



## Gefahr für Schmetterling & Co.

Auswirkungen der Agro-Gentechnik auf Naturschutz und Biodiversität

von Steffi Ober

*In den letzten 50 Jahren hat die Landwirtschaft vor allem das Ziel verfolgt, die Erträge zu steigern. Die Folgen für die Umwelt sind bekannt: ausgeräumte Landschaften, erodierte Böden und verarmte Flora und Fauna. Mit den neuen gentechnisch veränderten Sorten – so die Werbung der Konzerne – soll der Einsatz von Agrochemikalien verringert und die Landwirtschaft nachhaltiger werden. Doch diese Behauptung wird sehr kontrovers diskutiert, nicht zuletzt nach dem Anbauverbot von Mon810, einem Bt-Mais, im Jahre 2009. Begründet wurde dieses Verbot nämlich mit den möglichen Risiken für die biologische Vielfalt. – Der folgende Beitrag stellt die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammen, wie sich der Anbau von Bt-Mais auf die Umwelt und die biologische Vielfalt auswirkt. Dabei zeigt sich, dass die möglichen Gefahren für Bienen, Schmetterlinge, Käfer und andere Tiere kaum erfasst wurden. Und selbst wenn sich Risiken abzeichnen, gibt es nur wenige Rechtsmittel, um den Anbau von zugelassenen gentechnisch veränderten Pflanzen wieder zu unterbinden.*

Dass sich Landwirtschaft und Agrarpolitik in Richtung Intensivierung und Industrialisierung entwickelt haben, geht ganz wesentlich auf eine Kooperation von Agrarforschung und Agroindustrie zurück. Die von dieser unheiligen Allianz propagierte Landwirtschaft beruht auf vier Faktoren: auf ertragreichen Hochleistungssorten, der Dominanz weniger Arten, dem Einsatz von Agrochemie und auf landwirtschaftlichen Systemen, die genau diese Faktoren optimal ausnutzen können. Vor diesem Hintergrund ist auch der Einsatz der Agro-Gentechnik zu sehen. Der großflächige Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) verändert jedoch nicht nur die Landwirtschaft, sondern wirkt sich auch auf die biologische Vielfalt aus.

Dabei hat die Intensivlandwirtschaft in den OECD-Staaten mittlerweile enorme volkswirtschaftliche und ökologische Probleme aufgehäuft – trotz oder gerade wegen ihrer betriebswirtschaftlichen Produktivität. Dazu zählen Bodendegradationen und -erosion, Verlust der Bodenfruchtbarkeit, galoppierender Schwund der Biodiversität in intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaften, Nährstoff-, Chemikalien- und Antibiotikaeinträge in Gewässer, Übernutzungen von Grund- und Oberflächenwasser sowie neo-koloniale Strukturen der globalisierten Futtermittelproduktion im Interesse der Fleischindustrie.

Die großen Agrochemiekonzerne versprechen Schadbegrenzung mit Hilfe der Gentechnik. So soll der Anbau insektenresistenter Bt-Pflanzen und herbizidresis-

tenter (HR)-Pflanzen den Pestizideinsatz verringern. Insgesamt befinden sich 80 weitere Gentech-Pflanzen im EU-Zulassungsverfahren, überwiegend handelt es sich um insekten- und herbizidresistente Pflanzen bzw. um Pflanzen, die zwei oder mehrere dieser Eigenschaften in sich vereinigen. Knapp ein Viertel davon ist nicht nur zum Import in die EU bestimmt, sondern auch zum Anbau im hiesigen Wirtschaftsraum. Von Pflanzen mit diesen Eigenschaften dürfen momentan allein der Bt-Mais Mon810 und die Stärkekartoffel Amflora auf den Äckern der EU wachsen. Großflächig angebaut allerdings wird Mon810 allein in Spanien. Verboten ist er seit zwei Jahren in Deutschland, außerdem in fünf weiteren EU-Staaten.

Was der Anbau von Bt-Pflanzen für Nichtzielorganismen bedeuten kann, wird in einer ausführlichen Studie von Benno Vogel im Auftrag des NABU dargestellt. Die Ende 2009 veröffentlichte Untersuchung zu „Agrogen-technik & Naturschutz – Risiken des Anbaus für Schmetterlinge & Co.“ dient als Grundlage dieses Beitrags (1).

### (K)eine Frage der Dosis

Bt-Maispflanzen sind mit einem oder mehreren synthetischen Genen des Bodenbakteriums *Bacillus thuringiensis* ausgestattet. Sie produzieren in jeder Pflanzenzelle ein Gift, das auf die Raupe des Maiszünslers resp. des Mais-

wurzelbohrers tödlich wirkt. Momentan lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, wie hoch die Toxingehalte in den Maissorten sind, in denen die „Events“ (siehe Kasten) eingekreuzt wurden. Die Toxinexpressionen schwanken je nach Sorte und nach Umweltbedingungen (2). Dass solche Befunde vor allem Fragen aufwerfen, soll hier beispielhaft an einer Studie aus dem Jahr 2004 über die Auswirkungen auf die Larven des Monarchfalters aufgezeigt werden (3): Obwohl man davon ausgeht, dass in den Pollen des Monsanto-Mais Mon810 wesentlich *weniger* Bt-Toxin gebildet wird als in denen des Syngenta-Mais Bt176, haben die Pollen beider Events bei der Verfütterung an die Raupen geschützter Schmetterlinge wie des Monarchfalters ähnlich deutliche Schäden verursacht. Mögliche Erklärungen für diese Beobachtung sind: Das Toxin in Mon810 könnte wirksamer sein als das in Bt176. Angaben von Monsanto zur Konzentration des Toxins im Pollen könnten nicht verlässlich sein. Oder es wäre denkbar, dass bei der Wirkung des Toxins nichtlineare Dosis-Wirkungs-Effekte auftreten. Das heißt: Eine doppelte Dosis verursacht nicht immer einen doppelten Effekt – und umgekehrt verursacht manchmal auch eine geringe Dosissteigerung sehr hohe Effekte.

Forschung zur tatsächlichen Toxinkonzentration in Bt-Pflanzen unter realen Anbaubedingungen findet nicht statt, wohl aber gibt es verschiedene Publikationen, die zeigen, dass die bisherigen Angaben von Monsanto nicht ausreichen, um den tatsächlichen Gehalt an Bt-Toxinen in den Pflanzen beurteilen zu können. So wurden für den Mon810 niedrigere Konzentrationen und eine höhere Variabilität dieser Konzentrationen festgestellt als vom Hersteller angegeben (4).

Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass die Wirkung des Bt-Toxins von zusätzlichen Faktoren wie Infektionen mit ubiquitären Darmbakterien oder weiteren Toxinbelastungen von Pestiziden abhängig sein kann (5). Auch das zeigt: Nicht allein die Dosis des Toxins ist ausschlaggebend dafür, ob eine Wirkung zu beobachten ist, sondern die Wirkung der Bt-Toxine ist ganz wesentlich von weiteren Faktoren abhängig.

### Was ist ein „Event“?

Event wird definiert als „eine bestimmte transformierte Pflanzenzelle, aus der eine gentechnisch veränderte Pflanze hervorgeht“ ([www.transgen.de](http://www.transgen.de)). Jede Pflanzenlinie, die aus einem bestimmten Event hervorgegangen ist, gilt als GVO, dessen Freisetzung oder kommerzielle Nutzung nach den Bestimmungen des Gentechnikrechts zu genehmigen ist. Diese Pflanzen bzw. das jeweilige Event können später in verschiedene Sorten eingekreuzt werden. So findet sich etwa das Event Mon810 – ein gv-Mais – in zahlreichen Sorten.

Dies ist für die Bewertung des tatsächlichen Risikos der Bt-Toxine wesentlich, da davon auszugehen ist, dass die meisten Populationen der Nichtzielorganismen noch mit anderen Beeinträchtigungen zu kämpfen haben – so etwa mit Kälte, Hitze, Nahrungsmangel, Infektionen etc. Weil man bei Laboruntersuchungen Verluste und damit ein mögliches Scheitern von Versuchen vermeiden will, werden diese standardmäßig an gesunden Schmetterlingsraupen bzw. an anderen Labortieren durchgeführt, so dass die publizierten Effekte einer komplexen Wirklichkeit nicht annähernd gerecht werden. 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?
- Welche Faktoren können die Wirkung von Bt-Toxinen beeinflussen und welche Auswirkungen hat das auf Nichtzielorganismen?

Denn die Forschung gibt Hinweise darauf, dass die verschiedenen Bt-Toxine sich in ihrer Wirksamkeit unterscheiden könnten. So kann die Größe der in den Pflanzen gebildeten Cry1Ab-Toxine je nach Event unterschiedlich sein (6). Es wurde auch festgestellt, dass die Bt-Toxine, die zu Testzwecken von Monsanto geliefert wurden, wirksamer waren als die anderer Hersteller (7).

### Schädigungen bei Schmetterlingen ...

Das Bt-Toxin Cry1Ab des transgenen Maises Mon810 wird in allen Zellen der Maispflanze gebildet. Es wirkt speziell auf Lepidopteren (Schmetterlinge/Falter), kann aber zudem Auswirkungen auf nahe verwandte Spezies und Prädatoren (Beutemacher) und darüber hinaus noch auf weitere Nichtzielorganismen zeigen (siehe unten). Das Bt-Toxin wird auch in den Maispollen exprimiert und während der Blüte in die Umgebung verdriftet. Die Maisblüte erfolgt meistens zwischen Mitte Juli und Ende Juli, wobei der Maispollen diskontinuierlich ausgeschüttet wird (8). Ein mögliches Risiko besteht für Schmetterlinge, deren Raupen zu dieser Zeit aktiv sind und den Pollen aufnehmen können.

Völlig unklar ist jedoch, was Einbrüche der Raupenpopulationen überhaupt zur Populationsentwicklung aussagen. Wesentlich für die Populationsdynamik ist die Fortpflanzungsrate der adulten Falter, die sich aus den durch Bt-Toxin geschädigten Raupen entwickeln. Werden Verluste der Raupengenerationen ausgeglichen? Wirkt sich das Bt-Toxin langfristig auf die Fortpflanzungsfähigkeit und -rate aus? Diese Fragen sind noch völlig offen, da die Forschung sich bislang nur auf die Raupengenerationen bezieht.

Wissenschaftler untersuchten beispielhaft die sächsische Schmetterlingsfauna der FFH-Lebensraumtypen (9): Knapp die Hälfte der charakteristischen Schmetterlingsraupen waren dabei hochwahrscheinlich vom Pollenflug betroffen („exponiert“), bei weiteren 20 Prozent der Raupen war eine Exposition möglich. Feldstudien zur Auswirkung von Cry1Ab-haltigen Maispollen auf die Entwicklung der Schmetterlingspopulationen fehlen jedoch weitgehend. Die publizierten Daten zum Pollenflug des Mais stellen meistens nur eine Momentaufnahme der wirklichen Pollenexposition dar, da nur an wenigen Tagen und mit sehr kleinen Ausgangsfeldern gemessen wurde. Die Pollenaussschüttung geht jedoch über zwei bis drei Wochen und verläuft schubweise; an kühlen Tagen werden wenige, an heißen Tagen werden große Mengen an Pollen ausgeschüttet.

Wie wenig verlässlich die vorliegenden Daten zu Risiken des Bt-Maises auf Nichtzielorganismen sind, wurde in jüngster Zeit in zwei Studien beleuchtet (9, 10). Beide bemängeln, dass es keine vergleichbaren Standards für die Versuchsanordnung und für die Toxingehalte der Pollen gibt, wenn die Wirkungen auf Schmetterlingsraupen untersucht werden:

*„Da die Versuche nicht nach standardisierten Protokollen durchgeführt wurden, können auch Zahlen (z. B. kritische Schwellenwerte) nicht direkt verglichen werden. Zur Interpretation vieler Versuchsergebnisse fehlen zudem wichtige methodische Details. Zu nennen wären vor allem fehlende Angaben zum Toxingehalt des in den Versuchen verwendeten Pollens. Eine entsprechende Kontrolle fehlt bei einem Großteil der durchgeführten Studien (...). Somit ist es schwierig zu beurteilen, ob eine Art unempfindlich war, oder ob aufgrund eines geringen Toxingehalts des Versuchspollens ein messbarer Effekt von vornherein nicht zu erwarten gewesen wäre. Das betrifft zum größten Teil auch die Studien, die mit Mon810-Pollen durchgeführt wurden.“ (9)*

Anlässlich der Neubewertung zu Mon810 hält die spanische Biosafety Commission 2009 (11) fest, dass Informationen zu möglichen Wirkungen von Bt-Toxinen auf relevante europäische Lepidopteren fehlen. Dies gilt nicht nur für Mon810, sondern ebenso für die Bt-Toxine, die in den GVP Bt 11 von Syngenta und in 1507 von Pioneer enthalten sind. Beide Pflanzen sind zum Anbau bestimmt und stehen in der Zulassungspipeline ganz vorne.

Weiterhin ist zu kritisieren, dass akute und chronische Toxizitätstests für Lepidopteren nicht vorliegen; ebenso mangelt es an einer Auswahl geeigneter, taxonomisch unterschiedlicher Schmetterlingsarten, um solche Tests durchzuführen. Diese müssten unter anderem räumlich repräsentativ sein für die europäische Fauna und leicht im Labor etablierbar. Weitgehend unbekannt ist zudem, ob und wie viele Bt-Pollen von Nichtzielorganismen im Freiland unter Worst-Case-Bedingungen wie z. B. starke Winde, bestimmte Geländelagen etc. aufgenommen wer-

den können. Dabei ist auch zu beachten, dass die Toxin-konzentrationen im Bt-Mais unter Freilandbedingungen schwanken und daher genau zu bestimmen sind.

Jüngst wurde bei einer Auswertung der einschlägigen Forschungsliteratur aufgezeigt, dass die Wirkungen von Bt-Mais auf Schmetterlinge nicht umfassend untersucht sind (10). Die meisten der vorliegenden Untersuchungen (81 Prozent) beschränken sich auf wenige Spezies, sehr viele auf nur einen Schmetterling, den Monarchfalter. Dieser jedoch kommt in Europa nur im äußersten Süden als eingewanderte Art vor und ist mit den übrigen europäischen Arten nicht zu vergleichen. Ganze sechs (!) Studien zu europäischen Schmetterlingen und Bt liegen in Europa vor – und das bei 10.000 geschätzten bzw. beschriebenen Spezies (11). Entsprechend dünn ist die Datenlage für Effekte von Bt-Mais, insbesondere Mon810, auf europäische Schmetterlingsarten. Von einer systematischen Erfassung der Effekte von Mon810 auf europäische Nichtziel-Schmetterlinge kann keine Rede sein (12), tatsächlich existiert dazu lediglich eine einzige publizierte Arbeit (13); die Feldstudie weist jedoch erhebliche methodische Mängel auf (10).

Studien in den USA haben gezeigt, dass unter Feldbedingungen negative Effekte von Mon810 auf Raupen des Monarchfalters möglich sind (3). Die Gesamtpopulation des Falters erscheint dadurch nur deswegen nicht gefährdet, weil nur ein Bruchteil dem Bt-Mais ausgesetzt ist.

Arbeiten aus dem Jahr 2005 über Auswirkungen der Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingsarten (14) wurden mit dem heute in Europa nicht mehr angebauten Bt176-Mais durchgeführt. Ihr einziger Labor-Versuch mit Mon810 betrifft Larven der Kohlmotte, die zum einen Schädling ist, zum anderen wurden die Versuche im unempfindlicheren vierten Larvenstadium durchgeführt. Eine systematischere Analyse (15) kommt zu dem Schluss, dass von den 215 in Österreich vorkommenden Tagfalterarten 152 Arten einem Bt-Maispollenflug ausgesetzt wären. Hierbei sind die Nachtfalter mit insgesamt circa 3.700 Arten in Deutschland noch nicht berücksichtigt (14).

### ... und Marienkäfern

Marienkäfer zählen zu den wichtigsten Gruppen natürlicher Gegenspieler von pflanzenfressenden Insekten, ernähren sich aber nicht nur räuberisch, sondern auch von pflanzlichem Material. Damit können sie mit dem Bt-Toxin direkt über die Aufnahme von Pflanzen oder indirekt über Beutetiere, die Bt-Pflanzen gefressen haben, in Berührung kommen. Ob und in welchem Maße Marienkäfer auf dem Feld durch den Bt-Maisanbau geschädigt werden, ist noch unklar. Allerdings gibt es in Laborversuchen (16) Hinweise auf Schädigungen: die Sterberate der Käferlar-

ven erhöhte sich signifikant beim Verzehr von Cry1Ab und Cry3Bb. In dieser Studie wurde nicht untersucht, ob Marienkäfer auch Schaden nehmen, wenn sie direkt Beutetiere fressen, die zuvor Bt-Mais verzehrt hatten. Dazu liegt eine andere Untersuchung vor (17), die keine negativen Effekte feststellen konnte, wenn der Schwarze Kugelmarienkäfer Beutetiere fraß, die zuvor Mon810-Mais gefressen hatten. Unerforscht ist derzeit die Frage, ob europäische Marienkäferarten beeinträchtigt werden, wenn sie sich direkt an Keimlingen von Bt-Mais ernähren. In den USA erhobene Daten an Marienkäfern deuten darauf hin, dass dieser Expositionsweg die Entwicklungsrate von Marienkäferlarven verringern könnte (18). Aufgrund der gegenwärtig unsicheren Datenlage und der Komplexität der Interaktionen zwischen Bt-Mais und Marienkäfern halten Fachleute weitergehende Untersuchungen für geboten. Kontrovers diskutiert werden aktuell die schädlichen Auswirkungen auf den Zweipunkt-Marienkäfer (19).

### Aquatische Ökosysteme: weitgehend unerforscht

Im Wasser lebende Nichtzielorganismen spielen in der europäischen Biosicherheitsforschung zu Bt-Mais bisher kaum eine Rolle. So fehlen sowohl Angaben über die Menge von Bt-Maismaterialien, die unter den hiesigen Bedingungen in Gewässern eingetragen werden, als auch Daten darüber, welche Wasserorganismen dabei in welchem Umfang mit den Bt-Toxinen in Kontakt kommen könnten.

Ob Köcherfliegenlarven den Toxinen von Bt-Mais ausgesetzt sein könnten, haben Wissenschaftler in den USA untersucht. Die Larven leben, mit wenigen Ausnahmen, in Gewässern und ernähren sich dort von organischem Material. Über Wind und Wasser können beträchtliche Pollenmengen sowie andere Materialien von Bt-Mais in Gewässer eingetragen werden, die in der Nähe von Maisfeldern liegen (20). Wie die Larven auf die Aufnahme von Bt-Mais reagieren, ist in Fütterungsversuchen mit *Helicopsyche borealis* und *Lepidostoma liba* geklärt worden. *H. borealis* wurde dabei mit Bt-Pollen gefüttert. Lag die Menge der verfütterten Pollen zwei- bis dreimal höher als die im Feld beobachtete Menge, was bei Worst-Case-Ereignissen durchaus vorkommen kann, erhöhte sich die Sterblichkeit der Larven auf fast 50 Prozent (20). Bei mit Bt-Maisblättern gefütterten *L. liba*-Larven wurden keine Effekte auf die Sterblichkeit gefunden; allerdings war hier die Wachstumsrate um mehr als 50 Prozent verringert (20). Ob diese im Labor gemachten Beobachtungen auch im Freiland von Bedeutung sind, ist gegenwärtig unklar.

Ebenso zeigten Zuckmückenlarven (21) und der Große Wasserfloh (22) in Laborversuchen anfällige Reaktionen. Neue Publikationen (23) bieten ein widersprüchliches Bild: Die Forschungsgruppe hat verschiedene Bt- und verschiedene Sortenhintergründe verwendet, wobei

alle Bt-Varianten zusätzlich eine Herbizidresistenz mitbringen. Getestet wurden die Auswirkungen auf zwei von den Autoren nicht näher bestimmte Köcherfliegen sowie eine Schnake und eine Wasserassel. Die Wasserassel zeigte eine Gewichtsreduktion von 50 Prozent, die Schnaken zeigten etwa 20 Prozent Gewichtsabnahme. Die Publikation wirft neue Fragen bezüglich möglicher Wechselwirkungen verschiedener Bt-Proteine auf.

### Rechts- und Demokratiedefizite

Dass die Schutzbelange von Nichtzielarten im Gentechnikrecht und im Naturschutzrecht hinreichend adressiert sind – zumal das Gentechnikrecht ausdrücklich den Schutz von Natur und Umwelt betont –, das wird weitgehend als selbstverständlich angesehen. Zu Unrecht, wie die nähere Betrachtung zeigt. Die Gründe sind vielfältig: So spielen etwa fehlende naturwissenschaftliche Daten oder strukturelle Gründe eine Rolle (lokale Artenschutzaspekte können z. B. bei einer europäischen Inverkehrbringungs- genehmigung für gentechnisch veränderte Organismen per

### Folgerungen & Forderungen

- Grundlegend müssen die Wirkungsweise des Bt-Toxins und seine unterschiedlichen Expressionshöhen unter realen Bedingungen geklärt werden. Auf zentrale Fragen gibt es bisher keine befriedigenden Antworten.
- Das Risiko für Schmetterlinge durch Bt-Maisanbau kann gar nicht bewertet werden, da die Datengrundlage viel zu dürftig ist. Der Bt-Maisanbau ist ein gänzlich unnötiges Risiko für die biologische Vielfalt.
- Selbst wenn die vielen Datenlücken zu gefährdeten Nichtzielorganismen und geschützten Arten aufgefüllt würden, böte die momentane rechtliche Situation in Deutschland keine Handlungsspielräume. Allein eine Reform der Zulassung in Europa würde einen ausreichenden Schutz der Natur vor den Risiken der Gentechnik darstellen.
- Die „biologische Sicherheitsforschung“ der Bundesregierung muss grundlegend reformiert werden. Bislang bleiben wichtige Fragen ungeklärt.
- Statt weiter Produktentwicklung und Hochglanzkommunikation zu betreiben, sollte das zuständige BMBF die Risiken für die biologische Vielfalt und die Nichtzielorganismen von unabhängigen Wissenschaftlern jenseits der eingespielten „Seilschaften“ untersucht lassen.
- Die Unternehmen müssen für die europäische Zulassung aussagekräftige Daten zu den Auswirkungen der GVP auf Nichtzielorganismen und Ökosysteme vorlegen. Die gängige Praxis, dass jedes Unternehmen „gereinigte“ Daten nach eigenem Gusto vorlegt, muss unterbunden werden.

se kaum mitbedacht werden). Ausschlaggebend ist oft auch schlicht die einmal erfolgte Legalisierung gentechnischer Tätigkeiten (24). Und schließlich sorgt ein enges und schwer durchschaubares Netzwerk aus Wissenschaftlern in öffentlichen Forschungseinrichtungen, Privatfirmen und den Behörden, die für die Prüfung und Zulassung der Gentech-Produkte zuständig sind, dafür, dass der Naturschutz regelmäßig den Kürzeren zieht (25). Daraus folgt ein gravierendes Demokratiedefizit. Denn die Mehrheit der europäischen Verbraucher lehnt die Agrogentechnik ab und verlässt sich darauf, dass mit Koexistenz- und naturschutzrechtlichen Regelungen die Folgen des ungeliebten Gentech-Anbaus begrenzt werden können.

Fazit: Selbst wenn die vielen Datenlücken zu gefährdeten Nichtzielorganismen und geschützten Arten aufgefüllt würden, böte die momentane rechtliche Situation in Deutschland keine Handlungsspielräume. Einzig und allein eine Reform der Zulassung in Europa, die sehr viel strengere Anforderungen an die Datengrundlage für eine Umweltisikoprüfung stellt, würde einen ausreichenden Schutz der Natur vor den Risiken der Gentechnik darstellen.

#### Anmerkungen

- (1) Die Studie kann beim NABU unter [www.nabu.de/Gentechnik](http://www.nabu.de/Gentechnik) heruntergeladen werden oder ist zu bestellen unter [www.nabu.de/shop](http://www.nabu.de/shop).
- (2) Beispiele dafür finden sich in den Erläuterungen zum Neun-Punkte-katalog zur ökologischen Sicherheitsforschung unter: <http://www.nabu.de/themen/gentechnik/forschung/12517.html>.
- (3) G. P. Dively et al. (2004): Effects on Monarch butterfly larvae after continuous exposure to Cry1Ab-expressing corn during anthesis. In: *Environmental Entomology* 33, pp. 1116–1125.
- (4) H. T. Nguyen and J. A. Jehle (2007): Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize MON810. In: *Journal of Plant Diseases and Protection* 114, p. 82.
- (5) Chr. Then (2010): Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* – synergism, efficacy and selectivity. In: *Environ Sci Pollut. Res.* 17, pp. 791–797.
- (6) A. Hilbeck and J.E.U. Schmidt (2006): Another view on Bt proteins. How specific are they and what else might they do? In: *Biopesticides International* 2(1), pp. 1–50.
- (7) S. Saeglit (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.
- (8) F. Hofmann et al. (2008): GVO-Pollenmonitoring zum Bt-Maisanbau im Bereich des NSG/FFH-Schutzgebietes Ruhlsdorfer Bruch. In: *Z. Umweltwissenschaften Schadstoffforschung* 20 (4), S. 275–289.
- (9) M. Musche, J. Settele, J. und W. Durka (2009): Basisstudie zur Wechselwirkung von gentechnisch verändertem MON810-Mais mit spezifischen Schmetterlingsarten. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Ref. 55.
- (10) A. Lang and M. Otto (2010): A synthesis of laboratory and field studies on the effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize on non-target Lepidoptera. In: *Entomologia Experimentalis et Applicata* 135, pp. 121–134.
- (11) [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753824\\_1211902628240.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753824_1211902628240.htm); kritisch dazu: [www.greenpeace.de/themen/](http://www.greenpeace.de/themen/)

[gentechnik/nachrichten/artikel/die\\_efs\\_a\\_mon810\\_unkritisch\\_betrachtet/](http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/nachrichten/artikel/die_efs_a_mon810_unkritisch_betrachtet/).

- (12) O. Karholt and J. Razowski (1996): *The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist*. Appolo Books, Strenstrup.
- (13) A. Gathmann et al. (2006): Impact of Bt-maize pollen (MON810) on lepidopteran larvae living on accompanying weeds. In: *Molecular Ecology* 15, pp. 2677–2685.
- (14) M. Felke und G.A. Langenbruch (2005): Auswirkungen der Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingsarten. *BfN-Skripten* 157, S. 1–143.
- (15) A. Traxler et al. (2005): Biodiversitäts-Hotspots der Agrarlandschaft als Eckpfeiler der Risikoabschätzung und Monitoring von GVO. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien.
- (16) J.E.U. Schmidt et al. (2009): Effects of activated Bt transgene products (Cry1Ab, Cry3Bb) on immature stages of the ladybird *Adalia bipunctata* in laboratory ecotoxicity testing. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 56, pp. 221–228.
- (17) F. Alvarez-Alfageme (2008): Prey mediated effects of Bt maize on fitness and digestive physiology of the red spider mite predator *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). In: *Transgenic Research* 17, pp. 943–954.
- (18) S.E. Moser, J.D. Harwood and J.J. Obrycki (2008): Larval feeding on Bt hybrid and non-Bt corn seedlings by *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). In: *Environmental Entomology* 37, pp. 525–533.
- (19) A. Álvarez-Alfageme et al. (2010): Laboratory toxicity studies demonstrate no adverse effects of Cry1Ab and Cry3Bb1 to larvae of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): the importance of study design. In: *Transgenic Res.* 2010 Aug 26. – J.E. Schmidt et al. (2009): Effects of Activated Bt Transgene Products (Cry1Ab, Cry3Bb) on Immature Stages of the Ladybird *Adalia bipunctata* in Laboratory Ecotoxicity Testing. In: *Arch Environ Contam Toxicol*, 56(2), pp. 221–228 (Abstract).
- (20) E.J. Rosi-Marshall (2007): Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, pp. 16204–16208.
- (21) K. R. Prihoda and J. R. Coats (2008): Aquatic fate and effects of *Bacillus thuringiensis* Cry3BB1 protein: toward risk assessment. In: *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(4), pp. 793–798.
- (22) T. Bohn et al. (2008): Reduced fitness of *Daphnia magna* fed a Bt-transgenic maize variety. In: *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 55, pp. 584–592.
- (23) P.D. Jensen et al. (2010): Exposure and Nontarget Effects of Transgenic Bt Corn Debris in Streams. In: *Environmental Entomology* 39, pp. 707–714.
- (24) F. Eckardt et al. (2010): *Gentechnikrecht und Artenschutz*. NABU Bundesverband Berlin.
- (25) Siehe hierzu den Beitrag von A. Lorch und Chr. Then: Kontrolle oder Kollaboration? In: *Der kritische Agrarbericht* 2009, S. 256–260.

#### Autorin

Dr. Steffi Ober  
Referentin für Agro-Gentechnik beim  
Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU).

NABU-Bundesgeschäftsstelle  
Charitéstraße 3  
10117 Berlin  
E-Mail: [steffi.ober@nabu.de](mailto:steffi.ober@nabu.de)  
[www.nabu.de](http://www.nabu.de)

