



BIOLOGIE UND POLITIK

Gentechnisch veränderter Mais – Gefahr für Bienen?

In diesem Frühjahr geht der Anbau von gentechnisch verändertem Mais im kommerziellen Anbau in die dritte Saison. Viele Imker werden jetzt mit der Situation konfrontiert, dass ihre Bienen im Flugradius dieser Felder Pollen sammeln. Was passiert, wenn Bienen den veränderten Maispollen als Nahrung nutzen und in den Honig eintragen? Prof. Hans-Hinrich Kaatz nimmt Stellung und fasst die vorliegenden Studien zusammen.

Seit 2005 darf in Deutschland gentechnisch veränderter Mais angebaut werden. Im ersten Jahr waren es 340 Hektar auf 58 Feldern, 2006 wuchs der Mais bereits auf 946 Hektar und 106 Feldern. Für 2007 sind 3.730 Hektar auf 219 Feldern zum Anbau angemeldet. Auch wenn ein Teil dieser Anmeldungen zurückgezogen wird, sind das gewaltige Steigerungsraten. Gemessen an der Gesamtfläche von etwas mehr als 1,700.000 Hektar Maisanbau in Deutschland, beträgt der Anteil des gentechnisch veränderten Mais lediglich 0,2% (zum Vergleich: USA 2006 – 60%, Kanada 2006 – 69%). Trotzdem sind viele Imker besorgt über die Auswirkungen, die der Anbau auf die Gesundheit ihrer Bienen und auf die Vermarktungsfähigkeit des Honigs haben könnte. Dieser Beitrag soll einen Überblick über die wichtigsten wissenschaftlichen Studien geben, die sich mit Auswirkungen von gentechnisch verändertem Mais auf Bienen befassen, und die Folgen für Honig- und Pollenvermarktung aufzeigen.

Gefahren für die Honigbiene?

Derzeit darf in Deutschland nur sogenannter Bt-Mais angebaut werden. Er enthält ein Gen des *Bakterium Bacillus thuringiensis*, kurz „Bt“. Dieses Bt-Gen bildet in allen Pflanzenteilen, auch im Pollen, ein Fraßgift, das auf Schmetterlingsraupen tödlich wirkt, vor allem

die des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis*. Viele Studien untersuchten Auswirkungen dieses Giftes auf sogenannte Nichtziel-Organismen. Im folgenden Beitrag wird ausschließlich auf Honigbienen eingegangen.

Höhere Sterblichkeit mit Nosema

Wir haben in einem dreijährigen Forschungsprojekt an der Universität Halle mehrere Wirkungsprüfungen von Bt-Mais auf Bienen durchgeführt. Das gentechnisch veränderte Bt-Toxin CryI-Ab (Event Nov 176), das im hier zugelassenen Mais enthalten ist, erwies sich selbst bei 100-fach höherer als der im Pollen natürlich vorkommenden Dosis nicht als akut toxisch für adulte Honigbienen, wenn man sie vier Tage lang damit behandelt.

Um auch Effekte bei längerer Einwirkung zu untersuchen, stellten wir in sieben Versuchsdurchgängen kleine Bienenvölker in Mini-Plus-Magazinen in Flugzelten auf und fütterten sie über einen Zeit-

Feld mit gentechnisch verändertem Mais der Sorte MON 810 in Brandenburg. In diesem Jahr sind deutschlandweit mehr Felder als zuvor angemeldet. Foto: Silke Beckedorf.

raum von sechs Wochen ausschließlich mit Bt-Maispollen. Als Kontrolle wurde Maispollen der nicht gentechnisch veränderten Schwesertersorte verfüttert. Maispollen steht Bienenvölkern in der Natur oft nur wenige Tage bis höchstens zwei Wochen als Eiweißquelle zur Verfügung. In unserem Versuch überschritten wir bewusst diesen Zeitrahmen und im ersten Versuchsteil auch die Giftdosis, um selbst geringe Effekte sichtbar zu machen. Während des Versuches wurden kontinuierlich Entwicklungsparameter der Bienenvölker gewonnen, ihre Brutpflege- und Sammelaktivitäten erfasst und am Ende des Versuches das Gewicht der Brut und deren Lebensdauer ermittelt.

Bemerkenswerte Ergebnisse brachte der erste Versuchsansatz, in dem wir die zehnfach erhöhte Bt-Giftmenge anwendeten. Sowohl die Völker, die mit dem veränderten Pollen versorgt wurden, als auch die Kontrollgruppe litten massiv unter Befall mit *Nosema apis*. Die erwachsenen Bienen starben in den Völkern mit gentechnisch verändertem Pollen jedoch signifikant schneller als in den Kontrollvölkern. Der Versuch musste schon nach vier Wochen abgebrochen werden. Diese unerwarteten Ergebnisse legen nahe, dass zwischen den Krankheitserregern und dem Bt-Gift eine Wechselwirkung besteht. Eine solche Wechselwirkung war zuvor nur bei einer Schmetterlingsart beschrieben worden. Die Frage, wie das Bt-Toxin den *Nosema*-Erreger und seine Wirkung auf die Bienen beeinflusst, ist Gegenstand eines Forschungsprojektes, das in Halle in diesem Jahr durchgeführt wird.

Keine Unterschiede bei gesunden Bienen

Um die Wirkung auf gesunde Bienen isoliert betrachten zu können, wurde in allen folgenden Versuchen entweder die Bildung von *Nosema*-sporen durch Antibiotikazugabe verhindert oder mit solchen Bienen gearbeitet, bei denen keine Sporen gefunden werden konnten. In den nachfolgenden sechs Versuchsdurchgängen unterschieden sich die beiden Gruppen nicht mehr voneinander. Sammel- und Brutpflegeverhalten waren nicht unterscheidbar, auch die Entwicklung der Bienenvölker verlief während des gesamten Zeitraums ungestört.



Das Schlupfgewicht der Jungbienen aus den Bt-Völkern entsprach exakt dem der Kontrollvölker. Auch die am Schluss des Versuchs geprüfte Lebensdauer der geschlüpften Bienen unterschied sich nicht zwischen Bt-Gruppe und Kontrollen. Fazit unserer Untersuchungen: Gesunde Bienenvölker werden selbst dann nicht durch das Toxin in den untersuchten Vitalfunktionen beeinträchtigt, wenn sie dem Bt-Maispollen über einen extrem langen Zeitraum von sechs Wochen ausgesetzt sind. Berücksichtigt man dazu noch die gegenüber den herkömmlichen, gesetzlich vorgeschriebenen Pflanzenschutzmittelprüfungen wesentlich erhöhten Stichprobenzahlen, dann kann eine toxische Wirkung auf gesunde Bienen unter natürlichen Bedingungen mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden.

Auch unter natürlichen Bedingungen konnten wir keinen Effekt finden: In einem dritten Ansatz wurden zweizellige Bienenvölker in die unmittelbare Nähe von Bt-Mais-Versuchsflächen und entsprechenden Kontrollflächen gestellt, um ihre Entwicklung während und nach der Maisblüte unter natürlichen Bedingungen zu verfolgen. Außerdem wurden die Sammelaktivität der Bienen im Feld erfasst und der gesammelte Pollen quantifiziert. An fünf Untersuchungstagen während der Maisblüte sammelten die Bienen nur zu einem sehr geringen Teil Maispollen. Er betrug am Bt-Feld lediglich 2,3%, am Kontrollstandort 2,6% der mit Pollenfallen gewonnenen und mikroskopisch bestimmten Pollenhöschchen. Negative Effekte von Bt-Maispollen auf die Zahl der Bienen und die Entwicklung der Brut traten nicht auf. Beide Gruppen unterschieden sich in ihrer Entwicklung während des Spätsommers und im darauffolgenden Jahr nicht.

Viele Untersuchungen weltweit

Der schweizerische Forscher Dirk Babendreier prüfte gemeinsam mit Kollegen, ob sich Bt-Gift auf die Futtersaftdrüsen von jungen Arbeiterinnen auswirkt. Dazu wurden jungen Bienen über zehn Tage das Bt-Toxin und Bt-Pollen verfüttert. Es zeigte sich, dass weder die Entwicklung der Futtersaftdrüsen noch das Überleben der Arbeiterinnen durch das Bt-Toxin beeinträchtigt werden. Die Forscher konnten in einer zweiten Studie auch keinen messbaren Unterschied in der Zusammensetzung der Mikroorganismen des Bienendarms zu unbehandelten Kontrollbienen entdecken. Amerikanische Wissenschaftler fanden heraus, dass Bienenlarven in ihrer Überlebensfähigkeit durch Bt-Pollen nicht beeinträchtigt, Wachsmotten hingegen durch das Bt-Toxin abgetötet werden – u.a. gibt es ein Präparat auf Bt-Basis, das zur Wachsmottenbekämpfung eingesetzt wird.

Neben den beschriebenen gibt es weltweit eine Vielzahl weiterer Untersuchungen, die sich mit der Wirkung des Bt-Toxins auf Bienen auseinandersetzen. Sie wurden zuletzt von der australischen Forscherin Louise Malone und ihrer französischen Kollegin Minh-Ha Pham-Delegue 2001 zusammengefasst. Beide Wissenschaftlerinnen kommen zu dem Schluss,

dass das Bt-Toxin für die Bienen ungefährlich sei. So wurde inzwischen die Wirkung des Bt-Giftes auf das Lernen von sammelnden Bienen und ihre Sammelaktivität in Frankreich untersucht. Die Forscher fanden in Laborversuchen heraus, dass das Bt-Gift für Bienen in den geprüften hohen Konzentrationen keine negativen Wirkungen ausübt, ganz im Gegensatz zu den schon zuvor bekannten Wirkungen von synthetischen Insektiziden wie Imidacloprid, die mituntersucht wurden.

Außer der offenen Frage einer möglichen Wechselwirkung von Bt-Toxin und Nosema, zu der zwingend weitere Untersuchungen durchgeführt werden müssen, erschließen sich mir derzeit keine wesentlichen Lücken in den Untersuchungen zur Wirkung von Bt auf die Bienengesundheit – auch wenn in einzelnen Studien nicht immer die bestmöglichen Versuchsansätze realisiert wurden. Trotzdem müssen alle weiteren gentechnischen Veränderungen an Mais und anderen Pflanzen mit Bedeutung für die Honigbiene auch in Zukunft ebenso sorgfältig geprüft werden.

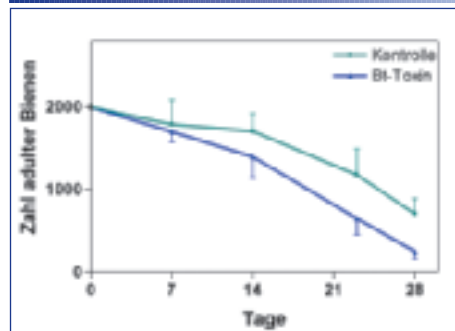
Keine Frage der Wissenschaft

Letztendlich kann die Wissenschaft an Bienen das viel komplexere Problemgefüge der Agrogentechnik, das vor allem von wirtschaftlichen Interessen getrieben wird, nicht lösen. Schlussfolgerungen, die allein aus wissenschaftlichen Untersuchungen an Bienen gezogen werden, greifen zu kurz. Imkerreaktionen dürften deshalb von „kein Problem, meine Bienen sind gesund“ über „ich stelle meine Völker nicht mehr in die Nähe von Maisfeldern“ zu radikaleren Reaktionen reichen. Trotzdem bleibt die Einführung des gentechnisch veränderten Mais nicht ohne Konsequenzen für die Imkerei.

Einsicht in das Register

Der Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) in Deutschland wird durch das Gentechnikgesetz aus dem Jahr 2005 gere-

Abb. 1



Die Sterblichkeit von Arbeiterinnen, die mit Nosema infiziert waren, lag höher, wenn sie mit gentechnisch verändertem Pollen gefüttert wurden. In diesem Jahr wird dieser Zusammenhang in weiteren Versuchen in Halle überprüft.

Grafik: Hans-Hinrich Kaatz

gelt. Nach diesem Gesetz sind alle Flächen, auf denen gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden, in einem öffentlich zugänglichen Standortregister verzeichnet, nämlich den Internetseiten des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (http://194.95.226.237/stareg_web/showflaechen.do). Dort wird die genaue Lage von Anbau- und Freisetzungsf lächen erfasst. Jeder Interessierte kann sich informieren, wo gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden. Der Imker hat zudem das Recht, auf Antrag die persönlichen Angaben des Anbauers zu erfahren, um ggf. mit ihm in Kontakt zu treten.

Die Koexistenzfrage

Das neue Gentechnikgesetz gewährleistet außerdem, dass Lebens- und Futtermittel konventionell, ökologisch oder unter Einsatz gentechnisch veränderter Organismen erzeugt und in den Verkehr gebracht werden können. Verschiedene landwirtschaftliche Anbausysteme

So wirkt das Toxin auf den Maiszünsler

Viele Stämme der Bakterienart *Bacillus thuringiensis* (Bt) produzieren giftige Einweiße (Toxine), die für Insekten tödlich sind. Wirksamkeit und Spezifität dieser Bt-Toxine haben es zu einem weit verbreiteten Mittel in der Landwirtschaft werden lassen. Die kristallinen Bt-Toxine lösen sich im Verdauungstrakt der Zielinsekten. Sie binden sich an Kohlenwasserstoffstrukturen an der Oberfläche von Darmzellen und verursachen dort die Bildung von Poren, die die Darmzellen zerstören. Die Versuchsergebnisse zeigen zwar, dass gesunde Bienen nicht auf das Toxin reagieren. Die einzelligen Nosema-Erreger dringen aber ihrerseits in Darmzellen erwachsener Bienen ein, vermehren sich dort und zerstören letztlich diese Zellen. Da das Bt-Gift und Nosema den gleichen Zelltyp an-

greifen, ist eine Wechselwirkung zwischen beiden Pathogenen durchaus denkbar.



Raupe des Maiszünslers in einem Maiskolben. Das Toxin im Bt-Mais zerstört die Zellen des Verdauungstraktes.

Foto: BMBF

me mit und ohne Gentechnik sollen auf Dauer nebeneinander bestehen bleiben. Die „Koexistenz“ ist Voraussetzung dafür, dass die Verbraucher und Landwirte die Wahl zwischen Produkten mit und ohne Gentechnik haben. Dabei haften die Landwirte, die gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP) anbauen, für wirtschaftliche Schäden, die durch GVO-Einträge und Vermischungen auf benachbarten Feldern entstehen, wenn z.B. dadurch der GVO-Anteil in konventionellen Ernteprodukten über den gesetzlich festgelegten Schwellenwert von 0,9% steigt. Dieser Schwellenwert von 0,9% bestimmt die Grenze zwischen „gentechnikfrei“ und kennzeichnungspflichtigem „genetisch verändert“. Bei den Verhandlungen über den Schwellenwert forderte die Industrie übrigens 1%, die Umweltverbände sprachen sich für 0,1% aus. Man einigte sich auf 0,9%: ein Wert, der den Einfluss der Interessengruppen veranschaulicht.

Die Koexistenzregel erlaubt derzeit nur den Anbau von gentechnisch verändertem Mais. Der eigentlich auch in der EU zugelassene herbizidresistente Raps ist nicht koexistenzfähig, weil der Pollen durch Wind und Insekten – vor allem durch Honigbienen und Hummeln – mehrere Kilometer verbreitet werden und in Nachbarfeldern zu unerwünschten Auskreuzungen führen kann. Deshalb darf er nach der

derzeitigen Gesetzeslage in Deutschland nicht angebaut werden. Zudem hätten anbauende Landwirte mit erheblichen Schadenersatzansprüchen zu rechnen

Risiken für Honigvermarktung?

Selbst nach strenger Auslegung des Gentechnik- und Lebensmittelrechtes wird Honig (voraussichtlich) nicht kennzeichnungspflichtig sein. Dies gründet sich vor allem auf den Schwellenwert von 0,9% und die Einstufung des Honigs als tierisches Lebensmittel. Allerdings sind die molekularen Nachweismethoden heute so empfindlich, dass schon 20 gentechnisch veränderte Pollenkörner in einer Probe von 500 Gramm Honig oder Pollen nachweisbar sind. Damit liegt die derzeitige Analysegrenze hinsichtlich der Gentechnikfreiheit für Maispollen bei etwa 0,000008%! So ist es nicht verwunderlich, dass in Honigproben aus Kanada und den USA, wo der Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzensorten inzwischen den von konventionellen Sorten überflügelt hat, regelmäßig die gentechnische Veränderung nachgewiesen wird. Völlig gentechnikfreier Honig wird in Zukunft nur dort zu finden sein, wo Landwirte sich in großen Regionen auf den Anbauverzicht für gentechnisch veränderte Pflanzen einigen. Diese Si-

tuation birgt dementsprechend ein Vermarktungsrisiko für den Imker.

Problemfall Pollenvermarktung

Am stärksten dürfte der – allerdings verhältnismäßig kleine – Markt für Pollen und Pollenerzeugnisse betroffen sein: So überschritt die Blütenpollenernte eines bayerischen Imkers im letzten Jahr erstmalig mit 4,1% GV-Maispollen den EU-Schwellenwert von 0,9% und führte zur Kennzeichnungspflicht des Imkers. Imker haften für ihr Produkt, wenn sie ihre Völker wissentlich an ein Feld mit gentechnisch verändertem Mais stellen und dann Pollen verkaufen, ohne ihn als „genetisch verändert“ zu kennzeichnen. Wer seine Bienen weit genug vom Maisfeld entfernt aufgestellt hat, ist nicht mehr haftungspflichtig. Dabei hilft das Standortregister. Leider ist diese Entfernung (noch) nicht definiert – eine Aufgabe für die Verbände? Imker müssen sich in Zukunft auf diese Situation einstellen.

DER AUTOR

Prof. Dr. Hans-Hinrich Kaatz

arbeitet am Fachbereich Zoologie der Universität Halle. Bereits 2003 veröffentlichte er im Deutschen Bienen-Journal einen Beitrag zu den möglichen Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen auf die Bienengesundheit. kaatz@zoologie.uni-halle.de

Imkerklagen gegen Gentechnik

Mehrere Imker, die sich gegen den kommerziellen Anbau von gentechnisch verändertem Mais in der Nähe ihrer Stände wehren, beschreiten zurzeit den Gerichtsweg. Vertreten werden sie von der Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer & Co. in Berlin, die u.a. auf Umweltrecht spezialisiert ist. Rechtsanwalt Dr. Achim Willand beantwortete der Redaktion einige Fragen zum Ablauf des Verfahrens.

dbj: Die Imker klagen gegen die Überwachungsbehörden. Warum wurde gerade die Behörde gewählt? Wäre es nicht sinnvoller, sich gegen den Landwirt oder den Saatgutproduzenten zu wenden?

Willand: Die deutschen Überwachungsbehörden müssen sicherstellen, dass die notwendigen Koexistenzmaßnahmen zum Schutz konventioneller und ökologischer Kulturen – und damit auch der Imker – getroffen werden. Der Imker muss außerdem direkt betroffen sein. Dass gentechnisch verändertes Saatgut produziert wird, betrifft ihn weniger als der Anbau des Mais in der Nähe seiner Bienen. Diesen Anbau zuzulassen und so zu regeln, dass niemand geschädigt wird, dafür sind nun einmal die staatlichen Stellen zuständig.

dbj: Welche Imker haben überhaupt die Möglichkeit, sich juristisch gegen den Anbau zu wehren?

Willand: Diejenigen, deren Bienen sich im Flugfeld von Feldern mit gentechnisch veränder-

tem Mais befinden. Wie groß dieser Flugradius ist, kann verschieden sein, das wissen die Imker selbst am besten. Wir gehen von drei bis sechs Kilometern aus.

dbj: Die Klagen laufen als Eilverfahren vor den Verwaltungsgerichten. Wie viele Klagen sind es – und wie schnell rechnen Sie mit einer Entscheidung?

Willand: Zur Zahl möchten wir keine Aussage machen. Die Kläger sind aber über das Bundesgebiet verteilt und betreiben auch ganz verschiedene Imkereien, z.B. ist einer mit seinem Bienenhaus, ein anderer an ein seinem nur zeitweise genutzten Standplatz betroffen. Wir erwarten die Entscheidungen schnell, innerhalb der nächsten Wochen oder Monate, da die Angelegenheit ja eilt. Am besten wäre es, wenn die Gerichte noch vor der Aussaat entscheiden würde, zumindest aber vor der Blühphase.

dbj: Aber die Behörde kann doch – wenn die Imker gewinnen – in Berufung gehen?

Willand: Ja, und davon gehen wir auch aus. Unseres Wissens wurde noch keine Gerichtsentscheidung gefällt, die sich so direkt mit Fragen der Koexistenz nach dem neuen Gentechnikgesetz befasst. Sie wird also mit einigem Interesse aufgenommen werden.

dbj: Sie argumentieren u.a. damit, dass der gentechnisch veränderte Mais zwar als Futter-

mittel, nicht aber als Lebensmittel für den menschlichen Verzehr zugelassen ist. Was bedeutet das? Hat das auch bei so minimalen Spuren wie einigen Pollenkörnern in einem ganzen Honigglas Bedeutung? Die könnte man doch auch versehentlich einatmen!

Willand: Das europäische Recht ist in diesem Punkt sehr streng. Ob es sich um große Mengen oder geringen Spuren handelt, darauf kommt es nicht an. Die EU-Verordnung sagt lediglich, dass alle Lebensmittel, die GVO enthalten, eine besondere lebensmittelrechtliche Zulassung brauchen. Dass man den Pollen auch einatmen kann, zeigt umso mehr, wie leicht das Produkt aus der Futtermittel- in die Lebensmittelkette gelangen kann.

dbj: Sie berufen sich auch auf die Koexistenz, die ja Wahlfreiheit garantiert. Ist dafür nicht der Schwellenwert von 0,9% maßgeblich?

Willand: Das wäre nur der Fall, wenn der Mais eine umfassende lebensmittelrechtliche Zulassung besäße. Andernfalls dürfen Lebensmittel mit gentechnisch veränderten Bestandteilen unseres Erachtens nicht verkauft werden. Die Vorschriften zur Koexistenz dienen auch zum Schutz von Imkern. Betroffene Imker haben einen gerichtlich durchsetzbaren Anspruch darauf, dass der Eintrag von verändertem Pollen in den Honig unterbunden wird.

Die Fragen stellte Silke Beckedorf