

**Univerisität Kassel**

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

37213 Witzenhausen

# **Datenbank ausgewählter wissenschaftlicher Studien als Argumentationsgrundlage gegen Gentechnik in der Landwirtschaft**

**Mit Schwerpunkt auf den ökologischen Risiken  
„Auskreuzung und Verbreitung“  
und „Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen“  
bei Raps, Mais und Zuckerrübe**

Projektarbeit im Modul „Ökologie und Einführung in Agrarsysteme“

Abgabedatum: 27.06.2008

Autoren: Benjamin Volz, Matr.Nr. 27101704  
Jörg Oberfell, Matr.Nr. 27101542

Betreuer der Projektarbeit: Prof. Dr. Heß  
Modulkoordinator: Prof. Dr. Wildhagen

# Inhalt

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Einleitung</b> .....                                     | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Material und Methoden</b> .....                          | <b>4</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Studien</b> .....  | <b>5</b>  |
| 3.1       | Raps.....   | 5         |
| 3.1.1     | Pflanzenbeschreibung.....                                   | 5         |
| 3.1.2     | Auskreuzung und Verbreitung.....                            | 6         |
| 3.1.3     | Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen..... | 12        |
| 3.2       | Mais.....   | 13        |
| 3.2.1     | Pflanzenbeschreibung.....                                   | 13        |
| 3.2.2     | Auskreuzung und Verbreitung.....                            | 14        |
| 3.2.3     | Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen..... | 17        |
| 3.3       | Zuckerrübe.....   | 21        |
| 3.3.1     | Pflanzenbeschreibung.....                                   | 21        |
| 3.3.2     | Auskreuzung und Verbreitung.....                            | 22        |
| 3.3.3     | Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen..... | 24        |
| <b>4.</b> | <b>Diskussion</b> .....                                     | <b>26</b> |
| <b>5.</b> | <b>Literaturverzeichnis</b> .....                           | <b>28</b> |
| 5.1       | Literatur von Einleitung und Pflanzenbeschreibungen.....    | 28        |
| 5.2       | Untersuchte Studien.....                                    | 28        |
| <b>6.</b> | <b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....                      | <b>33</b> |

# Begriffserklärungen/Abkürzungen

## **Ausfall**(-Raps, Mais,...)

Bei z.B. der Ernte aus dem Fruchtstand ausgefallene Samen können zu Durchwuchs führen.

## **Bt**

*Bacillus thuringiensis*

## **Bt-Mais**

gentechnisch veränderter Mais, der das Toxin des *Bacillus thuringiensis* produziert.

## **Durchwuchs**(-Mais,...)

Durchwachsen der vorjährigen Kultur in die neu eingesäte Kultur.

## **Events**

Hier sind neue, transformierte Eigenschaften (z.B. Herbizidresistenz) einer GV-Pflanze gemeint. Ein Event kann in verschiedene Sorten eingekreuzt werden.

## **Gen-Fluss**

Übertragung (z.B. per Pollen) der Transgene auf andere Pflanzen/Organismen.

## **GV**

gentechnisch verändert

## **GVO**

gentechnisch veränderter Organismus

## **HR**

Herbizidresistenz (z.B. HR-Raps)

## **Hybrid**

eine Pflanze, die durch Kreuzung verschiedener Arten, Rassen oder Zuchtlinien hervorgegangen ist. Auch Bastard genannt. Z.B. eine Kreuzung von Kulturform und Wildform.

## **Hybride/Hybrid-Pflanze**

Ergebnis der Hybridzüchtung (Heterosiseffekt). Z.B. Moderne konventionelle Hybrid-Mais-Sorten. Das Gegenteil sind samenfeste Sorten.

[Die Begriffe **Hybrid** und **Hybride** sind leicht zu verwechseln und können daher zu Missverständnissen führen]

**Komplementärherbizid**

Das passende Herbizid zu einer HR-Pflanze.

**männliche Sterilität**

Die Pflanze produziert keine vermehrungsfähigen männlichen Pollen. Kann bei Zucht oder Versuchen gezielt herbei geführt werden.

**Mantelsaat**

Hier Pflanzen-Streifen um eigentliche Kultur herum. Z..B. bei Versuch oder Vermehrungsfläche zwecks Barriere.

**Molecular Pharming**

Einsatz von GV-Pflanzen (oder Tieren) zur Produktion von Arzneimittelwirkstoffen, auch Gene Pharming genannt.

**Nicht-Zielorganismen**

Tiere und Pflanzen, welche keine Zielorganismen für bestimmte Pflanzenschutzmaßnahmen sind.

**Resistenz**

siehe Toleranz/Resistenz

**Ruderal-Population**

Durch menschlichen Einfluss entstandene Populationen auf vegetationsfreien Wuchsplätzen, die dort als Pionierpflanzen auftreten. Hier: z.B. Raps an Bahndämmen, Straßenrändern, Feldrändern.

**Schosser**

Wenn bei einer Zuckerrübe (eigentlich zweijährigen Kultur, blüht im zweiten Jahr), der Fruchtstand gebildet wird. Meist ist damit gemeint: Wenn ausnahmsweise einige Pflanzen schon im ersten Jahr blühen.

**Selbsfertilität**

Selbstbefruchtbarkeit einer Pflanze (Gegensatz dazu ist Frembefruchtung)

**Tolerant/Resistenz**

Die Begriffe werden in der wissenschaftlichen Literatur nicht einheitlich verwendet. Oft synonym verwendet. Es meint eine Unempfindlichkeit/ Widerstandsfähigkeit einer Pflanze gegen z.B. ein Herbizid oder Insekt (wegen des Bt-Toxins werden (Schad-) Insekten getötet)

**Totalherbizid**

Ein chemisches Pflanzenschutzmittel, das theoretisch alle Pflanzen abtötet (Ausgenommen die passend dazu entwickelten GV-Pflanzen. Siehe Komplementärherbizid). Das Totalherbizid des Chemiekonzerns Monsanto mit dem Wirkstoff Glyphosat wird unter dem Namen Roundup vertrieben. Das von dem Chemiekonzern Bayer mit dem Wirkstoff Glufosinat heißt Liberty (Basta).

**Transgen**

Ein Gen, welches mit gentechnischen Verfahren in das Erbgut eines anderen Organismus eingebracht wurde (Gegenteil: Isogen).

**Transgen-Rezeptor/Quelle**

Empfänger bzw. Quelle von Pollen einer GV-Pflanze

**Unkraut(-Rüben,...)**

Meist hier eine Kulturpflanze, die in den Folgekulturen als Unkraut auftaucht.

# 1. Einleitung

In Deutschland fand die erste Freisetzung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen 1993 statt, dabei handelte es sich um Zuckerrüben. Bis heute gab es weit über hundert Freisetzungsversuche, oftmals mit der Begründung „Risikoforschung“. Seit 2005 darf in der Bundesrepublik gentechnisch veränderter Mais auch kommerziell angebaut werden. In Zukunft folgen evtl. andere Pflanzen wie z.B. Raps, Zuckerrüben oder Kartoffeln.

Der Anbau von transgenen Pflanzen in der Landwirtschaft wird seit den ersten Freisetzungen heftig diskutiert. Bei Umfragen wird immer wieder deutlich, dass die Mehrheit der Bevölkerung Deutschlands und auch in Europa gentechnisch veränderte Lebensmittel ablehnt. Kritisiert wird jedoch nicht nur der Anbau von GV-Pflanzen, sondern auch der Zukauf von GV-Futtermitteln aus dem Ausland. Während viele Konzerne diesen transgenen Pflanzen meist Unbedenklichkeit bescheinigen, sehen Umweltverbände und viele Bürger Risiken bei dieser Technik. Wissenschaftler und Behörden diskutieren kontrovers über Pro und Kontra. Oft genannte Risiken hierbei sind: gesundheitliche Gefahren für den Menschen, soziale und politische Folgen der Gentechnik und die ökologische Risiken für die Umwelt.

Die Diskussion von Seiten der Kritiker wird oft mit Argumenten des „gesunden Menschenverstandes“ geführt. Immer wieder kann man auch in der Zeitung von wissenschaftlichen Untersuchungen lesen, die Risiken bei der Gentechnik feststellen. Oft wird auch mit Ergebnissen von Forschern argumentiert, jedoch nicht auf eine wissenschaftlich korrekte Weise (z.B. Zeitungsartikel oder Handzettel ohne Quellenangaben). Wenn die Quellen nicht vollständig angegeben sind ist es für den Leser schwierig die Richtigkeit dieser Angaben zu überprüfen. Die dadurch teilweise unwissenschaftliche Art der Kritik hat auch zur Folge, dass meist jegliche Einwände gegen die Gentechnik als nicht wissenschaftlich abgetan werden.

Eine Überlegung zu dieser hier vorliegenden Arbeit war deshalb, jene wissenschaftlichen Studien mit Ergebnissen, die Risiken der Gentechnik aufzeigen, in einer wissenschaftlichen Art und Weise zusammenzutragen.

Streitgespräche mit Firmenvertretern und Wissenschaftlern von z.B. KWS Saat AG, Institut für Zuckerrübenforschung oder der Universität Rostock haben gezeigt, wie schwierig es ist, mit Wissenschaftlern zu diskutieren, wenn man nur die „halb-wissenschaftlichen“ Argumente vorbringen kann. Oft werden in Diskussionen Argumente vorgebracht, die man nicht genau belegen kann. Es gibt hunderte verschiedene Flyer zur Kritik an der Gentechnik, welche einem in einer Diskussion aber eher wenig weiterhelfen. Es gibt zwar auch zusammenfassende wissenschaftliche Studien, doch sind diese oft zu umfangreich als dass sie praktikabel für eine Diskussion sind.

Eine weitere Überlegung war deshalb, dass es eine kompakte, aber wissenschaftliche Argumentationshilfe für Bürger, Umweltverbände, sowie kritische Wissenschaftler geben sollte.

Wie eingangs genannt, ist die Risikoforschung häufig ein Argument für Freisetzen transgener Pflanzen. Es mehren sich die Vorwürfe, dass viele Risikountersuchungen nicht dem gründlichen und unabhängigen wissenschaftlichen Anspruch genügen. Dabei ist es interessant, dass immer mehr Forschung durch Drittmittel finanziert wird, d.h. sie wird von Firmen bezahlt, die ein wirtschaftliches Interesse an der Gentechnik haben. Deshalb hat es für viele Kritiker den Anschein, dass viele Wissenschaftler mit den Freisetzungen versuchen der Gentechnik eine Unbedenklichkeit zu bescheinigen und sie zu etablieren, anstatt gezielt nach Risiken und Gefahren zu forschen. Über die Unabhängigkeit der Experten, auf deren Ergebnisse sich die Politik bei der Entscheidung über die Zulassung und Auflagen der einzelnen transgenen Pflanzen stützt, bestehen Zweifel, wie z.B. Christoph Then und Antje Lorch in der Studie „Kontrolle oder Kollaboration? Agro-Gentechnik und die Rolle der Behörden“ vom April 2008 aufzeigen<sup>1</sup>. Den Autoren bleibt die Frage, ob noch Risikoforschung notwendig ist, oder ob vielleicht schon genug Risiken bekannt sind, sodass sich die Freisetzungen erübrigen. Ein besonderer Aspekt, zu der Frage, ob es schon genug Ergebnisse gibt, ist die kritische und unabhängige Risikoforschung. Dazu gibt es zwei Meinungen, einerseits den Standpunkt, dass noch mehr, aber kritisch, geforscht werden sollte, um die Gefahren der Agro-Gentechnik aufzuzeigen, andererseits die Argumentation, dass es schon genug erforschte Fakten gibt, die gegen einen Einsatz von transgenen Pflanzen sprechen.

Nach Meinung der Autoren ist es nicht das Problem, dass es zu wenige kritische Forschungsergebnisse gibt, sondern dass die bisherigen kritischen Untersuchungen zu wenig publik und bisher nirgends kompakt, kritisch analysiert und übersichtlich aufgelistet sind.

Aus dieser Erkenntnis entstand die Hauptmotivationen für diese Projektarbeit.

Das Ziel dieser Arbeit wurde die Zusammenstellung von wissenschaftlichen Untersuchungen, welche Risiken und Gefahren der Gentechnik in der Landwirtschaft aufzeigen. Zu Beginn war es die Absicht alle bedeutenden landwirtschaftlichen Kulturarten zu betrachten und möglichst viele Kategorien der Gefahren wie etwa „Auskreuzung (auf Kulturpflanzen, Wildpflanzen, Verwilderung von Kulturpflanzen)“, „Negative Wirkungen der Pflanze auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen“, „Negative Wirkungen von Totalherbiziden

---

<sup>1</sup> CHRISTOPH THEN, ANTJE LORCH, 2008, „Kontrolle oder Kollaboration? Agro-Gentechnik und die Rolle der Behörden“, Internet: [http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Themen/Gentechnik/Studie\\_Agrogentechniknetz.pdf](http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Themen/Gentechnik/Studie_Agrogentechniknetz.pdf) (14.06.08)

auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen“, „Resistenzentwicklungen der Schädlinge und Krankheitserreger gegen das Toxin der Pflanze“, „Toleranz von Unkräutern gegen Totalherbizide“, „Fütterungsstudien“, sowie „Gesundheitliche Gefahren für den Menschen“ aufzuzeigen.

Aufgrund der Quantität der Studien, musste - um den Rahmen einer Projektarbeit nicht zu sprengen - eine thematische Eingrenzung vorgenommen werden. Die Autoren sind sich bewusst, dass trotz wochenlanger Recherche längst nicht alle Studien erfasst werden konnten.

Die Arbeit fokussiert sich daher auf die Pflanzen Raps, Mais und Zuckerrübe, wobei folgende ökologische Risikokategorien recherchiert wurden: „Auskreuzung und Verbreitung“ und „Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen“.



## 2. Material und Methoden

Zur Recherche nach Studien wurde vor allem das Internet genutzt. Außerdem wurde auch ausgehend von Flyern und Texten von Umweltorganisationen und diversen Instituten recherchiert. Die Autoren wählten aus der sehr großen Zahl der gesichteten Untersuchungen jene aus, die deutlich potentielle Risiken der Gentechnik aufgezeigt haben. Es wurde versucht, möglichst aktuelle und in seriösen, wissenschaftlichen Journalen erschienene Studien zu finden. Einige Untersuchungen bei „Auskreuzung und Verbreitung“ wurden nicht mit transgenen Pflanzen durchgeführt, sondern mit herkömmlichen Sorten. Man kann die Ergebnisse hierbei jedoch auf die transgenen Pflanzen übertragen.

Es wurde bei den in die Arbeit aufgenommenen Studien in den Volltext eingesehen, sofern dieser zugänglich war. Ansonsten wurde der Original-Abstract gelesen. In wenigen Fällen haben wir uns auf Metastudien bezogen, welche die jeweilige Untersuchung auch bearbeitet hat.

Zu jeder Studie wurde eine Kurzfassung der wichtigsten Ergebnisse verfasst. Ein wichtiges Ziel war es, die Quelle der Studien in einer präzisen Weise zu belegen, die es den Lesern dieser Arbeit leicht ermöglichen zu der jeweiligen Studie zu gelangen, weshalb immer auch der direkte Internet-Link angegeben ist.

## 3. Studien

### 3.1 Raps

#### 3.1.1 Pflanzenbeschreibung

Raps (*Brassica napus* L.) ist ein Kohlgewächs der Familie Kreuzblütengewächse (*Brassicaceae*), er stammt sehr wahrscheinlich aus Südeuropa. Es ist eine ein- bis zweijährige, krautige, schotenbildende Nutzpflanze. Raps ist einhäusig und besitzt zwittrige Blüten. Trotz der prinzipiellen Selbstfertilität ist eine Fremdbestäubung möglich, es ist von Wind- und Insektenbestäubung auszugehen.<sup>2</sup> Verwandte von Raps sind andere Kreuzblütler wie Gemüsekohl, Rübsen, Senf, Radieschen, Kresse, Meerrettich (Kulturpflanzen) und Acker-Schmalwand, Hirtentäschelkraut, Ackerhellerkraut (Wildpflanzen). Raps wird sowohl als Energiepflanze und für technische Zwecke als auch zur menschlichen und tierischen Ernährung (durch neue Sorten) genutzt. Raps ist auch eine der wichtigsten Nektarquellen für Bienen in Deutschland.

Die Anbaufläche von Winterraps in Deutschland beträgt ca. 1,4 Mio. ha bzw. 10.000 ha Sommerraps<sup>3</sup>. In der EU werden auf ca. 6,1 Mio. ha Raps angebaut, die geschätzte Ernte 2007 beträgt 17,6 Mio. t. Die größten Erzeuger sind Frankreich, Deutschland und Polen.<sup>4</sup> Weltweit werden ca. 27 Mio. ha Raps angebaut, davon sind etwa 5,5 Mio. ha gentechnisch verändert<sup>5</sup>.

Hauptanbauggebiete (im Jahr 2007) von GV-Raps sind Kanada mit 5,1 Mio. ha (87% der kanadischen Rapsanbaufläche) und die USA mit 400.000 ha (82% der US-amerikanischen Rapsanbaufläche). In der EU gibt es momentan für den Anbau von transgenem Raps keine Zulassung, allerdings gibt es deren drei für die Einfuhr von Futter- bzw. Lebensmittel mit den Events Herbizidtoleranz bzw. männliche Sterilität. Zwischen 1990 und 2007 gab es in der EU 376 zugelassene Freilandversuche, davon 40 in Deutschland. Bei den Merkmalen der jeweiligen Linien handelte es sich hauptsächlich um Herbizidtoleranz, Insektenresistenz, männliche Sterilität, Pilzresistenz sowie eine veränderte Produkteigenschaft (z.B. Fettsäure-Zusammensetzung).<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> WOLFGANG FRANKE, Nutzpflanzenkunde, 6.Auflage, 1997, Thieme Verlag Stuttgart, Seite: 159

<sup>3</sup> Statistisches Bundesamt 2008, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08\\_\\_192\\_\\_412.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08__192__412.psml) (14.06.08)

<sup>4</sup> [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF) (09.06.08)

<sup>5</sup> [www.transgen.de/anbau/eu\\_international/531.doku.html](http://www.transgen.de/anbau/eu_international/531.doku.html) (09.06.08)

<sup>6</sup> <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/63.raps.html> (09.06.08)

### 3.1.2 Auskreuzung und Verbreitung

#### **Raps-Samen überdauern 10 Jahre keimfähig im Boden**

Die Forscher fanden herbizidtolerante gentechnisch veränderte Rapspflänzchen, nachdem dort nur einmal vor 10 Jahren transgener Raps angebaut wurde. Die vor 10 Jahren entstandenen Samen überdauerten so lange keimfähig im Boden. Die Ergebnisse sind besonders wichtig in Hinsicht auf die Diskussion über Koexistenz von GVO und Nicht-GVO-Raps, sowie dem Anbau von Nicht-GVO-Raps nach GVO-Raps auf dem selben Feld.

Titel: Long-term persistence of GM oilseed rape in the seedbank  
Autoren: TINA D'HERTEFELDT, RIKKE B. JØRGENSEN, LARS B. PETTERSSON  
Publikation: 2008, Biology Letters, Volume 4, Number 3, Page 314-317  
Internet: <http://journals.royalsociety.org/content/110824/> (03.06.08)

#### **Raps überdauert auch viele Generationen außerhalb kultivierter Felder und ist so bei transgenem Raps eine jahrelang anhaltende Gefahr für Einkreuzung**

In dieser Studie wurden Pflanzen einer Rapsorte, welche nicht mehr im Handel zu erwerben war, auch nach 8 Jahren ohne Anbau noch an Straßenrändern nachgewiesen. Somit ist die Annahme, dass Raps außerhalb von Feldern keine länger andauernden Populationen bilden kann, widerlegt. Dies bedeutet auch, dass GV-Pflanzen nicht einfach durch einen Anbaustopp kontrolliert werden können. Somit ist auch nach Jahren noch eine potentielle Einkreuzung von GV-Raps möglich. Es wird angenommen, dass die Ausbreitungsdynamik durch verwilderte Rapspflanzen komplexer ist, als Samenverschleppung durch Landmaschinen oder Durchwuchs-Raps von Nachbarfeldern.

Titel: Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields  
Autoren: D. PESSEL, J. LECOMTE, V. EMERIAU, M. KROUTI, A. MESSEAN, P. H. GOUYON  
Publikation: 2001, TAG Theoretical and Applied Genetics, Volume 102, Numbers 6-7, Page 841-846  
Internet: <http://www.metapress.com/content/dchjeam4pk66jfcy/?p=d4cadda4fa1d41579d8c201b088c10dc&pi=2> (03.06.08)

### **Ruderal-Rapspopulationen als potentielle Transgen-Rezeptoren und -Quellen**

In dieser Studie erfolgte ein Vergleich der genetischen Variation von 13 kommerziellen Rapsorten (welche in den letzten fünf Jahren als Hauptsorten in Österreich angebaut wurden) mit verwildertem Raps. Es wurden Einkreuzungen von kommerziellem Raps in Ruderal-Raps und umgekehrt festgestellt. Die Autoren dieser Studie gehen davon aus, dass die meisten der Ruderal-Populationen ursprünglich sowohl durch regionalen Rapsanbau, sowie durch Raps-Transporte hervorgegangen sind. Nur einige der Ruderal-Rapspopulationen zeigten einen hohen Verwandtschaftsgrad mit den kommerziellen Sorten, die anderen wiesen eine hohe genetische Variation auf. Daraus folgern die Autoren, dass die analysierten Ruderal-Populationen nicht auf vorjährige Samenverluste zurückgehen, sondern bereits seit mehreren Jahren bestehen. Falls es zu einem Anbau von kommerziellem GV-Raps kommt, könnten die Transgene in Ruderal-Populationen einkreuzen. Somit könnten die überdauernden Ruderal-Rapspopulationen eine ständige unbeabsichtigte Transgen-Quelle darstellen.

Titel: Feral Oilseed Rape – Investigations on its Potential for Hybridisation

Autoren: KATHRIN PASCHER, FRANK NARENDJA, DOMINICO RAU

Publikation: 2006, Forschungsberichte der Sektion IV, Band 3/2006, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Sektion IV, Österreich

Internet:

[http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/8/1/9/CH0810/CMS1138950978238/cms1200662188285\\_feral\\_oilseed\\_rape\\_-\\_investigation\\_on\\_its\\_potential\\_for\\_hybridisation\\_gesamt\\_f\\_hp.pdf](http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/8/1/9/CH0810/CMS1138950978238/cms1200662188285_feral_oilseed_rape_-_investigation_on_its_potential_for_hybridisation_gesamt_f_hp.pdf) (12.06.08)

### **Herbizidresistenter Raps kreuzt sich mit verwilderten Rübsen, die Herbizidresistenz ließ sich auch noch nach sechs Jahren nachweisen**

Dass eine Auskreuzung in verwandte Pflanzen generell möglich ist, ist bekannt. Jedoch ist nur wenig über den Verbleib der ausgekreuzten Gene in den wilden Populationen bekannt. Dies ist nach Aussage von Warwick et al. der erste Bericht einer Überdauerung von einer Einkreuzung der Herbizidresistenz von GV-Raps in verwilderte Rübsen (*Brassica rapa* L.) welche unter kommerziellen Anbaubedingungen beobachtet wurde. Die Bildung von Hybriden von Raps und Rübsen wurde zuerst 2001 in Kanada (Quebec) an zwei Standorten festgestellt. Diese Populationen wurden in 2002, 2003 und 2005 beobachtet. Über diesen Zeitraum nahm die Anzahl der entstandenen Hybride ab. Die meisten der Hybride trugen das Gen für Herbizidresistenz. Aber selbst nach sechs Jahren wurde die Herbizidresistenz noch nachgewiesen, obwohl es keinen Selektionsdruck durch Herbizide gab, und im Allgemeinen davon ausgegangen werden kann, dass die Vitalität von Hybriden herabgesetzt ist.

**Titel:** Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy *Brassica rapa* population  
**Autoren:** S.I. WARWICK, A. LÉGÈRE, M.-J. SIMARD, T. JAMES  
**Publikation:** 2008, Molecular Ecology, Volume 17, Issue 5, Page 1387–1395  
**Internet:** <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-294X.2007.03567.x?prevSearch=allfield%3A%28The+case+of+an+herbicide+resistance+transgene%29> (04.06.08)

### **Computermodell berechnet schleichende Ausbreitung von transgenem Raps**

Diese Simulation belegt die hohe Wahrscheinlichkeit einer schleichenden Ausbreitung von transgenem Raps über die Gentechnik-Anbauflächen hinaus. Die Modellrechnung bezieht sich u.a. auf den Ausfall von Samen bei der Ernte, die Pollenverbereitung durch Wind (sowie dessen Beeinträchtigung durch Hecken und Wälder), Insektenbestäubung, Folgefrüchte, Keimungswahrscheinlichkeit aufgrund von Boden, Wetter und das Vorhandensein von verwandten Arten. Das Modell, welches sich auf Norddeutschland bezieht, berechnet, dass nach zehn Jahren von weit verbreitetem GV-Raps Anbau nur noch ein Drittel der konventionellen Äcker frei von GV-Raps sein wird.

**Titel:** Die schleichende Ausbreitung von transgenem Raps  
**Autoren:** RICHARD VERHOEVEN, BRODER BRECKLING, MICHAEL GLEMNITZ  
**Publikation:** 2005, Impulse, 1/2005, Universität Bremen  
**Internet:** [http://www.gentechnikfreie-regionen.de/fileadmin/content/studien/koexistenz/0501\\_ausbreitungvontransgenemraps.pdf](http://www.gentechnikfreie-regionen.de/fileadmin/content/studien/koexistenz/0501_ausbreitungvontransgenemraps.pdf) (03.06.08)

### **Konventionelles Rapssaatgut in Kanada nachweislich durch GV-Raps verunreinigt**

Landwirte in Kanada beobachteten Kontaminationen ihrer Felder mit herbizidresistentem (Glyphosat) GV-Raps. Aufgrund der Dichte und Form der Verunreinigung konnte eine Einkreuzung durch Pollen von Nachbarfeldern ausgeschlossen werden. Daraufhin wurden Proben von konventionellem Rapssaatgut untersucht. Von 27 Proben wiesen 14 eine Verunreinigung von über 0,25 %, 3 von ihnen über 2% auf. Zertifiziertes Saatgut benötigt eine 99,75%ige Reinheit. Bei Direktsaaten entstehen für den Landwirt, welcher mit Totalherbiziden arbeitet, unerwartete Probleme und Mehrkosten durch diese herbizidresistenten Pflanzen. Denn in anderen Folgekulturen stellt dieser herbizidresistente Raps dann ein Unkraut dar.

**Titel:** Evidence of contamination of pedigreed canola (*Brassica napus*) seedlots in western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits

Autoren: LYLE F. FRIESEN, ALISON G. NELSON, RENE C. VAN ACKER  
Publikation: 2003, Agronomy Journal, 95, Page 1342-1347  
Internet: <http://agron.scijournals.org/cgi/content/abstract/95/5/1342> (03.06.08)

### **Raps kreuzt bis 3000m in australischen Versuchen aus**

[Bezug auf Zusammenfassung in der Metastudie „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“:]

Es wurde in verschiedenen Regionen (mit verschiedenen Umweltbedingungen) die Auskreuzung von (nicht transgenem) herbizidresistentem Raps auf konventionellen Raps untersucht. Es wurde von 63 konventionellen Pollenempfänger-Feldern Samenproben genommen. Quell- und Empfängerfelder hatten jeweils ähnliche Größen zwischen 25 und 100 ha. Bei der Auskreuzung wurden keine Effekte der Windrichtung festgestellt. Die weitest festgestellte Auskreuzungsdistanz betrug 3000m (Darüber gab es nur noch wenige Probenahmen, was keine Aussage über die Entfernung von mehr als 3000m zulässt). Auffällig ist, dass bei bis zu 3000m keine mit der Entfernung abnehmende Auskreuzungsrate festzustellen ist. Nach dieser Studie muss bis mindestens 3000m Entfernung von der Pollenquelle mit einer Einkreuzungsrate über 0,1% gerechnet werden.

#### Metastudie:

Titel: Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen  
Autoren: RUTH BRAUNER, KATJA MOCH, HOLGER CHRIST  
Publikation: 2004, Öko-Institut e.V., Freiburg, Seite 17-18  
Internet:  
<http://www.oeko.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=cpsp4hmqnvlce5754r2r0va4v1> (02.06.08)

Neben dieser Studie finden sich weitere wissenschaftliche Untersuchungen über Auskreuzungsdistanzen in dieser Metastudie (i.A. des Bundesamtes für Naturschutz).

#### Original-Studie:

Titel: Pollen-Mediated Movement of Herbicide Resistance Between Commercial Canola Fields  
Autoren: MARY A. RIEGER, MICHAEL LAMOND, CHRISTOPHER PRESTON, STEPHEN B. POWLES, RICHARD T. ROUSH  
Publikation: 2002, Science (296), Page 2368-2388.  
Internet: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/sci;296/5577/2386?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Rieger+2002&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT> (02.06.08)

### **Raps kreuzt mindestens 214m in deutschen Versuchen aus**

[Bezug auf Zusammenfassung in der Metastudie „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“:]

In einem zweijährigen Versuch wurde Glufosinat-toleranter GV-Raps auf einer 60x20m großer Versuchsfläche als Quellpopulation angebaut. Die Auskreuzung wurde in der 6m entfernten, 8m breiten, nicht transgenen Mantelsaat sowie in den mindestens 214m entfernten, nicht transgenen Fangpflanzen (je 4 bis 6 Pflanzen in Kleingruppen) untersucht. Zur Bestäubung kamen Wind und Insekten in Betracht. Trotz der Mantelsaat kam es noch zu an den Fangpflanzen gemessenen Auskreuzungen von bis zu 0,83%.

#### Metastudie:

Titel: Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen

Autoren: RUTH BRAUNER, KATJA MOCH, HOLGER CHRIST

Publikation: 2004, Öko-Institut e.V., Freiburg, Seite 15-16

Internet:

<http://www.oeko.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=cpsp4hmqnvlce5754r2r0va4v1> (02.06.08)

Neben dieser Studie finden sich weitere wissenschaftliche Untersuchungen über Auskreuzungsdistanzen in dieser Metastudie (im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz).

#### Original-Studie:

Titel: Begleitforschung zur Freisetzung herbizidresistenter, transgener Rapspflanzen 1995 - 1999. Ein Beitrag zur biologischen Sicherheitsforschung – Endbericht.

Autoren: S. FELDMANN

Publikation: 2000, Hrsg: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie; Nachhaltiges Niedersachsen 13 - Dauerhaft umweltgerechte Entwicklung: Seite 1-57

### **Auskreuzung von Raps über 700m und Nachweis des Transgens in Bodenproben nach 10 Wochen**

Die Untersuchungen wurden zu Freisetzungsversuchen mit herbizidresistentem GV-Raps durchgeführt. Es wurde die Auskreuzung sowie der Verbleib der DNA im Boden untersucht. Nach der Blüte des Raps konnte das Transgen in Samen von ruderalen Rapspflanzen nachgewiesen werden. Die Auskreuzungsraten betrug 0,07% in 400m und 0,03% in 700m Entfernung. Außerdem konnte auch eine Auskreuzung des GV-Raps in das Erntegut eines benachbarten Rapsfeldes in ca. 300m Entfernung, mit einer Auskreuzungsrate von unter 0,1%, nachgewiesen werden. Die Autoren dieser Studie

konnten das Transgen des freigesetzten GV-Raps nach Untergraben des Pflanzenmaterials noch nach 10 Wochen in Bodenproben nachweisen.

Titel: Untersuchungen zur Verbreitung und Anreicherung von Transgensequenzen in der Umwelt über Auskreuzung und Bodeneintrag am Beispiel von HR-Raps

Autoren: NICOLA HOFMANN, GABRIELE NEUBER

Publikation: 2007, BfN-Skripten 188, Bundesamt für Naturschutz (BfN)

Internet: [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/BfN-Skripten\\_188.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/BfN-Skripten_188.pdf)  
(12.06.08)



### 3.1.3 Negative Wirkung auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen

#### **Auswirkungen des Herbizideinsatzes bei transgenen Raps auf die Ackerbegleitflora**

In der britischen Studie „Farm Scale Evaluations“ wurde in großflächigen Anbauversuchen die Auswirkungen des Herbizideinsatzes auf die Ackerbegleitflora erfasst. Dabei wurden signifikante Rückgänge der Blütenpflanzen (44% weniger) und Samen (39% weniger) im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Feldern festgestellt. 12 Arten wurden auf die Parameter Auflauf, Überdauerung, Reproduktion und Änderungen in der Samenbank untersucht. Ergebnis dieser Studie ist ein langfristig zu erwartender Rückgang der Ackerbegleitflora, der kurzfristig noch durch die Samenbank im Boden ausgeglichen werden kann. Diese Veränderungen wirken sich direkt auf den Arthropodenbestand aus, da die Ackerbegleitflora oft die Lebensgrundlage für Insekten darstellt, so werden z.B. Spinnen stark vom Rückgang der Insektenfauna beeinflusst. Zusammensetzung und Häufigkeit der Ackerwildkräuter können das sensible Nahrungsnetz aus Herbivoren, Detrivoren, Prädatoren und Parasiten leicht beeinflussen. Es treten auch weniger Schmetterlinge und Bienen in den herbizidresistenten Rapsfeldern auf, diese Tiere fliegen die Rapsblüten jedoch als direkte Futterquelle an, weshalb er Rückgang der Ackerbegleitflora in diesem Fall eine untergeordnete Rolle einnimmt, weshalb ein direkter Effekt der Kulturpflanze bzw. von Glufosinat diskutiert wird.

Titel: Bewertung der „Farm Scale Evaluations“

Autor: KATJA MOCH, RUTH BRAUNER, DR. BEATRIX TAPPESER

Publikation: Erstellt durch das Öko-Institut e.V., Freiburg,  
Im Auftrag des Gen-ethischen Netzwerkes e.V.

Internet: [www.keine-](http://www.keine-)

[gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko\\_bewertung\\_farm\\_scale\\_evaluations\\_040201.pdf](http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko_bewertung_farm_scale_evaluations_040201.pdf) (14.06.08)

Die große britische Untersuchung „Farm Scale Evaluation“ wurde von der britischen Regierung in Auftrag gegeben. Zu den Original-Arbeiten gelangt man über:

<http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/> (14.06.08)

## 3.2 Mais

### 3.2.1 Pflanzenbeschreibung

Die Heimat des weltweit wichtigsten Getreides Mais (*Zea mais* L.) liegt vermutlich in Mexiko und er gehört zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*). In Europa gibt es keine nahen Verwandten von Mais, dessen Körner im Normalfall in mitteleuropäischen Wintern nicht überdauern, weshalb bisher in der Regel keine Wildpopulationen entstehen konnten. In Zentral- und Südamerika ist durch Wildarten und jahrtausendelange Kultur ein großes Sortenreichtum entstanden. Mais ist eine einjährige, einhäusige getrenntgeschlechtliche Pflanze deren Bestäubung hauptsächlich über den Wind erfolgt, sie ist aber auch durch Insekten möglich. Die C4-Pflanze kann durch Zuchterfolge der letzten Jahrzehnte auch in gemäßigten Regionen angebaut werden und hat dadurch in Deutschland eine größere Bedeutung erlangt.<sup>7</sup>

In Deutschland werden ca. 1,5 Mio. ha Silomais und fast 0,5 Mio. ha Körnermais angebaut<sup>8</sup>. Er wird größtenteils als Tierfutter genutzt, aber auch als Energiepflanze, Lebensmittel und für industrielle Zwecke. 2007 wurden in Deutschland insgesamt über 70 Mio. t Mais geerntet<sup>9</sup>.

Weltweit wurden 2005 etwa 147 Mio. ha Mais insgesamt angebaut. In den USA wurden 2007 auf 29 Mio. ha gentechnisch veränderter Mais angebaut. GV-Mais ist die einzige gentechnisch veränderte Pflanze die in Deutschland für den kommerziellen Anbau zugelassen ist (Merkmal: Insektenresistenz). 2007 wurden ca. 110.000 ha GV-Mais in Europa angebaut: Spanien 75150 ha, Frankreich 21200 ha, Tschechien 5000 ha, Portugal 4199 ha, Deutschland 2685 ha und in der Slowakei 900 ha. Es gab in der EU 748 Anträge für Freilandversuche zwischen 1992 und 2008 mit den Merkmalen Herbizidtoleranz, Insektenresistenz, veränderte Inhaltsstoffe, Molecular Pharming, veränderter Blühzeitpunkt, Trockentoleranz. 30 dieser Versuche fanden in Deutschland statt. Der in Deutschland zugelassene MON-810 ist ein BT-Mais, der ein für den Maiszünsler giftiges Protein synthetisieren kann.<sup>10</sup>

---

<sup>7</sup> WOLFGANG FRANKE, Nutzpflanzenkunde, 6.Auflage, 1997, Thieme Verlag Stuttgart, Seite 96-98

<sup>8</sup> Statistisches Bundesamt 2008, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08\\_\\_192\\_\\_412.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08__192__412.psml) (14.06.07)

<sup>9</sup> Statistisches Bundesamt 2007, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Ernte/Tabellen/Content75/FeldfruechteAnbauflaechenErntemengen.psml> (14.06.08)

<sup>10</sup> [www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html](http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html) (09.06.08)

## 3.2.2 Auskreuzung und Verbreitung

### **Mais-Auskreuzung in USA bei 200m von bis zu 1,27% gemessen**

[Bezug auf Zusammenfassung der Metastudie „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“:]

Über drei Jahre wurden in den USA Proben in insgesamt 366 kommerziellen Feldern genommen, die zur Hybridmaissaatgutproduktion dienten. In 200m Entfernung wurden Auskreuzungen zwischen 0,73% (1998) und 1,27% (2000) beobachtet. Die weiteste festgestellte Auskreuzung geschah über 325m.

#### Metastudie:

Titel: Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen  
Autoren: RUTH BRAUNER, KATJA MOCH, HOLGER CHRIST  
Publikation: 2004, Öko-Institut, Freiburg, Seite 34-36  
Internet: <http://www.oeko-institut.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=vv7mff9ih0ogdohvrlj2obkek4> (11.06.08)

#### Originalstudie:

Titel: Adventitious pollen intrusion into hybrid maize seed production fields.  
Autoren: J.S. BURIS  
Publikation: 2001, Representing the Association of Official Seed Certifying Agencies  
Internet: [http://www.amseed.com/govt\\_statementsDetail.asp?id=69](http://www.amseed.com/govt_statementsDetail.asp?id=69) (11.06.08)

### **Auskreuzung von GV-Mais bis zu 650m weit in England festgestellt**

[Bezug auf Zusammenfassung der Metastudie „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“:]

Bei der britischen großen Untersuchung „Farm Scale Evaluations“ wurden über drei Jahre auch Auskreuzungsdistanzen von transgenem Mais untersucht. Dazu wurden Proben von dem angrenzend angebauten konventionellen Mais genommen. Es wurde festgestellt, dass die Auskreuzung in Entfernungen bis 20m schnell abnahm. Jedoch ging die Auskreuzungsrate bei Entfernungen von mehr als 20m nur noch sehr langsam zurück. Im Jahre 2000 wurden in 200m Entfernung noch Verunreinigungen von bis zu 0,42% festgestellt. Eine Auskreuzung wurde bis zu einer Entfernung von 650m festgestellt. Die Einkreuzungsrate betrug dabei noch 0,14%.

#### Metastudie:

Titel: Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen  
Autoren: RUTH BRAUNER, KATJA MOCH, HOLGER CHRIST  
Publikation: 2004, Öko-Institut, Freiburg, Seite 37-38

Internet: <http://www.oeko-institut.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=vv7mff9ih0ogdohvrlj2obkek4> (11.6.08)

Originalstudie:

Titel: Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity (contract reference EPG 1/5/138). Part I: Forage Maize.

Autoren: CHRISTINE HENRY, DEREK MORGAN, REBECCA WEEKES

Publikation: 2003

Internet: [http://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) (05.06.08)

Die große britische Untersuchung „Farm Scale Evaluation“ wurde von der britischen Regierung in Auftrag gegeben. Zu den Original-Arbeiten gelangt man über:

<http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/>

**Indische Versuche belegen Mais-Auskreuzung bis zu 600m**

[Bezug auf Zusammenfassung der Metastudie „Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen“:]

Im Jahr 1993 und 1995 wurden in Indien Versuche zur Auskreuzung von Mais durchgeführt. Die festgestellten Auskreuzungsraten waren: Bei 100m bis zu 2,89%, bei 200m bis zu 0,5%, bei 300m bis zu 0,145%, bei 400m bis zu 0,055%. Die weiteste festgestellte Auskreuzung war in 600m Entfernung. Bei 600m Entfernung trugen immer noch 0,42% der Maiskolben verunreinigte Körner. Narayanaswamy et al. fordern daher eine Abstandsregelung von 600m.

Metastudie:

Titel: Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen

Autoren: RUTH BRAUNER, KATJA MOCH, HOLGER CHRIST

Publikation: 2004, Öko-Institut, Freiburg, Seite 41-42

Internet: <http://www.oeko-institut.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=vv7mff9ih0ogdohvrlj2obkek4> (11.06.08)

Originalstudie:

Titel: Determination of isolation distance for hybrid maize seed production

Autoren: NARAYANASWAMY S, JAGADISH GV, UJINNAIAH US

Publikation: 1997, Curr. Res. (University of Bangalore) 26, Page 193-195

### **Erstmals Durchwuchs bei GV-Mais festgestellt**

[Keine wissenschaftliche Untersuchung:]

Im Mai 2007 wurde von der Bezirksregierung Arnsberg erstmals bei einer gentechnisch veränderten Mais-Freisetzungsfeld (Firma Monsanto, Standort Werne, NRW) in Deutschland Durchwuchs von Ausfallkörnern in erheblichem Umfang festgestellt. Bisher nahm man an, dass Maiskörner die im Herbst bei der Ernte ausfallen, nach dem Winter nicht mehr keimfähig sind.

„Dem Betreiber wurde mitgeteilt, dass das unerwartete Auftreten von Durchwuchsmais ein mitteilungspflichtiges Ereignis gemäß § 21 Abs. 5a Gentechnikgesetz (GenTG) darstellt, da der Durchwuchsmais Auswirkungen (Risiken) auf die Koexistenz mit konventionellen bzw. ökologischem Anbau in der Umgebung haben könnte, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen worden wären.“

Kontakt: Bezirksregierung Arnsberg, Postfach 4121, 58041 Hagen,  
Umweltverwaltung, Sachbearbeiter: A. Niemann

Internet: [http://www.haerlin.org/Mais\\_Durchwuchs.pdf](http://www.haerlin.org/Mais_Durchwuchs.pdf) (08.06.08)

### 3.2.3 Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen

#### Wachstums-Auswirkungen von Bt176 auf Schwalbenschwanz-Falter

Amerikanische Feldstudie fand negative Auswirkung von Bt-Maispollen auf Schwalbenschwanz-Falter (*Papilio polyxenes*). Es wurden außerhalb des Feldes Pflanzen (*Pastinaca sativa* L.), bestückt mit Falter-Larven, platziert. Diese Pflanze ist in dem Zeitraum des Maispollenflugs eine mögliche Futterpflanze für diesen Falter an den Feldrändern in Illinois (USA). Auf den Pflanzen sammelte sich Bt-Maispollen an (jedoch wurde durch Regen ein Teil des Pollens abgewaschen, sodass ohne Regen noch stärkere Effekte auf die Larven anzunehmen sind). Es konnte eine signifikant reduzierte Wachstumsrate bei den Larven festgestellt werden.

Titel: Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions

Autoren: A. R. ZANGERL, D. MCKENNA, C. L. WRAIGHT, M. CARROLL, P. FICARELLO, R. WARNER, M. R. BERENBAUM

Publikation: 2001, PNAS, Volume 98, Number 21, Page 11908-11912

Internet:

[http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/21/11908?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=1&author1=zangerl&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HW CIT \(10.06.08\)](http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/21/11908?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=1&author1=zangerl&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HW CIT (10.06.08))

#### Bt-Maispollen führt zu erhöhter Sterblichkeit bei Tagpfauenaugen-Raupen

In Laborversuchen der Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt) wurden Larven des Tagpfauenauges (*Inachis io*) mit Pollen des gentechnisch veränderten Mais Bt-176 (Sorte Pactol CB) gefüttert, indem der Pollen auf Brennessel (*Urtica dioica*) appliziert wurde. „Junglarven (L<sub>2</sub>) zeigten im Vergleich zu unbehandelten Kontrolltieren bei einer akuten Dosis von 80 Pollenkörnern pro Larve eine signifikant erhöhte Mortalität von 62,3%. Aber bereits ab einer Dosis von zehn Pollen wuchsen die Tiere deutlich langsamer als die Kontrolllarven.“ Die Autoren dieser Studie stellen weiter fest: „Bei älteren Raupen (L<sub>3</sub> und L<sub>4</sub>) konnte selbst bei einer Menge von 80 Pollenkörnern pro Larve keine erhöhte Sterblichkeit festgestellt werden. Allerdings erreichten diese Individuen nur 75,6% des Gewichts-Zuwachses der Kontrollgruppe. Pollen der nicht-transgenen Sorte Pactol schädigte weder Jung- noch Altlarven, selbst wenn er in sehr hohen Dosen verabreicht wurde“

**Titel:** Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. (Effect of Bt-maize-pollen on caterpillars of *Inachis io* in a laboratory assay)

**Autoren:** M. FELKE, G. A. LANGENBRUCH

**Publikation:** 2003, Gesunde Pflanzen, Volume 55, Issue 1, Seite 1-7

**Internet:**  
<http://www.springerlink.com/content/tn972pdgdhgeeaq/?p=1faa3034ee53445d86a5a11fa22fa53c&pi=0> (10.06.08)

### **Bt-Toxin auch 200 Tage nach Ernte noch im Boden nachweisbar**

Nach dem Anbau von Bt-Mais verbleiben große Mengen an Ernterückständen (mit Bt-Toxin) im Boden. Diese können Einflüsse auf das Bodenleben haben. Solche potentiellen Einflüsse hängen auch davon ab, wie lange das Bt-Toxin im Boden verbleibt. In der Schweiz wurden zwei Feldstudien dazu durchgeführt. Mit der Zeit nahmen die Bt-Toxin-Mengen ab, jedoch wurden auch nach 200 Tagen noch 0,3% der anfänglichen Toxinmenge festgestellt. Nach Ansicht der Autoren wäre ein ausgeweitetes Monitoring vor und nach dem Anbau von Bt-Mais nötig, um die langfristigen Auswirkungen des Bt-Toxins auf Bodenorganismen abschätzen zu können.

**Titel:** Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field

**Autoren:** C. ZWAHLEN, A. HILBECK, P. GUGERLI, W. NENTWIG

**Publikation:** 2003a, Molecular Ecology, Volume 12 Issue 3, Page 765-775

**Internet:** <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046%2Fj.1365-294X.2003.01767.x> (14.06.08)

### **Gewichtsverlust bei Regenwürmern durch Bt-Mais-Rückstände**

In einer 200-Tage Studie wurden im Feld und im Labor die Einflüsse von Bt-Mais auf eine Regenwurmart (*Lumbricus terrestris*) untersucht. Nach 160 Tagen konnten noch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Jedoch hatten die erwachsenen Regenwürmer nach 200 Tagen einen signifikanten Gewichtsverlust von 18%. Die Kontrollgruppe hatte im selben Zeitraum eine Zunahme von 4%. Die Autoren sagen, dass weitere Studien nötig wären, um diesen Einfluss genauer zu untersuchen.

**Titel:** Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*

**Autoren:** C. ZWAHLEN, A. HILBECK, R. HOWALD, W. NENTWIG

**Publikation:** 2003b, Molecular Ecology, Volume 12, Issue 4, Page 1077-1086

Internet: <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046%2Fj.1365-294X.2003.01799.x> (14.06.08)

### **Verminderte Schlupfraten durch Bt-Mais bei Regenwürmern**

Das Bt-Toxin gelangt nach Anbau von Bt-Mais nach Verrottung oder durch Wurzelreste in den Boden, wo es von Bodenorganismen aufgenommen werden kann. Durch schon weitreichenden Anbau von Bt-Mais sahen es die Autoren als wichtig an, die Auswirkungen von Bt-Mais auf Nicht-Zielorganismen wie z.B. den Regenwurm zu untersuchen. In dieser Studie wurden die Effekte von Bt-Mais auf Überleben, Reproduktion und Wachstum einer Regenwurm-Art (*Aporrectodea caliginosa*) untersucht. Es wurde festgestellt, dass signifikant weniger Regenwürmer es schafften aus ihrem Kokon zu schlüpfen. Dies kann die Populationszahlen auf Bt-Mais-Feldern vermindern und hat somit auch Auswirkungen auf andere Bodenorganismen.

Titel: Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*?

Autoren: MARIA LAURA VERCESI, PAUL HENNING KROGH, MARTIN HOLMSTRUP

Publikation: 2006, Applied Soil Ecology, Volume 32, Issue 2, Page 180-187

Internet: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T4B-4GX0C6X-](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T4B-4GX0C6X-)

1&\_user=4861060&\_rdoc=1&\_fmt=&\_orig=search&\_sort=d&view=c&\_acct=C000065416&\_version=1&\_urlVersion=0&\_userid=4861060&md5=81206460ee15d0600de47c1535c802b8#SECX14 (10.06.08)

### **Schädliche Auswirkungen auf Käfer nachdem sie Raupen gefressen haben, die mit Bt-Mais aufgezogen wurden**

In diesem Versuch wurden Auswirkungen des Bt-Toxins in der Nahrungskette untersucht. Hierbei wurden Kupferfarbene Buntgrabenläufer-Käfer (*Poecilus cupreus*) mit Baumwolleulen-Raupen (*Spodoptera littoralis*) gefüttert, welche mit Bt-Mais aufgezogen wurden. Es wurde bei den Käfern eine erhöhte Sterblichkeit und eine langsamer Entwicklungsrate festgestellt. Meissle et al. diskutieren darüber, ob die einseitige Diät auch einen Einfluss gehabt haben könnte.

Titel: Effects of Bt maize-fed prey on the generalist predator *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae)

Autoren: MICHAEL MEISSLE, EVA VOJTECH, GUY M. POPPY

Publikation: 2005, Transgenic Research, Volume 14, Number 2, Page 123-132



Internet:

<http://www.springerlink.com/content/j337310k11365340/?p=ec9b0fc339dc4bc1a01c49b81ad55238&pi=3> (14.06.08)

### **Bt-Mais schadet Wasserinsekten und gefährdet Wasser-Ökosysteme**

Es wurde festgestellt, dass Pollen und Pflanzenteile von GV-Mais in Flüsse gelangen kann. Ausserdem wurde festgestellt, dass sich einige Wasserlebewesen, z.B. Köcherfliegen (*Lepidostoma liba*), teilweise davon ernähren. Daraufhin haben die Wissenschaftler untersucht, ob Bt-Mais Nicht-Zielorganismen in Flüssen schädigen kann. Bei Labor-Fütterungsversuchen von Köcherfliegen mit Bt-Mais-Produkten zeigte sich ein reduziertes Wachstum und eine erhöhte Sterblichkeit. Da Wasserinsekten auch als Beute für andere Tiere wichtig sind, kann nach Meinung von Rosi-Marshall et al. die zunehmende Einführung von Bt-Mais unerwartete Auswirkungen auf das Ökosystem haben.

Titel:           Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems

Autoren:       E. J. Rosi-Marshall, J. L. Tank, T. V. Royer, M. R. Whiles, M. Evans-White, C. Chambers, N. A. Griffiths, J. Pokelsek, M. L. Stephen

Publikation:   2007, PNAS, vol. 104, no. 41, Page 16204-16208

Internet:       <http://www.pnas.org/cgi/content/full/104/41/16204> (11.6.08)

### **GV-Maispollen schädigen verschiedene Schmetterlingsarten**

Pollen und Staubgefäß-Bruchstücke von Bt-176 und MON-810 wurden in Ihrer Auswirkung auf bestimmte Nicht-Ziel-Schmetterlinge untersucht. Es wurden Labor- und Freilandversuche durchgeführt. Die Versuche zeigen, dass die Auswirkungen je nach Art und Alter bei den Larven stark variiert. Die Spannweite reicht von keiner signifikanten Schädigung über Verzögerung der Larvenentwicklung bis zu signifikant erhöhter Mortalitätsrate. Es ergaben sich Hinweise darauf, dass es je nach Maissorte und je nach abiotischen Einflüssen Unterschiede in den Auswirkungen gibt.

Titel:           Auswirkungen von Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven

Autoren:       Martin FELKE, Gustav-Adolf LANGENBRUCH

Publikation:   2005, BfN-Skripten 157, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Deutschland

Quelle:         <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript157.pdf>  
(12.06.08)

## 3.3 Zuckerrübe

### 3.3.1 Pflanzenbeschreibung

Die Zuckerrübe (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima*) aus der Familie Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*), deren Stammform wohl von der Mittelmeer- und Nordseeküste stammt. Heute wird sie hauptsächlich in den gemäßigten Breiten von Europa, Nordamerika, Asien aber auch in subtropischen Gebieten Nordafrikas angebaut, da sie sehr salztolerant ist. Aus der Stammform sind z.B. Futterrüben, Rote Rüben und Mangold als Kulturpflanzen hervorgegangen.

Sie vermehrt sich hauptsächlich durch Fremdbefruchtung überwiegend durch Wind- aber auch durch Insektenbestäubung. Sie ist eine einhäusige, zweijährige Pflanze, deren Hauptwurzel zur Zuckergewinnung allerdings schon am Ende des ersten Jahres geerntet wird, wobei der Blattwuchs verfüttert werden kann. Einzelne Rüben bilden allerdings schon im ersten Jahr den Fruchtstand, sogenannte Schosser.<sup>11</sup>

2007 sind in Deutschland ca. 400 000 ha Zuckerrüben angebaut und etwa 25 Mio t geerntet worden<sup>12</sup>. Neben Zucker als Hauptverwendungszweck kann man aus der Zuckerrübe auch Alkohol, Zuckerrübensirup und Bio-Ethanol gewinnen.

Bisher ist der kommerzielle Anbau von GV-Zuckerrüben in der EU nicht zugelassen, allerdings fanden etwa 300 Freisetzungsversuche statt, davon 26 in Deutschland. Ziele von GV-Zuckerrüben: Herbizidtoleranz, Virus-, Pilz- und Nematodenresistenzen, Trockenheittoleranzen sowie verbesserte Produkteigenschaften<sup>13</sup>. Aktuell finde mehrere Freisetzungsversuche der KWS SAAT AG statt mit der Zuckerrübensorte H7-1, die gegen Herbizide mit dem Wirkstoff Glyphosat tolerant ist<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup> WOLFGANG FRANKE, Nutzpflanzenkunde, 6.Auflage, 1997, Thieme Verlag Stuttgart, Seite 120-121

<sup>12</sup> Statistisches Bundesamt 2007, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Ernte/Tabellen/Content75/FeldfruechteAnbauflaechenErntemengen.psml> (23.06.08)

<sup>13</sup> Transgen, <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/13.zuckerr%FCbe.html> (09.06.2008)

<sup>14</sup> KWS SAAT AG, [http://www.kws.de/aw/KWS/home/Service\\_Presse/presse-infos/\\_/Pressemitteilungen/~cjwh/KWS\\_plant\\_Freilandversuche\\_mit\\_gentechni/](http://www.kws.de/aw/KWS/home/Service_Presse/presse-infos/_/Pressemitteilungen/~cjwh/KWS_plant_Freilandversuche_mit_gentechni/) (16.06.08)

### 3.3.2 Auskreuzung und Verbreitung

#### **Die GV-Zuckerrübe überträgt gentechnisch veränderte Eigenschaften auf Wildrübe, Rote Beete und Mangold**

Bei den ersten Freilandversuchen mit gentechnisch veränderten Zuckerrüben in Deutschland, durchgeführt von der KWS SAAT AG im Jahre 1993, haben Wissenschaftler der Universität Aachen untersucht, ob transgene Zuckerrüben ihre veränderten Gene (hier Wurzelbärtigkeit-Resistenz und Resistenz gegen das Totalherbizid BASTA) per Pollen auf Wildrüben (*Beta vulgaris* sub spec. *Maritima* (L.) ARCANG) oder auf kultivierte Verwandte wie Rote Beete oder Mangold übertragen können. Die Pflanzen wurden in dem Versuch per Hand bestäubt. Als erstes wurde festgestellt, dass die Zuckerrübe mit Wildrübe, Rote Beete und Mangold Hybride bilden kann. Anschließend wurden diese Hybride auf Herbizidresistenz getestet. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Resistenz gegen BASTA auf alle Hybride übertrug. Das abschließende Fazit der Autoren ist, dass es einen Austausch und eine Einkreuzung von Transgenen in Wildrüben geben wird. Bei einem Anbau von gentechnisch veränderten Zuckerrüben in größerem Umfang wird von den Autoren eine Verbreitung der Transgene in die Natur erwartet.

**Titel:** Ecological aspects of transgenic sugar beet: transfer and expression of herbicide resistance in hybrids with wild beets  
**Autoren:** DETLEF BARTSCH, MATTHIAS POHL-ORF  
**Publikation:** 1996, Euphytica, Volume 91, Number 1, Page 55-58  
**Internet:** <http://www.springerlink.com/content/g64r572138608h22/>  
(12.6.08)

#### **Auskreuzung durch Schosser bis zu 277m**

Diese Untersuchung analysiert den Gen-Fluss bei der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* L.) über mehrere Jahre unter Anbaubedingungen an zwei Standorten. Es wurden zwei unterschiedliche gentechnisch veränderte herbizidresistente Zuckerrüben beobachtet (Glufosinat/Glyphosat-Resistenz). Die Zuckerrübenschosser produzierten 86% der herbizidresistenten Samen, die auf dem Feld gefunden wurden. Direkter Pollenflug von Schossern auf Unkrautrüben im Feld (oder auf dem Nachbarfeld) trugen zu 0,4% der Samen bei. Nachkommen der Hybride aus Zuckerrübe und Unkrautrüben produzierten die übrigen 13,6% der Samen. Herbizidresistente Samen der Unkrautrüben wurden bis zu 112m weit von der nächsten transgenen Zuckerrübe entfernt festgestellt. Pollen-Flug von herbizidresistenten Pflanzen zu männlichen sterilen Fangpflanzen innerhalb und ausserhalb des Feldes wurde festgestellt. Es wurde eine Pollen-Verbreitung von bis zu 277m festgestellt. Somit stellen die Schosser eine ernstzunehmende Gefahr für die Auskreuzung bei Zuckerrüben dar.

Titel: Transgene escape in sugar beet production fields: data from six years farm scale monitoring  
Autoren: HENRI DARMENCY, YVES VIGOUROUX, THIERRY GESTAT DE GARAMBÉ, MARC RICHARD-MOLARD, CLAUDE MUCHEMBLED  
Publikation: 2007, Environmental Biosafety Research, 6, Page 197-206  
Internet: [http://www.ebr-journal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/ebr/abs/2007/02/abr0628/abr0628.html](http://www.ebr-journal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/ebr/abs/2007/02/ebr0628/abr0628.html) (10.06.08)

### **Unkrautrüben kreuzen sich über 9,6 km aus**

Durch Schosser kann es zu Gen-Übertragung zwischen Zuckerrübe zu Wildrüben, und deren Hybriden kommen. Die Unkrautrüben können nach Angabe der Autoren im gleichen Jahr Schosser bilden und sich vermehren. In dieser Studie wurde der Focus auf den Gen-Fluß zwischen Unkrautrüben gelegt, die als Hybride von Zuckerrübe und Wildrüben entstanden sind. Es wurden dazu fünf Zuckerrübenfelder mit unterschiedlichem Besatz an Unkrautrüben untersucht. Es zeigte sich, obwohl die meisten Unkrautrüben von anderen Unkrautrüben vom selben Feld bestäubt wurden, dass auch Bestäubungen über mehrere km (bis zu 9,6km) möglich sind. Zwischen 11,3% und 17,5% der Pflanzen wurden von Pflanzen anderer Felder bestäubt. Unkrautrübenpopulationen zeichnen sich durch eine geringe Dichte und Einzelpflanzenvorkommen aus, welche schwer zu entdecken sind, aber dennoch als Pollen-Empfänger von nahen und weit entfernten Feldern funktionieren. Daraus wird ersichtlich, dass der Gen-Fluss zwischen Unkrautrüben verschiedener Felder fast unvermeidbar ist, und somit zur theoretisch zur Ausbreitung von Transgenen in der Landschaft beitragen kann.

Titel: Long distance pollen-mediated gene flow at a landscape level: the weed beet as a case study  
Autoren: STÉPHANE FÉNART, FRÉDÉRIC AUSTERLITZ, JOËL CUGUEN, JEAN-FRANÇOIS ARNAUD  
Publikation: 2007, Molecular Ecology, Volume 16, Issue 18, Page 3801-3813  
Internet: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-294X.2007.03448.x> (11.06.08)

### 3.3.3 Negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen

#### **Auswirkungen des Herbizideinsatzes bei transgenen Zuckerrüben auf die Ackerbegleitflora**

In einem britischen Versuch wurden die Auswirkungen des Anbaus von herbizidresistenten sowie konventionellem Zuckerrüben und ihren jeweiligen chemischen Applikationen auf die Ackerbegleitflora verglichen, welche massive Veränderungen aufwies. An den Ackerrändern der GV-Zuckerrüben konnten 34 % weniger Blütenpflanzen und 39% weniger Samen festgestellt werden. Zwölf Arten wurden auf die Parameter Auflauf, Überdauerung, Reproduktion und Änderungen in der Samenbank untersucht. Ergebnis dieser Studie ist ein langfristig zu erwartender Rückgang der Ackerbegleitflora, der kurzfristig noch durch die Samenbank im Boden ausgeglichen werden kann. Diese Veränderungen wirken sich direkt auf die Nahrungskette aus: Der Arthropodenbestand zeigte sich rückläufig, es wurden signifikant weniger Bienen, Schmetterlinge und Wanzen erfasst. Trotz der als relativ gering aber feststellbaren Auswirkungen, welche beschrieben werden, werden auf die Einflüsse des Rückgangs der Ackerbegleitflora aufmerksam gemacht. Zusammensetzung und Häufigkeit der Ackerwildkräuter können das sensible Nahrungsnetz aus Herbivoren, Detrivoren, Prädatoren und Parasiten leicht beeinflussen.

Titel: Bewertung der „Farm Scale Evaluations“  
Autoren: KATJA MOCH, RUTH BRAUNER, DR. BEATRIX TAPPESEER  
Publikation: Erstellt durch das Öko-Institut e.V., Freiburg. Im Auftrag des Gen-ethischen Netzwerkes e.V.  
Internet: [www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko\\_bewertung\\_farm\\_scale\\_evaluations\\_040201.pdf](http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko_bewertung_farm_scale_evaluations_040201.pdf) (19.06.08)

Die große britische Untersuchung „Farm Scale Evaluation“ wurde von der britischen Regierung in Auftrag gegeben. Zu den Original-Arbeiten gelangt man über:  
<http://www.defra.gov.uk/environment/gm/fse/>

#### **Herbizidresistente Zuckerrüben bedrohen Vögel wie die Feldlerche**

Britische Wissenschaftler simulierten in einem Modell die möglichen Auswirkungen eines kommerziellen Anbaus von HR-Zuckerrüben in Großbritannien. Aufgrund des Herbizideinsatzes verlieren viele Vögel ihre Hauptnahrungsquellen, wie etwa Samen der Ackerbegleitflora. So könnte die Feldlerche innerhalb von 20 Jahren vom Aussterben bedroht sein.

Titel: Predictions of Biodiversity Response to Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops  
Autor: A. R. WATKINSON, R. P. FRECKLETON, R. A. ROBINSON, W. J. SUTHERLAND  
Publikation: 2000, Science, Vol. 289, Page 1554 - 1557  
Internet: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/289/5484/1554> (18.06.08)

## 4. Diskussion

Die bearbeiteten Studien zu „Auskreuzung und Verbreitung“ zeigen deutlich, dass bei den Kulturarten Raps, Mais und Zuckerrübe die Gefahr besteht, dass es prinzipiell zu Auskreuzung von GVO-Versuchsflächen oder GVO-Anbauflächen in andere Felder, Wild- und Unkrautpopulationen kommen kann. Die Frage ist nicht mehr ob, sondern in welchem Umfang und über welche Entfernungen dies geschieht. Die Studien zeigen auch auf, dass Auskreuzungen in erheblichem Umfang und über weite Entfernungen möglich sind. Wenn Einkreuzungen in Saatgut-Vermehrungsflächen passieren, kommt es praktisch zu einer weiträumigen, schleichenden GVO-Einführung. Ein großes Problem sind auch die Ausfallsamen und die Verluste von Samen beim Transport, welche zu Durchwuchs und Unkrautbeständen führen. Bei Raps und Zuckerrübe wurde für Mitteleuropa zudem die Gefahr der Kreuzung zwischen Kulturbeständen und Wild- und Unkrautbeständen nachgewiesen. Dies stellt eine drastische ökologische Gefahr dar, da langfristige Auswirkungen der Transgene in der Natur unkalkulierbar sind und dies eine biologische, sich selbstständig weiterentwickelnde Umweltverschmutzung darstellt. Auskreuzungen sind praktisch unumkehrbar, da es keine Möglichkeit gibt, die Transgene aus der Natur zurückzuholen. Außerdem können die Transgene aus diesen Beständen immer wieder zurück in die Kulturbestände einkreuzen. Das wäre besonders problematisch wenn eine angebaute GVO-Pflanze - z.B. wegen später herausgefundenen gesundheitlichen Gefahren - mit einem Anbauverbot belegt würde: Trotz Anbaustopp wäre es möglich, dass die verbotenen Transgene immer wieder einkreuzen und somit letztlich auch in Lebensmitteln auftauchen.

Es wurden von Wissenschaftlern auch einige direkte negative Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen festgestellt. Die Recherche hierbei stellte sich als besonders schwierig heraus. Die Wissenschaft ist sich sehr uneinig, ob es solche Wirkungen gibt. Es gibt viele Studien, die als Schlussfolgerung sagen, dass es „keine signifikanten Effekte“ gäbe. Zu solchen Schlussfolgerungen wird oft auch gelangt, da viele Versuche nicht über einen ausreichenden Zeitraum geführt werden. Ein Beispiel dafür ist der Versuch von Zwahlen et al (2003b): Nach 160 Tagen konnte kein signifikanter Gewichtsverlust gemessen werden, nach 200 Tagen allerdings signifikant um 18%.

Wie schon in der Einleitung angedeutet mehren sich die Vorwürfe, dass viele wissenschaftliche Studien nicht professionell genug sind - weil sie möglicherweise nichts feststellen sollen. Interessant ist auch die Frage ob wirklich nur signifikante Ergebnisse eine Bedeutung haben, oder auch solche die Tendenzen aufzeigen, auch wenn diese nicht signifikant sind. Nichts desto trotz wurden Studien gefunden, die Aufmerksamkeit machen müssen. Bei HR-Raps und -Zuckerrüben wurden von Wissenschaftlern negative Auswirkungen des Totalherbizids auf das Ökosystem festgestellt. Es handelt sich in diesen Untersuchungen nicht um direkte Schäden durch die transgene Pflanze, sondern um Schäden, die mit dem Anbausystem verbunden sind, welches den Einsatz der Komplementärherbizide impliziert. Einige Studien sagen deutlich, dass die Artenvielfalt

der Ackerwildkräuter bei Anbau dieser GV-Pflanzen reduziert wird. Die Ackerwildkräuter sind Futterpflanzen für viele Insekten. An diesen hängt wieder eine Nahrungskette von Insekten bis hin zu Vögeln.

Bei dem Bt-Mais, der das Bt-Toxin in jeder Zelle produziert, konnten Studien gefunden werden, die direkte Auswirkungen durch die transgene Pflanze belegen. So führt z.B. die Aufnahme von Pflanzenteilen des Bt-Mais bei einigen Tierarten zu einer erhöhten Sterblichkeit. Dies sind ernstzunehmende und besorgniserregende Feststellungen. Da sich dies aber nicht in allen Untersuchungen so deutlich zeigt (möglicherweise wegen des Versuchsdesigns und Dauer), streiten die Wissenschaftler weiterhin darüber, wie gefährlich Bt-Pflanzen sind.

Die Autoren dieser Projektarbeit sind der Meinung, dass allein wegen diesen deutlichen Hinweisen auf die Gefahr für das gesamte Ökosystem der kommerzielle Anbau nicht erlaubt sein dürfte.

Unsere Arbeit hat wie schon erwähnt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Besonders bei den Wirkungen auf Umwelt und Nicht-Zielorganismen von Bt-Mais besteht noch Recherche-Bedarf wegen der starken Diskussion die bei diesem Thema herrscht. Dennoch kann man unserer Ansicht nach zusammenfassend sagen, dass es genug Studien gibt, die Gefahren der Gentechnik aufzeigen. Unserer Meinung nach, sind keine weiteren Studien (z.B. Freisetzungsversuche zwecks Risikoforschung) notwendig, sondern eher weitere Analysen der bisherigen Untersuchungen, oder weitere Auflistungen der kritischen Literatur, so wie die hier vorliegende Arbeit. Besonders eine Analyse von Fütterungsversuche und Untersuchungen zu entstehenden herbizidresistenten Unkräutern könnte weitere Argumente gegen die Gentechnik in der Landwirtschaft aufzeigen. Weitere zu beachtende Felder könnten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (z.B. Allergiepotehtial) oder horizontaler Gentransfer sein.

Eine Möglichkeit wäre, dass andere Projektarbeiten von Studenten an unsere Arbeit anschließen, und die Arbeit um die nicht bearbeiteten Themenfelder erweitert. Diese Arbeit stellt somit nur einen Beginn dar, eine Weiterführung dieser Arbeit die hiermit begonnen wurde - zu einer wirklich alle Kritikpunkte umfassenden Datenbank - wäre sicher sinnvoll.

Die Autoren hoffen mit dieser Arbeit, auch wenn sie nicht so umfassend wurde wie ursprünglich geplant, einen Beitrag zur Diskussion Pro und Kontra Gentechnik zu liefern. Hoffentlich wird die Arbeit einigen Wissenschaftlern, Umweltverbänden oder Bürgern eine Hilfe sein, um ihre Argumente gegen Gentechnik zu belegen und zu bekräftigen.



## 5. Literaturverzeichnis

### 5.1 Literatur von Einleitung und Pflanzenbeschreibungen

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz,  
<http://www.bmelv-statistik.de>, [http://www.bmelv-statistik.de/fileadmin/sites/030\\_Agrarb/2007/AB07kompl.pdf](http://www.bmelv-statistik.de/fileadmin/sites/030_Agrarb/2007/AB07kompl.pdf)

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. 6.Auflage, Thieme Verlag Stuttgart

KWS SAAT AG, [http://www.kws.de/aw/KWS/home/Service\\_Presse/presse-infos/\\_/Pressemitteilungen/~cjwh/KWS\\_plant\\_Freilandversuche\\_mit\\_gentechni/](http://www.kws.de/aw/KWS/home/Service_Presse/presse-infos/_/Pressemitteilungen/~cjwh/KWS_plant_Freilandversuche_mit_gentechni/) (18.06.08)

OLLIER, C., UTZ, H. (2007): Statistik kurz gefasst. Landwirtschaft und Fischerei. Eurostat, Europäische Gemeinschaften.  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF) (09.06.08)

Statistisches Bundesamt (2008): Pressemitteilung Nr. 192 vom 27.05.2008,  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08\\_\\_192\\_\\_412.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08__192__412.psml), (14.06.08), Statistisches Bundesamt 2007,  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/LandForstwirtschaft/Ernte/Tabellen/Content75/FeldfruechteAnbauflaechenErntemengen.psml> (14.06.08)

THEN, C., LORCH, A. (2008): Kontrolle oder Kollaboration? Agro-Gentechnik und die Rolle der Behörden.  
[http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Themen/Gentechnik/Studie\\_Agrogentechniknetz.pdf](http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Themen/Gentechnik/Studie_Agrogentechniknetz.pdf) (14.06.08)

Transgen, [www.transgen.de](http://www.transgen.de), [www.transgen.de/anbau/eu\\_international/531.doku.html](http://www.transgen.de/anbau/eu_international/531.doku.html), (09.06.08), [www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html](http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/52.mais.html) (09.06.08)

### 5.2 Untersuchte Studien

BARTSCH, D., POHL-ORF, M. (1996): Ecological aspects of transgenic sugar beet: transfer and expression of herbicide resistance in hybrids with wild beets. *Euphytica*, Volume 91, Number 1, 1996, Page 55-58.  
<http://www.springerlink.com/content/g64r572138608h22/> (12.06.08)

BRAUNER, R., MOCH, K., CHRIST, H. (2004): Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen. Öko-Institut, Freiburg. <http://www.oeko-institut.de/oekodoc/225/2004-018-de.pdf?PHPSESSID=vv7mff9ih0ogdohvrlj2obkek4> (11.06.08)

- BURIS, J. S. (2001): Adventitious pollen intrusion into hybrid maize seed production fields. Representing the Association of Official Seed Certifying Agencies. [http://www.amseed.com/govt\\_statementsDetail.asp?id=69](http://www.amseed.com/govt_statementsDetail.asp?id=69) (11.06.08)
- DARMENCY, H., VIGOUROUX, Y., DE GARAMBÉ, T. G., RICHARD-MOLARD, M., MUCHEMBLED C. (2007): Transgene escape in sugar beet production fields: data from six years farm scale monitoring. *Environmental Biosafety Research*, 6, Page 197-206. <http://www.ebr-journal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/ebr/abs/2007/02/ebr0628/ebr0628.html> (10.06.08)
- D'HERTEFELDT, T., JØRGENSEN, R. B., PETERSSON L. B. (2008): Long-term persistence of GM oilseed rape in the seedbank. *Biology Letters*, Volume 4, Number 3, Page 314-317. <http://journals.royalsociety.org/content/110824/> (03.06.08)
- FELDMANN, S. (2000): Begleitforschung zur Freisetzung herbizidresistenter, transgener Rapspflanzen 1995 - 1999. Ein Beitrag zur biologischen Sicherheitsforschung – Endbericht. Hrsg: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie; Nachhaltiges Niedersachsen 13 - Dauerhaft umweltgerechte Entwicklung: Seite 1-57.
- FELKE, M., LANGENBRUCH, G. A. (2003): Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. (Effect of Bt-maize-pollen on caterpillars of *Inachis io* in a laboratory assay). *Gesunde Pflanzen*, Volume 55, Issue 1, Seite 1-7. <http://www.springerlink.com/content/tn972pdgdhgeeaq/?p=1faa3034ee53445d86a5a11fa22fa53c&pi=0> (10.06.08)
- FELKE, M., LANGENBRUCH, G.-A. (2005): Auswirkungen von Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. BfN-Skripten 157, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Deutschland. <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript157.pdf> (12.06.08)
- FÉNART, S., AUSTERLITZ, F., CUGUEN, J., ARNAUD, J.-F. (2007): Long distance pollen-mediated gene flow at a landscape level: the weed beet as a case study. *Molecular Ecology*, Volume 16, Issue 18, Page 3801-3813. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-294X.2007.03448.x> (11.06.08)
- FRIESEN, L. F., NELSON, A. G., VAN ACKER, R. C. (2003): Evidence of contamination of pedigreed canola (*Brassica napus*) seedlots in western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. *Agronomy Journal*, 95, Page 1342-1347. <http://agron.sciijournals.org/cgi/content/abstract/95/5/1342> (03.06.08)

- HENRY, C., MORGAN, D., WEEKES, R. (2003): Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity (contract reference EPG 1/5/138). Part I: Forage Maize.  
[http://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) (05.06.08)
- HOFMANN, N., NEUBER, G. (2007): Untersuchungen zur Verbreitung und Anreicherung von Transgensequenzen in der Umwelt über Auskreuzung und Bodeneintrag am Beispiel von HR-Raps. BfN-Skripten 188, Bundesamt für Naturschutz (BfN).  
[http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/BfN-Skripten\\_188.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/BfN-Skripten_188.pdf)  
 (12.06.08)
- MEISSE, M., VOJTECH, E., POPPY, G. M. (2005): Effects of Bt maize-fed prey on the generalist predator *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae). Transgenic Research, Volume 14, Number 2, Page 123-132.  
<http://www.springerlink.com/content/j337310k11365340/?p=ec9b0fc339dc4bc1a01c49b81ad55238&pi=3> (18.06.08)
- MOCH, K., BRAUNER, R., TAPPESER, B. (2004): Bewertung der „Farm Scale Evaluations“. Öko-Institut e.V., Freiburg. [www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko\\_bewertung\\_farm\\_scale\\_evaluations\\_040201.pdf](http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko_bewertung_farm_scale_evaluations_040201.pdf) (18.06.08)
- NARAYANASWAMY, S., JAGADISH, G.V., UJINNAIAH, U.S. (1997): Determination of isolation distance for hybrid maize seed production. Curr. Res. (University of Bangalore) 26, Page 193-195
- NIEMANN, A. (2007): Unerwarteter Durchwuchsmais bei gentechnischer Freisetzung nach sehr mildem Winter 2006/2007. Bezirksregierung Arnsberg, Postfach 4121, 58041 Hagen, Umweltverwaltung, Sachbearbeiter: A. Niemann.  
[http://www.haerlin.org/Mais\\_Durchwuchs.pdf](http://www.haerlin.org/Mais_Durchwuchs.pdf) (08.06.08)
- PASCHER, K., NARENDJA, F., RAU, D. (2006): Feral Oilseed Rape – Investigations on its Potential for Hybridisation. Forschungsberichte der Sektion IV, Band 3/2006, Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Sektion IV, Österreich.  
[http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/8/1/9/CH0810/CMS1138950978238/cms1200662188285\\_feral\\_oilseed\\_rape\\_-\\_investigation\\_on\\_its\\_potential\\_for\\_hybridisation\\_gesamt\\_f\\_\\_hp.pdf](http://www.bmgfj.gv.at/cms/site/attachments/8/1/9/CH0810/CMS1138950978238/cms1200662188285_feral_oilseed_rape_-_investigation_on_its_potential_for_hybridisation_gesamt_f__hp.pdf) (12.06.08)
- PESEL, D., LECOMTE, J., EMERIAU, V., KROUTI, M., MESSEAN, A., GOUYON, P. H. (2001): Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields. TAG Theoretical and Applied Genetics, Volume 102, Numbers 6-7, Pages 841-846.  
<http://www.metapress.com/content/dchjeam4pk66jfcy/?p=d4cadda4fa1d41579d8c>

201b088c10dc&pi=2 (03.06.08)

RIEGER, M. A., LAMOND, M., PRESTON, C., POWLES, S. B., ROUSH, R. T. (2002): Pollen-Mediated Movement of Herbicide Resistance Between Commercial Canola Fields. *Science* (296), Page 2368-2388.

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/sci;296/5577/2386?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Rieger+2002&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT> (02.06.08)

ROSI-MARSHALL, E. J., TANK, J.L., ROYER, T. V., WHILES M. R., EVANS-WHITE, M., CHAMBERS, C., GRIFFITHS N. A., POKELSEK, J., STEPHEN M. L. (2007): Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. *PNAS*, vol. 104, no. 41, Page 16204-16208. <http://www.pnas.org/cgi/content/full/104/41/16204> (11.06.08)

VERCESI, M. L., KROGH, P. H., HOLMSTRUP, M. (2006): Can *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) corn residues and *Bt*-corn plants affect life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*?. *Applied Soil Ecology*, Volume 32, Issue 2, Page 180-187.

[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T4B-4GX0C6X-1&\\_user=4861060&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000065416&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=4861060&md5=81206460ee15d0600de47c1535c802b8#SECX14](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T4B-4GX0C6X-1&_user=4861060&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000065416&_version=1&_urlVersion=0&_userid=4861060&md5=81206460ee15d0600de47c1535c802b8#SECX14) (10.06.08)

VERHOEVEN, R., BRECKLING, B., GLEMNITZ, M. (2005): Die schleichende Ausbreitung von transgenem Raps. *Impulse*, 1/2005, Universität Bremen.

[http://www.gentechnikfreie-regionen.de/fileadmin/content/studien/koexistenz/0501\\_ausbreitungvontransgenemraps.pdf](http://www.gentechnikfreie-regionen.de/fileadmin/content/studien/koexistenz/0501_ausbreitungvontransgenemraps.pdf) (03.06.08)

WARWICK, S. I., LÉGÈRE, A., SIMARD, M.-J., JAMES, T. (2008): Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy *Brassica rapa* population. *Molecular Ecology*, Volume 17, Issue 5, Page 1387–1395.

<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-294X.2007.03567.x?prevSearch=allfield%3A%28The+case+of+an+herbicide+resistance+transgene%29> (04.06.08)

WATKINSON, A. R., FRECKLETON, R. P., ROBINSON, R. A., SUTHERLAND, W. J. (2000): Predictions of Biodiversity Response to Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops. *Science*, Vol. 289, Page 1554 – 1557.

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/289/5484/1554> (18.06.08)

- ZANGERL, A. R., MCKENNA, D., WRAIGHT, C. L., CARROLL, M. , FICARELLO, P., WARNER, R., BERENBAUM, M. R. (2001): Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions. PNAS, Volume 98, Number 21, Page 11908-11912. <http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/21/11908?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=1&author1=zangerl&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT> (10.06.08)
- ZWAHLEN, C. , HILBECK, A. , GUGERLI, P. , NENTWIG, W. (2003a): Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. Molecular Ecology, Volume 12 Issue 3, Page 765-775. <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046%2Fj.1365-294X.2003.01767.x> (14.06.08)
- ZWAHLEN, C., HILBECK, A. , HOWALD, R. , NENTWIG, W. (2003b): Effects of transgenic Bt corn litter on the earthworm *Lumbricus terrestris*. Molecular Ecology, Volume 12, Issue 4, Page 1077-1086. <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046%2Fj.1365-294X.2003.01799.x> (14.06.08)

## **6. Eidesstattliche Erklärung**

Wir versichern, dass die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und wir keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet haben. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Witzenhausen, Juni 2008, Jörg Oberfell

Witzenhausen, Juni 2008, Benjamin Volz