

Bundesamt für Verbraucherschutz  
und Lebensmittelsicherheit  
Mauerstr. 39-40

10117 Berlin

Unser Zeichen IIIA3cB#BVL\_100222\_Einwendung\_Maisfreisetzung  
Datum 22. Februar 2010

**Einwendung in den Genehmigungsverfahren zur Freisetzung der gentechnisch veränderten Maislinien**

**DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6,  
DAS01507-1xMON00603-6,  
DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7,  
DP098140-6xDAS01507-1,  
DP098140-6xDAS59122-7,  
DAS01507-1xDAS59122-7 und deren Elternlinien  
DAS59122-7  
DAS01507-1  
MON00603-6 sowie  
DP098140-6**

**der Firma Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH, Postfach 1464, 21604 Buxtehude auf Standorten in Sachsen, 01561 Zabeltitz-Uebigau, und Sachsen-Anhalt, 39393 Ausleben-Üplingen, für den Zeitraum 2010 – 2014. Der ursprünglich gemeldete Standort 97318 Kitzingen-Hohenfeld wurde laut Standortregister am 08.02.2010 zurückgezogen.**

**Sachbearbeiterin Dr. Martha Mertens, Diplombiologin**

Anträge vom 08. 10. 2009 und 20. 10. 2009

Sehr geehrte Damen und Herren,

gegen den Antrag der Firma Pioneer Hi-Bred Northern Europe Sales Division GmbH auf Freisetzung der gentechnisch veränderten Maislinien auf den genannten Standorten erheben wir Einwendung aus nachfolgenden Gründen:

Die Genehmigungsvoraussetzungen nach § 16 GenTG sind nicht gegeben, da eine Genehmigung zur Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) unter anderem nur erteilt werden darf, wenn alle nach dem Stand der Wissenschaft und Technik erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden und schädli-

che Einwirkungen auf die in § 1 Nr. 1 GenTG bezeichneten Rechtsgüter (Leben und Gesundheit von Menschen sowie die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge, Tiere, Pflanzen etc.) nicht zu erwarten sind.

Bei dieser Beurteilung sind nicht nur direkte, sondern auch indirekte und langfristige Wirkungen von GVO zu berücksichtigen. So sind auch die Applikation der herbiziden Wirkstoffe Glyphosat und ALS-Inhibitoren und deren öko- und humantoxischen Effekte einzubeziehen.

Völlig unzulässig ist, wenn der Antragsteller glaubt, Druck auf die Genehmigungsbehörde ausüben zu müssen, indem er schreibt: „Die Versuchsdurchführung im Jahr 2010 ist erforderlich, um den Anforderungen des Genehmigungsverfahrens der EU termingerecht nachkommen zu können. Ein verzögerter Versuchsstart würde erhebliche finanzielle Belastungen und Wettbewerbsnachteile für unser Unternehmen bedeuten.“

**Die Genehmigungsvoraussetzungen sind aus einer Reihe von Gründen nicht erfüllt:**

### **1. Gentransfer/Auskreuzung auf benachbarte Maisbestände**

Der Darstellung im Antrag, dass sich Maispollen aufgrund seines großen Umfangs und der schnellen Sinkgeschwindigkeit nur über kurze Distanzen verbreite und eine Auskreuzung auf benachbarte Maisbestände durch Pollen der trangen Maislinie vernachlässigbar sei, muss widersprochen werden. Bei einem 200 m breiten Isolationsabstand sowie 4 Reihen Mantelsaat von konventionellem Mais ist die Einkreuzung in konventionellen Mais nicht sicher auszuschließen. Es ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt, dass Maispollen über Hunderte von Metern verbreitet werden kann und dass eine 200 m breite Isolationszone nicht ausreicht, um den Eintrag in nicht-transgene Maisbestände auszuschließen (Treu & Emberlin 2000, Brauner et al. 2004, Brunet et al. 2003, Henry et al. 2003, Eder 2006, Miller 2006). Die Koexistenzversuche in Deutschland und zahlreiche andere Studien haben gezeigt, dass lokale Bedingungen wie Windverhältnisse und Topographie bei der Einkreuzung eine große Rolle spielen. Starkwind-Ereignisse haben in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen, Klimaforscher prognostizieren eine weitere Zunahme von extremen Wetterereignissen wie Stürmen und Überschwemmungen. Auch kann die Pollenlebensdauer mehrere Tage betragen (Eastham & Sweet 2002).

Die für die Maiszüchtung empfohlenen Isolationsdistanzen zu anderen Maissorten gehen teilweise weit über die von Pioneer HiBred erwähnten 200 m hinaus. Sie reichen bis zu 1.000 m, abhängig von der Sorte, der Hauptwindrichtung und Saatgutkategorie (Niebur 1993, Neuroth 1997, Girsch 2004). So wurde Auskreuzung jenseits des genannten Isolationsabstands von 200 m beobachtet, beispielsweise in 650 m (Eastham & Sweet 2002, Treu & Emberlin 2000, Henry et al. 2003). Die Auskreuzungsraten entsprechen typischerweise einer negativ exponentiellen Kurve der Pollenausbreitung, wonach die Pollenkonzentration zwar zunächst mit der Entfernung rasch abnimmt, danach jedoch ein Bereich mit sehr viel langsamer abfallenden Konzentrationen folgt. Auch wenn Mantelsaaten die Auskreuzung in Nachbarbestände eventuell zu reduzieren vermögen, sind sie nicht geeignet, Auskreuzung zu unterbinden, vor allem der Pollenferntransport lässt sich so nicht verhindern (Meier-Bethke & Schiemann 2003).

Gerade bei Freisetzungen von transgenen Pflanzen, deren ökologische und gesundheitliche Wirkungen noch nicht eingehend untersucht sind, ist es zwingend

geboten, jeglichen Eintrag in benachbarte Bestände zu verhindern. Der Eintrag von nicht für das Inverkehrbringen zugelassener Konstrukte in Maisbestände benachbarter Betriebe schließt deren Produkte von einer Vermarktung aus und führt zu erheblichem wirtschaftlichem und ideellem Schaden und ist deshalb nicht zulässig. Von einer Einkreuzung könnten nicht nur Landwirte, sondern auch Gärtner und Privatpersonen betroffen sein, da Zuckermais sowohl in Gartenbaubetrieben wie in Privatgärten angebaut wird. Nach deutschem Gentechnikrecht ist eine Distanz von mindestens 300 m zu biologisch bewirtschafteten Maisfeldern vorgeschrieben. Verschiedene EU-Mitgliedstaaten schreiben sogar deutlich größere Isolationsabstände zu GV-Mais vor, so verlangt beispielsweise Luxemburg einen Mindestabstand von 800 m.

Bienen sammeln auch Maispollen (Hofmann et al. 2008). Tragen Bienen Pollen von Maispflanzen mit nicht für das Inverkehrbringen zugelassenen Konstrukten in den Honig ein, ist dieser Honig nicht verkehrsfähig. Imker erleiden dadurch massiven wirtschaftlichen und ideellen Schaden und sehen sich genötigt, ihre Völker von derartigen Freisetzungsarealen abzuziehen, was von Imkerseite bereits angekündigt wurde. Fehlt die Bestäubungsleistung der Bienen, sind zahlreiche andere Kulturen (z. B. Raps, Obstbau, Garten- und Gemüsebau) von Minderertrag betroffen (Gallai et al. 2008). Dies gilt auch für Privatgärtner. Zudem sind erhebliche negative Effekte auf die Biodiversität zu erwarten, da sehr viele Pflanzen – sei es in Gärten, öffentlichem Grün oder in den verschiedensten Ökosystemen auf die Bestäubung durch Bienen angewiesen sind.

Hinreichende Vorkehrungen gegen eine Ausbreitung transgenen Materials durch Tiere wie etwa Kleinsäuger, Vögel und Wildschweine sind aus dem Antrag nicht ersichtlich. Dass Wildschweine gerne Mais fressen, hat sich an vielen Stellen gezeigt (Sebald & Hägler 2008). Nach milden Wintern tritt durchaus auch in Mitteleuropa Durchwuchsmais auf. Von Tieren verschleppte Körner könnten so auch in benachbarten Agrarflächen zum Durchwuchs führen.

Zudem wurden transgene epsps Gensequenzen aus GV-Maispflanzen in verschiedenen Bodenorganismen (Mikro- und Makroarthropoden, Nematoden und Regenwürmer) nachgewiesen (Hart et al. 2009). Transgene DNA aus GV-Pflanzen persistiert demnach in Bodenorganismen und wird in der Nahrungskette nicht signifikant abgebaut. Im Darmsystem der Bodenfauna ergeben sich somit Möglichkeiten für einen horizontalen Gentransfer auf native Bodenbakterien, ohne dass die daraus abzuleitenden langfristigen Effekte bekannt wären.

## 2. Herbizidresistenz führt zu erhöhtem Herbizideinsatz

Die transgenen Maislinien MON00603-6 und DP098140-6 sowie die Kreuzungsprodukte DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7, DP098140-6xDAS01507-1, DP098140-6xDAS59122-7 weisen infolge der Übertragung der Gene cp4epsps und gat4621 eine Resistenz gegen Glyphosat-haltige Breitbandherbizide auf, als deren wichtigster Vertreter das Monsanto-Produkt Roundup mit dem weltweit höchsten Marktanteil gelten kann. Die gleichzeitige Übertragung des modifizierten zm-hra Gens in die Linie DP098140-6 führt zusätzlich zu einer Resistenz gegen Herbizide, die die pflanzliche Acetolactatsynthase (ALS) hemmen. In den beantragten Freisetzungsversuchen sollen zulassungsrelevante Daten zur Wirkung dieser Herbizide und zur Nährstoffzusammensetzung und Proteinexpression der transgenen Maislinie erhoben werden. Eine Anwendung dieser Herbizide ist folglich vorgesehen.

Außerdem tragen die Linien DAS59122-7 und DAS1507-1 sowie sämtliche Kreuzungsprodukte 59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7, DP098140-6xDAS01507-1, DP098140-6xDAS59122-7, DAS01507-1xDAS59122-7 das pat-Gen, das eine Resistenz gegen den Wirkstoff Glufosinat vermittelt, der ebenfalls als Breitbandherbizid wirkt. Glufosinat steht aber aufgrund seiner humantoxischen Wirkung auf der Liste der in der EU nicht mehr neu zuzulassenden herbiziden Wirkstoffe. Dass Pflanzen freigesetzt werden sollen, die eine Resistenz gegen ein in der EU künftig verbotenes Herbizid tragen, ist nicht zu rechtfertigen. Da das PAT Protein in wirksamen Mengen gebildet wird, ist eine Behandlung mit Glufosinat möglich. Zudem beziehen sich die im Antrag genannten agronomischen Daten der Linien DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6 und DAS01507-1xMON00603-6 explizit auf die Behandlung mit Glyphosat gefolgt von Glufosinat.

Ein Teil der zur Freisetzung beantragten transgenen Maispflanzen besitzt demzufolge Resistenzen gegen 3 herbizide Wirkstoffklassen. Laut Pioneer HiBred sind von der beantragten Freisetzung der herbizid- und insektenresistenten Maislinien keine direkten und indirekten Wechselwirkungen mit sofortiger oder späterer Auswirkung auf Nichtzielorganismen zu erwarten. Doch die Nutzung herbizidresistenter Kulturpflanzen ist notwendigerweise mit dem breiten Einsatz der entsprechenden Herbizide verknüpft. Intensiver Herbizideinsatz führt aber bekanntermaßen zur raschen Entwicklung herbizidresistenter Unkraut-Biotypen, denen in der Regel mit dem vermehrten Einsatz des gleichen Wirkstoffs oder weiterer Herbizide begegnet wird. So werden weltweit inzwischen 346 verschiedene Unkraut-Biotypen auf über 330 000 Feldern gezählt, die Resistenzen gegen einen oder mehrere herbizide Wirkstoffe tragen ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)). Bezeichnenderweise sind die weitaus meisten Unkraut-Biotypen gegen ALS-Inhibitoren resistent, mit 108 Arten (14 davon auch in Europa) macht diese Gruppe allein über 30 % aller resistenten Unkraut-Biotypen aus. Neben der Resistenz gegen ALS-Inhibitoren tragen sie nicht selten weitere Resistenzen, so tritt in Deutschland ein Biotyp des Grases *Alepocurus myosuroides* auf, der insgesamt gegen 4 Herbizide resistent ist.

Die u. a. im Antrag als an den verschiedenen Standorten dominierend genannten Wildkrautarten Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris*), Kamille (*Matricaria spec.*), Vogelmiere (*Stellaria media*), Windhalm (*Apera spica-venti*), Knötericharten (*Polygonum spec.*), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*), Fuchsschwanz (*Amaranthus retroflexus*) und Trespe (*Bromus tectorum*) sind allesamt Arten, in denen ALS-Inhibitor-Resistenz bereits aufgetreten ist. Für die Arten *S. media*, *A. retroflexus*, *E. crus-galli* und *A. spica-venti* sind resistente Biotypen in verschiedenen europäischen Ländern nachgewiesen, resistente Kamille- und Windhalm-Biotypen wurden auch für Deutschland beschrieben ([weedscience.org](http://weedscience.org)). Diese resistenten Biotypen finden sich auf bis zu 50 Standorten mit einer Fläche bis zu 450 ha.

In Ländern mit breitem Glyphosat-Einsatz haben sich innerhalb weniger Jahre Glyphosat-resistente Wildkrautarten etabliert, die zu großen Problemen und höheren Kosten in der Unkrautkontrolle führen (Benbrook 2009). Von mindestens 17 Arten sind zahlreiche Glyphosat-resistente Biotypen beschrieben ([weedscience.org](http://weedscience.org)). Mehr als 10 Biotypen weisen neben der Glyphosat-Resistenz auch eine Resistenz gegen ALS-Inhibitoren auf, u.a. Verwandte des Fuchsschwanz (*A. palmeri*, *A. rudis*). Die Resistenzmechanismen und Anpassungsstrategien der Wildkräuter an den Herbizideinsatz sind sehr divers (Powles 2008). So wurden höhe-

re EPSPS mRNA Niveaus, geringere Empfindlichkeit des Zielenzym EPSPS und veränderter Transport von Glyphosat in resistenten Pflanzen beschrieben. In besonders schwer zu bekämpfenden Glyphosat-resistenten Biotypen der Fuchschwanz-Art *Amaranthus palmeri* wiesen Gaines et al. (2010) sogar umfangreiche Amplifikationen des *epsps* Gens nach. Der Anbau herbizidresistenter Pflanzen führt somit unweigerlich zur Ausbreitung entsprechend resistenter Pflanzen und zur Verschiebung der Wildkrautpopulationen hin zu weniger sensitiven Arten (Owen 2008).

Mit dem massiven Auftreten herbizidresistenter Unkräuter ist das Konzept Herbizidresistenz allgemein und das der Doppelresistenz gegen die genannten Herbizide im Besonderen bereits jetzt zum Scheitern verurteilt. Denn die Versprechungen, mit dieser Technik würden weniger Pestizide eingesetzt, der Anbau von HR-Pflanzen sei folglich umweltverträglich, haben sich längst als PR-Maßnahme entpuppt. So wird der Herbizideinsatz durch den Anbau von Roundup-resistenten (RR) Pflanzen erheblich gesteigert, Daten aus den wichtigsten Anbauländern von RR-Pflanzen, USA und Argentinien, belegen dies klar (Benbrook 2004, 2005). Seit 1996 wurden in den USA infolge des Anbaus von HR-Pflanzen insgesamt ca. 170 000 t Herbizide mehr verbraucht, nicht zuletzt bedingt durch die massive Ausbreitung Glyphosat-resistenter Wildpflanzen (Benbrook 2009). Zur Bekämpfung der in Argentinien vermehrt vorkommenden Glyphosat-resistenten wilden Mohrenhirse (*Sorghum halepense*) könnten zusätzliche 25 000 t Herbizide/Jahr eingesetzt werden (Romig 2007).

### 3. Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit und der Biodiversität durch Herbizide

Glyphosat bzw. Roundup wird gerne als besonders umweltverträgliches Herbizid dargestellt, das rasch abgebaut werde und für Bodenleben und Nichtzielorganismen nicht schädlich sei. Das dänische Pestizidmonitoring-Programm belegte jedoch, dass Glyphosat und sein Hauptabbauprodukt Aminomethyl-phosphonsäure (AMPA) aus der Wurzelzone lehmiger Böden in Konzentrationen ausgewaschen werden, die den zulässigen EU-Trinkwasser-Wert von 0,1 µg/l überschreiten: im Bodenwasser lehmiger Böden in Dänemark wurden Maximalwerte von 31 µg/l Glyphosat und 1,6 µg/l AMPA gefunden (Kjaer et al. 2007). Laut WHO (2005) finden sich in den USA in Flusswasser bis zu 1.237 µg/l Glyphosat and 10 µg/l AMPA . Zudem zeigen die in Herbiziden verwendeten Formulierungsmittel eine eigenständige Toxizität (Cox & Sorgan 2006), insbesondere für Wasserlebewesen (Relyea 2005a).

Nicht-Zielpflanzen, etwa benachbarte Kulturpflanzen, können ebenfalls betroffen sein. Glyphosat ist ein Komplexbildner, der Spurenelemente im Boden sehr leicht bindet und deren Transport von den Wurzeln bis in die Pflanzensprosse fast völlig unterbindet (Strautman 2007, Hobom 2007). Simulierte Glyphosat-Spraydrift führte bei nicht-resistenten Sojabohnen zu signifikanter Reduktion von Trocken- und Samengewicht, Chlorophyllgehalt und Ca, Mg, und Mn-Gehalt (Cakmak et al. 2009). Eine Unterversorgung der Pflanzen mit Mikronährstoffen wie Mangan resultiert in Ertragsrückgängen und erhöhter Anfälligkeit gegen Krankheiten. So wurde in Brasilien ein Zusammenhang zwischen der Glyphosat-Behandlung von Sojabohnen und dem Ertragsrückgang in den Folgejahren hergestellt. Glyphosat-behandelte Pflanzen scheiden Glyphosat über die Wurzeln aus (Kremer et al. 2005, Neumann et al. 2006). In welchem Umfang dies auch für die transgenen Maispflanzen gilt, wurde im Antrag nicht erörtert, auch nicht, ob die transgenen Maispflanzen eine veränderte Ausscheidung löslicher Stoffe zeigen, wie dies von

Kremer et al. (2005) für RR-Sojabohnen berichtet wurde. Transgenes Pflanzenmaterial soll in den Boden eingearbeitet werden, was zum Eintrag weiterer Herbizidrückstände in den Boden führt.

Wurzelausscheidungen Glyphosat-behandelter RR-Sojabohnen befördern das Wachstum verschiedener Fusariumstämme signifikant. In ihrer 10-jährigen Studie an RR-Mais beobachteten Kremer & Means (2009), dass unter Glyphosat-Behandlung die Fusarium-Kolonisierung der Wurzeln drei- bis zehnmal höher war als in nicht-behandelten oder mit konventionellen Herbiziden behandeltem Mais. Auch bei Weizen und Gerste wurden nach Glyphosat-Behandlung in den Folgemonaten/-jahren verschiedene Fusarienarten vermehrt beobachtet (Fernandez et al. 2005, 2007a,b, 2009). Das Auftreten bestimmter pilzlicher und bakterieller Pflanzenkrankheiten wird von Johal und Huber (2009) mit der breiten Glyphosat-Applikation in Verbindung gebracht.

EPSPS, das Zielenzym von Glyphosat, ist auch bei Mikroorganismen essentiell für die Biosynthese der aromatischen Aminosäuren. Dass Glyphosat für viele in der Rhizosphäre lebenden Organismen toxisch ist (Strautman 2007), ist deshalb nicht verwunderlich. Daten, wie weit die Mikroorganismenflora in Böden, Gewässern und im Magen-Darmtrakt von Tieren in ihrer Aktivität durch Glyphosat-Applikation bzw. -rückstände betroffen ist, wurden im Antrag jedoch nicht vorgelegt. Samen können als Senke für Glyphosat in Pflanzen dienen (Duke et al. 2003), wie weit dies zu erhöhten Glyphosat-Rückständen in Maiskörnern führt, ist gleichfalls nicht dargestellt.

Roundup ist zudem toxisch für zahlreiche terrestrische und aquatische Tierarten, insbesondere für Amphibien (Giesy et al. 2000, Labes et al. 1999, Relyea 2005a-c, Williams & Semlitsch 2009). ALS-Inhibitoren sind ebenfalls toxisch für Nichtziel-Organismen, teilweise bereits bei extrem geringen Konzentrationen (Nystrom et al. 1999). Auf sich synergistisch möglicherweise verstärkende toxische Effekte infolge der Anwendung beider Herbizide wurde in den Anträgen nicht eingegangen.

Die Landwirtschaft ist in erheblichem Maße mit verantwortlich am weltweit zu beobachtenden Verlust an Biodiversität (Geiger et al. 2010). Pestizide, darunter Herbizide, wirken sich besonders negativ aus. Die Beseitigung der Wildkrautflora durch Herbizide nimmt der auf sie angewiesenen Tierwelt Nahrung und Lebensraum und reduziert ihre Überlebenschancen. Dies wirkt sich notwendigerweise als „Laufmascheneffekt“ auf Tiere aus, die in der Nahrungskette höher stehen. Dieser Effekt wird im Herbizidresistenz-System verstärkt (Heard et al. 2005). Zusätzlich spielt die Beikrautflora eine wichtige Rolle bei der Bekämpfung von Erosion und Schädlingen, da sie die Bodenkrume festhält, Nützlingen Nahrung und Unterschlupf bietet und für Schädlinge eine alternative Nahrungsquelle sein kann (Norris 2005).

Die in mehrjährigen Untersuchungen an herbizidresistenten Pflanzen in England (Farm Scale Evaluations FSE) gewonnenen Daten belegen, dass die Nutzung herbizidresistenter Pflanzen Zahl und Vielfalt von Invertebraten erheblich reduziert (Heard et al. 2005). Negative Effekte auf die von Insekten und anderen Invertebraten lebenden Tiere wie Säuger und Vögel sind zu erwarten. Durch Spraydrift werden auch nicht-agrarische Ökosysteme wie etwa Flora-Fauna-Habitat (FFH)- und Vogelschutzgebiete beeinflusst.

Da ein Eintrag der Herbizide Glyphosat und ALS-Inhibitoren in geschützte Flächen keineswegs ausgeschlossen ist, ist die mögliche Beeinträchtigung der Schutzziele

benachbarter Areale zu überprüfen. Lapidar festzustellen, die Freisetzung der transgenen Maissorten „führt zu vernachlässigbaren sofortigen bzw. später auftretenden Auswirkungen der direkten und indirekten Wechselwirkungen dieser gentechnisch veränderten Maissorten mit Nichtzielorganismen“, entspricht nicht einer umfassenden Risikobewertung. Auch sind die anerkannten Naturschutzverbände zu beteiligen, sobald eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzziele möglich ist. Schließlich ist der Überwachungsplan unzureichend, da er sich im Wesentlichen auf visuelle Feststellungen beschränkt, systematische Untersuchungen zumindest der Bodenorganismen und Arthropodengesellschaften sind offenbar nicht vorgesehen.

#### 4. Effekte der Insektenresistenz

In den Elternlinien DAS59122-7 und DAS01507-1 sowie in den Kreuzungsprodukten DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7, DP098140-6xDAS01507-1, DP098140-6xDAS59122-7, DAS01507-1xDAS59122-7 werden die cry gene cry34Ab1 und cry35Ab1 (DAS59122-7) bzw. cry1F (DAS1507-1) exprimiert, die eine Resistenz gegen den Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) bzw. gegen den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und *Sesamia*-Arten erzeugen sollen.

Allgemein anerkannt ist, dass starker Selektionsdruck, ausgeübt durch die Expression insekten-toxischer Proteine, die Evolution von Resistenzen auf Seiten der Schadinsekten befördert. Um die Resistenz-Entwicklung zu verlangsamen, wurden vielfach Insekten-Resistenzmanagement (IRM)-Systeme vorgeschrieben. Doch trotz dieser Maßnahmen wurden in den USA innerhalb weniger Jahre des Anbaus von Bt-Nutzpflanzen die ersten gegen Cry-Toxine resistenten Insekten im Feld beobachtet: sowohl in Baumwoll- als auch Maisflächen wurden gegen Cry1Ac resistente *Helicoverpa zea* gefunden, die, verglichen mit empfindlichen Insekten, mehr als hundertmal höhere Cry1Ac Toxingehalte (Resistance Ratio >100) tolerierten (Tabashnik et al. 2008a,b). Auch gegen das in der Elternlinie DAS1507-1 gebildete Cry1F Toxin können sich Resistenzen entwickeln: Mit Cry1F Mais gefütterte Maiszünsler (*O. nubilalis*) zeigten nach 35 Generationen eine mehr als 3000fach erhöhte Resistenz gegen dieses Toxin (Pereira et al. 2007). Bei verbreitetem Anbau von Maislinien, die die gegen den Maiswurzelbohrer gerichteten Cry34Ab und Cry35Ab Toxine produzieren, ist ebenfalls mit Resistenzen auf Seiten der Target-Insekten zu rechnen. Die langfristige Wirkung etwaiger IRM-Systeme ist deshalb mehr als fragwürdig.

Inzwischen gibt es zahlreiche Arbeiten, die belegen, dass verschiedene Arten von Nicht-Zielorganismen empfindlich auf in transgenen Pflanzen gebildete Cry Toxine reagieren. Diese Toxine wirken demnach nicht selektiv auf Zielorganismen, sondern gefährden auch Nicht-Zielorganismen und werden in der Nahrungskette, etwa an Nützlinge, weitergegeben. Beispielsweise analysierten Lövei et al. (2009) 80 publizierte peer-reviewed Laborstudien zu Auswirkungen transgener insekten-resistenter Pflanzen auf Arthropoden-Nützlinge; dabei fanden sie negative Effekte signifikant häufiger als positive. Ihrer Ansicht nach ist der - auch in den Anträgen gezogene - Schluss, Bt-Pflanzen würden keinen Schaden erzeugen (have no harm to natural enemies), extrem verallgemeinernd und voreilig sei (overgeneralized and premature). Die postulierte Selektivität der in transgenen Pflanzen exprimierten Cry Toxine für die jeweiligen Zielorganismen ist anzuzweifeln, da diverse (äußere) Faktoren und Synergismen die Selektivität und Wirkung der Bt-Toxine beeinflussen (Then 2009). Zudem gibt der Antragsteller zu, dass die ge-

naue Wirkungsweise der Cry34Ab und Cry35Ab Toxine nicht geklärt ist. Erschwerend kommt hinzu, dass die Expressionsstärken der Cry Toxine in den verschiedenen Pflanzenorganen erheblich schwanken, sodass Nicht-Zielorganismen sehr unterschiedlichen Mengen an Bt-Toxinen ausgesetzt sein können. So weicht die Relation der beiden Toxine Cry34Ab und Cry35Ab in den verschiedenen Pflanzenteilen beispielsweise stark von dem laut Antrag getesteten 1:1 Verhältnis ab, auch sind die Standardabweichungen teilweise sogar höher als die Mittelwerte. Zudem bildet die DAS59122-7 Maislinie vergleichsweise hohe Cry34Ab1 Mengen im Pollen. Nicht dargestellt wurde, ob sich die Bt-Toxin-Expression auch in den verschiedenen Blattbereichen unterscheidet, wie für die MON810 Maislinie berichtet (Szekacs et al. 2010).

Bt-Toxine aus transgenen Pflanzen werden über verschiedene Pfade in Böden und Gewässer eingetragen, wo sie länger persistieren können: aktive Ausscheidung über die Wurzeln, Ausbreitung von Pollen über große Distanzen (bis zu 2 km und mehr) und Einarbeitung oder Verbreitung von absterbendem Pflanzenmaterial spielen dabei eine wichtige Rolle (Saxena et al. 2002, Rosi-Marshall et al. 2007, BVL 2009). Potentiell betroffene Bodenorganismen sind nicht nur Arthropoden, sondern u. U. auch andere Bodenorganismen wie Mycorrhizapilze, die für die Bodenfruchtbarkeit und pflanzliche Ernährung von Bedeutung sind (Turrini et al. 2008). Gefährdet sind insbesondere Schmetterlinge, da sie empfindlich auf das gegen den Maiszünsler wirkende Cr1F Bt-Toxin reagieren und über Toxin-haltigen Pollen damit konfrontiert werden können. Besonders problematisch ist, dass die Maislinie DAS1507-1 mit 22.4 ng/mg außergewöhnlich große Mengen an Cry1F Toxin im Pollen bildet. Dabei wurde für Cry1Ab-exprimierende Maislinien gezeigt, dass selbst bei wesentlich geringeren Toxinmengen im Pollen mit negativen Effekten auf Schmetterlinge zu rechnen ist.

Aussagen über die Auswirkungen der transgenen Maislinien auf Arten europäischer Ökosysteme sind aus den in den Anträgen zitierten Arbeiten nur bedingt abzuleiten, da die Untersuchungen vorzugsweise in den USA an dort verfügbaren Arten durchgeführt wurden. Als potentiell von den Cry34Ab1/Cry35Ab1 und Cry1F-Toxinen betroffene Nicht-Zielorganismen werden Untersuchungen an einzelnen Arten von Nicht-Vertebraten wie Florfliege (*Chrysoperla carnea*), Käfer (*Hypodamia convergens*, *Coleomegilla maculata*, *Poecilus foetida*), Parasitoid (*Nasonia vitripennis*), Honigbiene (*Apis mellifera* L.), Schmetterling (*Danaus plexippus*), Regenwurm (*Eisenia foetida*), Collembole (*Folsomia candida*) und Daphnie (*Daphnia magna*) genannt. Der Monarchfalter *Danaus plexippus* kommt aber in Europa nicht vor, ähnliches dürfte auch für die Marienkäfer *Hypodamia convergens*, *Coleomegilla maculata* gelten. Studien mit europäischen Schmetterlings- oder Marienkäferarten scheinen nicht durchgeführt worden zu sein. Auch fehlen Studien zu zahlreichen anderen potentiell betroffenen Arten.

Dass die Empfindlichkeit gegen Cry Toxine aber artspezifisch schwanken kann, wurde bereits früher dokumentiert (Felke & Langenbruch 2005, Lang et al. 2005). Lediglich anzunehmen, die Freisetzung der genannten Maislinien resultiere „in einer vernachlässigbaren unmittelbaren und/oder verzögerten Auswirkung auf die Umwelt, die sich aus direkten und indirekten Wechselwirkungen dieser Sorten mit Nicht-Zielorganismen ergibt“, entspricht keinesfalls sorgfältigem wissenschaftlichem Vorgehen.

Die in Annex 3 zitierten Daten zu Cry34Ab1/Cry35Ab1-Toxizitätsstudien an Nicht-Zielorganismen sind samt und sonders nicht öffentlich zugänglich, da sie in der Literaturliste als „unpublished technical report“ gekennzeichnet sind. Ähnliches gilt für Cry1F-Toxizitätsstudien, nur eine einzige Arbeit ist publiziert (Hell-

mich et al. 2001), alle anderen Untersuchungen wurden Firmen-intern oder im Auftrag durchgeführt. Eine unabhängige wissenschaftliche Bewertung der Aussagen ist so nicht möglich. Zudem scheinen in der Regel bakteriell produzierte Bt-Toxine verabreicht worden zu sein, und nicht das Toxin-bildende Pflanzenmaterial. Etwaige durch die gentechnische Veränderung bedingte Positionseffekte und/oder pleiotrope Effekte können so nicht erfasst werden.

Verschärfend kommt hinzu, dass Biotech-Unternehmen, darunter Pioneer, offenbar Wissenschaftler, die unabhängig ökologische Effekte transgener Pflanzen untersuchen wollen, systematisch behindern (Waltz 2009). Beliebte Verfahren sind offenbar, das für Studien notwendige Untersuchungsmaterial unter Verweis auf den Patentschutz nicht herauszugeben, das Studiendesign zu kontrollieren, nur „agronomische Studien“ (und keine zu ökologischen Effekten) zu erlauben und Publikationen zu beschränken. Speziell im Fall einer Cry34Ab1/Cry35Ab1-Toxine bildenden Pioneer-Maislinie berichtet Waltz (2009), dass in von Uni-Wissenschaftlern durchgeführten Tests fast 100 % der mit dem transgenen Mais gefütterten Marienkäfer nach dem 8. Tag ihres Lebenszyklus starben – die Daten jedoch nicht veröffentlicht werden durften. Die zwei Jahre später in den USA erfolgte Zulassung der die gleichen Toxine exprimierenden Maislinie basierte offenbar auf Marienkäfer-Studien mit gereinigten Toxinen, die nur bis zum 7. Tag des Lebenszyklus verabreicht wurden bzw. auf Studien mit anders zubereitetem Futter. Dem anonymen von Waltz zitierten Wissenschaftler zufolge waren diese von Pioneer durchgeführten Studien fehlerhaft, durften aber von unabhängiger Seite nicht wiederholt werden.

Die vom Antragsteller Pioneer vorgelegten Unterlagen sind daher nicht geeignet, die Sicherheit der zur Freisetzung beantragten Maislinien und ihre Unschädlichkeit für Nichtzielorganismen der betroffenen Ökosysteme zu belegen. Die Freisetzungsanträge sind deshalb abzulehnen.

## 5. Additive oder synergistische Effekte der bis zu sieben Transgene

Nicht näher untersucht werden eventuell auftretende additive oder gar synergistische Effekte der verschiedenen Transgene, von denen in einzelnen Kreuzungsprodukten bis zu sieben vorhanden sind. Dass die Expression von Genen sehr wohl vom genetischen Umfeld abhängig ist, dürfte inzwischen Allgemeingut sein. Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Transgenen, die deren Expression bzw. u. U. sogar die anderer Gene beeinflussen, sind nicht a-priori auszuschließen (Herzog 2007). Dass die Bt-Toxingehalte in Kreuzungsprodukten höher sein können als in den transgenen Elternlinien, zeigte sich am Beispiel der MON863xMON810 Maislinie (Herzog 2007). Zudem sind Wechselwirkungen zwischen Bt-Toxinen und herbiziden Wirkstoffen nicht ausgeschlossen (Accinelli et al. 2004). Behandlung mit Glyphosat erhöht die Krankheitsanfälligkeit der Pflanzen, da das Herbizid die Aufnahme von Mikronährstoffen und die Bildung von Abwehrstoffen behindert (Johal & Huber (2009). Da das Herbizid auch in den zu Ligninen führenden Stoffwechsel eingreift, ist nicht ausgeschlossen, dass der Ligningehalt der Maislinien verändert ist. Es ist außerdem davon auszugehen, dass die vielfach belegten negativen Effekte auf die Biodiversität, die mit dem Einsatz herbizidresistenter Pflanzen und der entsprechenden Herbizide in Verbindung stehen, durch die toxischen Wirkungen der Bt-Proteine verstärkt, wenn nicht potenziert werden. Der Antragsteller hat keine umfassenden, öffentlich zugänglichen Untersuchungen vorgelegt, die diesen Verdacht entkräften würden.

## 6. Alternativen zu Bt-Pflanzen sind vorhanden

Maisanbau ist sehr wohl ohne den Einsatz der Insekten- und Herbizidresistenz möglich. So existieren erprobte Verfahren der guten fachlichen Praxis (insbesondere Fruchtfolge, Häckseln und Unterpflügen der Maisstoppeln, Maiszünsler-Monitoring, Nützlinge), um einen wirtschaftlichen Schaden durch einen Maiszünslerbefall zu minimieren, ohne die mit dem Einsatz transgener Maispflanzen einhergehenden ökologischen, gesundheitlichen und wirtschaftlichen Risiken einzugehen. Weite Fruchtfolgen im Maisanbau sind nicht zuletzt aus Gründen des Umwelt- und Klimaschutzes erforderlich ([http://www.fr-online.de/in\\_und\\_ausland/wirtschaft/debatte\\_energie\\_der\\_zukunft/2277106\\_Energie-pflanzen-Mais-Mais-und-noch-mal-Mais.html](http://www.fr-online.de/in_und_ausland/wirtschaft/debatte_energie_der_zukunft/2277106_Energie-pflanzen-Mais-Mais-und-noch-mal-Mais.html)). Zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers, der in den Freisetzungsregionen bislang nicht beschrieben ist, sind weite Fruchtfolgen ebenfalls sehr effektiv (Beispiel Schweiz, Bertossa et al. 2009). Auch wurden inzwischen gegen den Maiswurzelbohrer resistente Sorten entwickelt (<http://www.agrarheute.com/index.php?redid=188254>).

## 7. Mögliche gesundheitliche Effekte

Die gentechnische Veränderung mittels Agrobacterium-vermittelter oder Partikelkanonenbeschuss-Transformation führt zu Transgen-Integrationen nach dem Zufallsprinzip. Positions- und pleiotrope Effekte, die über die eigentlich beabsichtigten Eigenschaftsveränderungen hinaus zu unerwarteten Wirkungen führen, sind häufige Begleiterscheinungen derartiger Transformationen. Diese können das Umweltverhalten der GVO aber auch ihre mögliche gesundheitliche Wirkung betreffen. Dass GVO sich von den nicht-GVO mit vergleichbarem genetischem Hintergrund unterscheiden, zeigt sich beispielsweise in den (gemittelten) agronomischen Daten der Linien DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xDAS59122-7 und DAS59122-7 oder in den statistisch signifikanten Unterschieden in einer Reihe von Inhaltsstoffen der Linie DAS1507-1. Zudem schwankt die Expression der Transgene erheblich. Dies gilt nicht nur für die Cry Proteine, sondern auch für die Proteine PAT, ZMHRA, GAT und CP4 EPSPS.

Insbesondere die Linie DAS01507-1 zeigt ein sehr komplexes Integrationsgeschehen mit überflüssigen DNA-Sequenzen in erheblichem Umfang. So sind neben vollständigen auch mehrere partielle Kopien der cry1F und pat Gene sowie verschiedener Regulationselemente vorhanden. Auch MON00603-6 enthält offenbar unerwartete zusätzliche Sequenzen, darunter sogar solche mit Homologie zur Chloroplasten-DNA. Der möglichen Rolle unerwarteter offener Leserahmen und Transkripte in den Ausgangslinien und Kreuzungsprodukten wird nicht detailliert nachgegangen.

Die Angaben in den Anträgen zu möglichen gesundheitlichen Effekten beruhen in hohem Maße auf nicht-veröffentlichten Daten (unpublished technical report). Viele der Argumente und Schlussfolgerungen lassen sich somit von unabhängigen Wissenschaftlern nicht überprüfen. So fehlen nähere Daten über die Integrationsorte und die durchgeführten Tierversuche. Auch ist nicht dargestellt, in welcher Weise das in die Linie DPO98140-6 übertragene Mais-Acetolaktatsynthase-Gen modifiziert wurde. Dieses Vorgehen nimmt der Öffentlichkeit die Möglichkeit, sich eigenständig ein Bild über die gentechnisch veränderten Maislinien und deren potentielle Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie die Umwelt zu machen

Das zur Modifikation des Glyphosat-N-Acetyltransferase-Gens (gat4621) eingesetzte gene-shuffling-Verfahren führt möglicherweise zu Proteinvarianten mit unerwarteter Toxizität und Allergenität oder veränderter Enzymaktivität, was die Fähigkeit des GAT-Enzyms, Aminosäuren zu acetylieren und zu erhöhtem Anteil an N-acetylierten Aminosäuren zu führen, zusätzlich beeinflussen könnte. Auch die Produkte eng verwandter Gene können durchaus unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, erst recht, wenn sie in anderen Organismen exprimiert werden (Prescott et al. 2005).

Studien zur akuten Toxizität mit vergleichsweise wenigen Tieren über maximal 90 Tage erlauben keine Aussagen zu chronischen Effekten. Ob und wie weit Effekte auf das Immunsystem untersucht wurden, ist unklar. Dass ein mit bioinformatischen Methoden durchgeführter Vergleich mit bekannten Proteinen nicht hinreichend ist, um eine Allergenität oder Toxizität auszuschließen, wurde von Spök et al. (2003a,b) umfassend dargestellt. Der Antragsteller verweist beispielsweise darauf, dass keine 8-Aminosäuren-Übereinstimmungen mit Allergenen gefunden wurden, jedoch können auch kleinere Epitope durchaus allergen wirken. Die Arbeit von Prescott et al. (2005) zeigt, wie als harmlos bekannte Proteine nach Expression in einer anderen Pflanzenart unerwartet immunogene Eigenschaften ausprägen können.

Werden Fütterungsversuche mit mikrobiell produzierten Proteinen durchgeführt, sind sie nicht unbedingt aussagefähig, da die in den Pflanzen gebildeten Proteine den aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen gewonnenen Proteinen nicht entsprechen müssen. Zudem können durch die gentechnische Veränderung bedingte Positionseffekte und pleiotrope Effekte den pflanzlichen Stoffwechsel beeinflussen und so zu veränderter Wirkung der transgenen Pflanzen samt ihrer neu vorhandenen Proteine führen (Wilson et al. 2004). Auch ist nicht immer klar, wie weit Fütterungsversuche mit herbizidbehandelten Pflanzen durchgeführt wurden.

Auf etwaige Effekte der Behandlung mit Glyphosat und ALS-Inhibitoren wird nicht näher eingegangen. Entsprechende Rückstandsuntersuchungen fehlen. Die Bildung des ebenfalls toxischen Glyphosat-Hauptmetaboliten AMPA (Aminomethylphosphonsäure) in transgenen Pflanzen wird nicht erwähnt. Dabei häufen sich die Studienergebnisse, wonach Glyphosat, AMPA und das sehr häufig verwendete Formulierungsmittel Tallowamin POEA für menschliche Zellen toxisch sind. Vermehrt wurden Chromosomen-Aberrationen (Monroy et al. 2005), Schädigung von Mitochondrien und Zellmembranen, Nekrose und DNA-Fragmentierung beobachtet (Benachour et al. 2007, Benachour & Seralini 2009). Zusätzlich wurden anti-östrogene und anti-androgene Effekte beschrieben, die zu endokrinen Störungen führen können (Gasnier et al. 2009).

Wie weit acetyliertes Glyphosat in den transgenen Pflanzen angereichert wird und sich nach Aufnahme in Mensch und Tier anreichern könnte, wird im Antrag nicht dargestellt. Belege für eine Nicht-Toxizität von acetyliertem Glyphosat finden sich nicht. Zudem wird die Möglichkeit einer De-Acetylierung von Glyphosat in Tieren nicht angesprochen.

In den Elternlinien DAS59122-7, DAS01507-1, MON00603-6 sowie DPO98140-6 wurden Sequenzen aus dem Cauliflower Mosaic Virus (CaMV) verwendet, darunter der zwar „beliebte“, aber extrem umstrittene (Cummins et al. 2000) konstitutive 35S Promotor sowie Enhancer-Sequenzen. Damit enthalten die Kreuzungsprodukte sogar mehrere dieser Sequenzen, die ob ihrer Rekombinati-

onsfreudigkeit u.U. auch zu unerwünschter Rekombination von DNA-Sequenzen führen können. Dieser Promotor ist darüber hinaus nicht nur in Pflanzen, sondern auch in Bakterien, Pilzen und in menschlichen Zellen aktiv (Myhre et al. 2006).

**Fazit:**

Der Antragsteller argumentiert zwar, die Wahrscheinlichkeit, dass die beantragte Freisetzung der Maislinien DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7, DP098140-6xDAS01507-1, DP098140-6xDAS59122-7, DAS01507-1xDAS59122-7 und deren Elternlinien DAS59122-7, DAS01507-1, MON00603-6 sowie DP098140-6 ein signifikantes Risiko für Mensch, Tieren oder Nichtzielorganismen darstelle, sei vernachlässigbar gering, belegt diese Aussage aber unzulänglich.

Eine auf transgene herbizid- und insektenresistente Pflanzen bauende Landwirtschaft ist nicht nachhaltig, sie gefährdet die Biodiversität, die Bodenfruchtbarkeit und die Gesundheit von Mensch und Tier sowie die gentechnikfreie Produktion. Sie führt obendrein zu massiv erhöhtem Herbizideinsatz. Die Bundesrepublik Deutschland hat sich zum Schutz der Biodiversität verpflichtet, nimmt sie diese Verpflichtung ernst, darf der Anbau insekten- und herbizidresistenter Pflanzen in Deutschland nicht genehmigt werden. Freisetzungsversuche mit derartigen Pflanzen liegen daher nicht im öffentlichen Interesse.

Die beantragte Freisetzung der Maislinien DAS59122-7xDAS01507-1xMON00603-6, DAS01507-1xMON00603-6, DP098140-6xDAS01507-1xDAS59122-7, DP098140-6xDAS01507-1, DP098140-6xDAS59122-7, DAS01507-1xDAS59122-7 und deren Elternlinien DAS59122-7, DAS01507-1, MON00603-6 sowie DP098140-6 ist unserer Ansicht nach aus den genannten Gründen nicht genehmigungsfähig.

Mit freundlichen Grüßen

Richard Mergner  
Landesbeauftragter

## Referenzen

- Accinelli et al.** 2004. Influence of insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* on the degradation of glyphosate and glufosinate-ammonium in soil samples. *Agricult. Ecosyst. Environm.* 103, 497-507
- Benachour et al.** 2007. Time- and dose-dependent effects of Roundup on human embryonic and placental cells. *Arch Environ Contam Toxicol* 53: 126-133.
- Benachour & Séralini** 2009. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chem Res Toxicol* 22: 97-105.
- Benbrook** 2009. The first thirteen years. [http://www.organic-center.org/science.pest.php?action=view&report\\_id=159](http://www.organic-center.org/science.pest.php?action=view&report_id=159).
- Benbrook** 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – problems facing soybean producers in Argentina. Technical paper number 8. [www.greenpeace.de/benbrook](http://www.greenpeace.de/benbrook).
- Benbrook** 2004. Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: The first nine years. Technical paper number 7. [www.biotech-info.net](http://www.biotech-info.net).
- Bertossa et al.** 2009. Die gute alte Fruchtfolge als Bekämpfungsmethode gegen den Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Band 1 des Tagungsbandes der 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009
- Brauner et al.** 2004. Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen. Ökoinstitut e.V. Freiburg.
- Brunet et al.** 2003. Evidence for long-range transport of viable maize pollen. [www.agrsci.dk/gmcc\\_03/abs\\_1htm#1](http://www.agrsci.dk/gmcc_03/abs_1htm#1).
- BVL** 2009. Bescheid zum Ruhen der Genehmigung zum Anbau der MON810 Maislinie. [http://www.bvl.bund.de/DE/08\\_\\_PresseInfothek/00\\_\\_doks\\_\\_downloads/mon\\_810\\_\\_bescheid,templateld=raw,property=publicationFile.pdf/mon\\_810\\_bescheid.pdf](http://www.bvl.bund.de/DE/08__PresseInfothek/00__doks__downloads/mon_810__bescheid,templateld=raw,property=publicationFile.pdf/mon_810_bescheid.pdf).
- Cakmak et al.** 2009. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. *Europ. J. Agronomy* 31: 114-119.
- Cox & Sorgan** 2006. Unidentified inert ingredients in pesticides: Implications for humans and environmental health. *Environmental Health Perspectives* 114: 1803-1806.
- Cummins et al.** 2000. Hazardous CaMV promoter? *Nature Biotechnology* 18, 363.
- Duke et al.** 2003. Isoflavone, glyphosate, and aminomethyl phosphonic acid levels in seeds of glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. *J. Agric. Food Chem.* 51, 340-344.
- Eastham & Sweet** 2002. Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Environmental issue report No. 28, European Environment Agency. [http://reports.eea.eu.int/environmental\\_issue\\_report\\_2002\\_28/en](http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_28/en).
- Eder** 2006. Bericht zum Erprobungsanbau mit gentechnisch verändertem Mais in Bayern 2005. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- Felke & Langenbruch** 2005. Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. *BfN-Skripten* 157.
- Fernandez et al.** 2009. Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian Prairies. *Europ. J. Agronomy* 31: 133-143.

- Fernandez** et al. 2007a. Impacts of crop production factors on Fusarium head blight in barley in eastern Saskatchewan. *Crop Science* 47, 1574-1584.
- Fernandez** et al. 2007b. Impacts of crop production factors on common root rot of barley in eastern Saskatchewan. *Crop Science* 47, 1585-1595.
- Fernandez** et al. 2005. Crop production factors associated with Fusarium head blight in spring wheat in eastern Saskatchewan. *Crop Science* 45, 1908-1916.
- Gaines** et al. 2010. Gene amplification confers glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *PNAS Early Edition* doi/10.1073/pnas.0906649107.
- Gallai** et al. 2008. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014.
- Gasnier** et al. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. doi: 10.1016/j-tox-2009.06.006.
- Geiger** et al. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* doi: 10.1016/j.baae.2009.12.001.
- Giesy** et al. 2000. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide. *Rev. Contam. Toxicol.* 167, 35-120.
- Girsch** et al. 2004. Die Produktion von Saatgut in abgegrenzten Erzeugungsprozessen zur Vermeidung einer Verunreinigung mit gentechnisch veränderten Organismen im Kontext mit der Koexistenz von konventioneller Landwirtschaft mit oder ohne GVO mit ökologischer Landwirtschaft. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien.
- Hart** et al. 2009. Detection of transgenic *cp4 epsps* genes in the soil food web. *Agron. Sustain. Dev.* 29 (2009) 497-501
- Heard** et al. 2005. Predicting longer-term changes in weed populations under GMHT crop management. *Weed Research* 45, 323-330.
- Henry** et al. 2003. Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity. Part I: Forage maize. [www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg\\_1.5.138.pdf](http://www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg_1.5.138.pdf).
- Herzog** 2007. Risk assessment of „stacked events“. *Forschungsberichte der Sektion IV, Band 2/2007*. Umweltbundesamt Wien.
- Hobom**, B. 2007. Gespritzt, gedopt, verkümmert. *FAZ* 164, N1.
- Hofmann** et al. 2008. GVO-Pollenmonitoring zum Bt-Maisanbau im Bereich des NSG/FFH-Schutzgebietes Ruhlsdorfer Bruch. *Umweltwiss Schadst Forsch* doi 10.1007/s12302-008-0016-2.
- Johal & Huber** 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *Europ. J. Agronomy* 31: 144-152.
- Kjaer** et al. 2009. The Danish pesticide leaching assessment programme. Monitoring results 1999-2006. [http://pesticidvarsling.dk/xpdf/vap-results-99-06\\_update.pdf](http://pesticidvarsling.dk/xpdf/vap-results-99-06_update.pdf).
- Kremer** et al. 2005. Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. *Int. J. of Analytical Environmental Chemistry* 85, 1165-1174.
- Kremer & Means** 2009. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *Europ. J. Agronomy* 31: 153-161.
- Labes** et al. 1999. Abschätzung der Einwirkungen gentechnisch veränderter Kulturpflanzen auf den Boden, vor allem auf die organische Bodensubstanz als Träger der Lebensraumfunktion. Umweltbundesamt Berlin, Texte 34/99.
- Lang** et al. 2005. Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- Lövei** et al. 2009. Transgenic insecticidal crops and natural enemies: A detailed review of laboratory studies. *Environ Entomol* 38, 293-306.

- Meier-Bethke & Schiemann** 2003. Effect of varying distances and intervening maize fields on outcrossing rates of transgenic maize. [www.agrsci.dk/gmcc\\_03/abs\\_1htm#1](http://www.agrsci.dk/gmcc_03/abs_1htm#1).
- Miller** 2006. Bericht zum Erprobungsanbau 2005. Sitzung der Landtagsausschüsse für Umwelt
- Monroy et al.** 2005. Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate. *Biomedica* 25: 335-345.
- Myhre et al.** 2006. The 35S plant virus promoter is active in human enterocyte-like cells. *Eur. Food Res. Technol.* 222, 185-193.
- Neumann et al.** 2006. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XX*: 963-969.
- Neuroth** 1997. Kompendium der für Freisetzungen relevanten Pflanzen; hier: Solanaceae, Poaceae, Leguminosae. Umweltbundesamt Berlin, Texte 62/97.
- Niebur** 1993. Corn. In: Traditional crop breeding practices.: An historical review to serve as a baseline for assessing the role of modern biotechnology. OECD Paris, 113-121.
- Norris** 2005. Ecological bases of interactions between weeds and organisms in other pest categories. *Weed Science* 53, 909-913.
- Nystrom et al.** 1999. Effects of sulfonylurea herbicides on non-target aquatic micro-organisms. Growth inhibition of micro-algae and short-term inhibition of adenine and thymidine incorporation in periphyton communities. *Aquatic Toxicology* 1999, 4, 9-22.
- Owen** 2008. Weed species shift in glyphosate-resistant crops. *Pest Manag Sci* 64, 377-387.
- Pereira et al.** 2007. Selection for Cry1F resistance in the European corn borer and cross resistance to other Cry toxins. *Entomol Exp Appl* 126, 115-121.
- Powles** 2008. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Manag Sci* 64, 360-365.
- Prescott et al.** 2005. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *J. Agric. Food Chem.* 53, 9023-9030.
- Relyea** 2005a. The lethal impact of Roundup and predatory stress on six species of North American tadpoles. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 48, 351-357.
- Relyea** 2005b. The lethal impacts of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Appl.* 15, 1118-1124.
- Relyea** 2005c. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Appl.* 15, 618-627.
- Romig** 2007. Argentina pampas crops threatened by herbicide-resistant weed. Dow Jones Newswires. <http://money.cnn.com>.
- Rosy-Marshall et al.** 2007. Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. *PNAS* 104, 16204-16208
- Saxena et al.** 2002. Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology & Biochemistry* 34, 133-137.
- Szekacs et al.** 2010. Detection of Cry1Ab toxin in the leaves of MON810 transgenic maize. *Anal Bioanal Chem* doi: 10.1007/s00216-009-3384-6.
- Scursoni et al.** 2007. Weed escapes and delayed weed emergence in glyphosate-resistant soybean. *Crop Protection* 26, 212-218.
- Sebald & Hägler** 2008. Auf Jagd wie bei Asterix und Obelix. *Süddeutsche Zeitung* 24. 08. 2008. <http://www.sueddeutsche.de/bayern/629/307581/text/>.
- Spök et al.** 2003a. Toxikologie und Allergologie von GVO-Produkten – Teil 2A. Monographien Band 164A, Wien.
- Spök et al.** 2003b. Toxikologie und Allergologie von GVO-Produkten – Teil 2B. Monographien Band 164B, Wien.

**Strautman** 2006. Manganese affected by glyphosate.

[http://www.gefreebc.org/gefree\\_tpl.php?content=manganese\\_glyphosate](http://www.gefreebc.org/gefree_tpl.php?content=manganese_glyphosate).

**Tabashnik** et al. 2008a. Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory. *Nat Biotechnol* 26, 199-202.

**Tabashnik** et al. 2008b. Field-evolved resistance to Bt toxins. Reply. *Nat Biotechnol* 26, 1074-1076.

**Then** 2009. Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* – synergism, efficacy, and selectivity. *Environ Sci Pollut Res* doi 10.1007/s11356-009-0208-3.

**Treu & Emberlin** 2000. Pollen dispersal in the crops maize (*Zea mays*), oilseed rape (*Brassica napus* ssp *oleifera*), potatoes (*Solanum tuberosum*), sugar beet (*Beta vulgaris* ssp *vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*). A report for the Soil Association.

**Turrini** et al. 2008. Experimental Systems to Monitor the Impact of Transgenic Corn

on Keystone Soil Microorganisms.

[http://www.ifoam.org/events/ifoam\\_conferences/owc/modules/abstracts\\_pdfs/turrini\\_abs\\_GMO.pdf](http://www.ifoam.org/events/ifoam_conferences/owc/modules/abstracts_pdfs/turrini_abs_GMO.pdf)

**Waltz** 2009. Under wraps. *Nat Biotechnol* 27, 880-883.

**Williams & Semlitsch** 2009. Larval responses of three midwestern anurans to chronic, low-dose exposures of four herbicides. *Arch Environ Contam Toxicol* Doi 10.1007/s00244-009-9390-z.

**Wilson** et al. 2004. Genome scrambling – myth or reality? Transformation-induced mutations in transgenic crop plants. [www.econexus.info/pdf/ENx-Genome-Scrambling-Report.pdf](http://www.econexus.info/pdf/ENx-Genome-Scrambling-Report.pdf).

WHO 2005. Glyphosate and AMPA in drinking water.

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/glyphosateam\\_pa290605.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/glyphosateam_pa290605.pdf).