

Gift im Gen-Mais

Aktuelle Forschungsergebnisse belegen ökologische Risiken

Gen-Mais kann das Ökosystem schädigen und gefährdet zahlreiche Tiere wie Schmetterling und Honigbiene. Trotzdem darf der Gen-Mais MON810 seit 2005 kommerziell in Deutschland angebaut und die Ernte als Futter- und Lebensmittel verwendet werden.

Der Mais wurde so manipuliert, dass er in sämtlichen Pflanzenteilen wie Kolben, Blättern, Wurzeln, Stängeln und Pollen ein Gift produziert und dieses an die Umwelt abgibt. Dieses Gift tötet nicht nur den schädlichen Maiszünsler, sondern kann das gesamte ökologische Gleichgewicht stören. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass der Gift produzierende Gen-Mais eine Gefahr für zahlreiche Tiere, darunter auch geschützte Arten, darstellt. Hinzu kommt, dass der Gen-Mais auch für Wissenschaftler ein Rätsel bleibt. So ist der genaue Giftgehalt der Pflanzen nicht bekannt. Dieser schwankt je nach Pflanzenteil, Anbauregion und Klima. Aber auch zwischen den Pflanzen, die auf einem Acker nebeneinander wachsen, gibt es drastische Unterschiede. Zudem ist die genaue Wirkungsweise des Giftes nicht bekannt.

Gift-Fabrik auf dem Acker

In den EU-Zulassungsunterlagen wird der Gen-Mais unter dem Namen MON810 geführt. Es handelt sich dabei um einen so genannten Bt-Mais des US-Agrarkonzerns Monsanto. Bt-Pflanzen wird ein Genkonstrukt des Bodenbakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt) eingesetzt. Die Pflanze produziert so ihr eigenes Bt-Gift und soll auf den Maiszünsler tödlich wirken.

Gift ist nicht gleich Gift

In der Natur kommt das Bt-Gift in Bodenbakterien vor. Dennoch bestehen einige grundlegende Unterschiede zwischen dem natürlich vorkommenden Bt-Gift, das sogar in der ökologischen Landwirtschaft verwendet werden darf, und dem von der Gen-Pflanze produzierten Gift. Denn durch den Einbau des Giftes per Genmanipulation werden dessen Eigenschaften

verändert: Das natürliche Bt-Gift, so wie es beispielsweise in Sprays eingesetzt wird, ist ein Protoxin, d.h. es entfaltet erst seine toxische Wirkung, wenn es im Darm von Insekten durch entsprechende Enzyme abgebaut wird. Nicht alle Insekten haben dieses Enzym, so dass das Bt-Gift für diese Insekten unschädlich ist.

Bt-Pflanzen hingegen bilden ein etwas anderes Gift: Das Protein ist bereits kleiner und wird als biologisch aktiver eingeschätzt. Dadurch kann es auch Lebewesen schädigen, denen die natürliche Variante des Bt-Giftes nichts anhaben könnte.¹

Gift auf dem Acker als Dauereinrichtung

Tritt der Maiszünsler als akuter Schädlingsbefall auf, kann das natürlich vorkommende Bt-Gift versprüht werden. Dies geschieht in niedriger Konzentration, kurzzeitig und gezielt. Das Gift wird zudem unter UV Licht rasch abgebaut. Zumeist wird der Maiszünsler aber einfach durch Pflügen bekämpft. Nach Untersuchungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft wird in Deutschland im Maisanbau kaum Insektengift eingesetzt².

Der Gen-Mais MON810 bildet das Gift jedoch über die gesamte Wachstumsperiode der Pflanzen. Das Ökosystem ist dem Gift daher mindestens die Hälfte des Jahres über Wurzeln, Pflanzenteile und Pollen ausgesetzt. Dabei ist die Verbreitung des Giftes nicht auf den Acker beschränkt. Der Bt-Pollen breitet sich auf umliegende Felder, Wälder und Wiesen aus, wo er von zahlreichen Insekten wie Honigbienen, Spinnen oder Schmetterlingen gefressen wird. Im Boden bleibt ein Teil des Bt-Giftes der Wurzeln sogar den ganzen Winter über aktiv.

¹Hilbeck, A. & Schmidt, J.E.U. 2006. Another view on Bt proteins – How specific are they and what else might they do? *Biopesticides International* 2(1): 1-50.

²http://www.maiskomitee.de/fb_fachinfo/02_04_04.htm

Gen-Mais schädigt Ökosystem

Bienen, gefährdete Schmetterlingsarten wie Tagpfauenauge oder Schwalbenschwanz, Spinnen, Schlupfwespen und Fliegen, aber auch Bodenorganismen wie Regenwürmer, Trauermücken oder Nematoden (Fadenwürmer) sind nur einige Lebewesen, die durch das Gift des Bt-Maises gefährdet sind. Durch die permanente Abgabe des aktiven Bt-Giftes an die Umwelt entsteht ein völlig neuer Kreislauf der Aufnahme und Weitergabe des Toxins in der Umwelt und der Nahrungskette. Der Greenpeace-Report „Gift im Gen-Mais“ (unter www.greenpeace.de/Gift-im-Genmais) fasst die aktuellen Forschungsergebnisse zusammen. Hier einige Beispiele:

Beispiel 1: Honigbiene

Im Freilandversuch stellten Wissenschaftler³ eine Abnahme der Bienenzahl und verringerte Brutaufzucht bei Bienenvölkern fest, die mit Bt-Maispollen gefüttert wurden. Bei einer weiterführenden Untersuchung der Bienen zeigte sich, dass sie gleichzeitig mit einem natürlich vorkommenden und weit verbreiteten Darmparasiten befallen waren. Im zweiten Jahr der Studie wurden die Bienen vorsorglich mit Antibiotika behandelt, um einem Parasitenbefall vorzubeugen. In diesem Jahr konnten keine negativen Effekte beobachtet werden. Daraus schlossen die Wissenschaftler, dass gesunde Bienen nicht von Bt-Gift geschädigt werden würden. Jedoch zeigt eine neue Studie⁴, dass neben den Enzymen auch bestimmte Bakterien, die normalerweise im Insekten Darm vorkommen, nötig sind, bevor das Bt-Gift seine toxische Wirkung entfalten kann – wohl auch beim Maiszünsler. Die Tatsache, dass keine negativen Effekte des Bt-Gifts auftraten, nachdem die Bienen mit Antibiotika behandelt worden waren, ist also keinesfalls ein Beweis dafür, dass das Bt-Gift keine negativen Effekte auf normale Bienen hat. Im zweiten Bienenversuch haben die Antibiotika vermutlich die Darmbakterien abgetötet, die für die Wirkung des Bt-Toxins unverzichtbar sind. Was bei den Bienen mit Darmparasiten beobachtet wurde, ist also

³biosicherheit.de 2005. Auswirkungen von Bt-Maispollen auf die Honigbiene, Uni Jena. Sicherheitsforschung und Monitoring zum Anbau von Bt-Mais. <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>

⁴Broderick, N.A., Raffa, K.F. & Handelsman, J. 2006. Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity. *PNAS* 103(41): 15196-15199.

kein Ausnahmefall, sondern entspricht der normalen Wirkungsweise des Bt-Giftes.

Beispiel 2: Raubinsekten

Die Schlupfwespe ist ein natürlicher Feind des Maiszünslers und wird zur Schädlingsbekämpfung aktiv in der Landwirtschaft eingesetzt. Somit ist auch die Schlupfwespe durch den Anbau von Bt-Mais bedroht. Legt die Wespe ihre Eier in Maiszünslerlarven auf Bt-Mais, schlüpfen wesentlich weniger Tiere als in normalen Feldern.⁵ Auch die Fliege, ein weiterer Gegner des Maiszünslers, wird durch Bt-Mais vergiftet. Fressen die Larven der Fliege Maiszünslerraupe, die Bt-Mais gefressen haben, nimmt ihre Sterblichkeit zu.⁶

Von Experten wird befürchtet, dass natürliche Feinde wie Schlupfwespe oder Fliege in Regionen mit intensivem Bt-Maisanbau stark dezimiert werden. Der regionale Verlust von natürlichen Feinden könnte auch dazu führen, dass auf anderen Maisfeldern der Schädlingsbefall steigt.⁷ Im Laufe der Nahrungskette kann sich das Gift auch anreichern. So weisen Raubmilben ein vielfaches der ursprünglich im Mais vorkommenden Giftkonzentration auf.⁸

Beispiel 3: Regenwurm

Regenwürmer sind die Heinzelmännchen im Acker. Unter der Oberfläche sorgen sie mit ihren Tunnelgängen dafür, dass der Boden umgegraben und mit ausreichend Sauerstoff versorgt wird. Ihre Tunnelwände sind sauerstoffhaltige Nischen, die tief in den ansonsten sauerstoffarmen Boden reichen. Ihr Kot wiederum ist natürlicher Dünger, der die Bodenfruchtbarkeit steigert. Studien zeigen, dass Regenwürmer nach Fütterung mit Bt-Mais ein geringeres Gewicht haben, also schwächer sind⁹,

⁵Manachini et al. 1999. Environmental impact of Bt-corn on non target entomofauna: Synthesis of field and laboratory studies. *Proceedings of the XI Symposium for Pesticide Chemistry*: 873-882.

⁶Hilbeck et al. 1998a: Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(2), 480-487.

Hilbeck et al. 1998b. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* CryIAb toxin to the predator *Chrysoperla canae* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27(4), 1255-1263.

⁷Sisterson & Tabashnik 2005. Simulated effects of transgenic bt crops on specialist parasitoids of target pests. *Environmental Entomology* 34(4): 733-742.

⁸Obrist, L.B., Dutton, A., Albajes, R. & Bigler, F. 2005. Exposure of arthropd predators to Cry1Ab toxin in Bt maize fields on Spain. Meeting on Ecological Impact of GMOs 1-3 June 2005.

bzw. eine geringere Anzahl Regenwürmer aus ihren Kokons schlüpfen.

Beispiel 4: Schmetterlinge

Dass Schmetterlinge durch den Anbau von Bt-Mais bedroht sind, zeigen die Untersuchungen aus den USA zum Monarchfalter, bei dessen Larven eine erhöhte Sterblichkeit festgestellt wurde.¹⁰ Erste Studien in Europa an den Schmetterlingsarten Tagpfauenauge und Schwalbenschwanz belegen, dass bereits geringe Mengen des Bt-Giftes zum Tod der Tiere führen können.¹¹ Wissenschaftler fanden auch heraus, dass drei Schmetterlingsarten genauso empfindlich, eine sogar noch empfindlicher auf das Gift reagierten als der Maiszünsler.

Beispiel 5: Schädlinge bilden Resistenzen

Eine weitere Gefahr beim Anbau von Bt-Pflanzen ist, dass die Schädlinge gegenüber der Wirkung des Bt-Giftes unempfindlich werden können. Die Tatsache, dass die Schädlinge permanent den von den Pflanzen produzierten Giften ausgesetzt sind, fördert das Überleben derjenigen Schädlinge, die eine natürliche Resistenz gegenüber dem Bt-Toxin besitzen. Mit der Zeit könnte dies zur Ausbreitung der resistenten Exemplare führen – damit würde das Bt-Gift seine Wirksamkeit verlieren. Gen-Pflanzen produzieren hier neue Probleme für Landwirtschaft und Umwelt.

Beispiel 6: Gift verbleibt im Boden

Erst Mitte der 90er Jahre, als Bt-Mais in den USA schon angebaut wurde, begannen die Untersuchungen zur Anreicherung von Bt-Gift im Boden. Inzwischen gibt es zahlreiche Studien, die unerwartete sowie negative Auswirkungen auf die Umwelt zeigen. So ist jetzt bekannt, dass die Wurzeln von Bt-Pflanzen

⁹Vercesi et al. 2006. Can *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants affect life history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*? Applied Soil Ecology 32: 180-187.

¹⁰Losey et al 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. Nature 399: 214-214.

¹¹Felke & Langenbruch 2003. Wirkung von Bt-Mais-Pollen auf Raupen des Tagpfauenauges im Laborversuch. Gesunde Pflanze 55(1): 1-4.

Felke & Langenbruch 2004. Untersuchungen zu subtilen Effekten geringer Pollenmenge der transgenen Maislinie Bt176 auf Raupen des Tagpfauenauges (*Inachis io*) und der Kohlmotte (*Plutella xylostella*). Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 396.

Felke, M. & Langenbruch, G.-A. 2005. Auswirkungen des Pollen von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. BfN-Skripten. No. 157. Bundesamt für Naturschutz.

das Gift nicht nur bilden, sondern auch aktiv in den Boden abgeben. Auch über Pollen und Pflanzenteile gelangt das Bt-Toxin ins Erdreich. Das Bt-Gift bindet sich an Bodenpartikel und behält so seine toxische Wirkung. Je nach Bodenbeschaffenheit bleibt das Toxin noch über Monate nach der Ernte aktiv. Welche Auswirkungen das Gift insbesondere auf Bodenorganismen und die Mykorrhiza (Symbiose von Pilzen mit Pflanzenwurzeln) hat, ist bisher nur ansatzweise untersucht worden.

Gift-Produktion ist unberechenbar

Bei der Zulassung von MON810 wurde über die Bt-Konzentration in den Pflanzen keine genaue Angabe gemacht. Forschungsprojekte zeigen, dass die Produktion des Giftes in den Pflanzen nicht kontrollierbar ist. In den Pflanzenteilen befinden sich zu verschiedenen Zeitpunkten der Saison unterschiedliche Bt-Konzentrationen. Sogar unterschiedliche Teile eines Blattes können unterschiedlich viel Gift enthalten¹². Pflanzen, die nebeneinander auf einem Acker wachsen, können in ihren Giftwerten gravierende Unterschiede aufweisen. Dies ergibt sich sowohl aus eigenen Untersuchungen von Greenpeace¹³, als auch aus Veröffentlichungen einer Forschungsgruppe in Deutschland¹⁴. Für genauere Vergleiche der Ergebnisse fehlt aber eine wichtige Grundlage: Obwohl der Gen-Mais schon seit 10 Jahren kommerziell zum Anbau zugelassen ist, gibt es immer noch keine einheitliche Methode zur Bestimmung des Giftgehaltes der Pflanzen.

So macht die unkontrollierbare Giftproduktion eine verlässliche Risikoabschätzung unmöglich. Doch nicht nur die Gift-Konzentration der Bt-Pflanzen gibt den Wissenschaftlern Rätsel auf. So hat der Bt-Mais einen wesentlich höheren Ligningehalt (Holzanteil) als normaler

¹²Abel & Adamczyk 2004. Relative concentration of Cry1A in maize leaves and cotton bolls with diverse chlorophyll content and corresponding larval development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and Southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on maize whorl leaf profiles. Journal of Economic Entomology 97(5): 1737-1744.

¹³Greenpeace 2007. How much Bt toxin do genetically modified MON810 maize plants actually produce? Report by A. Lorch and Ch Then. Greenpeace e.V., Hamburg. http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/genetechnik/greenpeace_bt_maize_engl.pdf

¹⁴Nguyen, H.T. & Jehle, J.A. 2007. Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize Mon810. Journal of Plant Diseases and Protection 114(2), 82-87.

Mais¹⁵. Dies ist vermutlich eine ungewollte Folge der Genmanipulation. Zwar ist diese Tatsache wissenschaftlich belegbar, nicht aber erklärbar.

Verwunderlich sind solche ungewollten Eigenschaften jedoch nicht. Bei dem Gen-Mais MON810 werden die neuen Gene mit Hilfe einer so genannten Gen-Kanone in die Pflanzenzelle geschossen. Der Einbau der Transgene ist rein zufällig und kann nicht gesteuert werden. Dabei wurden offensichtlich nicht nur die normalen Gene der Mais-Pflanze beeinflusst, sondern auch die DNA-Sequenz des Transgens. Diese weicht im Gen-Mais deutlich von derjenigen ab, die im EU-Zulassungsantrag beschrieben wurde.¹⁶

Gen-Mais-Anbau in der EU

Der Gen-Mais MON810 hat seit 1998 eine Zulassung in der EU. In Deutschland darf er seit 2005 erstmals unbegrenzt auf Feldern angebaut werden. Die Landwirte können das Saatgut im Landhandel kaufen und die Mais-Ernte kann als Futter- und Lebensmittel verwendet werden.

Generell jedoch meiden viele Landwirte den Anbau von Gen-Mais. In Deutschland werden auf 1,7 Millionen Hektar Mais angebaut. Davon sind nur etwa 2000 Hektar für MON810 angemeldet. Nur in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt bauen einige Bauern den Gen-Mais kommerziell an. Bei den anderen Flächen handelt es sich um kleine Felder die der Industrie oder Versuchsanstalten gehören.

In Deutschland wurde Ende April 2007, zwei Wochen nach der Maisaussaat, der zukünftige Verkauf des Gen-Mais-Saatgutes durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) verboten. In einem Monsanto zugestellten Bescheid heißt es: „(...) auf Grundlage neuer oder zusätzlicher wissenschaftlicher Erkenntnisse geben berechtigten Grund zu der Annahme, dass der Anbau von MON810 eine Gefahr für die Umwelt darstellt.“

Auch im restlichen Europa reagiert man verhalten auf die Gen-Saat. Zwar gibt es Erprobungs-

anbau in der Slowakei und den Niederlanden. Kommerziell wird der Gen-Mais jedoch außer in Deutschland nur in Frankreich, Tschechien und Spanien angebaut. Staaten wie Ungarn, Polen, Griechenland, Österreich und die Schweiz haben den Anbau hingegen aufgrund der möglichen ökologischen Risiken verboten.

Im April 2006 veröffentlichte auch die EU-Kommission einen Bericht, in dem sie eine verlässliche Risikoabschätzung von Bt-Pflanzen generell in Frage stellt.¹⁷ Doch seitdem wurden die Standards der Zulassungsprüfung nicht wesentlich verändert.

Fazit

Die bisherigen Forschungsergebnisse zeigen, dass das Bt-Gift in ökosystemare Zusammenhänge eingreift. Durch Gen-Mais gefährdete Tiere und Insekten können nicht isoliert betrachtet werden, da jedes Lebewesen ein wichtiger und unverzichtbarer Bestandteil des Ökosystems und der Landwirtschaft ist. Verschwindet eine Art oder wird ihr Bestand maßgeblich verringert, so hat dies Auswirkungen auf das gesamte System. Zudem ist das Bt-Gift, wenn es von Insekten aufgenommen wurde, lange noch nicht aus dem Kreislauf verschwunden. Werden Insekten gefressen, die das Bt-Toxin aufgenommen haben, nehmen auch andere Tiere in der Nahrungskette das Gift auf. Das Gift widersteht zu großen Teilen der Verdauung: Im Kot von Kühen, Regenwürmern und Insekten konnte Bt-Toxin nachgewiesen werden. Wieviel Gift tatsächlich auf den Acker kommt ist weitgehend unbekannt. Sicher ist nur, dass der Giftgehalt in den Pflanzen von Fall zu Fall deutlich schwankt. Mehrere europäische Länder haben ein Verbot des Anbaus von Gen-Mais ausgesprochen: Österreich, Ungarn, Griechenland, Polen und die Schweiz. Nur in Spanien wird der Mais auf größeren Flächen – mehreren zehntausend Hektar – angebaut.

Greenpeace fordert:

- **Kein Anbau von Gen-Pflanzen**
- **Keine Gen-Pflanzen im Tierfutter und im Essen**

¹⁵Saxena, D. & Stotzky, G. 2001. Bt corn has a higher lignin content than non-Bt corn. American Journal of Botany 88(9): 1704-1706.

¹⁶Hernandez et al. 2003. A Specific Real-Time Quantitative PCR Detection System for Event MON810 in Maize YieldGard Based on the 3'-Transgene Integration Sequence. Transgenic Research 12(2): 179-189.

¹⁷European Communities – Measures affecting the approval and marketing of biotech products (DS291, DS292, DS293. Comments by the European Communities on the scientific and technical advice to the panel. 28. Januar 2005, Absatz 152