Bt-Mais in Deutschland

Erfahrungen mit dem Praxisanbau von 1998 bis 2002

Dr. Heinz Degenhardt, Buxtehude; Friedbert Horstmann, Bad Salzuflen und Dr. Norbert Mülleder, Düsseldorf

Der Maiszünsler ist ein Schädling, der weltweit Ertragsverluste in Milliardenhöhe verursacht. Auch in Europa beeinträchtigt er regional die Höhe und die Qualität der Ernte. Mit Hilfe von gentechnisch erzeugtem Bt-Mais lässt sich der Zünsler sicher bekämpfen. Obwohl der Anbau von transgenen Sorten in Deutschland derzeit nur begrenzt möglich ist, konnte in einem mehrjährigen Vergleich verschiedener Bekämpfungsverfahren detailliert die Wirksamkeit der Bt-Technologie demonstriert werden.

Der Maiszünsler breitet sich stetig aus. Von den klassischen Befallsgebieten südlich der Mainlinie und einigen günstigen Lagen Ostdeutschlands (z.B. das Oderbruch) ausgehend, wird in jüngster Vergangenheit eine deutliche Zunahme des Befalls vor allem in Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg beobachtet. Heute sind in Deutschland bereits ca. 300.000 ha Anbaufläche betroffen (siehe Abb. 2).

Der durch den Maiszünsler entstehende finanzielle Schaden schwankt regional und von Jahr zu Jahr. Bei einem konservativen Szenario von 100.000 ha befallenem Körnermais in Deutschland ist ein zünslerbedingter Ertragsausfall von 5 % mit ca. 40.000 t trockener Ware gleichzusetzen. Das entspräche einem monetären Verlust von 4.400.000 €. Bei 20 % Ertragseinbußen wären bereits 17.600.000 € abzuschreiben. Für Silomais ist ebenfalls von Ertragsverlusten auszugehen, allerdings sind diese wesentlich schwieriger zu quantifizieren, da exakte Silomaiserträge auf Betriebsebene nur selten erfasst werden. Der Zünslerbefall beeinträchtigt durch den physiologischen Stress in jedem Fall die Ertragsleistung der Maispflanze und vermindert damit den Futterwert. Zudem siedeln sich an den Frassstellen, die der Schädling an den Pflanzen verursacht, Schimmelpilze (Fusarien) an. Diese können gesundheitsschädliche Substanzen, sogenannte Mykotoxine bilden. Ein möglichst vollständiger Zünslerschutz bietet auch hier einen weiteren entscheidenden Vorteil, denn er ermöglicht eine Reduktion des Pilzbefalls im Erntegut.

Abb. 2: Verbreitung des Maiszünslers in Deutschland. Schätzung der Befallsfläche je Bundesland in Hektar.

Praxisanbau von Bt-Mais

Obwohl weltweit mehr als 20 Millionen Hektar Bt-Mais seit seiner Einführung im Jahr 1996 angebaut wurden, ist der auf Deutschland entfallende Anteil bislang sehr bescheiden. Hierzulande befanden sich zwischen 1998 und 2002 jährlich mehrere hundert Hektar Bt-Mais im Praxisanbau. Die Ernte wurde als Futtermittel verwertet. Gleichzeitig wurden in Befallsgebieten in Baden-Württemberg (Rheintal) und Brandenburg (Oderbruch) gemeinsam von den Firmen Syngenta Seeds, Pioneer Hi-Bred Northern Europe GmbH und Monsanto Agrar Deutschland GmbH, teilweise in Kooperation mit dem amtlichen Pflanzenschutzdienst, vergleichende Großparzellenversuche mit Bt-Mais und den jeweils korrespondierenden konventionellen Sorten angelegt. Die Berücksichtigung von Trichogramma- und Insektizidvarianten ermöglichte eine Bewertung der verschiedenen Methoden der Maiszünslerbekämpfung unter identischen Umweltbedingungen.

Die in den Versuchen verwendeten Bt-Hybriden sind in der EU zum Anbau zugelassen. Der Praxisanbau in Deutschland

(Foto: Raiser)

erfolgte mit Sorten, die sich im deutschen Sortenprüfungsverfahren befinden oder bereits in einem anderen Land der europäischen Union zugelassen worden sind.

Versuchsaufbau

- nebeneinanderliegende Großparzellen mit mind. 0,5 ha je Prüfglied
- Prüfglieder: Bt-Mais/unbehandelte Kontrolle/zugelassene Insektizide (einmalige Ausbringung)/kommerziell erhältliches Trichogrammaverfahren („Rähmchen“, zweimalige Ausbringung von Hand)
- Bonituren durch den amtlichen Pflanzenschutzdienst
- Bonituren des Zünslerbefalls je Prüfglied durch Aufschlitzen einer repräsentativen Anzahl von Maisstängeln, (je nach Region 50 bzw. 100)
- Bestimmung des Ertrages und der Kornfeuchte
- ökonomische Bewertung der Verfahren

SCHADEN

- Fraßgänge der Zünslerlarve im Maisstängel von der Fahne bis zum Wurzelkopf möglich, auch im Mark und Leitungsbahnen, schlimmstenfalls Zusammenbruch ganzer Bestände

MASSNAHMEN

A) **Konventionell mit Insektiziden**
- Falterzuflug in die Maisbestände je nach Witterung von Jahr zu Jahr unterschiedlich, dadurch kein optimaler Bekämpfungstermin voraussagbar
- begrenzte Langzeitwirkung und nur für eine einmalige Anwendung pro Vegetationsperiode
- aufwändige Applikationstechnik
- PS-Zulassungen laufen ab, dadurch voraussichtlich kein Insektizid verfügbar in 2004

B) **Biologisch mit Trichogramma- Schlupfwespe**
- gut eingeführt, jedoch hohe Kosten und aufwändige Handhabung
- Stark witterungsabhängig
- Genehmigung zum Inverkehrbringen in der EU für b+ 176 (1997) und Mon 810 (1998)

C) **Bacillus thuringiensis (Bt) – Mais**
- Insektenresistenz durch Produktion eines im Bt vorkommenden Eiweißes
- Proteine bereits 1901 entdeckt und Bt-Präparate seit 1927 auch Einsatz im org. Landbau
- Schutz während gesamter Wachstumszeit
- witterungsunabhängig
- Genehmigung zur Inverkehrbringung in der EU von Bt 176 (1997) bzw. Mon 810 (1998)

Befallssituation und Wirksamkeit der Verfahren

In der unbehandelten Kontrolle im Rheintal schwankte der Zünslerbefall in den einzelnen Jahren zwischen 0,11 und 0,42 Larven je Maispflanze. Der Schädlingsdruck war im Oderbruch in allen untersuchten Jahren in den Parzellen ohne Zünslerschutz wesentlich höher. Er schwankte zwischen 0,68 und 1,18 (!) Larven pro Pflanze.

Insektizidanwendungen führten zu einer deutlichen Reduzierung des Befalls (siehe Abb. 3). Wobei der Insektizideinsatz im Oderbruch auf Grund des hohen Schädlingsdruckes durchschnittlich nur das Befallsniveau der unbehandelten Kontrolle im Rheintal erreichte. Der Einsatz von Trichogramma wirkte nur im Rheintal befriedigend. Im Oderbruch waren trotz Behandlung mit der Schlupfwespe durchschnittlich noch 70 % des Maises vom Schädling befallen. In den Bt-Maisparzellen wurden bis auf sehr wenige Ausnahmen, die vorwiegend auf übliche Saatgutvermischungen (wenige nicht-resistenzgentragende Pflanzen) zurückzuführen sind, keine Larven des Zünslers gefunden. Entsprechend eindeutig sind die Ergebnisse zur biologischen Wirkung der Verfahren. Ausgehend von keiner (0%) Wirkung in der unbehandelten Kontrolle ergeben sich die in Abb. 4 dargestellten Abstufungen.

Der Insektizideinsatz führt in den jeweiligen Parzellen in beiden Regionen zu einer mehr als 80 %-igen Reduktion des Zünslers. Entsprechend der großen Anzahl noch vorhandener Larven in den Trichogrammaparzellen liegt dort die Wirkung nur bei 59 % (Rheintal) bzw. 29 % (Oderbruch). Mit Bt-Mais dagegen wird eine vollständige Kontrolle des Schädlings erreicht.

Szarker Befall mit Maiszünsler kann bis zum vollständigen Zusammenbruch der Bestände führen (Foto: Syngenta)

Erträge

Die absoluten Erträge der einzelnen Maishybriden waren in den verschiedenen Umwelten von Jahr zu Jahr erwartungsgemäß unterschiedlich. Der mittlere Trend war aber eindeutig: je effektiver das Ver-

Abb. 3: Mittlerer Zünslerbefall der 4 Prüfglieder im Rheintal (1998 – 2002) und im Oderbruch (2000 – 2002).

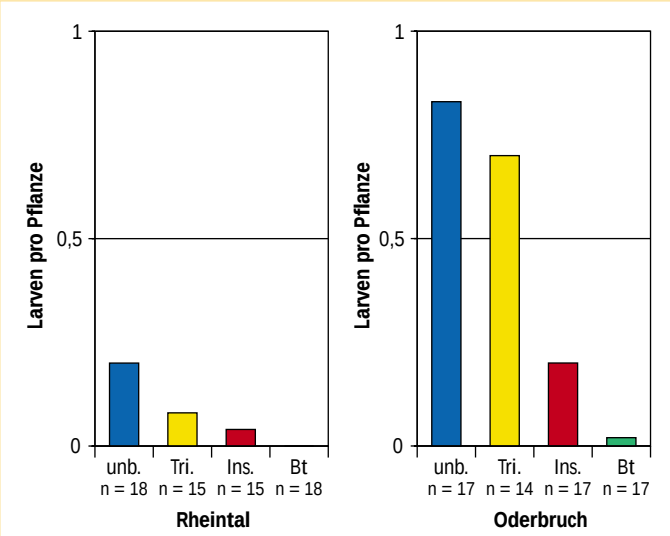
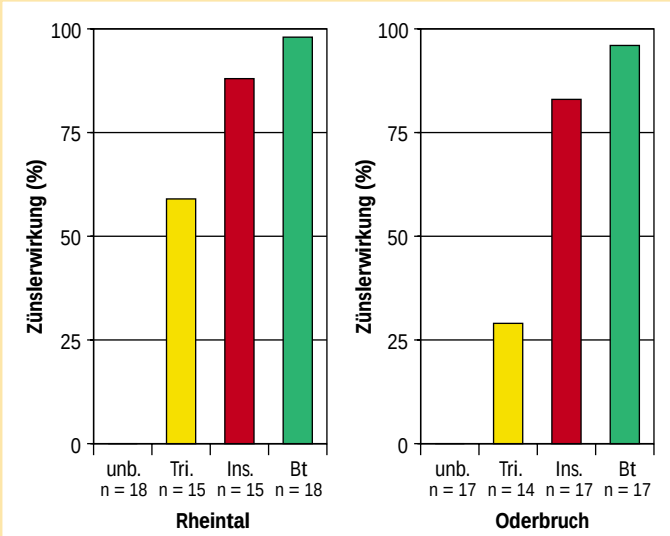


Abb. 4: Mittlere Zünslerwirkung der untersuchten Verfahren (unbehandelte Kontrolle entspricht 0 % Wirkung)



fahren der Zünslerkontrolle desto höher der Körnermaisertrag. Unabhängig von der Region betrug der Abstand zwischen der unbehandelten Kontrolle und der Bt-Maisvariante etwa 1 t Körnermais (siehe Tab. 1). Im Rheintal zeichnete sich der Mais zum Druschtermin durch eine wesentlich höhere Trockenmasse aus als im Oderbruch. Entgegen ursprünglicher Annahmen war der Bt-Mais, der durch den vollständigen Zünslerschutz physiologisch wesentlich länger aktiv ist, zum Zeitpunkt der Ernte kaum

Tab.1: Mittlerer Kornertrag (15% Feuchte) der einzelnen Prüfglieder im Rheintal (1998-2002) und im Oderbruch (2000-2002)

	Rheintal		Oderbruch	
	Feuchte (%)	Ertrag (t/ha)	Feuchte (%)	Ertrag (t/ha)
unb	27,1	8,63	32,3	8,88
Tri	25,5	9,01	32,5	9,04
Ins	25,7	9,34	32,9	9,75
Bt	28,2	9,71	33,4	10,04

feuchter als der Mais der unbehandelten Kontrolle. Der größte mittlere Unterschied der beiden Extreme betrug etwa 1 % Feuchte. Betrachtet man die relativen Erträge (unbehandelte Kontrolle entspricht 100 % Ertrag) führt der Einsatz von Trichogramma zu einem Mehrertrag von 2 % bzw. 3 % (siehe Abb. 5). Mit dem Insektizideinsatz ließ sich im Rheintal ein durchschnittlich 7 % und im Oderbruch 10 % höherer Körnermaisertrag erzeugen. Im Einklang mit der oben genannten vorzüglichen biologischen Wirkung gegen den Maiszünsler wurde die beste Ertragssicherung (14 % bzw. 15 %) mit Bt-Mais erzielt.

Typisches Zünslerschadbild: Abgeknickte Fahne (Foto: Syngenta)

Rentabilitätsberechnung

Die gewonnenen Erkenntnisse erlauben unter den unten genannten Vorgaben eine ökonomische Bewertung der einzelnen Verfahren:

- ein Landwirt erlöst pro Tonne Körnermais (trockene Ware) etwa 110 €
- für die Trichogramma Anwendung muss mit Produktkosten von etwa 60 € pro Hektar kalkuliert werden. Die zweimalige Ausbringung von Hand ist mit 15 € anzusetzen
- der Insektizideinsatz (Produkt und einmalige Applikation) kostet den Landwirt etwa 40 € pro Hektar
- der Mehrpreis für Bt-Mais Saatgut liegt bei etwa 35 € pro ha

Unberücksichtigt von regionalen Beihilfen (z.B. für den Trichogramma-Einsatz in Baden-Württemberg) und den gemäß Tab. 1 vernachlässigbaren Trocknungskosten ergibt sich für die Verfahren die in Abb. 6 dargestellte Bewertung. In keinem der Anbaujahre wurden die Kosten des Trichogramma-Einsatzes direkt amortisiert. Durch die eingeschränkte Zünslerwirkung und die relativ hohen Verfahrenskosten ergaben sich auf Betriebsebene im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle mittlere finanzielle Verluste von 52 € (Rheintal) bzw. 57 € (Oderbruch) pro Hektar.

Mit Insektiziden wurden dagegen Mehreinnahmen von 18 € pro Hektar im Rheintal und von 55 € pro Hektar im Oderbruch realisiert. Bedingt durch die niedrigen Produktkosten und die hohe biologische Wirksamkeit gegen den Maiszünsler erlöste der Landwirt mit Bt-Mais durchschnittlich 84 € bzw. 93 € pro Hektar mehr.

Ein weiterer Vorteil des Bt-Maisanbaues ist, dass gezielt nur der Schädling selbst kontrolliert wird, während Nützlinge verschont bleiben. Bt-Mais bietet zudem während der gesamten Anbauperiode und witterungsunabhängig sicheren Schutz vor Maiszünslerschäden. Er ist einfach zu handhaben, die aufwändigen Beobachtungen der Befallssituation (Zuflugkontrolle) des Zünslers und das Befahren des Bestandes mit der Feldspritze entfallen. Bt-Maisbestände können sich ungestört entwickeln und ihr Ertragspotential am Standort voll ausschöpfen.

Dr. Heinz Degenhardt ist Produktmanager bei Pioneer Hi-Bred Northern Europe GmbH, Tel: 04161-737-226, Fax: 04161-737-100, E-Mail: Heinz.Degenhardt@pioneer.com
Friedbert Horstmann ist Produktmanager NK-Mais bei Syngenta Seeds GmbH, Tel: 05222-5308-95, Fax: 05222-5308-12, E-Mail: friedbert.horstmann@syngenta.com.
Dr. Norbert Mülleder ist zuständiger Projektleiter für Biotechnologie Mais bei der Monsanto Agrar Deutschland GmbH, Tel: 0711-420-6750, Fax: 0711-420-9125, E-Mail: norbert.muelleder@monsanto.com. ■

Abb. 5: Relativer Kornertrag (unbehandelte Kontrolle entspricht 100 %) im Rheintal (1998-2002) und im Oderbruch (2000-2002).

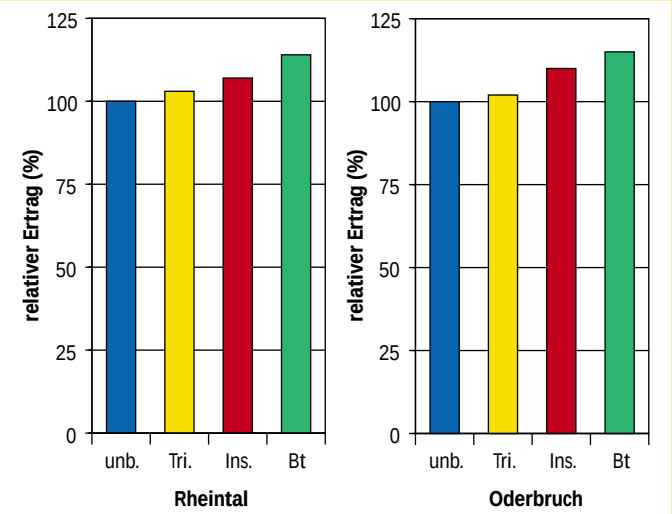
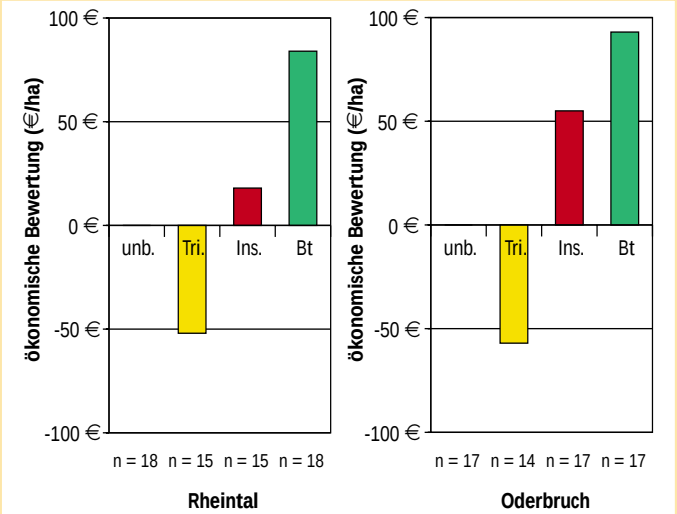



Abb. 6: Ökonomische Bewertung der Verfahren zur Maiszünslerkontrolle (Angaben in € pro ha) im Rheintal (1998-2002) und im Oderbruch (2000-2002)