



Risiken der Agrotechnik untersuchen

Erläuterungen zum 9-Punkte-Katalog für eine ökologische Risikoforschung¹

Präambel

Die Belastungen unseres Planeten durch Klimawandel, Biodiversitätsverlust und Stickstoffeinträge haben die Grenzen des Verknüpfbaren deutlich überschritten. Die moderne, industrialisierte Landwirtschaft trägt mit ihrem Verbrauch an endlichen Ressourcen zu den Einträgen bei. Die Landwirtschaft verursacht hohe Einträge von Stickstoff und Phosphat in die Öko-Systeme. So hat mit 120 Millionen Tonnen pro Jahr der Stickstoff-Kreislauf bereits heute das verknüpfbare Maß der Belastung von Böden und Gewässern mehr als dreifach überschritten. Auch die mehr als 20 Millionen Tonnen Phosphor, die jedes Jahr in die Öko-Systeme gelangen, leisten einen wesentlichen Betrag zum absehbaren Zusammenbruch des Sauerstoff-Gehalts der Ozeane. Eine Gruppe renommierter Klimawissenschaftler ² warnt eindringlich vor den unabsehbaren Folgen für Klima und Menschheit, die ein „Umkippen“ der Ozeane mit sich bringt.

Vor diesem dramatischen Hintergrund muss jede Debatte zur Agro-Gentechnik die entscheidende Frage beantworten, ob der weltweite Anbau von GVO das bisherige System der Landwirtschaft mit seinen fatalen Nebenwirkungen fortschreibt oder zur notwendigen Wende beiträgt. Wir stellen fest, dass die gängige Praxis im GVO Anbau maßgeblich zur Verschärfung der Umweltbelastungen beiträgt.

Ein Thesenpapier der Deutschen Bank³ unterstreicht die Schäden der Grünen Revolution wie den Verlust an fruchtbaren Böden und die Verschmutzung der Umwelt. Es weist auf die ungerechte

¹ <http://www.nabu.de/themen/gentechnik/allgemein/11320.html>

² <http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7263/full/461472a.html>

³ http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000248191.pdf;jsessionid=0FEF22B6A4F738CE6AC03A8BA3D4D937.srv22-dbr-de

Verteilung der Gewinne innerhalb der Wertschöpfungskette und zurückgehende Einnahmen für die Kleinbauern hin. Auch Patente auf gentechnisch verändertes Saatgut werden kritisiert, da sie die Ernährungssicherung gefährden. Der neueste TAB-Bericht zur Agro-Gentechnik stärkt unsere Zweifel am volkswirtschaftlichen Nutzen der Technologie:

„Der ... Bericht belegt einen erstaunlich begrenzten Wissensstand zur Ermittlung betriebs- oder volkswirtschaftlicher Gewinnhöhe und - Verteilung aus Entwicklung und Anbau transgener Sorten und zeigt, dass Interpretationen der Nutzung transgener Sorten, die eine sozioökonomische und ökologische Vorteilhaftigkeit als nachgewiesen ansehen, wissenschaftlich häufig nicht belastbar sind“ (TAB 2008, S.228 ff. TAB Brief 35)

Trotz der hier vorgebrachten Bedenken werden national, europäisch und weltweit große Summen in die gentechnologische Forschung gesteckt. Zur nachhaltigen Stabilisierung des ökologischen Gefüges, von dem die Lebensmittelerzeugung abhängt, trägt diese aber nicht bei. Ein „weiter-so“ der Agrarforschung und Agrarpolitik, die auf eben die Agrarsysteme ausgerichtet sind, die die genannten Schäden und Entwicklungen hervorgebracht haben, ist keine Option. Dies stellt auch der Weltagrarbericht 2008 fest.

Im Juli 2009 stellten wir unsere Forderungen zur ökologischen Risikoforschung bei gentechnisch veränderten Pflanzen vor. Mit dem hier vorliegenden Papier konkretisieren wir diese. Unsere Kritik ist damit nicht abschließend umrissen, vielmehr zeigen die aufgeführten Punkte exemplarisch auf, dass der Ansatz der Sicherheitsforschung, wie er in den vergangenen Jahren praktiziert wurde, unzureichend ist. Wir fordern einen Paradigmenwechsel hin zu einer echten Risikoforschung, in der zuerst Erkenntnislücken und kritische Ergebnisse Gegenstand intensiverer Forschung sind.

Es ist uns ein Rätsel, wie die bisherige Sicherheitsforschung als ausreichend und neutral bewertet werden kann, wenn der Zugang zu gentechnisch verändertem Versuchsmaterial für die Forschung von den Patentinhabern gesteuert werden kann⁴. Wir fordern, dass gentechnikkritische Forscher mit einzubeziehen sind und nicht wie bislang ausgegrenzt werden. Ein offener Dialog mit der Zivilgesellschaft und auch der von den negativen Folgen der Gentechnik betroffenen Wirtschaft muss Teil der Weiterentwicklung hin zu Risikoforschung sein. Sie muss sich als Teil einer umfassenden Bewertung der Gentechnik verstehen, die neben ökologischen und gesundheitlichen Bewertungen auch die sozioökonomischen Folgen (bspw. auf konkurrierende Anbausysteme) und mögliche Alternativen zur Problemlösung fundiert bewertet.

⁴ <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=do-seed-companies-control-gm-crop-research>

These

Erfassung gesundheitlicher Effekte von GVO: *Das Zusammenspiel der vollständigen gentechnisch veränderten Pflanzen, den Rückständen der angewandten Pestizide und bereits bestehender Vorschädigungen auf die menschliche Gesundheit müssen systematisch untersucht werden. Hierzu fehlen entsprechende Studien und Publikationen, die ein Peer review - Verfahren durchlaufen haben. Entsprechende Untersuchungen sind schon allein deshalb zwingend, weil in einigen Ländern Afrikas der Anteil von Mais an der Ernährung zum Teil bei über 80 % liegt, die Verträglichkeit im Tierversuch jedoch üblicherweise mit weitaus geringeren Anteilen von Mais in der Nahrung ermittelt wird (um 30%).*

Hintergrund:

Mit dem gentechnisch veränderten Reis LL62 der Firma Bayer soll in der EU erstmals ein Produkt zugelassen werden, das hauptsächlich für den menschlichen Verzehr bestimmt ist. Für dieses Produkt wurden aber sogar weniger Fütterungsversuche zur Untersuchung von Gesundheitsrisiken verlangt, als beispielsweise für Pflanzen wie MON810 durchgeführt wurden, die hauptsächlich für Futtermittel bestimmt sind. Während die Firma Monsanto für ihren Mais MON810 und MON863 Fütterungsversuche an Ratten durchführte und dabei gesundheitsrelevante Daten erfasste, wurde der Reis LL62 an Geflügel und Schweine verfüttert, wobei nur leistungsbezogene Daten erfasst wurden. Trotzdem wurde das Dossier von der EFSA akzeptiert (EFSA 2009, EFSA 2008) Tatsächlich sind die Prüfstandards der EFSA in vielen Fällen nicht klar definiert, sondern werden von Fall zu Fall sehr unterschiedlich angewandt (EFSA 2006). Auch da wo Fütterungsversuche durchgeführt werden, ist nicht geklärt, welche Daten auf welche Art und Weise erfasst werden sollen. Das zeigte die Auswertung der Fütterungsversuche mit dem Mais MON863 durch unabhängige französische Wissenschaftler (Seralini et al. 2007).

Wie dringend hier verbindliche Regelungen sind, zeigt auch der Fall des gentechnisch veränderten Vitamin A-Reis. 2009 wurde bekannt, dass dieser Reis an chinesische Schulkinder verabreicht wurde, ohne ihn zuvor in Fütterungsversuchen auf gesundheitliche Risiken zu untersuchen.⁵ Verschiedene Befürworter des Projektes wiesen die Kritik mit dem Hinweis zurück, dass die Risiken hier zu vernachlässigen seien⁶. Auf der Homepage des Golden Rice Konsortiums wurde sogar eine Stellungnahme veröffentlicht, in der rundweg behauptet wird, Risiken für die Schulkinder seien mit denen des Verzehrs einer Karotte zu vergleichen.⁷

Es gibt inzwischen verschiedene Untersuchungen, die zeigen, dass gentechnisch veränderte Pflanzen tatsächlich ein erhebliches Gesundheitsrisiko bergen können (Ewen et al. 1999; Finamore et al. 2008; Malatesta et al. 2002; Prescott et al. 2005; Valenta & Spök, 2008; Seralini et al. 2007). Die einzelnen Untersuchungsergebnisse werfen im Detail verschiedene Fragen auf. Insgesamt sind Fütterungsversuche über mehrere Generationen immer noch die Ausnahme, ebenso wie gezielte immunologische, reproduktionsbiologische und toxikologische Untersuchungen mit der ganzen gentechnisch veränderten Pflanze. Autoren wie Spök et al (2004) und Seralini et al. (2009) fordern

⁵ http://www.goldenrice.org/Content2-How/how3_biosafety.html

⁶ <http://www.dailymail.co.uk/news/worldnews/article-1147635/British-scientists-condemn-using-children-GM-food-trials-unacceptable.html>

⁷ http://www.goldenrice.org/PDFs/Daily_Mail_Letter_Feb_2009.pdf

deswegen ein Umdenken und wesentlich umfassendere Untersuchungen. Die EFSA (2007) lehnt es jedoch ausdrücklich ab, wenigstens dreimonatige Fütterungsversuche mit gentechnisch veränderten Pflanzen verpflichtend vorzuschreiben und empfiehlt stattdessen (im Regelfall) nur die Analyse einzelner Komponenten. Gerade der Fall des gentechnisch veränderten Reis LL62 zeigt, dass dies keine Lösung sein kann. Zu den möglichen unbeabsichtigten Effekten auf der Ebene des Genoms und des pflanzlichen Stoffwechsels, die möglicherweise durch die Art und Weise der gentechnischen Veränderung induziert wurden, kommen mögliche Rückstände und Wechselwirkungen in der Pflanze aufgrund des Einsatzes des Herbizids Glufosinat. Eine Beurteilung, die unter anderem mit dem Verweis auf Kosten- und Zeitersparnis (EFSA, 2007, Seite 28) zum Schluss kommt, dass Fütterungsversuche nur in Ausnahmefällen nötig seien, ist im Rahmen eines vorsorgenden Verbraucherschutzes nicht akzeptabel.

Über die toxikologischen Wirkungen eines GVO und über seine Auswirkungen auf die Biodiversität hinaus muss auch die Abwägung sog. „sozioökonomischer Faktoren“, in den Zulassungsverfahren eine Rolle spielen, so wie das die Umweltminister der EU im Dezember 2009 einstimmig gefordert haben. Dabei muss die Eingrenzbarkeit eines GVO und das aus seiner Anwendung resultierende wirtschaftliche Risiko für Nichtanwender berücksichtigt werden.

Literatur:

EFSA, 2009, Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on an application (reference EFSA-GMO- UK-2004-04) for the placing on the market of glufosinate tolerant genetically modified rice LLRICE62 for food and feed uses, import and processing, under Regulation (EC) No 1829/2003 from Bayer CropScience GmbH, *The EFSA Journal* (2007) 588: 1-25.

EFSA, 2008, Statement of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms in response to the request of the European Commission on the need for a 90 day rodent feeding study with genetically modified rice LLRICE62 (Question N° EFSA-Q-2008-342) Adopted on 2nd July 2008
http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902011178.htm Safety and Nutritional

EFSA, 2007, Assessment of Genetically Modified Plants and Derived Food and Feed: The Role of Animal Feeding Trials – Report of the EFSA GMO Panel working group on animal feeding trials: Adopted by the Scientific panel on Genetically Modified Organisms on 12 September 2007. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 46, Supplement 1, March 2008, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-178620753812_1211902590265.htm

EFSA, 2006, Guidance document for the risk assessment of genetically modified plants and derived food and feed by the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms (GMO) - including draft document updated in 2008. *The EFSA Journal* 727: 1-135; draft document adopted in May 2008.
http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902599947.htm

Ewen S., Pusztai, A., 1999, Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine“, *The Lancet*, Vol. 354: 1353-1354

Finamore, A., Roselli, M., Britti, S., Monastra, G., Ambra, R., Turrini A., and E. Mengheri, 2008, Intestinal and Peripheral Immune Response to MON810 Maize Ingestion in Weaning and Old Mice, *J. Agric. Food Chem.*, 2008, 56 (23): 11533–11539

Malatesta M., Caporaloni C., Gavaudan S., Rocchi MBL, Tiberi C., Gazzanelli G. 2002, Ultrastructural morphometrical and immunocyto-chemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct* 2002a; 27:173-80.

Prescott VE, et al., 2005, „Transgenic expression of bean α -amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity“, *J Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9023-30.

Spök A., Hofer H., Lehner P., Valenta R., Stirn S., Gaugitsch H. 2004, Risk Assessment of GMO Products in the European Union. Toxicity assessment, allergenicity assessment and substantial equivalence in practice and proposals for improvement and standardisation: Vienna: Umweltbundesamt, 2004 Reports Series vol. 253, http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?pub_id=1531

Seralini, G.E., Cellier, D., Spiroux de Vendomois J., 2007 „New Analysis of Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity“, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 52: 596-602

Séralini G.E., Vendômois, J.S., Cellier, D., Sultan C., Buiatti, M., Gallagher, L. Antoniou, M., Dronamraju, K.R., 2009, How Subchronic and Chronic Health Effects can be Neglected for GMOs, Pesticides or Chemicals, Int. J. Biol. Sci., 5(5): 438-443

Valenta, R. & Spök, A., 2008, „Immunogenicity of GM peas“, BfN Skripten 239, Bundesamt für Naturschutz, Bonn

These

Standardisierung und Systematisierung der Testsysteme: *Es fehlt eine Standardisierung und Systematisierung von Labortests und Feldversuchen zur Abschätzung des Risikos von GVO analog zu Standards anderer Umweltgifte wie Pestizide. Erforderlich ist eine Angleichung an das Test- und Sicherheitsniveau im Bereich ökotoxikologischer Forschung und Anwendung (Pestizide). Bisher besteht Interpretationsspielraum bei der Bewertung der Testergebnisse. Es muss definiert werden, wann die Sicherheit eines GVO als nicht gewährleistet gilt und eine Zulassung entsprechend zu verweigern ist.*

Fehlende Standardisierung der Toxingehalte bei Bt-Pflanzen: *Wissenschaftlich unklar ist nach wie vor der Umfang der Schwankungen von Toxingehalten in Bt-Pflanzen und die ökologische Bedeutung dieser Schwankungen*

Hintergrund:

Beispielhaft kann man einige der bestehenden Mängel an einer Publikation von Diveley et al. (2004) aufzeigen: Obwohl man davon ausgeht, dass in den Pollen von MON810 wesentlich weniger Bt-Toxin gebildet wird als im Mais Bt176, lösten bei Untersuchungen von Diveley et al. (2004) die Pollen beider Events ähnlich deutliche Schäden aus, wenn sie an die Raupen geschützter Schmetterlinge verfüttert werden.

Es gibt verschiedene mögliche Gründe für diese Beobachtung: Das Toxin in MON810 könnte wirksamer sein als das in Bt176. Oder es könnte der Fall sein, dass Angaben von Monsanto zur Konzentration des Toxins im Pollen nicht verlässlich sind. Drittens wäre es möglich, dass bei der Wirkung des Toxins nichtlineare Dosis-Wirkungseffekte auftreten.

Welche Ursache ausschlaggebend ist, kann derzeit nicht entschieden werden, weil zum einen Untersuchungsmethoden nicht standardisiert sind und zum anderen die Wirkungseffizienz der verschiedenen Bt-Toxine nicht ausreichend untersucht ist. Es gibt aber konkrete Hinweise darauf, dass tatsächlich alle drei genannten Möglichkeiten in Betracht gezogen werden müssen. Diesen Hinweisen muss (auch unabhängig von den Untersuchungsergebnissen von Diveley et al. (2004) im Detail nachgegangen werden, da sie ganz wesentliche Grundlagen der Risikobewertung der Bt-produzierenden Pflanzen betreffen:

(1) Zur Frage der Konzentration des Bt-Toxins in den Pflanzen:

Es gibt verschiedene Publikationen, die zeigen, dass die bisherigen Angaben von Monsanto nicht ausreichen, um den tatsächlichen Gehalt an Bt-Toxinen in den Pflanzen zu beurteilen: Ngyuen & Jehle (2007) stellten niedrigere Konzentrationen und eine höhere Variabilität bei MON810 fest, als vom Hersteller angegeben wurde. Ähnlich sind die Befunde von Lorch & Then (2007). Lang et al. (2004) fanden dagegen höhere Toxinwerte in den Pollen. Then & Lorch (2008) zeigten in einem Review, dass die Toxinkonzentration tatsächlich von verschiedenen Umwelteinflüssen abhängen kann. Ähnliche Befunde sind auch von der Bt-Baumwolle bekannt (siehe z.B. Dong, 2007). Auch die Europäische Kommission griff dieses Problem bereits auf (EU Kommission, 2007).

Jüngst hat das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) eine Studie vorgelegt, in der noch einmal herausgestellt wird, wie wichtig es für die Risikobewertung von Bt-Toxin-produzierenden Pflanzen ist, über verlässliche Angaben zur Toxinkonzentration in den Pflanzen zu verfügen (Musche et al. 2009). Dabei wird auch die Frage der Standardisierung der Messprotokolle angesprochen: „Obwohl es sich bei ELISA um ein häufig angewendetes Standardverfahren zur Proteinbestimmung handelt, so gibt es methodische Abweichungen in einzelnen Protokollen, welche die Messwerte beeinflussen könnten.“

Crespo et al. (2008) zeigen, dass die Messergebnisse bei der Bestimmung des Bt-Toxingehaltes tatsächlich von verschiedenen Parametern beeinflusst werden. In einer Pilotstudie versuchte Greenpeace verschiedene Testprotokolle miteinander zu vergleichen und musste im Ergebnis unerwartet hohe Unterschiede feststellen (Greenpeace, 2007). Es ist nicht zu erwarten, dass eine neue geplante VDI Richtlinie (VDI, 2009) an dieser Frage etwas ändern wird – in der Frage der Festlegung der geeigneten Messprotokolle leistet diese Richtlinie keine konkrete Hilfestellung.

Abhilfe schaffen könnte man hier in einem zweistufigen Verfahren: Zunächst müssten in Ringversuchen geeignete Messprotokolle standardisiert werden. Danach müssten unter kontrollierten Umweltbedingungen Belastungstests an den gentechnisch veränderten Pflanzen durchgeführt werden, um herausfinden, wie stark die Giftkonzentration tatsächlich schwankt. Tests, bei denen die Auswirkungen der gentechnisch veränderten Pflanzen auf Nichtzielorganismen untersucht werden, sollten im Rahmen der Risikobewertung nur akzeptiert werden, wenn eine Messung der Toxingehalte in den Pflanzen nach allgemein standardisierten Protokollen erfolgt ist. Da bisher keine allgemeinen Standards festgelegt sind, sind die Aussagen der bisherigen Studien nur unter großen Vorbehalten zu sehen.

(2) Zur Frage der Wirkungseffizienz

Auch die Möglichkeit, dass die verschiedenen Bt-Toxine sich in ihrer Wirksamkeit unterscheiden könnten, muss berücksichtigt werden. Selbst wenn es sich um Bt-Toxine derselben Klassifikation handelt, können durchaus Unterschiede in der Struktur der Proteine beobachtet werden. Hilbeck und Schmidt (2006) beschreiben, dass die Größe der in den Pflanzen gebildeten Cry1Ab Toxine je nach Event unterschiedlich sein kann. Saeglitz (2004) fand heraus, dass die Bt-Toxine, die zu Testzwecken von Monsanto geliefert wurden, wirksamer waren als die anderer Hersteller. Li et al. (2007) zeigen, dass sich die Wirkung der Bt-Toxine, die in den Pflanzen gebildet werden, deutlich von Bt-Toxinen unterscheiden lässt, die natürlicherweise gebildet werden, wenn die Toxine an resistenten Insekten getestet werden.

(3) Nichtlineare Dosis-Wirkungseffekte

Broderick et al. (2006, 2009) zeigen, dass die Wirkung des Bt-Toxins von zusätzlichen Ko-Faktoren abhängig sein kann. Bei ihren Untersuchungen stellten sie fest, dass die Wirkung des Bt-Toxins ganz wesentlich durch die An- bzw. Abwesenheit bestimmter Darmbakterien beeinflusst wird. Damit ist nicht allein die Dosis des Toxins dafür ausschlaggebend, ob eine Wirkung zu beobachten ist, sondern die Wirkung der Bt-Toxine ist ganz wesentlich von zusätzlichen Faktoren abhängig (siehe dazu auch Then, 2009).

Vor diesem Hintergrund müssen also grundlegende Fragen geklärt werden: Inwieweit können die in den Pflanzen produzierten Bt-Toxine mit den natürlicherweise vorkommenden Bt-Toxinen verglichen werden? Inwieweit unterscheiden sich die in den Pflanzen gebildeten Bt-Toxine untereinander, auch wenn sie zur selben Wirkstoffklasse gehören? Welche Faktoren können die Wirkung von Bt-Toxinen beeinflussen?

Auf diese zentralen Fragen gibt es bisher keine befriedigenden Antworten.

Literatur:

Broderick NA., Raffa KF. Handelsman J., 2006, Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity: PNAS 103(41): 15196-15199

Broderick, N.A., Robinson, C.J., McMahon, M.D., Holt J., Handelsman, J., Raffa, K.F., 2009, Contributions of gut bacteria to *Bacillus thuringiensis*-induced mortality vary across a range of Lepidoptera. BMC Biology 7: 11.

Crespo, A. L. B., Spencer, T. A., Nekl, E., Pusztai-Carey, M., Moar, W. J., Blair, D. S., 2008, Comparison and Validation of Methods To Quantify Cry1Ab Toxin. *Bacillus thuringiensis* for Standardization of Insect Bioassays: Applied and Environmental Microbiology, 74: 130–135.

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

Dong H.Z., Li W.J. 2007, Variability of Endotoxin expression in Bt Transgenic Cotton, J. Agronomy&Crop Science 193, 21-29.

EU Commission, 2007, Draft decision. Concerning the placing on the market, in accordance with Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council, of a maize product (*Zea mays* L., line Bt11) genetically modified for resistance to certain lepidopteran pests and for tolerance to the herbicide glufosinate-ammonium.

Hilbeck, A., Schmidt, J. E. U., 2006, Another view on Bt proteins. How specific are they and what else might they do? Biopesticides International 2(1): 1-50.

Greenpeace, 2007, Wieviel Gift ist im Gen-Mais, wie wirkt es und wie wird es gemessen?
www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/genetechnik/Untersuchungen_zum_Giftgehalt_in_Genmais__Nov._2007_.pdf.

Lang, A., Ludy, C., & Vojtech, E., 2004, Dispersion and deposition of Bt maize pollen in field margins, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz-Journal of Plant Diseases and Protection 111, 417-428.

Lorch, A., Then, C., 2007, How much Bt toxin do GE MON810 maize plants actually produce Greenpeace-Report. www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_bt_maize_engl.pdf.

Li H., Buschman L.L., Huang F., Zhu K.Y., Bonning B., Oppert B.A., 2007, Resistance to *Bacillus thuringiensis* endotoxins in the European corn borer. *Biopestic Int* 3(2):96–107

Musche M., Settele J., Durka W., 2009, Basisstudie zur Wechselwirkung von gentechnisch verändertem MON810-Mais mit spezifischen Schmetterlingsarten, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, www.ufz.de

Nguyen, H. T., Jehle, J. A., 2007, Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize Mon810. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 82.

Saeglitz, C. 2005, Untersuchungen der genetischen Diversität von Maiszünsler-Populationen (*Ostrinia nubilalis*, Hbn.) und ihrer Suszeptibilität gegenüber dem *Bacillus thuringiensis* (Bt)-Toxin als Grundlage für ein Resistenzmanagement in Bt-Maiskulturen, Dissertation, Technische Hochschule Aachen

Then C., 2009, Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* - synergism, efficacy, and selectivity, *Environmental Science and Pollution Research*, <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-009-0208-3>

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

VDI, Verein Deutscher Ingenieure, 2008, „Monitoring der Wirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO), Immunchemischer Nachweis von insektiziden Bt-Proteinen gentechnisch veränderter Kulturpflanzen aus Bodenproben und Pflanzenresten“, VDI 4330, Blatt 1, Entwurf

These

Analyse der Wirkungen von gentechnisch verändertem-Mais auf Nicht-Zielorganismen: Es fehlt eine systematische Erfassung der Effekte des gentechnisch veränderten Mais Mon 810 der Firma Monsanto auf Nichtziel-Organismen, insbesondere eine Abschätzung für die wichtigsten Faltergruppen in Deutschland und auf Wasserorganismen (Rosi-Marshall et al. 2007) sowie auf Nahrungsnetze. Dies gilt ebenso für die neuen Maiskonstrukte, die in der EU zur Zulassung anstehen.

Hintergrund:

(1) Auswirkungen auf Schmetterlinge

Das Bt-Toxin Cry1Ab des transgenen Maises MON 810 wird in allen Zellen der Maispflanze gebildet. Das Toxin wirkt speziell auf Lepidopteren, kann jedoch auch Auswirkungen auf nahe verwandte Spezies und Prädatoren zeigen. Es gibt zudem Hinweise darauf, dass auch darüber hinaus Nichtzielorganismen betroffen sein können (siehe Abschnitt 2&5). Das Toxin wird auch in den Maispollen exprimiert und während der Maisblüte in die Umgebung verdriftet. Die Maisblüte erfolgt meistens zwischen Mitte Juli und Ende Juli, wobei der Maispollen diskontinuierlich ausgeschüttet wird (Hofmann 2008). Ein mögliches Risiko besteht für Schmetterlinge, deren Raupen zu dieser Zeit aktiv sind und den Pollen aufnehmen können. Die Schmetterlingsraupen reagieren sehr

unterschiedlich auf Cry1Ab haltigen Maispollen (Musche et al. 2009). Die Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zeigt insgesamt, dass Schmetterlingsraupen sehr wohl durch bestimmte Konzentrationen an Bt-Pollen geschädigt werden können. Musche et al. (2009) untersuchten beispielhaft die sächsische Schmetterlingsfauna der FFH-Lebensraumtypen, knapp die Hälfte der charakteristischen Schmetterlingsraupen waren dabei hochwahrscheinlich exponiert, bei weiteren 20% der Raupen war eine Exposition möglich. Feldstudien zur Auswirkung von Cry1Ab-haltigen Maispollen auf die Entwicklung der Schmetterlingspopulationen fehlen. Die vorliegenden Messungen stellen nur eine Momentaufnahme dar und sind nicht geeignet Populationsentwicklungen abzuschätzen. Zudem können Musche et al. (2009) belegen, dass die vorliegenden Studien erhebliche methodische Mängel aufweisen. Fehlende Bestimmungen der Toxinkonzentration des Testpollens machen eine Interpretation vieler Versuchsergebnisse unmöglich.

Die Spanische Biosafety Commission 2009 hält in der Neubewertung zu MON 810 der EFSA (EFSA 2009) fest, dass Informationen zu möglichen Wirkungen auf relevante europäischen Lepidopteren fehlen. Dies gilt ebenso für die geplanten Neuzulassungen (Bt 11 und Bt 1507) und *stacked events*. Akute und chronische Toxizitätstests fehlen ebenso wie eine Auswahl geeigneter, taxonomisch unterschiedlicher Schmetterlingsarten (räumlich repräsentativ für europäische Fauna, leicht im Labor etablierbar etc.) um diese Tests durchzuführen. Weiterhin unbekannt ist weitgehend, ob und wie viele Bt-Pollen von Nicht-Zielorganismen im Freiland unter worst-case Bedingungen aufgenommen werden können. Dabei ist auch zu beachten, dass die Toxinkonzentrationen im Bt-Mais unter Freilandbedingungen schwanken und daher genau zu bestimmen sind.

(2) Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme

Die US-amerikanische Wissenschaftlerin Rosi-Marshall hat 12 Gewässer in intensiv genutzten Maisanbaugebieten des Mittleren Westens der USA (Maisanteil über 90%, Anteil transgener Mais 35%) auf den Eintrag und Transport von Maisanteilen (Pollen, Maisstreu) untersucht (Rosi-Marshall et al. 2007). Maispollen und Detritus werden in den Gewässern transportiert, abgelagert und abgebaut. Deposition und Dekomposition machen die Maisstreu zugänglich für aquatische Organismen wie Köcherfliegenlarven. Weitere Laboruntersuchungen mit Bt-Toxin-haltigen Maisrückständen wurden an den Larven verschiedener Köcherfliegenspezies vorgenommen, die nahe verwandt zu Lepidopteren sind. Köcherfliegenlarven haben verschiedene Fressstrategien und nehmen potenziell Maisfragmente auf, wenn sie als Futterreserven zugänglich sind. Filternde Köcherfliegenlarven (z.B. *Hydropsyche* spp.) können Maispollen aufnehmen, da diese eine geeignete Partikelgröße besitzen. In Feldversuchen wurden bei 50% der untersuchten Larven Bt-Pollen im Magen nachgewiesen. Laboruntersuchungen wurden an den Larven der Köcherfliegenart *Lepistoma liba* vorgenommen, die sich detritivor ernährt. Die Wachstumsraten waren hier zu über 50% erniedrigt. Die algenfressende Spezies *Helicopsyche borealis* zeigte erhöhte Mortalitätsraten, wenn sie Bt-Toxin als Beifress in erhöhten Konzentrationen angeboten bekam. Hier zeigt sich das gleiche Muster wie bei den Schmetterlingen (u.a. Felke und Langenbruch 2005; Lang et al. 2005), wobei Larven, die durch Aufnahme auch geringer Bt-Pollendosen gestresst sind, längere Zeit für ihre Entwicklung brauchen und dadurch in höherem Maß durch Prädatoren und Krankheiten gefährdet sind. Subletale Effekte bekommen unter Freilandbedingungen eine besondere Relevanz. Da die Fitness der Larven im Freiland teilweise erheblich unter der im Labor untersuchten liegen dürfte, ist davon auszugehen, dass durch die sonstigen Stressoren dort auch die Sensibilität für das Bt-Toxin erhöht ist.

Verringerte Wachstumsraten und erhöhte Mortalität der Köcherfliegenlarven können im Freiland eine deutlich verringerte Fitness bewirken. Das Bt-Toxin kann darüber hinaus als zusätzlicher Stressor wirken, der die Regenerationsfähigkeit der bereits vorbelasteten Wasserökosysteme beeinträchtigt. Akute und chronische Toxizitätstests mit einer Auswahl der dazu geeigneten aquatischen Testorganismen (räumlich repräsentativ für europäische aquatische Ökosysteme, leicht im Labor etablierbar etc.) fehlen. Ebenso müsste verfolgt werden, ob und wie viel Bt-Toxin aus Maispollen und Streu von Nicht-Zielorganismen aufgenommen werden. Unerlässlich dazu ist eine genaue Messung der Bt-Toxin Konzentration der Pollen und Maistreu. Weitere Hinweise auf mögliche Risiken ergeben sich aus Untersuchungen von Wissenschaftlern aus der Schweiz. Diese wiesen nach Verfütterung von Bt-Toxin (aus Bt-Mais) eine erhöhte Sterblichkeit bei Wasserflöhen und Zweipunkt-Marienkäferlarven nach (Schmidt et al. 2009).

Literatur:

Ausführliche Literaturangaben zu gentechnisch verändertem Mais und Schmetterlingen unter: Musche M., Settele J., Durka W., 2009, Basisstudie zur Wechselwirkung von gentechnisch verändertem MON810-Mais mit spezifischen Schmetterlingsarten, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft, www.ufz.de
<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/2559.htm>

EFSA 2009. Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms on applications (EFSA-GMORX-MON810) for the renewal of authorisation for the continued marketing of (1) existing food and food ingredients produced from genetically modified insect resistant maize MON810; (2) feed consisting of and/or containing maize MON810, including the use of seed for cultivation; and of (3) food and feed additives, and feed materials produced from maize MON810, all under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. The EFSA Journal 1149: 1-84.

Hofmann, F., Epp, R., Kalchschmid, A., Kruse, L., Kuhn, U., Maisch, B., Müller, E., Ober, S., Radtke, J., Schlechtriemen, U., Schmidt, G., Schröder, W., von der Ohe, W., Vögel, R., Wedl, N., Wosniok, W., 2008, GVO-Pollenmonitoring zum Bt-Maisanbau im Bereich des NSG/FFH-Schutzgebietes Ruhlsdorfer Bruch. Z. Umweltwissenschaften Schadstoffforschung 20 (4), 275- 289

Felke, M., Langenbruch, G.A. 2005: Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. BfN-Skripten 157

Greenpeace 2009, A critique of the European Food Safety Authority's opinion on genetically modified maize MON 810 Brüssel www.greenpeace.eu

Landesumweltamt Brandenburg: Durchführung eines Pollenmonitoring von Mais im Naturschutzgebiet Ruhlsdorfer Bruch 2007. Fachbeiträge des Landesumweltamtes Heft Nr. 109, http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2320/fb_109.pdf

Lang, A. Arndt, M. Beck, R., Bauchhenß, J., Pommer, G. 2005, Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Forschungsprojekt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV). Schriftenreihe 7-2005. Freising-Weihenstephan

Rosi-Marshall E J., Tank J L., Royer T V., Whiles M R. Evans-White M. Chambers C., Griffith N A, 2007 Toxins in transgenic crop by products may affect headwater stream ecosystems, Proc. Nat. Acad.Sci. 104, 204 -208

Spanish Biosafety Commission 2008. Application EFSA/GMO-RXMON810 (20.1.a)concerning the renewal of existing product of Regulation (EC) No. 1829/2003, regarding the placing on the market of genetically modified

MON810 maize for cultivation from Monsanto Europe, S.A. Spanish Biosafety Commission opinion on the environmental risk assessment and monitoring plan.
<http://registerofquestions.efsa.europa.eu>

Schmidt et al. 2009, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 56: 221-228).

These

GVO und Einsatz von Roundup: *Wenn herbizidresistente gentechnisch veränderte Pflanzen freigesetzt und kommerziell angebaut werden, wird der Einsatz von Totalherbiziden wesentlich zunehmen. Die zunehmenden Probleme durch die Verbreitung einer resistenten Ackerbegleitflora, die nicht mehr auf Roundup reagiert, werden somit verschärft. Zum Einsatz von Roundup (Glyphosat), dem bedeutendsten der Komplementärherbizide, wird zurzeit in Deutschland nicht geforscht. Dabei mehren sich die Erkenntnisse, dass Roundup bereits in geringen Dosen toxisch ist und in seiner Wirkung bislang systematisch unterschätzt wurde. Die EU strebt daher langfristig auch ein Verbot von Roundup an. Auswirkungen der Landnutzungsänderung und Biodiversitätseffekte durch systemimmanent verstärkten Herbizideinsatz müssen mit erforscht werden.*

Hintergrund:

Über 80 % der global angebauten gentechnisch veränderten Organismen (GVO) tragen eine Herbizidresistenz. Die weitaus meisten sind resistent gegen Glyphosat, den Wirkstoff von Roundup, dem weltweit am häufigsten eingesetzten Herbizid. In der EU sind diverse Glyphosat-resistente (RoundupReady, RR) Pflanzen zum Import und zur Verarbeitung als Lebens- und Futtermittel zugelassen (z. B. Soja, Mais, Raps). Auch Zulassungsanträge für den Anbau Glyphosat-resistenter Pflanzen (z.B. Mais NK603xMon810, Zuckerrübe H7-1, Baumwolle 1445) wurden gestellt (<http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/>).

Im europäischen Zulassungsverfahren wird nur die Pflanze, nicht aber die Wirkung des Herbizids untersucht, obwohl jeweils beides zusammen eingesetzt wird. Es fehlt eine systematische Analyse direkter und indirekter Effekte des Glyphosat-/Roundup-Einsatzes auf die Biodiversität (z.B. Bodenflora, Bodenfauna, Wildpflanzen, Arthropoden, Säuger, Vögel). Es fehlen zudem Untersuchungen zu den Folgen der Landnutzungsänderung sowie Langzeituntersuchungen zur Humantoxizität bzw. hormonellen Aktivität von Glyphosat, AMPA und den formulierten Herbiziden. Dabei zeigen aktuelle Studien, dass das Herbizid Roundup menschliche Zellen schädigen kann - selbst bei sehr niedrigen Konzentrationen (Benachour & Seralini 2009, Gasnier et al. 2009).

Entgegen der vielfach vertretenen Ansicht, der Anbau von herbizidresistenten Pflanzen reduziere den Herbizideinsatz, nimmt in der Praxis der Einsatz von Breitbandherbiziden enorm zu, wie entsprechende Zahlen aus Nord- und Südamerika belegen (www.centerforfoodsafety.org, Binimelis et al. 2009). Berichte über damit einher gehende direkte und indirekte negative Effekte auf terrestrische und aquatische Ökosysteme und die menschliche Gesundheit mehren sich (Hawes et al. 2003, Relyea 2005, Gasnier et al. 2009, Valente 2009). Diskutiert wird auch, wieweit die in ihrer Zusammensetzung meist nicht offen gelegten Hilfsstoffe (Formulierungsmittel) eine eigenständige Toxizität aufweisen bzw. die Toxizität von Glyphosat verstärken (Gasnier et al. 2009, Relyea 2005). Nicht geklärt sind das Abbauverhalten und die Präsenz von Roundup bzw. Glyphosat und AMPA in Böden und Gewässern (incl. Grundwasser und Trinkwasser). Es fehlen Langzeituntersuchungen zur

Ökotoxizität von Glyphosat und dessen formulierten Präparaten (z.B. Roundup) sowie des Metaboliten AMPA (Aminomethyl-Phosphonsäure) für aquatische (z.B. Amphibien, Algen) und terrestrische Organismen, incl. Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) – unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit anderen Pestiziden. Glyphosat beeinflusst u. U. den Pathogenbefall behandelter Pflanzen (Powell & Swanton 2008) und deren Abwehr gegen Pathogene und Schädlinge, potentiell mit dem Ergebnis weiteren Pestizideinsatzes. Ungeklärt sind auch Abbau und Verbleib von Glyphosat und AMPA (sowie Formulierungsmitteln) in Futter- und Lebensmitteln, die aus RR-Pflanzen gewonnen wurden.

Zudem werden immer mehr Beikräuter in Reaktion auf den durch Glyphosat ausgeübten Selektionsdruck resistent gegen den Wirkstoff. Für mindestens 16 Beikrautarten wurde mittlerweile eine Glyphosat-Resistenz nachgewiesen (www.weedscience.org). Zu deren Bekämpfung werden höhere Glyphosatsdosen und die Anwendung zusätzlicher herbizider Wirkstoffe empfohlen (www.weedresistancemanagement.com). Es fehlt an dieser Stelle an Forschung zu Alternativen des Herbizideinsatzes.

Literatur:

Benachour N. and Séralini G.S., Chemical Research Toxicology, 2009, 22 (1), pp 97–105).

Binimelis R. et al. 2009. Transgenic treadmill: Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. Geoforum, doi:10.1016/j.geoforum.2009.03.009.

Gasnier C. et al. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. doi 10.1016/j.j-tox-2009.06.006.

Hawes C. et al. 2003. Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 358: 1899-1913.

Powell, J.R., Swanton, C.J. 2008. A critique of studies evaluation glyphosate effects on diseases associated with Fusarium spp. Weed Research 48: 307-318.

Relyea, R. 2005. The lethal impacts of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Appl. 15: 1118-1124.

Valente, M. 2009. Health-Argentina: scientists reveal effects of glyphosate. IPS News 15 April 2009. <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=46516>.

These

GVO und Bestäuber: *Die Verbreitung von Transgenen durch Bienen, Hummeln und weitere Bestäuber muss eingehender untersucht werden, ebenso die Frage, wie sich die Aufnahme von GVO-Bestandteilen auf sie auswirkt.*

Hintergrund:

Rund ein Drittel der menschlichen Nahrungsmittel beruht direkt oder indirekt auf insektenbefruchteten Pflanzen und ist damit abhängig von den Leistungen von Honig und Wildbienen. In Deutschland sind neben der Honigbiene 547 Wildbienenarten nachgewiesen. Mehr

als die Hälfte dieser Wildbienenarten steht auf der Roten Liste (Westrich et al. 1998). Wie transgene Pflanzen auf Bestäuber wirken, ist bisher vor allem an Honigbienen, selten auch an Hummeln untersucht worden (Huang et al 2004).

Ausführliche Studien zur Pollenausbreitung durch Wind und Blüten besuchende Insekten wurden von Kühne et al. (2001) durchgeführt. Als wichtige Pollenüberträger von Raps dienen Bienen, Erdhummeln und weitere Sandbienenarten. Neben Bienen wurden auch andere Insektengruppen als Überträger beobachtet wie Schwebfliegen, Pflanzenwespen, Haarmücken, Florfliegen, Glanz- und Rüsselkäfer sowie Tagfalter. Ähnliche Untersuchungen zur Verbreitung von Maispollen fehlen.

In einem dreijährigen Forschungsprojekt an der Universität Halle wurden Wirkungsprüfungen von Bt-Mais auf Bienen durchgeführt (Kaatz 2005) Das gentechnisch veränderte Bt-Toxin CryI-Ab (Event 176) erwies sich selbst bei der 100-fach höheren Dosis nicht als akut toxisch. Allerdings zeigten sich bei Völkern, die mit Bt-Pollen gefüttert wurden und unter Nosematose litten, signifikant höhere Mortalitätsraten zur Kontrollgruppe, die ebenfalls von *Nosema apis* befallen war. Diese unerwarteten Ergebnisse wurden von den Forschern dahingehend gedeutet, dass zwischen dem Bt-Toxin und den Krankheitserregern eine Wechselbeziehung besteht. Daraus leiten sich weitergehende Fragestellungen ab, inwieweit Bt-Toxin als zusätzlicher Stressor bei bereits vorgeschädigten Bienenvölkern im Freiland wirken kann. Auch Wissenschaftler, die davon ausgehen, dass beim Anbau von Bt-Mais für Honigbienen keine Gefahr besteht, sind der Ansicht, dass der gleichzeitige Einfluss von Umwelt-Stressoren untersucht werden muss (Duan et al. 2008). Sogar die EFSA vermerkt hier weiteren Forschungsbedarf (EFSA 2008).

Unabhängige Wissenschaftler einer internationalen Arbeitsgruppe publizierten 2008 eine Studie, wonach bei Bienen nach Verfütterung hoher Bt-Toxin-Konzentrationen Veränderungen in der Futteraufnahme und in der Orientierung auftraten (Reamirez-Romero et al. 2008). Diesen Beobachtungen muss weiter nachgegangen werden, da sie zum Zusammenbruch von Bienenvölkern mit beitragen könnten.

Literatur

Duan JJ., Marvier M., Huesing J., Dively G., Huang ZY., 2008, A meta-analysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae): PLoS ONE 3(1): e1415.

EFSA 2008 Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the European Commission to review scientific studies related to the impact on the environment of the cultivation of maize Bt11 and 1507: The EFSA Journal (2008), 851: 1-27.

Kaatz HH., 2005, Auswirkungen von Bt- Maispollen auf die Honigbiene, Uni Jena, Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais: <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>

Huang, Z.Y., Hanley, A.V., Pett, W.L. Langenberger, M& Duan, J.J. 2004, Field and semifield evaluation of impacts of transgenic canola pollen on survival and development of worker honey bees Journal of Economic Entomology 97 (5) 1517 – 1523

Hommel B., Saure C., Kühnes, S., Bellini U. 2000, Auskreuzung von gentechnisch verändertem Raps im Freiland - Charakterisierung von Hybridpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., 376, 462

Sauer C., Kühne S., Hommel B. 2001: Insekten als Pollenüberträger vom Raps auf andere Kreuzblütler: Ein Beitrag zur Risikobewertung transgener Pflanzen. Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent., 13, 265 – 268

Ramirez-Romero R. et al., *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 70, Issue 2, June 2008, Pages 327-333

Westrich, P. Schwenniger H.R., Dathe. H.H., Riemann H., Saure, C. Voith. , Weber, K(1998). Rote Liste der Bienen. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55. 119 – 129

These

Synergistische Effekte: *Die Auswirkungen der synergistischen Effekte von gestapelten neuen gentechnisch veränderten Maiskonstrukten sowie der synergistischen Effekte in der Anwendung mit weiteren Pestiziden müssen in die Forschung mit einbezogen werden.*

Hintergrund:

2009 wurde in den USA und Kanada ein Mais mit acht künstlichen Genkonstrukten zugelassen⁸. Die Pflanzen, die unter dem Namen SmartStax vermarktet werden und schon im ersten Jahr auf mehreren Millionen Hektar wachsen sollen, wurden von Monsanto und Dow entwickelt. Die Pflanzen haben aufgrund des Einbaus verschiedener Bt-Toxine eine Resistenz gegenüber Schadinsekten (Maiszünsler, Maiswurzelbohrer und andere) sowie eine Toleranz gegen zwei Herbizide (Glyphosat und Glufosinat). Bei der Zulassung wurden die Risiken der verschiedenen Events einzeln geprüft, mögliche Synergismen wurden jedoch weitgehend außer Acht gelassen.

Auch die EFSA hat bereits verschiedene stacked events für den Import positiv beurteilt, ohne synergistische Effekte zwischen den verschiedenen Events im Detail zu prüfen (EFSA 2005). Mit Bt11 und Mais 1507 sprach sich die EFSA zudem für den Anbau von Pflanzen aus (EFSA 2005 a und b), die in sich verschiedene Eigenschaften vereinen (Herbizidtoleranz und Insektenresistenz) und bei deren gemeinsamen Anbau (Verfütterung) es zusätzlich zu Wechselwirkungen mit anderen gentechnisch veränderten Pflanzen (und Bt Toxinen) kommen könnte. Auch hier hat die EFSA die Frage möglicher Synergien außer Acht gelassen. Die Guidelines der EFSA für die Prüfung von stacked events (EFSA 2007) schreiben keine spezifischen Untersuchungen an Nicht-Zielorganismen wegen möglicher ungewollter Wechselwirkungen zwischen den künstlichen Genkonstrukten und deren Produkten vor. Die EFSA geht demnach davon aus, dass einjährige Freisetzungsversuche ausreichen können, um ungewollte Effekte zu untersuchen.

Es ist bekannt, dass zwischen den Bt-Toxinen Synergien auftreten können, die u.a. deren Toxizität verstärken können (Schnepf et al. 1998). Auch wird befürchtet, dass der gleichzeitige Anbau von Bt-Pflanzen zu Kreuzresistenzen bei den Schädlingen führen kann (Tabashnik et al. 1997 und 2009). Arbeiten von Kramarz (2007) und Kaatz (2005) zeigen, dass aufgrund von Synergien und Wechselwirkungen mit externen Faktoren die Bt-Gifte auch bei Nichtzielorganismen wirken können. Diese Einzelbefunde wurden von Then (2009) in einem Review in einen generellen Zusammenhang gestellt, aus dem hervorgeht, dass bereits eine große Anzahl von Untersuchungen über Wechselwirkungen von Bt-Toxinen mit verschiedenen Faktoren publiziert wurden. Aus diesen Publikationen kann geschlossen werden, dass durch Wechselwirkungen mit externen Faktoren sowohl die Wirkungseffizienz als auch die Selektivität der Bt-Toxine verändert werden können. Daher können auch Nichtzielorganismen geschädigt werden, die gegenüber den Bt-Toxinen alleine

⁸ <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601103&sid=a57J5HHLMOg4>

unempfindlich sind. Da bis heute nicht klar ist, wie genau die Wirkung der Bt-Toxine vermittelt wird (Pigott & Ellar, 2007), gibt es hier großen Forschungsbedarf, um mögliche Synergien und Wechselwirkungen systematisch zu überprüfen.

Grundsätzlich ist die EFSA gesetzlich dazu verpflichtet, Wechselwirkungen und kumulative Wirkungen zwischen den gentechnisch veränderten Pflanzen zu überprüfen. Dies geht u.a. aus Anlage II der Richtlinie 2001/18 hervor:

„Ein allgemeiner Grundsatz für die Umweltverträglichkeitsprüfung besteht außerdem darin, dass eine Analyse der mit der Freisetzung und dem Inverkehrbringen zusammenhängenden kumulativen langfristigen Auswirkungen durchzuführen ist.“

In der Anlage werden auch ausdrücklich mögliche Wechselwirkungen mit gentechnisch veränderten Pflanzen genannt, die bereits angebaut werden. Vor diesem Hintergrund müsste die EFSA beispielsweise mögliche Wechselwirkungen des gleichzeitigen Anbaus (und Verfütterung) von MON810, Bt11 und 1507 ausführlich prüfen.

Es ist zudem bekannt, dass der Einsatz von Pestiziden einen Einfluss auf die Konzentration der in den Pflanzen gebildeten Bt-Toxine haben kann (Griffiths et al. 2006). Zudem zeigt die Arbeit von Accinelli et al. (2004), dass die gleichzeitige Anwendung von Glyphosat und Bt den Abbau von Spritzmittelresten im Boden beeinflussen kann (Accinelli et al. 2004). Die Wechselwirkungen zwischen Herbizidtoleranz und Insektenresistenz sind für eine ganze Reihe von gentechnisch veränderten Pflanzen wie Bt11, Mais 1507, NK603, Mon810 und smartstax relevant.

Literatur:

Accinelli, C., Serepanti, C., Vicari, A. & Catizone, P., 2004, Influence of insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* on the degradation of glyphosate and glufosinate-ammonium in soil samples. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 497-507

EFSA, 2005, Opinion of the Scientific Panel on genetically modified organisms [GMO] on an application (Reference EFSA-GMO-UK-2004-01) for the placing on the market of glyphosate-tolerant and insect-resistant genetically modified maize NK603 x MON810, for food and feed uses under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620770082.htm

EFSA, 2005 a, Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the notification (Reference C/F/96/05.10) for the placing on the market of insect resistant genetically modified maize Bt11, for cultivation, feed and industrial processing, under Part C of Directive 2001/18/EC from Syngenta Seeds. *The EFSA Journal* (2005) 213, 1-33.

EFSA, 2005 b, Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the notification (Reference C/ES/01/01) for the placing on the market of insect-tolerant genetically modified maize 1507 for import, feed and industrial processing and cultivation, under Part C of Directive 2001/18/EC from Pioneer Hi-Bred International/Mycogen Seeds. *The EFSA Journal* (2005) 181, 1-33.

EFSA, 2007, Guidance Document of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms for the risk assessment of genetically modified plants containing stacked transformation events, *The EFSA Journal* (2007) 512, 1-5, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902599859.htm

Griffiths, B. S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A. N., Scrimgeour, C., Cortet, J., Foggo, A., Hacket, C. A., Krogh, P. H., 2006, Soil microbial and faunal community responses to Bt maize and insecticide in two soils. *Journal of Environmental Quality*, 35: 734-741.

Kaatz HH., 2005 Auswirkungen von Bt- Maispollen auf die Honigbiene, Uni Jena, Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais: <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>

Kramarz PE., Vaufleury A., Zygmunt PMS., Verdun C. 2007, Increased response to cadmium and bacillus thuringiensis maize toxicity in the snail *Helix aspersa* infected by the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*: *Environmental Toxicology and Chemistry* 26 (1): 73–79

Pigott CR., Ellar DJ. 2007, Role of Receptors in *Bacillus thuringiensis* Crystal Toxin Activity: *Microbiol Mol Biol Rev* 71 (2): 255–281

Schnepf E., Crickmore N., van Rie J., Lereclus D., Baum J., Feitelson J., Zeigler DR., Dean DH., 1998, *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins: *Microbiol Mol Biol Rev.* 62(3): 775-806

Tabashnik, B.E., Liu, Y.-B., Finson, N., Masson, L., Heckel, D.G., 1997, One gene in diamondback moth confers resistance to four *Bacillus thuringiensis* toxins, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 94, pp. 1640–1644

Tabashnik, B. E., Unnithan, G.C., Masson, L., Crowder, D.W., Li, X., Carriere, Yves, 2009, Asymmetrical cross-resistance between *Bacillus thuringiensis* toxins Cry1Ac and Cry2Ab in pink bollworm, *Proc. Natl Acad. Sci. USA* advance online publication doi:10.1073/pnas.0901351106 (2009)

Then C., 2009, Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* - synergism, efficacy, and selectivity, *Environmental Science and Pollution Research*, <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-009-0208-3>

These

Monitoring: *Die bisher vorgelegten Monitoringpläne von Gentechnikbetreibern halten keiner auch nur ansatzweise ernsthaften wissenschaftlichen Evaluierung stand. Sie sind weder in der Lage, Anwesenheit noch Abwesenheit von Risiken noch deren Entwicklung zu überprüfen. Für ein effektives Monitoring gibt es umfangreiche Vorarbeiten, es müssen Monitoringpläne entwickelt werden, die auch Langzeiteffekte sowie Kombinationswirkungen von GVO verlässlich erfassen.*

Hintergrund:

An dem bisher vorgelegten Monitoring-Plan der Firma Monsanto für den gentechnisch veränderten Mais Mon810 wird von wissenschaftlicher Seite ausgesprochen klare, deutliche und grundlegende Kritik geübt, was die Eignung und Konzeption betrifft, siehe z.B. Vogel 2009, BfN o.J., UFZ 2009. Das bisher durchgeführte Monitoring entspricht nicht dem Stand der Wissenschaft und muss deshalb als ungenügend angesehen werden. Es basiert im Wesentlichen auf der Auswertung einer Fragebogen-Erhebung und auf der Zusammenstellung von Befunden von Monitoringnetzwerken, die andere Fragestellungen verfolgen und Daten für andere Zwecke erhoben haben. Dass die bisherige Praxis nicht dem Stand der Wissenschaft genügt wird auch daran deutlich, dass für das GVO-Monitoring, soweit es die Genehmigungsinhaber verantworten, kaum eigene Umweltdaten aus Deutschland neu für den Berichtszeitraum erhoben wurden.

Für die Umsetzung von wissenschaftlich basierten Monitoringkonzepten sind Basisinformationen erforderlich, die eine großräumige Expositionsabschätzung ermöglichen. Dazu gehören

Expositionsmessungen, die das Vorkommen und die Verbreitung transgenen Pollens in Anbaubereichen transgener Pflanzen dokumentieren (Pollensammler). Unbekannt ist, wie sich der Bt-Gehalt in Böden und Gewässern auf Anbauflächen bzw. in deren weiterer Umgebung langfristig entwickelt. Ein geeignetes Monitoring müsste regional spezifische Veränderungen im Resistenzniveau des Zielorganismus gegen das Bt-Toxin abprüfen. Es wären die Schwankungen des Toxingehaltes in Beständen von transgenem Mais zu dokumentieren. Die Kenntnis dessen ist maßgeblich, um Befunde zu Wirkungen auf Zielorganismen und Nichtzielorganismen interpretieren zu können. Ferner sind Wirkungen des Bt-Anbaus auf Nichtziel-Organismen, insbesondere Schmetterlinge in Ackerrandbereichen bzw. pollenexponierten Flächen von zentralem Interesse für das Monitoring. Hierzu zählen die bei der Zulassung nicht geprüften, aber inzwischen nachgewiesene Wirkungsmöglichkeiten des Bt-Toxins auf Gewässerorganismen (insbesondere Trichopteren-Larven, siehe Rosi-Marshall et al. 2007), soweit diese exponiert sind. Die Biodiversitäts-Entwicklung auf GVO-Feldern, konventionellen und ökologisch bewirtschafteten Flächen in vergleichbaren biogeografischen Bedingungen ist ebenfalls ein wesentlicher Monitoring-Bereich. Bei größerflächigem Anbau müssen die Auswirkungen auf die Bodenbiozönose untersucht werden. Es gibt beispielsweise Hinweise auf negative Effekte auf Trauermückenlarven durch die Wirkung des Bt-Maises im Boden (Büchs et al. 2007).

Das Landesumweltamt Brandenburg hat im Jahr 2007 ein Pollenmonitoring durchgeführt, das Einträge in ein geschütztes Gebiet erhoben hat. Als Grundlage für ein Expositions-Monitoring besitzt es eine orientierende Leitfunktion.

Für den Fall der Genehmigung weiterer GVO hätte das Monitoring mögliche Kombinationswirkungen zu berücksichtigen.

Ein Monitoring von Gesundheitseffekten, wie in der Richtlinie 2001/18 als Schutzziel mit angegeben, ist ein zusätzliches Thema, gerade im Hinblick auf langfristige und kumulative Effekte. Bisher gibt es keine Beobachtungssysteme, die es erlauben würden, die GVO-Exposition von Verbrauchern in Zusammenhang mit der möglichen Entstehung komplexer Krankheitsbilder zu erfassen. Dies wird auch von der EU-Kommission als ein Problem genannt (European Communities 2005).

Insgesamt ist das GVO-Monitoring als eine Aufgabe anzusehen, die nach dem Stand der Wissenschaft aufgrund bestehender Vorarbeiten und in Analogie zu Monitoringprogrammen auf anderen Gebieten (Radioaktivitäts-Monitoring, Waldschadens-Beobachtung, Biodiversitäts-Monitoring, Bodendauerbeobachtung u.v.a.) gut umsetzbar ist, sofern der politisch-administrative Entschluss in der Umsetzung rechtlicher Vorgaben und die zur Verfügung stehenden Mittel dies erlauben.

Literatur:

BfN (o.J.), Vorläufige Stellungnahme zum Monitoringplan der Firma Monsanto zur Umweltbeobachtung von MON810 in Deutschland in 2008 und den ergänzenden Unterlagen
http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/Mon810_-07-11-14-Stell-BfN_Monitoringplan.pdf

Monitoringplan Monsanto unter:

<https://Yieldgard.eu/YieldGardLibraryGrower/2008%20Yieldgard%20German%20Network%20Monitoring%20Report.pdf>

Büchs et al. 2007, Impact of Ostrinia-resistant Bt-maize on microbial and invertebrate decomposer communities in field soils. In: Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch. 410, 2007: 26-32.

European Communities 2005, 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

Landesumweltamt Brandenburg: Durchführung eines Pollenmonitoring von Mais im Naturschutzgebiet Ruhlsdorfer Bruch 2007. Fachbeiträge des Landesumweltamtes Heft Nr. 109, http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2320/fb_109.pdf

Marquard E., Durka W. 2005: Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen auf Umwelt und Gesundheit: Potentielle Schäden und Monitoring. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle.

Middelhoff,U., Hildebrandt,J., Breckling,B. 2005, Die Ökologische Flächenstichprobe als Instrument eines GVO-Monitorings. BfN-Skripten 172, Bonn-Bad Godesberg.

Rosi-Marshall,E.J., Tank,J.L., Royer, T.V., Whiles,M.R. Evans-White, M., Chambers,C. Griffiths,N.A.,Pokelsek,J., Stephen,M.L. 2007: Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. PNAS vol. 104, no. 41 9. Okt.: 16204–16208

SIGMEA 2008, Final Report, SIGMEA, Workpackage 8: GMO Monitoring. Deliverable D8.1, D8.2, D8.3 (EU VI. Rahmenprogramm) <https://www.inra.fr/sigmae/deliverables>

UFZ 2009, Tagfalter-Monitoring Deutschland ist nicht als Monitoring für gentechnisch veränderten Mais Mon810 geeignet. Leipzig, 2. April 2009 <http://www.tagfalter-monitoring.ufz.de/index.php?de=16337>

VDI-Richtlinien zum GVO-Monitoring: <http://www.vdi.de/4539.0.html>

Vogel, Benno 2009, Wissenschaftliche Bewertung des Monsanto-Berichts zur Überwachung vom Mon810-Maisanbau in 2008 http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/Wissenschaftliche_Bewertung_Monitoringbericht.pdf

Züghart, W., Breckling, B. 2003, Konzeptionelle Entwicklung eines Monitoring von Umweltwirkungen transgener Kulturpflanzen. Teil 1 und 2. UBA-Texte 50/03, Umweltbundesamt, Berlin: 543 S.

These

Sozioökonomische Kriterien: Es fehlen Berechnungen zur Verteilung von Nutzen und Lasten durch Gentechnik-Anwendungen. Die Kosten, die denjenigen entstehen, die keine Gentechnik anwenden, müssen sowohl auf einzelbetrieblicher als auch auf volkswirtschaftlicher Ebene erfasst werden.

Zur Untermauerung dieser These verweisen wir auf das Papier „Berücksichtigung von sozioökonomischen Kriterien bei der Zulassung von GVO in der EU“, das den Forschungsbedarf in diesem Bereich umfassend aufzeigt. Es liegt bei.