

Schlussbericht

Untersaaten in Mais: Einfluss auf die Mortalität der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers

Zuwendungsempfänger bzw. ausführende Stelle

Prof. Dr. Stefan Vidal

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Agrarentomologie

Grisebachstrasse 6

37077 Göttingen

Laufzeit

1.9.2009 – 31.8 2011

Berichtszeitraum

1.9.2009 – 31.8 2011

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Dr. M. Zellner

Dr. A Kunert

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10

85354 Freising

Untersaaten in Mais: Einfluss auf die Mortalität der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers

1. Ziele und Aufgaben des Projektes

Die Experimente, die im Rahmen des Projektes „Untersaaten in Mais: Einfluss auf die Mortalität der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers“ durchgeführt wurden, hatten zum Ziel, den Einfluss verschiedener Untersaaten im Mais auf die Larvalentwicklung des westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) zu quantifizieren. Damit sollten Möglichkeiten einer Bekämpfungsstrategie überprüft werden. Die Ausgangshypothese bei den Untersuchungen war, dass eine Begrünung zwischen den Maisreihen, verbunden mit der Entwicklung von zusätzlichen Wurzeln von nicht-Wirtspflanzen, den Frass der Larven an den Maiswurzeln reduziert, die Entwicklung der Larven beeinträchtigt und somit die Schäden verringern könnte.

1.1 Planung und Ablauf des Projektes

Untersaaten werden in der Landwirtschaft aus verschiedenen Motiven eingesetzt. Dazu zählen vor allem die Möglichkeit einer zusätzlichen Stickstofffixierung und die Unkrautregulierung sowie eine Verringerung der Erosion. Nach der Getreideernte bieten Untersaaten zudem auch noch die Möglichkeit zur Futternutzung.

Untersaaten können prinzipiell mit allen Getreidearten kombiniert werden; allerdings sind die Auswahl und der Aussaatzeitpunkt der beiden Kulturen so aufeinander abzustimmen, dass die Konkurrenz der Untersaaten durch z.B. höhere Wüchsigkeit den Ertrag der Hauptkultur nicht negativ beeinflusst.

Mais eignet sich für eine Untersaat besonders gut, weil die langsame Jugendentwicklung, in Verbindung mit dem weitem Reihenabstand, eine Einsaat z.B. der Grass/Klee-Mischungen zu einem späteren Zeitpunkt ermöglicht. Mit einer Begrünung wird insbesondere in Hanglagen eine Bodenerosion bei Starkregenereignissen reduziert, der Boden besser strukturiert, sowie die Stickstoffausträge und Bodenverdichtungen bei der Ernte minimiert. Insbesondere Gräser sind in der Lage, durch ihre starke Wurzelbildung und der damit verbundenen Stickstoffbindung zu diesen oben genannten positiven Effekten beizutragen. Da bei der Abreife der Maispflanze im Herbst Stickstoff in das Grundwasser ausgetragen werden kann, sind Gräser als Untersaaten in der Lage, diese N-Auswaschungen zu minimieren und in Pflanzenmasse zu konvertieren.

Mais ist allerdings während des Auflaufens eine konkurrenzempfindliche Kultur; daher sollte eine Untersaat erst eingesetzt werden, wenn die Konkurrenz mit der Hauptfrucht auszuschließen ist.

Für die Praxis werden zwei verschiedene Verfahren empfohlen (DSV 2011):

- Im ersten Verfahren werden im 3 - 6-Blattstadium mit einer normalen Drillmaschine 3 Grasreihen mit einem seitlichen Abstand von jeweils 25 cm zum Mais zwischen die Maisreihen gesät. Die über der Maisreihe laufenden Säschare werden verschlossen und hochgehängt, die Aussaatstärke beträgt nur 5 kg/ha.
- Im zweiten Verfahren werden ab dem 6-Blattstadium bis zum Reihenschluss des Maises 15 kg/ha Saatgut in den Bestand in Breitsaat (Pneumatischer Düngerstreuer) eingebracht. Durch die fortgeschrittene Entwicklung des Maises ist auch hier eine Beeinträchtigung durch das Gras auszuschließen. Sobald der Mais die Reihen schließt, wird dem Gras das Licht entzogen. Erst zur Abreife des Maises setzt dann das Gräserwachstum wieder stärker ein.

Bisher liegen keine Untersuchungen zum Einfluß von Untersaaten auf die Populationsentwicklung des westlichen Maiswurzelbohrers in Europa vor. In den USA, wo dieser Schädling seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts als Schädling auftritt und heute der wichtigste Schädling im Maisanbau ist (sowohl Körner-, Silo, und Süßmaisbau) sind ebenfalls bisher keine Untersuchungen zum Einfluss von Untersaaten auf die Populationsentwicklung des Schädlings veröffentlicht worden. Es gibt jedoch einige wenige Publikationen, die den Einfluss einer Winterbegrünung auf die Larven der Gattung *Diabrotica* untersucht haben. Lundgren und Fergen (2010) konnten z.B. zeigen, dass eine Herbstsaat des Grases (*Elymus trachycaulus* [Link] Gould ex Shinnery), welches zum Frühjahr mittels Herbizidbehandlung entfernt wurde, zu einer signifikant geringeren Zahl der 3. Larvenstadien des Käfers führten. Buntin et al. (1994) fanden am Beispiel des nahe verwandten Käfers *Diabrotica undecimpunctata howardi* (Mannerh.), dass eine Winterbegrünung, zur Verhinderung der Bodenerosion und als Stickstoffquelle eingesät, zu einer Zunahme des Schadens durch diesen Käfer in nicht gepflügten Maisfeldern im Südosten der USA führten. Ellsbury et al. (2005) haben in einer Studie nicht eine flächige Untersaat, sondern eine Streifenanlage getestet und konnten zeigen, dass die fuchsrote Borstenhirse (*Setaria pumila* Poir.) zu einer schlechteren Entwicklung der Larven führte. Sie führen den beobachteten Effekt darauf zurück, dass sich dieses Gras nicht als Ersatz im Vergleich zur höherwertigen Nahrung Maiswurzeln eignet und sich die Larven daher nicht optimal entwickeln. Mit der vorliegenden Untersuchung wird erstmals der Effekt verschiedener Untersaaten auf die Larvalentwicklung des westlichen Maiswurzelbohrers in Europa untersucht.

2. Material und Methoden

Da es sich bei dem westlichen Maiswurzelbohrer um einen Quarantäneschädling handelt, konnten die Versuche nicht im Freiland angelegt werden. Zudem mussten die Versuche zu einem Zeitpunkt beendet werden, bei dem mit Sicherheit noch keine Verpuppung bzw. der Schlupf der Imagines möglich war. Die Versuche wurden jeweils in großen Containern angelegt (Fassungsvolumen 550 Ltr.), welche zu etwa 2/3 befüllt mit Parabraunerde wurden. Die Experimente wurden in randomisierter Anlage in der Vegetationshalle des Fachgebietes Pflanzenschutz, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, aufgestellt waren. Die Klimaführung entsprach im Sommer den Außenbedingungen, während im Winter eine Temperatur von 21° C (+/- 3°C) eingehalten wurde.

Die Maispflanzen (Sorte Ronaldinio – KWS Saat AG Einbeck) wurden jeweils in zwei Reihen (Abstand 70 cm) bis zum Zwei- bzw. Sechsstadium angezogen; pro Container wurden je Seite 6 Pflanzen eingebracht, mit einem Abstand zueinander von etwa 14 cm. Die Untersaaten (Deutsches Weidelgras (Sorte Trend - Saatzucht Hans Lembke), Welsches Weidelgras (Sorte Gisel - Saaten-Union Hannover), Welsches Weidelgras mit Weißklee (Sortenmischung Gras Mineral – Saaten-Union), Gelbsenf (Sorte Maxi - Saatzucht Lundsgaard über Saaten Union) und Sonnenblumen (Sorte Alisson-Euralis Saaten GmbH; Saatgut mit den Fungiziden Celest und Apron gebeizt) wurden mittig mit jeweils 20 cm Abstand zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgesät. Düngung und Bewässerung erfolgt nach Bedarf. Die Versuchsansätze werden in jeweils drei- bis sechsfacher Wiederholung angesetzt (je drei bis vier Kontrollen ohne Untersaat und drei bis vier Ansätze mit Untersaat; Tab. 1). Pro Container wurden dann etwa zwei Wochen später, nach Auflaufen der Untersaat, jeweils 120 *Diabrotica*-Eier pro Pflanze (nicht-diapausierender Stamm aus den USA; pro Seite 720; somit für einen Container insgesamt 1440) eingebracht. In den Versuchen 3, 4 und 6 wurde aus Zeitgründen mit geteilten Containern gearbeitet; um den Abstand der Pflanzen in der Reihe etwa konstant zu halten, wurde die Anzahl der Pflanzen um 2 reduziert; damit reduzierte sich auch die Zahl der eingebrachten Eier um insgesamt 240. Parallel zur Ausbringung der Eier wurden im Labor die

Schlupfraten ermittelt. Nach 20 Tagen (vor der Verpuppung; Vermeidung von Quarantäneproblemen) wurde die Larvalentwicklung erfasst. Dazu wurden die Larven in einer Kempson-Anlage aus Bodenproben, die mit einem Stechzylinder um die Maiswurzelballen herum genommen werden, ausgetrieben und die Zahl sowie das Entwicklungsstadium über die Kopfkapselbreiten ermittelt. Die jeweils durch die Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenzahlen wurden mittels Varianzanalyse verglichen. Die gesamte Erde wurde nach Abschluss der jeweiligen Versuche gedämpft, um möglicherweise nicht erfasste Larven abzutöten.

Tab. 1. Versuchsanlagen und Zahl der Wiederholungen pro Variante

Versuch	Ansatz	Wiederholungen	
		Kontrolle	Untersaat
1	<i>Lolium multiflorum</i>	3	6
2	<i>Trifolium repens/Lolium perenne</i>	3	5
3	<i>Trifolium repens</i>	4	6
4	<i>Sinapis alba</i>	4	6
5	<i>Lolium perenne</i>	3	4
6	<i>Helianthus annuus</i>	4	4

Für die Versuche wurden jeweils die Larven des nicht-diapausierenden Stamms von *Diabrotica virgifera virgifera* verwendet, welche vom USDA-ARS, North Central Agricultural Research Laboratory, Brookings, North Dakota, USA (Branson, 1976) als Eier bezogen wurden. Die Eier wurden nach Erhalt in Petrischalen im Kühlschrank bis zur Verwendung aufbewahrt. Vor den Experimenten wurden jeweils Schlupftests durchgeführt, um die Lebensfähigkeit der Eier zu überprüfen. Dazu wurden Eier in Petrischalen mit befeuchtetem Filterpapier überführt, bei 26°C und 65 % relativer Feuchtigkeit inkubiert, und bis zum Schlupf der Larven täglich überprüft. Nach 12 Tagen, etwa 2 Tage vor dem Schlupf der Larven wurden die Eier über ein Sieb (250µm) ausgewaschen und in eine 0.15% Agar-Lösung überführt. Danach wurden die Eier mittels einer Pipette in die Container in einer Tiefe von etwa 5 cm ausgebracht, jeweils dispersiert in 2 ml Agar (Multipipette Plus, Eppendorf, Hamburg). Parallel wurden die Schlupftests weitergeführt, um die Schlupfraten zu überprüfen und den Hauptschlupfzeitpunkt zu ermitteln.

Die Daten wurden mit dem Program Statistica, Version 9.0 mittels ANOVA verrechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Ausführliche Darstellungen der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1 Einfluss verschiedener Untersaaten auf die Entwicklung der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera*

Der erste Versuch mit dem Gras *Lolium multiflorum* wurde Ende November 2009 angelegt und Mitte Januar 2010 beerntet. Insgesamt wurden 1680 Eier ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen wurden 1456 Larven gefunden (Schlupfrate somit 86.7 %). In beiden Varianten wurden etwa 26 % der ausgebrachten Eier als Larven in der Kempsonanlage ausgetrieben. Die Zahl der ausgetriebenen Larven unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Behandlungen (F= 0,001; P = 0.99). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 1 dargestellt.

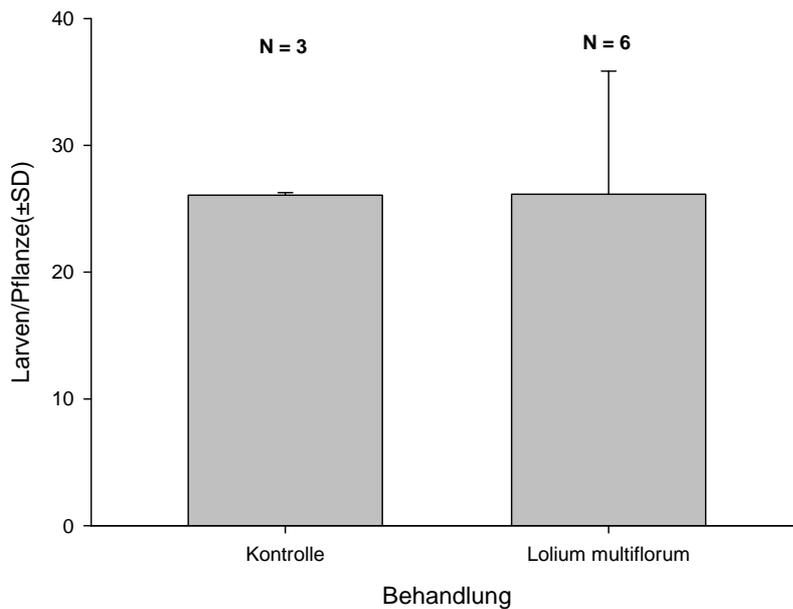


Abb. 1: Einfluss einer *Lolium multiflorum*-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

Der zweite Versuch mit dem Klee/Grasgemisch *Trifolium repens* / *Lolium perenne* wurde Anfang Februar 2010 angelegt und Ende April 2010 beerntet. Insgesamt wurden wiederum 1680 Eier ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen wurden 1517 Larven gefunden (Schlupfrate somit 90.3 %). In den Varianten wurden unterschiedlich hohe Larvenzahlen in der Kempsonanlage ausgetrieben. Während die Zahl der ausgetriebenen Larven in der Kontrolle im Mittel der Container bei 20,95 Larven lag, wurden in den Klee/Gras-Containern im Mittel 26.51 Larven gefunden. Die beiden Behandlungen waren signifikant verschieden ($F= 10,72$; $P < 0.001$). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 2 dargestellt. Das oberirdische Frischgewicht der Maispflanzen unterschied sich ebenfalls deutlich, wenn auch nicht signifikant ($F= 5.078$; $P = 0.054$). Die Wachstumsbedingungen der Maispflanzen waren in einem Container der Kontrolle nicht optimal (Staunässe), so dass eine höhere Variabilität bei Wachstum der Mais-Pflanzen zu beobachten war.

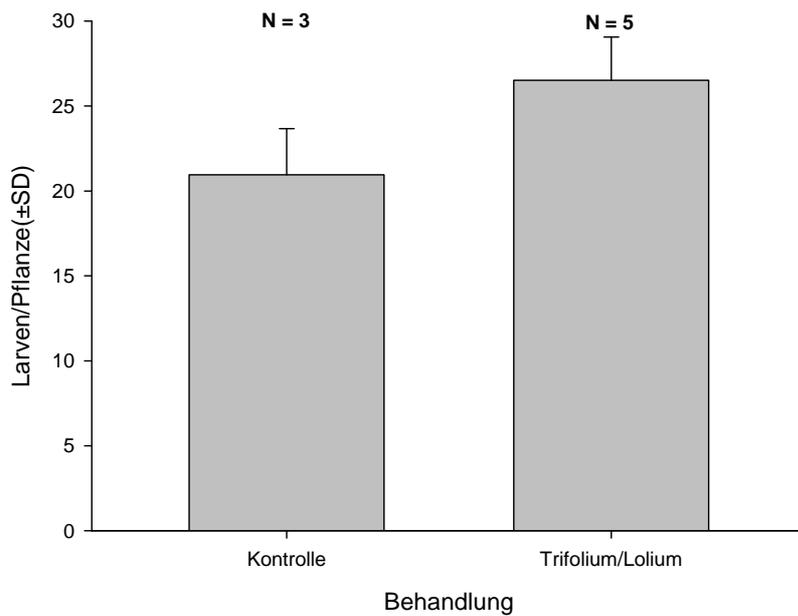


Abb. 2: Einfluss einer *Trifolium repens*/*Lolium perenne*-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

Der dritte Versuch mit einer Kleeuntersaat (*Trifolium repens*) wurde Anfang Mai 2010 angelegt und Anfang Juli 2010 beerntet. Insgesamt wurden 720 Eier pro Wiederholung ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen wurden 598 Larven gefunden (Schlupfrate somit 83 %). Auch in diesem Versuch wurden in den Varianten unterschiedlich hohe Larvenzahlen in der Kempsonanlage ausgetrieben. Während die Zahl der ausgetriebenen Larven in der Kontrolle im Mittel der Container bei 4.75 (± 2.75) Larven lag, wurden in den reinen Klee-Containern im Mittel 11.78 (± 3.11) Larven gefunden. Damit waren die beiden Behandlungen signifikant verschieden ($F = 8,637$; $P = 0.005$). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 3 dargestellt.

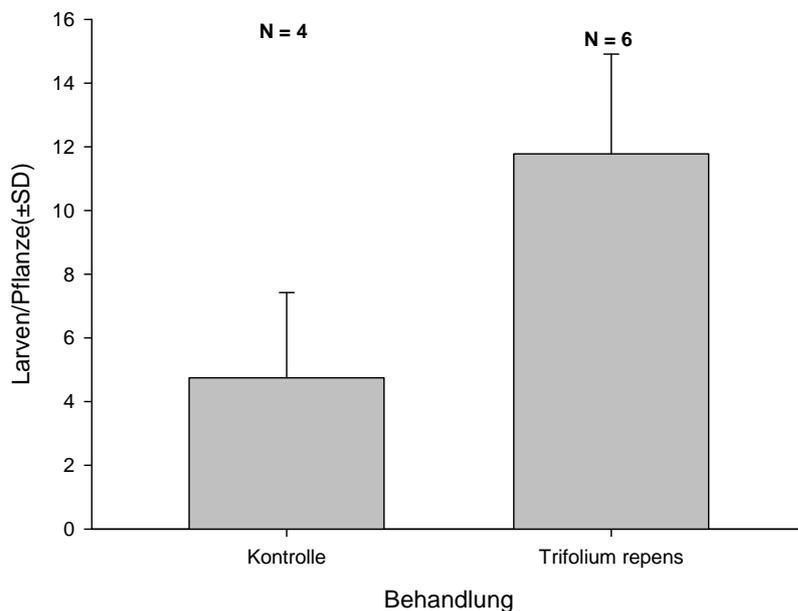


Abb. 3: Einfluss einer *Trifolium repens*-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

Der vierte Versuch mit einer Gelbsenfuntersaat (*Sinapis arvensis*) wurde Ende Juni 2010 angelegt und Ende September 2010 beerntet. Bei der Aussaat des Gelbsenfs war der Mais 2 Wochen alt, zum Zeitpunkt der Applikation der Eier des westlichen Maiswurzelbohrers waren die Pflanzen 8 bzw. 6 Wochen alt. Insgesamt wurden 720 Eier pro Wiederholung ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen wurden 428 Larven gefunden (Schlupfrate somit nur 59.4 %). Auch in diesem Versuch wurden in den Varianten kaum unterschiedlich hohe Larvenzahlen in der Kempsonanlage ausgetrieben. Während die Zahl der ausgetriebenen Larven in der Kontrolle im Mittel der Container bei 6.33 (± 2.63) Larven lag, wurden in den Gelbsenf-Containern im Mittel 4.28 (± 1.90) Larven gefunden. Damit waren die beiden Behandlungen nicht signifikant unterschiedlich ($F= 8,637$; $P = 0.005$). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 4 dargestellt.

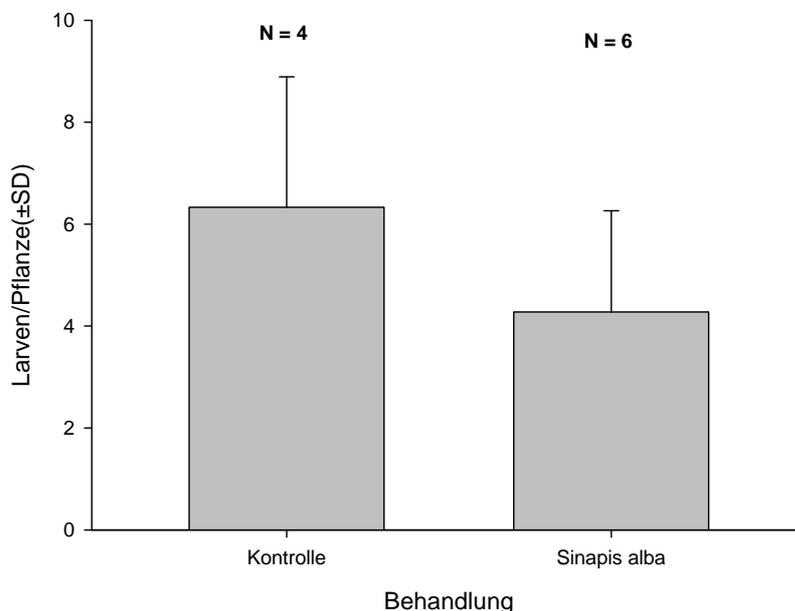


Abb. 4: Einfluss einer *Sinapis alba*-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

Der fünfte Versuch mit einer Weidelgrasuntersaat (*Lolium perenne*), wurde Mitte August 2010 angelegt und Anfang November 2010 beerntet. Bei der Aussaat des Weidelgrases war der Mais 10 Tage alt, zum Zeitpunkt der Applikation der Eier des westlichen Maiswurzelbohrers waren die Pflanzen 7 bzw. 6 Wochen alt. Insgesamt wurden 1680 Eier pro Container ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen lagen die Schlupfraten im Mittel nur bei 48 %. Auch in diesem Versuch wurden in den Varianten kaum unterschiedlich hohe Larvenzahlen in der Kempsonanlage ausgetrieben. Während die Zahl der ausgetriebenen Larven in der Kontrolle im Mittel der Container bei 2.68 Larven lag, wurden in den Weidelgras-Containern im Mittel 3.11 Larven gefunden. Damit waren die beiden Behandlungen nicht signifikant unterschiedlich ($F= 0.199$; $P > 0.05$). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 5 dargestellt.

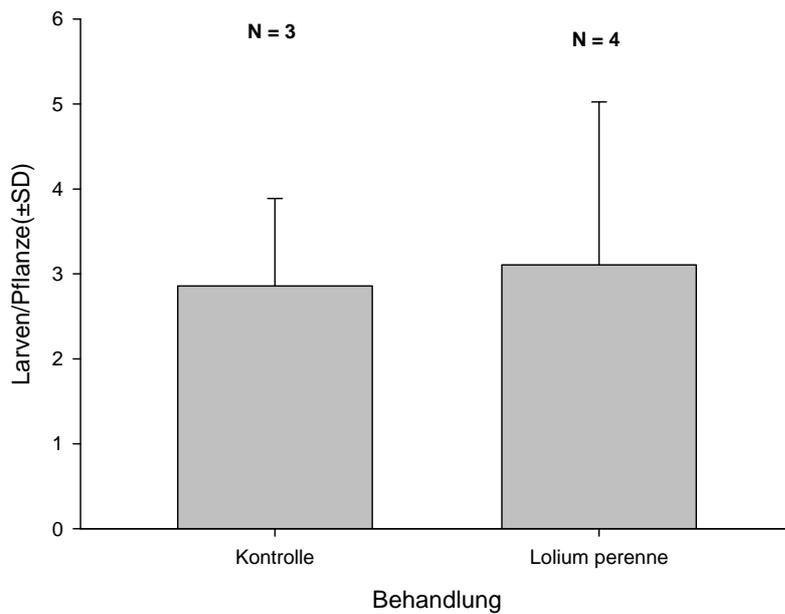


Abb. 5: Einfluss einer *Lolium perenne*-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

Der sechste Versuch mit einer Sonnenblumenuntersaat (*Helianthus annuus*), wurde Mitte Anfang Januar 2011 angelegt und Anfang April 2011 beerntet. Bei der Aussaat der Sonnenblumen, die bereits einen Vorlauf auf Grund der langsamen Wüchsigkeit von einer Woche erhalten hatten, war der Mais 4 Tage alt, zum Zeitpunkt der Applikation der Eier des westlichen Maiswurzelbohrers waren die Pflanzen 7 bzw. 6 Wochen alt. Pro Wiederholung wurden 720 Eier in die Container ausgebracht; in den parallel laufenden Schlüpfreihen lagen die Schlupfraten im Mittel bei 79 %. Insgesamt wurden in die Container 11520 Eier ausgebracht. Auch in diesem Versuch wurden in den Varianten zwar unterschiedlich hohe Larvenzahlen mit hoher Varianz in der Kempsonanlage ausgetrieben. Während die Zahl der ausgetriebenen Larven in der Kontrolle im Mittel der Container bei 32.00 (± 21.61) Larven lag, wurden in den Sonnenblumen-Containern im Mittel 14.5 (± 7.17) Larven gefunden. Damit waren die beiden Behandlungen signifikant unterschiedlich ($F= 2.88$; $P < 0.01$). Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 6 dargestellt.

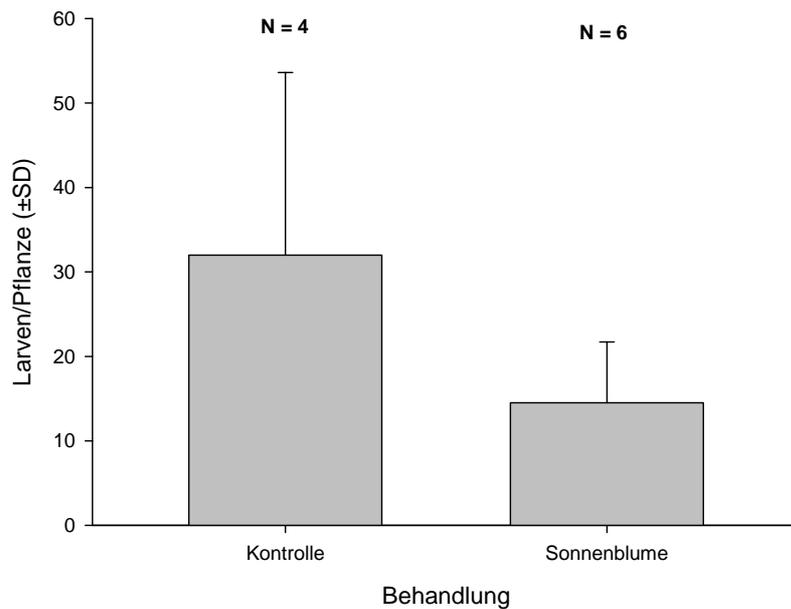


Abb. 5: Einfluss einer Sonnenblumen-Untersaat auf die Zahl der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larven des Westlichen Maiswurzelbohrers pro Maispflanze

3.1.2 Einfluss verschiedener Untersaaten auf die Trockengewichte der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers *Diabrotica virgifera virgifera*

Das Larvengewicht der L2 und L3-Stadien wurde jeweils an anhand von mindestens 3 Larven gemessen. Während bei dem 2. Larvenstadien die Gewichte annähernd gleich waren, waren die L3-Stadien aus den Untersaaten deutlich leichter, wenn auch nicht signifikant unterschieden von den Kontrollen ($\text{Chi}^2 = 0,321$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten nicht gefunden werden.

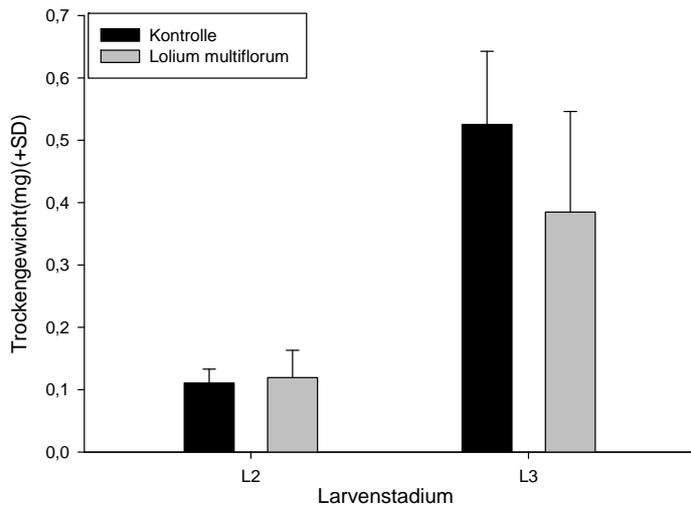


Abb. 6: Einfluss einer *Lolium multiflorum*-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte

Larvenstadien, die aus Containern mit Klee/Gras-Untersaaten extrahiert wurden, wiesen gegenüber den Kontrollen keine signifikanten Unterschiede auf ($\text{Chi}^2 = 0,333$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten nicht gefunden werden.

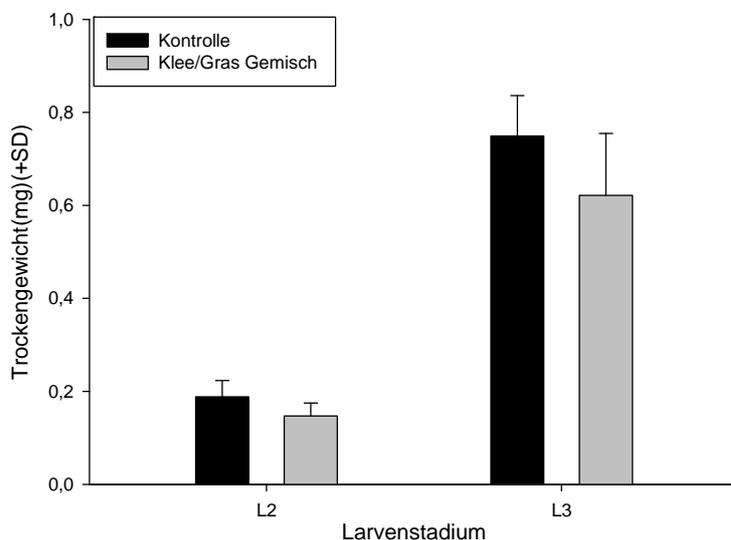


Abb. 7: Einfluss einer Klee/Gras-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte

Larvenstadien, die aus Containern mit *Trifolium repens*-Untersaaten extrahiert wurden, wiesen gegenüber den Kontrollen keine signifikanten Unterschiede auf ($\text{Chi}^2 = 0,265$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten nicht gefunden werden; allerdings waren sowohl die L2- als auch die L3-Stadien geringfügig leichter.

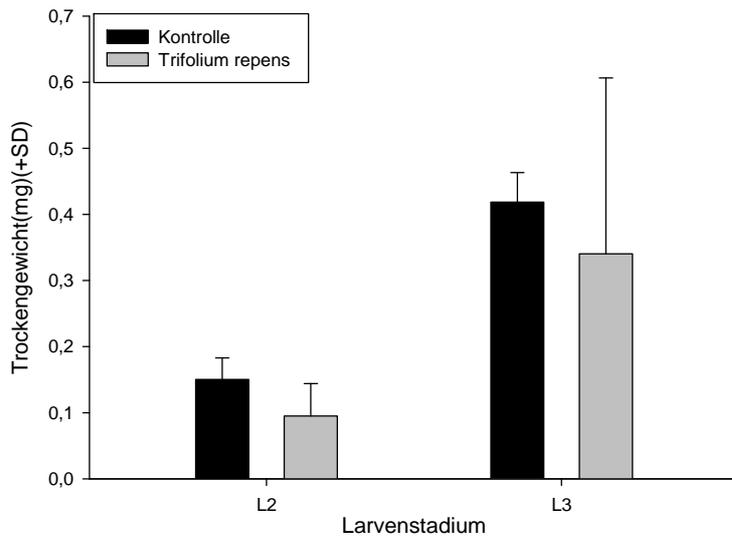


Abb. 8: Einfluss einer *Trifolium repens*-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte

Larvenstadien, die aus Containern mit *Sinapis alba*-Untersaaten extrahiert wurden, wiesen gegenüber den Kontrollen keine signifikanten Unterschiede auf ($\chi^2 = 0,306$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten nicht beobachtet werden.

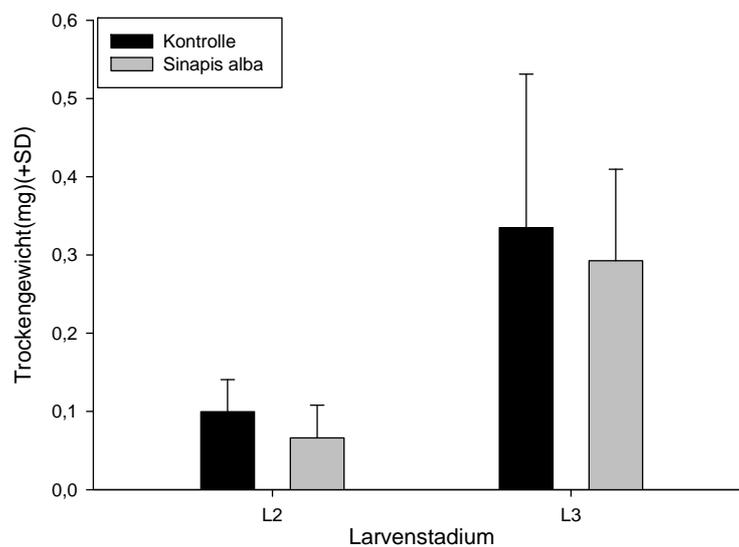


Abb. 9: Einfluss einer *Sinapis arvensis*-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte

Larvenstadien, die aus Containern mit *Lolium perenne*-Untersaaten extrahiert wurden, wiesen gegenüber den Kontrollen keine signifikanten Unterschiede auf ($\chi^2 = 0,421$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten auch in diesem Experiment nicht beobachtet werden.

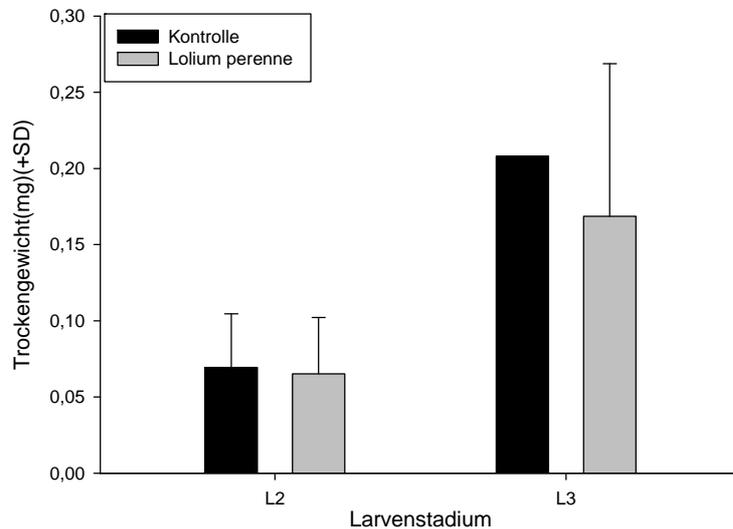


Abb. 10: Einfluss einer *Lolium perenne*-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte

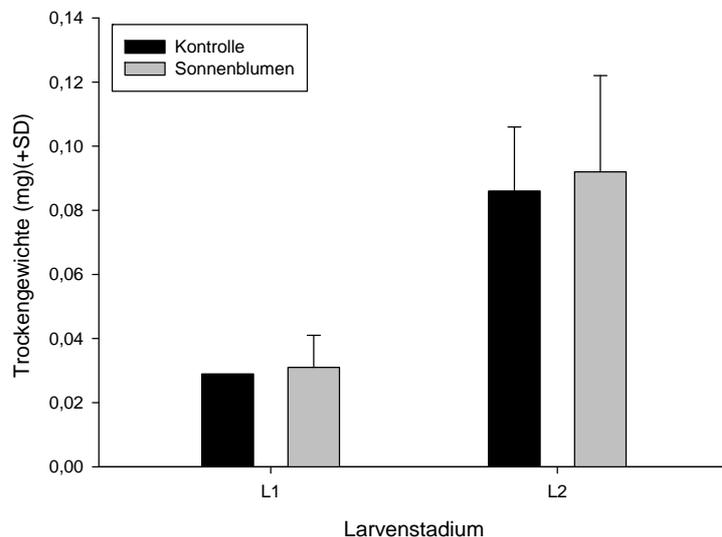


Abb. 11: Einfluss einer *Helianthus annuus*-Untersaat auf die Trockengewichte der mittels Kempson-Anlage ausgetriebenen Larvenstadien des Westlichen Maiswurzelbohrers und deren Trockengewichte; im Unterschied zu den vorherigen Graphiken sind hier die Gewichte der L1 und L2-Stadien angegeben, da zu wenige L3-Stadien entwickelt waren

Im Experiment mit Sonnenblumen als Untersaat hatte sich die Entwicklung der Larven deutlich gegenüber den anderen Experimenten verzögert; zum Zeitpunkt der Kempsonextraktion nach 20 Tagen wurden überwiegend L1 und L2 und kaum L3 Larven gefunden. Dies lag aber nicht an der Untersaat mit Sonnenblumen, sondern ist auf klimatisch ungünstige Bedingungen zurückzuführen. Der Versuch wurde aus Zeitgründen im Dezember durchgeführt; zu dieser Jahreszeit konnten die klimatischen Bedingungen nicht so konstant gehalten werden, wie in den vorherigen Versuchen. Die Mais-Pflanzen waren daher deutlich schlechter entwickelt. Larvenstadien, die aus Containern mit *Helianthus annuus*-Untersaaten extrahiert wurden, wiesen gegenüber den Kontrollen keine signifikanten Unterschiede auf ($\text{Chi}^2 = 0,324$). Eine Entwicklungsverzögerung oder schlechtere Ernährungsbedingungen konnten somit auch in diesem Experiment nicht beobachtet werden.

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die in 550 Ltr. Containern durchgeführten Versuche zum Einfluss verschiedener Untersaaten auf die Entwicklung der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers haben, trotz hoher Variabilität innerhalb der Versuche, gezeigt, dass eine Untersaat, mit Ausnahme der Sonnenblumen, keinen negativen Einfluss auf die Populationsentwicklung des Schädling haben würde. Im Gegenteil, einige Ergebnisse zeigten sogar eine höhere, wenn auch nicht signifikante Entwicklung der Larvenzahlen. Aus eigenen Versuchen wissen wir, dass Graswurzeln unter Nahrungsmangelbedingungen u. U. eine kurzfristige Nahrungsquelle darstellen können, so dass eine Untersaat den Larven auf der Nahrungssuche sogar hilfreich sein könnte. Sonnenblumen, die definitiv keine Nahrung für die Larven darstellen, haben einen signifikant negativen Einfluss auf die Larvalentwicklung ausgeübt. Allerdings war das Gewicht der Larven aus den beiden Varianten nicht unterschiedlich. Ob eine Untersaat mit Sonnenblumen in der Praxis von den Landwirten umgesetzt werden würde, ist fraglich. Die technischen Mehraufwendungen für das Ausbringen einer Sonnenblumen-Untersaat in Maisfeldern sind erheblich und die von uns erhobenen Daten im Gewächshaus können nicht ohne weiteres auf die Freilandbedingungen übertragen werden. Auch bleibt die Frage nach den notwendigen Flächenanteilen der beiden Kulturen, damit ein Effekt auf die Larven sichtbar wird, offen. Ein Versuchsansatz, wie wir ihn gewählt hatten (Wechsel von Sonnenblumen- und Maisreihen) ist kaum in die Praxis übertragbar.

4. Zusammenfassung

Containerversuche zum Einfluss verschiedener Untersaaten auf die Entwicklung der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) haben gezeigt, dass die Larven, unabhängig von der jeweils verwendeten Art der Untersaat, kaum in ihrer Entwicklung beeinträchtigt werden. Im Gegenteil, bei einigen Varianten (z.B. Gräser oder Klee/Grasmischungen) konnten mehr Larven als in den Kontrollen aus den Bodenproben extrahiert werden. Die Ergebnisse der Experimente legen den Schluss nahe, dass Untersaaten keine Bekämpfungsoption zur Kontrolle des Schädling darstellen. Die signifikant geringeren Larvenzahlen bei einer Untersaat mit Sonnenblumen sind nicht ohne weiteres auf Feldbedingungen zu übertragen.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die im Werkvertrag (AZV 3) vom 18.06.2009 zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Georg-August-Universität Göttingen, vertreten durch Herrn Prof. Dr. Stefan Vidal, vereinbarten Ziele wurden durch die oben beschriebenen Versuche und Ergebnisse erreicht. Der angedachte Versuch mit Erbsen als Untersaat konnte aus technischen Problem und Zeitgründen nicht realisiert werden.

6. Literaturverzeichnis

- Buntin, G. D., All, J. N., McCracken, D. V., Hargrove, W. L. 1994. Cover crop and nitrogen fertility effects on southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) damage in corn. *Journal of Economic Entomology* 87, 1683-1688
- DSV 2011. Warum Untersaaten in Mais. http://www.dsv-saaten.de/Biogas/untersaaten_mais/untersaaten.html
- Johnson, T. B., Turpin, F. T., Bergman, M. K. 1984. Effect of foxtail infestation on corn rootworm larvae (Coleoptera: Chrysomelidae) under two corn-planting dates. *Environmental Entomology* 13, 1245-1248.
- Lundgren, J. G., Fergen, J. K. 2010. The effects of a winter cover crop on *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) populations and beneficial arthropod communities in no-till maize. *Environmental Entomology* 39, 1816-1828.

7. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Bisher sind keine Veröffentlichungen auf der Basis der vorliegenden Daten realisiert worden.

Anhang: Abbildungen zu den Versuchsdurchführungen



Abb. A1: Entwicklung der Wurzeln bei unterschiedlichen Untersaaten und der Maissorte Ronaldinio 4 Wochen nach der Aussaat



Abb. A2: Versuchsaufbau, welcher für die unterschiedlichen Untersaaten in Verbindung mit Mais genutzt wurde; Reihen von Ronaldinio jeweils links und rechts; mittig Weißklee 2 Wochen nach Aussaat



Abb. A3: Versuch mit Ronalidinio und Weißklee kurz vor der Ernte



Abb. A4: Versuch mit Ronalidinio und *Sinapis arvensis* kurz vor der Ernte



Abb. A5: Versuch mit Ronalidinio und Sonnenblumen kurz vor der Ernte



Abb. A6: Versuch mit Ronalidinio und *Lolium perenne* kurz vor der Ernte

Zusammenfassung

In diesem Projekt wurde der Einfluss verschiedener Untersaaten in Mais auf die Entwicklung der Larven des westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) untersucht. Die Ausgangshypothese war, dass die Wurzeln der Untersaaten zu einer schlechteren Orientierung der Larven führen könnten. Als Untersaaten wurden Deutsches Weidelgras, Welsches Weidelgras, eine Welsches Weidelgras/Weißklee-Mischung, Gelbsenf und Sonnenblumen getestet; als Maissorte wurde jeweils Ronaldinio verwendet. Auf Grund des Quarantänestatus des Käfers wurden die Versuche in 550 Ltr. Containern, welche mit Para-Braunerde befüllt wurden, jeweils mit 3 bis 5 Wiederholungen angelegt und vor dem Schlupf der adulten Käfer beendet. Die Larvenzahlen nach jeweils etwa 3 Wochen mittels Kempsonextraktion ermittelt.

Grasuntersaaten oder Klee/Gras-Mischungen ließen keinen negativen Einfluss auf die Larvalentwicklung erkennen. Im Gegenteil bei der Variante Klee/gras-Mischung bzw. bei der Weißkleevariante wurden deutlich mehr, wenn auch nicht signifikant mehr, Larven aus den Untersaaten extrahiert als aus den Kontrollen. Bei einer Untersaat mit Dikotylen (Gelbsenf bzw. Sonnenblumen) wurden geringe Anzahlen (im Falle von Sonnenblumen signifikant) extrahiert als aus den Kontrollen. Die Untersaaten hatten keinen Einfluss auf die Trockengewichte der Larven (in keinem Falle signifikante Unterschiede); eine Entwicklungsverzögerung konnte ebenfalls nicht gefunden werden.

Als Fazit der Untersuchungen lässt sich feststellen, dass eine Untersaat in Mais keine geeignete Bekämpfungsoption gegen den westlichen Maiswurzelbohrer darstellen kann. Selbst im Fall einer Streifenanlage von Mais und Sonnenblumen muss unter Feldbedingungen geprüft werden, ob dadurch tatsächlich ein negativer Effekt auf die Entwicklung der Larven erreicht werden kann.

Summary

In this project the effect of different undersowings in maize on the development of the larvae of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) was investigated. We hypothesized that the roots of undersown plants, when mixed with the target roots of maize, would reduce the ability of larvae to localize their host plant roots. We used rye grass, Italian ryegrass, a mixture of Italian ryegrass and clover, white clover, yellow mustard, and sunflowers as undersowings; the standard maize cultivar used in the experiments was Ronaldinio. For the experiments we used 550 Ltr. containers, filled with silt loam, each with 3 to 5 replications. The containers were placed in a greenhouse, and the larvae were extracted from the soil about 3 weeks after application of the eggs. Due to the quarantine status of the pest, the experiments needed to be terminated after this period to avoid hatching of adults. Kempson extraction was used to count the larvae developing in the different treatments.

All undersowings, either grass or grass/clover mixtures, did not result in lower numbers of larvae in these treatments. Contrary, slightly, but not significantly, more larvae were extracted from these treatments. In case of dicotyles (yellow mustard or sunflower) lower numbers were extracted, in the latter case significantly so. Undersowings had no effect on larval dry weight nor did the undersowings enhance or delay larval development.

In conclusion, undersowings do not provide an additional or alternative control measure against the western corn rootworm. Even in the case of sunflowers mixed with maize plants it needs to be tested whether the effects found in the greenhouse can be verified under field conditions.