.e der Richtlinie müssen Überwachungspläne für inverkehrgebrachte Gen-Pflanzen vorgelegt werden. Nach Artikel 16c des Gentechnikgesetzes müssen Inverkehrbringer Gen-Pflanzen beobachten.

Vor dem Hintergrund der fehlenden Überprüfung der rechtlichen Regelungen zum Anbaukataster muss angenommen werden, dass eine behördliche Überwachung der Beobachtung nicht effektiv erfolgt. Entsprechendes gilt für Freisetzungsexperimente.

10. Inwieweit kann man zur Vermeidung der Verbreitung von gentechnisch veränderten Organismen im Betriebsablauf von der Saat bis zum Verkauf der Ernte auf die Anforderung der Futtermittel-Hygieneverordnung (EG-Nr. 183/2005) zurückgreifen; wo verlangt die gute fachliche Praxis zusätzliche Regelungen?

Die Verordnung (EG) Nr. 183/2005 (Futtermittelhygiene-Verordnung) ist nicht ausreichend, um die Verbreitung von GVO im Betriebsablauf von der Saat bis zum Verkauf der Ernte zu vermeiden. Die VO 183/2005 zielt zwar darauf ab, dass die Futtermittelsicherheit ab der Stufe der Futtermittelproduktion bis hin zum Inverkehrbringen oder zur Ausfuhr von Futtermitteln gewährleistet werden soll. Dazu sollen Mindesthygieneanforderungen gesetzlich vorgeschrieben und amtliche Kontrollen durchgeführt werden, ob die Futtermittelunternehmer die Vorschriften einhalten (vgl. nur Erwägungsgründe 8, 12). Die allgemeinen Verpflichtungen der guten Verfahrenspraxis ergeben sich aus Art. 4 der VO Nr. 183/2005. Genauere Verpflichtungen sind in Art. 5 i.V.m. Anhang I, II und III enthalten. Allerdings sind auch diese Anforderungen sehr allgemein gehalten. Beispielsweise ist sicherzustellen, dass Arbeitsvorgänge so organisiert und durchgeführt werden, dass Gefahren verhütet, beseitigt oder minimiert werden, die geeignet sind, die Futtermittelsicherheit zu beeinträchtigen (Anhang I, Teil A, I.1.). Die Futtermittelhygiene-Verordnung gibt somit lediglich Empfehlungen vor, welche Mindestgehalte die gesetzlichen Regelungen haben sollten. Die nationalen Gesetzgeber sind danach ermächtigt, strengere Regelungen zu schaffen. Inso-

weit sollten im GenTG zusätzliche Regelungen für Aussaat, Anbau und Ernte zur guten fachlichen Praxis geschaffen werden.

11. Welche wissenschaftlichen Untersuchungen zur Höhe von Verunreinigungen durch gentechnisch veränderte Pflanzen (gvP) durch andere Kontaminationsquellen als durch Auskreuzungen gibt es?

In einer ersten Näherung wird laut JRC-Studie (2006) der Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft beim Mais durch die vier nachfolgenden Faktoren definiert (siehe Frage 6)

- Saatgutreinheit,
- Reinheit der Saatgut- und Erntemaschinen,
- Isolationsabstände und die
- Anzahl der Gen-Felder in der Nähe

Bei anderen Kulturpflanzen wie dem Raps muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass Rapssamen durch einen vorhergehenden Anbau auf die Fläche gelangt sein kann und im Boden über viele Jahre keimfähig verbleiben kann (Durchwuchsraps).

Saatgutreinheit

Greenpeace fordert ein Reinheitsgebot für Saatgut. Ohne einen besonderen Schutz des Saatguts ist die gentechnikfreie Landwirtschaft nicht zu erhalten. Hierzu sind besondere Schutzmaßnahmen notwendig. Die bislang umfangreichsten Erfahrungen wurden nach unserer Kenntnis hierbei von Österreich gesammelt. Die JRC-Studie (2006) enthält Computersimulationen zur Kontamination von Saatgut durch benachbarte Gen-Felder (Seed-Crop und Seed-Seed – Szenarien). Da Pflanzen zur Saatgutvermehrung häufig deutlich geringere Zahl an Pollenkörnern produzieren, sind deutlich größere Abstände zum Schutz vor Kontaminationen notwendig. Danach kann es selbst bei einem Abstand von 1000 Metern noch zu einer Kontamination von 0,31 Prozent kommen. Befinden sich mehrere Gen-Felder in der Nähe, ist der Blühzeitpunkt zwischen männlicher und weiblicher Blüte verschoben oder herrschen ungünstige Windbedingungen, würde die Einkreuzungsrate weiter steigen (siehe Frage 6).

Reinheit der Saatgut- und Erntemaschinen (siehe Frage 19)

12. Welche Erkenntnisse gibt es über die Beeinflussung der Biodiversität durch den Anbau gentechnisch veränderter Kulturpflanzen, die wie der Mais und die Kartoffel in der deutschen Flora keine heimischen Kreuzungspartner haben?

Aktuelle Forschungsergebnisse belegen ökologische Risiken

Seit 2005 wird der Gen-Mais MON810 in Deutschland kommerziell angebaut. Die Ernte darf als Futter- und Lebensmittel verwendet werden. Der Mais wurde so manipuliert, dass er in sämtlichen Pflanzenteilen wie Kolben, Blättern, Wurzeln, Stängel und Pollen ein Gift produziert und dieses an die Umwelt abgibt. Dieses Gift tötet nicht nur den schädlichen Maiszünsler, sondern kann das gesamte ökologische Gleichgewicht stören. Die Auswertung aktueller Forschungsergebnisse zeigt, dass der giftproduzierende Gen-Mais eine Gefahr für zahlreiche Tiere, darunter auch geschützte Arten, darstellt. Hinzu kommt, dass der Gen-Mais auch für Wissenschaftler ein Rätsel bleibt. Den genauen Giftgehalt der Pflanzen kennt keiner, er schwankt je nach Pflanzenteil, Anbauregion und Klima. Einige der Gen-Pflanzen bilden gar kein Gift. Warum das so ist, weiß niemand.

Gift ist nicht gleich Gift

In der Natur kommt das Bt-Gift in Bodenbakterien vor. Dennoch bestehen einige grundlegende Unterschiede zwischen dem natürlich vorkommenden Bt-Gift, das sogar in der ökologischen Landwirtschaft verwendet werden darf, und dem von der Gen-Pflanze produzierten Gift. Denn durch den Einbau des Giftes per Genmanipulation werden dessen Eigenschaften verändert:

Das natürliche Bt-Gift ist ein Protoxin, d.h. es entfaltet erst seine toxische Wirkung, wenn es im Darm von Insekten durch entsprechende Enzyme abgebaut wird. Nicht alle Insekten haben dieses Enzym, so dass das Bt-Gift für sie unschädlich ist. Das Bt-Gift der manipulierten Pflanzen wirkt anders: Es wird als aktives Gift produziert und ist dadurch für viel mehr Lebewesen schädlich.

Gift auf dem Acker als Dauereinrichtung

Tritt der Maiszünsler als akuter Schädlingsbefall auf, kann das natürlich vorkommende Bt-Gift versprüht werden. Dies geschieht in niedriger Konzentration, kurzzeitig und gezielt. Der Gen-Mais bildet das Gift jedoch in relativ hoher Konzentration und über die gesamte Wachstumsperiode des Maises. Das Ökosystem ist dem Gift daher mindestens die Hälfte des Jahres über Wurzeln, Pflanzenteile und Pollen ausgesetzt. Dabei ist die Verbreitung des Giftes nicht auf den Acker beschränkt. Der Bt-Pollen breitet sich auf umliegende Felder, Wälder und Wiesen aus, wo er von zahlreichen Insekten wie Honigbienen, Spinnen oder Schmetterlingen gefressen wird. Im Boden bleibt ein Teil des Bt-Giftes der Wurzeln sogar den ganzen Winter über aktiv.

Gen-Mais schädigt das Ökosystem

Bienen, gefährdete Schmetterlingsarten wie Tagpfauenauge oder Schwalbenschwanz, Spinnen, Schlupfwespen und Florfliegen, aber auch Bodenorganismen wie Regenwürmer, Trauermücken oder Nematoden (Fadenwürmer) sind nur einige Lebewesen, die durch das Gift des Bt-Maises gefährdet sind. Durch die permanente Abgabe des aktiven Bt-Giftes an die Umwelt entsteht ein völlig neuer Kreislauf der Verteilung und der Anreicherung des Toxins in der Umwelt und der Nahrungskette. In der Anlage erhalten Sie den Greenpeace-Report „Gift im Gen-Mais“, der die aktuellen Forschungsergebnisse zusammenfasst.

Beispiel 1: Schlupfwespe

Die Schlupfwespe ist ein natürlicher Feind des Maiszünslers und wird zur Schädlingsbekämpfung aktiv in der Landwirtschaft eingesetzt. Ausgerechnet die Schlupfwespe ist durch

den Anbau von Bt-Mais bedroht. Legt die Wespe ihre Eier in Maiszünslerlarven auf Bt-Mais, schlüpfen wesentlich weniger Tiere als in normalen Feldern.¹⁷ Auch die Florfliege, ein weiterer Gegner des Maiszünslers, wird durch Bt-Mais vergiftet. Fressen die Larven der Florfliege Maiszünslerraupen, die Bt-Mais gefressen haben, nimmt ihre Sterblichkeit zu.¹⁸ Es wird befürchtet, dass natürliche Feinde wie Schlupfwespen oder Florfliegen in Regionen mit intensivem Bt-Maisanbau ausgerottet werden. Der regionale Verlust von natürlichen Feinden könnte auch dazu führen, dass auf anderen Maisfeldern der Schädlingsbefall steigt.¹⁹

Beispiel 2: Honigbiene

Im Freilandversuch stellten Wissenschaftler²⁰ eine Abnahme der Bienenzahl und verringerte Brutaufzucht bei Bienenvölkern fest, die mit Bt-Maispollen gefüttert wurden, wenn die Bienen gleichzeitig von einem natürlich vorkommenden Parasiten befallen wurden.

Beispiel 3: Regenwurm

Regenwürmer sind die Heinzelmännchen im Acker. Unter der Oberfläche sorgen sie mit ihren Tunnelgängen dafür, dass der Boden umgegraben und mit ausreichend Sauerstoff versorgt wird. Ihre Tunnelwände sind sauerstoffhaltige Nischen, die tief in den ansonsten sauerstoffarmen Boden reichen. Ihr Kot wiederum ist natürlicher Dünger, der die Bodenfruchtbarkeit steigert. Studien zeigen, dass Regenwürmer nach Fütterung mit Bt-Mais ein geringeres Gewicht haben, also schwächer sind²¹, bzw. eine geringere Anzahl Regenwürmer aus ihren Kokons schlüpfen.

Beispiel 4: Schmetterlinge

Dass Schmetterlinge durch den Anbau von Bt-Mais bedroht sind, zeigten die auf diesem Gebiet bekanntesten Untersuchungen aus den USA zum Monarchfalter.²² Erste Studien in Europa an den Schmetterlingsarten Tagpfauenauge und Schwalbenschwanz belegen, dass bereits geringe Mengen des Bt-Giftes zum Tod der Tiere führen können.²³ Wissenschaftler fanden auch heraus, dass drei Schmetterlingsarten genauso empfindlich, eine sogar noch empfindlicher auf das Gift reagierten, als der Maiszünsler.

¹⁷ Manachini et al. 1999. Environmental impact of Bt-corn on non target entomofauna: Synthesis of field and laboratory studies. Proceedings of the XI Symposium for Pesticide Chemistry: 873-882.

¹⁸ Hilbeck et al. 1998a: Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(2), 480-487.

Hilbeck et al. 1998b. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* CryIAbtoxin to the predator *Chrysoperla canae* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(4), 1255-1263.

¹⁹ Sisterson & Tabashnik 2005. Simulated effects of transgenic bt crops on specialist parasitoids of target pests. *Environmental Entomology* 34(4): 733-742.

²⁰ Kaatz et al. 2005. Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene. BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>

²¹ Vercesi et al. 2006. Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*? *Applied Soil Ecology* 32: 180-187.

²² Losey et al 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399: 214-214.

²³ Felke & Langenbruch 2003. Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. *Gesunde Pflanze* 55(1): 1-4.

Felke & Langenbruch 2004. Untersuchungen zu subletalen Effekten geringer Pollenmenge der transgenen Maislinie Bt176 auf Raupen des Tagpfauenauges (*Inachis io*) und der Kohlmotte (*Plutella xylostella*). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 396.

Felke, M. & Langenbruch, G.-A. 2005. Auswirkungen des Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. BfN-Skripten. No. 157. Bundesamt für Naturschutz.

Beispiel 5: Gift reichert sich im Boden an

Erst Mitte der 90er Jahre – als Bt-Mais in den USA schon angebaut wurde – begannen die Untersuchungen zur Anreicherung von Bt-Gift im Boden. Inzwischen gibt es zahlreiche Studien, die unerwartete sowie negative Auswirkungen auf die Umwelt zeigen. So ist jetzt bekannt, dass die Wurzeln von Bt-Pflanzen das Gift nicht nur bilden, sondern auch aktiv in den Boden abgeben. Auch über Pollen und Pflanzenteile gelangt das Bt-Toxin ins Erdreich. Die Behauptung, das Gift baue sich rasch im Boden ab, ist inzwischen widerlegt. Das Gegenteil ist der Fall: Das Bt-Gift bindet sich an Bodenpartikel und behält so seine toxische Wirkung. Je nach Bodenbeschaffenheit bleibt das Toxin noch über Monate nach der Ernte aktiv. Welche Auswirkungen das Gift insbesondere auf Bodenorganismen und die Mykorrhiza (Symbiose von Pilzen mit Pflanzenwurzel) hat, ist bisher nur ansatzweise untersucht worden. Bislang bestehen nicht einmal verlässliche Methoden, um das Bt-Toxin im Boden zu finden. Laut aktueller Veröffentlichungen²⁴ liegt die Wiederfindungsrate bei unter 40 Prozent.

Fazit

Die bisherigen Forschungsergebnisse zeigen, dass das Bt-Gift in ökosystemare Zusammenhänge eingreift. Durch Gen-Mais gefährdete Tiere und Insekten können nicht isoliert betrachtet werden, da jedes Lebewesen ein wichtiger und unverzichtbarer Bestandteil des Ökosystems und der Landwirtschaft ist. Verschwindet eine Art oder wird ihr Bestand maßgeblich verringert, so hat dies Auswirkungen auf das gesamte System. Zudem ist das Bt-Gift, wenn es von Insekten aufgenommen wurde, lange noch nicht aus dem Kreislauf verschwunden. So reichern Bt-Mais fressende Milben das Gift so stark an, dass ihre Wertedenen von Bt-Maisblättern entsprechen. Werden diese Tiere gefressen, nehmen auch andere Insekten das Gift auf. Dabei widersteht dieses sogar der Verdauung. Im Kot von Kühen, Regenwürmern und Insekten konnte Bt-Toxin nachgewiesen werden.

Gift-Produktion ist unberechenbar

Bei der Zulassung von MON810 wurde über die Bt-Konzentration in den Pflanzen keine genaue Angabe gemacht. Forschungsprojekte zeigen, dass die Produktion des Giftes in den Pflanzen nicht kontrollierbar ist. In den Pflanzenteilen befinden sich zu verschiedenen Zeitpunkten der Saison unterschiedliche Bt-Konzentrationen. Sogar unterschiedliche Teile eines Blattes können unterschiedlich viel Gift enthalten.²⁵ Auch Umweltbedingungen wie Klima oder Bodenbeschaffenheit haben Auswirkungen auf die Gift-Produktion. Ein Teil der Bt-Pflanzen bildet sogar gar kein Gift.²⁶

Die Giftkonzentration ist nicht in allen Pflanzenteilen gleich. Untersuchungen ergaben einen besonders hohen Bt-Gehalt in den Blättern, im Kolben ist er hingegen am geringsten. Eigentlich wird im Pollen von MON810 nur wenig Bt-Toxin erwartet, aber in einzelnen Versuchen wurden auch hier unerwartet hohe Gift-Gehalte gefunden.²⁷

²⁴ Baumgarte, S. & Tebbe, C.C. 2005. Field studies on the environmental fate of the Cry1Ab Bt-toxin produced by transgenic maize (MON810) and its effect on bacterial communities in the maize rhizosphere. *Molecular Ecology* 14(8): 2539-2551.

²⁵ Abel & Adamczyk 2004. Relative concentration of Cry1A in maize leaves and cotton bolls with diverse chlorophyll content and corresponding larval development of fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) and Southwestern corn borer (*Lepidoptera: Crambidae*) on maize whorl leaf profiles. *Journal of Economic Entomology* 97(5): 1737-1744.

²⁶ Jehle 2005. Toxinproduktion und Qualitätskontrolle von rekombinanten Cry1Ab in heterologen Expressionssystemen (Abschlussbericht) BMBF Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoringmethoden zum Anbau von Bt-Mais, und http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/3_1_doku.html

²⁷ Nguyen et al. 2002. Expressionsmonitoring von Cry1Ab verschiedener Maislinien an zwei Freisetzungstandorten in Deutschland. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 390: 542-543.

So macht die unkontrollierbare Giftproduktion eine verlässliche Risikoabschätzung unmöglich. Doch nicht nur die Gift-Konzentration der Bt-Pflanzen gibt den Wissenschaftlern Rätsel auf. So hat der Bt-Mais einen wesentlich höheren Ligningehalt (Holzanteil) als normaler Mais. Dies ist vermutlich eine ungewollte Folge der Genmanipulation. Zwar ist diese Tatsache wissenschaftlich belegbar, nicht aber erklärbar.

13. Sollten die Regeln der guten fachlichen Praxis für die verschiedenen Kulturarten unterschiedlich ausgestaltet werden?

Die entscheidenden Kriterien für den Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft sind

- Saatgutreinheit,
- Reinheit der Saatgut- und Erntemaschinen,
- Isolationsabstände,
- Anzahl der Gen-Felder in der Nähe und die
- Durchwuchsproblematik.

Die Reinheit des Saatgutes ist dabei für alle Kulturpflanzen von entscheidender Bedeutung. In den vier anderen Kriterien unterscheiden sich die Kulturpflanzen zum Teil sehr stark. Beispielsweise spielt die Durchwuchsproblematik beim Mais in Deutschland keine Rolle. Auch die Verschleppung von Maispollen durch Bienen von Feld zu Feld ist nach Stand der Forschung von geringer Bedeutung (zur Problematik Imkerei / Bienengesundheit siehe Fragen 17 und 18).

14. Welchen Stellenwert hat bei der Ausgestaltung der Regeln zur guten fachlichen Praxis die Anlegung einer Mantelsaat und sollte benachbarten Landwirten ermöglicht werden, bei gegenseitiger Absprache einen ggf. vorgegebenen Abstandsrichtwert zu reduzieren?

Mantelsaat

Ist der Gen-Mais von konventionellen Mais umgeben (Mantelsaat), führt dies laut JRC-Studie (2006) zu einer Verringerung der Kontamination benachbarter Flächen. Danach hatte eine 9-18 Meter breite Mantelsaat bei einem Abstand von 100 Metern und mehr Metern jedoch nur noch einen geringen Einfluss auf die Kontamination²⁸. Die Einrichtung einer Mantelsaat ist für Behörden oder betroffene Nachbarn nur durch eine Untersuchung der Maispflanzen zu überprüfen. Solch eine Untersuchung kann bei entsprechender Schulung durch einen Schnelltest vor Ort erfolgen, ansonsten ist eine Laboruntersuchung von Pflanzenmaterial notwendig (Kosten siehe Frage 25).

Abstandsregelungen

Abstandsregelungen sind durch Behörden und betroffene Nachbarn leicht und unbürokratisch zu überprüfen.

Die einvernehmliche Unterschreitung von Abstandsregeln würde zu Kontaminationen der benachbarten Fläche führen. Die im Gentechnikgesetz Artikel 1.1 und 1.2 formulierten Zwecke der Regelungen nach Artikel 16b würden damit unterlaufen.

GenTG § 1 Zweck des Gesetzes

„Zweck dieses Gesetzes ist,

1. unter Berücksichtigung ethischer Werte, Leben und Gesundheit von Menschen, die Um-

²⁸ JRC-Studie (2006), Crop-Crop-Szenario, Tabelle 3, Seite 21

welt in ihrem Wirkungsgefüge, Tiere, Pflanzen und Sachgüter vor schädlichen Auswirkungen gentechnischer Verfahren und Produkte zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen solcher Gefahren zu treffen,

- 2. die Möglichkeit zu gewährleisten, dass Produkte, insbesondere Lebens- und Futtermittel, konventionell, ökologisch oder unter Einsatz gentechnisch veränderter Organismen erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können, (...)*“.

Einvernehmliche Regelungen zur Unterschreitung von Abstandsregeln würden zudem bei der Überwachung zu zusätzlichen Problemen führen, da die Behörden dann neben dem jeweiligen Abstand zusätzlich ermitteln müssten, wer eine benachbarte Fläche bewirtschaftet und ob dieser Landwirt eine entsprechende Vereinbarung getroffen hat. Auch im Schadensfall würden entsprechende Vereinbarungen die Regelung des Schadens erschweren.

- 15. Sollten die Regeln für die gute fachliche Praxis im Rahmen einer Verordnung festgelegt werden und sollten sie nach Kulturarten differenziert werden oder sind die Angaben der Saatguthersteller hierzu als ausreichend zu betrachten?*

Der Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft ist ein zentrales Anliegen der Mehrheit der Verbraucher und Landwirte. Die Richtlinie 2001/18/EG ermöglicht es den Mitgliedstaaten, entsprechende Regelungen zum Schutz zu erlassen (siehe Frage 7). Der Schutz von Umwelt, Gesundheit und der gentechnikfreien Produktion ist Zweck des Gentechnikgesetzes (siehe Frage 14). Die Festlegung von Regeln für den Umgang mit Gen-Pflanzen ist demnach Aufgabe des Staates und muss gesondert für die jeweiligen Kulturpflanzen (siehe Frage 13) erfolgen.

- 16. Welche wissenschaftlichen Untersuchungen zur Entwicklung von Bt-Resistenzen gibt es? Welche Maßnahmen zum Bt-Resistenzmanagement gibt es in anderen Ländern und welche Vorsorgemaßnahmen müssten hierzu bei einem Anbau von Bt-Pflanzen in Deutschland im Rahmen einer guten fachlichen Praxis aufgenommen werden?*

Resistenzprobleme

Eine Gefahr beim Anbau von insektenresistenten Gen-Pflanzen ist, dass die Schädlinge gegenüber der Wirkung von Bt-Toxinen unempfindlich werden können. Die Tatsache, dass die Schädlinge permanent den von den Pflanzen produzierten Giften ausgesetzt sind, fördert das Überleben der Schädlinge, die eine natürliche Resistenz gegenüber dem Bt-Toxin besitzen. Mit der Zeit könnte dies zur massiven Ausbreitung der resistenten Exemplare führen. Damit würde das Bt-Gift seine Wirksamkeit verlieren.

In den USA fordert die Environment Protection Agency (EPA, Umweltschutzbehörde) deswegen umfangreiche Pufferzonen, in denen zwischen den Feldern mit Gen-Saaten normale Pflanzen wachsen, um so die Entstehung einer Resistenz gegen das Bt-Gift zu verlangsamen. Es gibt jedoch Bedenken, dass diese Rückzugsgebiete (20% der mit Bt-Saaten bepflanzten Gebiete) nicht ausreichen²⁹ und zudem nicht konsequent durchgesetzt werden. Derartige Pufferzonen sind ähnlich wie eine Mantelsaat (siehe Frage 14) nur durch eine Untersuchung der Pflanzen zu überprüfen. Eine behördliche Überwachung von Pufferzonen wäre mit einem erheblichen Aufwand für die Behörden verbunden. Gleichzeitig muss

²⁹ Knight, J. 2003. Agency 'ignores its advisers' over Bt maize. *Nature* 422: 5.

bezweifelt werden, dass Landwirte freiwillig einen Teil ihrer Maisanbaufläche speziell zur Vermehrung des Maiszünslers bereitstellen würden, sollte keine behördliche Überwachung erfolgen.

Auch beim Anbau von Bt-Baumwolle in Indien³⁰ und China³¹ sind Resistenzprobleme erkannt worden.

Es bestehen zudem grundsätzliche Zweifel, ob entsprechende Pufferzonen überhaupt funktionieren können.³² Auf der anderen Seite ist eine Fülle von wissenschaftlichen Daten vorhanden, die die Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer Schädlingsresistenz untermauern.³³ Eine weit verbreitete Resistenz unter Schädlingen wäre auch eine ernsthafte Bedrohung für eine nachhaltige und umweltfreundliche Landwirtschaft, da diese die Möglichkeit verlieren würde, das natürliche Bt-Mittel wie bisher im Sprühverfahren zu nutzen.

Anbau in Deutschland

Der Anbau von BT-Mais ist in Deutschland landwirtschaftlich betrachtet unnötig. In einer guten fachlichen Praxis zum Anbau von BT-Mais sollte der Anbau in Regionen, in denen der Maiszünsler nicht auftritt oder keine wirtschaftlich relevanten Schäden verursacht, untersagt werden. In den verbleibenden Regionen sollte eine Fruchtfolge und das Häckseln der Maisstoppeln nach der Ernte verbindlich vorgeschrieben werden.

Die Einrichtung von Pufferzonen sollte spätestens dann erwogen werden, wenn in einer Anbauregion ein Großteil der Fläche mit BT-Mais bepflanzt wird.

17. Inwieweit sind Bestäuber wie z.B. Bienen bei den Maßnahmen zu berücksichtigen - sowohl im Hinblick auf das Ausbreitungspotenzial als auch auf die gesundheitliche Gefährdung von Bienen durch Bt-Mais?

Verunreinigung von Bienenprodukten

Honigbienen ernähren sich zum Teil von Mais-Pollen. Dadurch gelangt der Maispollen auch in Bienenprodukte wie Honig und Blütenpollen.

In Bayern³⁴ wurde an vier Standorten³⁵ die Auskreuzung in benachbarten Mais untersucht, allerdings lediglich bis zu einer Distanz von 75 Metern. Zudem wurde untersucht, ob Bienen Maispollen sammeln. 12 Bienenvölker wurden an drei Standorten in bis zu 700 Metern Abstand aufgestellt. Dabei gab es folgende Ergebnisse:

- a. 17 der 36 untersuchten Honigproben enthielten Maispollen. Gen-Mais konnte nicht nachgewiesen werden.

³⁰ Jayaraman, K.S. 2002. Poor crop management plagues Bt cotton experiment in India. *Nature Biotechnology* 20: 1069.

³¹ Huang, J. and Q. Wang. 2003. *Biotechnology policy and regulation in China*. IDS Working Paper, Biotechnology Policy Series 4, Brighton: Institute of Development Studies.

³² Gould, F., N. Blair, M. Reid, T.L. Rennie, J. Lopez, and S. Micinski. 2002. *Bacillus thuringiensis-toxin resistance management: stable isotope assessment of alternate host use by Helicoverpa zea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 99: 16581-16586.

³³ Gould, F., N. Blair, M. Reid, T.L. Rennie, J. Lopez, and S. Micinski. 2002. *Bacillus thuringiensis-toxin resistance management: stable isotope assessment of alternate host use by Helicoverpa zea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 99: 16581-16586.

³⁴ Die Ergebnisse wurden von Staatsminister Josef Miller anlässlich des Besuchs der Landtagsausschüsse „Umwelt und Verbraucherschutz“ sowie „Landwirtschaft und Forsten“ am 28. Juni 2006 in Freising vorgestellt.

³⁵ Beteiligt waren die bayrischen staatlichen Versuchsgüter Baumannshof, Neuhof und Grub, sowie das Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Schwarzenau.

- b. 35 der 36 untersuchten Pollenproben³⁶ enthielten Maispollen. Zwei der Proben enthielten dabei rund fünf Prozent Gen-Maispollen.
- c. Andere Trachtpflanzen können durch Maispollen eingestäubt werden. Bienen geraten dadurch auch außerhalb der Maisfläche an Gen-Pollen.
- d. Es gibt keine direkte Abhängigkeit zwischen Polleneintrag und Entfernung der Bienenvölker.

Für die Verschleppung von Maispollen von Feld zu Feld spielen Bienen nach Stand der Forschung keine große Rolle (siehe auch Frage 13).

Gesundheitliche Gefährdung von Bienen, siehe Frage 12.
siehe auch Frage 18

18. Inwieweit muss bei einer guten fachlichen Praxis berücksichtigt werden, dass Imker ihre Bienenstöcke nicht mehr oder nur noch in sehr weiter Entfernung zu Anbauflächen mit gentechnisch veränderter Pflanzen (gvP) aufstellen? Welche Konsequenzen hätte dies für andere Landwirte bzw. für die Biodiversität?

Landwirtschaft ohne Bienen?

Bienen sammeln nicht nur Honig, sie übertragen dabei Pollen von Blüte zu Blüte und bestäuben dadurch die Pflanzen. Pollen gelangt auch durch den Wind von Pflanze zu Pflanze oder die Pflanze bestäubt sich selbst. Aber ohne Bienen werden weniger Blüten bestäubt, es werden weniger Samen gebildet und der Landwirt hat einen geringeren Ertrag: Für den Raps zeigen österreichische Untersuchungen³⁷, dass Bienen den Ertrag pro Hektar um etwa 50 Prozent steigern. Der Forscher empfiehlt vier bis fünf Bienenvölker pro Hektar³⁸. Das Landwirtschaftsministerium in Neuschottland, Kanada empfiehlt sogar 6 Bienenvölker pro Hektar Raps zur Sicherung der Ernte³⁹.

In Kalifornien müssen Bauern bereits für die Bestäubung durch Bienen zahlen. Dort werden pro Bienenvolk bis zu 115 Euro berechnet. Dabei sind die Bienen teurer, wenn der Honig nicht vermarktet werden kann⁴⁰, beispielsweise weil der gebildete Honig nicht schmeckt.

Zum Vergleich: Je Hektar werden etwa vier Tonnen Rapssamen geerntet. Preis je Tonne: 200-250 Euro⁴¹.

Für Mais-Bauern hätte das Fortbleiben von Bienen während der Maisblüte vermutlich keine Auswirkungen auf den Maisanbau, voraussichtlich aber auf die Bestäubung anderer Pflanzen und für Imker:

Nach Haefeker⁴² ist Mais selbst ein wichtiger Pollenlieferant durch den verstärkten Anbau

³⁶ Blütenpollen oder auch Höselpollen genannt ist nichts anderes als von der Biene gepresster Blütenstaub

³⁷ Stefan Mandl, Universität für Bodenkultur, Wien in „Mithilfe von Bienen zu höheren Erträgen bei Raps“, MARKTPLATZ ÖSTERREICH, 16. Februar 2006

³⁸ Stefan Mandl, persönliche Mitteilung vom 13.7.06

³⁹ Q. Davison, G. Atlin and C.D. Caldwell, Nova Scotia Crop Development Institute and Department of Plant and Animal Sciences Nova Scotia Agricultural College: Hybrid Seed Canola Production in the Maritimes, <http://www.gov.pe.ca/af/agweb/index.php3?number=72724&lang=E>

⁴⁰ Daniel A. Sumner and Hayley Boriss: Bee-economics and the Leap in Pollination Fees, <http://aic.ucdavis.edu/research1/bee-economics.pdf>

⁴¹ www.zmp.de

⁴² Walter Haefeker, Deutscher Berufs und Erwerbsimkerbund e.V, Vorstandsmitglied, persönliche Mitteilung vom 17.10.2006

geworden. Andere Kulturpflanzen, die zu diesem Zeitpunkt blühen, sind schlicht verdrängt worden. Wenn Imker von einer GVO-Fläche mindestens drei km Abstand halten sind 30 Quadratkilometer in diesem Zeitraum ohne Bestäubung. Betroffen wären vorrangig Wildpflanzen, aber auch Sonderkulturen wie Beeren, Kürbisse, Zucchini und Gartenkräuter. Dies würde laut Haefeker jedoch nur für Wanderimker gelten. Standimker, die normalerweise ihre Völker das ganze Jahr über an einem Standplatz halten oder feste Bienenhäuser nutzen, würden möglicherweise ihre Plätze generell wechseln oder die Imkerei ganz aufgeben.

Die Mehrheit der Imker ist nicht für die Wanderung mit vielen Bienenvölkern ausgerüstet und fällt damit in die zweite Kategorie. Damit wäre ein solches Gebiet in Sachen Bestäubung nachhaltig unterversorgt. Betroffen wären dann viele Kulturen wie beispielsweise der Raps und der Obstbau.

Möglicherweise müssten in den betroffenen Gebieten Landwirte dann zukünftig Imker für die „Dienstleistung“ der Bestäubung ähnlich wie in Kalifornien bezahlen.

19. *Welche Maßnahmen sind auf der Basis dieser wissenschaftlichen Untersuchungen bei der Ernte sowie bei dem Umgang mit den Ernteerzeugnissen (Reinigung von Erntemaschinen u.ä.) notwendig, um zu verhindern, dass vermehrungsfähiges Erntegut von gvP verbreitet wird (Samen, Knollen, Pflanzen)?*

Alle Maschinen, die für Aussaat, Pflege, Transport und Lagerung verwendet werden, müssen sorgfältig gereinigt werden. Die Kosten sind nach dem Verursacherprinzip vom Gen-Bauern zu tragen.

Über welche Wege GVO-Material in die Ernte gelangen kann, hat die Schweizer FAL dargestellt (Sandivo 2005⁴³). Eintragung durch Pollen und Saatgut sind nur zwei mögliche Quellen der Verunreinigung. Durch die Sämaschine und gegebenenfalls Pflege, Ernte, Reinigung, Lagerung und Transport können ebenfalls Bestandteile in die konventionelle oder ökologische Ernte gelangen.

Die wissenschaftliche Forschung zu Einträgen durch gemeinsame Nutzung von Landmaschinen ist dünn. Es gibt keine eigenständige europäische Forschung zu dieser Frage. Lediglich Forscher aus den USA⁴⁴ befassen sich seit sechs Jahren mit der Frage. Schon im Jahr 2000 hat Bullock et al.⁴⁵ Sämaschinen und Mährescher als einen kritischen Punkt beim Eintrag von GVO beschrieben. Ohne gründliche Reinigung der Sämaschine werde alleine durch die Aussaat die Ernte mit bis zu einem Prozent verunreinigt. Für die Reinigung setzen die Forscher je nach Maschinengröße zwischen 40 und 55 Minuten an. Mit dem möglichen Eintrag aus Mähreschern befassen sich Hanna et al (2002⁴⁶). Für die Produktion von nicht-gentechnischem Mais setzen sie als akzeptable Schwelle 0,1 Prozent durch den Mährescher an, da auch mit Einträgen durch das Saatgut und Einkreuzungen zu rechnen sei.

⁴³ SANVIDO, O., WIDMER, F. WINZELER, M, STREIT, B., SZERENCSITS, E. BIGLER, F. (2005) Koexistenz verschiedener landwirtschaftlicher Anbausysteme mit und ohne Gentechnik, Schriftenreihe der FAL 55, Hrg. Agroscope FAL Reckenholz

⁴⁴ PURDUE UNIVERSITY (2005) GRAINSAFE – On-farm quality Assurance Program, veröffentlicht von Post-Harvest Education & Resesearch Center der Purdue University, West Lafayette, Indiana, www.grainquality.org

⁴⁵ BULLOCK, D., DESQUILBET, M., NITSI, E. (2000) The economics of Non-GMO Segregation and Identity Preservation. Paper for the American Agricultural Economics Association Annual Meeting in Tampa, Florida

⁴⁶ HANNA, H. M., DARREN, H. J., GRAEME, R. Q. (2002) Field equipment clean-out for identitypreserved grain production. (<http://www.extension.iastate.edu/grain/resources/publications/grainproduction.htm>.)

In der aktuellen Forschung haben Ess et. al. (2005⁴⁷) Messungen bei Mähdreschern vorgenommen. Ein sauberer Mähdrescher verberge immer noch zwischen 27 und 54 Kilogramm Reste von den vorherigen Flächen: Körner, Staub und Stroh. Erst die Kombination einer gründlichen Reinigung mit einer Spülung des Korntanks ergebe die angestrebte Qualität.

Die europäische Forschung greift die Arbeiten aus den USA nur mit Verzögerung auf. Jahrelang haben sich Fachministerien an den Empfehlungen des Joint Research Centers aus 2002 (Bock et al.⁴⁸) orientiert. Das JRC schätzte die Verunreinigung von der Aussaat bis zur Lagerung als komplett vernachlässigbar ein. Über die gesamte Kette hinweg betrage die Verunreinigung deutlich unter 0,1 Prozent.

In dem neuen Bericht von 2006 greifen die Forscher des JRCs die älteren Arbeiten aus den USA auf, und beschreiben, dass eine komplette Reinigung eines Mähdreschers nicht möglich sei (Messean et. al. 2006⁴⁹). Werde ein Mähdrescher nach dem Einsatz auf einem Feld mit gentechnisch verändertem Mais auf einem konventionellen Feld eingesetzt, betrage die Verunreinigung 0,4 Prozent.

Es liegen keinerlei Erkenntnisse über die Verschleppung durch Maishäcksel vor. (siehe auch Frage 32)

20. Welche Auswirkungen auf die Anforderungen einer guten fachlichen Praxis hätte eine mögliche Nutzung von gvP für Biogasanlagen?

Für Biogasanlagen sind andere Zuchtziele als bei einer Verwendung als Körner- oder Silomais relevant. Hierbei geht es vorrangig um die Produktion von Biomasse. Nur bei einem starkem Maiszünslerbefall kommt es beim Maisanbau zu Ertragseinbußen. Der Anbau von BT-Mais zu dem Zweck der Verwendung in einer Biogasanlage entspricht in Regionen ohne einen solchen starken Maiszünslerbefall nicht der guten landwirtschaftlichen Praxis (siehe auch Frage 16).

Der Anbau von Gen-Mais hat über a) Pollendrift und b) Verschleppung durch Aussaat- und Erntemaschinen Auswirkungen auf benachbarte Flächen. Der Anbau ist zudem für Imker relevant. Diese Auswirkungen entstehen unabhängig vom geplanten Verwendungszweck des Gen-Maises.

Abfälle aus Biogasanlagen können nicht im gleichen Umfang von BIO-Betrieben genutzt werden, sollte Gen-Mais Verwendung finden. Ob Stromverbraucher den Einsatz von Gen-Mais honorieren würden, darf zudem bezweifelt werden.

⁴⁷ ESS, D. R., FLECK, N. A., MAIER, D. E. (2005) Where grain hides in a Combine. Purdue Extensions, GQ-49-w; www.Grainquality.org

⁴⁸ BOCK, A.-K, LHEUREUX, K. LIBEUA-DULOS, M. (2002) Scenario for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture, Joint research Center, Mai 2002, IPTS – JRC. http://www.jrc.cec.eu.int/download/GMCrops_coexistence.pdf

⁴⁹ MESSEAN, A., ANGEVIN, F., GOMEZ-BARBERO, M., New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture, Joint Research Center, Februar 2006, www.jrc.es/home/pages/eur22102enfinal.pdf

21. Welche Verfahren der Warenflusstrennung sind notwendig, um zu verhindern, dass im Rahmen der weiteren Verarbeitung von Bestandteilen von gvP – besonders wenn in Betrieben sowohl gvP als auch konventionell angebaute Pflanzen bzw. deren Produkte verarbeitet werden - keine Verunreinigungen anderer Produkte erfolgt?

Die Verarbeitung sowohl von Gen-Pflanzen als auch konventionell angebauten Pflanzen erscheint unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nach unserem Kenntnisstand nur in vollständig getrennten Produktionslinien sinnvoll. Ansonsten entstehen durch jede Umstellung auf eine Non-GMO Produktion erhebliche Kosten durch die notwendigen Reinigungs- und GVO-Untersuchungen.

Für die Warenflusstrennung sind die Verordnungen 1829/2003 und 1830/2003 unentbehrlich. Sie gewähren eine Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit für Rohstoffe und Zwischenprodukte.

Nach unserer Kenntnis führen die Betriebe zusätzlich eigene Analysen durch.

22. Welche wissenschaftlichen Untersuchungen zu den Kumulationseffekten in der Waren- und Lieferkette gibt es im Bezug zu Regeln der „guten fachlichen Praxis“?

- / -

23. Welchen Einfluss hätten Regelungen zur guten fachlichen Praxis im Hinblick auf eine Gefährdungshaftung bzw. würden diese das Risiko einer möglichen gentechnischen Verunreinigung in der Landwirtschaft sowie in der weiteren Waren- und Lieferkette kalkulierbar machen?

Artikel 26a der Richtlinie 2001/18/EG ermöglicht es den Mitgliedsstaaten, die gentechnikfreie Landwirtschaft zu schützen. In den Leitlinien zur Koexistenz⁵⁰ hat die Kommission ausdrücklich Haftungsregeln und Anbaumaßnahmen erwähnt.

„2.1.9. Haftung

Welche Art von Instrumenten gewählt wird, kann sich im Falle wirtschaftlicher Schäden infolge von Beimischungen auch auf die einzelstaatlichen Haftungsvorschriften auswirken. Den Mitgliedstaaten wird empfohlen, ihre privatrechtlichen Haftungsvorschriften daraufhin zu prüfen, ob die einzelstaatlichen Gesetze ausreichenden und allen Beteiligten den gleichen Schutz bieten. Landwirte, Saatguterzeuger und andere Marktteilnehmer sollten über die Haftungsvorschriften, die in ihrem Land bei Schäden aufgrund von Beimischungen gelten, genau unterrichtet sein.

In diesem Zusammenhang könnten die Mitgliedstaaten prüfen, inwieweit eine Anpassung bestehender Versicherungsregelungen sinnvoll ist bzw. neue Regelungen in diesem Bereich einführen.“

„3.1. Additivität von Maßnahmen

Bei den Vorkehrungen zur Verhinderung des Polleneinflugs auf benachbarte Felder handelt es sich bis zu einem gewissen Umfang um sich gegenseitig ergänzende Maß-

⁵⁰ 2003/556/EC dated 23 July 2003, Commission Recommendation on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the co-existence of genetically modified crops with conventional and organic farming.

nahmen, die aber auch synergisch wirken können. So lässt sich der Mindestsicherheitsabstand zwischen Feldern mit denselben Anbaukulturen verringern, wenn gleichzeitig weitere geeignete Maßnahmen (wie etwa Planung unterschiedlicher Blütezeiten, Verwendung von Kultursorten mit geringerer Pollenerzeugung, Pollenfallen, Hecken usw.) getroffen werden. Die effizientesten und kostenwirksamsten Maßnahmen sind abhängig von den in Abschnitt 2.2 genannten Faktoren und können je nach Kultur und Region erheblich voneinander abweichen.“

Regeln zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft und strenge Haftungsregelungen ergänzen sich damit. Das Nebeneinander von Haftungsregeln und Anbauregeln ist auch von Art. 26a der Richtlinie 2001/18/EG gedeckt, die den Mitgliedstaaten einen weiten Spielraum für *"geeignete Maßnahmen, um das unbeabsichtigte Vorhandensein von GVO in anderen Produkten zu verhindern"*, vorgibt. Das Risiko, dass trotz Einhaltung der guten fachlichen Praxis eine wesentliche Beeinträchtigung stattfindet, trägt der Landwirt, der Gen-Pflanzen anbaut. Diese Risikoverteilung entspricht den Zielen der Richtlinie 2001/18/EG. In den Erwägungsgründen zur Richtlinie heißt es:

(5) Der Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erfordert eine gebührende Kontrolle der Risiken infolge der absichtlichen Freisetzung genetisch veränderter Organismen(GVO) in die Umwelt.

(6) Nach dem Vertrag sollten Umweltmaßnahmen der Gemeinschaft auf dem Grundsatz der Vorbeugung beruhen.

24. *Wie hoch sind die Probe- und Analysegenauigkeiten bei den derzeitigen Testmethoden zur Feststellung von Verunreinigungen durch gentechnisch veränderte Pflanzen (gvP) entlang der Warenkette?*

Nachweisgrenze

Die Probenanalyse beruht auf dem Nachweis spezifischer DNA-Fragmente, die in einer PCR vermehrt werden. Die Analysegenauigkeit wird dabei durch zwei Faktoren bestimmt:

- Probengröße und
- Nachweisgrenze für das spezifische DNA-Fragment

Eine Probe kann beispielsweise aus 100.000 Körnern Reis bestehen. Solch eine Probe wird durch malen homogenisiert. Für die Analyse wird dabei nur ein kleiner Teil der homogenisierten Probe eingesetzt: Hieraus wird die DNA isoliert und in einer PCR eingesetzt. Die in der PCR entstandenen DNA-Stücke werden in einer Chromatographie nach Größe sortiert und sichtbar gemacht. Der Nachweis eines bestimmten DNA-Fragments erfolgt durch Größenvergleich mit einem internen Standard.

Während der PCR wird das gesuchte DNA-Fragment vermehrt. Für eine erfolgreiche PCR sind dabei mehrere Fragmente in der Versuchslösung erforderlich.

Um statistisch abgesicherte Ergebnisse zu liefern, muss die Probe mindestens 10-30 / 100.000 Körnern enthalten (0,01 – 0,03 Prozent).

Probenqualität

Für den Nachweis ist eine möglichst intakte DNA erforderlich. DNA ist entgegen landläufiger Annahmen relativ stabil. UV-Strahlung, Trockene Hitze, Lauge oder Säure zerstören jedoch DNA. DNA ist wasserlöslich, aufgereinigtes Pflanzenöl enthält daher auch höchstens geringe Spuren von DNA.

25. *Mit welchen Kosten (u.a. für Testanalysen) ist zu rechnen, um entlang der Warenkette sicherzustellen, dass das Endprodukt nicht entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 gekennzeichnet werden muss oder dass es keine ungenehmigten Genkonstrukte enthält? Wer sollte diese Kosten tragen?*

Neuartige Gen-Pflanzen

Auf neuartige Gen-Pflanzen kann nur untersucht werden, wenn ein Nachweisverfahren vorliegt.

DNA-Proben können in der Analytik auf das Vorhandensein bestimmter DNA-Fragmente untersucht werden. Dabei kann beispielsweise auf DNA-Fragmente, typisch für LibertyLink Pflanzen (pat-Gen, Gen-Pflanzen, wie der LL601 Reis der Firma Bayer) untersucht werden. Dabei würden sowohl der genehmigte Gen-Mais T25 als auch der illegale LL601 und weitere Gen-Pflanzen zu einem positiven Signal führen. Um Gen-Pflanzen spezifisch erkennen zu können, sind spezifische Nachweise notwendig.

Inverkehrbringer von Gen-Pflanzen sind nach EU-Recht verpflichtet, Nachweisverfahren für ihre Gen-Pflanzen bereit zu stellen. Diese Pflicht muss auf neuartige Gen-Pflanzen, die in Freilandversuchen getestet werden, ausgedehnt werden. Nur so können Behörden und Firmen Warenströme auf Gen-Pflanzen und insbesondere auf neuartige, nicht genehmigte Gen-Pflanzen untersuchen.

Kosten

Eine Standarduntersuchung von Körnermais auf Gen-Mais MON810 kostet zur Zeit 145 Euro. Enthält die Probe Gen-Mais, ist eine Quantifizierung der Kontamination notwendig. Die Gesamtkosten steigen damit auf etwa 285 Euro.

Die Laborkosten⁵¹ setzen sich zusammen aus Probenaufarbeitung [20 Euro] und DNA-Isolation [80 Euro], den notwendigen qualitativen PCR-Untersuchungen [45 Euro je untersuchtem Trait] und bei einem Befund den notwendigen quantitativen PCR-Untersuchungen [140 Euro je quantifiziertem Trait]. Muss auf mehr als ein Gen-Pflanze untersucht werden, steigen die Kosten also erheblich.

Neuartige Screening-Verfahren, wie sie von Firmen wie GeneScan oder Eppendorf entwickelt werden, könnten zukünftig auf mehrere hundert spezifische Gen-Pflanzen gleichzeitig qualitativ untersuchen. Damit wäre eine kostengünstigere Unterscheidung zwischen zugelassenen und nicht-zugelassenen Gen-Pflanzen als bislang möglich. Ohne eine öffentlich zugängliche Datenbank für neuartige Gen-Pflanzen können derartige Verfahren jedoch nicht entwickelt werden.

Kostenübernahme

Imker und Nachbarn von Gen-Bauern werden zukünftig möglicherweise verstärkt ihre Produkte auf Verunreinigungen untersuchen lassen müssen. Diese Kosten sind durch den Anbau von Gen-Pflanzen verursacht. In der Verordnung zur guten fachlichen Praxis sollte geregelt werden, in welchem Umfang Analysekosten durch Gen-Bauern zu übernehmen sind. Greenpeace empfiehlt Gen-Bauern zur Kostenübernahme bei Flächen innerhalb des doppelten Isolationsabstandes und bei Bienenprodukten innerhalb eines Radius von 10 km zu verpflichten. Die Ergebnisse der Analysen sollten zur Überprüfung der Koexistenzmaßnahmen bundesweit behördlich zentral erfasst und ausgewertet werden (siehe Frage 26).

⁵¹ Zahlen laut Genetic ID, Am Mittleren Moos 48, 86167 Augsburg

26. Welche Überwachungsmaßnahmen (u.a. Monitoring) sind notwendig, um die Auskreuzung oder Vermischung von gentechnisch veränderten Pflanzen bzw. Pflanzenprodukten zu kontrollieren und zu dokumentieren?

Kommerzieller Anbau (part C)

Zur Überprüfung der Koexistenzmaßnahmen ist eine Beprobung benachbarter Flächen sowie Bienenprodukten notwendig (siehe auch Frage 25). Für eine Überprüfung der Koexistenzmaßnahmen sollten daher die privat veranlassten Untersuchungen behördlich erfasst und ausgewertet werden. Zusätzlich sollten in Modellregionen Proben auf benachbarten Flächen durch wissenschaftliche Einrichtungen im Auftrag der mit dem Monitoring befassten Behörde genommen werden. Das Monitoring sollte bundesweit koordiniert werden. Die Einrichtung einer Koordinationsstelle Koexistenz auf Bundesebene erscheint dabei notwendig.

Ein allgemeines Pollenmonitoring würde zudem die regionale Belastung mit Pollen von Gen-Pflanzen dokumentieren. Ein entsprechendes Modellprojekt wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes bereits durchgeführt⁵². Das allgemeine Pollenmonitoring sollte ebenfalls durch wissenschaftliche Einrichtungen im Auftrag der befassten Behörden erfolgen. Sollten andere Gen-Pflanzen kommerziell angebaut werden, sind weitere Maßnahmen notwendig.

Freisetzungsversuche (Part B)

Vor dem Hintergrund von Kontaminationen der Nahrungskette mit dem Gen-Reis LL601 und BT63 ist eine Überprüfung der Überwachungsmaßnahmen bei Freilandversuchen in Deutschland angezeigt. Freisetzer müssen zukünftig dazu verpflichtet werden, den Behörden Nachweisverfahren für die freigesetzten neuartigen Gen-Pflanzen zur Verfügung zu stellen (siehe Frage 25). Die Nachweisverfahren müssen in einer Datenbank gesammelt und veröffentlicht werden.

27. Inwieweit gibt es Überlegungen, ob z.B. Bestäuber wie Bienen bei den Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen einbezogen werden können?

- / -

28. Wie kann bei der Vermarktung von gentechnisch verändertem Gemüse (z.B. Mais) sowie beim Import von vermehrungsfähigem Pflanzenmaterial (z.B. Raps) die Auskreuzung oder Vermischung beprobt und kontrolliert werden?

Bei Produkten wie Erdbeeren, Papaya oder Gurken ist eine Angabe zur Kontamination in Prozent unsinnig, denn ein Endverbraucher konsumiert dann eine Gen-Erdbeere oder nicht und nicht 0,5 Prozent Gen-Erdbeere.

Für die Überwachung der Nahrungskette ist es dringend notwendig, eine Datenbank über neuartige Gen-Pflanzen einzurichten (siehe auch Fragen 25, 26 und 30). Gen-Erdbeeren⁵³ wurden beispielsweise in Argentinien, Japan, Kanada, den USA, Spanien, Großbritannien und Italien im Freiland getestet. Nachweisverfahren für Gen-Erdbeeren liegen nicht vor.

⁵² www.oekologiebuero.de/Pollenmonitoring.pdf

⁵³ Nach www.transgen.de und <http://biotech.jrc.it/deliberate/dbplants.asp>

Eine Untersuchung von Körnern kann wie unter Frage 24 erläutert erfolgen.

29. *Wie müsste ein effektives Überwachungssystem bei bereits im Wuchs befindlichen Kulturen aussehen, damit verlässliche und geeignete Daten über die Wirksamkeit von Abstandsregelungen unter realen regionalen Bedingungen erhoben werden können?*

Zur Überprüfung des kommerziellen Anbaus von Gen-Pflanzen siehe Frage 26.

Auf dem Feld

In stehenden Kulturen kann eine Kontamination durch die Aussaat (kontaminiertes Saatgut oder Verschleppung durch Maschinen), durch Pollenflug während der Blüte des weiblichen Blütenstandes und während der Ernte erfolgen (siehe Frage 6).

Erfolgt die Kontamination während der Aussaat, enthalten alle Pflanzenteile die für die Gen-Pflanze typischen Gen-Abschnitte. Erfolgt die Kontamination durch Pollenflug, enthalten nur die betroffenen Samen die für die Gen-Pflanze typischen Gen-Abschnitte.

30. *Wie kann gewährleistet werden, dass eine Kontamination mit bisher nicht für den Anbau zugelassenen transgenen Sorten rechtzeitig bemerkt wird, obwohl nach diesen (auf Grund der Nicht-Zulassung) eigentlich gar nicht gesucht werden müsste?*

Für eine bessere Überwachung der Nahrungskette auf neuartige, nicht-zugelassene Gen-Pflanzen ist die Einrichtung einer Datenbank mit spezifischen Nachweisverfahren für diese Pflanzen notwendig. Die verantwortlichen Firmen bzw. die entsprechenden Anbauländer müssen verpflichtet werden, entsprechende Nachweisverfahren zur Verfügung zu stellen (siehe Fragen 25 und 26).

31. *Welche Konsequenzen hätte es für die Anwender von transgenen Nutzpflanzen, wenn Kontaminationen oberhalb der Nachweisgrenze von ca. 0,1% beim Verursacher (Saatguthersteller, Anwender) einklagbar wären?*

In Paragraph 36a Abs. 1 GenTG sind drei Fallgruppen normiert, in denen gentechnische Verunreinigungen eine grundsätzlich abwehrfähige "wesentliche Beeinträchtigung" im Sinne des Artikel 906 BGB darstellen, nämlich wenn

- *das Produkt nicht mehr in Verkehr gebracht werden kann (Nr. 1),*
- *das Produkt nur unter der Kennzeichnung der gentechnischen Veränderung in den Verkehr gebracht werden darf (Nr. 2),*
- *das Produkt nicht mehr mit einer Kennzeichnung für eine besondere Produktionsweise angeboten werden darf (Nr. 3).*

Diese drei Fallgruppen sind nicht abschließend. Durch das der Aufzählung vorangestellte Wort "*insbesondere*" stellen diese Fallgruppen lediglich Regelbeispiele dar. Damit können auch andere als die in Nr. 1 bis 3 genannten Fälle "wesentliche Beeinträchtigungen" bilden. Vor allem sind Verunreinigungen auch dann wesentlich, wenn die Schwellenwerte (beispielsweise die Kennzeichnungsschwellen für Lebensmittel gemäß Art. 12 Abs. 2 der VO Nr. 1829/2003/EG von derzeit 0,9%) nicht überschritten werden (vgl. Palme, UPR 2005, 164, 166).

Konfliktsituationen können nämlich entstehen, wenn sich Öko-Bauern vertraglich zu

strengeren Vorgaben verpflichtet haben. Für die Bestimmung der Wesentlichkeits-Schwelle im Nachbarschaftsverhältnis ist somit nicht nur auf die Schwellenwerte, sondern auch auf die konkrete Nutzung abzustellen und daher auch die besondere Empfindlichkeit des Grundstücks zu beachten. Insofern sind die besonderen Anforderungen der Anbau-Verbände zu berücksichtigen (vgl. Abel-Lorenz, ZUR 2000, 30, 31).

Haftungsregeln als unbürokratisches Mittel zum Schutz der gentechnikfreien Landwirtschaft

Die Haftungsregelungen dienen vor allem dem Schutz der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft vor den mit der Agro-Gentechnik verbundenen Gefahren unbeabsichtigter Auskreuzungen. Maßgebend ist es deshalb, Anreize zu schaffen, die gentechnikfreie Landwirtschaft faktisch zu erhalten (Sachverständigenrat für Umweltfragen, Umweltgutachten 2004, BT-Drs. 15/3600, S. 436).

Die Begrenzung auf Sanktionsmöglichkeiten gentechnischer Verunreinigungen oberhalb von 0,9% ist nicht mit EU-Recht in Einklang zu bringen. Zunächst ist vor dem Hintergrund der Irreversibilität und den bisher nicht abschätzbaren Risiken der Agro-Gentechnik die Einhaltung der Vorsorgepflicht erforderlich (Art. 1, Art. 4 Abs. 1 Richtlinie 2001/18/EG). Gentechnisch veränderte Organismen sind als lebende Organismen unter Freisetzungsbedingungen praktisch nicht rückholbar, so dass dem Vorsorgegrundsatz im Gentechnikrecht besondere Bedeutung zukommt. Der Vorsorgepflicht wird nur Rechnung getragen, wenn strenge Haftungsregelungen ohne Schwellenwert bestehen. Denn strenge Regelungen führen dazu, dass das unbeabsichtigte Vorhandensein von gentechnischen Verunreinigungen in Produkten minimiert wird.

32. *Welche Auswirkungen hat die so genannte Koexistenz für LohnunternehmerInnen, welche sowohl für konventionelle Bauern, als auch für Landwirte, die transgene Kulturen nutzen, arbeiten? Wie kann der überbetriebliche Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen praxisnah und kostenneutral organisiert werden, ohne Kontaminationen in Kauf nehmen zu müssen. Welche Kosten entstehen dabei?*

Da es keine europäische Forschung zu der Verschleppung durch Landmaschinen gibt, besteht hier dringender Handlungsbedarf. Je nach Bauart des Mähdreschers ist mit Unterschieden beim Zeitaufwand für die Reinigung zu rechnen. In der guten fachlichen Praxis ist zu konkretisieren, was eine gründliche Reinigung des Mähdreschers und der Sämaschinen bedeutet.

Fachleute aus Deutschland betonen wie die Autoren des Joint Research Centers, dass das geringste Risiko und der geringste ökonomische Aufwand durch eine Eigenmechanisierung zu erreichen ist. Landwirte, die auf den Anbau von gentechnisch veränderten Mais setzen, sollten ausschließlich eigene Maschinen einsetzen. Gerade im Maisanbau ist heute der überbetriebliche Maschineneinsatz weit verbreitet (über Maschinengemeinschaften, Lohnunternehmen und Maschinenringe).

Bei der Wachsmaisproduktion in Frankreich und teils auch der Saatguterzeugung werden kritische Flächen stets als letztes geerntet. Dies könnte in einer guten fachlichen Praxis für Gen-Mais-Flächen verbindlich vorgeschrieben werden. Allerdings müsste eine Überwachung sicherstellen, dass dies auch während der Ernte, die durch Hektik, hohen Zeitdruck und bei umschlagender Witterung einer raschen Neuplanung der Maschineneinsätze gekennzeichnet ist, eingehalten würde.

Sowohl die Leitlinien der Europäischen Kommission als auch das Gentechnikgesetz legen dabei fest, dass Gen-Bauern die Kosten für Reinigung der Landmaschinen und der Dokumentation zu tragen haben.

(Siehe auch Frage 19)

Günther · Heidel · Wollenteit · Hack
Rechtsanwälte

RAe Günther · Heidel · Wollenteit · Hack
Postfach 130473 · 20104 Hamburg

Greenpeace e.V.
Herr Henning Strodt Hoff
Große Elbstraße 39

22767 Hamburg

Michael Günther*
Hans-Gerd Heidel*¹
Dr. Ulrich Wollenteit*²
Martin Hack*² LL.M. (Stockholm)
Clara Goldmann LL.M. (Sydney)
Dr. Michéle John
Dr. Dirk Legler LL.M. (Cape Town)
Dr. Roda Verheyen LL.M. (London)

* zugelassen auch am Hanseatischen OLG

¹ Fachanwalt für Familienrecht

² Fachanwalt für Verwaltungsrecht

Postfach 130473
20104 Hamburg

Mittelweg 150
20148 Hamburg

Tel.: 040-278494-0

Fax: 040-278494-99

Email: post@rae-guenther.de

Gerichtskasten 177

18.10.2006

05/0958UR/C/mj

Sekretariat: Frau Krey

Tel.: 040-278494-23

Kurzstellungnahme zur Koexistenzregelung

Das Gentechnikgesetz (GenTG) wurde zuletzt durch das „Gesetz zur Neuordnung des Gentechnikrechts“ vom 21.12.2004 (BGBl. I [2005] S. 186 ff.) in ganz wesentlichen Teilen geändert und ergänzt. Die Novellierung diente seinerzeit insbesondere der Umsetzung der Richtlinie 2001/18/EG (Freisetzungsrichtlinie). Die schwarz-rote Regierung beabsichtigt nun, das GenTG erneut zu ändern.

Im Auftrag von Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg nehmen wir im Zusammenhang mit geplanten Änderungen des GenTG dazu Stellung, ob der deutsche Gesetzgeber die Koexistenzregelungen unter rein wirtschaftlichen Aspekten regeln kann.

Die Koexistenz auf rein wirtschaftliche Aspekte zu reduzieren, verstößt insbesondere gegen das Vorsorgeprinzip.

Der Belang der Koexistenz wurde mit der Änderung des GenTG im Jahre 2004 in § 1 Nr. 2 GenTG verankert. Danach ermöglicht das GenTG, „dass Produkte, insbesondere Lebens- und Futtermittel, konventionell, ökologisch oder unter Einsatz gentechnisch veränderter Organismen erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können“. Die Koexistenz stellt somit das verträgliche Nebeneinander von Produktionsweisen mit GVO und ohne diese unter Schutz. Bezweckt ist vor allem der Schutz vor der unbeabsichtigten Auskreuzung von GVO.

Buslinie 109, Haltestelle Böttgerstraße · Fern- und S-Bahnhof Dammtor

.../ 2

Dresdner Bank AG
BLZ 200 800 00
Kto.-Nr. 4000 262 00

Hamburger Sparkasse
BLZ 200 505 50
Kto.-Nr. 1022 250 383

Postbank Hamburg
BLZ 200 100 20
Kto.-Nr. 743 874 202

Anderkonto:
Dresdner Bank AG
BLZ 200 800 00
Kto.-Nr. 4000 262 02

Die Koexistenz ist gemäß § 16b Abs. 1 S. 1 und 2 GenTG auch beim Umgang mit GVO zu berücksichtigen. In Satz 1 dieser Vorschrift ist derzeit geregelt, dass derjenige, der zum Inverkehrbringen zugelassene Produkte, die GVO enthalten, beispielsweise anbaut, Vorsorge treffen muss, dass die in § 1 Nr. 1 GenTG genannten Rechtsgüter, nämlich die Gesundheit von Menschen und die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge, geschützt werden und darüber hinaus die Koexistenz gemäß § 1 Nr. 2 GenTG beachtet wird. Beim Umgang mit GVO muss also deren Auskreuzung durch Vorsorgemaßnahmen vermieden werden. Werden diese Vorsorgemaßnahmen nicht getroffen oder sind sie unzureichend, ist nach § 16b Abs. 1 S. 2 GenTG beispielsweise der Anbau von GVO unzulässig, soweit auf Grund der Umstände des Einzelfalles der Belang der Koexistenz nicht gewährleistet ist.

Demnach genügt es nicht, dass die Schutzgüter des § 1 Nr. 1 GenTG lediglich im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für das Inverkehrbringen von GVO beachtet werden (§ 16 Abs. 2 S. 1 GenTG). Insbesondere beim Umgang mit in den Verkehr gebrachten GVO muss eine Gefahren- und Risikovorsorge stattfinden.

Die Koexistenz dient dem Schutz sowohl der ökologischen als auch der konventionellen Land- und Lebensmittelwirtschaft und erhält die Wahlfreiheit des Endverbrauchers gegenüber unterschiedlichen Produktionsweisen aufrecht. Es spielen also auch Aspekte wie beispielsweise die Gewährleistung einer langfristigen Ernährungssicherheit eine Rolle, so dass, falls sich in Zukunft erweisen sollte, dass eine Anbauform wegen umweltbedingter oder gesundheitlicher Aspekte nachteilig ist, eine andere Form zur Verfügung steht. Die Offenhaltung verschiedener Anbauoptionen im Rahmen der Koexistenz ist keineswegs eine lediglich wirtschaftliche Frage (vgl. dazu auch *Roller*, Die Genehmigung zum Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Produkte und ihre Anpassung an Änderungen des Standes der Wissenschaft, ZUR 2005, 113, 115). Hinter der Koexistenz verbergen sich vielmehr zahlreiche klassische Rechtsgüter und Allgemeininteressen wie Biodiversität, Bodenschutz, Umweltschutz, Erhaltung des ländlichen Raumes, Neuausrichtung der EG-Agrarstruktur (vgl. Erwägungsgründe der Verordnung [EWG] Nr. 2092/91 [EG-Öko-Verordnung]) aber auch die zu schützenden Grundrechte der konventionellen und ökologischen Landwirte und der Lebensmittelhersteller.

Das Argument, durch Erteilung der Inverkehrbringensgenehmigung seien Beeinträchtigungen der Gesundheit der Menschen und Umweltauswirkungen ausreichend geschützt oder ausgeschlossen, greift viel zu kurz und übersieht, dass die Koexistenz fortlaufend über Verhaltenspflichten gesichert werden muss. Deren Nichteinhaltung muss auch sanktionierbar sein. Eine einmal erteilte Anbaugenehmigung kann nicht dazu führen, dass die Bauern, die keine GVOs anbauen, schutzlos stehen. Vielmehr müssen die GVO-Verwender in jeder

Phase des Umgangs mit GVO den Belang der Koexistenz beachten und bei Verstößen zur Verantwortung gezogen werden.

Diese Vorsorgepflicht ist insbesondere vor dem Hintergrund der Irreversibilität und den bisher nicht abschätzbaren Risiken der Grünen Gentechnik erforderlich. GVO sind als lebende Organismen unter Freisetzungsbedingungen praktisch nicht rückholbar, so dass dem Vorsorgegrundsatz im Gentechnikrecht besondere Bedeutung zukommt.

Falls die Koexistenz beim Umgang mit in Verkehr gebrachten GVO in § 16b Abs. 1 GenTG beschnitten wird, muss die Koexistenz als drittes Schutzgut neben Gesundheit und Umwelt in § 1 Nr. 1 GenTG verankert werden. Die Koexistenz wäre dann im Rahmen der Genehmigungsvoraussetzungen nach § 16 GenTG mit zu berücksichtigen. Bei Nichteinhaltung der Koexistenz könnte die Zulassung widerrufen werden, falls sich herausstellt, dass trotz Vorsorgemaßnahmen ein bestimmtes GVO-Produkt auskreuzt.

Die Leitlinien der Kommission zur Koexistenz (Empfehlung der Kommission vom 23.07.2003 mit Leitlinien für die Erarbeitung einzelstaatlicher Strategien und geeigneter Verfahren für die Koexistenz gentechnisch veränderter, konventioneller und ökologischer Kulturen, 2003/556/EG, ABl. der EU vom 29.07.2003, Nr. L 189/03) lassen keine andere Bewertung zu. Diese Leitlinien sind unverbindlich und wurden durch die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 vom 22.09.2003 zeitlich überholt. Mit dieser Verordnung wurde nämlich erst Art. 26a Abs. 1 in die Freisetzungsrichtlinie eingefügt. Danach „können die Mitgliedstaaten die geeigneten Maßnahmen ergreifen, um das unbeabsichtigte Vorhandensein von GVO in anderen Produkten zu verhindern“.

Die derzeitige Regelung ist somit europarechtskonform und entspricht insbesondere dem Vorsorgeprinzip.

Rechtsanwältin
Dr. Michéle John



Gift im Gen-Mais

Aktuelle Forschung macht Risiken
des in Deutschland
angebauten Bt-Mais deutlich

Vorversion

Gift im Gen-Mais

Inhalt

- Einleitung
- 1. Der Kreislauf des Giftes in der Umwelt
- 2. Auswirkungen auf Bodenorganismen
- 3. Auswirkungen auf Bienen, Schmetterlinge und andere Lebewesen
- 4. Mangelhafte Qualität
- 5. Gen-Mais: ökologisch und wirtschaftlich unsinnig
- Zusammenfassung
- Quellen

Einleitung

Der in Europa angebaute gentechnisch veränderte Mais MON810 ist eine problematische Pflanze:

- Die Genmanipulation verändert ungewollt und ungeplant das Erbgut und den Stoffwechsel der Pflanzen.
- Über Pollenflug und Vermischungen werden Ernte und Lebensmittel kontaminiert.
- Der Mais bildet ein Gift gegen Insekten, das sonst nur in Bakterien vorkommt. Das Gift wird zum festen Bestandteil von Futter- und Lebensmitteln und kann sich auf dem Acker ausbreiten.

Bt-Mais wurde in den USA entwickelt, vor allem um den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) zu bekämpfen. Dieser Nachtfalter legt seine Eier auf Maisblättern ab und schädigt die Pflanze. Die Raupen bohren sich zuerst in die Blätter und Stängel, wandern bis zum Herbst den Stängel hinab und überwintern ganz unten im Stängel oder im oberen Bereich der Wurzel. Wenn Maispflanzen befallen sind, bricht häufig ihr Stängel ab.

Während der Maiszünsler zwischen 1910 und 1920 nach Nordamerika eingeschleppt wurde und sich dort sehr schnell als Schädling ausbreitete, kommt er in Europa natürlicherweise auf einer Vielzahl von Pflanzen vor. Nur eine von zwei europäischen Maiszünslerassen befällt tatsächlich Mais. Diese Rasse ist nur in einigen europäischen Regionen heimisch, in Norddeutschland und Großbritannien ist sie beispielsweise nicht zu finden. Seit einiger Zeit allerdings breitet sie sich langsam nach Norden aus und ist bereits in Brandenburg entdeckt worden. In der konventionellen Landwirtschaft wird der Maiszünsler meist durch bloßes Pflügen bekämpft.

Im Herbst 2006 läuft die Zulassung für den Gen-Mais MON810 in der EU aus. Die Behörden müssen den Mais dann erneut prüfen. Aus diesem Anlass hat Greenpeace aktuelle Forschungsergebnisse aus Deutschland und anderen Ländern zusammengestellt, offene Fragen gesammelt und die möglichen Risiken beleuchtet.

Für Deutschland haben die Autoren insbesondere die Forschungsarbeiten des Projekts "Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ausgewertet, die erst zum Teil veröffentlicht sind. Diese Studien beziehen sich auf MON810 und eine weitere Gen-Mais Variante (Bt 176), die inzwischen nicht mehr angebaut wird.

Aus einem im April 2006 von der EU-Kommission veröffentlichten Bericht geht hervor, dass in den letzten Jahren die Sicherheitsprobleme bei Gen-Saaten immer deutlicher zutage traten (European

Communities 2005). Die aktuellen Daten bestätigen diesen alarmierenden Befund. Aus der Fülle der jetzt vorliegenden Hinweise wird deutlich, dass die Probleme mit dem Gen-Mais noch komplexer sind, als ursprünglich angenommen. Die Risiken betreffen kleinste Bodenlebewesen, geschützte Arten wie Schmetterlinge und nützliche Insekten wie Bienen und reichen bis zu einer Gesundheitsgefährdung von Mensch und Tier.

Aus den vorliegenden Erkenntnissen und dem Katalog ungeklärter Fragen wird ersichtlich, dass die Freigabe für den kommerziellen Anbau von Gen-Mais zu früh erfolgte. Sie ist mit dem in der EU gesetzlich verankerten Prinzip der Vorsorge nicht vereinbar. Die EU-Zulassung des Gen-Mais muss aus diesem Grund zurückgenommen werden.

1. Der Kreislauf des Giftes in der Umwelt

Ursprünglich kommt das Gift des *Bacillus thuringiensis* nur in Boden-Bakterien vor. Seit längerer Zeit ist bekannt, dass dieses Gift in der Landwirtschaft eingesetzt werden kann, um Schädlinge zu bekämpfen. Es gilt als so ungefährlich, dass sogar sein Einsatz in der ökologischen Landwirtschaft erlaubt ist. Durch den Einbau des Giftes in die Maispflanzen mit Hilfe der Genmanipulation jedoch werden seine Eigenschaften grundlegend verändert:

1. In der Natur hat das Gift nur äußerst niedrige Konzentrationen. Bei Schädlingsbefall wird es lediglich kurzzeitig und selektiv gesprüht.
2. Das Gift wirkt in natürlicher Form nur auf bestimmte Insekten und liegt in einer nichtwirksamen Form (Protoxin) vor; erst im Darm von Insekten wird es in eine aktive Form umgewandelt .

Dagegen verändert die Gentechnik die Eigenschaften des Giftes erheblich:

1. In relativ hoher Konzentration wird es über die gesamte Wachstumsperiode in den Pflanzen gebildet und gelangt über Wurzeln, Pflanzenteile und Pollen in die Umwelt.
2. Im Boden wird das Gift an Bodenpartikel gebunden. Es kann Monate überdauern, reichert sich in der Nahrungskette an und wird sogar über den Darm von Nutztieren wieder ausgeschieden.
3. Das Gift existiert nicht in der nichtwirksamen Form, sondern in der aktiven Variante. Dadurch wandelt sich auch das Spektrum der möglicherweise empfindlichen Organismen.
4. Obwohl die Gift-Proteine alle mit demselben Namen "Cry1Ab" bezeichnet werden, unterscheiden sie sich grundlegend von dem natürlichen Protein und auch untereinander.

Durch den Anbau des Gen-Mais bildet sich so ein völlig neuer Kreislauf der Verteilung und Anreicherung des Bt-Giftes in Umwelt und Nahrungskette. Aktuelle Forschungsergebnisse bestätigen dies.

Auswirkungen von Bt-Pflanzen im Boden sind erst seit Mitte/Ende der 90er Jahre untersucht worden, d.h. erst nachdem Bt-Mais in den USA bereits angebaut wurde und nachdem Bt176 und MON810 in der EU zum Anbau zugelassen worden waren.

Viele Studien seit Ende der 90er Jahre zum Thema "Bt-Pflanzen und Boden" dokumentieren unerwartete Auswirkungen, insbesondere negative Umwelt-Effekte. Diese Ergebnisse belegen auch, dass die meisten Bereiche noch gar nicht erforscht sind. Fast überall, wo geforscht wird, sind negative Auswirkungen zu verzeichnen.

Wie das Gift in die Umwelt gelangt

Bt-Toxine können auf verschiedenen Wegen in den Boden eingetragen werden: als lebendes Pflanzenmaterial (Wurzel, Jehle 2005), abgestorbene Feinwurzeln und Wurzelausscheidungen (Saxena et al. 1999, Saxena & Stotzky 2000) während der Wachstumsperiode, in Form von Pollen (Losey 1999), der in den Boden gewaschen wird, Ernterückständen (Wurzel, Stängel, Blätter) nach der Ernte (Tapp & Stotzky 1998, Stotzky 2000, Zwahlen et al. 2003b, Baumgarte & Tebbe

2005), Bt-Toxin im Kot von Bodenorganismen (Wandeler et al. 2002, Saxena & Stotzky 2001) und in Tierexcrementen (Einspanier et al. 2004).

Während in den letzten Jahren eine Reihe von Studien mit unterschiedlichen Ansätzen zum Überdauern von Bt-Toxinen im Boden durchgeführt wurden, gibt es so gut wie keine wissenschaftlichen Arbeiten, die Menge und Art des eingetragenen Bt-Toxins in und über die Wachstumsperiode hinaus untersuchen. So ist auch 2005 noch unbekannt, wie viel Gift über die Wurzeln tatsächlich ausgeschieden wird:

"Nach unserem Kenntnisstand ist nicht bekannt, wie viel Cry1Ab-Protein in der Rhizosphäre von Bt-Mais unter landwirtschaftlichen Bedingungen gebildet wird, und wie viel dieses Proteins nach der Ernte im Boden verbleibt" (Baumgarte & Tebbe 2005).

Offensichtlich gibt es im direkten Umfeld der Wurzeln relativ hohe Toxinwerte. Ein Teil des Giftes befindet sich auch Monate nach der Ernte noch im Boden, höhere Werte sind in verbleibenden Pflanzenresten nachweisbar:

"Der Cry1Ab-Gehalt war in der Erde (bulk soil) von MON810-Feldern in allen Fällen niedriger als in der Erde direkt in Wurzelbereich, wo der Bt-Gehalt von 0,1 bis 10 ng/g Boden schwankten. [...] Cry1Ab-Protein wurde außerdem mit Gehalten von 0,21 ng/g Erde sieben Monate nach der Ernte, d.h. im April des folgenden Jahres, gefunden. Zu diesem Zeitpunkt wurden allerdings höhere Werte in den Blätter- und Wurzelresten (21ng/g bzw. 183 ng/g) gefunden. Der Bt-Gehalt in Wurzelresten entspricht 12 Prozent des Bt-Gehalts in intakten Wurzeln" (Baumgarte & Tebbe 2005).

Obwohl bekannt ist, dass Wurzeln Bt-Gift enthalten und in den Boden abgeben können, wird dies in der Risikoabschätzung von Bt-Mais zum Teil ganz ausgeklammert. So nennt der zur Zeit zur Bearbeitung vorliegende EU-Zulassungsantrag für den Bt-Mais 1507 den Bt-Gehalt verschiedener Pflanzenteile, aber nicht den der Wurzeln. Trotzdem hat sich die Europäische Zulassungsbehörde EFSA bereits für den kommerziellen Anbau dieser Gen-Mais-Varianten ausgesprochen.

Die Wege des Giftes über die Wurzeln, Pollen und Pflanzenteile sind nicht die einzigen Eintragungspfade in die Umwelt. Erste Untersuchungen zum Abbau von Bt-Protein im Darm von Kühen haben ergeben, dass "bemerkenswerte" Mengen von Bt-Gift im Magendarmtrakt gefunden wurden und dass auch der Kot der Tiere das Gift enthielt (Einspanier et al. 2004).

Wie lange das Gift im Boden bleibt

Eine Reihe von Studien beschäftigt sich mit der Verweildauer, Aktivität und dem Abbau von Bt-Toxinen im Boden. Aufgrund verschiedener Fragestellungen (Nachweisdauer des ganzen oder teilweise abgebauten Toxins, Aktivität gegen Zielorganismen etc.) sowie sehr unterschiedlichen Methoden (Laborversuche, Verwendung von isolierten, bakteriellen Cry1Ab, getrocknete und pulverisierte Blätter, Original-Ernterückstände) lassen sich die Ergebnisse nur bedingt vergleichen.

Feldversuche und Monitoring belegen aber, dass das Gift auch noch mehrere Monate nach der Ernte in Pflanzenresten und im Boden nachweisbar und aktiv ist. Frühere Studien, welche die Ergebnisse unrealistischer Laborstudien hochrechneten, sind damit widerlegt.

Unterschiedliche Bodentypen beeinflussen die Persistenz von Bt-Toxinen im Boden. Besonders lange kann das Gift in tonhaltigen Böden verweilen. Nach Dolezel et al. (2005) sind folgende Faktoren für die Verweildauer von Bt-Toxinen im Boden ausschlaggebend:

- die Menge des Toxins
- die Rate, mit dem es von Insektenlarven aufgenommen und deaktiviert wird,
- die Rate, mit der es durch Mikroorganismen abgebaut wird,
- die Rate abiotischer Inaktivierung (Saxena et al. 2004).

Saxena et al. (2002a) konnten Bt-Toxin von Bt-Mais-Wurzelausscheidungen und von verrottendem Bt-Mais-Pflanzenmaterial im Boden noch nach 350 Tagen (dem längsten untersuchten Zeitraum) nachweisen. Anderen Studien registrierten isoliertes Bt-Toxin noch nach 234 Tagen (als der Versuch abgebrochen wurde; Tapp & Stotzky 1995, Palm et al. 1996, Koskella & Stotzky 1997, Tapp & Stotzky 1998). Auch damit sind frühere Studien widerlegt.

Sims & Holden (1996) hatten anhand von Laborstudien berechnet, dass 90 Prozent des Toxins nach 41 Tagen abgebaut wäre. Sie schlossen daraus, dass das Cry1Ab-Toxin in Bt-Mais unter Feldbedingungen instabil wäre und unter Anbaubedingungen schnell abgebaut würde. Antragssteller und Zulassungsbehörden stützen sich auch heute noch häufig auf diese Studie (Sims & Holden 1996), obwohl sie offenkundig nicht die Realität widerspiegelt. Dies ist ein Beispiel dafür, wie unrealistische Studien heutzutage bei der Risikoabschätzung von Bt-Mais zugrundegelegt werden.

Sims & Holden (1996) etwa gehen für ihre Laborstudie von einer konstanten Temperatur von 24-27°C aus. Dies ist für die Bodentemperatur in europäischen Maisanbaugebieten jedoch völlig unrealistisch. Zwahlen et al. (2003a) verzeichneten im Feldversuch Bodentemperaturen von 8,5°C. Wie die Autoren ausführen, hängt der Abbau von Bt-Toxinen zu einem signifikanten Ausmaß von mikrobiellen Aktivitäten ab (Palm et al. 1996, Koskella & Stotzky 1997). Diese sind bei kühleren Temperaturen aber reduziert.

"Daher muss erwartet werden, dass der Abbau in gemäßigten Zonen substanziell anders ist, als der, der in Laborversuchen mit konstant hohen Temperaturen beobachtet wurde." (Zwahlen et al. 2003b). Die Autoren (Zwahlen et al. 2003a) haben in einer Vergleichsstudie ebenfalls belegt, dass Bt-Pflanzenmaterial unter (vergleichbaren) Feld- und Laborbedingungen auf dem Feld langsamer abgebaut wird und länger toxisch wirksam ist als normaler Gen-Mais.

Diese Tendenz bestätigt auch eine der neuesten Studien zu diesem Thema im Rahmen des BMBF-Projekts "Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004" in Deutschland. Baumgarte & Tebbe (2005) beobachteten, dass Oberflächenwurzeln von MON810-Mais noch sieben Monate nach der Ernte, also kurz vor der folgenden Maisaussaat, noch 12 Prozent des Bt-Toxingehalts von frischen Wurzeln aufwies. Dieser Wert fiel erst in den folgenden zwei Monaten stark ab.

Wie sich das Gift im Boden anreichert

Bt-Toxine binden sich an oberflächenaktive Bodenpartikel; dadurch wird der biologische Abbau behindert (Saxena & Stotzky 2001a, Saxena & Stotzky 2000). Die vollständige Bindung ist bereits innerhalb einer halben Stunde erreicht (Schröder 2005). Einmal gebunden, lösen sich die Bt-Toxine nicht so leicht wieder ab (Dolezel et al. 2005).

Saxena & Stotzky (2002) beobachteten, dass Erde mit Bt-Pflanzenmaterial nach 120 bis 180 Tagen je nach Zusammensetzung der Bodenminerale unterschiedlich toxisch war. Bt-Toxine haften besser an Bodenpartikeln mit einer höheren Kationenaustauschkapazität und einer ausgeprägteren Oberflächenstruktur.

Lee et al. (2003) bestätigen diese Ergebnisse. Sie zeigten, dass der Großteil der Bt-Gifte (88-98%) sehr fest an Tonpartikel gebunden waren. Auch bei größerer Menge Cry1Ab-Protein trat kein Sättigungseffekt auf. Sie fanden keine strukturellen Veränderungen des gebundenen Toxins, aber eine anhaltende toxische Aktivität. Nach 45 Tagen war die Toxizität von gebundenen Bt-Proteinen sogar höher als die von ungebundenen.

Damit ist klar, dass sich das Bt Toxin in verschiedenen Bodentypen, auch in Abhängigkeit von klimatischen Gegebenheiten, unterschiedlich stark anreichert und verschiedene biologische Aktivitäten entwickeln kann. Diese Einflussfaktoren sind bis jetzt jedoch nicht genügend untersucht

worden. Dies wird auch durch aktuelle Studien aus Deutschland belegt.

In einer Studie über drei Jahre an drei Standorten (bei Halle und im Rheinland) wiesen alle Böden eine ähnliche mineralogische Zusammensetzung mit hohen Tonmineralegehalten auf. Doch der Untergrund und das Klima waren verschieden, so dass nach Angaben der Wissenschaftler "wichtige Bodeneigenschaften differieren" (Schröder 2005). Die Autoren fanden heraus, dass die Beweglichkeit des Bt-Toxins Cry1Ab auf den einzelnen Standorten der Freisetzungen stark variierte (Schröder 2005).

"Grundsätzlich lassen sich im Hinblick auf die bodenchemischen Parameter folgende zusammenfassende Aussagen treffen: Je höher der Gehalt an organischer Substanz ist, besonders in den Oberböden, desto geringer ist die Bindung des Bt-Toxins. Erklärung: Die organische Substanz verschließt kleine Poren zwischen den Bodenpartikeln, so dass das Bt-Toxin nicht in den Zwischenräumen gebunden werden kann. [...] Je größer die Oberfläche der Bodenpartikel ist, desto mehr Bt-Toxin wird an den Bodenpartikeln gebunden" (Schröder 2005).

Schröder (2005) schließt daraus, dass "diese Erkenntnis bei der Verwertung unserer Ergebnisse im Hinblick auf ein Monitoringverfahren bei der Freisetzung von gentechnisch-veränderten Pflanzen berücksichtigt werden muss."

Generell muss man derzeit davon ausgehen, dass sich das Gift im Boden anreichert und über die Jahre akkumulieren kann (Hopkins & Gregorich 2003, Lang & Arndt 2005). Großer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Auswirkungen dieser Giftpflicht im Boden: "Im zweiten Anbaujahr lagen an beiden Standorten alle gemessenen [Boden-]Bt-Werte deutlich über denen von 2002. Dabei betrug die Zunahme der Toxingehalte je nach Standort das fünf- bis siebenfache des Vorjahres. Selbst in Bodenproben, die im April 2003, d.h. vor der nächsten Aussaat entnommen wurden, konnte noch etwas nachgewiesen werden" (Arndt 2005).

Das Gift in der Nahrungskette

Auch wenn Insekten und andere Tiere das Bt-Gift aufgenommen haben, ist es damit noch nicht aus dem Kreislauf verschwunden. In einigen Fällen war das Bt-Gift in Tieren nachweisbar, die von Bt-Maispflanzen gefressen hatten, ohne dass es ihnen akut schadete.

Werden diese Tiere gefressen, nehmen auch ihre Fressfeinde das Gift auf. In Milben reichert sich das Gift so stark an, dass in ihnen mehr Gift steckt als in den Bt-Maispflanzen selbst. Studien mit der Milbe *Tetranychus urticae* fanden in den Tieren Bt-Konzentrationen, die denen der Bt-Maisblätter entsprachen (Dutton et al. 2002) oder sogar bis zu drei Mal höher waren (Obrist et al. 2005).

Im Vergleich mit anderen pflanzenfressenden Insekten (Tripsen, Blattläuse und Heuschrecken) wiesen Milben den höchsten Bt-Gehalt auf (Dutton et al. 2004b). Die Werte waren bis zu 33mal höher als die in Zikaden, die sich von dem gleichen Pflanzengewebe ernähren (Dolezel et al. 2005).

Wir müssen also nicht nur davon ausgehen, dass (nicht betroffene) Milben Bt-Toxin weitergeben, sondern dass es auch zu einer Anreicherung in der Milben kommt. Dadurch können Raubinsekten deutlich höheren Bt-Konzentrationen als die Bt-Pflanzen selbst ausgesetzt sein.

Bei anderen Tieren wurde das Bt-Gift nicht nur im Magen sondern auch im Kot nachgewiesen (z.B. bei Regenwürmern, Blattläusen, Spinnen und Kellerasseln; Saxena & Stotzky 2001a, Raps et al. 2001, Harwood et al. 2005, Wandeler et al. 2002). Da dieser Kot Teil des Bodens ist, kann das Bt-Gift von weiteren Organismen aufgenommen werden.

Bt-Gift aus Maispflanzen wird im Magen von Wiederkäuern nicht verdaut und mit dem Kot wieder ausgeschieden (Einspanier et al. 2004). So kann es mit dem tierischen Dung auch wieder auf die Felder und Weiden gelangen.

2. Auswirkungen auf Bodenorganismen

Grundsätzlich können Bt-Toxine auf alle Bestandteile des Boden-Ökosystems wirken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bt-Toxin auf verschiedenen Wegen in den Boden gelangt (lebende und abgestorbene Wurzeln, Wurzelexudat, abgestorbene Stängel und Blätter, Pollen, Kot und Gülle). Damit liegt es zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Formen und Konzentrationen vor. Darüber gibt es bis dato wenig Informationen.

Auswirkungen von Bt-Pflanzen auf Nicht-Zielorganismen im Boden sind bis Ende der 90er Jahre überhaupt nicht erforscht worden. Keiner schien davon Notiz zu nehmen, dass Bt-Toxin auch in den Wurzeln gebildet würde, dass im Boden von landwirtschaftlichen Nutzflächen auch Organismen vorkommen und dass in der landwirtschaftlichen Praxis (im Gegensatz zum wissenschaftlichen Versuch) Bt-Pflanzenmaterial im Boden verbleibt. Der Mangel an diesbezüglichen Studien ist eklatant.

Einfluss auf Mikroorganismen

Es ist unübersehbar, wie wichtig Bodenmikroorganismen sind, da sie für etwa 90 Prozent des Kohlenstoffumsatzes im Boden verantwortlich sind. In einem Gramm Ackerboden leben über 109 Bodenmikroorganismen, dies entspricht bei einer Bodentiefe von 10 Zentimetern 1017 Bodenmikroorganismen pro Hektar. Mikroorganismen sind direkt mit bestimmten Insektengruppen verbunden. Insekten wie Trauermückenlarven zersetzen verrottendes Pflanzenmaterial, das die Mikroorganismen vorkompostiert haben.

Verschiedene Studien beschreiben Effekte von Bt-Mais auf Bodenmikroorganismen, die je nach Bodenart unterschiedlich stark sein können. Schon seit einigen Jahren gibt es "einige Hinweise auf die anti-bakterielle Wirkung von Bt-Toxinen" (Escher et al. 2000, Zalunin et al. 2003 zitiert in Lang 2005).

Castaldini et al. (2005) verzeichneten Unterschiede in den Bakteriengemeinschaften der Rhizosphäre (Wurzelgeflecht) von drei Maissorten im Gewächshaus (Bt176, Bt11 und Mais ohne Bt). Über vier Monate beeinflussten Ernterückstände die Bakterienpopulationen, Bodenatmung und Mykorrhizasymbiose. (Castaldini et al. 2005).

Auch Baumgarte & Tebbe (2005) beobachteten, dass sich vor allem das Alter der Pflanzen und Feldunterschiede beim Anbau von MON810 über drei Jahre auf die Bakteriengemeinschaften ausgewirkt hatten. Sie ziehen aus ihren Beobachtungen die Schlussfolgerungen, dass es vermutlich strukturelle Effekte des Bt-Gifts auf die Bakteriengemeinschaften der Rhizosphäre gibt, auch wenn diese durch andere, größere Effekte verdeckt werden. Sie betonen deshalb die Notwendigkeit mögliche Effekte auf Nicht-Zielorganismen auch nach der Ernte zu untersuchen (Baumgarte & Tebbe 2005, Tebbe 2005).

Geringere Besiedlung mit Mykorrhiza

Mykorrhiza ist eine Symbiose von Pilzen und Pflanzen, in der ein Pilz mit dem Feinwurzelsystem einer Pflanze in Kontakt ist. Die Mykorrhizapilze verhilft der Maispflanze dazu, Nährstoffe und Wasser besser aus dem Boden aufzunehmen. Außerdem bietet die Symbiose einen gewissen Schutz vor Krankheiten und ermöglicht es der Pflanze, bei Trockenheit besser zu wachsen.

Mykorrhiza von Nutzpflanzen ist ein wichtiger ökologischer Parameter und sollte Teil jeder Risikoabschätzung sein. Doch in den aktuellen Bt-Mais-Zulassungsanträgen wird die Mykorrhizakolonisation nicht berücksichtigt.

Zwei Studien belegen, dass die Wurzeln von Bt-Maispflanzen weniger mit Mykorrhiza besiedelt sind. Dadurch verliert der Bt-Mais nicht nur den Symbiosepartner und dessen Beitrag zur Pflanzenernährung, sondern ist vermutlich auch anfälliger gegen Schadinsekten. Denn ohne Mykorrhizabesiedlung lockt Bt-Mais weniger natürliche Feinde der Schädlinge an.

Turrini et al. (2004) waren die ersten, welche die Mykorrhiza-Besiedlung von Bt-Pflanzen erforscht haben. Demnach schafften es die Pilze nicht, funktionsfähige Strukturen an den Wurzeln von Bt176 auszubilden.

Castaldini et al. (2005) führten eine zweite Studie zu diesem Thema durch und stellten ebenfalls eine signifikant geringere Mykorrhiza-Kolonisation von Bt-Mais-Wurzeln fest. Im Labor zeigte sich eine erheblich geringere Mykorrhiza-Kolonisierung in Bt176-Wurzeln, nicht aber in Bt11-Mais. Eine gesunde Mykorrhiza macht Nutzpflanzen attraktiver für natürliche Feinde von Blattläusen, die Mais befallen können (Guerrieri et al. 2004 zitiert in Dolezel et al. 2005). Durch eine verringerte Mykorrhiza-Besiedlung wie sie Turrini et al. (2004) und Castaldini et al. (2005) beschrieben, wird eine Bt-Mais-Pflanze anfälliger für Schadinsekten, da weniger natürliche Feinde die Maispflanze besuchen (Dolezel et al. 2005).

Es gibt bis heute aber keine Studie, die diesen Aspekt der erhöhten Anfälligkeit für Schadinsekten betrachtet.

Bt-Mais schädigt Trauermücken

Trauermücken (Sciariden) sind zwei bis drei Millimeter große Mücken, die sich genau wie ihre ein Millimeter großen Larven von abgestorbenen Pflanzenteilen ernähren. Sie leben in der oberen Bodenschicht, wo sie mit Raten von bis zu 6.000 Individuen pro Quadratmeter schlüpfen. Als Zersetzer von Pflanzenresten im Boden spielen sie eine wichtige Rolle in der Bodenökologie und für die Bodenfruchtbarkeit.

Einer aktuellen Studie aus Deutschland (Büchs 2005) zufolge schädigt der Bt-Mais MON810 Trauermücken. Ihre Mortalität ist erhöht und die Verpuppungsrate geringer. Außerdem kann das Bt-Gift den Käfern schaden, welche die Larven fressen (Langenbruch et al. 2006).

Larven von *Lycoriella castanescens*, die MON810-Maisstroh fraßen, brauchten wesentlich länger, bis sie sich verpuppten, als Larven im normalen Maisstroh (Büchs et al. 2004, Büchs 2005). Für die Larven ist die Zeitdauer bis zur Verpuppung besonders wichtig, da sie in dieser Zeit keinen harten Chitinpanzer haben und sich nur sehr wenig bewegen können. Je mehr Zeit bis zum Verpuppen verstreicht, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Larven von Parasiten oder Krankheiten befallen werden.

Larven, die ausschließlich MON810-Streu gefressen hatten, wurden häufiger Beute von anderen Insekten, da die Larvalperiode länger dauert (Langenbruch et al. 2006). Insofern ist die Zeitdauer bis zur Verpuppung ein wichtiger Parameter, um Wirkungen auf diese für die Zersetzung und Bodenfruchtbarkeit besonders wichtigen Bodeninsekten abzuschätzen. Vor allem wenn Bt-Mais mehrjährig am gleichen Standort angebaut wird, kann sich die Lebensgemeinschaft der Zersetzer verschieben. Dies beeinflusst auch die Kompostierung und Bodenbildung (Langenbruch et al. 2006).

Die Auswirkungen auf die Population der Trauermückenlarven werden erst nach längerer Zeit sichtbar. Da sich Trauermückenlarven davon ernähren, dass sie Pflanzenreste im Boden zersetzen, sind im Freiland negative Effekte nicht unbedingt im ersten Jahr des Bt-Maisanbaus zu

verzeichnen. Sie treten erst dann auf, wenn das Bt-Pflanzenmaterial auch tatsächlich im Boden vorhanden ist. Dies zeigt sich in einer Drei-Jahres-Studie. Während im ersten Jahr sogar erhöhte Artenzahlen, Schlupfdichten und Zersetzungsleistungen bei MON810 Mais festzustellen waren, kehrte sich dieser Trend ab dem zweiten Jahr um. Im dritten Jahr war die Zersetzungsleistung bei MON810 deutlich geringer als im Vergleichsfeld. Dieser Rückgang korrespondierte mit einem Anstieg des Bt-Toxingehaltes der Streu um mehr als das 2,5fache (Langenbruch et al. 2006).

Wie schwierig es ist, die Auswirkungen des Gen-Mais auf Organismen wie Trauermückenlarven zu erforschen, zeigt sich auch darin, dass offensichtlich die Dosis des Bt-Toxins allein nicht ausschlaggebend ist. Möglicherweise hat das angeblich gleiche Bt-Gift Cry1Ab in den diversen Maisvarianten wie Bt176 und MON810 unterschiedliche biologische Qualitäten.

Bei Fressversuchen mit Maispollen zeigte sich die Entwicklungsverzögerung der Trauermücke *Lycoriella castanescens* nur bei MON810, nicht aber bei Bt176, obwohl in der verwendeten Bt176-Sorte Valmont der Bt-Gehalt mit 2962ng/g Pollen um das 30fache höher liegt als bei der MON810-Sorte Novelis (97ng/g).

Die negativen Auswirkungen von Bt-Mais auf Trauermückenlarven kann auf zwei Wegen die weitere Nahrungskette beeinflussen:

Erstens hat die veränderte Lebensdauer der Larven auch Auswirkungen auf die Raubinsekten (Predatoren), die sich von diesen Larven ernähren. Zunächst können die Raubinsekten mehr Nahrung finden, wenn die Trauermückenlarven länger bis zur Verpuppung brauchen. Langfristig können sich diese Effekte jedoch umkehren, wodurch die Bodenfruchtbarkeit grundlegend gestört werden kann (Langenbruch et al. 2006). Zu derartigen Effekten von mehrjährigem Bt-Anbau auf Nahrungsketten im Boden gibt es keine Studien.

Zweitens pflanzt sich der negative Effekt auch direkt in die Nahrungskette fort. Als die Larven von zwei räuberischen Käferarten (*Atheta coriaria* und *Poecilus cupreus*), die sich typischerweise von Trauermückenlarven ernähren, mit Trauermückenlarven gefüttert wurden, die ihrerseits mit MON810-Mais aufgezogen worden waren, kam es bei den Käferlarven zur Entwicklungsverzögerung (Büchs 2005).

Nematoden vernachlässigt

Nematoden (Fadenwürmer) sind nach Bakterien und Pilzen die zahlenmäßig größte Organismengruppe im Boden. Sie haben nur eine geringe Mobilität, sind relativ stressanfällig und umfassen Arten mit einer Vielzahl verschiedener Ernährungsformen. Da es pflanzenfressende und zersetzende, aber auch parasitische und insektenfressende Nematoden gibt, können sie sowohl direkt als auch indirekt durch Bt-Gifte geschädigt werden (Manachini et al. 2004).

Aus verschiedenen Studien sind negative Effekte des Bt-Giftes für Nematoden bekannt (Quellen in Lang & Arndt 2005 S.62). Dennoch wird den Interaktionen zwischen Bt-Pflanzen und Nematoden wenig Aufmerksamkeit gezollt.

Verschiedene Untersuchungen haben bereits Anfang der 90er Jahre gezeigt, dass die Toxine verschiedener *Bacillus thuringiensis*-Stämme negative Effekte auf die Eier und Larven von Nematoden haben (Meadows et al. 1990; Bottjer et al. 1985 in Manachini et al. 2004). Bei einer längeren Persistenz bzw. einer möglichen Anreicherung von Bt-Toxinen im Boden (Tapp & Stotzky 1998), die über Erntereste und Wurzelexudate dorthin gelangen (Saxena et al. 1999), ist ein Gefährdungspotenzial für die Nematodenfauna nicht auszuschließen (Lang & Arndt 2005).

Probleme bei der Untersuchung negativer Effekte auf Nematoden ergeben sich, weil aufgrund der großen Diversität der Ernährungsweise der Nematoden die Gesamtzahl der Nematoden wenig aussagekräftig ist. Vielmehr kommt es darauf an, die Anzahl der Nematoden in den verschiedenen

Ernährungsgruppen zu messen.

Nur wenige Studien widmeten sich bisher einzelnen Nematodenarten. Diese Laborstudien belegen negative Auswirkungen. Wurzelanhangserde von MON810 und Bt176 wirkt sich erheblich auf Wachstum und Reproduktionsrate der Nematode *Caenorhabditis elegans* (Lang & Arndt 2005) aus. Auch im Freiland zeigte *Caenorhabditis elegans* eine mögliche Empfindlichkeit gegenüber dem Bt-Gift, insbesondere in der Wurzelanhangserde der MON810-Sorte Novelis (Mananchini & Lozzia 2003).

Im Freiland waren Unterschiede in der Zusammensetzung der Nematodenpopulationen sichtbar. In einem Bt176-Feld waren einige bakterienfressende Nematodenarten nicht vorhanden, allerdings traten dort einige pilzfressende Nematoden auf, die im Kontrollfeld nicht vorkamen – ohne dass es allerdings einen Unterschied in der Gesamtzahl der Hauptnematodengruppen gab (Manachini & Lozzia 2002). Die Wissenschaftler erklären, dass "die Abnahme der bakterienfressenden Nematoden im Bt-Maisfeld durch einen direkten Effekt des Bt-Toxins auf die Nematoden verursacht sein könnte, oder durch einen indirekten Effekt auf einer anderen Ebene des Nahrungsnetzes (Bakterien, Pilze, Fressfeinde)."

Regenwürmer ausgeklammert

Regenwürmer sind wichtige und nützliche Organismen auf landwirtschaftlichen Flächen. Um so erstaunlicher ist, dass sie in der Risikoabschätzung von Bt-Mais fast vollständig unberücksichtigt bleiben. Regenwürmer zersetzen Pflanzenmaterial, tragen durch ihre Tunnel stark zur Bewegung des Bodens bei, bilden in ihren Tunnelwänden sauerstoffhaltige Nischen, die tief in den ansonsten sauerstoffarmen Boden reichen. Ihr Kot trägt zur Bodenfruchtbarkeit bei.

Dennoch gibt es nur wenige Studien (Ahl Goy et al. 1995, Saxena & Stotzky 2001a, Zwahlen et al. 2003a, Lang & Arndt 2005, Vercesi et al. 2006) zu drei verschiedenen Regenwurmart (Eisenia fetida, Lumbricus terrestris, Aporrectodea caliginosa). Darunter ist jedoch nur die Art, die in der neusten Studie vom Juni 2006 (Vercesi et al. 2006) untersucht wurde, für Ackerflächen relevant. Drei Arbeiten (Ahl Goy et al. 1995, Saxena & Stotzky 2001a, Lang & Arndt 2005) untersuchen vor allem die absolute Mortalitätsrate bzw. die Anzahl der Tiere.

Selbst in Studien (Ahl Goy et al. 1995), in denen sich keine akute Wirkung von Bt-Mais ausmachen ließ, war das Cry1Ab-Toxin im Darm und im Kot der Regenwürmer auffindbar. Allerdings gibt es keine weiteren Studien zu der Frage, wie sich das Bt-Gift über den Kot der Regenwürmer und die durch sie verursachten Bodenbewegungen verteilt.

Zwahlen et al. (2003a) berichten, dass die Sterberate und das Wachstum von juvenilen und adulten *L. terrestris* über 160 Tage im großen Ganzen nicht durch die Fütterung mit Bt-Mais beeinflusst wurde. Allerdings hatten die adulten Regenwürmer, die Bt-Maisstroh gefressen hatten, bei der letzten Messung nach 200 Tagen ein signifikant geringeres Gewicht.

Diese Studie gibt damit einen wichtigen Hinweis auf mögliche langfristige oder chronische Effekte von Bt-Mais auf Regenwürmer, auch wenn es sich bei *L. terrestris*, um eine Regenwurmart handelt, die eher weniger in landwirtschaftlichen Böden verbreitet ist (Vercesi et al. 2006).

Vercesi et al. (2006) untersuchten erstmals verschiedene Parameter eines vollständigen Regenwurmlebens (wie z.B. Überlebensrate, Schlupfrate, Vermehrung, Wachstum). Sie verwendeten mit *A. caliginosa* die vermutlich am weitesten verbreitete Art in landwirtschaftlichen Böden der gemäßigten Klimazone, sowie die MON810-Sorte Monumental (Vercesi et al. 2006).

Zwar wiesen die meisten untersuchten Parameter keine negativen Veränderungen durch den Bt-Mais auf. Trotzdem gelang es nur einer signifikant geringen Anzahl von Regenwürmern, aus ihrem Kokkon zu schlüpfen. Dieser Effekt kann die Populationszahlen dieses Regenwurms in einem Bt-

Maisfeld stark verringern. Das hat auch Auswirkungen auf andere Bodenorganismen, die von den vielfältigen Aktivitäten des Regenwurms abhängen.

3. Auswirkungen auf Bienen, Schmetterlinge und andere Lebewesen

Die bestehenden Labor-, Freiland- und Monitoringstudien reichen nicht aus, um Wirkungen auf Nicht-Zielorganismen auszuschließen. Vor allem indirekte Wirkungen und Langzeit-Effekte sind wenig untersucht. Dennoch nennt ein Großteil der Studien einzelne negative Effekte, die in der Regel bis dato nicht durch weitere Studien untersucht, geschweige denn widerlegt wären. Dies führt zu einer "erstaunlichen Fallzahl" (Lövei & Arpaia 2005) negativer Effekte.

Nur in den wenigsten Fällen werden im Vorwege die im (europäischen) Agrarraum vorkommenden Arten kartiert, so dass auf dieser Basis dann Testorganismen ausgewählt werden können. Das dies nötig ist, zeigen die wenigen Studien in denen eine solche Kartierung vorgenommen wurde: z.B. führte eine Kartierung der Schmetterlingsfauna in einem Versuch in Deutschland zu einer Liste von 79 Arten mit unterschiedlichen Häufigkeiten und unterschiedlichem Gefährdungsgrad (Lang 2005). In einer Kartierung von Bienen und Wespen an einem MON810-Feld fanden sich 200 Arten, von denen 39 auf der Roten Liste standen (Gathmann 2005).

Von den zahlreichen Nicht-Zielorganismengruppen sind nur wenige oder gar keine Arten untersucht worden; von den wenigen untersuchten sind wiederum die meisten nordamerikanische Arten. Erst in den letzten Jahren – also Jahre nach der Zulassung zum Anbau von MON810 und Bt176 in der EU – haben sich erstmals auch Studien mit europäischen Arten (v.a. in Deutschland) befasst.

Die Landwirtschaft und Agrarlandschaften in den USA unterscheiden sich grundlegend von denen in den europäischen Kulturräumen. Trotzdem werden bei einer Risikobewertung in Europa die ökologischen Verhältnisse in den USA zugrundegelegt.

Lang (2005, S. 49-50) gibt einen guten Überblick zu den wissenschaftlich begutachteten und publizierten Freiland-Studien. Im Laufe des Jahres 2005 hat sich diese Situation nicht grundlegend geändert, auch wenn weitere Studien hinzukamen, die in der Regel negative Auswirkungen zeigten.

"Diese Arbeiten sind recht divers hinsichtlich der untersuchten Tiergruppen, des Untersuchungszeitraumes, der verwendeten Maissorten, der Feldgrößen, des Stichprobenumfanges, der verwendeten Nachweismethoden, der geographischen Lage und anderes mehr, was einen direkten Vergleich dieser Studien erschwert (Orr & Landis 1997, Pilcher et al. 1997a, Lozzia 1999, Manachini 2000, Wold et al. 2001, Bourguet et al. 2002, Hassel & Shepard 2002, Jansinski & Easley 2003, Kiss et al. 2003, Musser & Shelton 2003, Dively & Rose 2003, Mayne et al. 1997, Rathinasabapathi 2000, Volkmar & Freier 2003). Ein Großteil dieser Studien stammt aus den USA (47 Prozent), jeweils 13 Prozent (2 Publikationen) aus Frankreich, Italien, Spanien sowie nur je eine aus Ungarn und Deutschland (Volkmar & Freier 2003). Sechs Arbeiten (40 Prozent) umfassen nur eine Untersuchungsperiode von einem Jahr, acht Studien gingen über zwei Jahre (53 Prozent) und nur eine Arbeit aus Spanien lief drei Jahre. Hauptsächlich wurden Blattlaus fressende Raubarthropoden untersucht, wie z.B. Marienkäfer, Florfliegen, parasitische Wespen und räuberische Wanzen." (Lang 2005)

Inzwischen ist aber bekannt, dass das Phloem, das von den Blattläusen aufgenommen wird, kein Bt-Toxin enthält. Aus diesem Grund sind auch keine direkten Auswirkungen auf Blattläuse und Organismen, die sich von Blattläusen ernähren, zu erwarten. Die gesamte Ausrichtung dieser Studien erscheint somit grundsätzlich fraglich, abgesehen davon, dass es nur wenige Untersuchungen zu Europa gibt und echte Langzeitversuche fehlen.

Schmetterlinge

Der Großteil der Studien, welche die Wirkungen von Bt-Toxin auf Schmetterlinge und Schmetterlingslarven erforschten, beschäftigten sich mit dem Monarchfalter in den USA. Erste Studien zu Europa identifizierten Schmetterlinge, die in und am Maisfeld vorkommen, darunter eine Anzahl von Arten, die auf der Roten Liste standen. Diese Arbeiten zeigen, dass Arten wie Tagpfauenauge und Schwalbenschwanz bereits durch geringe Mengen Bt-Toxin lethal und/oder sublethal geschädigt werden können (Felke & Langenbruch 2003, 2004, 2005).

Für wichtige Langzeitstudien wie das Monitoring von Schmetterlingslarven in und an Bt-Maisfeldern fehlte bisher das Geld.

"Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist es nicht möglich vorherzusagen, ob einzelne Schmetterlingsarten auf Art-Ebene durch den Anbau von transgenem Bt-Mais gefährdet sein können. Zumindest auf Populationsebene sind negative Effekte allerdings nicht auszuschließen. Einheimische Schmetterlinge sind durch eine ganze Reihe anthropogener Einflüsse bedroht. Die größte Bedrohung geht aber von Habitatszerstörung aus. Der Anbau von Bt-Mais-Sorten stellt eine zusätzliche Gefahrenquelle dar, deren Auswirkungen auf zahlreiche Arten noch nicht geklärt ist. [...] Ein negativer Effekt des Pollen von Bt-Mais auf Schmetterlingslarven dürfte [...] v.a. dort zu erwarten sein, wo ein relative großes Maisfeld an ein wesentlich kleineres Schmetterlingshabitat wie z.B. eine Hecke oder einen Randstreifen angrenzt. [...] Vor allem Populationen solcher Arten müssen in ihrem Bestand als potenziell gefährdet gelten, deren Larvalhabitate hauptsächlich Wiesen oder andere Bereiche der Agrarlandschaft sind und die als regional gefährdet eingeschätzt werden. Insbesondere bei nur lückenhaft verbreiteten Arten kann die Schädigung einzelner Populationen Einfluss auf den Gesamtbestand einer bestimmten Region haben." (Felke & Langenbruch 2005)

In den USA stand bisher vor allem der Monarchfalter (*Danaus plexippus*) im Fokus der Untersuchungen. Es ist inzwischen mehrfach belegt, dass die Raupen des Monarchfalters vom Anbau des Bt-Mais und seines Pollen betroffen sein können. Dieses Phänomen fiel Ende der 90er Jahre mehr zufällig auf (Losey 1999). "Interessanterweise handelte es sich hierbei um die Maishybride N4640 der Linie Bt11. Von dieser Linie ist bekannt, dass der Pollen weitaus weniger Toxin enthält als der Pollen der Linie Bt176." (Felke & Langenbruch 2005)

Inzwischen ist belegt, dass der Monarchfalter zwar nicht immer unbedingt von einer akuten Toxizität von Bt-Pollen betroffen ist. In langfristigen Versuchen aber registrierte man deutlich negative Effekte auf die Raupen des Schmetterlings (Dively et al. 2004). Auch in diesem Versuch handelte es sich mit MON810 und Bt11 um Bt-Mais, der im Pollen weitaus geringere Bt-Konzentrationen hat als Bt176. Vor der Studie von Dively war man deswegen fälschlicherweise davon ausgegangen, dass man bei MON810 kaum mit Auswirkungen auf Schmetterlingsraupen zu rechnen habe.

Studien mit europäischen Schmetterlingen

Wissenschaftlicher bestimmten für eine Studie in Deutschland (Felke & Langenbruch 2005) 26 tag- und 53 nachtaktive Schmetterlingsarten in der unmittelbaren Nähe eines Bt-Maisfeldes. Ihren Angaben zufolge kann für 33 der aufgelisteten Arten das Gefährdungsrisiko zur Zeit nicht genau abgeschätzt werden, da nicht bekannt ist, wie empfindlich die Larven gegenüber dem Cry1Ab-Toxin sind. All diese Arten sind Eulenfalter, sie gehören zur Familie der Nachtfalter.

Für 16 weitere Arten wird ein minimales Gefährdungsrisiko angenommen, da es sich um eine häufig anzutreffende Spezies mit großräumiger Verbreitung handelt. 23 Arten werden als leicht gefährdet eingestuft, da sie nicht flächendeckend verbreitet sind; ihre Populationsdichten ist deutlich niedriger als in der Gruppe der genannten 16 Arten. Fünf Schmetterlingsarten, die in

vielen Gebieten nur sporadisch vorkommen, gelten als stark gefährdet. Dabei handelt es sich um Arten, deren Populationen zurückgehen oder die - zumindest in bestimmten Bundesländern - in ihrem Bestand bedroht sind (Felke & Langenbruch 2005).

Ein Labor-Versuch mit sieben in Deutschland heimischen Schmetterlingsarten zeigt, dass die Raupen von sechs Arten gegenüber dem Bt-Gift in Pollen von Bt176-Mais empfindlich reagierten. Wenn dieser Pollen auf ihren Futterpflanzen lag, nahmen sie weniger Nahrung auf und legten weniger Gewicht zu; auch war eine erhöhte Sterblichkeitsrate zu verzeichnen (Felke & Langenbruch 2005).

In einem weiteren Teil des Versuchs ermittelten die Forscher genauer, wie empfindlich die einzelnen Schmetterlingsarten reagierten. Dabei stellten sie große Unterschiede fest. Sie bestimmten die sogenannten LD₅₀-Werte, d.h. die Menge an Bt-Toxin, bei deren einmaligem Verzehr die Hälfte aller Raupen sterben. Drei der Arten (Tagpfauenauge, Kleiner Fuchs und Kleiner Kohlweisling) waren genauso empfindlich wie der Maiszünsler, den der Bt-Mais abtöten soll. Die Kohlmotte reagierte sogar noch empfindlicher (Felke & Langenbruch 2005). In einer weiteren Studie wurde auch für den Schwalbenschwanz eine hohe Empfindlichkeit festgestellt (Lang & Voijtech 2006).

Art		LD ₅₀ [Anzahl Pollenkörner]
Kohlmotte	<i>Plutella xylostella</i>	8
Schwalbensch		14
Maiszünsler	<i>Ostrinia nubilalis</i>	32
Kleiner Fuchs	<i>Aglais urticae</i>	32
Tagpfauenauge	<i>Inachis io</i>	37
Kleiner Kohlweisling	<i>Pieris rapae</i>	39

Tabelle 1: LD₅₀-Wert für Bt176-Pollen für in Deutschland heimische Schmetterlinge. Der LD₅₀-Wert bezeichnet diejenige Menge, bei deren einmaliger Gabe 50% der Versuchstiere sterben. (Nach Felke & Langenbruch 2005)

Schon unterhalb der LD₅₀ Grenze sind u.a. bei Tagpfauenauge und Kohlmotte deutliche Entwicklungsstörungen messbar (Felke et al. 2002). Der Verzehr von Bt-Pollen machten Raupen lethargisch. So blieben sie auf der Blattoberseite, statt von der Unterseite zu fressen. Dadurch können sich die Raupen schlechter vor Fressfeinden verstecken (Felke et al. 2002). Selbst geringfügige, nicht-tödliche Wirkungen des Bt-Pollens können es mit sich bringen, dass die Schmetterlingspuppen oder geschlüpften Schmetterlinge weniger Gewicht haben; aus diesem Grund legen sie weniger Eier und sterben früher (Dolezel et al. 2005 S.16).

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Schmetterlingsraupen im Laborversuch in der Regel unter optimalen Bedingungen gehalten werden. Die Raupen sind keinen weiteren Stressfaktoren wie in der Natur ausgesetzt (Agrochemikalien, Parasiten, Wetterbedingungen, suboptimale Ernährung durch Mangel an spezifischen Nahrungspflanzen etc). Im Freiland kommt Bt-Mais als zusätzlicher Stressfaktor für die ohnehin schon bedrohten Schmetterlingsarten hinzu.

Die Befunde im Labor scheinen sich zumindest teilweise auf das Freiland übertragen zu lassen: "M. Felke und G.A. Langenbruch haben neben ihren Laborexperimenten auch Freilandexperimente mit Larven des Tagpfauenauges und Bt176-Mais durchgeführt. Diese unveröffentlichten Arbeiten zeigten, dass auch unter Freilandbedingungen der Pollenflug von Bt176-Mais negative Effekte auf Tagpfauenaugen-Raupen hat." (Lang & Arndt 2005)

Felke & Langenbruch (2005) berechneten anhand ihrer LD₅₀-Werte exemplarisch, in welchem

Abstand vom Feldrand die Schmetterlingsraupen geschädigt werden können: "Wenn man eine Sicherheitsschwelle um den Faktor 100 einrechnet, so würde dies für die Kohlmotte (*Plutella xylostella*) bedeuten, dass die Larven maximal einer Pollenmenge von 0,08 Pollenkörnern ausgesetzt werden dürften. In einer Entfernung von 32 Metern zum Rand eines blühenden Maisfeldes wurden pro Quadratzentimeter durchschnittlich 3 bis 5 Pollenkörner gezählt. Der Maximalwert lag hier bei 34. Dies bedeutet, dass negative Effekte auf Arten, die ähnlich empfindlich reagieren wie die Kohlmotte, in einem Umkreis von 32 Metern von Bt176-Maisfeldern nicht auszuschließen sind. Dies trifft auch auf neonate Larven von Tagpfauenauge und Kleiner Fuchs zu." (Felke & Langenbruch 2005).

Es gibt keine EU-Vorschriften, wonach bei Bt-Mais ein Sicherheitsabstand zu den Lebensräumen von Schmetterlingen oder anderen geschützten Tierarten eingehalten werden müsste.

Blattläuse

Die Auswirkung von Bt-Mais auf Blattläuse ist mehrfach untersucht worden. Besondere Effekte sind nicht festgestellt worden (Manachini et al. 1999, Vidal 2005). Das Fehlen solcher Effekte wird häufig als Beleg dafür benutzt, dass es im Allgemeinen keine negativen Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen gibt. Eine spätere Studie (Raps et al. 2001) hat jedoch belegt, dass das Phloem, von dem sich die Blattläuse ernähren, gar kein Bt-Toxin enthält.

Anhand von Blattläusen wurden ebenfalls die Auswirkungen auf Fressfeinde von Maisschädlingen wie *Chrysoperla carnae* (Manachini et al. 1999) untersucht, ohne dass negative Effekte auf die Entwicklung oder die Sterberate von *C. carnae* zu verzeichnen gewesen wären (Vidal 2005). Das ist nicht erstaunlich ist, da im Phloem, dem Nahrungsmedium der Blattläuse, kein Bt-Toxin enthalten ist.

Bienen zeigen Probleme in der Forschung auf

Für Zulassungsanträge werden in der Regel Fütterungsversuche mit Bienenlarven unter unrealistischen Bedingungen durchgeführt, die nicht den wissenschaftlichen Anforderungen genügen. Für den Zulassungsantrag von 1507-Mais beispielsweise wurden Bienenlarven einmal mit Bt-Maispollen gefüttert und dann ihre akute Mortalität gemessen. Die wenigen wissenschaftlichen Studien zu Bienen und Bt-Mais verzeichneten keine Auswirkungen. Dies wird vor allem mit Besonderheiten der Bienen-Ernährung erklärt.

Im Freilandversuch kommen Kaatz et al. (2005) zu einem differenzierten Ergebnis. Während generell eine chronische toxische Wirkung von Bt-Mais (Bt176 und MON810) auf gesunde Honigbienenvölker nicht nachgewiesen werden konnte, zeigte sich ein signifikanter negativer Effekt bei Bienen, die durch andere Einflüsse geschwächt sind.

"Im ersten Jahr waren die Bienenvölker zufällig mit Parasiten (Mikrosporidien) befallen. Dieser Befall führte bei den Bt-gefütterten Völkern ebenso wie bei den Völkern, die mit Pollen ohne Bt-Toxin gefüttert wurden, zu einer Abnahme der Zahl an Bienen und in deren Folge zu einer verringerten Brutaufzucht. Der Versuch wurde daher frühzeitig abgebrochen. Dieser Effekt war bei den Bt-gefütterten Völkern wesentlich stärker. (Die signifikanten Unterschiede sprechen für eine Wechselwirkung von Toxin und Pathogen auf die Epithelzellen des Darms der Honigbiene. Der zugrunde liegende Wirkungsmechanismus ist unbekannt.)" (Kaatz 2005)

Diese Beobachtung zeigt zwei wichtige Forschungsprobleme auf: Zum einen werden Studien, vor allem Laborstudien, mit gesunden Versuchsorganismen isoliert von weiteren äußeren Einflüssen durchgeführt. Dies mag aus wissenschaftlichen Gründen des Versuchsdesigns richtig sein. Vernachlässigt wird aber die Tatsache, dass durch den Anbau von GV-Pflanzen die Nicht-

Zielorganismen genau solchen, möglicherweise kumulativen Faktoren ausgesetzt sind.

Selbst wenn die zusätzlichen Faktoren untersucht würden, ist dies abhängig davon, ob die jeweiligen Organismen und ihre Krankheitserreger im Labor gezüchtet und gehalten werden können. Im Rahmen der Bienenstudie von Kaatz (2005) war es zum Beispiel nicht möglich, den Parasitenbefall unter kontrollierten Bedingungen zu wiederholen und zu studieren, da sich die Parasiten nicht züchten ließen.

Spinnen: Stiefkind der Forschung

Bis heute gibt es lediglich eine Handvoll Studien, die sich mit möglichen Auswirkungen von Bt-Mais auf Spinnen beschäftigen. (Details zu den Studien finden sich bei Lang 2005.) Bt-Mais scheint aufgrund mehrerer Faktoren Radnetzspinnen zu bedrohen. Sie nehmen das Bt-Gift entweder direkt in Form von Pollen (z.B. durch Netzrecycling) oder indirekt durch Beutetiere (Lang 2005) auf. Eine Langzeitstudie gibt Hinweise auf negative Auswirkungen von Bt-Pollen auf Radnetzspinnen (Lang 2005, Ludy & Lang 2006). Laut Angaben der Autoren handelt es sich dabei möglicherweise um indirekte Effekte, verursacht durch eine reduzierte Anzahl oder schlechtere Nahrungsqualität der Beutetiere. Ähnliches wurde bereits für indirekte Effekte von Bt-Mais auf Florfliegen beschrieben (Hilbeck et al. 1998, Dutton et al. 2003a).

Spinnen kommen im Maisfeld häufiger als erwartet vor. Lang (2005) machte in einer Spinnenkartierung am Anfang einer Freilandstudie 50 Arten im Feld und am Feldrand aus, von denen zwei auf der Roten Liste standen.

Nach Aussagen von Ludy & Lang (2006) ist die Exposition von Radnetzspinnen mit Maispollen möglicherweise sehr hoch, aber auch sehr variabel. Im Maisfeld selbst ist die Exposition mit Werten von bis zu 6.900 Pollenkörnern in einem Netz deutlich höher als am Rand.

Im Laborversuch nahmen 65 Prozent der Netzspinnen Bt-Toxin über Pollen im Netz auf (Volkmar & Freier 2003), wenn auch nur in geringen Mengen. Ein Monitoring (Lang 2005) wies für mehr als sieben Prozent aller Spinnen, die im Bt-Maisfeld gefangen wurden, eine Belastung mit Cry1Ab-Toxin nach. Dies ist eine Hinweis für eine langfristige Exposition. Ludy & Lang (2006) stellen zwar fest, dass in ihrem Versuch das Bt-Toxin auf die getesteten Radnetzspinnen keinen (großen) negativen Effekt zu haben scheint. Sie geben aber zu berücksichtigen, "dass der Stichprobenumfang teilweise relativ gering war und dadurch möglicherweise vorhandene Bt-Effekte statistisch nicht abgesichert werden konnten" (Ludy & Lang 2006).

Unter bestimmten Bedingungen hatte der Bt-Mais sogar einen positiven Effekt auf die Spinnen: Im Jahr 2003 wurde in Bt176-Maisfeldern eine größere Anzahl Spinnen gemessen (Lang 2005). Der Grund liegt allerdings in der unbeabsichtigten Veränderung des Stoffwechsels der Gen-Maispflanzen (Saxena & Stotzky 2001b, Magg et al. 2001, Hassel & Shepard 2002). Aus ungeklärten Gründen blieben beim Bt-Mais bei Trockenheit die Blätter länger grün (Lang 2005). Dieser Effekt wirft allerdings weitere Fragen auf, denn er zeigt, dass der Stoffwechsel durch die gentechnische Veränderung der Pflanzen wesentlich stärker verändert wird als beabsichtigt. Weitere Hinweise auf dieses Phänomen sind ein erhöhter Anteil an Holzfasern (Lignin, siehe unten).

Nützliche Insekten: Opfer von Bt-Mais

Die Schlupfwespe *Trichogramma brassicae* ist ein natürlicher Feind des Maiszünslers. Sie legt ihre Eier in seine Larven und wird deswegen auch gezielt in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt.

Natürlich vorkommende Schlupfwespen sind durch den Anbau von Bt-Mais bedroht. Wenn sie ihre

Eier in Maiszünslerlarven auf Bt-Mais legen, schlüpfen wesentlich weniger Tiere als auf normalen Feldern (Manachini & Lozzia 2004b). Zudem hat die Schlupfwespe auf Bt-Feldern weniger Beute.

Es besteht die Gefahr, dass in Regionen mit intensivem Bt-Maisanbau natürliche Feinde des Maiszünslers wie die Schlupfwespe (regional) ausgerottet werden. Spezialisierte natürliche Feinde können sogar stärker bedroht sein als die Schädlinge selber, da sie sich nur auf Feldern vermehren können, auf denen der Schädling vorkommt. Der regionale Verlust von spezialisierten natürlichen Feinden könnte dazu führen, dass auf anderen Maisfeldern der Schädlingsbefall zunimmt (Sisterson & Tabashnik 2005).

Den Schlupfwespen droht auch noch von anderer Seite Gefahr, denn sie ernähren sich auch von Maispollen. Aufgrund ihrer geringen Körpergröße könnte ihnen das Bt-Gift besonders gefährlich werden. Dies konnte allerdings noch nicht nachgewiesen werden. Im Laborversuch wurden keine negativen Effekte von Bt-Pollen auf die Lebensdauer der Weibchen oder ihrer lebenslangen Eiablageleistungen festgestellt (Langenbruch et al. 2006).

Ein weiterer Feind des Maiszünslers ist die Florfliege (*Chrysoperla carnae*). Fressen ihre Larven Maiszünslerraupen, die sich von Bt-Mais ernährt haben, wird ihre Entwicklung erheblich gestört (Hilbeck et al. 1998a, Hilbeck et al. 1998b). Dies ist ein weiteres Beispiel dafür, dass sich das Gift des Bt-Maises auf mehrere Ebenen der Nahrungskette auswirken kann.

4. Mangelhafte Qualität

Die Bt-Konzentrationen verschiedener Pflanzenteile, eines Pflanzenteils zu verschiedenen Zeitpunkten in der Saison und der verschiedenen Sorten mit der gleichen gentechnischen Veränderung sind unterschiedlich. Sogar verschiedene Teile eines Blatts können unterschiedlich viel Bt-Gift enthalten. Umfassende Studien zu diesem Thema fehlen.

Häufig werden in Studien Bt-Pflanzenmaterialien benutzt, ohne dass ihr Bt-Gehalt bestimmt worden wäre. Dadurch sind diese Studien nicht vergleichbar oder es bleibt unklar, ob sie reale Bedingungen beschreiben.

Obwohl bekannt ist, dass der Toxin-Gehalt in Bt-Mais stark schwankt (Felke & Langenbruch 2005), wurden (und werden) in EU-Zulassungsanträgen die Bt-Konzentrationen in verschiedenen Pflanzengeweben in der Regel nicht im Detail aufgelistet.

Daten zur Bt-Toxinausscheidung aus Wurzeln oder zum Bt-Gehalt in der Wurzelanhangserde von Bt-Mais werden für Zulassungsanträge nicht erhoben, obwohl diese Daten zur Risikoabschätzung für Bodenorganismen wichtig sind.

Nicht untersucht werden auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten, in die das Bt-Gen eingebaut wird, obwohl belegt ist, dass die Konzentration des Giftes je nach Sorte schwanken kann (Nugyen 2004).

Giftgehalt hängt ab von Sorte, Wachstum, Umwelt und Klima

Die Bt-Bildung schwankt sowohl saisonal als auch unter den Pflanzenteilen und kann von Umweltfaktoren beeinflusst werden. Die Schwankungen sind in diversen Pflanzenteilen unterschiedlich stark ausgeprägt. Daten aus anderen klimatischen Regionen oder von anderen Sorten sind damit nicht für eine Umweltverträglichkeitsprüfung übertragbar.

Die Schwankungen der Bt-Bildung sind seit mehr als zehn Jahren bekannt, aber den Gründen dafür wird nicht systematisch nachgegangen. Wir haben erste Hinweise, dass höhere Temperaturen die Bt-Bildung verringern oder ganz ausschalten und/oder dass die Bt-Bildung mit

der Photosyntheseaktivität der Pflanzenteile korreliert.

Eine Reihe von Studien zeigt, dass junge und alte Bt-Maispflanzen unterschiedlich viel Bt-Toxin bilden (Fearing et al. 1997, Dutton et al. 2004a). Eine aktuelle Arbeit aus Deutschland belegt diese Schwankungen. Nach Angaben von Jehle (2005) "schwanken die Toxingehalte sowohl saisonal als auch zwischen den Pflanzenteilen". Die gemessenen Toxingehalte "unterschieden sich z.T. erheblich von jenen, die aus entsprechenden Versuchen in den Vereinigten Staaten bekannt sind, konnten aber in der Tendenz bestätigt werden. Dieser Befund unterstreicht die Bedeutung dieser Untersuchungen unter den hiesigen klimatischen Bedingungen und mit hiesigen Sorten." (Jehle 2005).

Grundsätzlich scheinen jüngere Blätter mehr Bt-Gift zu bilden als ältere. Auch innerhalb eines Blatts gibt es Unterschiede (Abel & Adamczyk 2004). Bei MON810 wird das Bt-Toxin in früheren Stadien des Pflanzenwachses in den Blättern stärker ausgeprägt (Jehle 2005). Bei einer Bestimmung von Bt-Gehalten verschiedener Blätter von Bt11-Pflanzen fanden Dutton et al. (2005), dass die jüngsten Blätter die größten Schwankungen aufwiesen - mit dem höchsten Wert in der Blattspitze und geringeren Werten in der Wachstumsregion des Blattes (nahe des Stängels). Im Gegensatz dazu waren die Bt-Gehalte in älteren Blättern wesentlich konstanter. Ähnliche Ergebnisse fanden Dutton et al. (2004a) auch bei MON810 unter verschiedenen Bedingungen im Gewächshaus und im Freiland. Junge Pflanzen enthielten dabei etwa doppelt so viel Bt-Toxin wie ältere.

Der Bt-Gehalt innerhalb einer Pflanze differiert je nach Pflanzenteil. Bei MON810 ist der Bt-Gehalt in den Blättern am höchsten und in den Kolben am niedrigsten (Jehle 2005). In MON810-Blättern ist der Bt-Gehalt etwa vier- bis siebenmal höher als in den Wurzeln (Mendelsohn 2003, Nguyen 2004, Baumgarte & Tebbe 2005). In Bt176-Pflanzen dagegen sind hohe Bt-Gehalte vor allem in Pollen und Blättern zu verzeichnen (Fearing et al. 1997).

Sowohl in Bt176 als auch MON810 weisen die Kolben sehr niedrige Bt-Gehalte auf (Jehle 2005). Fütterungsversuche, welche die möglichen negativen Effekte auf Säugetiere und Vögel untersuchen, werden in der Regel mit Kolben bzw. Körnern gemacht. Da die Bt-Gehalte in Maiskolben deutlich geringer sind als in Blättern, lassen sich solche Studien nicht auf Tiere übertragen, die auch andere Pflanzenteile fressen.

Burns & Abel (2003) haben entdeckt, dass eine geringere Menge Stickstoff die Bt-Gehalte in Blattgewebe reduzierte; ausreichende Stickstoffmengen sind im frühen Wachstum der Pflanzen essenziell für die Bt-Bildung der Pflanze. Auch Dutton et al. (2004a) fanden heraus, dass doppelt so hohe Bt-Gehalte bei jungen MON810-Pflanzen mit höheren Stickstoffwerten einhergingen. Sie vermuten aber, dass Temperaturunterschiede entweder die Bt-Bildung schwächen oder sogar ganz verhindern. Ein solches "gene silencing" unter extremen Bedingungen und vor allem unter Hitzestress wird bereits seit längerem für verschiedene GV-Pflanzen diskutiert.

Abel & Adamczyk (2004) untersuchten den Bt-Gehalt an verschiedenen Stellen eines Maisblatts. Sie fanden signifikant weniger Bt-Gift in den weißlich-gelben Blattteilen als in den grünen. Ihre Ergebnisse belegen, dass Blattteile mit wenig Chlorophyll und geringerer Photosyntheseaktivität weniger Bt-Gift bilden (Abel & Adamczyk 2004).

Da die Photosyntheseaktivität einer Pflanze durch verschiedene Umweltfaktoren wie Temperatur, Wasser und Licht beeinflusst wird, haben diese Faktoren natürlich auch einen Einfluss auf die Bt-Bildung. Gemessene Bt-Werte können daher nicht für den Anbau unter verschiedenen Umwelt- und Klimabedingungen verallgemeinert werden.

Hinweise auf die Auswirkungen von Umweltfaktoren und klimatischen Bedingungen auf die Bt-Bildung liefern auch Messungen, bei denen unterschiedliche Bt-Konzentrationen in verschiedenen Jahren oder an verschiedenen Standorten festgestellt werden. Selbst an Standorten innerhalb Deutschlands können die Unterschiede im Bt-Gehalt um fast 50 Prozent variieren (Jehle 2005).

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts „Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004“ wurden Proben von MON810- und Bt176-Mais der verschiedenen beteiligten Teilprojekte ausgewertet. An zwei verschiedenen Standorten in Deutschland (in Bonn und Halle) zeigten sich deutliche Unterschiede. "Die Toxinmengen lagen an dem einen Standort in fast allen Entwicklungsstadien während der drei Versuchsjahre ungefähr 6-49% über denen des anderen Standorts." (Jehle 2005).

Beim Vergleich von zwei aufeinanderfolgenden Jahren können die Unterschiede noch höher sein, wie zwei Beispiele aus dem Gesamtprojekt zeigen. Büchs (2005) maß Bt-Toxingehalte von MON810-Maisstreu, die 2,5mal so hoch waren wie im Vorjahr. Solche Unterschiede können erheblichen Einfluss auf Studien zu Nicht-Zielorganismen oder zu Fragen der Bt-Persistenz im Boden haben.

Ein Teil der Bt-Pflanzen bildet gar kein Bt-Gift. Nach Firmenangaben von Monsanto betrifft dies bis zu zwei Prozent der Bt-Pflanzen in einem Feld (N. Mülleider; Monsanto Agrar Deutschland GmbH; Pers. Kommunikation in Magg et al. 2001). Jehle (2005) konnte in Deutschland sogar in 9% der Pflanzen kein Bt-Toxin nachweisen. In 32% der Bt-Pflanzen war es in den Wurzeln von Bt176 nicht messbar (Jehle 2005). Warum manche Bt-Pflanzen kein Bt-Gift bilden, ist bisher nicht näher untersucht worden.

Pollen: Mehr Gift als erwartet

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Bt-Gehalte in Pollen von Bt176-Pflanzen deutlich höher sind als in Pollen von Bt11- oder MON810 Pflanzen (Felke & Langenbruch 2005). Allerdings kann die Bt-Toxinbildung zwischen den einzelnen Sorten sehr unterschiedlich sein (Nguyen 2004).

Der Bt-Gehalt in MON810-Pollen wird in der Regel als sehr niedrig angegeben (z.B. 0,09 µg/g 15 Pollen, Stanley-Horn et al. 2001). Die Werte im deutschen Freiland sind deutlich höher. Nguyen et al. (2001) fanden Bt-Gehalte in Pollen, die mit 0,32-6,6 µg/g fast so hoch lagen wie der Bt-Gehalt von Bt176 Pollen (7,1 µg/g, Stanley-Horn et al. 2002). Die starken Schwankungen der Bt-Giftbildung im Pollen von MON810-Mais können sowohl auf abiotische Faktoren als auch auf Unterschiede zwischen verschiedenen Maissorten zurückzuführen sein.

Felke & Langenbruch (2005) schließen daraus: "Weitere Biotests mit Pollen von MON810-Mais sollten demnach unbedingt noch folgen. Hierbei sollte geklärt werden, ob die verschiedenen MON810-Sorten unterschiedlich hohe Toxin-Konzentrationen im Pollen zeigen und ob es zwischen sortengleichen Pflanzen individuelle Unterschiede in der Toxinexpression gibt."

Gift ist nicht gleich Gift

Die Auswirkungen von einer Bt-Maissorte lassen sich nicht ohne Weiteres auf einen anderen Bt-Mais übertragen, da die Bt-Bildung unterschiedlich reguliert wird. Außerdem unterscheiden sich die Bt-Toxine (Cry1Ab) in den diversen Bt-Pflanzen. Geringere (absolute) Bt-Gehalte sind nicht notwendigerweise mit geringeren Wirkungen gleichzusetzen.

Verschiedene Bt-Maispflanzen (MON810, Bt176, Bt11 etc.) verwenden unterschiedliche Promotoren, um Bt-Proteine in den Pflanzenzellen zu bilden. Es ist bekannt, dass verschiedene Promotoren die Bt-Bildung in den verschiedenen Pflanzengewebe (z.B. Pollen, Wurzeln oder Phloem) unterschiedlich stark anregen (Dutton et al. 2003b), aber es fehlt an Sicherheitsforschung zu diesem Thema.

Die Bt-Toxine der verschiedenen Bt-Maispflanzen sind nicht identisch, auch wenn sie alle als Cry1Ab bezeichnet werden. Zuerst unterscheidet sich das natürliche Bt-Gift, das in dem Bakterium

Bacillus thuringiensis gebildet wird, grundlegend vom Bt-Gift aller Bt-Pflanzen. Das natürliche Bt-Protein ist viel größer und entfaltet seine toxische Wirkung erst, wenn es im Darm von Insekten durch Enzyme abgebaut wird. Allerdings haben nicht alle Insekten das passende Enzym.

Das natürliche Bt-Protein, wie es im biologischen Landbau verwendet wird, ist also in erster Linie ungiftig. Es wird erst zum Gift, wenn es durch ein Insekt aufgenommen wird. Im Darm des Insekts wird das Protein in ein Gift verwandelt. Bt-Gifte in Bt-Pflanzen liegen dagegen in einer verkürzten Form vor und sind von sich aus toxisch. Aus diesem Grund sind die Bt-Sprays des biologischen Landbaus nicht mit gentechnisch veränderten Bt-Pflanzen zu vergleichen.

Darüber hinaus sind die Bt-Gifte verschiedener Bt-Pflanzen nicht identisch. Das Protein des Bt-Gifts in MON810 etwa ist größer als das in Bt176 (92 kDa, bzw. 65 kDa, Nguyen 2004). In der Regel wird davon ausgegangen, dass die Bt-Gifte verschiedener Bt-Pflanzen identisch sind und dass lediglich die Bt-Giftmenge für mögliche Effekte auch auf andere Insekten relevant sein könne. Es gibt allerdings Anzeichen, dass die verschiedenen Bt-Gifte auch verschiedene Effekte haben können.

Bereits ältere Monarchfalter-Studien stellten langfristige negative Effekte mit MON810- und Bt11-Pollen fest, obwohl sie geringere Bt-Gehalte in Pollen aufwiesen als Bt176 (Dively et al. 2004). Eine neuere Studie zeigt dies noch klarer. Im Vergleich von MON810 und Bt176 schädigten MON810-Pollen die Trauermücke *Lycoriella castanescens*. Diese negative Wirkung war jedoch bei Bt176-Pollen nicht auszumachen, obwohl der Bt-Gehalt in Bt176-Pollen um das 30fache höher lag (Büchs 2005). Die Wissenschaftler schließen daraus, "dass bei verschiedenen Bt-Mais-Sorten offenbar kein Zusammenhang zwischen der beobachteten Wirkung und dem absoluten Toxin-Gehalt besteht."

Gestörter Stoffwechsel bei Bt-Mais

Bt-Mais weist einen wesentlich höheren Ligningehalt (Holzanteil) auf als normaler Mais. Dies ist vermutlich eine nicht kalkulierbare Folge der gentechnischen Veränderung, die zwar bekannt und gemessen (Saxena & Stotzky 2001b), aber nicht erklärt ist. Unstrittig ist, dass die höheren Ligningehalte Auswirkungen auf die Umwelt haben und die Eignung von Bt-Mais als Futter- und Lebensmittel beeinflussen (Poerschmann et al. 2005).

Bei MON810 und Bt176 ist der Ligningehalt in den Stängeln deutlich höher. Die Werte in den Blättern hingegen sind nicht wesentlich höher als in Vergleichspflanzen (Poerschmann et al. 2005). Dieser unerwartete und unbeabsichtigte Effekt der gentechnischen Veränderung könnte ein Grund dafür sein, warum die Stängel von Bt-Mais härter sind und Erntereste von Bt-Mais im Boden langsamer zersetzt werden (Poerschmann et al. 2005).

Die erhöhten Ligninanteile verändern auch die Bodenökologie. Das Bt-Pflanzenmaterial wird langsamer abgebaut und das Bt-Gift zusätzlich durch die Bindung an Lignin in den Pflanzenresten vor dem Abbau geschützt (Poerschmann and Kopinke, 2001; Stotzky, 2000; Saxena et al. 2002b). Die höheren Ligningehalte könnten auch ein Grund dafür sein, warum die Pflanzen für Kleinstlebewesen wie Trauermückenlarven einen geringeren Nährwert haben. Wie Poerschmann et al. (2005) ausführen, sind Untersuchungen der Ligninzusammensetzung von gentechnisch verändertem Mais unerlässlich.

Die höheren Holzanteile sind nicht der einzige ungewollte Unterschied zum normalen Mais. So zeigte sich in weiteren Untersuchungen, dass die Blätter der Gen-Mais-Pflanzen länger grün sind als bei den Vergleichspflanzen (Lang 2005). Ähnliche pleiotrope Effekte von Bt-Mais sind auch von anderen Wissenschaftlern beschrieben worden (Saxena & Stotzky 2001b, Magg et al. 2001, Hassel & Shepard 2002, Lumbierres et al. 2004, in Lang 2005). Auch der Stickstoffgehalt der Blätter scheint erhöht zu sein (Escher et al. 2000).

Im Rahmen der EU-Zulassung wird Bt-Mais als "substanziell gleichwertig" mit normalem Mais angesehen. Damit wird impliziert, dass es - vom zusätzlichen Bt-Gift abgesehen - keine Unterschiede zum konventionellen Mais gäbe. Aufgrund dieser Einschätzung können weitere Schritte der (gesundheitlichen) Risikobewertung ausgelassen werden. Die vorliegenden Beispiele eines veränderten Stoffwechsels belegen jedoch, dass Bt-Mais eben nicht substanziell gleichwertig mit normalem Mais ist.

MON810 wurde mit Hilfe einer so genannten Gen-Kanone geschaffen. Dabei werden Pflanzenzellen mit Metallpartikeln bombardiert, die das zusätzliche Gen-Konstrukt (Transgen) in die Pflanze einschleusen. Der Einbau der Transgene erfolgt rein zufällig und kann nicht gesteuert werden. Offensichtlich werden dabei nicht nur die normalen Maisgene gestört, sondern auch die Transgene selbst verändert. Die DNA-Sequenz des Transgens, das tatsächlich in MON810 vorhanden ist, weicht deutlich von derjenigen ab, die im EU-Zulassungsantrag beschrieben wird (Hernandez et al. 2003).

5. Gen-Mais: ökologisch und wirtschaftlich unsinnig

In den letzten Jahren wurden immer mehr Mechanismen entdeckt, mit denen sich Pflanzen natürlicherweise gegen Schädlinge wehren können. Im Mais gibt es einen indirekten Mechanismus der pflanzlichen Abwehr gegen Schmetterlinge wie den Maiszünsler. Nach Fraßschäden durch die Raupen produziert die Maispflanze Duftstoffe, mit denen natürliche Feinde des Maiszünslers wie Schlupfwespen angelockt werden (Degenhardt 2005).

"Jede Maissorte hat ein typisches Duft-Grundmuster und jede Pflanze eine individuelle Ausprägung dieses Musters, das sie im Laufe ihres Lebens erwirbt und ständigen Veränderungen unterworfen ist. Eine junge Maispflanze gibt noch keine Duftstoffe ab, erst in der wachstumsintensiven Phase bildet sie Duftmuster aus, je nachdem wie der Standort beschaffen ist und in welchem Maße sie von Schädlingen und Krankheitserregern befallen wird. Auch im Tagesablauf gibt es Unterschiede in der Duftstoffabgabe. Pflanzen, die sich äußerlich kaum unterscheiden, ein ähnliches Gewicht haben und von etwa gleich viel Schmetterlingslarven befallen sind, können dennoch sehr unterschiedliche Mengen Duftstoffe ausschütten. Vielleicht gibt es aber auch Pilzbefall, Wurzelschädlinge oder andere Faktoren, die den Dufthaushalt beeinflussen." (Degenhardt 2005)

Verschiedene Mais-Sorten weisen dadurch eine unterschiedliche natürliche Anfälligkeit gegenüber Schädlingen wie dem Maiszünsler auf. Offensichtlich sind die (nordamerikanischen) Ausgangssorten, die für die gentechnische Veränderung benutzt wurden, anfälliger für Schädlinge.

So zeigt sich, dass MON810 über weniger Stoffe verfügt, um sich gegen Schädlinge zu wehren. Beim Bt-Mais MON810 und unveränderten Vergleichssorten wurden signifikante Unterschiede in der abgegebenen Menge an Abwehrstoffen gefunden. Es konnte gezeigt werden, dass dieser Unterschied nicht durch das eingebrachte Bt-Gen verursacht wird, sondern auf einem Sorteneffekt beruht (Degenhardt 2005). Der Gen-Mais MON810 hat also in dem Bereich, in dem er ein Problem lösen soll, eine schlechtere Ausgangslage als andere Sorten. Damit wiederholt die Gentechnik die Probleme der Grünen Revolution, in dem einige wenige Sorten eine Vielzahl besser angepasste Sorten verdrängen.

Auch die geringere Ausbildung der Mykorrhiza im Wurzelbereich kann dazu führen, dass die Pflanzen anfälliger gegenüber Schädlingen werden. Die Mykorrhizasymbiose macht Nutzpflanzen u.a. auch attraktiver für die natürlichen Feinde von Blattläusen (Guerrieri et al. 2004, zitiert in Dolezel et al. 2005). Eine verringerte Mykorrhizakolonisation (Turrini et al. 2004, Castaldini et al. 2005, s.o.) lässt eine Bt-Maispflanze anfälliger für Schadinsekten werden, da weniger natürliche Feinde die Maispflanze besuchen (Dolezel et al. 2005 S.37).

Bei den EU-Zulassungsverfahren wird derzeit nicht untersucht, ob die Genmanipulation einen Einfluss auf diese natürlichen Abwehrmechanismen hat oder ob die Ausgangspflanzen womöglich von Anfang an besonders empfindlich gegenüber bestimmten Schädlingen sind.

Wer braucht Bt-Mais?

In einer Ausgabe des ForschungsReport (1/2006), einer Veröffentlichung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) zum Schwerpunkt Gentechnik und Sicherheitsforschung, wird der Maiszünslerbefall in Deutschland wie folgt beschrieben:

"In Deutschland wird auf 1,7 Mio. Hektar Mais angebaut, davon liegen rund 350.000 Hektar in den Befallsgebieten des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*), des einzigen Maisschädlings, der in Deutschland alljährlich auf größeren Flächen bekämpft wird. Die Maiszünslerbekämpfung erfolgt überwiegend präventiv durch Häckseln/Schlägeln der Stoppeln und sauberes Pflügen nach der Maisernte. Dadurch werden die in den Stoppeln verbleibenden Altlarven abgetötet, und es fehlt ihnen geeignetes Verpuppungsmaterial an der Bodenoberfläche. Die Ausbringung von Insektiziden (jährlich auf rund 35.000 Hektar) ist aufwändig, da sie aufgrund der Höhe der Pflanzen mit Stelzenschleppern erfolgen muss. Auf ca. 14.000 Hektar pro Jahr werden als biologische Methode auch *Trichogramma*-Schlupfwespen gegen die Eier der Schädlinge eingesetzt." (Langenbruch et al. 2006)

Demnach ist nur ein Fünftel der deutschen Maisanbaufläche vom Maiszünsler befallen. Nur auf zehn Prozent dieser Fläche wiederum wird er mit einem Insektizid bekämpft. Somit wird nur ein Fünftel der deutschen Maisanbaufläche mit einem Insektizid gegen Maiszünsler behandelt.

Das Hauptargument für den Anbau von Bt-Mais ist normalerweise, dass Bauern keine Pestizide mehr gegen den Maiszünsler sprühen und demnach weniger Pestizide eingesetzt werden müssten. Für Deutschland trifft dieses Argument nicht zu, da kaum Pestizide gegen den Maiszünsler zum Einsatz kommen. Schlimmer noch: Auf jedem Acker, auf dem gar kein Pestizid gesprüht worden wäre, wird durch den Bt-Maisanbau zusätzlich und großflächig Bt-Gift in die Umwelt gebracht. Die Giftmenge, die in den Boden gelangt und neben dem Maiszünsler andere Organismen schädigt, steigt also an.

Mit der präventiven Behandlung gegen Maiszünsler durch mechanische Feldbearbeitung wie das Häckseln des Maisstrohs und sauberes, tiefes Unterpflügen können 80-98% der Maiszünslerpopulationen dezimiert werden. (Hurle et al. 1996, Langenbruch 2003, in Schorling 2006 S.14)

Bei akutem Maiszünslerbefall bestünde die Möglichkeit, darüber hinaus entweder Schlupfwespen auszubringen oder auf Bt-Sprays zurückzugreifen. "Mit Bt-Sprays werden nur die Angehörigen einer bestimmten Insektengruppe in einem bestimmten Entwicklungsstadium in einem kurzen Zeitraum (ca. eine Woche) nach dem Ausbringen geschädigt. Damit zählen die Produkte zu den umweltfreundlichsten Präparaten im Pflanzenschutz." (Langenbruch et al. 2006)

Die Menge Bt-Gift, die durch die Bt-Pflanzen auf den Acker ausgebracht wird, übersteigt erheblich die Menge, die durch Sprays auf den Acker gelangt (Szekacs et al. 2005).

Maiszünslerbefall: Kein Problem in Europa

Bt-Mais wurde in den USA entwickelt. In Bezug auf verschiedene Faktoren unterscheidet sich jedoch die Situation in Deutschland und Europa grundlegend von der in den USA, besonders im Hinblick auf den Maiszünslerbefall. Diese Faktoren werden bei der Frage, ob Bt-Mais in Deutschland notwendig und/oder sicher sei, in der Regel nicht ausreichend beleuchtet.

Ostrinia nubilalis (Maiszünsler) ist ein in Europa heimischer Schmetterling (Lepidoptera), der in zwei Varianten vorkommt und nicht nur den Mais besiedelt. (Liebe 2004, in Schorling 2006). In den USA wurde *O. nubilalis* zwischen 1910 und 1920 als Schädling eingeschleppt, wo er sich seitdem ausbreitet. In heißen Regionen kann der Maiszünsler oder European Corn Borer (ECB), wie er in den USA heißt, auch zwei oder drei Mal im Jahr Nachkommen produzieren. In Deutschland (und dem Großteil der EU) hat *O. nubilalis* dagegen nur eine Generation pro Jahr. Die Larven überwintern in Stängeln und Wurzelresten auf dem Feld und können in der Regel präventiv durch Häckseln und Unterpflügen der Erntereste bekämpft werden.

Der Maiszünslerbefall ist zudem zyklisch, d.h. in manchen Jahren tritt hoher Befall auf, in anderen Jahren keiner oder nur geringer. In Deutschland werden gegen den Maiszünsler kaum Pestizide eingesetzt. *O. nubilalis* hat in Europa natürliche Feinde. Schlupfwespen (*Trichogramma* s.o.) legen ihre Eier in Maiszünslerlarven und dezimieren damit.

Maispflanzen tragen aktiv zu dieser Schädlingsbekämpfung bei, indem sie bei Maiszünslerbefall einen Duftstoff aussenden, der Schlupfwespen anlockt. (Degenhardt 2005). *Trichogramma* wird in Deutschland auch gezielt in der biologischen Schädlingsbekämpfung verwendet – wenn auch nur auf einem Teil der geringen Flächen.

Bei nordamerikanischen Sorten ist wohl im Zuge der Züchtung die Bildung dieses Duftstoffs verloren gegangen, während er von Tetosine (der Vorform von Mais) und von europäischen Arten als Anlockungssignal z.B. bei Schädlingsbefall mit Maiswurzelbohrer gebildet wird (Rasmann et al. 2005).

Für MON810 bedeutet dies: Hier ist vermutlich eine konventionelle Maissorte gentechnisch verändert worden, die eine schlechtere Interaktion mit natürlich vorkommenden und/oder gezielt eingesetzten Nützlingen hat. Damit ist sie erst einmal anfälliger für genau den Maiszünslerbefall, den sie zu bekämpfen versucht.

Die europäische und nordamerikanische Landwirtschaft unterscheiden sich deutlich voneinander. In Deutschland ist der landwirtschaftliche Kulturraum viel kleinräumiger. Feldränder, Hecken und Knicks sind wichtiger Naturraum im landwirtschaftlichen Gebiet. Ähnliche Strukturen fehlen häufig im großflächigen nordamerikanischen Maisanbau.

Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen müssen unter Bedingungen bestimmt werden, die den Strukturen (und Organismen) des jeweiligen Anbaugebiets entsprechen. Dies ist zum Beispiel wichtig für die Frage, ob sich Bt-Maispollen negativ auf Schmetterlinge und Schmetterlingspopulationen auswirken. Die Ablagerung von Pollen an Feldrändern ist sehr variabel und hängt von verschiedenen Umweltparametern ab. (Dolezel et al. 2005 S.16) Entsprechend ist zu befürchten, dass auch die Folgen für die Umwelt in Europa gravierender sind als in den USA.

Zusammenfassung

Die vorliegende Dokumentation zeigt viele Auswirkungen des Bt-Mais auf die Umwelt. Dazu kommt die mögliche Gesundheitsgefährdung von Mensch und Tier. Die Vielzahl und Komplexität der bisher bekannten Effekte lassen es unmöglich erscheinen, alle relevanten Risiken in Zulassungsverfahren und Anbauversuchen tatsächlich abzuklären.

Die Liste der offenen Fragen und Unwägbarkeiten ist lang:

- Weder die Anzahl der Gensequenzen noch der Ort, wo die neuen Gene in die Pflanzen eingebaut werden, kann gesteuert werden.
- Die Wechselwirkungen mit anderen Genen und dem Stoffwechsel der Pflanzen sind nicht vorhersagbar.
- Die ökosystemaren Effekte sind sehr vielschichtig und können deswegen wissenschaftlich nur

unzureichend abgeschätzt werden.

- Auswirkungen auf die Gesundheit sind nicht auszuschließen.
- Pollenflug und Verunreinigung der Ernte kontaminieren Lebensmittel und Saatgut.

Die Europäische Rahmengesetzgebung (Richtlinie 2001/18 und Verordnung 1829/ 2003) räumt dem Prinzip der Vorsorge einen hohen Stellenwert ein. Artikel 4(1) der Richtlinie 2001/18 lautet :

„Die Mitgliedsstaaten tragen im Einklang mit dem Vorsorgeprinzip dafür Sorge, dass alle geeigneten Maßnahmen getroffen werden, damit die absichtliche Freisetzung oder das Inverkehrbringen von GVO keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt hat.“

Angesichts der vielen bereits bekannten Auswirkungen und der faktischen Unmöglichkeit, alle relevanten Risiken umfassend zu untersuchen und abzuschätzen, sind die Voraussetzungen für eine EU-Marktzulassung von Gen-Mais nicht gegeben. Der Anbau der Pflanzen und ihre Verwendung in Futtermitteln dient zwar den wirtschaftlichen Interessen einiger weniger Konzerne, ist aber im Hinblick auf die möglichen Langzeitfolgen nicht zu verantworten.

Quellen

Abel, C.A. & Adamczyk, J.J. 2004. Relative concentration of Cry1A in maize leaves and cotton bolls with diverse chlorophyll content and corresponding larval development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and Southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on maize whorl leaf profiles. *Journal of Economic Entomology* 97(5): 1737-1744.

Ahl Goy, P., Warren, G., White, J., Pivalle, L., Fearing, P.L. & Vlachos, D. 1995. Interaction of insect tolerant maize with organisms in the ecosystem. *Mitteilungen des Biologischen Bundesamts für Forst- und Landwirtschaft* 309: 50-53.

Arndt, N. 2005. Abbau von Bt-Mais und Auswirkungen auf die mikrobielle Aktivität. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004, und <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/21.doku.html>

Baumgarte, S. & Tebbe, C.C. 2005. Field studies on the environmental fate of the Cry1Ab Bt-toxin produced by transgenic maize (MON810) and its effect on bacterial communities in the maize rhizosphere. *Molecular Ecology* 14(8): 2539-2551.

BMBF 2005. Ökosystem Maisfeld. Ergebnisse des Projektverbund Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. <http://www.biosicherheit.de/de/mais/zuensler/317.doku.html>

Bootjer, K.P., Bone, L.W. & Gills, S.S. 1985. Nematoda: susceptibility of the eggs to *Bacillus thuringiensis* toxins. *Experimental Parasitology* 60: 239-244.

Bourguet, D., Chaufaux, J., Micoud, A., Naibo, B., Bombarde, F., Marque, G., Eychenne, N. & Pagliari, C. 2002. *Ostrinia nubilalis* parasitism and the field abundance of non-target insects in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn (*Zea mays*). *Environmental Biosafety Research* 1: 49-60.

Büchs, W. 2005. Auswirkungen von Bt-Mais auf Trauermückenlarven als Zersetzer. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/14.doku.html>

Büchs, W., Prescher, S., Müller, A. & Larink, O. 2004. Effects of Bt-maize on decomposition capacity, reproduction success and survival of saprophagous Diptera larvae and their predators. Präsentationsposter, Statusseminar 16.6.2004, Berlin. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. <http://www.biosicherheit.de/pdf/statusseminar2004/poster14.pdf>

Burns, H.A. & Abel, C.A. 2003. Nitrogen fertility effects on Bt d-endotoxin and nitrogen concentrations of maize during early growth. *Agronomy Journal* 95: 207-211.

Castaldini, M., Turrini, A., Sbrana, C., Benedetti, A., Marchionni, M., Mocali, S., Fabiani, A., Landi, S., Santomassimo, F., Pietrangeli, B. et al. 2005. Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosms. *Applied and Environmental Microbiology* 71 (11): 6719-6729.

Degenhardt, J. 2005. Auswirkungen von Bt-Mais auf Schmetterlinge und deren Gegenspieler. Sicherheitsforschung und Monitoring von Bt-Mais 2001-2004. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/23.doku.html>

Dively, G.P. & Rose, R. 2003. Effects of Bt transgenic and conventional insecticide control on the non-target natural enemy community in sweet corn. In: Van Driesche, R.G. Proceedings of the First International Symposium on Biological Control of Arthropods, Honolulu, USA, January 14-18, 2002. USDA Forest Service, Morgantown, WVA, USA.

Dively, G.P., Rose, R., Sears, M.K., Hellmich, R.L., Stanley-Horn, D.E., Calvin, D.D., Russo, J.M. & Anderson, P.L. 2004. Effects on monarch butterfly larvae (Lepidoptera: Danaidae) after continuous exposure to Cry1Ab-expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology* 33(4): 1116-1125.

Dolezel, M., Heissenberger, A. & Gaugitsch, H. 2005. Ecological effects of genetically modified maize with insect resistance and/or herbicide tolerance. *Forschungsberichte*

- der Sektion IV. Band 6/2005. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Sektion IV, Vienna, Austria.
- Dutton, A., Romeis, J. & Bigler, F. 2005. Effects of Bt maize expressing Cry1Ab and Bt spray on *Spodoptera littoralis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114(3): 161-169.
- Dutton, A., D'Alessandro, M., Romeis, J. & Bigler, F. 2004a. Assessing expression of Bt-toxin (Cry1Ab) in transgenic maize under different environmental conditions. IOCB/WPRS Working Group "GMOs in Integrated Production" 27(3): 49-55.
- Dutton, A., Obrist, L.B., D'Alessandro, M., Diener, L., Müller, M., Romeis, J. & Bigler, F. 2004b. Tracking Bt-toxin in transgenic maize to assess the risk on non-target arthropods. IOCB/WPRS Working Group "GMOs in Integrated Production" 27(3): 57-63.
- Dutton, A., Klein, H., Romeis, J. & Bigler, F. 2003a. Prey-mediated effects of *Bacillus thuringiensis* spray on the predator *Chrysoperla carnea* in maize. *Biological Control* 26: 209-215.
- Dutton, A., Romeis, J. & Bigler, F. 2003b. Assessing the risks of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropods: Bt-maize expressing Cry1Ab as a case study. *BioControl* 48: 611-636.
- Dutton, A., Klein, H. & Romeis, J. 2002. Uptake of Bt toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. *Environmental Entomology* 27: 441-447.
- Einspanier, R., Lutz, B., Rief, S., Berezina, O., Zverlov, V., Schwarz, W. & Mayer, J. 2004. Tracing residual recombinant feed molecules during digestion and rumen bacterial diversity in cattle fed transgene maize. *European Food Research and Technology* 218(3): 269-173.
- Escher, N., Käch, B. & Nentwig, W. 2000. Decomposition of transgenic *Bacillus thuringiensis* maize by microorganisms and woodlice *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda). *Basic and Applied Ecology* 1: 161-169.
- European Communities - Measures affecting the approval and marketing of Biotech products (DS291, DS292, DS293). Comments by the European Communities on the scientific and technical advice to the panel. 28 January 2005.
- Fearing, P.L., Brown, D., Vlachos, D., Meghji, M. & Privalle, L.S. 1997. Quantitative analysis of CryIA(b) expression in Bt maize plants, tissues, and silage and stability of expression over successive generations. *Molecular Breeding* 3:169-176.
- Felke, M. & Langenbruch, G.-A. 2005. Auswirkungen des Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. BfN-Skripten. No. 157. Bundesamt für Naturschutz.
- Felke, M. & Langenbruch, G.-A. 2004. Untersuchungen zu subletalen Effekten geringer Pollenmenge der transgenen Maislinie Bt176 auf Raupen des Tagpfauenauges (*Inachis io*) und der Kohlmotte (*Plutella xylostella*). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 396.
- Felke, M. & Langenbruch, G.-A. 2003. Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. *Gesunde Pflanze* 55(1): 1-4.
- Felke, M., Lorenz, N. & Langenbruch, G.-A. 2002. Laboratory studies on the effects of pollen from Btmaize on larvae of some butterfly species. *Journal of Applied Entomology* 126(6): 320-325.
- Gathmann, A. 2005. Effekte des Anbaus von Bt-mais auf die epigäische und Krautschichtfauna verschiedener trophischer Bezüge. BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/3.2.doku.html>
- Harwood, J.D., Wallin, W.G. & Obrycki, J.J. 2005. Uptake of Bt endotoxins by nontarget herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic corn agroecosystem. *Molecular Ecology* 14(9): 2815-2823.
- Hassel, R.J. & Shepard, B.M. 2002. Insect populations on *Bacillus thuringiensis* transgenic sweet corn. *Journal of Economic Entomology* 37: 285-292.
- Hernandez, M., Pla, M., Esteve, T., Prat, S., Puigdomènech, P. & Ferrando, A. 2003. A Specific Real-Time Quantitative PCR Detection System for Event MON810 in Maize YieldGard Based on the 3'-Transgene Integration Sequence. *Transgenic Research* 12(2): 179-189.
- Hilbeck A, Moar WJ, Pusztai CM, Filippini A, Bigler F (1999): Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91, 305-316.
- Hilbeck A, Baumgartner M, Fried PM, Bigler F (1998a): Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(2), 480-487.
- Hilbeck A, Moar WJ, Pusztai CM, Filippini A, Bigler F (1998b): Toxicity of *Bacillus thuringiensis* CryIAb toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(4), 1255-1263.
- Hopkins, D.W. & Gregorich, E.G. 2003. Detection and decay of the Bt endotoxin in soil from a field trial with genetically modified maize. *European Journal of Soil Science* 54(4): 793-800.
- Jansinski, J. & Eisle, J. 2003. Select nontarget arthropod abundance in transgenic and non transgenic fieldcrops in Ohio. *Environmental Entomology* 32: 407-411.
- Jehle, J.A. 2005. Toxinproduktion und Qualitätskontrolle von rekombinanten Cry1Ab in heterologen Expressionssystemen (Abschlußbericht) BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoringmethoden zum Anbau von Bt-Mais, und <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/3.1.doku.html>
- Kaatz, H.-H. 2005. Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene. BMBF-Verbundprojekt: Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>
- Kiss, J., Szentkiralyi, F., Toth, F., Szenasi, A., Kadar, F., Arpas, K., Szekeres, D. & Edwards, C.R. 2003. Bt corn: impact on non-targets and adjusting to local IPM systems. In: Lelley, T., Balázs, E. & Tepfer, M. Ecological impact of GMO dissemination in agroecosystems. OECD Workshop, September 27-28, 2002, Grossrusbach, Austria. 157-172.
- Koskella, J. & Stotzky, G. 1997. Microbial utilization of free and clay-bound insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis*

- and their retention of insecticidal activity after incubation with microbes. *Applied and Environmental Microbiology* 63 (9): 3561-3568.
- Lang, A. 2005. Effekte von Mais auf flugfähige Blütenbesucher und Prädatoren höherer Straten (Schlussbericht). Sicherheitsforschung und Monitoring-Methoden zum Anbau von Bt-Mais 2001- 2004, und <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>
- Lang, A. & Arndt, N. 2005. Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Schriftenreihe. No. 2005/7. Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München.
- Lang, A. & Vojttech, E. 2006. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machanon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology* 7(4): 296-306.
- Langenbruch, G.-A., Hassan, S.A., Büchs, W., Bürgermeister, W., Freier, B. & Hommel, B. 2006. Biologische Sicherheitsforschung mit Bt-Mais. *ForschungsReport* 1/2006: 8-12.
- Lee, L., Saxena, D. & Stotzky, G. 2003. Activity of free and clay-bound insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* against the mosquito *Culex pipiens*. *Applied and Environmental Microbiology* 69(7): 4111-4115.
- Liebe, D. 2004. Molekulargenetische Untersuchungen zur Abgrenzung von Populationen des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* Hübner als eine Voraussetzung für das Insektenresistenzmanagement (IRM) von *Bacillus thuringiensis*-Mais (Bt-Mais) (Dissertation). Justus-Liebig-Universität Giessen.
- Losey, J.E. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399: 214-214.
- Lövei, G.L. & Arpaia, S. 2005. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114(1): 1-14.
- Lozzia, G.C. 1999. Biodiversity and structure of ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) in Bt corn and its effects on non-target insects. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Ser II*, 3: 37- 58.
- Ludy, C. & Lang, A. 2006. Bt maize pollen exposure and impact on the garden spider, *Araneus diadematus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118(2): 145-156.
- Lumbierres, B., Albajes, R. & Pons, X. 2004. Transgenic Bt maize and *Rhopalosiphum padi* (Hom., Aphididae) performance. *Ecological Entomology* 29 (3): 309-317.
- Magg, T., Melchinger, A.E., Klein, D. & Bohn, M. 2001. Comparison of Bt maize hybrids with their nontransgenic counterparts and commercial varieties for resistance to European corn borer and for agronomic traits. *Plant Breeding* 120: 397-403.
- Manachini, B., Landi, S., Fiore, M.C., Festa, M. & Arpaia, S. 2004. First investigations on the effects of Bt transgenic *Brassica napus* L. on the trophic structure of the nematofauna. *IOCB/WPRS Bulletin* 27(3): 103- 108.
- Manachini, B. & Lozzia, G.C. 2003. Biodiversity and structure of nematofauna in Bt corn (Präsentation). *Biodiversity Implications of Genetically Modified Plants* 7-13 September 2003, Ascona, Switzerland.
- Manachini, B. & Lozzia, G.C. 2002. First investigations into the effects of Bt corn crop on Nematofauna. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura* 34(1): 85-96.
- Manachini, B. 2000. Ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) and plant dwelling nontarget arthropods in isogenic and transgenic corn crops. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura* 32(2): 181-198.
- Manachini, B., Agosti, M. & Rigamonti, I.E. 1999. Environmental impact of Bt-corn on non target entomofauna: Synthesis of field and laboratory studies. *Proceedings of the XI Symposium for Pesticide Chemistry*: 873-882.
- Mayne, M.B., Coleman, J.R. & Blumwald, E. 1997. Differential response to drought and abscisic acid of two cDNAs corresponding to genes expressed during drought conditioning in jackpine seedlings. *New Forests* 13: 165-176.
- Mendelsohn, M. 2003. Are Bt crops safe? *Nature Biotechnology* 21: 1003-1009. Musser, F.R. & Shelton, A.M. 2003. Bt sweet corn and selective insecticides: Impacts on pests and predators. *Journal of Economic Entomology* 96 (1): 71-80.
- Nguyen, H.T. 2004. Sicherheitsforschung und Monitoringmethoden zum Anbau von Bt-Mais: Expression, Nachweis und Wirkung von rekombinantem Cry1Ab in heterologen Expressionssystemen (Dissertation). Georg-August- Universität Göttingen.
- Nguyen, H.T., Berlinghof, M. & Jehle, J.A. 2002. Expressionsmonitoring von Cry1Ab verschiedener Maislinien an zwei Freisetzungstandorten in Deutschland. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 390: 542-543.
- Obrist, L.B., Dutton, A., Albajes, R. & Bigler, F. 2005. Exposure of arthropd predators to Cry1Ab toxin in Bt maize fields on Spain. *Meeting on Ecological Impact of GMOs* 1-3 June 2005.
- Orr, D.B. & Landis, D.A. 1997. Oviposition of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and impact of natural enemy populations in transgenic versus isogenic corn. *Journal of Economic Entomology* 90 (4): 905-909.
- Palm, C.J., Donegan, K.K., Harris, D. & Seidler, R.J. 1994. Quantification in soil of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* delta-endotoxin from transgenic plants. *Molecular Ecology* 3 (2): 145-151.
- Pilcher, C.D., Obrycki, J.J., Rice, M.E. & Lewis, L.C. 1997a. Preimaginal development, survival, field abundance of insect predators on transgenic *Bacillus thuringiensis* corn. *Environmental Entomology* 26(2): 446-454.
- Poerschmann, J., Gathmann, A., Augustin, J., Langer, U. & Gorecki, T. 2005. Molecular composition of leaves and stems of genetically modified Bt and near-isogenic non-Bt maize - Characterization of lignin patterns. *Journal of Environmental Quality* 34: 1508-1518.
- Poerschmann, J. & Kopinke, F. 2001. Sorption of very hydrophobic organic compounds (VHOCs) on dissolved humic organic matter (DOM). 2. Measurement of sorption and application of a Flory- Huggins concept to interpret the data. *Environmental Science & Technology* 35: 1142- 1148.

- Raps, A., Kehr, J., Gugerli, P., Moar, W.J., Bigler, F. & Hilbeck, A. 2001. Immunological analysis of phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and of the nontarget herbivore *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) for the presence of Cry1Ab. *Molecular Ecology* 10(2): 525-533.
- Rasmann, S., Köllner, T.G., Degenhardt, J., Hiltbold, I., Toepfer, S., Kuhlmann, U., Gershenzon, J. & Turlings, T.C.J. 2005. Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. *Nature* 434: 732-737.
- Rathinasabapathi, B. 2000. Metabolic engineering for stress tolerance: Installing osmoprotectant synthesis pathways. *Annals of Botany* 86: 709-716.
- Saxena, D., Stewart, C.N., Altosaar, I., Shu, Q. & Stotzky, G. 2004. Larvicidal Cry proteins from *Bacillus thuringiensis* are released in root exudates of transgenic *B. thuringiensis* corn, potato, and rice but not of *B. thuringiensis* canola, cotton, and tobacco. *Plant Physiology and Biochemistry* 42: 383-387.
- Saxena, D. & Stotzky, G. 2002. Bt toxin is not taken up from soil or hydroponic culture by corn, carrot, radish, or turnip. *Plant and Soil* 239: 165-172.
- Saxena, D., Flores, S. & Stotzky, G. 2002a. Vertical movement in soil of insecticidal Cry1Ab protein from *Bacillus thuringiensis*. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 111-120.
- Saxena, D., Flowers, S.A. & Stotzky, G. 2002b. Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 133-137.
- Saxena, D. & Stotzky, G. 2001a. *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin released from root exudates and biomass of Bt corn has no apparent effect on earthworms, nematodes, protozoa, bacteria, and fungi in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 33: 1225-1230.
- Saxena, D. & Stotzky, G. 2001b. Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. *American Journal of Botany* 88(9): 1704-1706.
- Saxena, D. & Stotzky, G. 2000. Insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* is released from roots of transgenic Bt corn in vitro and in situ. *FEMS Microbiology Ecology* 33: 35-39.
- Saxena, D., Flowers, S.A. & Stotzky, G. 1999. Transgenic Plants: Insecticidal toxin in root exudates from Bt corn. *Nature* 402: 480.
- Schöring, M. 2006. Ökologische und phytomedizinische Untersuchungen zum Anbau von Bt-Mais im Maiszünsler-Befallsgebiet Oderbruch (Dissertation). Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Potsdam.
- Schröder, D. 2005. Quantifizierung der Beweglichkeit von Bt-Toxin in Böden (Schlussbericht) Sicherheitsforschung und Monitoringmethoden zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004, <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/95.doku.html>
- Sims, S.R. & Holden, L.R. 1996. Insect bioassay for determining soil degradation of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* Cry1A(b) protein in corn tissue. *Environmental Entomology* 25(3): 659-664.
- Sisterson, M.S. & Tabashnik, B.E. 2005. Simulated effects of transgenic Bt crops on specialist parasitoids of target pests. *Environmental Entomology* 34(4): 733-742.
- Stanley-Horn, D.E., Dively, G.P., Hellmich, R.L., Mattila, H.R., Sears, M.K., Rose, R., Hansen Jesse, L.C., Losey, J.E., Obrycki, J.J. & Lewis, L.C. 2001. Assessing the impact of Cry1Ab-expressing corn pollen on monarch butterfly larvae in field studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98(21): 11931-11936.
- Stotzky, G. 2000. Persistence and biological activity in soil of insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* and bacterial DNA bound on clays and humic acids. *Journal of Environmental Quality* 29: 691-705.
- Tapp, H. & Stotzky, G. 1998. Persistence of the insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 30: 471-478.
- Tebbe, C. 2005. Untersuchungen zum Abbau von Bt-Mais in Böden und Auswirkungen auf die mikrobielle Bodenökologie. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 0312631E, Verbundprojekt: sicherheitsforschung und Monitoring-Methoden zum Anbau von Bt-Mais.
- Turrini, A., Sbrana, C., Nuti, M.P., Pietrangeli, B.M. & Giovannetti, M. 2004. Development of a model system to assess the impact of genetically modified corn and aubergine plants on arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 266: 69-75.
- Vercesi, M.L., Krogh, P.H. & Holmstrup, M. 2006. Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*? *Applied Soil Ecology* 32: 180-187.
- Szekacs, A., Juracsek, J., Polgar, L.A. & Darvas, B. 2005. Levels of expressed Cry1Ab toxin in genetically modified corn DK-440-BTY (YIELDGARD) and stubble. *FEBS* 272 (s1) L3-005.
- Vidal, S. 2005. Untersuchungen zu Kaskadeneffekten einr Bt-Expression von Maispflanzen auf Pflanze-Herbivoren-Parasitoid-Systeme am Beispiel von Blattläusen und ihren Parasitoidkomplexen (endbericht). Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais 2001-2004, und <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/17.doku.html>
- Volkmar, C. & Freier, B. 2003. Spider communities in Bt maize and not genetically modified maize fields. *Journal of Plant Diseases and Protection - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 110(6): 572-582.
- Wandeler, H., Bahylova, J. & Nentwig, W. 2002. Consumption of two Bt and six non-Bt corn varieties by the woodlouse *Porcellio scaber*. *Basic and Applied Ecology* 3 (4): 357-365.
- Wold, S.J., Burkness, E.C., Hutchison, W.D. & Venette, R.C. 2001. In-field monitoring of beneficial insect populations in transgenic corn expressing a *Bacillus thuringiensis* toxin. *Journal of Entomological Science* 36(765): 775.
- Zwahlen, C., Hilbeck, A., Howald, R. & Nentwig, W. 2003a. Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*. *Molecular Ecology* 12: 1077-1086.
- Zwahlen, C., Hilbeck, A. & Nentwig, W. 2003b. Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Molecular Ecology* 12(3): 765-775.