

## Fact Sheet: Unsicherheiten und Schadensbeispiele

PD Dr. Daniel Ammann, SAG Geschäftsstelle, September 2003

Transgene Pflanzen drängen auf den Markt. Gleichzeitig wächst die Unsicherheit darüber, welche Folgen der grossflächige Anbau dieser Pflanzen mit sich bringen wird. Solange die ökologische Forschung weit hinter der kommerziellen Entwicklung zurück bleibt, können Gefährdungen nicht ausgeschlossen werden. Und wenn neue Daten aus gezielten Untersuchungen oder aus dem grossflächigen Anbau Schadensszenarien bekräftigen, die zuvor als bedeutungslos oder unwahrscheinlich eingestuft worden sind, so trägt das kaum zur Sicherheit bei. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgeführt, die auf die bestehenden Unsicherheiten hinweisen.

### Raps wird zum Unkraut

1995 wurden in Kanada transgene, herbizidresistente Rapsorten kommerzialisiert. Drei Jahre später waren von den 5,2 Millionen Hektaren Rapsflächen bereits 51% mit gentechnisch veränderten Sorten bewachsen. Drei bewilligte gentechnisch veränderte Rapsorten sind gegen die Herbizide Glufosinat, Bromoxynil bzw. Glyphosat resistent. Der grossflächige Anbau dieser herbizidresistenten Sorten ruft verschiedene Befürchtungen hervor:

- (1) Die resistenten Rapsorten könnten im Durchwuchs – Durchwuchs nennt man das Durchwachsen einer vorjährigen Kultur in die neu eingesäte Kultur – auftauchen und zusätzliche Strategien zu ihrer Bekämpfung hervorrufen. Durchwuchsraps gehört zum Beispiel in Alberta zu den 20 häufigsten Unkräutern.
- (2) Die transgenen Sorten könnten die Herbizidresistenz via Pollen auf verwandte Wildpflanzen übertragen, womit die Wildpflanzen zu schwer kontrollierbaren Unkräutern würden.
- (3) Durch Kreuzungen zwischen den verschiedenen herbizidresistenten Sorten könnten Rapspflanzen entstehen, die gleich gegen mehr als ein Herbizid resistent sind, was wiederum deren Bekämpfung sehr schwer machen würde.

Von den drei dargestellten Befürchtungen sind die Szenarien (1) und (3) eingetreten. Nur der Pollenflug auf verwandte Wildkräuter konnte bisher noch nicht festgestellt werden.

Herbizidresistenter Durchwuchsraps und mehrfachresistenter Raps sind in Kanada eine Realität. Damit wächst die Sorge, dass der Herbizidverbrauch stark ansteigt, wenn versucht wird, die neu entstandenen "Superunkräuter" mit Herbiziden zu bekämpfen.

### Superunkräuter

In Delaware werden gentechnisch veränderte Sojabohnen angebaut, die gegen das Herbizid Glyphosat resistent sind. Mit dem Anbau dieser herbizidresistenten Sojabohnen stieg der Gebrauch von Glyphosat. Nach zweijähriger Anwendung des Glyphosat in den Jahren 1999 und 2001 fand man nun bereits ein Unkraut, das resistent gegen Glyphosat ist: das Kanadische Berufskraut (*Conyza canadensis*). Das Kanadische Berufskraut hat auf den Selektionsdruck reagiert, der durch die Anwendung des Herbizids Glyphosat entstand.

Das Berufskraut ist aber nicht das einzige Kraut, das resistent gegen Roundup Ready geworden ist. Auch die beiden Unkräuter Weidelgras (*Lolium multiflorum*) und Fuchsschwanz (*Amaranthus*) sollen sich mittlerweile gegen das Totalherbizid wehren können.

### **Bt-Mais-Pflanzen entlassen ihr Gift in den Boden**

Tapp & Stotzky zeigten bereits 1995, dass das Bt-Toxin an Bodenkomponenten binden und damit lange im Boden verbleiben kann. Zudem behält das Bt-Toxin im Boden seine toxische Wirkung. In weiteren Versuchen wurde gezeigt, dass Bt-Toxine aus transgenen Pflanzen länger und in höheren Konzentrationen im Boden bleiben könnten als bei konventionellen Bt-Präparaten. Bt-Toxine können sich dabei derart anreichern, dass eine Schädigung von Nicht-Zielorganismen möglich werden könnte. Zudem wurde festgestellt, dass Pflanzen durch ihre Wurzeln kontinuierlich Bt-Toxine in den Boden ausgeschieden haben. Bt-Mais scheidet das Bt-Toxin in den Boden aus, wo das Gift rasch an Bodenpartikel bindet. Die toxische Eigenschaft bleibt mindestens über 180 Tage im Boden erhalten.

### **Verrottende Bt-Mais-Blätter entlassen ihr Gift in den Boden und beeinträchtigen Regenwürmer**

Die Frage, welchen Einfluss das Bt-Toxin auf Mikroorganismen und Tiere im Boden hat, wurde in der Vergangenheit wenig beachtet, obschon bei der Maisernte beträchtliche Mengen Blattmaterial und Wurzeln auf dem Feld zurückbleiben. Eine Studie der Universität Bern belegt, dass das Bt-Toxin länger im Boden nachweisbar bleibt als angenommen. In mehrmonatigen Freilandversuchen wurde untersucht, inwieweit das Bioinsektizid aus verrottenden Maisblättern in den Boden gelangt, dort seine Giftwirkung beibehält und Auswirkungen auf die Bodenfauna hat. Zu ihrer Überraschung stellten die Wissenschaftler dabei fest, dass sich das Bakteriengift noch nach bis zu 240 Tagen nachweisen liess. Zudem erfolgte der Abbau des Bt-Toxins im Feldversuch langsamer als in parallel durchgeführten Laborversuchen. Fütterungsversuche mit Larven des Maiszünslers - gegen die der Einsatz von Bt-Protein in erster Linie gerichtet ist - ergaben, dass in den Blattstücken selbst nach 80 Tagen Verrottung im Erdboden noch genügend Bt-Toxin vorhanden war, um die Larven dieses Maisschädling zu töten. Ein Test mit Regenwürmern ergab, dass das Gewicht der Tiere, die sich von Bt-Maisblättern ernähren mussten, am Ende der 200 Tage dauernden Versuchsphase deutlich geringer war als jenes von Tieren, die Blätter von herkömmlichem Mais als Futter erhalten hatten. Die Berner Wissenschaftler schlagen deshalb vor, dass auch andere Faktoren, wie etwa die Lebensdauer und der Fortpflanzungserfolg erwachsener Tiere sowie der Einfluss von Bt-Toxin auf Jungtiere untersucht werden sollten.

### **Gentech-Raps wirkt auf Mikroorganismen im Boden**

Kanadische Wissenschaftler haben untersucht, ob der Anbau von herbizidresistenten Rapsorten Auswirkungen auf die Mikroorganismen des Bodens hat. Sie verglichen dazu vier transgene Linien und vier konventionelle Sorten an vier verschiedenen Standorten. Wie die Resultate zeigen, unterschied sich die Mikroorganismengemeinschaft bei der einen der vier transgenen Linien signifikant von denjenigen bei den konventionellen Sorten. Ob die beobachtete Wirkung positiv oder negativ ist, bleibt unklar. Da Mikroorganismen eine bedeutende Rolle im Nährstoffkreislauf des Bodens spielen, gilt es solche Beobachtungen gründlich zu untersuchen.

### **Bt176-Mais wirkt auf den Schwarzen Schwalbenschwanz**

In Feldversuchen fand man heraus, dass die Raupen des Schwarzen Schwalbenschwanzes signifikant weniger wachsen, wenn sie Pollen von Bt176-Mais fressen. Dies – so vermuten die beteiligten Forscher – könnte eine schädliche Wirkung auf die Raupen haben. Während Bt176-Mais

auf die Schmetterlingsraupe wirkte, konnte man bei anderen Bt-Maissorten keine Wirkungen beobachten. So kamen die Wissenschaftler in den anderen fünf zusätzlichen Publikationen zum Schluss, dass von den beiden wichtigsten Bt-Maislinien, Bt11 und Bt810, nur ein geringes Risiko für Schmetterlinge ausgehe. Der Grund: Der Pollen dieser Sorten enthält das Bt-Toxin nur in geringen, für den Schmetterling nicht giftig wirkenden Konzentrationen. Entwarnung also? Nein, findet Obrycki, der in früheren Arbeiten die toxische Wirkung von Bt-Mais auf den Monarchen zeigte. Obryckis Kritik an den Resultaten: Die Untersuchungen haben sich nur auf die Pollen konzentriert, die Staubbeutel aber ausser Acht gelassen. Bisher unveröffentlichte Untersuchungen von Obrycki sollen zeigen dass Raupen des Monarchfalters eine 50% geringere Überlebensrate aufweisen, wenn sie eine Mischung aus Pollen und Staubbeutel von Bt-Mais fressen.

### **Gentransfer aus Sonnenblumen und Zuckerrüben: Wilde Arten werden zu Unkräutern**

Zwei Forschungsteams in den USA und in Frankreich haben aufgezeigt, dass die Auskreuzung von Transgenen aus Sonnenblumen bzw. aus Zuckerrüben in wilde Formen der Sonnenblume bzw. der Zuckerrübe zu problematischen Unkräutern führt. Wilde Sonnenblumen, die in den USA als Unkraut taxiert sind, produzierten nach dem Transfer von Resistenzgenen bis zu 50% mehr Samen. Auch bei den Zuckerrüben führte der Gentransfer auf Wildformen zu deren Vorteilen.

### **Mit Transgenen verunreinigte Mais-Landsorten**

Mexiko ist die Heimat des Mais. Die vielen Landsorten, die dort wachsen, sind ein wichtiger Pool für Züchtungserfolge und damit auch für die Sicherheit der Ernährung. Ignacio Chapela und David Quist von der University of California in Berkeley haben im mexikanischen Bergland von Oaxaca Landsorten untersucht. Was die beiden Wissenschaftler dabei gefunden haben, hat weltweit für Aufregung gesorgt: Die Maislandsorten in Mexiko sind mit künstlich hergestellten Genen verunreinigt. Die Resultate von Quist und Chapela sind umso bedenklicher, als es in Mexiko seit 1998 ein Verbot für den Anbau von Gentech-Mais gibt. Die Warnungen von Gentechnik-Kritiker scheinen sich damit zu bestätigen: Die fremden Gene von gentechnisch veränderten Genen übertragen sich auf natürliche Sorten.

Welche Folgen hat es, wenn Landsorten kontaminiert werden? In den Worten von Charles Benbrook: *"We believe that the genetic and ecological risks of introducing transgenic crops into centers of origin of agronomic crops are largely unknown. we must not get beyond the science. The effects may prove, in most cases, of little consequence, but we should not find out by default or accident. Regulatory decisions involving the introduction of transgenic plants should be based on thorough scientific research, which in the case of maize, at least, has not yet been conducted."*

### **Gentech-Papaya mit vielen Problemen**

Virusresistenter Papaya gilt als eines der prominentesten Beispiele, wie die Gentechnik dazu verhelfen soll, Probleme zu lösen und Ernteausfälle zu verringern. Transgene virusresistente Papayas zeigen nun aber grosse Probleme in der Praxis: Sie kontrollieren zwar den schädlichen Virus, sind aber anfälliger auf andere Schädlinge wie die Braunfäule, sie enthalten ein Genprodukt, welches als Allergen bekannt ist und ihr Pollen hat biologische Papayaplantagen kontaminiert.

### **Fitnessvorteil durch Bt-Toxin?**

Eine Bt-resistente Motte (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)) kann offenbar das Bt-Toxin (Cry1Ac) verdauen und als Nährstoff verwerten. Sie könnte dadurch einen Fitnessvorteil erhalten.

### **Genfluss von Kulturpflanzen in verwandte Wildarten auch ohne Vorteil**

US-amerikanische Wissenschaftler haben anhand mathematischer Modelle den Genfluss von Kulturpflanzen in verwandte Wildarten berechnet. Ihr Fazit: Innerhalb nur weniger Generationen können sich Kulturpflanzen-Gene in Wildpopulationen etablieren – auch dann, wenn die Pollenmenge nicht sehr hoch ist und diese Gene der Pflanze keinen Vorteil bringen.

### **Glyphosat kann toxische Pilze fördern**

Eine 5-jährige Studie der kanadischen Regierung zeigt, dass bei der Applikation von Glyphosat das Risiko von Infektionen mit toxischen Pilzen steigt. Die als Folge von Gentech-Sorten massive Anwendung von Glyphosat fördert das Wachstum toxischer Pilze beispielsweise bei Weizenkulturen.

### **Syngenta pflanzt in Spanien weiterhin Bt-176-Mais an**

Auf ungefähr 25'000 Hektaren wird in Spanien nach wie vor Gentech-Mais der Firma Syngenta angebaut. Die Zulassung des insektengift-produzierenden Gentech-Mais Bt-176 hatte zuvor in der EU hitzige Diskussionen ausgelöst. In Luxemburg, Österreich und Italien ist der Anbau dieser Maissorte verboten worden. Gründe für ein Verbot waren rasch auftretende Insektenresistenz, mangelnde Kenntnisse über die Auswirkungen auf Nichtzielorganismen (z.B. Nützlinge) sowie ein eingefügtes Antibiotika-Marker-Gen. Sogar in den USA ist der Bt-176-Mais wegen der Gefahr von Resistenzbildungen bei Schadinsekten nicht mehr zugelassen.