

Anbau von Gentechnik-Mais: Risiken nicht unter Kontrolle

Überblick: Gründe gegen eine Anbauzulassung für transgenen, insektengiftigen Mais in der EU

Christoph Then & Andreas Bauer-Panskus

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Einleitung.....	2
1. Interaktionen mit der Umwelt.....	3
2. Auswirkungen auf die Fauna.....	4
3. Auswirkungen auf das Mikrobiom.....	6
4. Kombinierte und akkumulierte Effekte.....	8
5. Unkontrollierte Ausbreitung.....	9
6. Entstehung von Resistenzen.....	11
Quellen:.....	12

Zusammenfassung

In der EU soll noch 2016 über den Anbau von gentechnisch verändertem Mais entschieden werden. Dabei geht es um drei drei Varianten von Gentechnik-Mais, die ein Insektengift produzieren (registriert unter den Kürzeln MON810, Bt11 und Maize 1507), zwei von ihnen sind zudem resistent gegenüber dem Herbizid Glufosinat (Bt11 und Maize 1507).

Durch Freisetzungen und insbesondere durch den großflächigen Anbau gentechnisch veränderter Organismen werden neue biologische Funktionen und Inhaltsstoffe in die Umwelt eingebracht, deren Wirkungen und Wechselwirkungen nicht durch die Mechanismen der Evolution adaptiert und erprobt wurden. Damit gehen Risiken und Gefahren für Mensch und Umwelt einher, die gemäß den EU-Gesetzen vor einer Zulassung intensiv geprüft werden müssen.

Diese Übersicht zeigt, dass die Risiken des Anbaus von gentechnisch verändertem Mais durch die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA nicht ausreichend untersucht wurden. Insbesondere gibt es folgende Lücken in der Zulassungsprüfung:

- Interaktionen zwischen dem Genom der Pflanzen und der Umwelt,
- Auswirkungen auf geschützte Insekten, Bestäuber, Nützlinge und Wildtiere,
- Auswirkungen auf Bodenorganismen und das Mikrobiom

- Wechselwirkungen, welche die Wirkung der Bt-Gifte verstärken,
- Risiken einer unkontrollierten Ausbreitung.

Es gibt noch weitere Gründe gegen den Anbau des Gentechnik-Mais in der EU:

- In Ländern, in denen der Gentechnik-Mais großflächig angebaut wird, entwickeln sich immer mehr Resistenzen bei Schädlingen.
- Die Gentechnik-Industrie erfüllt die gesetzlichen Anforderungen für die Beobachtung möglicher negativer Auswirkungen des Anbaus auf Mensch und Umwelt („Monitoring“) nicht.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt Testbiotech der EU-Kommission und den Mitgliedsländern der EU dringend, einen Anbau des Gentechnik-Mais nicht zuzulassen.

Einleitung

In der EU könnten 2017 drei Varianten von Gentechnik-Mais zum Anbau zugelassen sein, die ein Insektengift produzieren (registriert unter den Kürzeln MON810, Bt11 und Maize 1507), zwei von ihnen sind zudem resistent gegenüber dem Herbizid Glufosinat (Bt11 und Maize 1507). Nach internen Dokumenten der EU-Kommission, die Testbiotech zugänglich gemacht wurden, soll zudem schon bald über einen vierten Gentechnik-Mais der Firma Syngenta entschieden werden, der gegen das Spritzmittel Glyphosat resistent gemacht wurde (registriert unter dem Kürzel GA21).

Derzeit darf nur ein transgener Mais in der EU angebaut werden (MON810). Seine offizielle Zulassung ist schon vor Jahren ausgelaufen, eine Verlängerung der Zulassung wurde bisher von den EU-Mitgliedsländern verweigert. In der Mehrzahl der Mitgliedsstaaten ist sein Anbau sogar ausdrücklich verboten. In Spanien wird dieser Mais aber auf etwa 100.000 Hektar angebaut. Weitere EU-Anbauländer sind Portugal, Rumänien, die Slowakei und die Tschechische Republik. In diesen Ländern kommt allerdings wesentlich weniger Gentechnik auf den Acker als in Spanien. Nach Angaben der Industrie war der Anbau von Gentechnik-Mais 2015 in der EU deutlich rückläufig, auch in den USA ging der Anbau von Gentechnik-Mais zurück.¹

Die EU-Kommission setzt bei der anstehenden Entscheidung darauf, dass sich Mitgliedsländer, die den Anbau des Gentechnik-Mais unter Berufung auf die EU-Richtlinie 2015/412 national verboten haben, den neuen EU-Anbauzulassungen nicht widersetzen werden. Nach Meinung der EU-Kommission wären diese Staaten von der Anbauzulassung nicht betroffen. Doch der gemeinsame Markt bedingt, dass die Ernte des Gentechnik-Mais in der ganzen EU verkauft werden könnte. Zudem wurden die nationalen Anbauverbote bisher nicht durch Gerichtsentscheidungen bestätigt. Die anstehenden Entscheidungen sind also für alle Mitgliedsländer relevant, auch wenn der Anbau nur für wenige Regionen geplant ist.

Es ist in jedem Fall unverzichtbar, dass die Risikoprüfung nach den Standards erfolgt, die von den entsprechenden EU-Regeln vorgesehen sind (EU-Richtlinie 2001/18). Dazu ist u. a. eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen, um

„von Fall zu Fall etwaige direkte, indirekte, sofortige oder spätere schädliche Auswirkungen von GVO auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt (...) zu ermitteln und zu evaluieren“.

Diese Anforderungen werden – wie hier gezeigt wird – durch die Risikoprüfung der Europäischen

¹ www.isaaa.org/resources/publications/briefs/51/toptenfacts/default.asp

Lebensmittelbehörde EFSA nicht erfüllt.

Vor diesem Hintergrund ist es zu begrüßen, dass sich das EU-Parlament in einer Resolution Anfang Oktober gegen eine EU-Anbauzulassung ausgesprochen hat.

Nachfolgend werden einige der bisher bekannten Risiken zusammengefasst.

1. Interaktionen mit der Umwelt

Es ist bekannt, dass gentechnisch veränderte Pflanzen auf Umweltstress anders reagieren können als konventionell gezüchtete Pflanzen (siehe z. B. Meyer et al., 1992; Matthews et al., 2005; Zeller et al., 2010). Weiterhin ist auch bekannt, dass die Aktivität der zusätzlich eingebauten Gene, die Insektengifte produzieren, von Umweltbedingungen (Then & Lorch, 2008) und den jeweiligen Sorten (Adamczyk & Meredith, 2004) abhängig ist. Spezifische Untersuchungen zeigen, wie wenig vorhersagbar die genetische Stabilität von Insektengift produzierendem Gentechnik-Mais ist, wenn dieser durch den Klimawandel gestresst wird (Trtikova et al., 2015).

Um die Auswirkungen des Anbaus der Gentechnik-Pflanzen auf die Umwelt zu untersuchen, müssten deswegen die Interaktionen zwischen dem neu eingeführten Erbgut, dem Genom der Pflanze und ihrer Umwelt über die gesamte Vegetationsperiode, über mehrere Generationen und unter Einbeziehung einer großen Bandbreite unterschiedlicher Umweltbedingungen getestet werden.

Es gibt aber bisher keine verlässlichen Daten darüber, wie viel Insektengift beispielsweise die Gentechnik-Maissorten, die in Spanien angebaut werden, unter verschiedenen Umweltbedingungen produzieren und wie viel Gift über die Pollen sowie Pflanzenteile in die Umwelt gelangt. Bislang fehlen sogar standardisierte Methoden, um den Giftgehalt in den Pflanzen zuverlässig bestimmen zu können (Székács et al., 2011).

Im Hinblick auf die genetische Stabilität der Mais-Pflanzen ist es auch problematisch, dass sich laut Zulassungsanträgen in deren Genom nicht nur die beabsichtigten Gen-Konstrukte finden, sondern auch mehrere zusätzliche DNA-Abschnitte, die durch die Methoden der gentechnischen Veränderung ungewollt in das Erbgut geraten sind. Auch diese können die Reaktion der Pflanzen auf die Umwelt beeinflussen.

Zusammengefasst bedeutet das: Ohne ausreichende Daten über die genetische Stabilität der Pflanzen können keine verlässlichen Aussagen über die möglichen Auswirkungen auf die Ökosysteme, die Empfindlichkeit der Pflanzen gegenüber Pflanzenkrankheiten oder auch die Bildung ungewollter (antinutritiver, immunogener oder toxischer) Inhaltsstoffe gemacht werden. Doch eine systematische Untersuchung der Interaktionen der Gentechnik-Pflanzen mit ihrer Umwelt wurde für die EU-Zulassungsprüfung nicht verlangt.

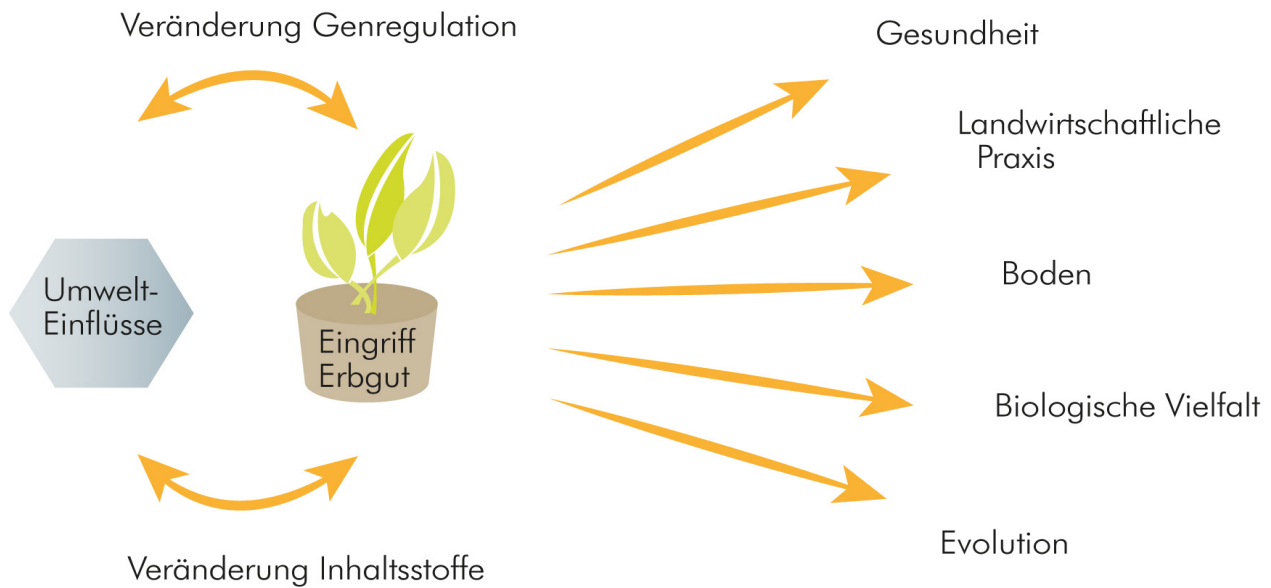


Abbildung 1: Schematischer Überblick über einige Kategorien der Risiken gentechnisch veränderter Pflanzen unter der Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit der Umwelt

2. Auswirkungen auf die Fauna

Die Bt-Gifte sollen spezifisch und nur bei bestimmten Insektenarten wirken und werden deshalb als generell sicher für andere Tierarten angesehen. Doch die Wirkungsmechanismen der Bt-Toxine werden bislang nur teilweise verstanden. Zum Teil widersprechen sich die Erklärungen über die Wirkungsweise sogar (siehe Then, 2010; Hilbeck & Otto, 2015; Melo et al., 2014). Damit ist aber auch die „Zielgenauigkeit“ der Bt-Toxine fraglich.

Es gibt tatsächlich deutliche Hinweise darauf, dass diese Gifte ein breiteres Wirkungsspektrum aufweisen, als ursprünglich angenommen wurde (van Frankenhuyzen, 2009; Lövei et al., 2009; Hilbeck & Otto, 2015).

Die Risikobewertung wird zusätzlich dadurch erschwert, dass die Bt-Toxine, die in den Pflanzen produziert werden, in ihrer Struktur im Vergleich zu den natürlicherweise in Bodenbakterien vorkommenden Bt-Toxinen verändert sind, um so ihre Wirksamkeit zu steigern. Diese Veränderungen können auch das Wirkspektrum der Toxine erweitern (Hilbeck & Otto, 2015).

Risiken für Mensch und Tierwelt können somit nicht pauschal ausgeschlossen werden, sondern müssen vor der Zulassung empirisch untersucht werden. Doch für viele relevante Tierarten wie Schmetterlinge, Nützlinge, Bestäuber und Wildtiere wie Vögel und Säugetiere fehlen genaue Daten. Die EFSA verfügt beispielsweise über keine Daten der tatsächlichen Empfindlichkeit und Mortalität von europäischen Schmetterlingsarten gegenüber dem Bt-Toxin, das in den Pollen von Mais 1507 gebildet wird und als Cry1F klassifiziert ist (Then & Bauer-Panskus, 2014).

Angesichts der fehlenden Daten behilft sich die EFSA mit einer simplen Strategie: Sie verwendet ein computergestütztes Berechnungsverfahren, das ihre eigenen Experten entwickelt haben, um Sicherheitsabstände zwischen den Feldern und Naturschutzgebieten festzulegen (Perry et al., 2012).

Im Ergebnis kommt die EFSA zu der Auffassung, dass bei Naturschutzgebieten schon Abstände von wenigen Metern genügen, während in Wirklichkeit der Pollen der Maispflanzen kilometerweit fliegt (Hofmann et al., 2014, 2016).

Da dieses Computermodell nicht auf belastbaren Daten, sondern zum größten Teil auf Hypothesen und nicht überprüften Annahmen beruht, ist es offensichtlich nicht ausreichend, um die tatsächlichen Risiken für die Umwelt abzuschätzen, und daher wissenschaftlich sehr umstritten (Lang et al., 2011; Holst et al., 2012; Camastra et al., 2013)

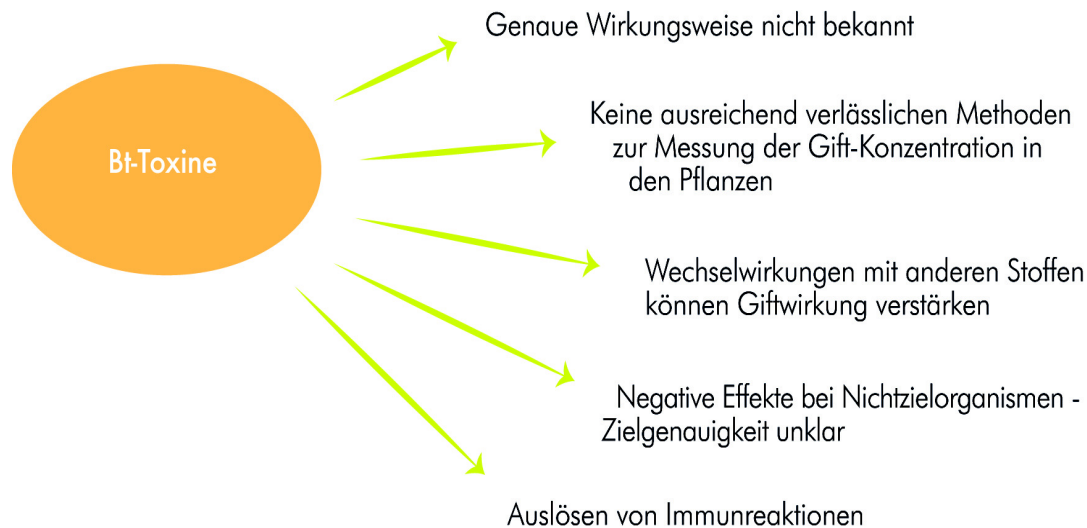


Abbildung 2: Schematische Übersicht über einige Probleme bei der Risikoabschätzung der Risiken von Bt-Pflanzen

3. Auswirkungen auf das Mikrobiom

Pflanzen leben in enger Symbiose mit ihrem Mikrobiom, d. h. Mikroorganismen wie Bakterien und Archaeen und auch Pilzen, die insbesondere im Bereich der Wurzeln (Rhizosphäre), aber auch an den oberen Teilen der Pflanzen aktiv sind. Die Symbiosen mit den Mikroorganismen und Pilzen sind für die jeweilige Pflanzenart arttypisch.

Gesteuert werden die Symbiosen u. a. über verschiedene chemische und biochemische Signale und Substanzen. Je nach Zustand und Umfeld der Pflanze (Wachstum, Temperatur, Wasserversorgung) werden unterschiedliche Mikroorganismen und Pilze angelockt, die auch dabei helfen, Pflanzenkrankheiten und auch Schädlinge abzuwehren (Bakker et al., 2013).

Die Mikrobiom-Forschung hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Um zu verdeutlichen, wie untrennbar Pflanzen oder Tieren mit ihrem jeweiligen Mikrobiom verbunden sind, spricht man inzwischen auch von „Holobionten“, bzw. „Superorganismen“. Diese sind von der Co-Evolution geformte Einheiten. Ihr gemeinsames Erbgut wird auch als „Hologenom“ bezeichnet (Rosenberg & Zilber-Rosenberg, 2016).

Nur ein kleiner Teil insbesondere der im Wurzelbereich lebenden Organismen ist bisher bekannt, ihre überwiegende Anzahl lässt sich im Labor nicht kultivieren. Kenntnis erlangt man nur über DNA-Untersuchungen ihrer Genome und über Stoffwechselprodukte. Daraus kann man aber nur bedingt Schlussfolgerungen über die biologische Funktion, die Bedeutung einzelner Arten und deren Interaktionen ableiten.

Bisher wird die Pflanze in der Risikobewertung isoliert betrachtet, nicht aber deren Mikrobiom systematisch miteinbezogen. Aus der Sicht der Industrie und der Behörden mag das angesichts der Komplexität verständlich erscheinen.

Aus der Sicht des Umweltschutzes ist die Abschätzung dieser Risiken aber essenziell. Werden gentechnisch veränderte Pflanzen großflächig angebaut, kann dies einen massiven Eingriff in die Ökologie der Bodenorganismen bedeuten. Die Folgen können insbesondere Bodenfruchtbarkeit, Pflanzengesundheit, das Funktionieren agrarökologischer Systeme und auch Fragen der Lebensmittelsicherheit betreffen. Letztlich stehen auch die Mikrobiome von Pflanzen und Tieren im beständigen Austausch.

Beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen zeigen sich im Vergleich mit den Ausgangspflanzen Unterschiede in der Zusammensetzung der Mikrobiome (siehe zum Beispiel Cheeke et al., 2010). Einige dieser Effekte sind nicht konsistent und scheinen von vielfältigen Faktoren abhängig zu sein. Eine Übersicht über relevante Untersuchungen über Veränderungen des Mikrobiomes im Bereich der Wurzeln bieten zum Beispiel Singh & Dubey (2015). Die Autoren empfehlen genauere Untersuchungen, auch unter Einbeziehung verschiedener Stressfaktoren.

Da Silva et al. (2016) haben erstmals das Mikrobiom von Blättern gentechnisch veränderter Pflanzen untersucht. Sie fanden bei Mais 1507 und daraus gezüchteten Kombinationen deutliche Unterschiede in der endophytischen Pilzgemeinschaft im Vergleich zu den konventionellen Ausgangspflanzen. Die Bedeutung dieser Untersuchung für die Risikoabschätzung ist erheblich. Beispielsweise muss untersucht werden, ob sich aus diesen Veränderungen Risiken für die Lebensmittelsicherheit ergeben. Zudem kann die Reaktion der Pflanzen auf belebte oder unbelebte Stressoren erheblich verändert sein. Auch da Silva et al (2016) betonen die Notwendigkeit für weitere Untersuchungen:

“This research study is the first to evaluate the symbiosis of microbial foliar communities between maize hybrids or landraces. It showed that the genetic composition of the maize populations is the determining factor for the changes detected in the endophytic fungal community of maize leaves. Further studies are required to verify if such changes can affect the plant response to biotic and abiotic factors of the crop environment, and consequently, compromise agrobiodiversity conservation.”

Es muss hervorgehoben werden, dass die EFSA ebensowenig systematische Daten über Veränderungen des Mikrobiomes verlangt, wie gezielte Daten über die Reaktion der Pflanzen auf Umweltfaktoren (siehe oben). Die EFSA hat auch die Daten von da Silva et al (2016) nicht bewertet, die speziell für die Risikoabschätzung von Mais 1507 relevant sind.

Dass es gerade bei Bt-Pflanzen noch sehr viel mehr Veränderungen im Mikrobiom der Pflanzen gibt, wenn diese systematisch untersucht werden, ist durchaus wahrscheinlich: Beispielsweise scheidet der Gentechnik-Mais über die Wurzeln die Bt-Toxine aus, diese lassen sich noch über Monate im Boden finden (Saxena et al., 2002). Möglicherweise sind auch andere Stoffwechselprodukte der Gentechnik-Pflanzen verändert und auch deren Botenstoffe wie miRNA.

Beispielsweise fanden Vidal et al. (2015) verschiedene Veränderungen im Proteom von transgenen Maispflanzen, die mit deren Verteidigungsmechanismen zusammenhängen und auch Auswirkungen auf die Zusammensetzung des Mikrobioms haben können. Wenn die relevanten Unterschiede noch nicht alle entdeckt sind bzw. nicht ausreichend verstanden werden, liegt es sehr wahrscheinlich daran, dass geeignete Untersuchungsmethoden noch nicht ausreichend verfügbar sind (zur Entwicklung neuer Methoden siehe zum Beispiel Oburger & Schmidt, 2016).

Solange sich der Einfluss der gentechnischen Veränderung auf das Mikrobiom der Pflanzen und die damit zusammenhängenden Ökosysteme nicht genauer abschätzen lässt, ist aus der Sicht des vorbeugenden Umweltschutzes ein kommerzieller Anbau nicht vertretbar.

4. Kombinierte und akkumulierte Effekte

Durch Wechselwirkungen mit anderen Komponenten kann sich die Giftigkeit der Bt-Toxine erheblich verstärken (Then, 2010). Derartige Effekte sind beispielsweise bei Schnecken und Wasserflöhen festgestellt worden, die als Modellorganismen dienen (Kramarz et al., 2007, Bohn et al., 2016).

Risikorelevante Wechselwirkungen können sowohl auf dem Acker als auch z. B. bei Futtermittelmischungen und in Interaktion mit anderen Komponenten in der Nahrungskette – wie Allergenen, Schadstoffen und Rückständen von Herbiziden – entstehen. Derartige Effekte wurden bei der Zulassungsprüfung der Gentechnik-Maispflanzen außer Acht gelassen, obwohl die EU-Richtlinie 2001/18 ausdrücklich eine Untersuchung kombinatorischer und kumulativer Wirkungen vorschreibt.

Tabelle 1: Überblick über kombinatorische Wirkungen, welche die Giftigkeit der Bt-Toxine verstärken können

Beschreibung der Co-Faktoren	Beispielhafte Publikationen
Vorhandensein von Bakterien im Darm	Broderick et al. (2009)
Einwirkung von Stressoren	Kramarz et al. (2007); Bohn et al. (2016);
Verzögerter Abbau der Bt-Toxine durch pflanzliche Enzyme (Protease-Inhibitoren)	Pardo Lopez et al. (2009)
Andere Bt-Toxine	Sharma et al. (2004); Tabashnik et al. (2013); Bohn et al. (2016)

Zuletzt berichtete ein Team norwegischer Wissenschaftler über unerwartete Kombinationseffekte zwischen Bt-Insektengiften und Glyphosat bei Wasserflöhen (Bohn et al., 2016). Wasserflöhe sollten gegenüber den Bt-Toxinen eigentlich unempfindlich sein. Doch es zeigten sich deutliche negative Auswirkungen auf die Daphnien, die abhängig von Dosis und Kombination der Toxine waren. Die EFSA (2016 a) bewertete die Ergebnisse nicht im Einzelnen, sondern disqualifizierte die Studie wegen Unsicherheiten und möglicher methodischer Mängel. Erstaunlicherweise unternahm die EFSA dabei keinen Versuch, in Kontakt mit den Autoren der Studie zu treten, um offene Fragen der Methodik zu klären.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist das Vorgehen der EFSA überraschend, da die akkumulierten Wirkungen von Bt-Toxinen und Herbiziden bisher kaum untersucht wurden. Die EFSA hätte die

Studie also zum Anlass nehmen müssen, weitere Untersuchungen zu diesen Fragen zu veranlassen.

Ein Grund zur Sorge besteht für Testbiotech darin, dass bei der Bewertung durch die EFSA Interessenkonflikte eine Rolle gespielt haben könnten: Der hier führende EFSA-Experte, Yann Devos, ist gleichzeitig in führender Position bei der „International Society for Biosafety Research“ (ISBR) aktiv. Diese Organisation wird zu großen Teilen von der Industrie finanziert.²

5. Unkontrollierte Ausbreitung

In Spanien und Frankreich wurden in den letzten Jahren in verschiedenen Mais-Anbaugebieten Teosinte-Pflanzen entdeckt. Diese Pflanzen können mit transgenem Mais gemeinsame Nachkommen bilden, wodurch die Entstehung neuer Superunkräuter droht, die mehrere Bt-Insektengifte produzieren und resistent gegenüber Herbiziden sind.³

In Spanien sind offiziell inzwischen 750 Hektar von der Ausbreitung der Teosinte betroffen. Einige der Teosinte-Pflanzen wurden auch auf Feldern gefunden, auf denen der transgene Mais MON810 wächst. Es ist nicht bekannt, ob bereits transgene Teosinte-Pflanzen entstanden sind, aber ihr Auftreten dürfte nur eine Frage der Zeit sein. Es besteht die Möglichkeit, dass die Eigenschaften des Gentechnik-Mais über die Teosinte auch auf andere Felder gelangen, dort überdauern können und sich so unkontrolliert ausbreiten.

Nachdem Nichtregierungsorganisationen mehrfach bei der EU-Kommission nachgefragt hatten, gab diese bei der EFSA eine Stellungnahme in Auftrag. Wie deren Stellungnahme (EFSA, 2016 b) zeigt, fehlen bislang Daten, die für die Risikoabschätzung entscheidend sind:

- Einige der vielen Arten und Unterarten von Teosinte produzieren wesentlich mehr Hybride mit Mais als andere und bergen damit ein höheres Risiko für einen Gen-Austausch. Doch derzeit ist nicht bekannt, welche Arten bzw. Unterarten sich auf den Feldern ausbreiten.
- Die biologische Aktivität der zusätzlichen Gene ist jeweils abhängig vom gesamten Genom der Pflanzen. Das bedeutet, dass die Hybride beispielsweise wesentlich mehr Insektengift produzieren könnten als die ursprünglichen Maispflanzen. Diese Fragen wurden aber nie untersucht.
- Die Behauptung der EFSA, dass sich die Ausbreitung von Teosinte wirksam kontrollieren lasse, kann empirisch nicht belegt werden. Die bisher verfügbaren Daten zeigen vielmehr einen starken Anstieg bei der Anzahl der betroffenen Maisfelder zwischen 2014 und 2015, trotz entsprechender Gegenmaßnahmen.

All dies verdeutlicht, dass für eine adäquate Risikoprüfung wesentlich mehr Daten benötigt werden. Aber anstatt mehr Daten zu verlangen, erklärte die EFSA (EFSA, 2016 b) die Risiken des Anbaus von Gentechnik-Mais für nicht relevant. Offensichtlich gab es einen erheblichen Zeitdruck seitens der EU-Kommission, die rasch über den Anbau von Gentechnik-Mais entscheiden will.

Auch in diesem Zusammenhang warnt Testbiotech vor Interessenkonflikten bei der Behörde, denn bei der Bewertung der EFSA war ebenfalls der bereits erwähnte Yann Devos von der Organisation „International Society for Biosafety Research“ (ISBR) federführend.

² www.testbiotech.org/node/1665

³ www.testbiotech.org/presse-superunkraeuter-gentechnikmais



Abbildung 3: Bildausschnitt: Die Regierung von Aragon, Spanien, informiert über das Auftreten von Teosinte⁴

Im jüngsten Monitoring-Bericht von Monsanto (2016) gibt der Konzern erstmals zu, dass er die Ausbreitung von Teosinte in Spanien bisher nicht berücksichtigt hat. Monsanto's Begründung dafür steht im Gegensatz zu grundlegenden Prinzipien der Risikobewertung:

„Monsanto has not conducted monitoring activities specifically addressing the presence of teosinte detections in Spain. (...) Monsanto is of the opinion that the presence of teosinte in Spain cannot be classified as information that regards the risk of MON 810 to human health or the environment, nor can it be regarded as information that influences the evaluation of the safety in the use of food or feed.“

Doch laut EU-Richtlinie 2001/18 und den Richtlinien der EFSA ist die Gefahr des Gen-Transfers ein zentrales Element der Bewertung von Umweltrisiken. Demnach ist nach Anhang II der EU Richtlinie zu prüfen, ob die

„Möglichkeit eines Transfers von Genen auf andere Arten unter den Bedingungen der beabsichtigten Freisetzung von GVO und von Selektionsvor- oder -nachteilen, die auf diese Arten übergehen“,

besteht.

Es ist offensichtlich, dass Monsanto gegen geltendes EU-Recht verstößt.

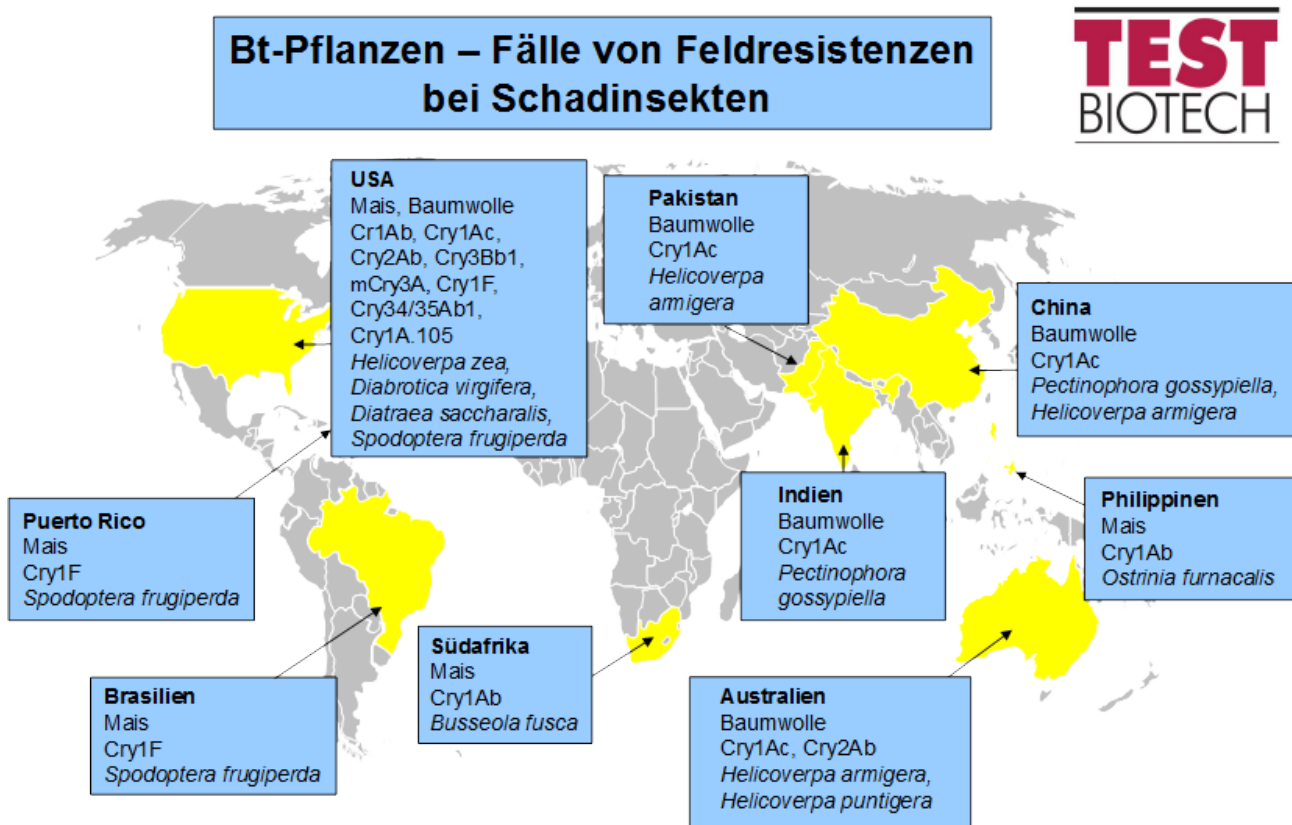
6. Entstehung von Resistenzen

In Ländern wie den USA, wo Bt-Pflanzen auf Millionen Hektar angebaut werden, nehmen die Probleme zu: Die Schädlinge passen sich sowohl an den Anbau von Bt-Baumwolle als auch von Bt-Mais an. Es wurden dabei einerseits Resistenzen gegen die Gifte beobachtet, andererseits aber auch das vermehrte Auftreten anderer Schädlinge – das sogenannte pest replacement (Tabashnik et al., 2013).

⁴ www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/TEMAS_AGRICULTURA_GANADERIA/Areas/03_Sanidad_Vegetal/PUBLICACIONES_CSCV/I_F_TEOSINTE.pdf

In den USA wird vor allem der Wurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) resistent gegenüber dem Gift der Bt-Maispflanzen (Gassmann et al., 2011). Besonders betroffen von der Resistenzentwicklung ist auch das im Mais 1507 gebildete Bt-Toxin Cry1F: Huang et al. (2014) warnen beispielsweise davor, dass Schädlinge, die sich in Puerto Rico an das Insektengift Cry1F angepasst haben, von dort auch in den Süden der USA einwandern. 2016 wurde darüber berichtet, dass Cry1F auch seine Wirksamkeit gegenüber dem Western Bean Cutworm eingebüßt hat, der sich im amerikanischen Maisgürtel ausbreitet (Ostrem et al., 2016).⁵

Bisher wurden beim Anbau von Gentechnik-Mais in der EU noch keine Resistenzen bei Schädlingen auf dem Acker festgestellt. Doch dies könnte schlicht daran liegen, dass die Anbaufläche im Vergleich mit den USA eher gering ist. Wachsen die Anbauflächen, wächst auch der Druck auf die Insekten, neue Überlebensstrategien zu entwickeln.



Stand: November 2016
www.testbiotech.de

Abbildung 4: Schädlinge entwickeln zunehmend Resistenzen gegen Bt-Pflanzen

⁵ www.dtnpf.com/agriculture/web/ag/news/crops/article/2016/10/05/herculex-trait-fails-western-bean-4

7. Das Monitoring genügt den gesetzlichen Anforderungen nicht

Die EU-Richtlinie 2001/18 verlangt, dass nach einer Zulassung ein Monitoring durchgeführt wird, „um etwaige direkte, indirekte, sofortige, spätere oder unvorhergesehene Folgen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt von GVO als Produkte oder in Produkten nach dem Inverkehrbringen feststellen und zuordnen zu können“.

Das derzeitige System des Monitoring, wie es von Monsanto beim Anbau von MON810 durchgeführt wird, beruht zu wesentlichen Teilen lediglich auf Fragebögen, die von den Landwirten ausgefüllt werden. Eine wirkliche Beobachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt kann so nicht gewährleistet werden.

Das zeigte auch jüngst der Fall Teosinte: Diese Pflanzen breiten sich in Spanien schon seit 2009 aus, Monsanto verschwieg das Problem aber jahrelang. Erst im Jahr 2016 berichtete Monsanto erstmals über Teosinte (Monsanto, 2016). Dieser Bericht ist äußerst widersprüchlich: Auf der einen Seite beklagt sich der Konzern über zu strenge Auflagen und gibt an, freiwillig sogar noch mehr Daten zu liefern als eigentlich notwendig wäre. Auf der anderen Seite muss Monsanto jedoch zugeben, das Problem der Teosinte-Pflanzen komplett missachtet zu haben (siehe oben).

Insgesamt scheint Monsanto entweder nicht in der Lage oder nicht willens zu sein, den gesetzlichen Anforderungen der EU zu genügen. Auch nach dem Urteil der Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA waren viele von Monsanto in den letzten Jahren vorgelegte Berichte nicht ausreichend.⁶

Zudem ist 2012 das Patent auf MON810 ausgelaufen, weswegen Monsanto inzwischen das gesamte System des Monitorings infrage stellt: Wie die Firma an die EU-Kommission schreibt, könnten jetzt auch andere Firmen das Saatgut auf den Markt bringen, ohne Monsanto darüber zu informieren. Soweit es Testbiotech bekannt ist, sind auch die Patente auf Bt11 und Mais 1507 abgelaufen.

Solange aber die Voraussetzungen für die Durchführung eines verlässlichen Monitoring nicht geklärt sind, kann auch der Anbau von Gentechnik-Mais nicht genehmigt werden.

Quellen:

Adamczyk, J.J., & Meredith W.R. (2004) Genetic Basis for Variability of Cry1Ac Expression Among Commercial Transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) cotton cultivars in the United States. *The Journal of Cotton Science* 8:17–23.

Bakker, P.A., Berendsen, R.L., Doornbos, R.F., Wintermans, P.C. Pieterse C.M. (2013) The rhizosphere revisited: root microbiomics. *Frontiers in Plant Science*, 4: 165.

Bøhn, T., Rover, C.M., Semenchuk, P.R. (2016) *Daphnia magna* negatively affected by chronic exposure to purified Cry-toxins, *Food and Chemical Toxicology* 91, 130e140.

Broderick, N.A., Robinson, C.J., McMahon, M.D., Holt, J., Handelsman, J., Raffa, K.F. (2009) Contributions of gut bacteria to *Bacillus thuringiensis* – induced mortality vary across a range of

⁶ www.testbiotech.org/node/1224

Lepidoptera: BMC Biology 7: 11.

Camastra, F., Ciaramella, A., Staiano, A. (2013) A note on some mathematical models on the effects of Bt maize exposure. Environmental and Ecological Statistics, 1-9. <http://arxiv.org/pdf/1308.6243>

Cheeke, T.E., Rosenstiel, T.N., Cruzan M.B. (2012) Evidence of reduced arbuscular mycorrhizal fungal colonization in multiple lines of Bt maize. American Journal of Botany 99(4): 700–707.

da Silva, K.J., de Armas, R.D., Soares, C.R.F., Ogliari, J.B. (2016) Communities of endophytic microorganisms in different developmental stages from a local variety as well as transgenic and conventional isogenic hybrids of maize. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 32(11): 189.

EFSA (European Food Safety Authority) (2016a) Relevance of a new scientific publication (Bøhn et al., 2016) for previous environmental risk assessment conclusions on the cultivation of Bt -maize events MON810 and Bt11. EFSA supporting publication 2016:EN-1073. 16 pp.

EFSA (European Food Safety Authority) (2016b) Relevance of new scientific evidence on the occurrence of teosinte in maize fields in Spain and France for previous environmental risk assessment conclusions and risk management recommendations on the cultivation of maize events MON810, Bt11, 1507 and GA21. EFSA supporting publication 2016:EN-1094. 13 pp.

Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Keweshan, R.S., Dunbar M.W., (2011) Field evolved resistance to Bt maize by Western corn rootworm. PLoS ONE 6, e22629.

Hilbeck, A. & Otto, M. (2015) Specificity and Combinatorial Effects of Bacillus Thuringiensis Cry Toxins in the Context of GMO Environmental Risk Assessment. Frontiers in Environmental Science, 3: 71.

Hofmann, F., Otto M., Wosniok W. (2014) Maize pollen deposition in relation to the distance from the nearest pollen source under common cultivation – Results of 10 years of monitoring (2001-2010). Environmental Sciences Europe, 26:24.

Hofmann, F., Kruse-Plass, M., Kuhn, U., Otto, M., Schlechtriemen, U., Schröder, B., Vögel, R., Wosniok, W. (2016). Accumulation and variability of maize pollen deposition on leaves of European Lepidoptera host plants and relation to release rates and deposition determined by standardised technical sampling. Environmental Sciences Europe, 28(1), 1-19.

Holst, N., Lang, A., Lövei, G. (2013) Increased mortality is predicted of *Inachis io* larvae caused by Bt maize pollen in European farmland. Ecological Modelling, 250: 126-133.

Huang, F., Qureshi, J.A., Meagher, R.L., Jr., Reisig, D.D., Head, G.P., et al. (2014) Cry1F resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: single gene versus pyramided Bt maize. PLoS ONE 9(11): e112958. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0112958>

Kramarz, P.E., de Vaufleurey, A., Zygmunt, P.M.S., Verdun, C. (2007) Increased response to cadmium and Bt maize toxicity in the snail *Helix aspersa* infected by the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Environmental Toxicology and Chemistry 26: 73–79.

- Lang, A., Brunzel, S., Dolek, M., Otto, M., Theißen, B. (2011) Modelling in the light of uncertainty of key parameters: a call to exercise caution in field predictions of Bt maize effects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1708): 98098.
- Lövei, G.L., Andow D.A., Arpaia, S. (2009) Transgenic insecticidal crops and natural enemies: a detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology* 38(2): 293-306.
- Matthews, D., Jones, H., Gans, P., Coates S., Smith, L.M.J. (2005) Toxic secondary metabolite production in genetically modified potatoes in response to stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20): 7766-7776.
- Melo, A.L., Soccol, V.T., Soccol, C.R. (2014) *Bacillus thuringiensis*: mechanism of action, resistance, and new applications: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 29: 1–10.
- Meyer, P., Linn, F., Heidann, I., Meyer, H., Niedenhof, I., Saedler, H. (1992) Endogenous and environmental factors influence 35S promoter methylation of a maize A1 gene construct in transgenic petunia and its colour phenotype. *Molecular and General Genetics MGG*, 231: 345-352.
- Monsanto (2016) Annual monitoring report on the cultivation of MON 810 in 2015, Czech Republic, Portugal, Romania, Slovakia, and Spain, https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/gmo_rep-stud_mon-810_report-2015.pdf
- Oburger, E. & Schmidt, H. (2016) New methods to unravel rhizosphere processes. *Trends in Plant Science*, 21(3): 243–255.
- Ostrem, J.S., Pan, Z., Flexner, J.L., Owens, E., Binning, R., Higgins, L. S. (2016). Monitoring susceptibility of Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) field populations to *Bacillus thuringiensis* Cry1F protein. *Journal of Economic Entomology*, tov383.
- Pardo-López, L., Muñoz-Garay, C., Porta, H., Rodríguez-Almazán, C., Soberón, M., Bravo, A. (2009) Strategies to improve the insecticidal activity of Cry toxins from *Bacillus thuringiensis*. *Peptides*, 30(3): 589–595.
- Perry, J.N., Devos, Y., Arpaia, S., Bartsch, D., Ehlert, C., Gathmann, A., Hails, R.S., Hendriksen, N. B., Kiss, J., Messean, A., Mestdagh, S., Neemann, G., Nuti, M., Sweet, J. B., Tebbe, C.C. (2012) Estimating the effects of Cry1F Btmaize pollen on nontarget Lepidoptera using a mathematical model of exposure. *Journal of Applied Ecology*, 49: 2937.
- Rosenberg, E. & Zilber-Rosenberg, I. (2016) Microbes drive evolution of animals and plants: the hologenome concept. *mBio* 7(2):e01395-15.
- Saxena, D. Flores, S., Stotzky G. (2002). Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry* 34(1): 133–137.
- Sharma, H.C., Sharma, K.K., Crouch, J.H. (2004) Genetic transformation of crops for insect resistance: potential and limitations. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23: 47-72.
- Singh, A.K. & Dubey, S.K. (2016) Current trends in Bt crops and their fate on associated microbial community dynamics: a review. *Protoplasma*, 1-19.

- Székács, A., Weiss G., Quist, D., Takács, E., Darvas, B., Meier, M., Swain, T., Hilbeck, A. (2011) Inter-laboratory comparison of Cry1Ab toxin quantification in MON 810 maize by enzyme-immunoassay. *Food and Agricultural Immunology*, 23(2): 99-121.
- Tabashnik, B.E, Brévault, T., Carrière, Y. (2013) Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology*, 31(6): 510-521.
- Then, C. (2010) Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* - synergism, efficacy, and selectivity. *Environmental Science and Pollution Research*, 17(3): 791-797.
- Then, C. & Lorch, A. (2008) A simple question in a complex environment: How much Bt toxin do genetically engineered MON810 maize plants actually produce? In: Breckling, B., Reuter, H. & Verhoeven, R. (eds) *Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales, Theorie in der Ökologie 14*. Frankfurt, Peter Lang, <http://www.mapserver.uni-vechta.de/generisk/gmls2008/index.php?proceedings=ja&call=ja>
- Then, C. & Bauer-Panskus, A. (2014) Genetically engineered Maize 1507: EFSA cannot invalidate evidence of substantial gaps in risk assessment, TESTBIOTECH Background 2 - 6 – 2014, www.testbiotech.org/sites/default/files/Testbiotech_1507_reaction_EFSA.pdf
- Trtikova, M., Wikmark, O.G., Zemp, N., Widmer, A., Hilbeck, A. (2015) Transgene expression and Bt protein content in transgenic Bt maize (MON810) under optimal and stressful environmental conditions, *PLOS one*, 10(4), e0123011.
- van Frankenhuyzen, K. (2009) Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins. *Journal of Invertebrate Pathology*, 101: 1–16.
- Vidal, N., Barbosa, H., Jacob, S., Arruda, M. (2015) Comparative study of transgenic and non-transgenic maize (*Zea mays*) flours commercialized in Brazil, focussing on proteomic analyses. *Food Chemistry*, 180: 288-294.
- Zeller, S.L., Kalininal, O., Brunner, S., Keller, B., Schmid, B. (2010) Transgene x Environment Interactions in Genetically Modified Wheat. *PLoS One*, 5(7), e11405.