

Endbericht

Eignung von Winterweizen bzw. Ausfallgetreide als Wirtspflanze für den Maiswurzelbohrer

Versuche durchgeführt im Rahmen des Forschungsprogrammes des Bundes und der Länder Bayern und Baden-Württemberg zur Bekämpfung des Westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) und zur Erarbeitung wissenschaftlicher Empfehlungen für Eingrenzungsmaßnahmen

Erstellt von Giselher Grabenweger, Wien, 25. November 2011

Name und Anschrift des Versuchslabors:

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Institut für Pflanzengesundheit
Abteilung Landwirtschaftliche Entomologie
Spargelfeldstrasse 191
A-1220 Wien

Name und Anschrift des Auftraggebers:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz
Lange Point 10
D-85354 Freising


Dr. Giselher Grabenweger
(Sachbearbeiter)


Univ.-Doz. DI. Dr. Sylvia Blümel
(Institutsleiterin)



INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	3
1.1	Ziele und Aufgabenstellung	3
1.2	Planung und Ablauf des Projektes.....	4
1.3	Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn.....	5
2	Material und Methoden	6
3	Ergebnisse	9
3.1	Wichtigste Ergebnisse der Saison 2009/2010.....	9
3.2	Wichtigste Ergebnisse der Saison 2010/2011.....	9
3.3	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	11
4	Zusammenfassung.....	13
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen.....	14
6	Literaturverzeichnis.....	15
7	Anlagen	18
7.1	Darstellung, Wertung sowie Anwendung der Ergebnisse für Zwecke des StMELF	18
7.2	Kurzfassung der Ergebnisse	19
7.3	Abstract in English	20



1 Allgemeines

1.1 Ziele und Aufgabenstellung

Nach wie vor gilt die Einhaltung einer mehrgliedrigen Fruchtfolgewirtschaft als die Beste derzeit in Europa zur Verfügung stehende Bekämpfungsmaßnahme gegen den Maiswurzelbohrer. Der hohe Wirkungsgrad dieser Maßnahme wurde experimentell bewiesen und lässt sich auch an Monitoring-Daten ablesen. In Gebieten mit einem niedrigen Anteil von Mais in der Fruchtfolge werden in der Regel deutlich weniger Käfer in Pheromonfallen gefangen als in Gebieten mit intensiver Maisproduktion. Begründen lässt sich der hohe Wirkungsgrad mit dem Verhalten und der Biologie des Schädling: *Diabrotica*-Weibchen legen ihre Eier bevorzugt in Maisfeldern ab und die Larven des Schädling können sich nur an Maiswurzeln in Massen entwickeln. Wenn daher auf einer Ackerfläche die mehrjährige Maiskultur durch einen Fruchtwechsel unterbrochen wird, sterben die im Boden vorhandenen Larven mangels geeigneter Nahrungspflanzen ab. Zusätzlich wird ein Neubefall vermieden, da die Fläche für umherfliegende Weibchen zur Eiablage nicht attraktiv ist.

In der Praxis zeigt sich jedoch seit langem, dass eine hundertprozentige Wirksamkeit des Fruchtwechsels als Bekämpfungsmaßnahme niemals erreicht wird. Die Faktoren, die zur Verminderung des Wirkungsgrades beitragen, sind folgende:

- *Diabrotica*-Weibchen bevorzugen zwar Maisfelder zur Eiablage, ein gewisser Prozentsatz an Eiern wird jedoch auch in anderen Kulturen abgelegt. Dies ist einerseits durch einen „Randeffekt“ in der unmittelbaren Umgebung von Maisflächen zu erklären, andererseits suchen erwachsene Maiswurzelbohrer aktiv nach Nahrung und fliegen so besonders in blühende Kulturen bzw. Unkrautbestände ein. Je nach Größe der Schläge und Art der benachbarten (Kultur)pflanzen wird der auf diese Weise aus den Maisflächen „auswandernde“ Anteil der Schädlingpopulation auf bis zu 15% geschätzt (Kiss et al., 2005).
- Das Überwinterungsstadium des Maiswurzelbohrers ist das Eistadium. In der Regel wird die Diapause der Eier in der kalten Jahreszeit beendet und die Embryonalentwicklung setzt im Frühjahr des Folgejahres mit dem Ansteigen der Temperaturen wieder ein. Ein Teil der überwinternden Population verbleibt jedoch in Diapause und schlüpft erst nach einer weiteren Wintersaison im Frühling des zweiten Jahres nach der Eiablage. Bei einem einjährigen Fruchtwechsel hat dieser Teil also eine Überlebenschance und die schlüpfenden Larven können sich an den Maispflanzen im zweiten Folgejahr entwickeln. Der Teil der Population, der durch „Überliegen“ der Eier den Fruchtwechsel überleben kann, wird auf etwa 1% geschätzt (Levine et al., 1992).
- Laborversuche haben gezeigt, dass die Larven des Maiswurzelbohrers sich auch auf anderen Kulturpflanzen aus der Poaceen-Familie und auf Ungräsern entwickeln können. Freilanddaten zu diesem Thema sind rar, es gibt jedoch Hinweise darauf, dass eine durchgehende Entwicklung, zumindest in geringem Umfang, auch unter Freilandbedingungen möglich ist. Unter Berücksichtigung der in Mitteleuropa in Frage kommenden Fruchtfolgeglieder ist vor allem eine Arbeit aus den USA relevant, die eine Entwicklung des Maiswurzelbohrers auf Weizen unter Freilandbedingungen beschreibt (Branson and Ortman 1967).

Laborergebnisse bzw. Resultate aus Feldversuchen in Amerika lassen sich jedoch nicht so einfach auf Freilandverhältnisse in Mitteleuropa übertragen, da sowohl die phänologische Entwicklung der Kulturpflanzen und Unkräuter als auch die Entwicklung des Maiswurzelbohrers von den klimatischen



Bedingungen der jeweiligen Region beeinflusst werden. Auch wenn die Möglichkeit besteht, dass Maiswurzelbohrerlarven sich an den Wurzeln von Getreidepflanzen oder Ungräsern entwickeln können, bleibt weiterhin fraglich, ob diese Nahrungsquellen unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen in der entsprechenden Qualität im Zeitraum der Larvalentwicklung des Schädlings verfügbar sind. Neben der prinzipiellen Verwertbarkeit der Wirtspflanzen ist daher auch das zeitgleiche Vorkommen von zur Nahrungsaufnahme befähigten Juvenilstadien des Schädlings und im Wachstum stehenden Nahrungspflanzen von entscheidender Bedeutung.

Die in diesem Bericht zusammengefassten Versuche sollen die Frage klären, ob sich *Diabrotica virgifera virgifera* auch unter Freilandbedingungen in Europa an Winterweizen erfolgreich entwickeln kann. Es ist davon auszugehen, dass bei früh abreifenden Weizensorten auch die Wurzeln früher absterben und in der Folge als Nahrungsquelle für den Maiswurzelbohrer unbrauchbar sind. Spätere Sorten hingegen sollten einer möglicherweise vorhandenen Larvenpopulation länger als Nahrung dienen können. Nach einer frühen Weizenernte würde keimendes Ausfallgetreide wiederum in einem Zeitraum Wurzeln ausbilden, in dem noch Larven im Boden aktiv sein könnten. Um diese Möglichkeiten abzudecken, wurden eine frühe und eine späte Weizensorte in die Versuche aufgenommen. Zusätzlich wurden in der frühen Weizensorte das Vorhandensein bzw. Fehlen von Ausfallgetreide simuliert.

Die Ergebnisse der Versuche sollen letztendlich dazu dienen, die derzeit gültigen Vorschriften und Empfehlungen zur Ausrottung bzw. Eingrenzung des Quarantäneschädlings, die immer einen Fruchtwechsel als wichtigen Teil des Maßnahmenpakets beinhalten, neu zu überdenken und gegebenenfalls zu einer Verbesserung der Maßnahmen beitragen.

1.2 Planung und Ablauf des Projektes

Die Bearbeitung der oben erklärten Fragestellungen sollte unter möglichst praxisnahen Bedingungen im Freiland erfolgen. Da es sich bei *Diabrotica virgifera virgifera* um einen Quarantäneschadorganismus handelt, war es notwendig, eine Versuchsregion auszusuchen, die innerhalb des natürlichen Befallsgebietes des Westlichen Maiswurzelbohrers liegt, um das Risiko einer unbeabsichtigten Freisetzung des Organismus in bisher befallsfreien Gebieten ausschließen zu können. Zusätzlich sollten die Klimabedingungen in der ausgewählten Region mit jenen in Bayern vergleichbar sein. Die Wahl fiel auf den Bezirk Amstetten in Niederösterreich. Dieser Bezirk liegt seit dem Jahre 2007 innerhalb des natürlichen Befallsgebietes des Maiswurzelbohrers in Österreich. Das Land Niederösterreich erteilte unter strengen Auflagen eine Genehmigung für Feldversuche mit lebenden Maiswurzelbohrern in dieser Region. Amstetten befindet sich außerdem im österreichischen Voralpenraum. Dieses Gebiet ähnelt in seiner Topographie und seinen Klimabedingungen bayrischen Verhältnissen (an der Wetterstation in Amstetten wurde ein langjähriges Jahresmittel bei der Temperatur von 8,7°C und 862mm Jahresniederschlag gemessen). Die phänologische Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturen lässt sich daher auch mit jener in Bayern vergleichen.

Das Versuchsvorhaben wurde, angepasst an die Projektlaufzeit, in zwei Durchgängen realisiert. Der erste Durchgang begann mit dem Aufbau einer *Diabrotica*-Laborzucht zur Gewinnung von Eiern für die Infektion der Versuchspartellen im Juli 2009. Der Anbau der beiden Weizensorten und die Infektion der Versuchspartellen mit *Diabrotica*-Eiern erfolgten im Herbst 2009. Die Auswertung des Versuches erfolgte im nächsten Jahr bis Ende August 2010. Für die Wiederholung des nur



geringfügig abgeänderten Versuchsablaufes wurde abermals im Spätsommer eine Laborzucht zur Produktion von Eiern für die Infektion aufgebaut. Danach wurden im Herbst 2010 wiederum zwei Winterweizensorten angebaut. Die Infektion mit *Diabrotica*-Eiern und die Auswertung des Versuchs erfolgten im Folgejahr bis Anfang September 2011.

1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn

Alle landwirtschaftlichen Kulturarbeiten, wie Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung, Unkrautbekämpfung und Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten durch einen Vertragslandwirt zu den praxisüblichen Zeitpunkten und mit gängigen landwirtschaftlichen Maschinen. Dies gewährleistete ein möglichst realistisches Ausgangsszenario. Die *Diabrotica*-Laborzucht wurde am Institut für Pflanzengesundheit der AGES bereits einige Jahre vor dem Start dieser Versuchsarbeiten im Zuge anderer Projekte entwickelt und erprobt. Die Methoden wurden daher im Laufe dieses Projekts nur geringfügig verändert. Die Infektion der Versuchspartzen mit *Diabrotica*-Eiern folgte ebenfalls der Methodik früherer eigener Untersuchungen, genauso wie die Auswertung des Käferschlupfes mit selbst konstruierten Schlupfkäfigen. Vor dem Beginn der Massenentwicklung des Maiswurzelbohrers in Österreich wurden ab 2003 bereits ähnliche Versuchsmethoden bei Feldversuchen des CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux - International) in Ungarn eingesetzt.

Wissenschaftlich baut das Versuchsvorhabens einerseits auf bereits Jahrzehnte alte amerikanische Untersuchungen auf, welche belegen, dass sich der Maiswurzelbohrer im Labor an einer Reihe verschiedener Pflanzen aus der Familie der Poaceen (inklusive Getreide) entwickeln kann (siehe Literaturliste). Eine einzige Publikation weist auch auf eine mögliche Entwicklung an Getreide im Freiland hin (Branson and Ortman 1967), diese Fragestellung wurde jedoch nicht ausführlich bearbeitet und zu keinem aussagekräftigen Abschluss gebracht. In neuerer Zeit wurde diese Fragestellung auch in Europa aufgegriffen, wo unter anderem nachgewiesen werden konnte, dass sich der Maiswurzelbohrer an Unkrauthirsen entwickeln kann (Breitenbach et al., 2005). Die Versuche an Getreide lieferten jedoch wiederum kein befriedigendes Endergebnis. Ähnlich verhält es sich mit den neuen Untersuchungen zu diesem Thema in den USA, wo eine Entwicklung des Maiswurzelbohrers an *Miscanthus* zwar als wahrscheinlich dargestellt wird, jedoch wiederum nicht eindeutig bewiesen wurde (Spencer and Raghu, 2009).

Schließlich belegen verschiedene Untersuchungen aus den USA die unglaubliche Anpassungsfähigkeit mehrerer Vertreter des Genus *Diabrotica*, welche zur Ausbildung von Resistenzen gegen verschiedenste Bekämpfungsmaßnahmen innerhalb weniger Generationsfolgen führen kann. Im Zusammenhang mit der Fruchtfolge sind hier zwei Beispiele zu erwähnen: Die Ausbildung einer Verhaltensanpassung des Westlichen Maiswurzelbohrers an die weit verbreitete Soja-Mais-Fruchtfolge. Hier kam durch geändertes Eiablageverhalten der Weibchen die Wirksamkeit dieser Maßnahme regionenweise vollständig abhanden (Spencer et al., 2005). Ein zweites Beispiel ist die Ausbildung einer verlängerten Diapause des Nördlichen Maiswurzelbohrers. Durch vermehrtes Überleben der Eier über eine Saison hinweg verlieren auch hier einjährige Fruchtwechsel zunehmend ihre Wirksamkeit (Levine et al., 1992).

Da die Fruchtfolge nach wie vor in Europa die wirksamste von allen zur Verfügung stehenden Bekämpfungsmethoden gegen den Maiswurzelbohrer ist, muss daher die Frage nach der Unbedenklichkeit von Getreide nach Mais in der Fruchtfolge dringend geklärt werden.



2 Material und Methoden

Die Versuchsflächen liegen in der Gemeinde Krottendorf, in der Nähe der Stadt Haag. Seitens des amtlichen Pflanzenschutzdienstes von Niederösterreich wurden verschiedene Auflagen mit der Versuchsgenehmigung verknüpft, unter anderem durfte die Versuchsfläche nach einem Versuchsdurchgang nicht mit Mais bebaut werden. Aus diesem Grund wurde die Versuchsfläche nach dem ersten Durchgang 2009/2010 gewechselt, die beiden Flächen lagen jedoch in unmittelbarer Nähe zueinander im selben Versuchsgebiet (Abb. 1).

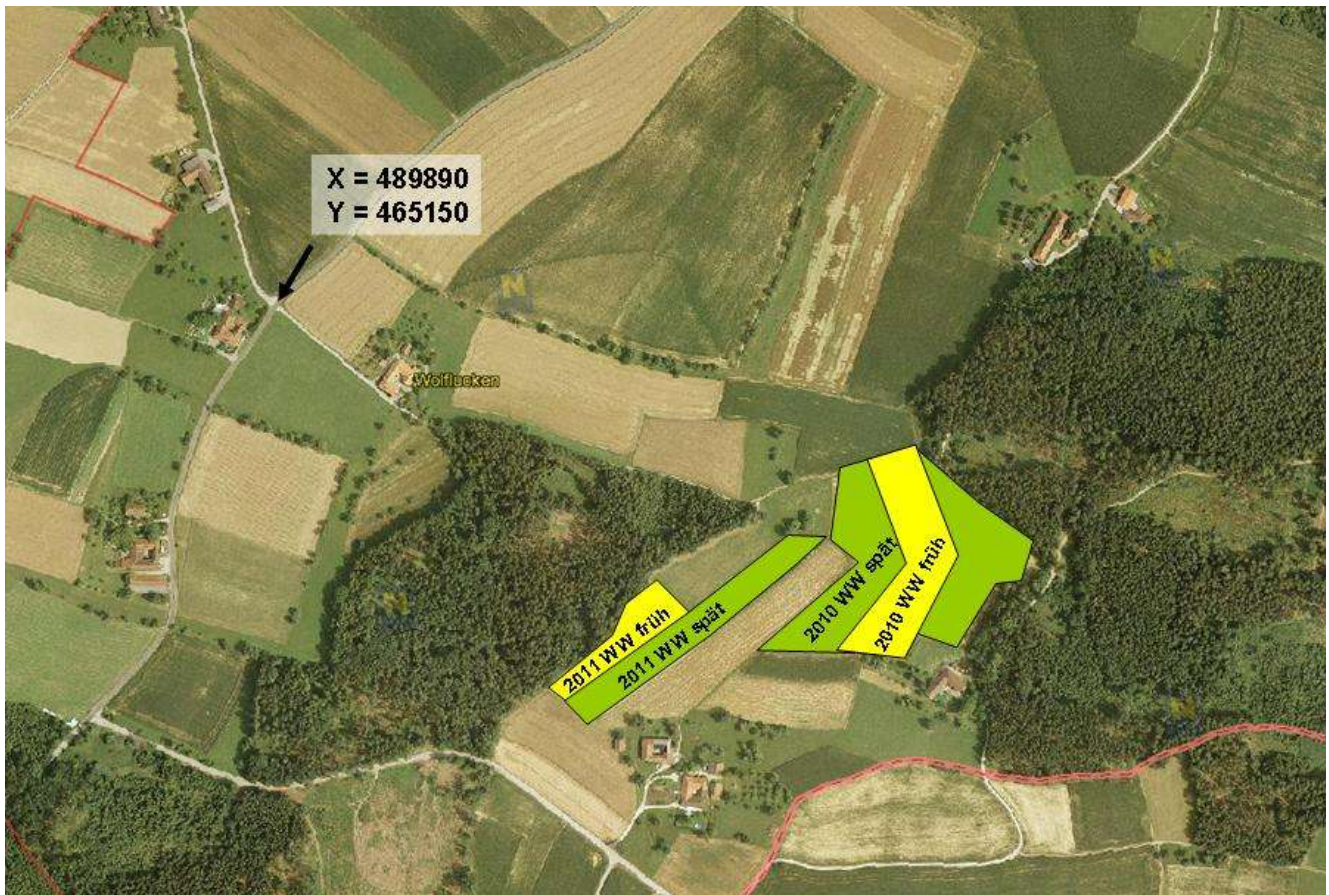


Abbildung 1: Lage und Anordnung der Versuchsflächen 2010 und 2011.

Im Herbst vor jedem Versuchsdurchgang wurden die Versuchsflächen geteilt und je eine Teil mit einer frühen und einer späten Weizensorte bebaut. Nach dem Auflaufen des Getreides (2009) bzw. vor dem Beginn des Larvenschlupfes (2011) wurden 20 Kleinstparzellen auf den Flächen mit definierten Mengen an *Diabrotica*-Eiern infiziert. 2009 wurden pro Parzelle 900 Eier ausgebracht. Da eine Parzelle Platz für 3 Maispflanzen bietet, entspricht die ausgebrachte Eimenge einer Dichte von 300 Eiern pro Pflanze in den Kontrollparzellen. Die theoretische zu erwartende Schlupfrate dieser Eier wurde im Labor ermittelt. Dabei wurden 5 Stichproben des zur Infektion verwendeten Eisubstrats in Petrischalen bei Raumtemperatur aufbewahrt und der Schlupf von Eilarven täglich kontrolliert. Aufgrund der ermittelten Schlupfrate von 26% war mit einer Infektionsrate von maximal 234 L1-Larven pro Parzelle zu rechnen. Geht man von einer Überlebensrate der L1-Larven von ca. 4% aus

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH

Spargelfeldstraße 191 | A-1220 Wien | www.ages.at

DVR: 0014541 | Registergericht: Handelsgericht Wien | Firmenbuch: FN 223056z

Konto Nr.: 96 006 506 | BLZ: 60000 | IBAN: AT58 60000 00096 006 506 | UID: ATU 54088605



(siehe Töpfer und Kuhlmann, 2006), waren pro Parzelle im Jahr 2010 neun bis zehn Käfer zu erwarten.

Aufgrund der ersten Versuchsergebnisse 2010 wurde entschieden, die Infektionsmethode zu verändern. Um die Überwinterungsmortalität der Eier gering zu halten, wurden die Eier nicht im Herbst 2010 ausgebracht, sondern über die Wintermonate bei 6°C im Labor gelagert und erst im Frühjahr 2011 ins Freiland verbracht. Um die Abhängigkeit von bestimmten Eichargen aus der Laborzucht, welche aus noch ungeklärten Gründen in den Schlupfraten extrem variieren können, zu verringern, wurden Eier aus drei verschiedenen Zuchtansätzen für die Infektion reserviert. Insgesamt wurden 3600 Eier pro Parzelle ausgebracht. Dies entspricht einer Dichte von 1200 Eiern pro Maispflanze in den Kontrollparzellen. Die Ermittlung der Schlupfraten (siehe oben) ergab eine Anzahl von 214 maximal zu erwartenden L1-Larven oder 8 bis 9 zu erwartende Käfer pro Parzelle.

Jede Variante (siehe Tabelle 1) wurde fünfmal wiederholt (5 Parzellen pro Variante). Ein vollständig randomisiertes Blockdesign war aus praktischen Gründen nicht möglich, da die frühe und die späte Weizensorte zeitlich unabhängig voneinander maschinell beerntbar sein mussten. Über den Parzellen wurden Schlupfkäfige errichtet, die von Ende Juni bis Ende August jeder Versuchssaison einmal pro Woche auf geschlüpfte Käfer untersucht wurden. Die Anzahl der während der gesamten Saison gefangenen Käfer pro Parzelle (Käfig) wurde zur Auswertung der Versuche herangezogen. Nach der Ernte wurde in den Parzellen mit der frühen Weizensorte das Auflaufen von Ausfallgetreide in 5 Käfigen durch Jäten verhindert, in weiteren 5 Käfigen durch Ausbringen und Eingießen von Weizenkörnern zusätzlich verstärkt. Fünf händisch angelegte und ebenfalls künstlich infizierte Maisparzellen im Versuchsfeld dienten als Kontrolle. Eine Übersicht zum Versuchsdesign und zur Anordnung der Parzellen geben Tabelle 1 und Abbildung 2. Das Design wurde während der beiden Versuchsjahre nicht wesentlich verändert.

Tabelle 1: Übersicht über die Versuchsvarianten der Winterweizenversuche 2010 und 2011.

Kürzel	Bezeichnung	Kultur	Ausfallgetreide	WH
F -	Weizen früh	Weizen (Sorte Balaton)	entfernt	5
F +	Weizen früh plus Ausfallgetreide	Weizen (Sorte Balaton)	gefördert	5
S	Weizen spät	Weizen (Sorte Chevalier)	-	5
M	Kontrolle	Mais (Sorte Amato)	-	5



1. Fahrgasse 2. Fahrgasse 3. Fahrgasse 4. Fahrgasse 5. Fahrgasse

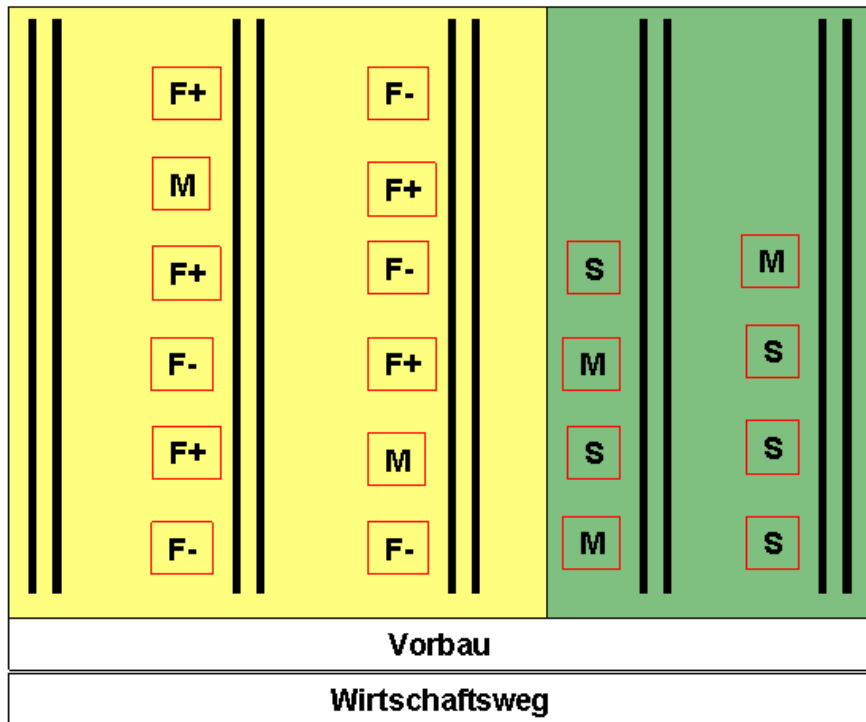


Abbildung 2: Schematische Anordnung der Versuchspartellen; F+ frühe Weizensorte mit Ausfallgetreide, F- frühe Weizensorte ohne Ausfallgetreide, M Maispartellen, S späte Weizensorte



3 Ergebnisse

3.1 Wichtigste Ergebnisse der Saison 2009/2010

In keiner Parzelle mit Winterweizen, unabhängig von der Sorte und dem Vorhandensein von Ausfallgetreide, konnten erwachsene Maiswurzelbohrer festgestellt werden. An den Weizenpflanzen wurden keine Fraßschäden festgestellt, die Pflanzen entwickelten sich kräftig, Zeichen von Wasser- oder Nährstoffmangel infolge von Wurzelschäden konnten ebenfalls nicht festgestellt werden.

In den Kontrollparzellen mit Mais entwickelten sich insgesamt 5 erwachsene Maiswurzelbohrer. Der erste Käfer schlüpfte erst 1 Monat später als erwartet, am 06. 08. 2010. Die weiteren 4 Käfer schlüpften über den ganzen August verteilt bis spätestens 27. 08. 2010. Auf 900 ausgebrachte Eier pro Käfig kam daher durchschnittlich nur ein erwachsener Käfer. Die Maispflanzen waren schwach entwickelt, es zeigten sich jedoch keine Schadsymptome, die für *Diabrotica*-Larvenfraß typisch wären.

Der Schlupf der Käfer in den Maisparzellen begann somit nach der Ernte der frühen Weizensorte (23. 07. 2010), jedoch vor der Ernte der späten Sorte (11. 08. 2010). Das Absterben der Weizenpflanzen erfolgte bei der frühen Maissorte etwa ab Mitte Juli, die späte Sorte war ungefähr eine Woche in Entwicklungsrückstand (Abb. 3). Laut Auskunft des Landwirtes war der Erntetermin der frühen Sorte im Nachhinein betrachtet etwas zu früh gewählt, da der Wassergehalt in den Getreidekörnern noch zu hoch für eine Lagerung war. Das Ausfallgetreide in den 5 Parzellen der frühen Sorte war zum Zeitpunkt des ersten Käferschlupfes in den Maisparzellen Anfang August bereits aufgelaufen und war in der Folge über den ganzen August hinweg grün (BBCH 13-15 am 06. 08. 2010). Der Zeitraum, während dem in keiner der drei verschiedenen Winterweizenvarianten (frühe Sorte, späte Sorte, frühe Sorte mit Ausfallgetreide) lebende Wurzelmasse vorhanden war, war somit auf etwa 1 bis 2 Wochen zwischen Mitte Juli und Anfang August beschränkt (Abb. 3).

3.2 Wichtigste Ergebnisse der Saison 2010/2011

Wie bereits in der Saison zuvor konnten in keiner Parzelle mit Winterweizen, unabhängig von der Sorte und dem Vorhandensein von Ausfallgetreide, erwachsene Maiswurzelbohrer festgestellt werden. Die Weizenpflanzen waren kräftig entwickelt, Anzeichen von Fraßschäden konnten nicht festgestellt werden.

In den Kontrollparzellen mit Mais entwickelten sich insgesamt 12 erwachsene Maiswurzelbohrer. In der zweiten Versuchssaison schlüpften die Käfer etwa eineinhalb Monate später als erwartet, der erste Käfer wurde am 25. 08. 2011 gefangen. Die weiteren Käfer schlüpften bis spätestens 07. 09. 2011. Auf 3 600 ausgebrachte Eier pro Käfig kamen daher durchschnittlich nur 2,4 erwachsene Käfer. Die Maispflanzen waren gut entwickelt und zeigten keine Schadsymptome, die auf einen Fraß durch *Diabrotica*-Larven zurückzuführen gewesen wären. In einer in einem nahegelegenen Monomaisfeld aufgestellten Pheromonfalle wurden insgesamt 4 Käfer gefangen. Der erste Käfer wurde am 03. 08. 2011, etwa drei Wochen vor dem ersten Käfer in den Käfigen, festgestellt.

Der Drusch der frühen Weizensorte erfolgte am 20. 07. 2011, aufgrund der schlechten Wettervorhersage etwa eine Woche früher als vom phänologischen Entwicklungszustand empfehlenswert gewesen wäre (BBCH bei der Ernte: 89-92). Das Abreifen der frühen Sorte setzte



bereits Anfang Juli ein. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass im Juli keine frischen Wurzeln mehr für eventuell vorhandene Larven zur Verfügung standen. Die späte Sorte wird aufgrund des Schlechtwetters während der zweiten Julihälfte erst am 03. 08. 2011 beerntet, etwa eine Woche zu spät (Körner fielen bereits aus). Der phänologische Unterschied zwischen den beiden Sorten betrug in etwa eine Woche. Demnach waren verwertbare Wurzeln maximal bis in die erste Juliwoche zu erwarten. Die Keimung des Ausfallgetreides hatte eine Woche nach dem Drusch bereits eingesetzt, ab Anfang August waren die entsprechenden Parzellen in der frühen Weizensorte durchgehend bewachsen. Eine ausreichende Nahrungsversorgung eventuell vorhandener Larven war somit zumindest drei bis vier Wochen vor dem Beginn des Käferschlupfes in den Maisparzellen gewährleistet.

Der Zeitraum, während dem in keiner der drei verschiedenen Winterweizenvarianten (frühe Sorte, späte Sorte, frühe Sorte mit Ausfallgetreide) lebende Wurzelmasse vorhanden war, erstreckte sich somit über drei bis vier Wochen zwischen Mitte Juli und Anfang August (Abb. 3).

2010	Juni			Juli				August			
Kalenderwoche	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
frühe Weizensorte	grün	grün	grün	grün	gelb	gelb					
frühe Sorte + Ausfallgetreide	grün	grün	grün	grün	gelb	gelb		grün	grün	grün	grün
späte Weizensorte	grün	grün	grün	grün	grün	gelb	gelb	gelb			
Diabrotica Larvalentwicklung*	grau	grau	grau	grau	grau	grau	grau	grau	grau	grau	grau
Diabrotica Schlupf								grau	grau	grau	grau
Erntetermine							grau		grau		

Abbildung 3: Vergleich der phänologischen Entwicklung der Winterweizenparzellen und der Entwicklung des Maiswurzelbohrers am Versuchsfeld in der Saison 2009/2010 (grün: lebende Wurzelmasse vorhanden; gelb: Erreichen der Totreife)

*Zeitraum der Juvenilentwicklung des Maiswurzelbohrers geschätzt aufgrund des Infektionszeitpunktes und anhand der Schlupfdaten



2011	Juni			Juli				August				Sept.	
Kalenderwoche	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
frühe Weizensorte													
frühe Sorte + Ausfallgetreide													
späte Weizensorte													
Diabrotica Larvalentwicklung*													
Diabrotica Schlupf													
Erntetermine													

Abbildung 4: Vergleich der phänologischen Entwicklung der Winterweizenparzellen und der Entwicklung des Maiswurzelbohrers am Versuchsfeld in der Saison 2010/2011 (Farbcodierung und Schätzung der Juvenilentwicklung wie bei Abb. 3 beschrieben)

3.3 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Beide Versuchsdurchgänge ergaben vergleichbare Ergebnisse. Aufgrund dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass eine Entwicklung des Maiswurzelbohrers an Getreide in Massen unter den gegebenen Witterungsverhältnissen und unter praxisüblichen landwirtschaftlichen Kulturbedingungen ausgeschlossen werden kann.

Unabhängig von der Tatsache, dass eine Entwicklung an Getreide im Labor prinzipiell möglich ist, zeigen die oben bildlich dargestellten phänologischen Vergleiche, dass während der späten Larvenentwicklung des Maiswurzelbohrers aufgrund der Abreifung des Getreides die Nahrungsressourcen knapp werden. Aufgrund dieser schlechten Synchronisation zwischen Larvalentwicklung des Schädlings und phänologischer Entwicklung der Kulturpflanze besteht nur bei sehr früh entwickelnden Larven die Möglichkeit, dass Puppenstadium zu erreichen, bevor die Wurzeln der Wirtspflanzen unverwertbar geworden sind. Rechnet man hinzu, dass es sich bei Getreide schon alleine wegen der geringeren vorhandenen Biomasse um eine schlechter verwertbare Nahrungsressource handelt, so ist eine schnelle Entwicklung des Schädlings unwahrscheinlich und dementsprechend auch die Chance auf einen frühzeitigen Abschluss der Juvenilentwicklung noch geringer.



Besonders spät entwickelnde Larven könnten sich eventuell vom Ausfallgetreide ernähren. Auch diese Möglichkeit erscheint jedoch als unwahrscheinlich. Gerade zu Beginn der Larvalentwicklung ist die Wasser- und Nahrungsverfügbarkeit für die Junglarven besonders kritisch. Hinzu kommt, dass die Juvenilentwicklung in diesem Fall bis in die zweite Augushälfte bzw. erste Septemberhälfte hineinreichen würde. Zu diesem Zeitpunkt wird auf den abgeernteten Getreideflächen bereits wieder eine Bodenbearbeitung durchgeführt, welche für zusätzliche Mortalität sorgen würde.

Der Fruchtwechsel als Bekämpfungsmaßnahme bleibt daher zum derzeitigen Kenntnisstand eine hoch wirksame Maßnahme, auch wenn auf Mais Getreide angebaut wird. Da Gerste noch früher als Winterweizen abreift, kann man davon ausgehen, dass die erzielten Ergebnisse nicht nur für Winterweizen, sondern ebenso für Wintergerste aussagekräftig sind.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass in beiden Versuchsdurchgängen auch in den Kontrollen sehr wenige Käfer geschlüpft sind. Die wenigen geschlüpften Individuen erschienen zudem wesentlich später als erwartet in den Schlupfkäfigen. Dies deutet darauf hin, dass die Entwicklungsbedingungen auf den Versuchsfeldern generell für die Maiswurzelbohrer schlecht waren. Um dieser Unsicherheit Rechnung zu tragen, wird ausdrücklich die Möglichkeit, dass sich ein sehr geringer Prozentsatz einer Maiswurzelbohrerpopulation auch in der Folgekultur Winterweizen entwickeln könnte, nicht ausgeschlossen. Eine Massenentwicklung vergleichbar mit der in mehrjähriger Maiskultur ist jedoch sicherlich auszuschließen.

Ein Fruchtwechsel nach Mais hin zu Getreide ist daher im Zuge von Eingrenzungsmaßnahmen nach wie vor als sehr effiziente Bekämpfungsmaßnahme zu empfehlen. Auch im Zuge von Ausrottungsmaßnahmen isolierter Befallsvorkommen ist der Fruchtwechsel als Teil der Bekämpfungsstrategie unverzichtbar. Folgt in diesem Fall Getreide auf Mais, kann jedoch aufgrund der hier präsentierten Ergebnisse kein 100%iges Absterben aller *Diabrotica*-Larven garantiert werden.



4 Zusammenfassung

In den vorliegenden Versuchen sollte geklärt werden, ob sich *Diabrotica virgifera virgifera* auch unter Freilandbedingungen in Europa an Winterweizen erfolgreich entwickeln kann. Da eine prinzipielle Möglichkeit der Entwicklung des westlichen Maiswurzelbohrers auf Getreide im Labor bereits nachgewiesen wurde, traten in den Freilanduntersuchungen phänologische Aspekte in den Vordergrund. So sterben z.B. bei früh abreifenden Weizensorten auch die Wurzeln früher ab und stehen dann als Nahrungsquelle für den Maiswurzelbohrer nicht mehr zur Verfügung. An späteren Sorten wäre demnach die Entwicklung länger möglich. Zusätzlich könnte nach einer frühen Weizenernte die Entwicklung auch auf keimendem Ausfallgetreide stattfinden.

Auf Versuchsflächen im niederösterreichischen Voralpengebiet wurden jeweils im Herbst nebeneinander eine frühe und eine späte Winterweizensorte angebaut. Kleinparzellen in diesen Flächen wurden mit definierten Mengen an *Diabrotica*-Eiern künstlich infiziert. Als Kontrolle wurden Maisparzellen in den Getreideflächen angelegt, die ebenso künstlich infiziert wurden. In der Fläche mit der frühen Weizensorte wurde als zusätzliche Variation in einem Teil der Parzellen das Auflaufen von Ausfallgetreide durch Jäten verhindert, im anderen Teil durch Ausbringen und Eingießen von Weizenkörnern zusätzlich verstärkt. Der Schlupf der Käfer aus den Parzellen wurde im Folgejahr mittels Schlupfkäfigen erhoben.

In beiden Jahren schlüpfte aus den Kontrollparzellen mit Mais eine geringe Anzahl an erwachsenen Maiswurzelbohrern. Im Gegensatz dazu konnten aus den Getreideparzellen keine Käfer gefangen werden, unabhängig von der Sorte und vom Vorhandensein von Ausfallgetreide. Ein Vergleich des zeitlichen Verlaufs der Juvenilentwicklung des Schädlings und der phänologischen Entwicklung des Getreides zeigt, dass ein Großteil der Schädlingspopulation sich in einem späten Larvenstadium befindet, wenn die Abreifung des Getreides einsetzt. Dadurch werden gegen Ende der Larvalentwicklung des Schädlings die Nahrungsressourcen knapp, sodass ein erfolgreicher Abschluss der Entwicklung unwahrscheinlich wird. Umgekehrt setzt die Entwicklung des Ausfallgetreides zu spät ein, um dem Großteil der Larvenpopulation noch als Nahrung dienen zu können.

Aufgrund der hier präsentierten Ergebnisse lässt sich die Möglichkeit, dass sich ein geringer Prozentsatz einer Maiswurzelbohrerpopulation auch in der Folgekultur Winterweizen entwickeln könnte, nicht ausschließen. Die Ergebnisse zeigen jedoch deutlich, dass eine Massenentwicklung vergleichbar mit der in mehrjähriger Maiskultur schon alleine aus mangelnder Synchronisation zwischen Wirtspflanzen- und Schädlingsentwicklung nicht möglich ist. Der Fruchtwechsel ist daher als sehr effiziente Bekämpfungsmaßnahme im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen gegen *D. virgifera virgifera* zu bewerten, auch wenn in der Fruchtfolge Winterweizen auf Mais folgt.



5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Die geplanten Fragestellungen konnten im Rahmen der beiden Versuchsdurchgänge ohne Ausnahme und ohne wesentliche Änderungen des Versuchsprogrammes bearbeitet und zum Abschluss gebracht werden. In Anbetracht des geringen Schlupferfolgs der Schädlingspopulation in den Kontrollparzellen mit Mais lässt sich nicht ausschließen, dass unter besseren Grundvoraussetzungen (z.B. andere Bodenverhältnisse, günstigere Witterungsbedingungen) sich zumindest ein kleiner Teil einer Maiswurzelbohrerpopulation auch in der Folgekultur Winterweizen fertig entwickeln könnte. Dies könnte dann von Bedeutung sein, wenn Bekämpfungsmaßnahmen im Rahmen von Ausrottungsprogrammen isolierter Populationen einen 100%igen Erfolg erreichen müssten. Zur Absicherung der Ergebnisse wäre eine Wiederholung des Versuches auf anderen Flächen empfehlenswert.



6 Literaturverzeichnis

Das folgende Literaturverzeichnis beinhaltet die gesamte für die Durchführung dieses Projektes relevante Literatur (ohne Garantie auf Vollständigkeit). Das Verzeichnis kann somit als wichtige Informationsquelle für weiterführende Versuche dienen.

Ball H.J. 1957: On the biology and egg-laying habits of the Western Corn Rootworm. J Econ Entomol. 50:126-128.

Branson T.F. 1982: Olfactory response of larvae of *Diabrotica virgifera virgifera* to plant roots. Ent exp & appl 31:303-307.

Branson T.F. 1971: Resistance in the grass tribe Maydeae to larvae of the Western Corn Rootworm. Ann Entomol Soc Amer 64:861-863.

Branson T.F., Guss P.L. & Ortman E.E. 1969: Toxicity of Sorghum roots to larvae of the Western Corn Rootworm. J Econ Entomol 62:1375-1378.

Branson T.F. & Johnson R.D. 1973: Adult Western Corn Rootworms: oviposition, fecundity, and longevity in the laboratory. J Econ Entomol 66:417-418.

Branson T.F. & Krysan J.L. 1981: Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica*: an evolutionary view with implications for pest management. Environ Entomol 10:826-831.

Branson T.F. & Ortman E.E. 1970: The host range of larvae of the Western Corn Rootworm: further studies. J Econ Entomol 63:800-803.

Branson T.F. & Ortman E.E. 1967: Fertility of Western Corn Rootworm reared as larvae on alternate hosts. J Econ Entomol 60:595.

Branson T.F. & Ortman E.E. 1967: Host range of larvae of the Western Corn Rootworm. J Econ Entomol 60:201-203.

Branson T.F. & Reyes J.R. 1983: The association of *Diabrotica* spp. with *Zea diploperennis*. J Kansas Entomol Soc 56:97-99.

Branson T.F., Sutter G.R. & Fisher J.R. 1982: Comparison of a tolerant and a susceptible Maize inbred under artificial infestations of *Diabrotica virgifera virgifera*: yield and adult emergence. Environ Entomol 11:371-372.

Breitenbach S., Heimbach U. & Lauer K.-F. 2005: Field tests on the host range of the larvae of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte 1868, Chrysomelidae, Coleoptera). Nachrichtenbl Deut Pflanzenschutzd 57:241-244.

Campbell L.A. & Meinke L.J. 2006: Seasonality and adult habitat use by four *Diabrotica* species at prairie-corn interfaces. Environ Entomol 35:922-936. Online: doi: 10.1146/annurev.en.18.010173.000403



- Chege P.G., Clark T.L. & Hibbard B.E. 2005: Alternate host phenology affects survivorship, growth, and development of Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae. *Environ Entomol* 34:1441-1447.
- Chiang H.C. 1973: Bionomics of the Northern and Western Corn Rootworms. *Annu Rev Entomol* 18:47-72.
- Clark T.L. & Hibbard B.E. 2004: Comparison of non-maize hosts to support Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval biology. *Environ Entomol* 33: 681-689.
- Ellsbury M.M., Banken K.R., Clay S.A. & Forcella F. 2005: Interactions among Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae), yellow foxtail, and corn. *Environ Entomol* 34:627-634.
- Kiss J., Komáromi J., Khosbayan Bayar C., Edwards R. & Hatala-Zsellér I. 2005: Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) and the crop rotation system in Europe. In: Vidal S., Kuhlman U. & Edwards C.R. (eds.) *Western Corn Rootworm ecology and management*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 189-220.
- Krysan J.L. & Miller T.A. (Eds.) 1986: *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. Springer Verlag New York Inc. (260 S)
- Levine E., Oloumi-Sadeghi H. & Fischer J.R. 1992: Discovery of multiyear diapause in Illinois and South Dakota northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs and incidence of the prolonged diapause trail in Illinois. *J. Econ. Entomol.* 85:262-67.
- MacDonald P.J. & Ellis C.R. 1990: Survival time of unfed, first-instar Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) and the effects of soil type, moisture, and compaction on their mobility in soil. *Environ Entomol* 19:666-671.
- Meinke L.J. , Sappington T.W. , Onstad D.W., Guillemaud T., Miller N.J., Komáromi J., Levay N., Furlan L., Kiss J. & Toth F. 2009: Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. *Agric and Forest Entomol* 11:29-46.
- Moeser J. & Vidal S. 2004: Do alternative host plants enhance the invasion of the maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae, Galerucinae) in Europe? *Environ Entomol* 33:1169-1177.
- Moeser J. & Vidal S. 2005: How to measure the food utilization of subterranean insects: a case study with the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*). Online: doi: 10.1111/j.1439-0418.2005.00928.60-63.
- Oyediran I.O., Hibbard B.E. & Clark T.L. 2004: Selected grassy weeds as alternate hosts for Northern Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ Entomol* 33:1497-1504.
- Short D.E. 1970: Corn rootworm emergence sites in relation to the corn plants. *J Econ Entomol* 63:1007.
- Short D.E. & Luedtke R.J. 1970: Larval migration of the Western Corn Rootworm. *J Econ Entomol* 63:325-326.



Spencer J.L., Levine E., Isard S.A. and Mabry T.R. 2005: Movement, dispersal and behaviour of Western Corn Rootworm adults in rotated maize and soybean fields. In: Vidal S., Kuhlman U. & Edwards C.R. (eds.) Western Corn Rootworm ecology and management. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 121-144.

Spencer J.L., Hibbard J.M., Onstad D.W. 2009: Behaviour and ecology of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Leconte). Agric & Forest Entomol 11:9–27.

Spencer J.L. & Raghu S. 2009: Refuge or reservoir? The potential impacts of the biofuel crop *Miscanthus x giganteus* on a major pest of maize. PLoS ONE 4: e8336; doi:10.1371/journal.pone.0008336.

Suttle P.J., Musick G.J. & Fairchild M.L. 1967: Study of larval migration of the Western Corn Rootworm. J Econ Entomol 60:1226-1228.

Toepfer S. & Kuhlmann U. 2006: Constructing life-tables for the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* (Col.; Chrysomelidae) in Europe. J Appl Entomol 130:193-205. Online: doi: 10.1111/j.1439-0418.2006.01060.x.

Turpin F.T., Dumenil L.C. & Peters D.C. 1972: Edaphic and agronomic characters that affect potential for rootworm damage to corn in Iowa. J Econ Entomol 65:1615-1619.

Turpin F.T. & Peters D.C. 1971: Survival of Southern and Western Corn Rootworm larvae in relation to soil texture. J Econ Entomol 64:1448-1451.

Wilson T.A. & Hibbard B.E. 2004: Host suitability of nonmaize agroecosystem grasses for the Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ Entomol 33:1102-1108.



7 Anlagen

7.1 Darstellung, Wertung sowie Anwendung der Ergebnisse für Zwecke des StMELF

In den vorliegenden Versuchen sollte geklärt werden, ob sich *Diabrotica virgifera virgifera* auch unter Freilandbedingungen in Europa an Winterweizen erfolgreich entwickeln kann. Dabei spielt eine Rolle, ob über den gesamten Zeitraum der Larvalentwicklung des Maiswurzelbohrers die Getreidewurzeln in ausreichender Qualität („frisch“) zur Verfügung stehen. Diese zeitlich begrenzte Verfügbarkeit ist natürlich sortenabhängig, was in dem Versuch durch Verwendung einer frühen und einer späten Winterweizensorte berücksichtigt wurde. Zusätzlich könnte nach der Ernte die Entwicklung auch auf keimendem Ausfallgetreide stattfinden. Auch diese Fragestellung wurde in einer eigenen Variante berücksichtigt.

Zur Durchführung des Versuches wurden Versuchsflächen im niederösterreichischen Voralpengebiet gewählt. Da diese bereits im natürlichen Verbreitungsgebiet des Schädling liegen, waren Freilandversuche mit dem Quarantäneschädling überhaupt erst möglich. Zweitens ähnelt diese Region in seiner Topographie und seinen Klimabedingungen bayrischen Verhältnissen. Die phänologische Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturen läßt sich daher auch mit jener in Bayern vergleichen.

Die Versuche wurden in Kleinparzellen mit künstlicher Infektion der Versuchseinheiten mit definierten Mengen an *Diabrotica*-Eiern durchgeführt. Neben den Weizenparzellen (frühe Sorte, späte Sorte und frühe Sorte mit Ausfallgetreide) dienten Maisparzellen in den Getreideflächen als Kontrollen. Der Schlupf der Käfer aus den Parzellen wurde mittels Schlupfkäfigen erhoben.

In beiden Jahren schlüpften aus den Kontrollparzellen mit Mais eine geringe Anzahl an erwachsenen Maiswurzelbohrern. Im Gegensatz dazu konnten aus den Getreideparzellen keine Käfer gefangen werden, unabhängig von der Sorte und vom Vorhandensein von Ausfallgetreide. Ein Vergleich des zeitlichen Verlaufs der Juvenilentwicklung des Schädling und der phänologischen Entwicklung des Getreides zeigt, dass ein Großteil der Schädlingpopulation sich in einem späten Larvenstadium befindet, wenn die Abreifung des Getreides einsetzt. Dadurch werden gegen Ende der Larvalentwicklung des Schädling die Nahrungsressourcen knapp, sodass ein erfolgreicher Abschluss der Entwicklung unwahrscheinlich wird. Umgekehrt setzt die Entwicklung des Ausfallgetreides zu spät ein, um dem Großteil der Larvenpopulation noch als Nahrung dienen zu können.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass eine Entwicklung des Maiswurzelbohrers an Getreide in Massen unter den gegebenen Witterungsverhältnissen und unter praxisüblichen landwirtschaftlichen Kulturbedingungen ausgeschlossen ist. Dieses empirische Ergebnis wird durch die graphischen Vergleiche der Phänologien von Schädling und Wirtspflanze unterstützt. Während der späten Larvenentwicklung des Maiswurzelbohrers werden aufgrund der Abreifung des Getreides die Nahrungsressourcen knapp. Der Hauptmasse der Larvenpopulation im Boden fehlt daher für eine erfolgreiche Entwicklung die Nahrungsgrundlage. Möglicherweise könnten trotz der schlechten Synchronisation zwischen Larvalentwicklung des Schädling und phänologischer Entwicklung der Kulturpflanze wenige früh entwickelnden Larven das Puppenstadium erreichen, bevor die Wurzeln der Wirtspflanzen unverwertbar geworden sind. Genauso wäre möglich, dass besonders spät entwickelnde Larven sich eventuell vom Ausfallgetreide ernähren könnten. Für eine Massenentwicklung des Schädling fallen diese beiden „Randgruppen“ der Larvenpopulation im phänologischen Sinne jedoch nicht ins Gewicht.



Der Fruchtwechsel als Bekämpfungsmaßnahme bleibt daher zum derzeitigen Kenntnisstand eine hoch wirksame Maßnahme, auch wenn auf Mais Getreide angebaut wird. Da Gerste noch früher als Winterweizen abreift, kann man davon ausgehen, dass die erzielten Ergebnisse nicht nur für Winterweizen, sondern ebenso für Wintergerste aussagekräftig sind. Gänzlich lässt sich die Möglichkeit, dass sich ein geringer Prozentsatz einer Maiswurzelbohrerpopulation auch in der Folgekultur Winterweizen entwickeln könnte, nicht ausschließen. Eine Massenentwicklung vergleichbar mit der in mehrjähriger Maiskultur ist jedoch sicherlich nicht möglich.

Ein Fruchtwechsel nach Mais hin zu Getreide ist daher im Zuge von Eingrenzungsmaßnahmen nach wie vor als sehr effiziente Bekämpfungsmaßnahme zu empfehlen. Auch im Zuge von Ausrottungsmaßnahmen isolierter Befallsvorkommen ist der Fruchtwechsel als Teil der Bekämpfungsstrategie unverzichtbar. Folgt in diesem Fall Getreide auf Mais, kann jedoch aufgrund der hier präsentierten Ergebnisse kein 100%iges Absterben aller *Diabrotica*-Larven garantiert werden. Während im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen ein Fruchtwechsel als alleinige Bekämpfungsmaßnahme gegen den Maiswurzelbohrer in den meisten Fällen ausreichend sein wird, werden für Ausrottungsprogramme in isolierten Befallsgebieten aus Sicherheitsgründen zusätzliche Maßnahmen empfohlen. Außerdem würde dann der Wechsel von Mais hin zu dikotylen Kulturpflanzen zusätzliche Sicherheit geben.

7.2 Kurzfassung der Ergebnisse

In den vorliegenden Versuchen sollte geklärt werden, ob sich *Diabrotica virgifera virgifera* auch unter Freilandbedingungen in Europa an Winterweizen erfolgreich entwickeln kann. In Laborversuchen wurde bereits nachgewiesen, dass der Maiswurzelbohrer sich auch an verschiedenen Getreidearten entwickeln könnte. Diese Ergebnisse sind aber nicht einfach auf landwirtschaftliche Praxisbedingungen übertragbar. Für ein erfolgreiches Überleben an Getreide im Freiland müssen unter anderem auch jahreszeitliche Übereinstimmungen im Entwicklungszyklus von Schädling und Wirtspflanze vorhanden sein. So sterben z.B. bei früh abreifenden Weizensorten auch die Wurzeln früher ab und stehen dann als Nahrungsquelle für den Maiswurzelbohrer nicht mehr zur Verfügung. An späteren Sorten wäre demnach die Entwicklung länger möglich. Zusätzlich könnte nach einer frühen Weizenernte die Entwicklung auch auf keimendem Ausfallgetreide stattfinden.

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden jeweils im Herbst nebeneinander eine frühe und eine späte Winterweizensorte angebaut. Kleinparzellen in diesen Flächen wurden mit definierten Mengen an *Diabrotica*-Eiern künstlich infiziert. Als Kontrolle wurden Maisparzellen in den Getreideflächen angelegt, die ebenso künstlich infiziert wurden. In der Fläche mit der frühen Weizensorte wurde als zusätzliche Variation in einem Teil der Parzellen das Auflaufen von Ausfallgetreide durch Jäten verhindert, im anderen Teil durch Ausbringen und Eingießen von Weizenkörnern zusätzlich verstärkt. Der Schlupf der Käfer aus den Parzellen wurde im Folgejahr mittels Schlupfkäfigen erhoben.

In beiden Jahren schlüpfen aus den Kontrollparzellen mit Mais eine geringe Anzahl an erwachsenen Maiswurzelbohrern. Im Gegensatz dazu konnten aus den Getreideparzellen keine Käfer gefangen werden, unabhängig von der Sorte und vom Vorhandensein von Ausfallgetreide. Ein Vergleich des zeitlichen Verlaufs der Juvenilentwicklung des Schädlings und der phänologischen Entwicklung des Getreides zeigt, dass ein Großteil der Schädlingpopulation sich in einem späten Larvenstadium befindet, wenn die Abreifung des Getreides einsetzt. Dadurch werden gegen Ende der Larvalentwicklung des Schädlings die Nahrungsressourcen knapp, sodass ein erfolgreicher Abschluss



der Entwicklung unwahrscheinlich wird. Umgekehrt setzt die Entwicklung des Ausfallgetreides zu spät ein, um dem Großteil der Larvenpopulation noch als Nahrung dienen zu können.

Aufgrund der hier präsentierten Ergebnisse lässt sich die Möglichkeit, dass sich ein geringer Prozentsatz einer Maiswurzelbohrerpopulation auch in der Folgekultur Winterweizen entwickeln könnte, nicht ausschließen. Die Ergebnisse zeigen jedoch deutlich, dass eine Massenentwicklung vergleichbar mit der in mehrjähriger Maiskultur schon alleine aus mangelnder Synchronisation zwischen Wirtspflanzen- und Schädlingsentwicklung nicht möglich ist.

Im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen wird ein Fruchtwechsel als alleinige Bekämpfungsmaßnahme gegen den Maiswurzelbohrer in den meisten Fällen ausreichend sein, auch wenn in der Fruchtfolge Winterweizen auf Mais folgt. Für Ausrottungsprogramme in isolierten Befallsgebieten werden aus Sicherheitsgründen zusätzliche Bekämpfungsmaßnahmen empfohlen. Ein Wechsel von Mais hin zu dikotylen Kulturpflanzen gibt in diesem Fall zusätzliche Sicherheit.

7.3 Abstract in English

The aim of the presented experiments was to investigate the possibility of *Diabrotica virgifera virgifera* development on winter wheat under field conditions. Several cereals – including wheat – have already been proved to be suitable as host plants of the Western Corn Rootworm in laboratory experiments. Under field conditions, however, additional factors such as crop phenology may impede successful juvenile development of the pest insect. Early winter wheat varieties, for example, may mature – and consequently lose root vigour – at a time when larvae are still foraging in the soil. Late varieties, on the other hand, may be more suitable for pest development. Last but not least, corn rootworm larvae may not be able to complete development before maturation of the regular crop, but some may survive until volunteer wheat plants appear after harvest. This small portion of the larval population may then be able to complete development in the already harvested winter wheat fields.

An early and a late winter wheat variety were sown in autumn 2009 and 2010, respectively. Small plots within these experimental fields were infested with defined amounts of *Diabrotica* eggs. Small maize plots in the same fields, similarly infested with corn rootworm eggs, served as control. Germination of volunteer winter wheat plants after harvest was suppressed in one part and augmented in the second part of the early winter wheat plots. Emergence of any Western Corn Rootworm adults was monitored with emergence cages.

Results were similar in both years. A small number of *D. v. virgifera* adults emerged in control plots from maize roots, while no beetles were caught in any cages erected above winter wheat plots, independent from variety and the presence of volunteer wheat plants. A comparison of crop phenology and juvenile developmental periods of the corn rootworms showed a lack of synchrony. Both winter wheat varieties started to mature before the main part of the pest population was estimated to reach the pupal stage. Therefore, older larval stages of *D. v. virgifera* suffer from severe loss of food supply, making survival of the pest population unlikely. Germination of volunteer wheat plants, on the other hand, starts only after the majority of the larval population has presumably died from starvation.

Our two years results do not allow to completely exclude the possibility of successful development of small parts of a *Diabrotica* population in winter wheat under central European field conditions. Only



very few adults emerged in the control plots from maize roots. In addition, emergence of these adults was delayed, which shows that conditions for corn rootworm development were generally not favourable in experimental fields. Nevertheless, results show clearly that an epidemic population development as known from continuous corn is impossible. One reason for this is a lack of synchrony between the phenological development of the juvenile pest stages and the host plants.

Crop rotation therefore remains to be a very effective pest management tool for containment measures in already infested regions, even if winter wheat follows maize in the crop rotation system. It may, however, not be effective enough as a stand alone method in isolated outbreak zones. In these cases, it is recommendable to plant only dicotyledone crops after maize and to employ additional eradication measures.

