



AGROGENTECHNIK & NATURSCHUTZ

Risiken des Anbaus für Schmetterlinge & Co.



Impressum

© NABU-Bundesverband

Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V.
www.NABU.de

Charitéstraße 3
10117 Berlin

Tel. 030.28 49 84-0
Fax 030.28 49 84-20 00
NABU@NABU.de

Autor: Dipl. Biol. Benno Vogel, www.benno-vogel.ch

Redaktion: Dr. Steffi Ober, NABU

Gestaltung: Christine Kuchem (www.ck-grafik-design.de)

Druck: Druckhaus Schöneweide, Berlin, zertifiziert nach EMAS;
gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, 12/2009



Bezug: Die Broschüre erhalten Sie beim NABU Natur Shop, Am Eisenwerk 13, 30519 Hannover, Tel. 05 11.215 71-11, Fax 05 11.123 83-14, info@NABU-Natur-Shop.de oder unter www.NABU.de/shop. Die Schutzgebühr von 1,00 Euro pro Exemplar zzgl. Versandkosten wird Ihnen in Rechnung gestellt.

Art.-Nr. 5402

Bildnachweis: Titelseite: NABU/H. May, Rückseite: Jürgen Treiber/PIXELIO; Seite 5 (unten): Kurt-Bouda/PIXELIO; Seite 3: Chris/PIXELIO; Seite 2 (Mitte): iStock_David Sucsy; Seite 2 (unten), 5 (oben), 8, 11: Ch. Kuchem; Seite 1, 2 (oben), 6, 7, 9, 12, 13: NABU/H. May

Die Erstellung und Veröffentlichung dieser Broschüre wurde gefördert vom Bundesamt für Naturschutz



AGROGENTECHNIK & NATURSCHUTZ

Risiken des Anbaus für Schmetterlinge & Co

1. Einleitung.....	2
2. Anbau von Bt-Mais.....	3
2.1 Käfer.....	3
2.1.1 Marienkäfer.....	3
2.1.2 Laufkäfer.....	5
2.1.3 Kurzflüglerkäfer.....	5
2.2 Hautflügler.....	6
2.2.1 Bienen.....	6
2.2.2 Brack- und Schlupfwespen.....	6
2.3 Zweiflügler.....	7
2.3.1 Trauermücken.....	7
2.3.2 Zuckmücken.....	7
2.4 Köcherfliegen.....	7
2.5 Schmetterlinge.....	8
2.6 Springschwänze.....	9
2.7 Fadenwürmer.....	9
2.8 Schnecken.....	10
2.9 Mykorrhiza-Pilze.....	10
3. Glyphosat-resistente Pflanzen.....	11
3.1 Toxische Wirkungen auf Tiere.....	11
3.2 Wirkungen auf Mikroorganismen der Wurzelsphäre.....	11
3.3 Wirkungen auf die biologische Vielfalt.....	12
3.4 Resistente Wildkräuter.....	13
4. Literatur.....	14



1. Einleitung



In den letzten 50 Jahren hat die Landwirtschaft vor allem das Ziel verfolgt, die Erträge zu steigern. Die Strategie, die sie dazu anwandte, beruht auf vier Faktoren: Erstens der Dominanz einiger weniger Arten im Agrarsystem, zweitens der Dominanz von wenigen, leistungsfähigen Sorten innerhalb der Arten, drittens dem Einsatz von Agrochemikalien, um den gewählten Arten und Sorten optimale Bedingungen zu schaffen, und viertens der immer weiteren Verbreitung von Agrarsystemen, für welche die Faktoren eins bis drei charakteristisch sind. Die Folgen für die Umwelt sind bekannt: ausgeräumte Landschaften, erodierte Böden und verarmte Flora und Fauna.



Jetzt wollen die weltweit agierenden Agrochemiekonzerne Dow, Bayer, DuPont, Monsanto und Syngenta den Landwirten Europas transgene Sorten anbieten – allen voran herbizid- und schädlingsresistente Raps-, Mais, Soja-, Zuckerrüben- und Baumwollsorten. Gegenwärtig darf in der EU nur der Bt-Mais MON810 angebaut werden. 21 Anträge für den Anbau weiterer transgener Pflanzen befinden sich jedoch im Zulassungsverfahren (Tabelle 1). Bei 17 dieser Anträge handelt es sich um Pflanzen, deren Eigenschaften entweder aus einer Bt-Toxin vermittelten Schädlingsresistenz oder einer Resistenz gegenüber dem Herbizid Glyphosat oder beidem bestehen. Mit diesen neuen Sorten – so die Werbung der Konzerne – soll der Einsatz von Agrochemikalien verringert und die Landwirtschaft somit nachhaltiger werden. Doch während die Agrochemiekonzerne mit diesen neuen Sorten auf den europäischen Markt drängen, herrscht gleichzeitig eine große Unsicherheit darüber, welche Folgen der großflächige Anbau transgener Pflanzen für die Natur und die biologische Vielfalt haben wird. Welche Daten für diese Unsicherheit sorgen, wird im Folgenden für Bt-Mais und Glyphosat-resistente Pflanzen dargestellt.



2. Anbau von Bt-Mais

Auswirkungen auf Umwelt und biologische Vielfalt

*Bt-Maispflanzen besitzen ein oder mehrere synthetische Gene des Bodenbakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt) und produzieren deshalb Gifte, mit denen sie sich gegen den Maiszünsler oder den Maiswurzelbohrer oder gegen beide wehren können. In der EU ist die Linie MON810 derzeit die einzige Bt-Maispflanze, die zum Anbau zugelassen ist. Zehn Anträge für den Anbau weiterer Bt-Maislinien befinden sich im Zulassungsverfahren (Tabelle 1). Wie sich der Anbau dieser Linien auf die Umwelt und die biologische Vielfalt auswirkt, wird kontrovers diskutiert. Welche Daten diese Kontroverse verursachen, wird im Folgenden für einzelne Artengruppen dargestellt. Für sechs EU-Länder, darunter auch Deutschland, waren einige dieser Daten Anlass genug, den Anbau von MON810-Mais auf ihren Hoheitsgebieten aus Vorsorgegründen zu verbieten.*



2.1 Auswirkungen auf Käfer

2.1.1 Marienkäfer

Marienkäfer zählen zu den wichtigsten Gruppen natürlicher Gegenspieler von Pflanzen fressenden Insekten, weshalb sie bei der biologischen Schädlingsbekämpfung eine bedeutende Rolle übernehmen können.

Marienkäfer gelten zwar primär als räuberisch lebend, neuere Untersuchungen zeigen aber, dass sie sich auch von pflanzlichem Material ernähren (Hunter 2009) und z.B. Pollen als Proteinquelle nutzen. Marienkäfer können deshalb auf verschiedenen Wegen mit Bt-Mais oder dessen Toxinen in Kontakt kommen: durch den Verzehr von Beutetieren, die zuvor Bt-Mais fraßen, sowie durch den Konsum von Blättern und Pollen der transgenen Maispflanzen.

Felduntersuchungen aus den USA und Spanien zeigen, dass Marienkäfer, die aus Bt-Maisfeldern isoliert werden, Bt-Toxine enthalten (Harwood et al. 2005, 2007, Obrist et al. 2006, Alvarez-Alfageme et al. 2008). Ob die Bt-Toxine dabei den Nützlingen schaden können? Eine fundierte Antwort lässt sich derzeit nur für die in Nordamerika vorkommende Marienkäferart *Coleomegilla maculata* geben: eine Meta-Analyse von Daten aus Feldversuchen zeigt, dass diese Art in Bt-Mais häufiger vorkommt als in herkömmlichem Mais (Wolfenbarger et al. 2008). Ob auch in Europa vorkommende Marienkäferarten den Kontakt mit Bt-Toxinen unbeschadet

überleben, kann derzeit hingegen nicht abschließend beantwortet werden. Feldversuche aus Spanien (de la Poza et al. 2005) und Deutschland (Lang et al. 2005, Ekkert et al. 2006) weisen zwar ebenfalls auf eine Abwesenheit schädlicher Effekte hin, aber der Datensatz ist zu gering, um die Beobachtung mit einer Meta-Analyse zu untermauern. Dass schädliche Effekte zu berücksichtigen sind, legen Daten von Schmidt et al. (2008) nahe. Sie untersuchten, wie sich gereinigte Cry1Ab- und Cry3Bb-Toxine auf Larven des Zweipunkt-Marienkäfers (*Adalia bipunctata*) auswirken. Das Resultat: der Verzehr von Cry1Ab und in geringerem Ausmass auch derjenige von Cry3Bb erhöhen die Sterberate der Larven signifikant. Ob dieser Effekt auch eintritt, wenn die Larven des Zweipunkt-Marienkäfers mit Bt-Toxin belastete Beute verzehren, wurde von Schmidt et al. (2008) nicht untersucht. Alvarez-Alfageme et al. (2008) sind dieser Frage in tritrophischen Versuchen mit dem Schwarzen Kugelmarienkäfer (*Stethorus punctillum*) nachgegangen. Sie fanden keine negativen Effekte, 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. Daten aus den USA deuten darauf hin, dass dieser Expositionsweg die Entwicklungsrate von Marienkäferlarven verringern könnte (Moser et al. 2008). Aufgrund der gegenwärtig unsicheren Datenlage und der Komplexität der Interaktionen zwischen Bt-Mais und Marienkäfern halten Obrycki et al. (2009) weitergehende Untersuchungen für gerechtfertigt.

Tabelle 1

In der EU eingereichte Anträge für den Anbau von transgenen Pflanzen (Stand November 2009).

Pflanzenart	Linie	Antragsteller	Eigenschaften
Baumwolle			
	MON531	Monsanto	IR: Baumwollkapselwurm
	MON1445	Monsanto	HR: Glyphosat
Kartoffel			
	EH92-527-1	Amylogen	Veränderte Stärkezusammensetzung
Mais			
	MON89034 x NK603	Monsanto	IR: Maiszünsler HR: Glyphosat
	MON89034 x MON88017	Monsanto	IR: Maiszünsler, Maiswurzelbohrer HR: Glyphosat
	NKK603	Monsanto	HR: Glyphosat
	Bt11	Syngenta	IR: Maiszünsler HR: Glufosinat
	1507	Pioneer*/Dow AgroSciences	IR: Maiszünsler HR: Glufosinat
	GA21	Syngenta	HR: Glyphosat
	T25	Bayer CropScience	HR: Glufosinat
	MON88017	Monsanto	IR: Maiswurzelbohrer HR: Glyphosat
	1507 x 59122	Dow AgroSciences	IR: Maiszünsler, Maiswurzelbohrer HR: Glufosinat
	59122 x 1507 x NK603	Pioneer Hi-Bred*	IR: Maiszünsler, Maiswurzelbohrer HR: Glufosinat, Glyphosat
	59122	Pioneer Hi-Bred*	IR: Maiswurzelbohrer HR: Glufosinat
	NK603 x MON810	Monsanto	IR: Maiszünsler HR: Glyphosat
	1507 x NK603	Pioneer Hi-Bred*	IR: Maiszünsler HR: Glufosinat, Glyphosat
Raps			
	pHoe6/Ac	Bayer CropScience	HR: Glufosinat
	GS40	Bayer CropScience	HR: Glufosinat
Soja			
	MON40-3-2	Monsanto	HR: Glyphosat
Zuckerrübe			
	H7-1	KWS Saat / Monsanto	HR: Glyphosat
	A5-15	Maribo Seed	HR: Glyphosat

*: Pioneer Hi-Bred ist ein Unternehmen von DuPont; IR: Insektenresistenz; HR: Herbizidresistenz. Quelle: www.transgen.de

2.1.2 Laufkäfer

Laufkäfer sind vorwiegend räuberische Tiere. Da sie sich unter anderem von Pflanzenschädlingen ernähren, spielen sie eine Rolle für die biologische Schädlingsbekämpfung.

Wie Freilandversuche zeigen, können Laufkäfer in Feldern mit Bt-Mais gegenüber Bt-Toxinen exponiert sein (Zwahlen & Andow 2005). Ob sie diesen Kontakt ohne Schaden überleben, ist in Laborversuchen mit dem Kupferfarbenen Buntgrabläufer (*Poecilus cupreus*) untersucht worden. Die Versuche gingen dabei der Frage nach, wie Larven dieses Laufkäfers reagieren, wenn sie sich von Beutetiere ernähren, die zuvor Bt-Mais gefressen haben. Während bei Bt176-Mais keine Auswirkungen beobachtet werden konnten (Alvarez-Alfageme et al. 2009), ergaben Versuche mit MON810-Mais folgende Resultate: stellen Schmetterlingslarven die Beute dar, erhöht sich die Sterberate der Buntgrabläuferlarven (Meissle et al. 2005); werden Trauermückenlarven gefressen, so verzögert sich die Zeit bis zur Verpuppung (Büchs et al. 2007). Ob diese Wirkungen auf einen direkten Effekt der Bt-Toxine im MON810-Mais zurückgehen oder durch die verminderte Qualität der Beutetiere verursacht werden, ist unklar. Unklar bleibt auch, wie die Situation im Feld aussieht. In Freilandversuchen mit Bt176-Mais in Spanien (de la Poza et al. 2005) sowie mit MON810-Mais in Deutschland (Toschki et al. 2007) und Ungarn (Szekeres et al. 2006) wurden zwar keine Auswirkungen auf das Vorkommen von Laufkäfern beobachten, aber die Aussagekraft dieser Versuche ist beschränkt und gilt vor allem für häufig vorkommende Laufkäferarten. Wie selten vorkommende Laufkäfer auf den Anbau von Bt-Mais reagieren, müsste in Langzeituntersuchungen abgeklärt werden (Toschki et al. 2007).



2.1.3 Kurzflüglerkäfer

Wie bei den Marien- und Laufkäfern gibt es auch bei Kurzflüglern Hinweise auf mögliche unerwünschte Wirkungen von Bt-Mais. Die Kurzflüglerart *Atheta coriaria* ist ein gefräßiger Räuber und hilft bei der Bekämpfung von Boden bewohnenden Schädlingen. Was passiert, wenn die Beutetiere des Käfers mit Bt kontaminiert sind, ist an MON810- und MON88017 untersucht worden. Die Resultate: waren die Beutetiere mit MON810-Mais gefüttert worden, brauchten die Larven von *A. coriaria* länger für die Verpuppung (Büchs et al. 2007). Bestand die Nahrung der Beutetiere aus MON88017-Mais, verringerte sich die Fruchtbarkeit der Käferweibchen (Büchs et al. 2008).



2.2 Auswirkungen auf Hautflügler

2.2.1 Bienen

Rund ein Drittel der menschlichen Nahrungsmittel beruht, direkt oder indirekt, auf insektenbefruchteten Pflanzen und ist damit abhängig von den Leistungen von Honig- und Wildbienen. Die Leistungen der Bestäuber beschränken sich jedoch nicht allein auf die Sicherung der Erträge, sie tragen auch dazu bei, dass viele Wild- und Gartenpflanzen Samen und Früchte bilden, wodurch wiederum eine Nahrungsgrundlage für weitere Lebewesen wie beispielsweise Vögel entsteht.

Mais bildet eine große Menge an Pollen, weshalb seine Blüten zahlreiche Bestäuber wie Honigbienen, Hummeln und Wildbienen anlocken (Scholte & Dicke 2005). Wie Bt-Mais auf diese Bestäuber wirkt, ist bisher vor allem an Honigbienen, selten auch an Hummeln untersucht worden. Die Daten aus Laborversuchen deuten dabei darauf hin, dass gereinigte Bt-Toxine und Pollen von Bt-Mais weder eine toxische Wirkung auf gesunde Bienen und Hummeln haben (Hanley et al. 2003,

Malone et al. 2007, Babendreier et al. 2005, 2008) noch deren Darmflora beeinträchtigen (Babendreier et al. 2007). Schädliche Effekte können jedoch beobachtet werden, wenn das Lernvermögen der Bienen unter die Lupe genommen wird. So stellten Ramirez-Romero et al. (2008) fest, dass der Verzehr des Cry1Ab-Toxins bei Honigbienen zu Desorientierung und verminderter Futtermittelaufnahme führen kann. Da dieser Effekt erst bei hohen Konzentrationen eintrat, gehen Ramirez-Romero et al. (2008) davon aus, dass das Lernvermögen unter Feldbedingungen unbeeinträchtigt bleibt. Feldversuche mit Bienen sind bisher jedoch kaum durchgeführt worden. Eine Ausnahme sind die Untersuchungen von Rose et al. (2008) mit Bt11-Mais. Sie ergaben, dass die Aufnahme von Bt11-Pollen keine negativen Auswirkungen auf das Gewicht, das Sammelverhalten und die Kolonieleistung der Honigbienen hat.

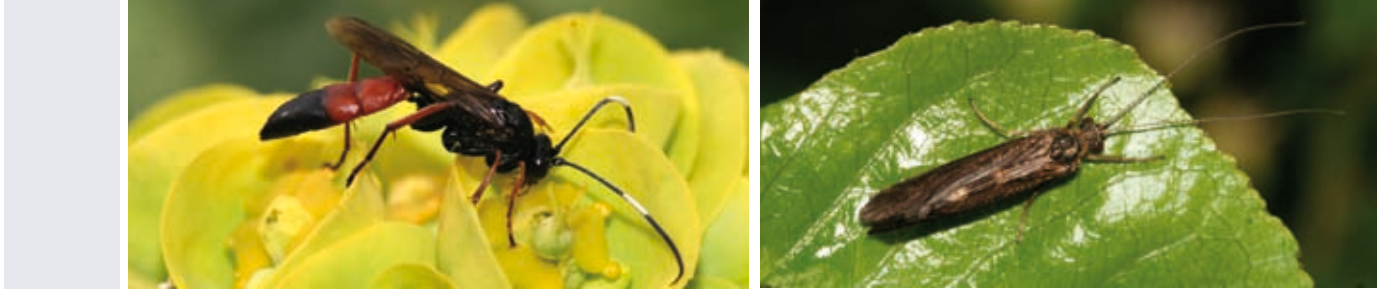
In Deutschland sind neben der Honigbiene mehr als 500 Wildbienenarten nachgewiesen, wobei rund 60 Prozent als gefährdet eingestuft werden (Westrich et al. 2008). Obwohl Maisblüten auch von Wildbienen besucht werden, ist bisher kaum untersucht worden, wie Bt-Mais auf diese solitären Bestäuber wirkt. So liegen derzeit nur Laboruntersuchungen mit der Roten Mauerbiene (*Osmia bicornis*) vor. Schädliche Auswirkungen wurden dabei nicht festgestellt (Konrad et al. 2008, 2009).

Die vorhandenen Daten weisen zwar darauf hin, dass der Anbau von Bt-Mais ein vernachlässigbares Risiko für Bestäuber darstellen könnte, eine abschließende Einschätzung ist jedoch nicht möglich. So sind weitergehende Untersuchungen gerechtfertigt, weil Bienen im Feld verschiedenen Stressfaktoren – wie Hitze, Pestizide oder Krankheiten – ausgesetzt sind, was die Empfindlichkeit gegenüber Bt-Toxinen erhöhen könnte (Duan et al. 2008). Bisher unveröffentlichte Daten aus Feldversuchen mit MON810-Mais in Deutschland zeigen, dass in Honigbienenkolonien, die von parasitischem Mikrosporidien befallen sind, die Anzahl der Bienen und die Größe der Brut sinken, wenn die Nahrung aus Pollen des Bt-Mais besteht (Kaatz, unveröffentlicht).

2.2.2 Brack- und Schlupfwespen

Brack- und Schlupfwespen spielen in Agrar-Ökosystemen eine wichtige Rolle, da sie sich im Jungstadium parasitisch von pflanzenschädlichen Insektenlarven ernähren. Welche Reaktionen die Wespen zeigen, wenn sie Bt-kontaminierte Beutetiere parasitieren, ist in mehreren Versuchen untersucht worden. In zwei der Untersuchungen wurden Wespen mit Schmetterlings-





raupen gefüttert, die zuvor entweder mit Bt176-Mais oder herkömmlichen Mais ernährt worden waren. Prütz & Dettner (2004) beobachteten, dass Anzahl und Größe der Brackwespe *Cotesia flavipes* verringert waren, wenn die Beutetiere zuvor Bt176-Mais gefressen hatten. Auch in den Versuchen von Sanders et al. (2007) mit der Schlupfwespe *Camponotus sonorensis* war die Größe der Parasiten reduziert, wenn sie mit Bt176-Mais gefütterte Raupen zu sich nahmen. Zwei weitere Untersuchungen gingen der Frage nach, wie sich MON810-Mais auf die Brackwespe *Cotesia marginiventris* auswirken könnte. Vojtech et al. (2005) zeigten dabei, dass das Überleben, die Entwicklungszeit sowie das Gewicht der Kokons der Wespen signifikant beeinträchtigt wurden, wenn die Tiere mit Bt-Mais gefütterte Raupen aßen. Ähnliche Beobachtungen machten auch Ramirez-Romero et al. (2007). In ihren Versuchen beeinträchtigte die Aufnahme Bt-haltiger Raupen das Überleben und die Entwicklungszeit der Wespenlarven sowie die Größe und Fruchtbarkeit der erwachsenen Raupen. Ob von diesen Resultaten, die alle im Labor gewonnen wurden, auch auf einen generellen negativen Einfluss auf Brack- und Schlupfwespen im Feld geschlossen werden kann, bleibt unklar. Fachleute empfehlen deshalb weitergehende Abklärungen zu unternehmen (Lövei et al. 2009, Wolfenbarger et al. 2008, Ramirez-Romero et al. 2007).

2.3 Auswirkungen auf Zweiflügler

2.3.1 Trauermücken

Trauermücken gehören zu den bedeutenden Zersetzern im Boden, weshalb sie ein wichtiger Bestandteil des Agrarökosystems sind. Um abzuklären, wie sich der Anbau von Bt-Mais auf Trauermücken auswirken könnte, wurden Larven der Art *Lycoriella castanescens* im Labor mit Streu der Maislinien Bt176, MON810 und MON88017 gefüttert. Dabei ergaben sich unterschiedliche Ergebnisse: Während die Larven den Verzehr von Bt176 und MON88017 unbeschadet zu überleben scheinen, führt

der Fraß von MON810 dazu, dass die Larven länger bis zu Verpuppung brauchen (Büchs et al. 2007, 2008).

2.3.2 Zuckmücken

Larven der Zuckmückenart *Chironomus dilutus* leben im Wasser und ernähren sich dort von pflanzlichem Material. Besteht die Nahrung aus Wurzelextrakten des MON863-Mais, so bekommt dies den Mückenlarven nicht gut. Wie Pihoda & Coats (2008) in Labortests zeigen, verringert sich das Überleben der Larven signifikant, wenn sie Extrakten des eigentlich käfer-spezifischen MON863-Mais ausgesetzt sind. Pihoda & Coats (2008) gehen zwar davon aus, dass die Exposition unter Feldbedingungen zu gering ist, um Larven von *C. dilutus* zu schädigen, sie betonen aber dennoch die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen.

2.4 Auswirkungen auf Köcherfliegen

Die Larven von Köcherfliegen leben, mit wenigen Ausnahmen, in Gewässern, und ernähren sich dort von organischem Material. Ob Köcherfliegenlarven den Toxinen von Bt-Mais ausgesetzt sein könnten, haben Wissenschaftler in den USA untersucht. Sie zeigen, dass via Wind und Wasser beträchtliche Mengen an Pollen sowie anderen Materialien von Bt-Mais in Gewässer eingetragen werden können, die in der Nähe von Maisfeldern liegen (Rosi-Marshall et al. 2007, Pihoda & Clarks 2008). Wie die Larven auf die Aufnahme von Bt-Mais reagieren, ist in Fütterungsversuchen mit *Helicopsyche borealis* und *Lepidostoma liba* abgeklärt worden. *H. borealis* wurde dabei mit Bt-Pollen gefüttert. Lag dabei die Menge der verfütterten Pollen zwei- bis dreimal höher als die im Feld beobachtete Menge, erhöhte sich die Sterblichkeit der Larven (Rosi-Marshall et al. 2007). Bei mit Bt-Maisblättern gefütterten *L. liba*-Larven konnten keine Effekte auf die Sterblichkeit gefunden werden; dafür war die Wachstumsrate um mehr als 50 Prozent verringert (Rosi-Marshall et al. 2007). Diese Daten wei-

sen eine Gefährdung (hazard) von Köcherfliegenlarven durch Bt-Mais aus. Ob diese im Labor gemachten Beobachtungen auch im Freiland von Bedeutung sind, ist gegenwärtig unklar.

Im Wasser lebende Nicht-Zielorganismen spielen in der europäischen Biosicherheitsforschung zu Bt-Mais bisher kaum eine Rolle. So fehlen sowohl Angaben über die Menge an Bt-Maismaterialien, die unter den hiesigen Bedingungen in Gewässer eingetragen werden, als auch Daten darüber, welche Wasserorganismen dabei in welchem Umfang mit den Bt-Toxinen in Kontakt kommen könnten. Dass weitere Untersuchungen gerechtfertigt sind, wird dadurch unterstrichen, dass neben den Köcherfliegen noch weitere im Wasser lebende Organismen empfindlich auf Bt-Toxine zu reagieren scheinen. So zeigten in Laborversuchen auch Zuckmückenlarven (Prihoda & Coats 2008) und der Große Wasserfloh (Bohn et al. 2008) auffällige Reaktionen.



2.5 Auswirkungen auf Schmetterlinge

Schmetterlinge können wichtige ökologische Funktionen ausüben, sei es als Bestäuber oder als Beute für räuberisch lebende Tiere oder indem sie die Fitness von Pflanzen beeinflussen.

Ursprünglich ging man davon aus, dass Schmetterlinge, die sich nicht von Mais ernähren, von Bt-Mais nicht betroffen sind. Da die Pollen und Staubbeutel der Maispflanzen aber auf die Futterpflanzen verschiedener Schmetterlingsarten gelangen, können auch solche Schmetterlinge in Kontakt mit dem Bt-Toxin kommen, die sich nicht von Mais ernähren. Der Kontakt muss dabei nicht auf die Maisfelder beschränkt bleiben, denn die 10 bis 50 Millionen Pollen, die eine einzelne Bt-Maispflanze bildet, werden über die Feldgrenzen hinweg verfrachtet. Ein Gutachten des Bundesamts für Naturschutz zeigt, dass auch in tausend Metern Entfernung eines Maisfeldes noch bis zu 2,8 Pollen pro Quadratzentimeter gemessen werden können (Hofmann 2007). Damit können auch Schmetterlinge in nahe gelegenen Trockenwiesen, Buntbrachen und Naturschutzgebieten in Kontakt mit dem Bt-Toxin kommen. Wie Schmetterlinge darauf reagieren könnten, ist bisher an sieben in Europa vorkommenden Arten untersucht worden, wobei hauptsächlich die Auswirkungen von Pollen des Bt176-Mais studiert wurden. Die Resultate zeigen, dass die Raupen verschiedener Arten unterschiedlich empfindlich auf Bt-Maispollen reagieren können (Tabelle 2). Unbekannt bleibt jedoch, ob und in welchem Ausmass die Raupen im Freiland mit den Bt-Pollen in Kontakt kommen. Und unbeantwortet bleibt auch die Frage, wie viele Individuen der Gesamtpopulation einer Schmetterlingsart betroffen sein könnten.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass Bt-Mais für diejenigen Schmetterlingsarten eine Gefährdung darstellt, die empfindlich auf das Bt-Toxin reagieren, ihre Larvalphase zur Zeit der Maisblüte durchlaufen sowie in oder in der Nähe von Maisfeldern vorkommen und deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit einer Exposition durch Maispollen ausgesetzt sind. Für welche und wie viele Schmetterlingsarten dies zutrifft, ist unklar. Für Deutschland gibt es nach aktuellem Kenntnisstand keine umfassende Untersuchung dazu. Daten aus Bayern (Unterfranken) zeigen, dass dort 26 Tagfalter und 52 Nachtfalterarten dem Bt-Toxin ausgesetzt sein könnten (Felke & Langenbruch 2003b). In Sachsen weisen 109 von 148 lebensraumtypischen Arten eine hohe bis mittlere Expositionswahrscheinlichkeit auf; fast die Hälfte der möglicherweise betroffenen Arten befinden sich bereits auf der Roten Liste (Musche et al. 2009).

Tabelle 2

Bekannte LD₅₀-Werte und Auswirkungen von Bt-Maispollen auf Larven von in Europa vorkommenden Schmetterlingsarten.

Art	Maislinie	LD ₅₀ * / Wirkung	Quelle
Schwalbenschwanz	Bt176	LD ₅₀ : 18 Pollen	Lang & Vojtech 2006
Kohlmotte	Bt176	LD ₅₀ : 8 Pollenkörner	Felke & Langenbruch 2005
	MON810	keine Auswirkungen im Feldversuch	Gathmann et al. 2006
Saateule	Bt176	keine erhöhte Mortalität, auch wenn mehr als 542 Pollen verzehrt werden.	Felke & Langenbruch 2005
Maiszünsler	Bt176	LD ₅₀ : 32 Pollenkörner	Felke & Langenbruch 2005
Tagpfauenauge	Bt176	LD ₅₀ : 37 Pollenkörner ab einer Dosis von 10 Pollen verlangsamt sich das Wachstum.	Felke & Langenbruch 2003a, 2005
Kleiner Fuchs	Bt176	LD ₅₀ : 32 Pollenkörner	Felke & Langenbruch 2005
Kleiner Kohlweißling	Bt176	LD ₅₀ : 39 Pollenkörner	Felke & Langenbruch 2005
	MON810	keine Auswirkungen im Feldversuch	Gathmann et al. 2006

*: LD₅₀ = mittlere letale Dosis

2.6 Auswirkungen auf Springschwänze

Springschwänze spielen eine wichtige Rolle im Boden-ökosystem – sei es als Zersetzer oder als Beute in der Nahrungskette. Sie leben oft in der Wurzelzone von Pflanzen und können deshalb den Transgenprodukten, die durch die Wurzeln ausgeschieden werden, ausgesetzt sein. Als Zersetzer können sie zudem auch mit dem Pflanzenmaterial in Kontakt kommen, das nach der Ernte zurückbleibt.

Wie Bt-Mais und Bt-Toxine auf Springschwänze wirken, ist an *Folsomia candida* (Clark & Coats 2006, Bakonyi et al. 2006, Ke & Krogh 2002), *Protaphorura armata* (Heckmann et al. 2006) sowie *Heteromurus nitidus* und *Sinella coeca* (Bakonyi et al. 2006) untersucht worden. In den Versuchen mit *P. armata* und *S. coeca* sind keine unerwünschten Effekte beobachtet worden. Bei *H. nitidus* hingegen stellten Bakonyi et al. (2006) in einer Feldstudie fest, dass die Anzahl der Individuen im Boden eines Bt-Maisfeldes geringer war als im Feld mit herkömmlichen Mais. Gemischte Resultate liefern Untersuchungen an *F. candida*. Während Clark & Coats (2006) keine Effekte beobachten konnten, berichten Ke & Krogh (2002) von einer negativen Wirkung auf die Vermehrung von *F. candida*. Bakonyi et al. (2006) wiederum stellten fest, dass *F. candida* *signifikant* mehr Kot bildet, wenn seine Nahrung aus herkömmlichen Mais und nicht aus Bt-Mais besteht. In einer in Deutschland durchgeführten

Feldstudie konnten keine Einflüsse von Bt-Mais auf die Individuendichte der Springschwänze nachgewiesen werden (Lang et al. 2005). Wie die Autoren jedoch betonen, konnten dabei nicht alle relevanten Anbauszenarien für Bt-Mais geprüft werden, weshalb weitergehende Untersuchungen empfohlen werden (Lang et al. 2005).



2.7 Auswirkungen auf Fadenwürmer

Fadenwürmer kommen in fast allen Böden vor und gehören dort zu den arten- und individuenreichsten Organismengruppen (Lang et al. 2005). Je nach Art ernähren sie sich von Pflanzen, Insekten, Bakterien oder Pilzen. Da einzelne Fadenwurmartenschlüsselpositionen im Nahrungsnetz des Bodens besetzen können, gilt ihr Vorkommen als wichtig für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion (Höss et al. 2009).

Wie transgene Pflanzen auf Fadenwürmer wirken, ist bisher vor allem an Bt-Mais untersucht worden, der das Cry1Ab-Toxin bildet. Feld- und Gewächshausversuche zur Wirkung auf die Menge der Fadenwürmer liefern dabei widersprüchliche Resultate: während Manachini & Lozzia (2002) und Griffiths et al. (2005) von negativen Wirkungen auf die Menge der Fadenwürmer berichten, konnten Saxena & Stotzky (2001) und Griffiths et al. (2007) keine entsprechenden schädlichen Einflüsse nachweisen. Kaum untersucht wurde bisher, wie einzelne Fadenwurmartarten auf Bt-Mais reagieren. Die wenigen vorhandenen Daten weisen jedoch darauf hin, dass die Reaktionen unterschiedlich ausfallen könnten. So scheinen zum Beispiel Arten der Gattungen *Pratylenchus* und *Acrobeloides* die Aufnahme von Bt-Mais unbeschadet zu überleben (Griffith et al. 2006). Hinweise auf eine schädliche Wirkung gibt es dagegen bei der Fadenwurmart *Caenorhabditis elegans* (Höss et al. 2008, Lang et al. 2005, Manachini & Lozzia 2003). Höss et al. (2008) konnten zum Beispiel beobachten, dass Bodenproben aus Feldern mit MON810-Mais Wachstum und Vermehrung von *C. elegans* signifikant vermindern.

2.8 Auswirkungen auf Schnecken

In landwirtschaftlich genutzten Feldern gelten Schnecken meist als Schädlinge, da sie sich von Kulturpflanzen ernähren. Mit Bt-Mais und dessen Gift können Schnecken in Kontakt kommen, wenn sie frische Maisblätter fressen oder Bt-Toxine verdauen, die durch die Wurzeln oder zersetztes Pflanzenmaterial in den Boden gelangt sind (Kramarz et al. 2009).

Wie sich der Kontakt mit dem Bt-Toxin auf Schnecken auswirkt, ist bisher kaum untersucht worden. Daten liegen lediglich für die Gestreifte Weinbergschnecke (*Helix aspersa*) vor. In Untersuchungen mit kurzer Dauer wurden keine unerwünschten Effekte beobachtet. So überlebten die Weinbergschnecken im Labor eine vierwöchige Exposition mit dem gereinigten Cry1Ab-Toxin genauso unbeschadet (Kramarz et al. 2007a) wie eine dreimonatige Exposition gegenüber MON810-Mais in einem Mikrokosmos (Vaufleury et al. 2007). Effekte stellten sich jedoch ein, wenn die Schnecken dem MON810-Mais über längere Zeit ausgesetzt waren. So beobachteten Kramarz et al. (2009) in ihrer Langzeituntersuchung, wie sich der Wachstumskoeffizient um 25 Prozent verringert, wenn Weinbergschnecken während 47 Wochen mit MON810-Mais gefüttert werden.

Während sich bei gesunden Weinbergschnecken erst nach längerer Exposition Auswirkungen manifestieren,

könnten Schnecken, die einem zusätzlichen Stress ausgesetzt sind, schon nach kürzerer Zeit anfällig auf Bt-Toxine reagieren. Dies stellten Kramarz et al. (2007b) fest, als sie von Fadenwürmern befallene Schnecken gereinigtem Cry1Ab-Toxin aussetzten. Während gesunde Tiere eine vierwöchige Exposition ohne Schaden überlebten, verringerte der zusätzliche Stress die Wachstumsrate der befallenen Schnecken.

Schnecken können in Maisfeldern in großer Anzahl vorkommen, weshalb sie eine wichtige Nahrungsquelle für räuberische Arten wie zum Beispiel Laufkäfer, Vögel und Igel darstellen. Da Schnecken im Nahrungsnetz von Bedeutung sind, stellt sich nicht allein die Frage, wie Bt-Mais auf die Schnecken wirkt, sondern auch, ob Schnecken das Bt-Gift in der Nahrungskette weitergeben können. Harwood & Obrycki (2006) und Zurbrügg & Nentwig (2009) haben diese Frage mit Untersuchungen an der Spanischen Wegschnecke (*Arion lusitanicus*) und der Genetzten Ackerschnecke (*Deroceras reticulatum*) abgeklärt. Ihre Resultate: Fressen Schnecken Bt-Mais, so lässt sich das Bt-Gift über längere Zeit in den Därmen der Tiere nachweisen. Eine mögliche Konsequenz: Falls Schnecken in einem Feld kontinuierlich Bt-Mais einnehmen, könnte die Exposition für Schnecken fressende Tiere hoch sein. Ob dem im Feld wirklich so und ob sich daraus negative Effekte ergeben, ist unklar und bräuchte weitergehende Abklärungen (Zurbrügg & Nentwig 2009).

2.9 Auswirkungen auf Mykorrhiza-Pilze

Mykorrhiza-Pilze leben in Symbiose mit Pflanzen und stehen deshalb in engem Kontakt mit ihnen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Symbionten durch den Anbau von transgenen Pflanzen beeinflusst werden, ist wegen der räumlichen Nähe besonders groß (Heissenberger et al. 1999).

Ob und wie Bt-Mais auf Mykorrhiza-Pilze wirken, ist bisher nur selten untersucht worden. Die vorhandenen Daten deuten darauf hin, dass verschiedene Bt-Maispflanzen unterschiedlich wirken könnten. So scheint sich die Symbiose bei MON810- und Bt11-Mais unbeschadet entfalten zu können (Vaufleury et al. 2007, Castaldini et al. 2005, Turrini et al. 2004), nicht aber bei Bt176-Mais. Wie Turrini et al. (2004) und Castaldini et al. (2005) zeigen, werden die Wurzeln von Bt176-Mais weniger von Mykorrhiza-Pilzen kolonisiert als herkömmliche Maissorten. Wie sich der Anbau von Bt-Mais im Feld langfristig auf Mykorrhiza-Pilze auswirkt, bleibt zu untersuchen.

3. Glyphosat-resistente Pflanzen

Glyphosat ist ein Breitbandherbizid, das gegen fast alle Pflanzenarten giftig wirkt. Das von Monsanto entwickelte Pflanzengift ist seit 1974 im Handel erhältlich. Bei Feldfrüchten fand es wegen seiner Giftigkeit lange Zeit kaum Verwendung. Das änderte sich jedoch 1996, als die ersten transgenen Glyphosat-resistenten (GR) Pflanzen auf den Markt kamen. Heute machen diese Pflanzen rund 80 der weltweit angebaute transgenen Sorten aus (Duke & Powles 2008). Mit der Verbreitung der GR-Pflanzen hat sich auch die Nutzung des Gifts drastisch erhöht und heute ist Glyphosat das weltweit am häufigsten verkaufte Herbizid (Releya & Jones 2009, Duke & Powles 2008).

Noch ist in der EU keine GR-Pflanze zum Anbau zugelassen. Doch dies könnte sich bald ändern. Denn 12 der 21 derzeit eingereichten Anbauanträge betreffen Pflanzen, die eine Resistenz gegenüber Glyphosat besitzen (Tabelle 1). Dass der Anbau dieser Pflanzen kaum verträglich für die Umwelt wäre, zeigen die im Folgenden dargestellten Untersuchungen.



3.1 Toxische Wirkungen auf Tiere

Glyphosat gilt eigentlich als harmlos für Mensch und Tier. Doch diese Einschätzung gerät zunehmend unter Druck. Im Brennpunkt steht dabei oft weniger das Glyphosat selber, sondern Substanzen, die beigefügt werden müssen, damit der Giftstoff seine Wirkung entfalten kann. Dazu gehört zum Beispiel das Netzmittel Tallowamin. Eines der Glyphosat-haltigen Präparate, das Tallowamin enthält, ist Roundup. Neue Untersuchungen zu diesem Präparat nähren die schon länger schwelende Sorge, dass Glyphosat-haltige Herbizide gefährlich für Säugetiere sein könnten. So haben Versuche mit Ratten offenbart, dass Roundup schädlich auf die Leberfunktionen der Tiere wirken könnte (El-Shenawy 2009, Caglar & Kolankaya 2008). Und Untersuchungen mit humanen Zelllinien geben Anlass zur Befürchtung, dass Roundup giftig auf Menschen wirkt (Gasnier et al. 2009, Benachour & Seralini 2009).

Nicht nur die Wirkung auf Säugetiere ist umstritten. Auch bei Amphibien mehren sich Anzeichen, dass die ursprünglich angenommene Harmlosigkeit Glyphosat-haltiger Herbizide nicht gegeben ist. So haben verschiedene Versuche enthüllt, dass den Präparaten mit Tallowamin eine relativ hohe Giftigkeit für Larven verschiedener Lurcharten anhaftet (Relyea 2005a,b,c, Cauble & Wagner 2005, Comstock et al. 2007, Relyea & Jones 2009). Bereits eine sublethale Dosis solcher Präparate führt in den Versuchen oft zu Missbildungen oder veringerte Größe der Larven (Howe et al. 2004, Cauble & Wagner 2005).

Neben Säugetieren und Amphibien könnten auch Arten aus weiteren Tierklassen vom Einsatz Glyphosat-haltiger Herbizide betroffen sein. So zeigen verschiedene Untersuchungen, dass die Pflanzengifte schädlich auf Nützlinge wirken – so zum Beispiel auf Schlupfwespen und Flurfliegen (Schneider et al. 2009) sowie auf Kompostwürmer und parasitische Saitenwürmer (Yasmin & D'Souza 2007, Achioro et al. 2008).

3.2 Wirkungen auf Mikroorganismen der Wurzelsphäre

Mikroorganismen der Wurzelsphäre spielen eine wichtige Rolle für die Bodenfruchtbarkeit. Zu diesen Organismen gehören zum Beispiel die Stickstoff-fixierenden Wurzelknöllchenbakterien. Da sie mit Sojabohnen eine Symbiose bilden, sind sie eine der wirtschaftlich bedeutendsten Bakterienarten. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, kann die Symbiose beeinträchtigt werden, wenn GR-Sojabohnen mit Glyphosat behandelt werden (Bohm et al. 2009, Kremer & Means 2009, Zablotowicz & Reddy 2004). Da die Knöllchenbildung durch das Herbizid verringert wird, sind GR-Sojabohnen verstärkt abhängig von im Boden mineralisiertem Stickstoff, was wiederum zu einer negativen Stickstoff-Bilanz führen kann. Die Nachhaltigkeit der Anbausysteme mit transgenen Sojabohnen ist deshalb in Frage gestellt (Kremer & Means 2009).

Auswirkungen auf Wurzelknöllchenbakterien sind nicht die einzigen Effekte, die sich nach einer Anwendung

Glyphosat-haltiger Herbizide im Boden beobachten lassen. Kremer & Evans (2009) dokumentieren in einer Übersicht der aktuellen Daten, die bei GR-Mais- und Sojasorten erhoben wurden, weitere Beobachtungen. Dazu gehören eine Erhöhung der Mangan-oxidierenden Bakterienarten, eine Abnahme von Pseudomonaden, die als Antagonisten pilzlicher Pathogene wirken sowie und eine durch die Selektion des Herbizids verursachte Veränderung der mikrobiellen Gemeinschaft.

3.3 Wirkungen auf die biologische Vielfalt

Herbizide sind maßgeblich für den Rückgang von Ackerwildkräutern, Vögeln und Insekten verantwortlich. Im Unterschied zur bisherigen Praxis ermöglicht die Gentechnik erstmals den Einsatz von Breitbandherbiziden auf den Ackerflächen. Glyphosat hat einen Wirkungsgrad von über 95 Prozent (Schütte 2003). Da für eine erfolgreiche Bekämpfung bereits geringere Wirkungsgrade ausreichen würden, droht der Einsatz von Glyphosat, die Ackerbegleitflora nicht zu managen, sondern schlicht zu eliminieren.

Welchen Einfluss der Anbau von GR-Pflanzen auf die Biodiversität haben kann, wurde in Großbritannien mit einer groß angelegten Untersuchung mit GR-Zuckerrüben abgeklärt. Getestet wurde dabei, ob die Vielfalt bei Beikräutern und Wirbellosen innerhalb der Felder und in den Feldrändern gleich ist, wenn man den Anbau von GR-Zuckerrüben mit der konventionellen Anbaupraxis vergleicht. Das Resultat: die biologische Vielfalt nimmt ab, wenn GR-Zuckerrüben auf den Feldern wachsen (Brooks et al. 2003, Heard et al. 2003a,b, Roy et al. 2003, Haughton et al. 2003). Dass dabei nicht allein Beikräuter, Bienen, Wanzen oder Schmetterlinge betroffen sein könnten, sondern auch Vögel zeigen Gibbons et al. (2006). Sie errechneten aufgrund der Daten aus den Feldversuchen, dass das Nahrungsangebot für 16 von 17 ausgewählten Körner fressenden Vögeln in Feldern mit GR-Zuckerrüben geringer ist als in konventionell bewirtschafteten Zuckerrübenfeldern. Die Berechnung stimmt mit den Beobachtungen von Chamberlain et al. (2007), die während der Freilanduntersuchungen auf Feldern mit konventionellen Zuckerrüben mehr Körner fressende Vögel zählen konnten als auf Feldern mit GR-Zuckerrübe.



3.4 Resistente Wildkräuter

Wie die Erfahrungen aus Nord- und Südamerika zeigen, lässt der großflächige Anbau von GR-Pflanzen die «Herbizid-Tretmühle» weiter drehen (Benbrook 2009, Binimelis et al. 2009). Immer häufiger treten in Feldern mit GR-Pflanzen resistente Wildkräuter auf, weshalb die Spritzmengen erhöht oder sogar Mischungen aus verschiedenen Herbiziden ausgebracht werden müssen. Der erste Fall eines Wildkrauts, das in Feldern mit GR-Pflanzen Resistenz entwickelte, ist im Jahr 2000 bekannt geworden: nur gerade drei Jahre nachdem der Anbau von GR-Sojabohnen begonnen hatte, entdeckten Landwirte in ihren Feldern Individuen des Kanadischen Berufskrauts (*Conyza canadensis*), die dort trotz Glyphosat wachsen konnten (Owen & Zelaya 2005). Seither ist die Zahl der resistenten Wildkräuter auf neun angestiegen (Tabelle 3). Fachleute gehen davon aus, dass sich der Anstieg weiter fortsetzen wird (Powles 2008). Neben den Arten, die eine Resistenz entwickelt haben, gibt es auch eine Reihe von Wildkräutern, die bereits eine angeborene Toleranz gegenüber Glyphosat besitzen – zum Beispiel der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*) und die Samtpappel (*Abutilon theophrasti*) (Nandula et al. 2005). Vor dem Anbau von GR-Pflanzen war die angeborene Toleranz dieser Arten kein Problem. Jetzt tauchen sie in den Feldern mit GR-Pflanzen vermehrt auf und sorgen somit ebenfalls dafür, dass sich die «Herbizid-Tretmühle» weiter dreht.

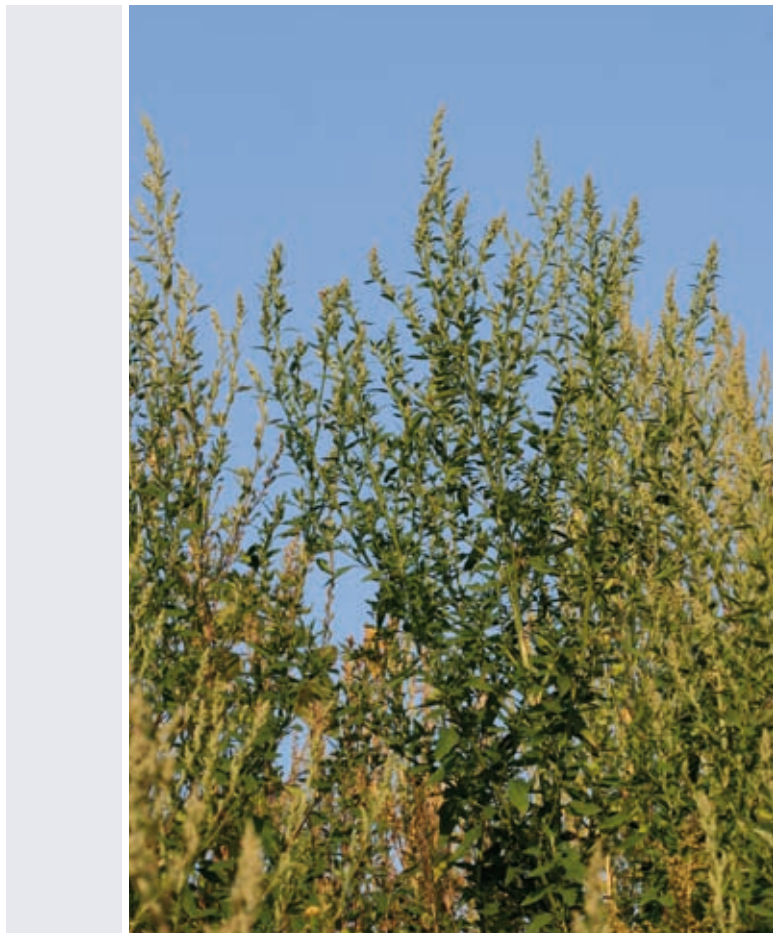


Tabelle 3

Beikrautarten, die in Feldern mit GR-Pflanzen Resistenz gegen Glyphosat entwickelt haben, und das Vorkommen dieser Arten in Deutschland.

Art	Länder mit Glyphosat-resistenten Beständen	Vorkommen der Art in Deutschland
Berufkräuter-Arten	USA, Brasilien	ja
Vielblütiges Weidelgras	USA	ja
Beifußblättrige Ambrosie	USA	ja
Dreilappige Ambrosie	USA	ja
Palmers Fuchsschwanz	USA	ja
<i>Amaranthus tuberculatus</i>	USA	ja
<i>Amaranthus rudis</i>	USA	nein
Wilde Mohrenhirse	USA, Argentinien	ja
Bechertragende Wolfsmilch	Brasilien	nein

Quelle: Heap (2009).

4. Literatur

- Achiorno, C.L., de Villalobos, C. & Ferrari, L. (2008). Toxicity of the herbicide glyphosate to *Chordodes nobilii* (Gordiida, Nematomorpha). *Chemosphere* 71: 1816 – 1822.
- Alvarez-Alfageme, F., Ferry N., Castañera, P., Ortego, F. & Gatehouse, A.M.R. (2008). Prey mediated effects of Bt maize on fitness and digestive physiology of the red spider mite predator *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). *Transgenic Research* 17: 943 – 954.
- Alvarez-Alfageme, F., Ortego, F. & Castañera, P. (2009). Bt maize fed-prey mediated effect on fitness and digestive physiology of the ground predator *Poecilus cupreus* (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Insect Physiology* 55: 144 – 150.
- Babendreier, D., Kalberer, N., Romeis, J., Fluri, P., Mulligan, E. & Bigler, F. (2005). Influence of transgenic Bt-Pollen, pure Bt-toxin and proteinase inhibitor (SBTI) ingestion on survival and development of the hypopharyngeal gland in the honeybee. *Apidologie* 36: 585 – 594.
- Babendreier, D., Joller, D., Romeis, J., Bigler, F. & Widmer, F. (2007). Bacterial community structures in honeybee intestines and their response to two insecticidal proteins. *FEMS Microbiology Ecology* 59: 600 – 610.
- Babendreier, D., Reichhart, B., Romeis, J. & Bigler, F. (2008). Impact of insecticidal proteins expressed in transgenic plants on bumblebee microcolonies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 126: 148 – 157.
- Bakonyi, G., Szira, F., Kiss, I., Villányi, I., Seres, A. & Székács, A. (2006). Preference tests with collembolas on isogenic and Bt-maize. *European Journal of Soil Biology* 42: 132 – 135.
- Benbrook, C. (2009). Impacts of genetically engineered crops on pesticide use: the first thirteen years. The Organic Center. www.organic-center.org/science.pest.php?action=view&report_id=159
- Benachour, N. & Seralini, G.E. (2009). Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research in Toxicology* 22: 97 – 105.
- Binimelis, R., Pengue, W. A. & Monterrosa, I. (2009). «Transgenic treadmill»: Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. *Geoforum* 40: 623 – 633.
- Bohm, G.M., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M., Xavier, G.R., Hax, F. & Rombaldi, C.V. (2009). Glyphosate- and imazethapyr-induced effects on yield, nodule mass and biological nitrogen fixation in field-grown glyphosate-resistant soybean. *Soil Biology & Biochemistry* 41: 420 – 422.
- Bohn, T., Primicerio, R., Hessen, D.O. & Traavik, T. (2008). Reduced fitness of *Daphnia magna* fed a Bt-transgenic maize variety. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 55: 584 – 592.
- Brooks, D.R., Bohan, D.A., Champion, G.T., Houghton, A.J., Hawes, C., Heard, M.S., Clark, S.J., Dewar, A.M., Firbank, L.G., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Woiwod, I.P., Birchall, C., Skellern, M.P., Walker, J.H., Baker, P., Bell, D., Browne, E.L., Dewar, A.J.G., Fairfax, C.M., Garner, B.H., Haylock, L.A., Horne, S.L., Hulmes, S.E., Mason, N.S., Norton, L.R., Nuttall, P., Randle, Z., Rossall, M.J., Sands, R.J.N., Singer, E.J. & Walker, M.J. (2003). Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Philosophical Transactions of The Royal Society London Series B* 358: 1847 – 1862.
- Büchs, W., Raubuch, M., Prescher, S., Behr, K., Müller, A. & Roose, K. (2007). Impact of Ostrinia-resistant Bt-maize on microbial and invertebrate decomposer communities in field soils. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch.* 410: 26 – 32.
- Büchs, W., Schlein, O. & Prescher, S. (2008). Performance of decomposers and predators under the influence of Diabrotica-resistant Bt-maize (Cry3Bb1) and conventional cultivars. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 38: 70.
- Caglar, S. & Kolankaya, D. (2008). The effect of sub-acute and sub-chronic exposure of rats to the glyphosate-based herbicide Roundup. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 25: 57 – 62.
- Castaldini, M., Turrini, A., Sbrana, C., Benedetti, A., Marchionni, M., Fabiani, A., Landi, S., Santomassimo, F., Pietrangeli, B., Nuti, M.P., Miclaus, N. & Giovannetti, M. (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.
- Cauble, K. & Wagner, R.S. (2005). Sublethal effects of the herbicide glyphosate on amphibian metamorphosis and development. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 75: 429 – 435.
- Chamberlain, D.E., Freeman, S.N. & Vickery, J.A. (2007). The effects of GMHT crops on bird abundance in arable fields in the UK. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 350 – 356.
- Clark BW. & Coats JR. (2006). Subacute effects of CryIAb Bt corn litter on the earthworm *Eisenia fetida* and the springtail *Folsomia candida*. *Environmental Entomology* 35(4): 1121 – 1129.
- Comstock, B.A., Sprinkle, S.L. & Smith, G.R. (2007). Acute toxic effects of Round-up herbicide on wood frog tadpoles (*Rana sylvatica*). *Journal of Freshwater Ecology* 22: 705 – 708.
- De la Poza, M., Pons, X., Farinós, G.P., López, C., Ortego, F., Eizaguirre, M., Castañera, P. & Albajes, R. (2005). Impact of farm-scale Bt maize on abundance of predatory arthropods in Spain. *Crop Protection* 24: 677 – 684.
- Duan, J.J., Marvier, M., Huesing, J., Dively, G. & Huang, Z.Y. (2008). A metaanalysis of effects of Bt crops on honey bees (Hymenoptera: Apidae). *PLoS ONE* 3: e1415.
- Duke, S.O. & Powles, S.B. (2008). Editorial - Glyphosate-resistant weeds and crops. *Pest Management Science* 64: 317 – 318.
- Eckert, J., Schuphan, I., Hothorn, L.A. & Gathmann, A. (2006). Arthropods on maize ears for detecting impacts of Bt maize on nontarget organisms. *Environmental Entomology* 35: 554 – 560.
- El-Shenawy, N.S. (2009). Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 28: 379 – 385.
- Felke, M. & Langenbruch, G.A. (2003a). Wirkungen von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. *Gesunde Pflanzen* 55(1): 1 – 7.
- Felke, M. & Langenbruch, G.A. (2003b). Kann der Anbau von transgenem Bt-Mais unsere Schmetterlingsfauna gefährden? Abstract, Entomologentagung, März 2004 in Halle.
- Felke, M. & Langenbruch, G. A. (2005). Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. *BfN Skripten* 157. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Gathmann, A., Wirooks, L., Hothorn, L. A., Bartsch, D. & Schuphan, I. (2006). Impact of Bt-maize pollen (MON810) on lepidopteran larvae living on accompanying weeds. *Molecular Ecology* 15: 2677 – 2685.
- Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon M.C. & Seralini, G.E. (2009). Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262: 184 – 191.
- Gibbons, D.W., Bohan, D.A., Rothery, P., Stuart, R.C., Houghton, A.J., Scott, R.J., Wilson, J.D., Perry, J.N., Clark, S.J., Dawson, J.G. & Firbank, L.G. (2006). Weed seed resources for birds in fields with contrasting conventional and genetically herbicide-tolerant crops. *Proceedings of the Royal Society B* 273: 1921 – 1928.

- Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Scrimgeour, C., Andersen, M.N., Cortet, J., Messéan, A., Sausse, C., Lacroix, B. & Krogh, P.H. (2005). A comparison of soil microbial community structure, protozoa, and nematodes in field plots of conventional and genetically modified maize expressing the *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin. *Plant and Soil* 275: 135 – 146.
- Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Scrimgeour, C., Cortet, J., Foggo, A., Hackett, 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.
- Hanley, A.V., Huang, Z.Y. & Pett, W.L. (2003). Effects of dietary transgenic Bt corn pollen on larvae of *Apis mellifera* and *Galleria mellonella*. *Journal of Apicultural Research* 42: 77 – 81.
- Harwood, J.D. & Obrycki, J.J. (2006). The detection and decay of Cry1Ab Bt-endotoxins within non-target slugs, *Deroceras reticulatum* (Müller) (Mollusca: Pulmonata), following consumption of transgenic corn. *Biocontrol Science and Technology* 16: 77 – 88.
- 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: 2815 – 2823.
- Harwood, J.D., Samson, R.A. & Obrycki, J.J. (2007). Temporal detection of Cry1Ab endotoxins in coccinellid predators from fields of *Bacillus thuringiensis* corn. *Bulletin of Entomological Research* 97: 643 – 648.
- Houghton, A.J., Champion, G.T., Hawes, C., Heard, M.S., Brooks, D.R., Bohan, D.A., Clark, S.J., Dewar, A.M., Firbank, L.G., Osborne, J.L., Perry, J.N., Rothery, P., Roy, D.B., Scott, R.J., Woivod, I.P., Birchall, C., Skellern, M.P., Walker, J.H., Baker, P., Browne, E.L., Dewar, A.J.G., Garner, B.H., Haylock, L.A., Horne, S.L. & Mason, N.S. (2003). Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. II. Within-field epigeal and aerial arthropods. *Philosophical Transactions of The Royal Society London Series B* 358: 1863 – 1877.
- Heap I. M. (2009). The international survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org>.
- Heard, M.S., Hawes, C., Champion, G.T., Clark, S.J., Firbank, L.G., Houghton, A.J., Parish, A.M., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Skellern, M.P., Squire, G.R. & Hill, M.O. (2003a). Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I. Effects on abundance and diversity. *Philosophical Transactions of The Royal Society London Series B* 358: 1819 – 1832.
- Heard, M.S., Hawes, C., Champion, G.T., Clark, S.J., Firbank, L.G., Houghton, A.J., Parish, A.M., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Skellern, M.P., Squire, G.R. & Hill, M.O. (2003b). Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effects on individual species. *Philosophical Transactions of The Royal Society London Series B* 358: 1833 – 1846.
- Heckmann, L.-H., Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Pusztai-Carey, M., Moar, W.J., Andersen, M.N. & Krogh, P.H. (2006). Consequences for *Protaphorura armata* (Collembola: Onychiuridae) following exposure to genetically modified *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize and non-Bt maize. *Environmental Pollution* 142: 212 – 216.
- Heissenberger, A., Unger, G., Wottawa A. & Schmidt, J. (1999). Möglichkeiten zum Monitoring des Einflusses transgener Pflanzen auf Bodenmikroorganismen. Umweltbundesamt, Band 160, Wien.
- Hofmann, F. (2007). Kurzgutachten zur Abschätzung der Maispollendeposition in Relation zur Entfernung von Maispollenquellen mittels technischem Pollensammler. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Howe, C.M., Berrill, M., Pauli, B.D., Helbing, C.C., Werry K. & Veldhoen, N. (2004) Toxicity of glyphosatebased pesticides to four North American frog species. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 1928–1938.
- Höss, S., Jänsch, S., Moser, T., Junker, T. & Römbke, J. (2009). Assessing the toxicity of contaminated soils using the nematode *Caenorhabditis elegans* as test organism. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 1811 – 1818.
- Höss, S., Arndt, M., Baumgart, S., Tebbe, C.C., Nguyen, H.T. & Jehle, J.A. (2008). Effects of transgenic corn and Cry1Ab protein on the nematode, *Caenorhabditis elegans*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 334 – 340.
- Hunter, M.D. (2009). Trophic promiscuity, intraguild predation and the problem of omnivores. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 125 – 131.
- Kaatz, H.H. (unpublished). Effects of Bt maize pollen on the honeybee. www.gmo-safety.eu/en/safety_science/68.docu.html.
- Ke, X. & Krogh, P.H. (2002). Effects of *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn on soil *Folsomia fimetaria*, *Folsomia candida* (Collembola), *Hypoaspis aculifer* (Acarina) and *Enchytraeus crypticus* (Oligochaeta). The 7th International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms, Beijing, China.
- Konrad, R., Ferry, N., Gatehouse, A.M.R. & Babendreier, D. (2008). Potential effects of oilseed rape expressing oryzacystatin-1 (OC-1) and of purified insecticidal proteins on larvae of the solitary bee *Osmia bicornis*. *PLoS ONE* 3, e2664.
- Konrad, R., Connor, M., Ferry, N., Gatehouse, A.M.R. & Babendreier, D. (2009). Impact of oilseed rape expressing oryzacystatin-1 (OC-1) and of insecticidal proteins on longevity and digestive enzymes of the solitary bee *Osmia bicornis*. *Journal of Insect Physiology* 55: 305 – 313.
- Kremer, R.J. & Means, N.E. (2009). Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *European Journal of Agronomy* 31: 153 – 161.
- Kramarz, P.E., De Vaufléury, A. & Carey, M. (2007a). Studying the effect of exposure of the snail *Helix aspersa* to the purified Bt toxin, Cry1Ab. *Applied Soil Ecology* 37: 169 – 172.
- Kramarz, P.E., de Vaufléury, A., Zygmunt, P.M.S. & Verdun, C. (2007b). Increased response to cadmium and Bt maize toxicity in the snail *Helix aspersa* infected by the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 26: 73 – 79.
- Kramarz, P., de Vaufléury, A., Gimbert, F., Cortet, J., Tabone, E., Andersen, M. & Krogh, P. (2009). Effects of Bt-Maize Material on the Life Cycle of the Land Snail *Cantareus aspersus*. *Applied Soil Ecology* 42: 236 – 242.
- Lang, A. & Vojtech, E. (2006). The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology* 7(4): 296 – 306.
- Lang, A., Arndt, M., Beck, R., Bauchhenss, J., Pommer, G. & Arndt, M. (2005). Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Forschungsprojekt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.
- Lövei, G.L., Andow, D.A. & Arpaia, S. (2009). Transgenic insecticidal crop and natural enemies: a detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology* 38: 293 – 306.
- Malone, L.A., Scott-Dupree, C.D., Todd, J.H. & Ramankutty, P. (2007). No sub-lethal toxicity to bumblebees, *Bombus terrestris*, exposed to Bt-corn pollen, captan, novaluron. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 35: 435 – 439.
- Manachini, B. & Lozzia, G.C. (2002). First investigations into the effects of Bt corn crop on Nematofauna. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Serie II* 34: 85 – 96.
- Manachini, B. & Lozzia, G.C. (2003). Biodiversity and structure on Nematofauna in Bt corn (Presentation). In: *Biodiversity Implications of Genetically Modified Plants*. September 7–13, Ascona, Switzerland, p. 32.
- Meissle, M., Vojtech, E. & Poppy, G.M. (2005). Effects of Bt maize -fed prey on the generalist predator *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae). *Transgenic Research* 14: 123 – 132.

- Moser, S.E., Harwood, J.D. & Obrycki, J.J. (2008). Larval feeding on Bt hybrid and non-Bt corn seedlings by *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 37: 525 – 533.
- Musche, M., Settele, J. & Durka, W. (2009). Basisstudie zur Wechselwirkung von gentechnisch verändertem MON810-Mais mit spezifischen Schmetterlingsarten. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Ref. 55.
- Nandula, V.K., Reddy, K.N., Duke, S.O. & Poston, D.H. (2005). Glyphosate-resistant weeds: current status and future outlook. *Outlooks on Pest Management* 16: 183 – 187.
- Obrist, L.B., Dutton, A., Albajes, R. & Bigler, F. (2006). Exposure of arthropod predators to Cry1Ab toxin in Bt maize fields. *Ecological Entomology* 31: 143 – 154.
- Obrycki, J.J., Kring, T.J., Harwood, J.D. & O'Neil, R.J. (2009). Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. *Biological Control* 51: 244 – 254.
- Owen, M.D.K. & Zelaya, I.A. (2005). Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science* 61: 301 – 311.
- Powles, S.B. (2008). Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science* 64: 360 – 365.
- Prihoda, K.R. & Coats, J.R. (2008). Aquatic fate and effects of *Bacillus thuringiensis* Cry3BB1 protein: toward risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(4): 793 – 798.
- Prütz, G. & Dettner, K. (2004). Effect of Bt corn leaf suspension on food consumption by *Chilo partellus* and life history parameters of its parasitoid *Cotesia flavipes* under laboratory conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 111: 179 – 187.
- Ramirez-Romero, R., Bernal, J.S., Chaufaux, J. & Kaiser, L. (2007). Impact assessment of Bt-maize on a moth parasitoid, *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae), via host exposure to purified Cry1Ab protein or Bt-plants. *Crop Protection* 26: 953 – 962.
- Ramirez-Romero, R., Desneux, N., Decourtye, A., Chaffiol, A. & Pham-Delègue, M.H. (2008). Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 327 – 333.
- Relyea, R.A. (2005a). The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications* 15: 618 – 627.
- Relyea, R.A. (2005b). The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications* 15: 1118–1124.
- Relyea, R.A. (2005c). The lethal impacts of Roundup and predatory stress on six species of North American tadpoles. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 48: 351 – 357.
- Relyea, R.A. & Jones, D.K. (2009). The toxicity of Roundup Original Max® to 13 species of larval amphibians. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28: 2004 – 2008.
- Rose, R., Dively, G.P. & Pettis, J. (2007). Effects of Bt corn pollen on honey bees: Emphasis on protocol development. *Apidologie* 38: 368 – 377.
- 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. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 16204 – 16208.
- Roy, D.B., Bohan, D.A., Houghton, A.J., Hill, M.O., Osborne, J.L., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Brooks, D.R., Champion, G.T., Hawes, C., Heard, M.S. & Firbank, L.G. (2003). Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of The Royal Society London Series B* 358: 1879 – 1898.
- Sanders, C.J., Pell, J.K., Poppy, G.M., Raybould, A., Garcia-Alonso, M. & Schuler, T.H. (2007). Host-plant mediated effects of transgenic maize on the insect parasitoid *Campoplex sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control* 40: 362 – 369.
- Saxena, D. & Stotzky, G. (2001). *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 & Biochemistry* 33: 1225 – 1230.
- Schmidt, J.E.U., Braun, C.U., Whitehouse, L.P. & Hilbeck, A. (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: 221 – 228.
- Schneider, M.I., Sanchez, N., Pineda, S., Chi, H. & Ronco, A. (2009). Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. *Chemosphere* 76: 1451 – 1455.
- Scholte, E.-J. & Dicke, M. (2005). Effects of insect-resistant transgenic crops on non-target arthropods: first step in pre-market risk assessment studies. Bilthoven: Commissie Genetische Modificatie (Cogem).
- Schütte, G. (2003). Herbicide resistance: promises and prospects of biodiversity for European agriculture. *Agriculture and Human Values* 20: 217 – 230.
- Szekeres, D., Kadar, F. & Kiss, J. (2006). Activity density, diversity and seasonal dynamics of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Bt-(MON810) and in isogenic maize stands. *Entomologica Fennica* 17(3): 269 – 275.
- Toschki, A., Hothorn, L.A. & Roß-Nickoll, M. (2007). Effects of cultivation of genetically modified Bt maize on epigeic arthropods (Araneae; Carabidae). *Environmental Entomology* 36: 966 – 980.
- 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.
- Vaufleury, A., Kramarz, P.E., Binet, Ph., Cortet, J., Caul, S., Andersen, M.N., Plumey, E., Coeurdassier, M. & Krogh, P.H. (2007). Exposure and effects assessments of Bt maize on non-target organisms (gastropod, microarthropods, mycorrhizal fungi) in a semi-field microcosm experiment. *Pedobiologia* 51: 185 – 194.
- Vojtech, E., Meissle, M. & Poppy, G.M. (2005). Effects of Bt Maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). *Transgenic Research* 14: 133 – 144.
- Westrich, P., Frommer, U., Mandery, K., Riemann, H., Ruhnke, H., Saure, C. & Voith, J. (2008). Rote Liste der Bienen Deutschlands (Hymenoptera, Apidae). *Eucera* 3: 33 – 87.
- Wolfenbarger, L.L., Naranjo, S.E., Lundgren, J.G., Bitzer, R.J. & Watrud, L.S. (2008). Bt crop effects on functional guilds of non-target arthropods: a meta-analysis. *PLoS ONE* 3: e2118.
- Yasmin, S. & D'Souza, D. (2007). Effect of pesticides on the reproductive output of *Eisenia fetida*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 79: 529 – 532.
- Zablotowicz, R. & Reddy, K. (2004). Impact of Glyphosate on the Bradyrhizobium japonicum symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: A mini-review. *Journal of Environmental Quality* 33: 825 – 831.
- Zurbrugg, C. & Nentwig, W. (2009). Ingestion and excretion of two transgenic Bt corn varieties by slugs. *Transgenic Research* 18: 215 – 225.
- Zwahlen, C. & Andow, D.A. (2005). Field evidence for the exposure of ground beetles to Cry1Ab from transgenic corn. *Environmental Biosafety Research* 4: 113 – 117.

NABU vor Ort

NABU Baden-Württemberg
Tübinger Straße 15, 70178 Stuttgart
Tel. 07 11.9 66 72-0
Fax 07 11.9 66 72-33
NABU@NABU-BW.de
www.NABU-BW.de

NABU-Partner Bayern - Landesbund für Vogelschutz
(LBV) Eisvogelweg 1, 91161 Hilpoltstein
Tel. 0 91 74.47 75-0
Fax 0 91 74.47 75-75
Info@LBV.de
www.LBV.de

NABU Berlin
Wollankstraße 4, 13187 Berlin
Tel. 0 30.9 86 41 07 oder 9 86 08 37-0
Fax 0 30.9 86 70 51
LvBerlin@NABU-Berlin.de
www.NABU-Berlin.de

NABU Brandenburg
Lindenstraße 34, 14467 Potsdam
Tel. 03 31.2 01 55-70
Fax 03 31.2 01 55-77
Info@NABU-Brandenburg.de
www.NABU-Brandenburg.de

NABU Bremen
Contrescarpe 8, 28203 Bremen
Tel. 04 21.3 39 87 72
Fax 04 21.33 65 99 12
Info@NABU-Bremen.de
www.NABU-Bremen.de

NABU Hamburg
Osterstraße 58, 20259 Hamburg
Tel. 0 40.69 70 89-0
Fax 0 40.69 70 89-19
NABU@NABU-Hamburg.de
www.NABU-Hamburg.de

NABU Hessen
Friedenstraße 26, 35578 Wetzlar
Tel. 0 64 41.6 79 04-0
Fax 0 64 41.6 79 04-29
Info@NABU-Hessen.de
www.NABU-Hessen.de

NABU Mecklenburg-Vorpommern
Arsenalstr. 2, 19053 Schwerin
Tel. 03 85.7 58 94 81
Fax 03 85.7 58 94 98
LGS@NABU-MV.de
www.NABU-MV.de

NABU Niedersachsen
Alleestr. 36, 30167 Hannover
Tel. 05 11.91 10 5-0
Fax 05 11.9 11 05-40
Info@NABU-Niedersachsen.de
www.NABU-Niedersachsen.de

NABU Nordrhein-Westfalen
Merowingerstraße 88, 40225 Düsseldorf
Tel. 02 11.15 92 51-0
Fax 02 11.15 92 51-15
Info@NABU-NRW.de
www.NABU-NRW.de

NABU Rheinland-Pfalz
Frauenlobstraße 15-19, 55118 Mainz
Tel. 0 61 31.1 40 39-0
Fax 0 61 31.1 40 39-28
Kontakt@NABU-RLP.de
www.NABU-RLP.de

NABU Saarland
Antoniusstraße 18, 66822 Lebach
Tel. 0 68 81.93 61 9-0
Fax 0 68 81.93 61 9-11
LGS@NABU-Saar.de
www.NABU-Saar.de

NABU Sachsen
Löbauer Straße 68, 04347 Leipzig
Tel. 03 41.23 33 13-0
Fax 03 41.23 33 13-3
Landesverband@NABU-Sachsen.de
www.NABU-Sachsen.de

NABU Sachsen-Anhalt
Schleiufer 18a , 39104 Magdeburg
Tel. 03 91.5 61 93-50
Fax 03 91.5 61 93-49
Mail@NABU-LSA.de
www.NABU-LSA.de

NABU Schleswig-Holstein
Färberstraße 51, 24534 Neumünster
Tel. 0 43 21.5 37 34
Fax 0 43 21.59 81
Info@NABU-SH.de
www.NABU-SH.de

NABU Thüringen
Leutra 15, 07751 Jena
Tel. 0 36 41.60 57 04
Fax 0 36 41.21 54 11
LGS@NABU-Thueringen.de
www.NABU-Thueringen.de

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 MON 810, einem Bt-Mais, im Jahre 2009. Begründet wurde dieses Verbot nämlich mit den möglichen Risiken für die biologische Vielfalt. In dieser Borschüre werden die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammengestellt, wie sich der Anbau von Bt-Mais und von glyphosphat-resistenten Pflanzen auf die Umwelt und die biologische Vielfalt auswirkt.

