

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt

## Maiszünslerbekämpfung in Darmstadt – es begann mit dem *Bacillus thuringiensis*

Control of the European Corn Borer in Darmstadt – it started with *Bacillus thuringiensis*

Gustav-Adolf Langenbruch, Karlheinz Kübler und Ursel Kleefeldt

### Zusammenfassung

Im Jahr 1972 begannen in Darmstadt im damaligen Institut für biologische Schädlingsbekämpfung (heute: Institut für biologischen Pflanzenschutz) der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft mit Versuchen zum Einsatz von *Bacillus thuringiensis* gegen den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) intensive Arbeiten zur integrierten Bekämpfung dieses Schädlings. Im Laufe der letzten 35 Jahre wurden zahlreiche Detailfragen über den Einfluss von Stoppel- und Bodenbearbeitung, Ernteverfahren, Fangstreifen, Anbaulage, Prognosemöglichkeiten und Mikrosporidien, über Maiszünsler-Rassen, zur Ausbreitung des Schädlings in Deutschland und zum Maiszünsler toleranten Bt-Mais verfolgt.

Beim Fachgespräch „Der Maiszünsler in Deutschland“ am 16./17. April 2007 im o. g. Institut wurde dazu ein stichprobenartiger Überblick gegeben und auf laufende und bevorstehende Arbeiten hingewiesen. Darauf beruht dieser Beitrag.

**Stichwörter:** Maiszünsler, *Ostrinia nubilalis*, Bekämpfung, *Bacillus thuringiensis*, Bodenbearbeitung, Fangstreifen, Schadensschwelle, Flugüberwachung, Rassen, Ausbreitung in Deutschland, Mikrosporidien, Bt-Mais

### Abstract

In 1972, intensive investigations were initiated at Darmstadt in the Institute for Biological Control of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry about possibilities to control the European corn borer. At the beginning, *Bacillus thuringiensis* was tested to control the pest, using different formulations and equipments for application. In the following 35 years various trials were carried out about the effects of harvesting methods, chopping the corn stalks, tilling by rotary hoe and ploughing, trap crops and field position, as well as about prognosis, microsporidians, pest races, spreading of the pest in Germany and corn borer tolerant Bt-maize.

On the meeting „The European Corn Borer in Germany“ at 16<sup>th</sup> / 17<sup>th</sup> April 2007 in the above-mentioned institute an overview was given about the past, present and future studies about this topic in Darmstadt.

**Key words:** European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, control, *Bacillus thuringiensis*, tilling, trap crops, prognosis, pest races, spreading in Germany, microsporidians, Bt-corn

### Hintergrund

Im Jahr 1971 bezog das Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Darmstadt ein neues Institutsgebäude und wurde personell um vier Wissenschaftler und vier technische Mitarbeiter aufgestockt. Damit bestand u. a. die Möglichkeit, sich intensiv und dauerhaft mit praktischen Anwendungsfragen der biologischen Schädlingsbekämpfung zu befassen.

### *Bacillus thuringiensis*

Seit 1956 arbeitete Dr. KRIEG in diesem Institut verstärkt mit *Bacillus thuringiensis* (*B.t.*) zur Schädlingsbekämpfung. Dieses insektenpathogene Bakterium war 1910 von Dr. BERLINER in Berlin in Mehlmoten-Raupen (*Ephesia kuehniella*) aus einer Mühle in Thüringen gefunden worden.

Von 1928 bis 1931 hatte es bereits ein von den USA unterstütztes, internationales Projekt zur mikrobiologischen Bekämpfung des Maiszünslers mit Schwerpunkt Südosteuropa gegeben. Dabei spielte auch der *B.t.* eine gewisse Rolle, allerdings mit mäßigem Erfolg (METALNIKOV, 1929; HUSZ, 1930; CHORINE, 1930). ECKSTEIN (1934) erhielt in Deutschland keine überzeugenden Ergebnisse.

Nach guten Erfolgen mit *B.t.* gegen den Luzerne-Heufalter (*Colias eurytheme*) in Kalifornien (STEINHAUS, 1951) sowie gegen den Weißen Bärenspinner (*Hyphantria cunea*) in Ungarn (KLEMENT, 1951), den Kiefern-Prozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*) in Frankreich (GRISON und BEGUIN, 1954) und zahlreiche andere Schädlinge wurden aber besser formulierte, kommerzielle Präparate in Frankreich und den USA entwickelt. (Selbst die Fa. HOECHST hatte ein *B.t.*-Produkt auf den Markt gebracht (Biospor), das aber auf Grund unbefriedigender Nachfrage sehr schnell wieder verschwand.) Um 1972 begann die Fa. STÄHLER in Stade als erste deutsche Firma ein *B.t.*-Produkt zu vertreiben, das auf dem von Howard DULMAGE isolierten und besonders aktiven HD-1 – Stamm beruhte und von der Fa. ABBOTT in Chicago hergestellt wurde.

Damit waren auch die Erfolgsaussichten für eine Maiszünslerbekämpfung mit *B.t.* gestiegen, und so war es nur folgerichtig, dass Professor FRANZ, damaliger Leiter des Instituts für biologische Schädlingsbekämpfung, entsprechende Versuche anregte.

Die meisten kommerziellen *B.t.*-Präparate enthielten damals (ebenso wie heute) als aktive Bestandteile die Bakterien-Sporen und die bei der Sporulation gebildeten Eiweißkristalle (Abb. 1). Damals war allerdings nur der Pathotyp A bekannt, d. h. *B.t.* konnte nur gegen Raupen eingesetzt werden. Die Pro-

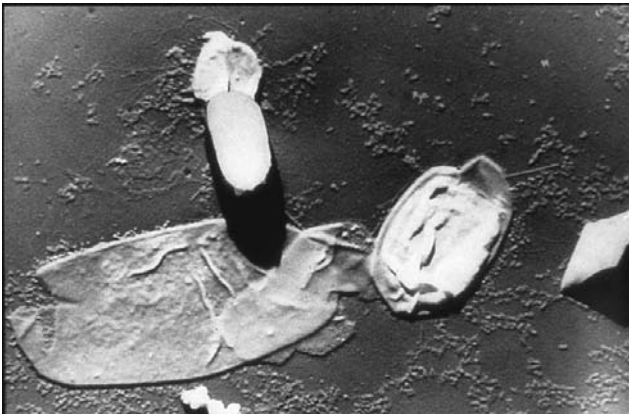


Abb. 1. *Bacillus thuringiensis*: Aufgeplatzte Sporenmutterzelle mit Spore (oben) und Eiweißkristall (rechts).

dukte wirkten schon immer recht spezifisch, sie müssen aber von den Raupen gefressen werden, um wirksam werden zu können. Somit lag die Aufgabe der Anwendungstechnik nicht darin, gefährliche Wirkstoffe möglichst schadlos für Mensch und Umwelt einzusetzen, sondern sie am Fraßort der Schädlinge in ausreichender Dosis anzulagern. Ein grundsätzlicher Unterschied zum Einsatz chemischer Produkte, der im Prinzip heute noch genauso beachtet werden muss wie vor 35 Jahren.

In den anwendungstechnischen Untersuchungen in Darmstadt wurden daher die *B.t.*-Präparate mit allen zur Verfügung stehenden Verfahren ausgebracht. Sie wurden verregnet, gespritzt, gesprüht, vernebelt (LANGENBRUCH, 1981c), mit ULV-Geräten ausgebracht, gestäubt, als Granulat gestreut oder in Köder eingearbeitet (LANGENBRUCH, 1977). Die Präparate sollten durch eine geeignete Applikationstechnik ausreichend wirksam werden und im Aufwand wirtschaftlich vertretbar sein, deshalb wurden einfache Ausbringungsmethoden bevorzugt. Mit chemischen Mitteln konkurrieren konnten und können *B.t.*-Präparate ohnehin nur dann, wenn ihre Selektivität – also ihre Ungefährlichkeit und Umweltfreundlichkeit – honoriert wird, sei es durch den Käufer der produzierten Nahrungsmittel oder durch Subventionen oder Steuervorteile vom Staat.

## Maiszünsler

Grundlegende Untersuchungen über den Maiszünsler begann u. a. ZWÖLFER (1928 und 1930) in Baden. Er schreibt, dass im Jahre 1927 erstmals auf dem Bensheimer Hof Körnermais angebaut wurde und dass dies der einzige Körnermaisschlag nördlich von Bensheim und Lorsch war. Der Maiszünslerbefall lag dort bei 0,2 %. Der Bensheimer Hof liegt bei Leeheim, ca. 10 km von Darmstadt entfernt und ziemlich genau auf der gleichen geographische Breite.

Als 46 Jahre später, im Jahr 1972 die Maiszünslerbekämpfungsversuche im Institut für biologische Schädlingsbekämpfung begannen, hatte der Zünsler kurz zuvor, den Main überschritten und begonnen, die Wetterau zu besiedeln. Im Hessischen Ried, also auch bei Leeheim, lagen hohe Befallsstärken vor. 4 bis 6 Larven je Pflanze vor der Ernte waren keine Seltenheit.

Ein bedeutender Prozentsatz der Ackerfläche war mit Mais bestellt, aber auch Vermehrungsflächen lagen im Hessischen Ried (Fa. NUNGESSER, Darmstadt, später in die Fa. LIMAGRAIN integriert, damalige Zusammenarbeit mit Herrn TRÜBENBACH). Der Maiszünsler wurde damals durch Spritzung von Obstabil (Tetrachlorvinphos) und Thiodan (Endosulfan) bekämpft. Der amtliche Pflanzenschutzdienst in Frankfurt hatte unter der Lei-

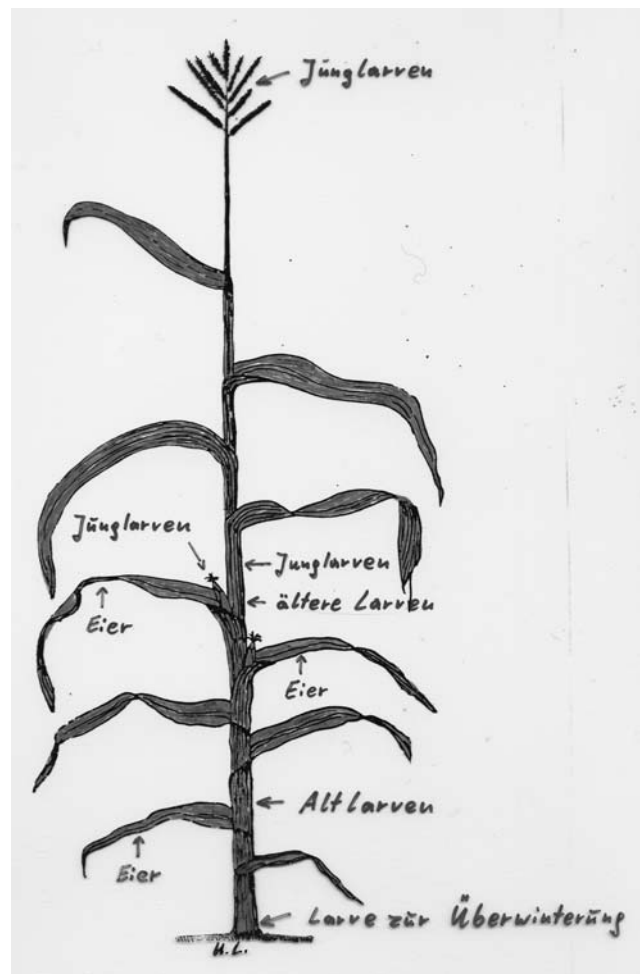


Abb. 2. Bevorzugte Aufenthaltsorte der Maiszünsler an der Maispflanze.

tung der Herren Dr. KAISER und später Dr. KRÄMER einen Warndienst aufgebaut, der mit Hilfe von Lichtfallen den Maiszünslerflug erfasste und zahlreiche Maisfelder in der Region auf Eigelege kontrollierte. Zur chemischen Bekämpfung konnten Hubschrauber und Stelzenschlepper eingesetzt werden.

Zum Pflanzenschutzdienst in Frankfurt (den oben genannten Leitern sowie den Herren Dr. HEIL, ZOTZMANN und KAPLAN-REITERER) sowie zu den Spezialisten in Freiburg (Dr. ENGEL) und Karlsruhe (Dr. BROD) wurde Kontakt gehalten und von deren Erfahrungen profitiert.

Schon 1973 wurde von der Fa. RHODIA-CHEMIE in Verbindung mit der Fa. NUNGESSER eine Hubschrauber-Applikation zur Maiszünslerbekämpfung im Hessischen Ried veranlasst. Die Firma hatte eine Granulatformulierung entwickelt, und diese sollte nach Versuchen in Frankreich auch in Deutschland erprobt werden. Das Institut wurde gebeten, die Erfolgskontrolle zu übernehmen, doch war das Ergebnis eher ernüchternd: Das Granulat war eine zusammen gepresste Pulverformulierung, die durch Transport und Ausbringung zerbröselte. Dadurch war die Verteilung ungleich und der Bekämpfungserfolg nicht ausreichend.

Abb. 2 zeigt die bevorzugten Aufenthaltsorte der Maiszünslerlarven an der Pflanze. Die Larven schlüpfen aus den Eigelegen, die im unteren Pflanzenbereich auf der Blattunterseite abgelegt werden. Sie fressen Teile der Eihülle und wandern, wenig Blattmaterial aufnehmend, bei sonnigem, trockenem Wetter zur Fahne, bei nassem, kälteren Wetter zu den Blattscheiden und den sich entwickelnden Kolben. Spätestens im dritten Stadium bohren sie sich in den Maisstängel ein und fressen sich überwiegend nach unten voran. Stärkere Stängelknoten werden aber oft

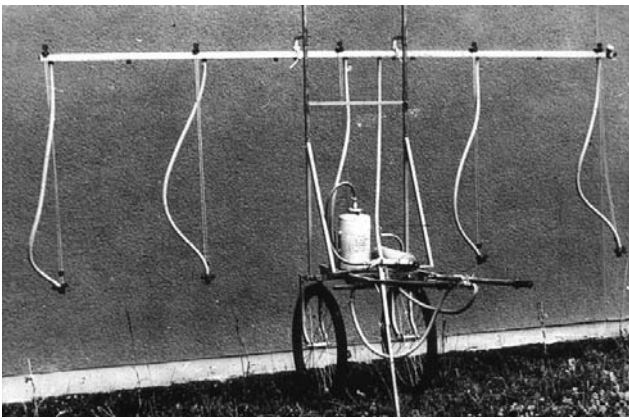


Abb. 3. Parzellenspritzgerät mit Spezialspritzgestänge für zusätzliche Unterblattspritzung zur Maiszünslerbekämpfung.

umgangen, indem die Larven sich oberhalb aus- und unterhalb wieder einbohren. Die Blätter winkeln an den Knoten ab, so dass die Larven oft im Bereich der Blattachseln offen fressen. Die Granulate fallen in Wirtel und Blattachseln und werden somit vor allem dort von den Larven aufgenommen.

### Eigene Applikationsversuche mit *B.t.*

Wenn die Larven im unteren Pflanzenbereich auf der Blattunterseite schlüpfen und etwas fressen, dann sollten dort auch die *B.t.*-Spritzmittel angelagert werden. Das wird am besten gelingen durch Düsen, die von unten nach oben, oder zumindest seitlich spritzen.

Ab 1974 stand dem Institut ein eigenes Parzellengerät zur Verfügung, das aus einem Grundgerät der Fa. MATTKE, Rheinbach, bestand, auf das – in Anlehnung an das Gerät von KAPLAN-REITERER – ein über den Mais reichender Trägerbalken gesetzt wurde. Als Spritzausrüstung diente ein Tecnomaspritzgestänge mit einer Dralldüse (18/10 H4) über jeder Maisreihe. Ausgebracht wurden 500 l/ha bei 4 bar (mittels Pressluftflasche).

Einige Varianten wurden mit einer zusätzlichen Unterblattspritzausrüstung behandelt, einer Doppeldüse, die an einem 1,20 m langen Schlauch hing, und die Maispflanzen von beiden Seiten her benetzte (Abb. 3).

Zur Granulatausbringung wurden auf den Trägerbalken des Parzellengeräts zwei Streuaggregate der Fa. TRÖSTER, Butzbach, mit Bodenantrieb über Greiferrad und Kette montiert. Jeder Streuer hatte eine Streubreite von 20 cm und behandelte eine Maisreihe (Abb. 4).

Der erste, insgesamt 15 Varianten umfassende Kleinparzellenversuch lag am Gräbenbruch bei Allmendfeld im Hess. Ried. Jede Parzelle umfasste 70 m<sup>2</sup> und jede Variante war dreimal wiederholt. Zwischen den Parzellenstreifen lag jeweils eine 32 m breite, unbehandelte Fläche, um seitliche Abdrifteinflüsse auszuschließen.

Eingesetzt wurde das *B.t.*-Produkt Dipel als Spritzpulver mit 2 kg/ha und als Granulatformulierung mit 30 kg/ha bei jeder Applikation. Als Vergleichsmittel diente Thiodan (3 l/ha). Alle Produkte wurden ein- oder zweimal zu insgesamt drei Terminen ausgebracht, die mit Hilfe einer Lichtfalle und Auszählen der Eigelege festgelegt wurden.

Die Ergebnisse lassen sich so zusammenfassen: Der Befall war mit 80 Larven/100 Pflanzen relativ gering. Eine zweimalige Spritzung mit einem normalen Spritzbalken brachte mit 75 % Larvenreduzierung die höchste Wirkung (Thiodan: 57 %). Das Spezialspritzgestänge (mit zusätzlicher Unterblattspritzausrüstung) war tendenziell beim ersten Termin besser, beim dritten Termin aber schlechter als der normale Spritzbal-



Abb. 4. Parzellengerät mit Granulatstreuerausrüstung zur Ausbringung von *Bacillus thuringiensis*-Granulaten gegen den Maiszünsler.

ken. Das Granulat erreichte bei zweimaliger Ausbringung eine Raupenverminderung von 66 %. Zu einem späten Termin wurden auch noch ältere Larven erfasst. Es war aber nicht effektiver als eine Spritzung.

Im Jahr 1975 stand neben dem Parzellengerät erstmals ein Stelzenschlepper zur Verfügung. Der Lohnunternehmer ALLES in Heddesheim stattete ihn nach Vorgabe mit einem Tecnomaspritzgestänge mit normaler oder zusätzlicher Unterblattspritz-Anordnung der Düsen aus. Es wurden jeweils 12 Maisreihen bei einem Druck von 9 bar behandelt. Im Unterschied zum Parzellengerät war der Stelzenschlepper so ausgestattet, dass beim Spezialspritzgestänge die Hälfte der Spritzflüssigkeit von oben (beim Parzellengerät nur ein Drittel) und die Hälfte von seitlich-unten ausgebracht wurde. Außerdem war die Applikation genauer und für die beteiligten Arbeitskräfte weit weniger kraftzehrend. Die 500 m<sup>2</sup> großen Parzellen, die nur in bestimmten Kernbereichen ausgewertet wurden, schlossen darüber hinaus eine Verfälschung der Ergebnisse durch Einwandern von Larven aus unbehandelten Feldteilen fast vollständig aus. Abb. 5 zeigt nochmals die Düsenstellung beim Spezialspritzgestänge. Jede Maisreihe wurde also durch drei Düsen, eine von oben und je eine von jeder Seite, benetzt.

Zum Vergleich der Spritzbeläge bei Verwendung des normalen Spritzgestänges und des Spezialspritzgestänges wurde Amidoflavin ausgebracht, quantitativ wieder abgewaschen und fluorometrisch (im Pflanzenschutzamt Mainz) gemessen: Beim Spezialspritzgestänge war die Anlagerung auf der Blattunterseite im unteren Pflanzenbereich 13 x so hoch wie beim Normalspritzgestänge.



Abb. 5. Spritzbild des Stelzenschlepper mit Spezialspritzgestänge zur Maiszünslerbekämpfung.



Abb. 6. Stelzenschlepper mit Granulatstreuerausrüstung (GANDY-Hopper) zur Maiszünslerbekämpfung.

Mit dem Stelzenschlepper wurden bei zweimaliger Ausbringung des Dipel-Spritzpulvers sowohl mit normalem Spritzgestänge als auch mit zusätzlicher Unterblattspritzausrüstung Wirkungsgrade von 70 % erzielt, die dem chemischen Vergleichsmittel mindestens entsprachen und für eine amtliche Zulassung mit einer Aufwandmenge von 2 kg/ha ausreichend waren (LANGENBRUCH, 1976).

Diese erfolgte dann im Jahr 1976 (u. a. mit klarer Unterstützung von Dr. WARMBRUNN von der Landesanstalt für Pflanzenschutz in Stuttgart, der auf die Möglichkeit einer biologischen Maiszünslerbekämpfung drängte). In den Folgejahren zeigte sich, dass bei Einsatz des Spezialspritzgestänges – also mit Unterblattspritzausrüstung – die *B.t.*-Dosis auf die Hälfte gesenkt werden konnte (LANGENBRUCH, 1979). Die Zulassung von Dipel – heute die Flüssigformulierung Dipel ES – zur Maiszünslerbekämpfung besteht bis heute.

Zur Granulatausbringung war der Stelzenschlepper mit 12 Gandy-Streuer (je ein Streuer über einer Maisreihe) ausgerüstet (Abb. 6), die über einen Elektromotor betrieben wurden. In den Jahren 1975 und 1977 schnitt das Granulat bei einmaliger Ausbringung schlechter ab als eine zweimalige Spritzung. Im heißen und trockenen Jahr 1976 wirkte es besser. Vermutlich fressen bei regnerischem Wetter weniger Larven in den Blattachseln und ein Teil des Granulats wird aus den Blattachseln ausgewaschen (LANGENBRUCH, 1981a).

Das *B.t.*-Produkt Dipel wurde mehrere Jahre auf einigen hundert Hektar in Südwestdeutschland eingesetzt, dann hatte HASSAN (1984) die Methodik für eine Maiszünslerbekämpfung mit *Trichogramma*-Schlupfwespen für Deutschland praxisreif weiterentwickelt. Sie waren bei mindestens gleichguten Wirkungsgraden deutlich billiger als *B.t.* und brauchten auf kleinen Flächen keine Ausbringungstechnik. Auf den *Trichogramma*-Einsatz wird hier aber nicht weiter eingegangen. Einzelheiten dazu finden sich bei HASSAN et al. (1990), im Prospektmaterial der einschlägigen Züchter (vgl. BBA-Homepage) sowie in einigen anderen Beiträgen dieses Schwerpunktheftes.

### Versuche zur Stoppel- und Bodenbearbeitung

Schon ZWÖLFER (1930) forderte, dass über Winter kein Maisstroh und keine Maisstoppeln an der Bodenoberfläche verbleiben sollen, weil darin die Raupen überwintern. Er konnte das aber damals gerätetechnisch nicht erreichen, so dass er einen Maisstecher entwickelte, um von Hand alle Maispflanzreste vom Acker zu entfernen.

Zwischen 1920 und 1930 wurden auch in den Oststaaten der USA und im Gebiet der großen Seen Methoden zur „clean-surface-culture“ entwickelt, die allerdings an der Uneinsichtigkeit

der Landwirte scheiterte (BRINDLEY und DICKE, 1963). Auch ENGEL (1971) und STENGEL (1971) untersuchten teils mit gutem Erfolg mechanische Methoden zur Maiszünslerbekämpfung. BURGSTALLER (1974) hielt allerdings darüber hinaus weitere Maßnahmen für erforderlich. Von den Landwirten in Südhessen wurden längst nicht alle Flächen dementsprechend behandelt, sondern oftmals blieben (und bleiben) abgeerntete Maisfelder bis zum Frühjahr unbearbeitet liegen. Deshalb wurden drei Versuche angelegt, um die Wirksamkeit der mechanischen Maßnahmen zu beweisen und zu demonstrieren (LANGENBRUCH, 1981a und b). Alle Versuche bestätigten im Prinzip die Ergebnisse der genannten Autoren.

Die besten Voraussetzungen und damit auch die deutlichsten Erfolge zeigte der Versuch bei Volkwein von der Wamboldtischen Gutsverwaltung in Klein-Rohrheim. Hier lag der Befall vor der Ernte bei 5,7 Larven/Stängel. Nach der Körnermaisernte (mit Unterflurhäcksler) wurde der Acker gründlich gefräst (mit einem Rotavator) und anschließend auf dem größten Teil des Feldes das gesamte Pflanzenmaterial tief eingepflügt (incl. Packer). Der Boden war völlig nackt. Auf einem kleineren Teil wurde nicht gepflügt, aber ein zweites Mal gefräst. Dann wurde auf dem gesamten Acker Winterweizen eingesät.

Im folgenden Juni wurden auf beiden Feldhälften je drei begehbare Käfige á 25 m<sup>2</sup> aufgebaut, in denen die schlüpfenden Falter abgefangen wurden (Abb. 7). Es zeigte sich, dass die Anzahl gefangener Falter auf dem nur gefrästen Teil sechsmal so hoch war wie auf dem zusätzlich gepflügten Teil. Nach Fräsen und Pflügen lag die Larvenmortalität (incl. der natürlichen Wintermortalität) bei 99,4 %. Darauf beruht der Slogan: „Wer nicht pflügt züchtet Maiszünsler!“

Mit kleinen Käfigen wurden Detailfragen geklärt: Maisstängel mit abgezählten Larven wurden 10 cm tief eingelagert und einerseits unbefallenes Pflanzenmaterial an der Bodenoberfläche ausgelegt oder andererseits die Bodenoberfläche völlig frei gehalten. Damit sollte ein unsauberes und ein sauberes Pflügen nachgestellt werden und das noch zu verschiedenen „Bearbeitungszeiten“.

Es zeigte sich: Liegt an der Bodenoberfläche Pflanzenmaterial so schlüpfen im folgenden Frühsommer viele Falter, da ein großer Teil der Larven an die Bodenoberfläche gelangt und sich im dort vorhandenen Pflanzenmaterial verpuppt. (Wenn erst im April „gepflügt“ wurde, so schlüpfen in den Käfigen genauso viele Falter, als wenn gar nicht „gepflügt“ worden war.) Sind weder Maisstroh noch Maisstoppeln an der Bodenoberfläche, so schlüpfen nur sehr wenige Falter (LANGENBRUCH, 1987). Professor OHNESORGE in Stuttgart-Hohenheim war der erste, der als Grund herausfand, dass sich die Zünslerlarven nur in trockenem Pflanzenmaterial an der Bodenoberfläche verpuppen können. Ist das dort nicht vorhanden, so gehen sie ein.



Abb. 7. Abfangen der Maiszünslerfalter in einem Großkäfig zur Erfassung der Wirkung verschiedener Stoppel- und Bodenbearbeitungsverfahren.

Das Heraufwandern der Larven an die Bodenoberfläche ist deutlich mit der Bodentemperatur korreliert. Je niedriger die Temperatur desto weniger Larven gelangen an die Bodenoberfläche, bei Temperaturen unter 0°C hört die Wanderung auf.

### Süßmais als Fangstreifen?

Süßmais ist für den Maiszünsler besonders attraktiv. Ist es möglich, den Zünsler durch einen Süßmais-Randstreifen aus dem Körnermais herauszuhalten?

Im Jahr 1981 wurde auf dem Hartenauer Hof (Landwirt SCHAAF) in Bickenbach der innere Teil eines 1 ha (100 m x 100 m) großen Feldes mit Körnermais (Sorte: Limac) bestellt. Außen herum blieben zunächst 2 Reihen bzw. 1,60 m frei, weiter außen wurden 8 Reihen als Fangstreifen ausgesät und zwar diagonal an zwei Ecken je 50 und 50 m Limac und an den anderen beiden Ecken je 50 und 50 m Commanche (Süßmais). In den Randstreifen wurden in jeder Sorte 4 x 25 Pflanzen, in der Limac-Fläche 5 x 25 Pflanzen auf Eigelege und Larvenbesatz bonitiert.

Das Ergebnis zeigt Tab. 1: Der Süßmais Commanche war attraktiver als der Körnermais Limac. Im Körnermais überlebten 5 Larven je Gelege bis zur Ernte. Die schmalen Randstreifen am diesjährigen Maisfeld reichten nicht aus, um den Befall bei dem hohen Befallsdruck ausreichend zu reduzieren. Fangstreifen müssen wohl breiter als 8 Reihen sein.

Grundsätzlich ist aber festzustellen, dass es besser ist, Fangstreifen an letztjährigen Maisfeldern anzulegen, um die dort schlüpfenden Falter abzufangen. Heute wäre dazu am besten Bt-Mais geeignet, da er nach unseren Beobachtungen vom Maiszünslerfalter nicht als „giftig“ erkannt und somit gleich stark wie normaler Mais mit Eiern belegt wird.

Fangstreifen wären in einigen Regionen vermutlich auch dazu geeignet, die Ausbreitung des Maiszünslers zu vermindern. Dazu bedarf es aber einer konzertierten Aktion unter Mitwirkung des amtlichen Pflanzenschutzdienstes.

### Untersuchungen zur Schadensschwelle

Die Bekämpfungsnotwendigkeit konnte damals - und kann auch heute - exakt nur durch ein Auszählen der Eigelege ermittelt werden. (Dann ist es allerdings für einen *Trichogramma*-Einsatz bereits zu spät. Sie können bisher nur prophylaktisch eingesetzt werden.) Aber wo liegt die Schadensschwelle? Damals wurde sie im Körnermais mit 6-8 Eigelege / 100 Pflanzen angenommen.

Da mangels Parzellenmähdrescher keine Ertragsuntersuchungen möglich waren, wurde die Relation Anzahl Eigelege (über die gesamte Eiablagezeit aufsummiert) zu Anzahl Larven vor der Ernte über Jahre hinweg verfolgt mit dem Ergebnis, dass im Durchschnitt 5 bis 8 Larven von jedem Eigelege bis zur Ernte überleben. Das bedeutet bei den damaligen Maissorten: Würde die Schadensschwelle bei 1 Larve/Stengel vor der Ernte angesetzt, läge sie bei 12,5 bis 20 Gelege/100 Pflanzen. 6 bis 8 Eigelege/100 Pflanzen ergäben 30 bis 64 Larven/100 Pflanzen vor der Ernte.

### Flugüberwachung

Soll der Maiszünsler durch Schlupfwespen oder durch Spritzung bekämpft werden, sind die optimalen Ausbringungs- bzw. Spritztermine entscheidend. Dazu wurde in jedem Jahr mindestens eine (von den Institutshandwerkern gebaute) Lichtfalle aufgestellt, die lebend fing. Da mehrfach nach einer guten Falle gefragt wurde, wurde vor einigen Jahren einer einschlägigen Firma nahegelegt, diesen Fallentyp nachzubauen und als „Normfalle“ für die Maiszünslerprognose anzubieten (LANGENBRUCH et al., 2007). So können auch Fangergebnisse aus verschiedenen Regionen miteinander verglichen werden.

Im Jahr 1981 erhielt das Institut von OHNESORGE im Rahmen eines INRA-Projektes die ersten Maiszünsler-Pheromonfallen, um die Verbreitung der Maiszünslerassen und -hybriden zu ermitteln. Sie wurden in Bickenbach aufgestellt und fingen – wie auch später in allen anderen untersuchten Maiszünslerbefallslagen (Zweibrücken, Heilbronn, Karlsruhe, Stuttgart, Freiburg, Deggendorf, Rott-/Inn-Tal, Bad Windsheim) - fast ausschließlich Falter der Z-Rasse. Dagegen konnte später in einzelnen Regionen mit Maiszünslerbefall im Beifuß die E-Rasse ermittelt werden (LORENZ und LANGENBRUCH, 1989).

Bald darauf wurden zunächst im Rahmen einer Diplomarbeit und einer Dissertation Pheromonfallen und Lichtfallen im Bezug auf die Flugüberwachung verglichen (LORENZ, 1993). Pheromonfallen hätten bei gleicher Eignung einige Vorteile gegenüber den aufwendigen, stromabhängigen und wartungsinten-

Tab. 1. Maiszünslerbekämpfung durch Fangstreifen (Bickenbach 1981) Eigelege und Larven in Randstreifen und Feld (Körnermais „Limac“, Süßmais „Commanche“)

Variante	Eigelege je 100 Pflanzen	Larven vor der Ernte in 100 Pflanzen	Larven in %	Relation Eigelege : Larven
Süßmais-Randstreifen	151	605	153	1 : 4,0
Körnermais-Randstreifen	49	258	65	1 : 5,3
Körnermais-Feld außen	78	395	100	1 : 5,1

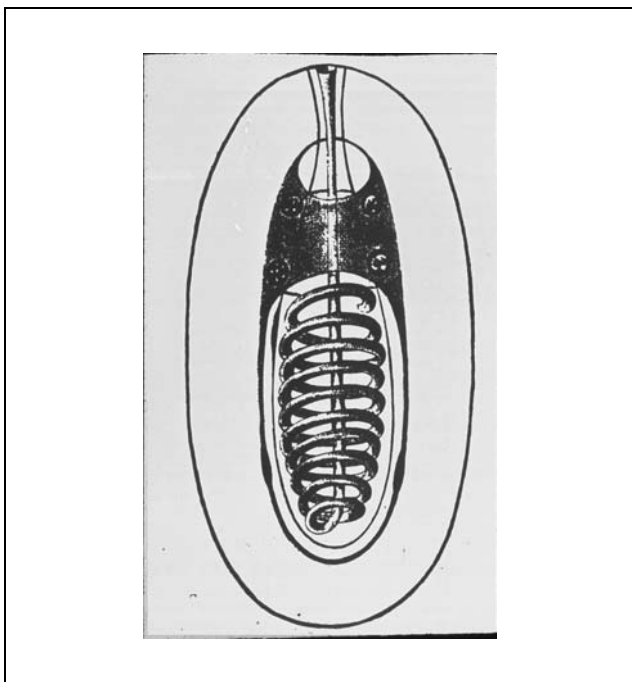


Abb. 8. Schema einer Mikrosporidienspore mit aufgewickeltem Polfaden.

tensiven Lichtfallen. Nach zehnjährigen Untersuchungen musste aber festgestellt werden, dass in Südhessen zwar der Flugbeginn bei Einhaltung strenger Vorgaben für die Aufstellung der Fallen relativ gut zu ermitteln ist (wichtig für die *Trichogramma*-Freilassung), nicht aber Flugspitze und optimaler Spritztermin (LANGENBRUCH und LORENZ, 1993).

### Untersuchungen zur Ausbreitung des Maiszünslers in Mais

Ende der siebziger Jahre wurde der Odenwald vom Maiszünsler besiedelt. Das war der Anlass auch in anderen Regionen die Ausbreitung des Zünslers zu verfolgen und gegebenenfalls Gegenmaßnahmen vorzuschlagen. Durch Vergleich mit entsprechenden Klimakarten zeigte sich bald, dass der Maiszünsler vor allem in den wärmsten Gebieten (mit einer Durchschnittstemperatur von über 16°C in den Monaten Mai bis Juli) schädlich wurde, aber auch in Gebieten zwischen der 15°C- und 16°C – Isotherme (für Mai bis Juli) die Schadensschwelle überschreiten konnte.

Daraufhin wurden im Umkehrschluss noch nicht vom Maiszünsler besiedelte Gebiete nach ihren Temperaturbedingungen in Risikozonen für künftiges Maiszünsler-Schadaufreten aufgeteilt und 1986 bei der Fachtagung der Arbeitsgruppe Pflanzenschutz im Deutschen Maiskomitee in Würzburg vorgestellt (KÖNIG, 1986). Die Risikozone 1 (über 16°C) war in Süd- und Westdeutschland bereits fast überall besiedelt abgesehen von einem schmalen Schlauch, der sich durch das Rheintal bis in die Köln-Bonner-Bucht hinzog. Die Risikozone 2 (15 - 16°C) war naturgemäß wesentlich größer als Zone 1 und noch teilweise als potentiell Befallsgebiet anzusehen. Dazu gehörten u. a. die Täler von Nahe, Mosel und Lahn sowie Teile des Niederrheingebiets, des Münsterlandes und Niedersachsens. Es wurde zur Wachsamkeit und bei Erstauftreten zu energischen Gegenmaßnahmen aufgerufen.

Das Rheintal war besonders interessant, weil es die wärmste Verbindung vom Rhein-Main-Gebiet zur Köln-Bonner-Bucht darstellt und als potentiell Einfallstor des Zünslers nach Nordrhein-Westfalen dienen konnte. Hier wurde das Vordringen der

Z-Rasse über mehrere Jahre verfolgt. 1983 war sie bis Rheinbay südlich von Boppard (LANGENBRUCH, 1983), 1985 auch nördlich von Andernach 1989 bis Remagen-Kripp (LANGENBRUCH et al., 1990) und 1995 bis Bonn-Mehlem und Niederbachem zu finden (LANGENBRUCH und SZEWCZYK, 1995). So erreichte die gefährliche Z-Rasse trotz mehrfacher Berichte und Aufrufe zu Gegenmaßnahmen innerhalb von ca. 10 Jahren kampflos den Süden Nordrhein-Westfalens und damit das Ende des Flaschenhalses. Gegenmaßnahmen zur Verminderung des weiteren Vordringens sind seither wesentlich schwieriger, wenn auch nicht aussichtslos. Ohne solche Maßnahmen dürfte eine weitere Ausbreitung in die großen Maisanbaugebiete des Münsterlandes nur noch eine Frage der Zeit sein.

Ein interessanter Sonderfall zeigte sich im Ruhrgebiet. Im Beiheft zur Pflanzenschutztagung in Münster 1977 berichtete HEDDERGOTT, dass im Ruhrgebiet der Maiszünsler zu finden sei, aber nur in Beifuß, nie in Mais. Diese Aussage legte den Verdacht nahe, dass es sich dabei um die E-Rasse des Zünslers handeln könnte, die oft im Beifuß auftritt und auch aus den Niederlanden bekannt war. Bei den eingeleiteten Untersuchungen konnte WELLING im Rahmen seiner Diplomarbeit im Gebiet von Recklinghausen den Zünsler auch in Mais nachweisen (WELLING und LANGENBRUCH, 1984), allerdings immer in räumlicher Nähe zu Beifuß. Der Verdacht auf E-Rasse wurde von HOSANG in einer Diplomarbeit bestätigt (LANGENBRUCH et al., 1985). Allerdings verschwand der Zünsler nach etwa drei Jahren wieder aus dem Mais (möglicherweise auch durch wiederholte Sammelmaßnahmen für weitere Untersuchungen), so dass LORENZ (1993) in seiner Dissertation nur noch nachträglich die Zusammenhänge aufarbeiten und daraus Schlüsse für die künftige Entwicklung ziehen konnte (vgl. LORENZ in diesem Schwerpunktheft).

### Mikrosporidien

Mikrosporidien sind einzellige Krankheitserreger, von denen auch der Maiszünsler befallen wird. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass die Sporen einen Polfaden (Abb. 8) besitzen, der in günstigem Milieu blitzschnell ausgestoßen wird, sich in eine Wirtszelle einbohrt und das schnelle Eindringen des Sporoplasmas in die Wirtszelle ermöglicht. In den siebziger Jahren hat sich Dr. HUGER vom Institut für biologische Schädlingsbekämpfung eingehend mit diesen Mikrosporidien beschäftigt. Er konnte ihre Verbreitung im Rheingraben bis etwa Leopoldshafen und nur vereinzelt noch weiter nördlich nachweisen (HUGER, 1975). Im Hess. Ried konnte er sie erfolgreich ansiedeln (HUGER, 1979).

Seine Nachfolgerin, Frau Dr. KLEESPIES, konnte feststellen, dass sie in 25 Jahren bis 1998 im Oberrheingraben um 110 km nordwärts vorgedrungen sind (LANGENBRUCH und KLEESPIES, 1998). Mikrosporidien rotten den Zünsler nicht aus, aber sie sollen seine Fertilität mindern und sie steigern die Wintermortalität der Zünslerlarven. KLEESPIES wird sich auch weiterhin mit den Maiszünsler-Mikrosporidien befassen, ist dabei aber auf die Mitarbeit der Berater vor Ort angewiesen.

### Integrierte Maiszünslerbekämpfung

Im Laufe der Jahre wurde das Arsenal wirksamer Maßnahmen gegen den Maiszünsler immer weiter vervollständigt bzw. wurden die Einflüsse bekannter Maßnahmen quantifiziert.

So kann der Zünsler in Silomais durch eine frühe Ernte und einen tiefen Schnitt deutlich reduziert werden. In Tallagen (mit Kaltluftseen) tritt oft ein deutlich geringerer Befall auf als in benachbarten Hanglagen (Tab. 2; LANGENBRUCH, 1987).

Schon ECKSTEIN (1934) erkannte, dass ein weiträumiger Fruchtwechsel den Zünslerbefall wesentlich vermindern kann.





## Bt-Mais

1998 wurde der Maiszünsler-tolerante Bt-Mais in Deutschland aktuell. Wieso befasst sich ein Institut für biologischen Pflanzenschutz im Rahmen von BMBF-Forschungsprojekten mit Bt-Mais?

In diesem Institut wurde seit über 40 Jahren mit *B.t.* und seit 26 Jahren mit dem Maiszünsler gearbeitet. Aus beiden Richtungen lagen also viele Erfahrungen vor. Es ist kein großer Unterschied, ob in einem Biotest ein *B.t.*-Präparat (auf einem Blattscheibchen appliziert) oder ein Bt-Mais-Blattstück untersucht wird.

Es waren und sind aber auch Gefahren abzusehen: Der *B.t.* ist eine natürliche Ressource. Er hat seit Jahrzehnten weltweit größte Bedeutung im biologischen Pflanzenschutz. Bisher sind nur in wenigen Fällen im Freiland Resistenzen gegenüber *B.t.*-Präparaten aufgetreten. Die Gefahr einer Resistenzprovokation ist aber bei einem großflächigen Anbau von transgenen Bt-Pflanzen ohne verbindliche Resistenzvermeidungsstrategien wesentlich größer als bei einem Einsatz von *B.t.*-Präparaten, da die Pflanzen über Monate *B.t.*-Toxin produzieren, dem möglicherweise die gesamte Schädlingpopulation ausgesetzt ist. Wenn eine solche Resistenz einträte, würden *B.t.*-Präparate mit den gleichen oder nah verwandten Toxinen gegenüber diesem Schädling unwirksam.

Um einer solchen Gefährdung bzw. Vergeudung der natürlichen Ressource *B.t.* vorzubeugen, befasste sich das Institut vor allem damit, die Empfindlichkeit natürlicher Maiszünslerpopulationen gegenüber *B.t.* zu erfassen (Basisempfindlichkeit) und Methoden zu testen, um mögliche Veränderungen dieser Empfindlichkeiten frühzeitig zu ermitteln. Auch wenn bisher erstaunlicherweise weltweit keine Maiszünsler-Resistenzen im Bt-Mais auftraten, haben diese Untersuchungen nicht an Bedeutung verloren. Die Überwachung des Empfindlichkeitsniveaus der Zielorganismen muss vielmehr dauerhaft installiert werden.

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt bei Bt-Mais liegt in der Erfassung von Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen bzw. die Entwicklung dazu geeigneter Methoden. Diese Arbeiten wurden beim Maiszünsler-toleranten Bt-Mais vom UBA bzw. BfN gefördert.

Einzelheiten zu beiden Untersuchungsschwerpunkten werden in einigen der folgenden Beiträge dieses Schwerpunktheftes dargestellt. Ein Überblick über diese und weitere Projekte mit Bt-Mais innerhalb der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft findet sich bei LANGENBRUCH et al., 2006.

Schließlich führten die im Institut vorliegenden Erfahrungen mit dem Maiszünsler und dem *B.t.* sowie die seit vielen Jahren etablierte Maiszünsler-Laborzucht zur Zusammenarbeit mit dem Bundessortenamt zwecks Prüfung von Maissorten auf Maiszünsler-toleranz. Dabei werden in Blindstudien in einem bestimmten Entwicklungsstadium Pflanzenteile auf ihre Verträglichkeit für Maiszünsler-L1 getestet.

## Literatur

BRINDLEY, T.A., F.F. DICKE, 1963: Significant developments in European corn borer research. *Ann. Rev. Entomol.* **8**, 155-176.  
 BURGSTALLER, H., 1974: Möglichkeit einer mechanischen Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*). *Gesunde Pflanzen* **26** (8), 173-175.  
 CHORINE, V., 1930: De l'utilisation des microbes entomophytes dans la lutte contre les insectes nuisibles et de la destruction par ces microbes des chenilles de la Pyrale du Mais. *Acta Botanica Inst. Bot. Univ. Zagreb* **5**, 7-17.  
 ECKSTEIN, F., 1934: Untersuchungen zur Epidemiologie und Bekämpfung von *Pyrausta nubilalis* und *Platyptera poecioptera*. *Arb. physiol., angew. Entomol.* (Berlin-Dahlem) **1**, 109-131.  
 ENGEL, H., 1971: Tierische Schädlinge und ihre Bekämpfung. In: RINTELEN, P.: *Mais. Ein Handbuch über Produktionstechnik und Ökonomie*, München, BLV Verlagsges., S. 137-155.

GRISON, M.P., S. BGUIN, 1954: Premiers essais sur une méthode d'emploi et sur l'efficacité de *Bacillus cereus* contre les chenilles processionnaires. *Compt. rend. Acad. Agric. France* **40**, 413-416.  
 HASSAN, S.A., 1984: Massenproduktion und Anwendung von *Trichogramma*. 4. Feststellung der günstigsten Freilassungstermine für die Bekämpfung des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis*. *Gesunde Pflanzen* **36** (2), 40-45.  
 HASSAN, S.A., H. BEYER, K. DANNEMANN, M. HEIL, J.A. PFISTER, W. REICHEL, C. SCHLEGEL, E. STEIN, H. WAISLMAIER, K. WINSTEL, 1990: Massenzucht und Anwendung von *Trichogramma*: 11. Ergebnisse von Ringversuchen zur Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*). *Gesunde Pflanzen* **42** (11), 387-394.  
 HEDDERGOTT, H., 1977: Pflanzenschutzprobleme in Nordrhein-Westfalen. *Gesunde Pflanzen* **29** (10), 218-224.  
 HUGER, A., 1975: Diagnostische Untersuchungen über Krankheiten in Freilandpopulationen des Maiszünslers. Jahresbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, S. H 80-81.  
 HUGER, A., 1979: Versuche zur künstlichen Infektion von gesunden Freilandpopulationen wichtiger Schadinsekten, vor allem mit Mikrosporidien. Jahresbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, S. H 84.  
 HUSZ, B., 1930: Field experiments on the application of *Bacillus thuringiensis* against the Corn Borer. *Intern. Corn Borer Invest., Sci. Repts.* **3**, 91-93, zit. nach *Rev. appl. Entomol. A* **19**, 150.  
 KLEMENT, Z., 1951: (Expériences relatives à l'utilisation des bactéries dans la lutte biologique contre la Nonne américaine, *Hyphantria cunea*) (Jahrbuch des Zentralinstituts für landwirtschaftliches Versuchswesen, Budapest) **3**, 118-127, zit. nach *Z. Pflanzenkrankh. Pfl.schutz* **59**, 314.  
 KÖNIG, K., 1986: Aktuelles vom Pflanzenschutz im Mais. *Mais* **3/86**, 29-30.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1976: Maiszünslerbekämpfung mit *Bacillus thuringiensis*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **28** (10), 148-155.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1977: Versuche zur Möglichkeit einer Bekämpfung von *Agrotis segetum* mit *Bacillus thuringiensis*. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **29** (9), 133-137.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1979: Vergleich zweier Spritzgestänge zur biologischen Maiszünslerbekämpfung. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **31** (12), 185-189.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1981a: Verfahren zur mikrobiologischen und mechanischen Bekämpfung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*). *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* **46/2**, 429-436.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1981b: Einfluss der Stroh- und Bodenbearbeitung auf die Wintersterblichkeit der Maiszünslerlarven. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **33** (6), 86-90.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1981c: Die Ausbringung von *Bacillus thuringiensis* mit einem Schwingbrenner-Nebelgerät. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **33** (2), 22-25.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1983: Untersuchungen zu Vorkommen und Prognose des Maiszünslers. Jahresbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, S. H 78.  
 LANGENBRUCH, G.A., M. WELLING, B. HOSANG, 1985: Untersuchungen über den Maiszünsler im Ruhrgebiet. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **37** (10), 150-156.  
 LANGENBRUCH, G.A., 1987: Maiszünslerbekämpfung im Silomais? – Hinweise zum integrierten Pflanzenschutz. *Gesunde Pflanzen* **39** (5), 183-192. (Tab. 6)  
 LANGENBRUCH, G.A., N. LORENZ, 1989: Maiszünslerreduzierung bei der Körnermaisernte. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **41** (8/9), 140-144.  
 LANGENBRUCH, G.A., N. LORENZ, M. WELLING, 1990: Maiszünsler in Mais kurz vor Bonn. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) **42** (1), 12-13.  
 LANGENBRUCH, G.A., N. LORENZ, 1993: Zehnjährige Untersuchungen zur Eignung von Pheromonfallen zur Überwachung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in der Bundesrepublik Deutschland. Teil 2: Untersuchungen zur Eignung von Pheromonfallen zur Kalkulation des Ausbringungstermins von *Trichogramma*-Schlupfwespen. *Z. Pfl.krankh. Pflanzensch.* **100** (2), 129-143.  
 LANGENBRUCH, G.A., D. SZEWCZYK, 1995: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) an Mais im Süden Nordrhein-Westfalens. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **47** (12), 326.  
 LANGENBRUCH, G.A., R.G. KLEESPIES, 1998: Die Ausbreitung des Maiszünslers und die Verbreitung seiner Mikrosporidien. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., Berlin-Dahlem*, H. 357, 345.  
 LANGENBRUCH, G.A., S.A. HASSAN, W. BÜCHS, W. BURGERMEISTER, B. FREIER, B. HOMMEL, 2006: Biologische Sicherheitsforschung mit Bt-Mais – Resistenzentwicklung beim Maiszünsler und Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen werden untersucht. *Forschungsreport* 1/2006, 8-12.  
 LORENZ, N., G.A. LANGENBRUCH, 1989: Untersuchungen zur Verbreitung des Maiszünslers (*Ostrinia nubilalis*) in der Bundesrepublik Deutschland. *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Entomol.* **7**, 289-294.  
 LORENZ, N., 1993: Untersuchungen zur Verbreitung des Maiszünslers



- (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Beifuß (*Artemisia vulgaris* L.) und Mais (*Zea mays* L.), zu Überwinterung und Falterschlupf sowie zur Überwachung seiner Z-Rasse mittels Pheromonfallen. Diss. Inst. f. Phytopathologie und Pflanzenschutz, Univ. Göttingen, 210 S.
- METALNIKOW, S., V. CHORINE, 1929: On the infection of the Gypsy Moth and certain other insects with *Bacterium thuringiensis*. A preliminary report. Intern. Corn Borer Invest., Sci. Repts. **2**, 60-61, zit. nach Rev. appl. Entomol. A **18**, 144-145.
- STEINHAUS, E.A., 1951: Possible use of *Bacillus thuringiensis* Berliner as an aid in the biological control of the Alfalfa Caterpillar. Hilgardia **20**, 359-381.
- STENGEL, M., 1971: Le hachage et l'enfouissement des tiges de mas comme moyen de lutte préventive contre la Pyrale du Mas. Le Paysan du Haut-Rhin **26**, No. 41, 14.
- WELLING, M., G.A. LANGENBRUCH, 1984: Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) an Mais im Ruhrgebiet. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **36** (3), 46.
- ZWÖLFER, W., 1928: und 1930: Bericht über die Untersuchungen zur Bekämpfung des Maiszünslers in Süddeutschland. Arb. Biol. Reichsanst. **15**, 355-400 bzw. **17**, 459-498.

*Kontaktanschrift: Dr. Gustav-Adolf Langenbruch, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt*