

Untersuchungen zum Gift-Gehalt im Gen-Mais Wieviel Gift ist im Gen-Mais, wie wirkt es und wie wird es gemessen?

Über die ökologischen Auswirkungen des Gen-Maises Mon810 im Anbau wird heftig debattiert. Durch die Komplexität der Wechselwirkungen zwischen dem gentechnisch veränderten Organismus und der Umwelt, ist es teilweise schwierig, Risiken und Gefahren eindeutig zu identifizieren. Es gibt aber auch Unklarheiten, die durch die Untätigkeit der Firmen und Behörden begründet sind. In Laboruntersuchungen zeigt sich, dass noch nicht einmal klar ist, wie genau der Giftgehalt in den Pflanzen gemessen werden soll. Je nach Mess-Protokoll variieren die Werte erheblich, bis zu über 100 Prozent. Die Zulassungs-Behörden haben bisher versäumt, von der Hersteller-Firma Monsanto die Herausgabe grundlegender technischer Informationen zu fordern. Damit fehlt die wissenschaftliche Basis für die unabhängige Überwachung des Anbaus der Gen-Pflanzen.

Wie kann der Giftgehalt im Gen-Mais gemessen werden?

Der gentechnisch veränderte Mais Mon810, der in Europa kommerziell angebaut wird, produziert in allen Teilen der Pflanze ein Insektengift (Cry1Ab), das sonst nur in Bodenbakterien (*Bacillus thuringiensis*, abgekürzt Bt) vorkommt. Dieses Gift soll ihn gegen die Raupen des Schmetterlings Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) schützen. Das Gift wird über die gesamte Anbausaison in den Pflanzen gebildet und gelangt über Wurzelausscheidungen, Pollen und Pflanzenreste in die Umwelt.

Das Bt-Gift ist ein Protein (Eiweißstoff). Proteine wie das Cry1Ab haben eine charakteristische Struktur, die bei Messungen genutzt werden kann. Der Nachweis erfolgt mit Hilfe so genannter Antikörper, die sich spezifisch an das Protein binden. Durch einen zusätzlich eingebauten Farbeffekt wird das Protein indirekt nachgewiesen: An Proteine gebundene Antikörper verursachen eine Verfärbung. Die Intensität der Färbung ist proportional zur vorhandenen Menge Protein und kann mittels photometrischer Verfahren (Lichtmessung) exakt gemessen werden. Wird ein geeigneter Standard, von dem die genaue Konzentration vorliegt, parallel mit den zu untersuchenden Proben gemessen, kann die Konzentration in den Proben berechnet werden. Abgekürzt werden derartige Verfahren mit dem Begriff ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay).

Bei ELISA-Verfahren gibt es häufig Störfaktoren, die Auswirkungen auf das Messergebnis haben können. Entscheidende Fragen sind beispielsweise, wie das Probenmaterial aufbereitet wird und wie spezifisch die verwendeten Antikörper sind. Will man mit ELISA-Verfahren exakte und überprüfbare Ergebnisse erzielen, müssen die Tests nach definierten Protokollen durchgeführt werden, die für alle Labors eindeutig festgelegt sein müssen. Sonst sind die Messergebnisse kaum vergleichbar. Bei der Entwicklung von Standardverfahren werden oft sogenannte „Ringversuche“ durchgeführt, das heißt, mehrere Labors testen das gleiche Probenmaterial unabhängig voneinander. Sind die Ergebnisse dabei sehr ähnlich, sind die Tests geeignet, um verlässliche Ergebnisse zu erzielen. Liegen die Ergebnisse weit auseinander, müssen die Verfahren verfeinert werden.

Die Standardisierung von Messmethoden ist in vielen Bereichen üblich und wird u.a. über DIN-Normen und ISO-Verfahren beschrieben. Eine Standardisierung von Testverfahren, um den Giftgehalt in den Gen-Pflanzen messen und kontrollieren zu können, ist für Bt-Pflanzen jedoch bisher nicht erfolgt. Zwar hat Monsanto einige wenige Testergebnisse zur Zulassung des Gen-Maises Mon810 vorgelegt.¹ Diese können von Behörden oder unabhängigen Laboren jedoch kaum

¹ Monsanto, 2002, Safety assessment of YieldGard insect-protected event MON810. Published by agbios.com as Product Safety Description. <http://agbios.com/docroot/decdocs/02-269-010.pdf>

überprüft werden, weil die von Monsanto verwendete Messmethode nicht vollständig beschrieben wurde. Wie sich auf Nachfrage von Greenpeace zeigte, liegen auch dem in Deutschland zuständigen Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) keine vollständigen Angaben darüber vor, wie Monsanto seine Messungen durchführte: die Herkunft der verwendeten Antikörper ist unklar, die Beschreibung wichtiger verwendeter chemischer Substanzen (sog. Puffer) ist unvollständig. Die genaue Beschreibung von „Material und Methoden“ ist nichts Neues, sondern Bestandteil jedes wissenschaftlichen Artikels. Für die Bt-Messungen fehlen jedoch wesentliche Angaben.

Zudem hat Monsanto insgesamt zu wenig Messwerte vorgelegt. Greenpeace hat auf Nachfrage alle dem BVL vorliegenden Werte erhalten und analysiert. Die Ergebnisse von Monsanto erlauben zum Beispiel keine Aussagen darüber, wieviel Bt-Toxin in den Pflanzen unter verschiedenen Umweltbedingungen gebildet wird.

Testergebnisse aus dem Anbau 2007

Im Juni 2007 sammelte Greenpeace auf verschiedenen Äckern in Deutschland Pflanzenteile vom Bt-Mais Mon810, um zum zweiten Mal den Gehalt an Bt-Toxin zu messen. Erste Untersuchungen an Pflanzen, die 2006 angebaut wurden, hatten erhebliche Schwankungen im Giftgehalt der Pflanzen gezeigt.² In der aktuellen Untersuchung sollte nun erfasst werden, welche Auswirkungen verschiedene Untersuchungsprotokolle auf das Messergebnis haben können. Zudem sollten die Giftgehalte in den verschiedenen Teilen der Pflanze (Blätter, Körner, Stängel) genauer analysiert werden.

Um festzustellen, wie verlässlich verschiedene Testverfahren sind, wurde von der Firma EcoStrat GmbH (Zürich) im Auftrag von Greenpeace ein kommerziell verfügbarer Test (ELISA Kit von Agdia) mit einem Messprotokoll verglichen, das dem von der Firma Monsanto verwendeten Verfahren – soweit dieses bekannt – ähnlich ist.

Das Ergebnis: Je nach unterschiedlichen Pflanzenteilen schwanken die Werte zwischen den Messprotokollen von 5 bis zu 100 Prozent. Während die Stängel die am besten vergleichbaren Werte lieferten, wichen die Werte bei Körnern um durchschnittlich 28 Prozent ab und bei Blättern um 11 - 40 Prozent (Blätter oben/Blätter unten). Bei den Wurzeln war es am gravierendsten: Hier liegen die Werte um 100 Prozent auseinander. In der Regel waren die Werte nach dem Messprotokoll von Monsanto niedriger. Die unterschiedlich großen Abweichungen in den einzelnen Teilen der Pflanze kann unter anderem durch die unterschiedliche stoffliche Zusammensetzung der verschiedenen Pflanzenteile verursacht werden, da je nach Pflanzenteil Proteine und andere Stoffe vorhanden sein können, die den ELISA-Test stören.

Im Vergleich zu Untersuchungen von Greenpeace aus der Anbausaison 2006 und einer wissenschaftlichen Publikation von Nguyen&Jehle³ vom Frühjahr 2007 waren die diesmal gemessenen Bt-Werte um ein Vielfaches höher. Die Messwerte waren auch deutlich höher als die Werte, die Monsanto bisher veröffentlicht hat. Ob das an den Messprotokollen liegt oder ob im Jahre 2007 tatsächlich viel mehr Toxin in den Pflanzen gebildet wurde, kann ohne eine vollständige Analyse aller Fehlerquellen und einer Standardisierung der Testverfahren nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

² How much Bt-toxin do genetically engineered MON810 maize plants actually produce? www.greenpeace.de/gift-im-genmais

³ Nguyen, 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): 820-87.

Tabelle: Auszug der Bt-Messwerte für den Gen-Mais Mon810 der Firma EcoStrat GmbH, November 2007

| | | Messungen Greenpeace 2007 | | Abweichung Protokoll 1 und 2 |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------|
| | | Protokoll 1 | Protokoll 2 | |
| | | □g/g FG | □g/g FG | |
| Wurzel | Durchschnitt | 10.236 | 5.119 | 100 |
| | Standardfehler | 0.383 | 0.241 | |
| | Min. | 4.688 | 1.563 | |
| | Max. | 16.304 | 9.239 | |
| | Anzahl Proben | 42 | 42 | |
| Stängel | Durchschnitt | 4.858 | 5.095 | -5 |
| | Standardfehler | 0.247 | 0.235 | |
| | Min. | 1.079 | 1.349 | |
| | Max. | 8.660 | 8.679 | |
| | Anzahl Proben | 43 | 43 | |
| Blatt unten | Durchschnitt | 39.353 | 28.131 | 40 |
| | Standardfehler | 2.335 | 4.687 | |
| | Min. | 16.859 | 4.233 | |
| | Max. | 61.319 | 85.846 | |
| | Anzahl Proben | 22 | 22 | |
| Blatt oben | Durchschnitt | 18.634 | 20.898 | -11 |
| | Standardfehler | 1.727 | 1.688 | |
| | Min. | 7.143 | 9.967 | |
| | Max. | 36.458 | 37.108 | |
| | Anzahl Proben | 22 | 22 | |
| Körner | Durchschnitt | 1.291 | 1.010 | 28 |
| | Standardfehler | 0.070 | 0.075 | |
| | Min. | 0.794 | 0.397 | |
| | Max. | 1.969 | 1.779 | |
| | Anzahl Proben | 22 | 22 | |

Folgen der Messergebnisse für Anbau und Zulassung der Bt-Saaten

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen: Ohne eindeutig definierte Messmethoden, die auch von unabhängiger Seite überprüft werden können, kann nicht bestimmt werden, wieviel Bt-Toxin tatsächlich im Gen-Mais ist. Dass die Gift-Mengen erheblich schwanken, hatte Greenpeace schon Anfang 2007 in einer ersten Feldstudie gezeigt. Dabei stellte sich heraus, dass sogar Pflanzen, die direkt nebeneinander auf einem Acker stehen, in ihren Giftmengen erheblich variieren. Hohe Schwankungen in den Toxin-Konzentrationen zwischen den Pflanzen zeigten sich auch bei den aktuellen Messungen. Die Publikation von Nguyen&Jehle (2007) hatte zudem belegt, dass es auch signifikante Unterschiede zwischen der Gesamtheit von Pflanzen auf unterschiedlichen Äckern gibt.

Ist die genaue Menge des Giftes aber unbekannt – und zudem noch starken Schwankungen unterworfen – können die ökologischen Risiken nur schwer abgeschätzt werden. Bekannt ist nur, dass Raupen geschützter Schmetterlinge ebenso wie nützliche Insekten und Bodenorganismen vom Bt-Gift beeinträchtigt werden können.⁴ Zur Abschätzung der Umweltgefahren fehlen auch

⁴ Vgl. www.greenpeace.de/themen/gentechnik/gefahren_risiken/artikel/gift_im_gen_mais_report_zu_aktuellen_forschungsergebnisse

noch weitere wissenschaftliche Grundlagen: So sind laut einer Studie aus dem Jahr 2006⁵ nicht alleine das Bt-Gift, sondern zusätzliche Faktoren wie die Darmbakterien des Maiszünslers für die Wirkung des Insektizids entscheidend. Entsprechende Beobachtungen hat man an Raupen⁶, aber auch an Bienen⁷ und Schnecken⁸ gemacht. Zudem wurden beim Einbau des Giftes in die Pflanzen verschiedene Veränderungen am Toxin vorgenommen.⁹ Es entspricht damit nicht mehr dem in natürlicher Weise vorkommenden Bt-Toxin. Welche Auswirkungen das auf die Umwelt hat, wurde bisher nicht ausreichend untersucht.

Diese Fakten müssen jetzt deutliche Konsequenzen für den kommerziellen Anbau der Pflanzen haben. Laut einem Erlass des BVL¹⁰ vom April 2007 muss Monsanto für die Anbausaison 2008 einen umfassenden Überwachungsplan vorlegen, der u.a. folgende Punkte beinhaltet:

- Verbreitung keimfähiger Maiskörner in der Umwelt (Ernte, Transport, Verarbeitung)
- Verbreitung des Bt-Toxins in der Umwelt (Pollen, Silage, Pflanzenreste, Boden)
- Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen im Boden in betroffenen Lebensräumen in der Umgebung und auf Nahrungsnetze
- Langfristige und großflächige Auswirkungen auf die biologische Vielfalt

Im Lichte der jetzt vorliegenden Ergebnisse stellt Greenpeace fest, dass die Voraussetzungen für einen kommerziellen Anbau im Jahr 2008 nicht gegeben sind. Es fehlen die technischen Voraussetzungen, um auch nur einen Teil dieser Auflagen zu erfüllen.

Auch die EU-Zulassung für den Anbau von neuen Bt-Pflanzen muss gestoppt werden. Betroffen sind u.a. die Gen-Mais-Varianten Bt11 und Mais 1507, die derzeit von der Kommission geprüft werden. Für beide Pflanzen liegen weder definierte Messverfahren noch überprüfbare Messergebnisse vor.

Greenpeace fordert:

- **Stopp des kommerziellen Anbaus und der Zulassung von Bt-Mais in der EU.**
- **Standardisierung von Messverfahren zur Bestimmung des Bt-Gehaltes in der Pflanze und in der Umwelt.**
- **Überprüfung des tatsächlichen Bt-Gehaltes in Gen-Pflanzen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen und unterschiedlichen Sorten.**
- **Neubewertung aller bisher durchgeführten Risikostudien mit Bt-Pflanzen anhand der neuen Faktenlage.**

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

6 Siehe Fußnote 5, Broderick et al

7 biosicherheit.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>

8 Kramarz, P.E. et al., 2007, Increased response to cadmium an *Bacillus thuringiensis* maize toxicity in the snail *Helix aspera* infected by the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*, Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 26, No. 1, pp. 73–79

9 Hilbeck A., and J.E.U. Schmidt, 2006, Another View on Bt Proteins – How Specific are They and What Else Might They Do?, *Biopestic. Int.* 2 (1): 1-50

10 Bescheid des BVL and Monsanto. Brief vom 27.4.2007. <http://ifrik.org/en/node/79>; Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2007. Bekanntmachung eines Bescheids zur Beschränkung des Inverkehrbringens gentechnisch-veränderter Organism nach dem Gentechnikgesetz (BVL 47/2007/4 vom 3. Mai 2007. http://www.bvl.bund.de/cln_027/nn_491658/DE/08_PresseInfothek/01_InfosFuerPresse/01_PI_und_HGI/GVO/mon_810.htm