

Gentechnik im Feld der Widersprüche

Mit Bt-Mais dürfen Bauern den Maiszünsler, einen Schädling, bekämpfen. Auch gegen den Maiswurzelbohrer könnte dieser gentechnisch veränderte Mais bald zugelassen werden. Die Geschichte des Bt-Maises ist ein Wirrwarr aus Chancen, Risiken, wissenschaftlichen Widersprüchen, erteilten Marktzulassungen und deren Widerruf. Aber sie ist auch ein Musterbeispiel dafür, warum beim Verbraucher die Skepsis gegenüber gentechnisch veränderten Organismen (GVO) wächst.



Der Maiswurzelbohrer ist ein gefürchteter Maisschädling. (Foto: Mihaly Czepo/biosicherheit.de)

Der 23. Juli 2007 war für die deutschen Maisbauern der Tag der Katastrophenmeldung. In der Nähe von Lahr wurde ein Exemplar des Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) gesichtet. Der gefürchtete Schädling hatte nun auch Deutschland erreicht. Dieser Käfer frisst an Blättern, Pollen und Körnern der Maispflanzen, seine Larven bohren sich in Wurzeln und Stängel. Die Pflanzen knicken ab, der Wasser- und Nährstofftransport wird beeinträchtigt. Der Ernteausfall kann bis zu 30 Prozent betragen.

Am meisten Mais weltweit produzieren die USA, etwa 320 Millionen Tonnen werden es im Jahr 2008

sein. Der wirtschaftliche Schaden, den der Maiswurzelbohrer dort Jahr für Jahr anrichtet, beträgt etwa 800 Millionen US-Dollar. In Deutschland müssen nach Expertenschätzungen künftig jährlich etwa 25 Millionen Euro aufgebracht werden, um die Schäden, die der Maiswurzelbohrer verursacht, auszugleichen.

Schwere Schäden auch durch Maiszünsler



Unscheinbares Äußeres, aber hochgefährlich für Maiskulturen: der Maiszünsler. (Foto: Dr. R. Kaiser-Alexnat/BBA Darmstadt)

So weit so schlecht. Doch der Maiswurzelbohrer ist nicht der einzige Schädling im Land, der Maispflanzen anbohrt. Befällt der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) Maisfelder, gehen im Extremfall bis zu 50 Prozent der Ernte verloren. Die Larven dieses Schmetterlings fressen sich von der Blattunterseite aus in die Stängel vor und wandern zum Überwintern in die unteren Stängelabschnitte und die Wurzeln. Stängelbruch, zerfressene Wurzeln, abgeknickte und angefressene Kolben sind die schwer wiegenden Folgen des Maiszünslerbefalls.

In Süddeutschland ist er ein alter Bekannter, dessen Ausbreitungsterrain stark wächst. Beispiel Bayern: Dort war der Maiszünsler Anfang der 80er Jahre nur in zwei kleinen Gebieten, nämlich in der Nähe von Deggendorf und um Würzburg zu finden. Im Jahr 2005 waren bereits 180.000 Hektar der 416.000 Hektar Maisanbaufläche Bayerns befallen.

Weit verbreitet ist er auch in Baden-Württemberg. Auf etwa 41 Prozent der Maisanbauflächen war er im Jahr 2005 präsent. 2007 wurde der Maiszünsler an 27 der 28 Sammelstellen zwischen Bodensee und Odenwald gefunden. Seit einigen Jahren beschränkt sich der Schädling nicht mehr auf den Süden der Republik. Im Jahr 2004 wurde er erstmals im Nordosten gesichtet, 2006 auch in Niedersachsen.

Bakterienproteine gegen den Schädling



Gentechnisch veränderte Maissorten bilden ein Protein, das für die Maiszünslerlarven giftig ist. (Foto: Dr. R. Kaiser-Alexnat/BBA Darmstadt, biosicherheit.de)

Vom Maiszünsler ist aber nicht nur als Pflanzenzerstörer die Rede. Weitaus mehr Bekanntheit hat er dadurch erlangt, dass für seine Bekämpfung gentechnisch veränderter Mais, so genannter Bt-Mais, entwickelt wurde. Das Kürzel Bt rührt von einem Bakterium her: *Bacillus thuringiensis*. Von diesem zwei bis fünf Mikrometer kleinen Bakterium kennt man etwa 50.000 verschiedene Stämme. Viele können das so genannte Cry-Protein bilden, das für manche Insektenlarven giftig ist. 169 Varianten des Proteins sind bekannt, manche wirken artspezifisch.

Diese gezielte Toxizität wollte man sich zu Nutze machen, indem man das Gen für ein bestimmtes Cry-Protein in die Maispflanze übertrug. Das Verfahren funktioniert, der gentechnisch veränderte Bt-Mais produziert ausreichend Toxin, um die Maiszünslerlarven im Durchschnitt zu 98 Prozent auszumerzen. In Deutschland sind aktuell fünf Bt-Mais-Sorten gegen den Maiszünsler zugelassen.

Risikodebatte ums gelbe Korn

Die neue Technologie ist jedoch nicht frei von Kritik, vor allem Naturschützer, Öko-Landwirte aber auch Verbraucherverbände bringen Bedenken vor. Die *Bacillus*-Gene und somit die davon codierten Cry-Proteine sind nicht auf bestimmte Pflanzenteile begrenzt, sondern in allen Zellen des Maises vorhanden, einschließlich der Pollen. Maispollen werden in erster Linie mit dem Wind verbreitet. Es könnte daher die Gefahr bestehen, dass die fremden Gene im Bt-Mais sich auskreuzen, also auf herkömmliche Maissorten übergehen. Die Folgen könnten weit reichend sein. Gegner des Bt-Maisanbaus befürchten, dass sich das Gen für die Cry-Proteine auf diesem Weg unkontrolliert ausbreitet.

Da dieses Gen Maispflanzen in die Lage versetzt, den Maiszünsler abzuwehren, haben die genetisch veränderten Pflanzen einen Selektionsvorteil. Sie könnten die bisher eingesetzten, konventionellen Maissorten verdrängen. Das ungestörte Nebeneinander von konventionellen und gentechnisch-veränderten Pflanzen, also die Koexistenz, ist aus Sicht der Gentechnikkritiker nicht möglich, denn der Gentransfer zwischen den Pflanzen könne nicht verhindert werden.

Nebeneinander mit großem Abstand

Um das Auskreuzungspotenzial von Bt-Mais zu analysieren, führen Wissenschaftler Koexistenzversuche durch. Dabei werden gentechnisch veränderte Bt-Maispflanzen und konventionelle Maispflanzen auf benachbarten Feldern angebaut. Meistens wird auf einem Feld eine zentrale Parzelle mit Bt-Mais angelegt, die von Feldern mit herkömmlichem Mais umgeben sind. Nach der Vegetationsperiode wird mit molekulargenetischen Methoden und Selektionsexperimenten erfasst, wie hoch der Anteil der gentechnisch veränderten Pflanzen in den angrenzenden Maisfeldern ist.

Bereits in den Jahren Jahr 2000 und 2001 untersuchte das Julius-Kühn-Institut in Braunschweig die Auskreuzungsproblematik mit Koexistenzversuchen. Projektleiter Dr. Joachim Schiemann und sein Team stellten fest, dass bereits in zehn Metern Entfernung vom Bt-Maisfeld der Anteil an ausgekreuzten Pflanzen im Mittel weniger als ein Prozent betrug.

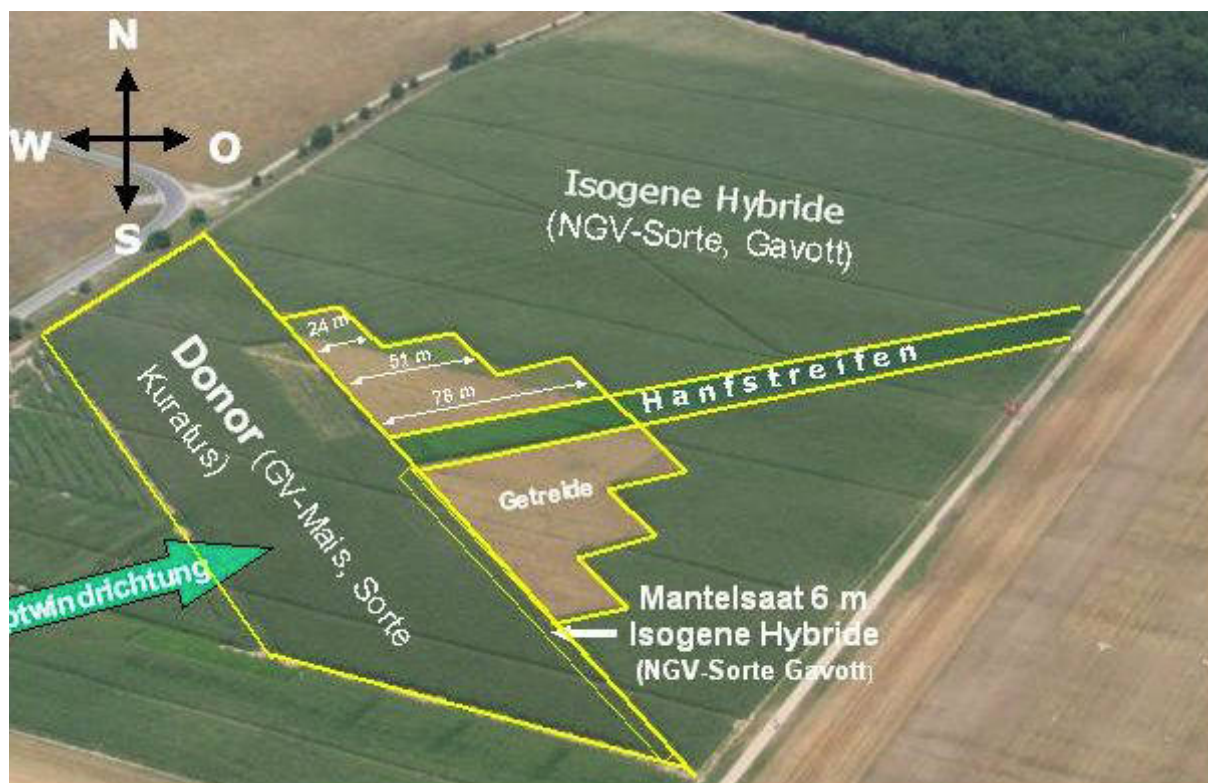
Andere Anbauversuche in den Jahren 2004 und 2005 zeigten, dass ein Abstand von 75 Metern ausreicht, um den vom Gesetzgeber festgelegten Grenzwert von 0,9 Prozent deutlich zu unterschreiten. Wenn in einem Nahrungsmittel der Anteil an gentechnisch veränderten Organismen 0,9 Prozent übersteigt, muss es als „gentechnisch verändert“ deklariert werden. In vielen Untersuchungen, wie zum Beispiel auch bei Anbauversuchen in Bayern im Jahr 2004, wurde der Grenzwert bereits bei Distanzen um 20 Meter eingehalten.

Mantelsaaten, Wind und Getreide

Weiterführende Studien berücksichtigen auch den Einfluss von zusätzlichen Bepflanzungen mit Hanf, Gerste, Weizen oder Weidelgras. Über Flächen, die mit anderen Pflanzen bebaut sind, herrschen unter Umständen andere thermische Verhältnisse, die den Flug des Maispollens eventuell begünstigen. Auch Mantelsaaten mit konventionellem Mais, direkt angrenzend ans Bt-Maisfeld, können die Auskreuzungshäufigkeit beeinflussen. Mantelsaaten wirken zum einen als Barriere, zum anderen erhöhen sie während der Pollenflugphasen den Anteil an genetisch unverändertem Pollen.

Im Jahr 2005 führte die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft derartige Koexistenzversuche an vier Standorten in Bayern durch. Im Abschlussbericht empfehlen die Wissenschaftler einen Sicherheitsabstand von 100 Metern zwischen Bt-Maisfeldern und konventionellen Maisfeldern.

Untersuchungen in Forchheim im Jahr 2006 führten zu einem ähnlichen Ergebnis. An etwa 300 Stellen im konventionellen Versuchsfeld nahmen die Wissenschaftler Kornproben und ermittelten den Anteil an Körnern, die das Bt-Gen trugen. Die Forscher zeigten, dass bei einem Abstand von 100 Metern der Grenzwert von 0,9 Prozent eingehalten wird. Ein Abstand von 150 Metern reicht aus, um den Anteil an Bt-Mais in den angrenzenden konventionellen Maisfeldern auf unter 0,1 Prozent zu senken.



Versuchsaufbau beim Koexistenzversuch in Forchheim in den Jahren 2006/2007. Im gelb umrahmten Viereck links wurde der gentechnisch veränderte Bt-Mais angebaut, im großen Feld rechts die genetisch unveränderte Maissorte. Dazwischen gab es unterschiedlich breite Zonen, die mit Getreide bepflanzt waren. Der grüne Pfeil links zeigt die Hauptwindrichtung an. (Foto: LTZ Augustenberg)

Nicht nur Windrichtung, umgebende Bepflanzung und Isolationsabstand zwischen den Feldern nehmen Einfluss darauf, ob sich Gene aus gentechnisch verändertem Mais in das Erbgut konventioneller Sorten einschleichen. Ein wesentlicher Parameter, der in den meisten Stellungnahmen zum Thema Auskreuzung gar nicht berücksichtigt wird, ist die beschränkte Befruchtungsfähigkeit der Maispollen. In Sachen Fortpflanzung steht Mais unter Zeitdruck. Ist sein Pollen erst einmal unterwegs, kann er nur für kurze Zeit die weiblichen Pflanzenteile befruchten. Die Angaben schwanken zwischen „wenigen Minuten“ und einer „halben Stunde“.

Koexistenz bei Mais offenbar möglich

Legt man diese Fakten zugrunde, kann man davon ausgehen, dass zumindest beim Mais eine Koexistenz verschiedener Anbauformen (gentechnisch, konventionell, ökologisch) möglich ist, sofern Mindestabstände eingehalten werden.

Der Deutsche Bundestag hat in der Novellierung des Gentechnikgesetzes vom 25. Januar 2008 die Mindestabstände neu festgelegt. Sollte der Bundesrat dem Gesetz zustimmen, gelten fortan folgende Abstandsregelungen: Gentechnisch veränderter Mais darf mindestens 150 Meter entfernt von konventionellem Mais angebaut werden, zu einem Feld mit ökologisch angebautem Mais muss der Bt-Mais-Bauer eine Distanz von 300 Metern wahren.

Toxin-Spezifität umstritten

Für Gentechnikgegner gibt es jedoch noch weitere Gründe, gentechnisch veränderten Mais abzulehnen. Das Bt-Toxin, das die Bt-Maispflanzen produzieren, wirkt zwar spezifisch auf bestimmte Tierarten, jedoch ist fraglich, ob seine Spezifität so hoch ist, um damit ausschließlich dem

Maiszünsler den Garaus zu machen. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass das Toxin über Räuber-Beute-Beziehungen in die Nahrungskette gelangen und über diesen Umweg auch weitere Tierarten schädigen könnte. Untersucht wurde dies mehrfach an Florfliegenlarven. Auf ihrem Speiseplan stehen unter anderem auch Maiszünslerlarven. Die Studienergebnisse sind zwar nicht einheitlich, von der Hand zu weisen ist eine potenzielle indirekte Wirkung des Bt-Toxins auf Florfliegenlarven derzeit nicht.

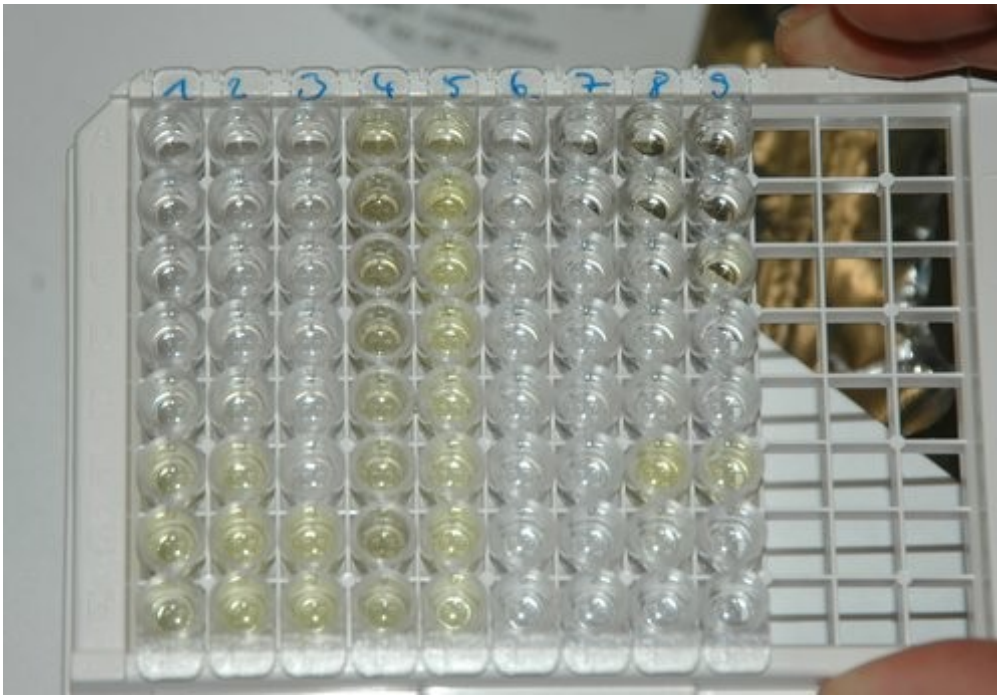


Eine Schlupfwespe (rechts) schlüpft aus einer Blattlausmumie. Da auch Maiszünslerlarven von Schlupfwespen befallen werden, könnten sie eventuell ebenfalls durch Bt-Mais geschädigt werden. (Foto: Dr. Jörg Leopold, Universität Göttingen, biosicherheit.de)

Ebenfalls von Bedeutung sind parasitäre Verflechtungen zwischen dem Maiszünsler und anderen Tierarten. Dies gilt zum Beispiel für die Schlupfwespe, die ihre Eier in die Ei-Gelege des Maiszünslers absetzt. Stirbt der Maiszünsler lokal oder regional aus, könnte dies auch für die Schlupfwespe Folgen haben. Solche ökologischen und ökotoxikologischen Fragen müssen geklärt sein, wenn gentechnisch veränderte Organismen wie der Bt-Mais freigesetzt werden.

Greenpeace führt mehrere wissenschaftliche Studien an, nach denen Schmetterlingsarten wie Tagpfauenauge oder Schwalbenschwanz, aber auch Regenwürmer, Trauermücken, Florfliegen, Honigbienen und Fadenwürmer durch das Bt-Toxin bedroht sein könnten. Die Sachlage ist schwierig zu beurteilen, denn es gibt auch Studien, die im Bt-Toxin kein Gefährdungspotenzial für andere Tierarten sehen. Prof. Ingolf Schuphan koordinierte drei Jahre lang einen Forschungsverbund mit elf Forschungsprojekten, die sich mit potenziellen Wirkungen des Bt-Maises auf die Artenvielfalt befassten. Die Forscher untersuchten etwa eine Million Käfer, Spinnen, Wanzen, Zikaden, Larven und viele weitere Kleinstlebewesen. Schuphan zog in einem Interview mit „biosicherheit.de“ folgendes Fazit: „Wenn es Bt-Effekte auf die Agro-Biodiversität geben sollte, dann sind sie zufallsbedingt und am Rande der Nachweisgrenze. Über die Jahre gleichen sie sich wieder aus.“

Geringe Toxinkonzentrationen im Boden



Mit einem ELISA-Test kann die Bt-Konzentration im Boden gemessen werden. (Foto: biosicherheit.de)

Doch was geschieht mit dem Bt-Toxin nachdem es den Maiszünsler erfolgreich abgewehrt hat? Auch dieser Frage gingen Wissenschaftler des Julius-Kühn-Instituts nach. Sie untersuchten in verschiedenen Pflanzenteilen und im Boden die Konzentrationen des Bt-Toxins Cry1Ab aus der gentechnisch veränderten Maissorte MON 810. Cry1Ab ist das Bt-Toxin, das spezifisch gegen Maiszünslerlarven wirkt. Im Boden, dicht an den Wurzeln, ergaben die Messwerte eine maximale Konzentration von 1,9 Nanogramm Bt-Toxin pro Gramm getrockneten Bodenmaterials.

In der Wurzel betrug der Wert nach der Ernte drei bis acht Mikrogramm, also mehr als tausendmal so viel wie im Boden. Offensichtlich wandert nur ein sehr kleiner Teil des Bt-Toxins aus der Pflanze in den umgebenden Boden. Projektleiter Christoph Tebbe betont jedoch, dass die Aussagen, die aus den Messungen für Cry1 Ab abgeleitet wurden, nur für dieses Toxin gelten und zum aktuellen Zeitpunkt nicht ungeprüft auf andere Bt-Toxine übertragen werden können.

Alternativmethoden



Es muss nicht immer Gentechnik sein - auch pflügen kann ein wirksamer Schutz gegen den Maiszünsler sein. (Foto: pixelio.de)

Der Kampf gegen den Maiszünsler ist für Deutschlands Maisbauern nichts Neues. Im Lauf der Jahre wurden mehrere Strategien entwickelt, um Ernteschäden durch den Maiszünsler einzudämmen. Auch das Bt-Toxin zählt dazu. Seit vielen Jahren ist das Bt-Toxin als Sprühmittel zugelassen. Da es durch UV-Licht zerstört wird, ist es nur kurz wirksam. Im ökologischen Landbau wird das Bt-Toxin häufig eingesetzt.

Auch natürliche Feinde wie die Schlupfwespe Trichogramma können Maiszünslerpopulationen entgegenwirken. Ihr Einsatz ist jedoch aufwändig, die Nützlinge müssen zum richtigen Zeitpunkt von Hand im Maisfeld ausgebracht werden.

Am häufigsten kommen Insektizide zum Einsatz – verbunden mit den bekannten Risiken. Ebenfalls wirkungsvoll ist das Unterpflügen der Pflanzenreste nach der Ernte. Dadurch werden die Larven, die sich zum Überwintern in die Wurzeln zurückgezogen haben, zerstört.

Wie effizient welche Methode ist, wurde wissenschaftlich untersucht. Am wirksamsten erwiesen sich der Bt-Mais und das Unterpflügen. Im Durchschnitt konnten damit jeweils 98 Prozent der Pflanzen geschützt werden. Pflanzenschutzmittel schützt zu 84 Prozent, die biologische Bekämpfung mit Trichogramma zu 68 Prozent und versprühtes Bt-Toxin zu 30 Prozent.

Es gibt also durchaus Möglichkeiten, dem Maiszünsler auch ohne B-Mais beizukommen. Jedoch: „Es ist eine Frage der Abwägung, welche Methode man wählt“, sagt Dr. Ulrich Kraft vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg und gibt zu bedenken: „Welche unerwünschten Wirkungen zeigt ein chemisches Pflanzenschutzmittel im Vergleich zum Bt-Mais und was ist mit Folgen des Unterpflügens in Hanglagen, wie zum Beispiel Bodenerosion?“

Genehmigung zurückgezogen



Über der Zulassung von Bt-Mais liegen in manchen Ländern dunkle Wolken. (Foto: pixelio.de)

Spricht also alles für den Bt-Mais? Diese Frage kann nicht generell bejaht werden. Die Unsicherheit um negative ökologische Nebeneffekte und so manche offene Frage zu Wirkungen auf Organismen,

die nicht bekämpft werden sollen, lösten in der jüngeren Vergangenheit politisches Handeln gegen den Anti-Zünlser-Mais aus.

Am 3. Mai 2007 teilte das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit mit, dass die Bt-Maissorte MON 810 des Saatgutherstellers Monsanto vorerst nicht mehr verkauft werden darf. Monsanto wurde verpflichtet, einen Plan vorzulegen, mit dem mehrere potenzielle Umweltwirkungen des Maissorte MON 810 überprüft werden können. Erst nachdem Monsanto im Dezember 2007 einen so genannten Monitoringplan präsentiert hatte, wurde der MON-810-Mais wieder zum Verkauf zugelassen.

Die Regierung Frankreichs hat im Herbst 2007 die Anbauerlaubnis für den Mais MON 810 ausgesetzt. Ein von der Regierung eingesetzter Ausschuss setzte sich mit der wissenschaftlichen Faktenlage auseinander und kam zu dem Schluss, dass es „offene Fragen hinsichtlich der Auswirkungen des Anbaus und des Handels mit MON810 auf die Umwelt, die Gesundheit und die Wirtschaft“ gebe.

Die Liste der offenen Fragen wird sich künftig verlängern, denn die Saatguthersteller führen immer mehr neue gentechnisch veränderte Sorten in die Zulassungsverfahren. Zum Beispiel einen Mais gegen den nun nach Deutschland vorgerückten Maiswurzelbohrer. Gleiche Pflanze zwar, aber mit einem anderen Bt-Toxin-Gen ausgestattet. Für den Verbraucher heißt das, dass die Widersprüche über die Sicherheit gentechnisch veränderter Pflanzen weiter zunehmen werden. Die Forschungsergebnisse, erarbeitet an verschiedenen Pflanzen und Bt-Toxinen, sind nach aktuellem Kenntnisstand kaum übertragbar. Der Knoten aus konträren wissenschaftlichen Befunden und deren Interpretationen wird mit jeder neuen gentechnisch veränderten Nutzpflanze verworrener. Vielleicht ist das der Kern des Problems um die Akzeptanz der grünen Gentechnik.

chb - 26.02.08

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Interessante Links zum Thema:

[Bestehendes Tagfalter-Monitoring ist kein geeignetes Instrument](#)

[BVL genehmigt Freisetzung gentechnisch veränderter Zuckerrüben](#)

[Gentechnisch veränderte Kartoffeln dürfen freigesetzt werden](#)

Fachbeitrag

03.03.2008