

Kurzbericht

Neue Ansätze für die Bekämpfung des Maiswurzelbohrers

Dirk Babendreier, Siegfried Keller, Jörg Romeis und Franz Bigler, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Ulrich Kuhlmann und Stefan Toepfer, CABI Bioscience Switzerland Centre, CH-2800 Delémont
Ted Turlings, Université de Neuchâtel, CH-2007 Neuchâtel

Lukas Schaub, Agroscope RAC Changins, Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau, CH-1260 Nyon
Auskünfte: Dirk Babendreier, E-Mail: dirk.babendreier@fal.admin.ch, Fax +41 (0)44 377 72 01, Tel. +41 (0)44 377 72 17

In einem Projekt, finanziert von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes, untersucht eine Gruppe von Forschenden unter der Federführung von Agroscope FAL Reckenholz die Möglichkeiten einer umweltfreundlichen Bekämpfung des westlichen Maiswurzelbohrers, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Insbesondere wird das Potenzial von Fadenwürmern (Nematoden) und Pilzen als natürliche Gegenspieler untersucht. Eine weitere Bekämpfungsoption ist transgener Bt-Mais, der in diesem Projekt auf mögliche negative Umweltauswirkungen und die Kompatibilität mit den oben erwähnten Gegenspielern untersucht wird. Diese Studien werden in der Schweiz in geschlossenen Systemen durchgeführt, während Felddaten im Ausland gesammelt werden. Schliesslich soll in diesem Projekt eine vergleichende Risikoanalyse der Bekämpfungsstrategien erstellt werden.



Der westliche Maiswurzelbohrer, ein eher unscheinbarer Käfer (Abb. 1), ist der am meisten gefürchtete Maisschädling in den USA. Die jungen Larven dieses Blattkäfers fressen an den Haupt- und Luftwurzeln, wodurch diese absterben. Ältere Larven dringen in das Wurzelherz vor und bohren sich von dort weiter in die Pflanze. Bei hohem Befallsdruck können die Pflanzen umfallen und sind dann nur noch schlecht zu ernten. So ist es vor allem der Larvenfrass, der zu Ertragsseinbussen führt. Nach der Verpuppung im Boden fressen die geschlüpften Käfer an den Blättern, den Narbenfäden und den milchreifen Maiskörnern. Auch diese Schäden können wirtschaftlich relevant werden, da der Frass an den Narbenfäden zu weniger Befruchtung und damit zu weniger und unterschiedlich grossen Körnern führt.

In den USA entstehen jährlich Schäden und Bekämpfungskosten von mehr als einer Milliarde US-Dollar. Dieser Schädling hat nun auch mehrmals den Sprung nach Europa geschafft, wo er erstmals im Jahr 1992 nördlich von Belgrad festgestellt wurde (Miller *et al.* 2005). Seitdem breitet sich der Käfer langsam aber anscheinend unaufhaltsam in Europa aus. Basierend auf den Erkenntnissen aus den USA zeigt man sich auch in Europa besorgt.

Verbreitung

In Europa liegt der Schwerpunkt der Verbreitung nach wie vor in der Donau-Ebene von Serbien, Rumänien, Ungarn und Kroatien, wo die wirtschaftliche Schadschwelle oft überschritten wird

Abb. 1. Westlicher Maiswurzelbohrer am Maiskolben. (Foto: Stefan Toepfer, CABI Bioscience)

(EPPO 2005). Mittlerweile ist der Maiswurzelbohrer aber auch in vielen anderen europäischen Ländern zu finden (Vidal *et al.* 2005). In der Schweiz wird der Maiswurzelbohrer vor allem im Tessin gefangen (Abb. 2). Im Jahr 2000 wurden dort die ersten Tiere in Fallen entdeckt, seither ist ihre Zahl angestiegen. Im Jahr 2003 gab es besonders viele, in den beiden Folgejahren etwas weniger Käfer. Es wird vermutet, dass im besonders heissen und trockenen Jahr 2003 viele Käfer die vertrockneten Maisfelder in Norditalien verliessen und ins Tessin gelangten. Nördlich der Alpen gab es besonders im Jahr 2003 Fänge, nämlich in Basel-Mülhausen, Therwil BL, Neuenkirch LU, Schattdorf UR und Kloten ZH, während es 2004 nur einen Fall gab in Winterthur und 2005 nicht einen einzigen (Abb. 2).

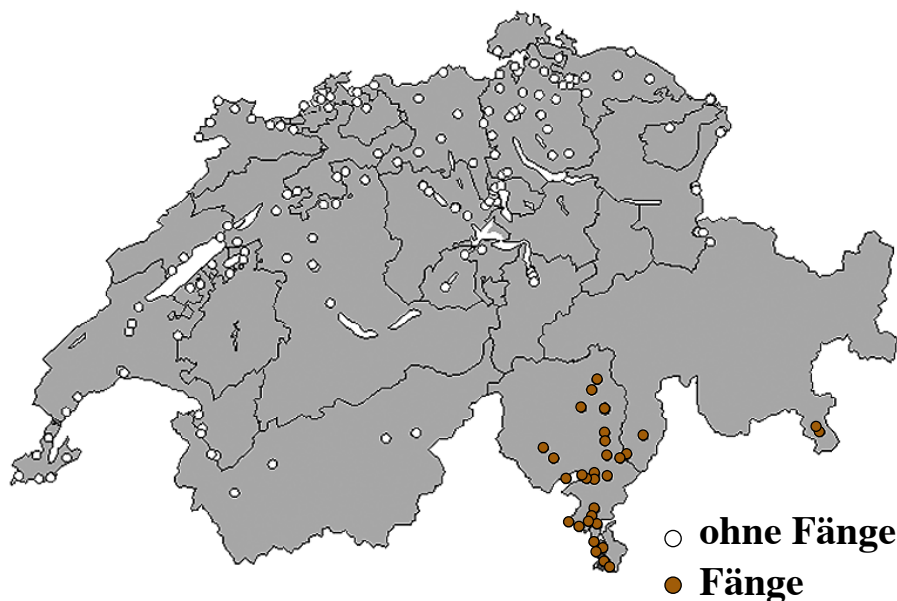


Abb. 2. Aktuelle Situation in der Schweiz: Die Punkte entsprechen Standorten von Pheromonfallen im Jahre 2005, welche die kantonalen Pflanzenschutzdienste warten. Farbige Punkte zeigen Fallen mit Maiswurzelbohrer-Fängen.

Quarantäne-Massnahmen

Das ziemlich dichte Netz an Pheromonfallen in Europa ermöglicht es, auf das erste Auftreten von *Diabrotica* in einer Region oder einem Land zu reagieren. Das Ziel muss sein, erste Einschleppungen auszurotten, bereits stärkere Befallsherde einzudämmen und einer raschen Ausbreitung des Maiswurzelbohrers entgegenzuwirken. In der Schweiz haben die Behörden verfügt, dass in einer Zone im Umkreis von fünf Kilometern um den Fangort in diesem Gebiet eine Fruchtfolge eingehalten werden muss, das heisst auf den dortigen Maisfeldern im nächsten Jahr nicht wieder Mais angebaut werden darf. Dies bewirkt, dass die aus den überwinterten Eiern schlüpfenden Larven ihre Futterpflanze nicht mehr vorfinden und absterben. Ferner dürfen die Bauern bis zum 1. Oktober keinen Mais aus der Zone hinaustransportieren, da sich der Maiswurzelbohrer dann in der Flugphase befindet. Im Maisanbau verwendete Maschinen, die diese Zone verlassen, müssen gereinigt werden, weil sie adulte Maiswurzelbohrer oder Erde mit Eiern oder Larven verschleppen könnten. In einem weiteren Umkreis von zehn Kilometern ist ausschliesslich das Einhalten der Fruchtfolge erforderlich. Entsprechend der Situation ist im Tessin die Fruchtfolge im ganzen Kanton obligatorisch. In der EU ist die Zone mit obligatorischer Fruchtfolge im Fall einer Neueinschleppung des Käfers kleiner, hingegen sind zusätzlich massive Insektizidanwendungen gefordert.

Herkömmliche Bekämpfungsmöglichkeiten

Die angeordneten Massnahmen haben wohl dazu beigetragen, dass sich der Maiswurzelbohrer nördlich der Alpen noch nicht etablieren konnte. Die generelle Einführung der Fruchtfolge im Tessin hat es ermöglicht, lokale Populationen weitgehend auszumerzen und jeglichen Schaden zu vermeiden. In der Zukunft könnte die Fruchtfolge aber ihre Wirkung verlieren. In den USA haben sich bereits Populationen des Maiswurzelbohrers gebildet, die sich an die dort weit verbreitete Fruchtfolge Mais – Sojabohne angepasst haben. Für die Zukunft ist auch in Europa die Möglichkeit einer Anpassung dieses Käfers an die Fruchtfolge nicht auszuschliessen, da er sich auch auf verschiedenen Graspflanzen entwickeln kann, darunter auch Winterweizen (Moeser und Vidal 2004). Darüber hinaus wird auch in der Schweiz Mais nach Mais angebaut, wenn auch der Anteil dieser Flächen in anderen europäischen Ländern sehr viel grösser ist.

Global betrachtet ist der Einsatz von Insektiziden oft noch die erste Wahl (Vidal *et al.* 2005). *Diabrotica virgifera* ist der Maisschädling, gegen den sich weltweit die meisten Insektizidapplikationen richten. Überwiegend werden Breitbandinsektizide eingesetzt, die für den Anwender gefährlich sein können und schädliche Auswirkungen auf viele Nicht-Zielorganismen haben.

Eine Bekämpfung des Maiswurzelbohrers wäre auch mit Hilfe von gentechnisch verändertem Mais möglich. Seit 2003 ist in den USA eine Bt-Maislinie (MON863, YieldGard® Rootworm Maize) im Anbau, die das cry3Bb1-Gen aus einer Unterart des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt) enthält. Im Jahre 2005 wurde diese Pflanze in den USA bereits auf etwa zwei Millionen Hektaren angebaut. In der Europäischen Union wurde MON863 zur Einfuhr und Verwendung als Futtermittel im August 2005 zugelassen.

Biologische Bekämpfung möglich?

Eine dreijährige Feldstudie in Südosteuropa hat gezeigt, dass in diesen Befallsgebieten die möglichen Gegenspieler des Maiswurzelbohrers nur vereinzelt auftreten (Toepfer and Kuhlmann 2004). In einem von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes finanzierten Projekt wird seit April 2005 untersucht, ob sich dieser Schädling dennoch mit biologischen Methoden bekämpfen lässt. Die generelle Strategie sieht dabei vor, jährlich grosse Mengen von Insekten tötenden Nematoden oder Pilzen freizusetzen.

Nematoden

In einem Pilotprojekt wurden unter Laborbedingungen bereits hoch virulente Nematoden aus den Gattungen *Heterorhabditis* und *Steinernema* gefunden. Darauf aufbauend sind die ersten Feldversuche durchgeführt worden, die sich mit den für einen Erfolg relevanten Faktoren beschäftigen. Als ein wichtiger Faktor wird die Virulenz einiger Nematodenarten unter Feldbedingungen getestet. Auch die Wahl der Applikationstechnik kann grosse Auswirkungen auf den Bekämpfungserfolg haben. Daher wird diesem Faktor grosse Bedeutung beigemessen und studiert, mit welchen Düsen und Wassermengen die besten Resultate möglich sind. Es ist weiter geplant, verschiedene Aufwandmengen zu testen, die Grössenordnung liegt hier zwischen einer und 2,5 Milliarden Nematoden pro Hektare. Darüber hinaus wird auch der Einfluss des Ausbringungszeitpunkts getestet. Hier bietet sich zum einen eine Applikation zusammen mit der Aussaat an, zum anderen eine zeitgleiche Anwendung mit einer Herbizidbehandlung nach dem Auskeimen des Mais. Letztere fällt etwa mit dem Auftreten der Larven des Maiswurzelbohrers zusammen, also dem empfindlichen Stadium des Schädlings. Ein wichtiger Aspekt dieser Untersuchungen ist ökonomischer Art. Es genügt nicht, eine wirkungsvolle Bekämpfungsmethode zu entwickeln,

Die Projektpartner

Die Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes fördert Projekte in angewandter Forschung und Entwicklung zwischen wissenschaftlichen Partnern und Unternehmen. Die Idee ist, innovative Projekte von der Idee bis zum Markterfolg zu unterstützen. Die im Projekt zur Bekämpfung des Maiswurzelbohrers beteiligten Institute sind Agroscope FAL Reckenholz, CABI Bioscience in Delémont, und die Universität Neuchâtel. Partner im Projekt sind die Nützlingsfirmen Landi REBA AG, Eric Schweizer AG und eNema GmbH, die Firma Monsanto und die Pflanzenschutzstellen der Kantone Bern und Aargau.

wenn diese nicht auch von den Kosten her konkurrenzfähig zu herkömmlichen Methoden ist.

Eine von den KTI-Partnern an der Universität Neuchâtel und dem CABI Bioscience in Delémont durchgeführte und kürzlich in der Zeitschrift «Nature» erschienene Arbeit hat klar gezeigt, dass von Maiswurzelbohrer-Larven befallene Pflanzen spezifische Signale abgeben und diese auch von den Nematoden zur Wirtsfindung genutzt werden (Rasmann *et al.* 2005). Interessant ist, dass erhebliche Unterschiede zwischen Sorten bestehen und dass verschiedene, vor allem amerikanische Sorten das Signal nicht mehr produzieren. Es besteht also die Möglichkeit, mit Maissorten, die grosse Mengen dieser Substanz produzieren und mit stark darauf reagierenden Nematoden, den Bekämpfungserfolg zu optimieren.

Pilze

In ähnlicher Art und Weise soll versucht werden, die virulentesten Pilzisolat zu identifizieren, zu züchten und anzuwenden. Umfangreiche Sammlungen im Feld zeigten, dass *Metarhizium anisopliae* natürlicherweise Larven und Käfer befällt. In Labortests werden die besten Isolate selektioniert und 2006 im Feld getestet. Auch hier wird versucht, Formulierung, Applikationstechnik und Applikationszeitpunkt zu optimieren. Basierend auf einem bestehenden System soll eine molekulare Methode entwickelt werden, um die Persistenz des Pilzes im Boden zu überwachen. Damit wird es auch möglich sein, zu untersuchen, wieweit der ausgebrachte Pilz auch Nicht-Zielarten angreift.

Risikoanalyse

In einem weiteren Projektteil geht es um die Beurteilung möglicher Risiken durch den Anbau von Bt-Mais auf Nützlinge. Ein Schwerpunkt ist dabei, die Kompatibilität mit den im Rahmen des Projektes selektionierten Nematoden und Pilzen zu testen. Dies ist deshalb sinnvoll, weil der Bt-Mais nicht alle Schädlinglarven abtötet und nur geringe Wirkung auf die adulten Käfer hat. Aber auch andere Nützlinge wie zum Beispiel die braune Kugelspinne *Theridion impressum*, welche dem von der Pflanze gebildeten Bt-Protein ausgesetzt sind, werden auf

eventuelle Nebenwirkungen hin getestet. Für eine fundierte Risikoanalyse ist es wichtig, sowohl die Toxizität von Cry3Bb1 als auch die vom Nützlichling aufgenommene Menge des Proteins zu bestimmen.

Alle gegen den Maiswurzelbohrer ergriffenen Massnahmen können grundsätzlich negative Auswirkungen auf die Umwelt haben, auch die biologischen. In diesem Projekt soll basierend auf den gewonnenen Daten und mit Hilfe der Literatur eine vergleichende Risikoanalyse aller oben erwähnten Massnahmen erstellt werden.

Das Hauptziel dieses Projektes ist die Entwicklung von biologischen Gegenspielern des westlichen Maiswurzelbohrers zu marktfähigen Produkten. Der mögliche Markt für einen Einsatz dieser Nützlinge ist vor allem der Teil der europäischen Maisanbauggebiete, in denen der Fruchtfolgeansatz zu wirtschaftlichen Einbussen führen würde. Nach bisherigen Erkenntnissen sind solche biologischen Methoden zwar sehr umweltfreundlich. Dennoch werden in diesem Projekt deren Auswirkungen auf die Umwelt vergleichend zu anderen Bekämpfungsmassnahmen untersucht.

Literatur

- EPPO, European Plant Protection Organization, 2005. Zugang: http://www.eppo.org/QUARANTINE/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.htm#map-dia [25.11.2005].
- Moeser J. & Vidal S., 2004. Das variable Fressverhalten des Maiswurzelbohrers. *Mais* 32 (2), 46-49.
- Rasmann S., Kollner T.G., Degenhardt J., Hiltbold I., Toepfer S., Kuhlmann U., Gershenzon J. & Turlings T.C.J., 2005. Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. *Nature* 434 (7034), 732-737.
- Toepfer S. & Kuhlmann U., 2004. Survey for natural enemies of the invasive alien chrysomelid, *Diabrotica virgifera virgifera*, in Central Europe. *BioControl* 49 (4), 385-395.
- Vidal S., Kuhlmann U. & Edwards C.R., 2005. Western Corn Rootworm: Ecology and Management. CABI Publishing, Wallingford, UK, 311 S.