

## Endbericht

# Ausbreitungsverhalten und Eiablagerrate des Maiswurzelbohrers in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Maisernte

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.....	4
2	Material und Methoden .....	6
2.1	Versuchsflächen.....	6
2.2	Ausbreitungsverhalten der Käfer.....	6
2.3	Eiablagenraten der Weibchen .....	7
2.4	Schlupfraten der Eier.....	7
3	Ergebnisse .....	8
3.1	Wichtigste Ergebnisse der Saison 2009 .....	8
3.1.1	Ausbreitungsverhalten der Käfer .....	8
3.1.2	Eiablagenraten der Weibchen .....	9
3.2	Wichtigste Ergebnisse der Saison 2010 .....	10
3.2.1	Ausbreitungsverhalten der Käfer .....	10
3.2.2	Eiablagenraten der Weibchen .....	12
3.2.3	Schlupfraten der Eier .....	13
3.3	Wichtigste Ergebnisse der Saison 2011 .....	14
3.4	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	16
4	Zusammenfassung.....	17
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen.....	19
6	Literaturverzeichnis.....	20
7	Anlagen .....	22
7.1	Darstellung, Wertung sowie Anwendung der Ergebnisse für Zwecke des StMELF .....	22
7.2	Kurzfassung der Ergebnisse .....	23
7.3	Abstract in English .....	24



# 1 Allgemeines

## 1.1 Ziele und Aufgabenstellung

Die großräumige Ausbreitung des Westlichen Maiswurzelbohrers ist zweifellos auf durch den Menschen verursachte Verschleppung zurückzuführen. Auf diese Weise gelangte der Maiswurzelbohrer von Nordamerika nach Europa, und konnte sich auch innerhalb von Europa in wenigen Jahren über mehrere hundert Kilometer hinweg in viele verschiedene Länder ausbreiten (Baufeld & Enzian 2005, Guillemaud et al. 2005, Grant & Seevers 1989, Onstad et al. 1999).

Daneben können sich erwachsene Maiswurzelbohrer aber auch selbstständig weit ausbreiten. Die aktive Flugfähigkeit des kleinen Käfers wird auf einige 100 Meter pro Tag geschätzt, im Laufe mehrerer Tage bis Wochen können die Käfer Distanzen bis 50km zurücklegen (Carrasco et al. 2009, Coats et al. 1986). Zusätzlich zur oben erwähnten großräumigen Ausbreitung spielt die aktive Flugfähigkeit der Käfer bei der Verbreitung des Schädlings in kleineren geographischen Dimensionen, zum Beispiel bei der Besiedlung eines Bezirkes oder eines Bundeslandes, eine wesentliche Rolle. Landwirtschaftliche Bekämpfungsstrategien, die eine Verhinderung oder zumindest eine Begrenzung der lokalen Ausbreitung des Schädlings zum Ziel haben, müssen daher auch Maßnahmen gegen die Flugaktivitäten der Käfer beinhalten.

Die Gründe, die erwachsene Käfer zu Flügen über längere Distanzen bewegen, sind vielfältig und nur teilweise bekannt (Spencer et al. 2009). Neben dem Alter, dem Geschlecht und dem Befruchtungszustand der Käfer spielen auch die Witterungsverhältnisse und die Verfügbarkeit von Nahrungsquellen eine Rolle. Es ist daher naheliegend, anzunehmen, dass das Vorhandensein der Hauptnahrungsquelle Mais während der Flugsaison eine entscheidende Bedeutung sowohl für das Ausbreitungsverhalten der Käfer allgemein als auch für das Eiablageverhalten der *Diabrotica*-Weibchen hat.

In Mitteleuropa fällt das Ende der Flugzeit des Maiswurzelbohrers nicht nur mit sinkenden herbstlichen Temperaturen zusammen sondern auch mit der Maisernte. Bei einem frühen Erntetermin während spätsommerlicher Witterungsbedingungen kann es sein, dass der Mais als Hauptwirtspflanze bereits geerntet wird, wenn eine große Anzahl Käfer nach wie vor aktiv ist. Ziel der hier beschriebenen Versuche war es, herauszufinden, ob eine frühe Maisernte zu einem verstärkten Ausbreitungsverhalten der Käfer führt. Ein verstärktes Migrationsverhalten der Käfer, vor allem trächtiger Weibchen, als Folge der frühen Maisernte wäre ein Nachteil bei Eingrenzungs- und Ausrottungsmaßnahmen.

In einem zweiten Schritt sollte herausgefunden werden, ob die spät in der Saison fliegenden Weibchen überhaupt noch in der Lage sind, eine große Zahl an vitalen Eiern abzulegen und in der Folge signifikant zum Erhalt der Folgegenerationen beitragen. Neben der Abschätzung der (Ab)wanderungsbewegungen von Käfern nach der Ernte wurden daher zusätzlich die Eiablagezeiten der am Ende der Saison aktiven Weibchen erhoben und die Schlupfraten dieser Eier bestimmt.

Die Ergebnisse beider Teile des vorliegenden Versuchsprogrammes sollen zeigen, ob ein frühzeitiger Erntetermin die weitere Verbreitung des Schädlings fördert und daher ein Nachteil bei Ausrottungs- und Eingrenzungsmaßnahmen ist. In weiterer Folge sollen sie als Entscheidungshilfe für die Bewertung bzw. Umsetzung von Schutzmaßnahmen gegen die Ausbreitung des Quarantäneschädlings *Diabrotica virgifera virgifera* in Europa dienen.



## 1.2 Planung und Ablauf des Projektes

Zur Dokumentation des Migrationsverhaltens der Käfer wurde in drei aufeinanderfolgenden Versuchsdurchgängen (2009 bis 2011) die saisonale Fluktuation von Maiswurzelbohrerpopulationen in mehreren Feldern in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander geschätzt. Die einzelnen Felder wiesen alle starken Maiswurzelbohrerbefall auf und unterschieden sich bezüglich ihres Erntetermins. Die Schätzung der Populationsgrößen erfolgte durch wöchentliche Auszählung gefangener Käfer auf Gelbtafeln vor und nach der Ernte der Felder. Die Käferfangzahlen pro Woche auf abgeernteten Flächen und bestehenden Maisflächen wurde verglichen. Pro Jahr wurden zwei Versuchsdurchgänge parallel in verschiedenen Regionen durchgeführt, im Verlauf des Projektes wurden daher in 6 Versuchen Daten gesammelt.

Bei der Auswahl der Regionen wurden verschiedene Faktoren berücksichtigt. Einerseits musste in Regionen innerhalb des natürlichen Befallsgebietes des Quarantäneschaderregers gearbeitet werden. Zusätzlich waren hohe Abundanzen der Käfer notwendig, um verwertbare Ergebnisse mit den Gelbtafeln zu erzielen. Die Versuche wurden deshalb in Regionen mit einem hohen Anteil an Mais in der Fruchtfolge durchgeführt. Für die Fragestellung unerlässlich waren außerdem Maisflächen mit unterschiedlichen Ernteterminen in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander. Es wurden deshalb landwirtschaftliche Betriebe mit Silo- und Körnermaisflächen nebeneinander ausgesucht. Schließlich sollten die Ergebnisse auch auf bayrische Verhältnisse übertragbar sein. Aus diesem Grund wurden Regionen ausgewählt, die in ihrer Topographie und ihren Klimabedingungen am besten mit bayrischen Verhältnissen vergleichbar waren.

Neben den Populationsschätzungen mit Gelbtafeln im Feld wurde die Eiablagerrate der am Ende der Flugperiode aktiven Weibchen im Labor bestimmt. Dazu wurden lebende Weibchen in regelmäßigen Abständen auf den Versuchsflächen gefangen und im Labor bei optimaler Nahrungsversorgung auf Eiablagesubstrat gehalten. Das Substrat wurde nach dem Absterben der Tiere auf Eier untersucht und die Anzahl der Eier pro Weibchen bestimmt. Im letzten Versuchsjahr wurden zusätzlich die Schlupfraten dieser Eier bestimmt. Sie sollten Auskunft darüber geben, ob mit zunehmender Dauer der Saison bzw. zunehmendem Alter der Weibchen die Vitalität der abgelegten Eier abnimmt.

## 1.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn

Alle landwirtschaftlichen Kulturarbeiten, wie Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung, Unkrautbekämpfung, Pflanzenschutzmaßnahmen und Erntearbeiten erfolgten durch Vertragslandwirte zu den praxisüblichen Zeitpunkten und mit gängigen landwirtschaftlichen Maschinen. Dies gewährleistete möglichst realistische Ausgangsszenarien.

Die Verwendung von Gelbtafeln zur Schätzung der Feldpopulationen des Maiswurzelbohrers ist eine praxisübliche Methode und wird auch für Risikoanalysen eingesetzt (EPPO 2006, Kos et al 2011). Die Haltung der *Diabrotica*-Weibchen basiert auf einer Laborzucht, welche am Institut für Pflanzengesundheit der AGES bereits einige Jahre vor dem Start dieser Versuchsarbeiten im Zuge anderer Projekte entwickelt und erprobt wurde. Diese Methoden wurden im Zuge der Projektarbeiten nur geringfügig angepasst.

Wissenschaftlich baut das Versuchsvorhaben auf Untersuchungen zum Flug- und Eiablageverhalten des Maiswurzelbohrers aus den USA und aus Ungarn auf (review von Spencer et al. 2009, Töpfer et al. 2006). Diese Untersuchungen zeigen das große Potential der Käfer, sich aktiv weit fortzubewegen



zu können. Außerdem wird klar, dass das Vorhandensein adäquater Nahrungsressourcen bzw. Eiablageplätze dieses Flugverhalten wesentlich beeinflusst.

Untersuchungen über die zeitliche Entwicklung der Fruchtbarkeit der Weibchen bzw. über die Vitalität der *Diabrotica*-Eier im Verlauf einer Saison gibt es zumindest auch in Ansätzen. Sie zeigen, dass Maiswurzelbohrerweibchen nach einer einmaligen Paarung etwa 2 Monate hindurch Eier legen können. Danach können die Weibchen aktiv sein, ohne Eier zu legen, oder aber auch sich ein zweites Mal verpaaren und bis zum Absterben Eier legen. Die Anzahl vitaler Eier, die ein Weibchen ablegt schwankt je nach Literaturangabe stark zwischen etwas mehr als 200 bis über 1000 Eier pro Weibchen, und ist jedenfalls stark abhängig von der Verfügbarkeit von Nahrung (Bayar et al 2002, Branson and Johnson 1973, Branson et al 1977, Sherwood and Levine 1993, Töpfer and Kuhlmann 2006). Es gibt außerdem Hinweise darauf, dass die Vitalität der Eier mit zunehmender Dauer der Eiablageperiode bzw. zunehmendem Alter der Weibchen stark zurückgeht (Fischer et al 1991).



## 2 Material und Methoden

### 2.1 Versuchsflächen

Insgesamt wurde der Versuch während der dreijährigen Laufzeit sechsmal wiederholt. In einer Versuchsanlage wurden vier bis sechs Felder beprobt. Die Ernte begann auf den Flächen Ende August/ Anfang September und dauerte bis Mitte Oktober/ Anfang November an, sodass in den einzelnen Versuchsgebieten jeweils ein Zeitraum von 6 bis 8 Wochen am Ende der Flugperiode des Maiswurzelbohrers abgedeckt wurde. Tabelle 1 gibt einen methodischen Überblick über die einzelnen Versuche dieses Projektteils.

**Tabelle 1:** Verortung, Anzahl und Erntetermine der Versuchsflächen für die Ausbreitungsversuche 2009-2011

Jahr	Versuchsort	geograph. Position	Anzahl Flächen	Erntetermine (KW)
<b>2009</b>	Obgrün (Steiermark)	47°07'29"N 15°55'40"E	4	39-45
	Entschendorf (Steiermark)	47°02'52"N 15°42'55"E	6	38-44
<b>2010</b>	Obgrün (Steiermark)	47°07'29"N 15°55'40"E	5	39-45
	Antau (Burgenland)	47°46'22"N 16°29'25"E	6	40-45
<b>2011</b>	Zelting (Steiermark)	46°43'02"N 16°00'03"E	4	34-40
	Dietzen (Steiermark)	46°42'48"N 15°56'45"E	5	37-42

### 2.2 Ausbreitungsverhalten der Käfer

Die Schätzung der Populationsgrößen erfolgte mit jeweils drei Gelbtafeln des Typs Csalomon PALs (beleimte Gelbtafel ohne Lockstoff) pro Versuchsfeld. In wöchentlichen Abständen wurden die gefangenen Käfer ausgezählt und die Gelbtafeln erneuert. In den bestehenden Maisfeldern vor der Ernte wurden die Gelbtafeln direkt an den Maispflanzen in Brusthöhe montiert. Nach der Ernte wurden die Gelbtafeln an Pflöcken an denselben Stellen im abgeernteten Feld aufgehängt. Als Vergleichsgröße für die Analyse diente die durchschnittliche Anzahl gefangener Käfer pro Feld (arithmetisches Mittel der 3 Tafeln) und Woche.



### **2.3 Eiablagen der Weibchen**

Neben der Populationsschätzung mit Gelbtafeln wurden in den Feldern in einigen Wochen auch Käfer lebend gefangen. Die Käfer wurden zunächst durch Abschütteln von den Maispflanzen in Trichter oder durch Absaugen mit einem Exhaustor händisch gesammelt. Sobald zum Ende der Saison nur mehr sehr wenig Käfer im Bestand zu finden waren, wurden Lebendfallen mit pflanzenbürtige Attraktantien (KLPflor+ von Csalomon) aufgehängt um Käfer anzulocken und zu fangen. Außerdem wurde „Lockmais“ am Rande eines Feldes nachgebaut. Letzterer war aufgrund des späten Anbauzeitpunkts noch zu einem Zeitpunkt grün und für die Käfer attraktiv, an dem die anderen Maispflanzen bereits im Abreifen waren. Dadurch konnten die Käfer angelockt und auf kleinen Flächen im Bestand konzentriert werden, wo sie anschließend händisch eingefangen werden konnten. Die gefangenen Käfer wurden nach Geschlecht sortiert und die Weibchen anschließend im Labor auf Eiablagesubstrat gehalten. Als Nahrung dienten Maispflanzen, bzw. nach dem Abreifen derselben Zucchini- und Kürbisscheiben und Invertzuckersirup. Das Eiablagesubstrat jedes Käfigs wurde nach Beendigung des Versuchs (Absterben der Weibchen) gründlich durchmischt. 5 Stichproben dieses Substrats aus jedem Käfig wurden gewogen, die darin enthaltenen Eier ausgeschwemmt und gezählt. Anschließend wurde die Gesamtzahl der abgelegten Eier durch Interpolation auf die gesamte Substratmenge abgeschätzt. Als Vergleichsgröße diente die durchschnittliche Anzahl der abgelegten Eier pro Weibchen bzw., da die Weibchen je nach Sammlungstermin unterschiedlich lange lebten, die durchschnittliche Anzahl Eier pro Weibchen und Tag.

### **2.4 Schlupfraten der Eier**

Die Eier, welche die Weibchen aus dem zweiten Versuchsdurchgang Ende 2010 abgelegt hatten, wurden im Substrat in einer Klimakammer bei 6°C überwintert. Im Mai 2011 wurde die Diapause durch Verbringen der Eisubstrate in eine wärmere Klimakammer (25°C, 70% rel. Luftfeuchtigkeit) gebrochen. Je 5 Stichproben dieser Substrate wurden mit Maiskeimlingen versetzt und die Keimlinge alle 1-3 Tage auf frisch geschlüpfte Larven des Maiswurzelbohrers untersucht. Am Ende der Schlupfperiode wurde die Anzahl der geschlüpften Larven mit der Anzahl der in den Stichproben geschätzten Eimengen (siehe oben) verglichen und daraus Schlupfraten berechnet.

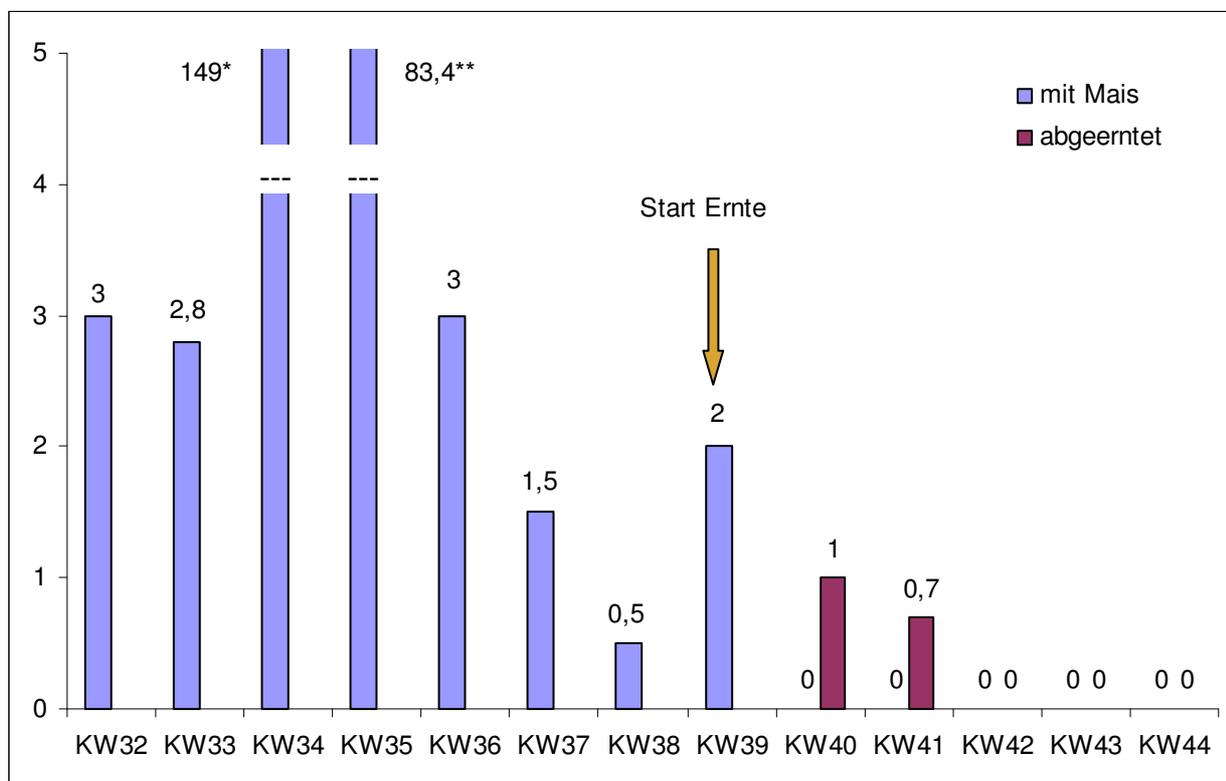


### 3 Ergebnisse

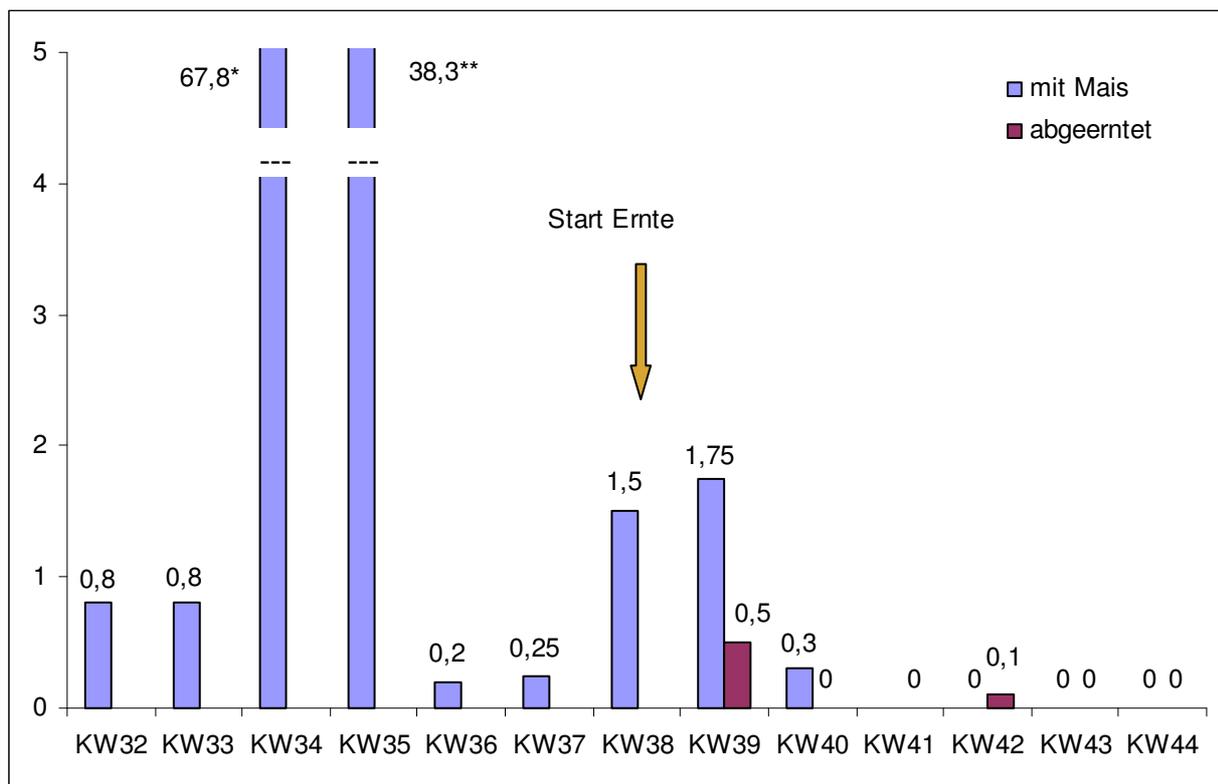
#### 3.1 Wichtigste Ergebnisse der Saison 2009

##### 3.1.1 Ausbreitungsverhalten der Käfer

Die Anzahl der gefangenen Käfer in den Gelbtafeln war mit durchschnittlich 0,4 bis 1 Käfer pro Falle und Woche generell sehr gering. Nach dem Beginn der Ernte in der 38. bzw. 39. Kalenderwoche wurden sowohl in den Fallen auf den bestehenden Maisfeldern als auch in den bereits abgeernteten Feldern vereinzelt Käfer gefangen (Abbildungen 1 und 2). Die Aktivität der Käfer wurde gegen Ende dieser Saison wesentlich von der Witterung beeinflusst. Dadurch kam auch in bestehenden Maisflächen der Käferflug bereits vor dem Beginn der Ernte fast vollständig zum Erliegen. Anhand der Fänge konnten keine Migrationsbewegungen zwischen den Feldern festgestellt werden. Das Ende der Flugperiode wurde durch den ersten Frost Anfang Oktober bestimmt.



**Abbildung 1:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Obgrün, 2009  
(\*Gelbtafel mit Attraktans, \*\*transparente Leimtafel mit Attraktans)



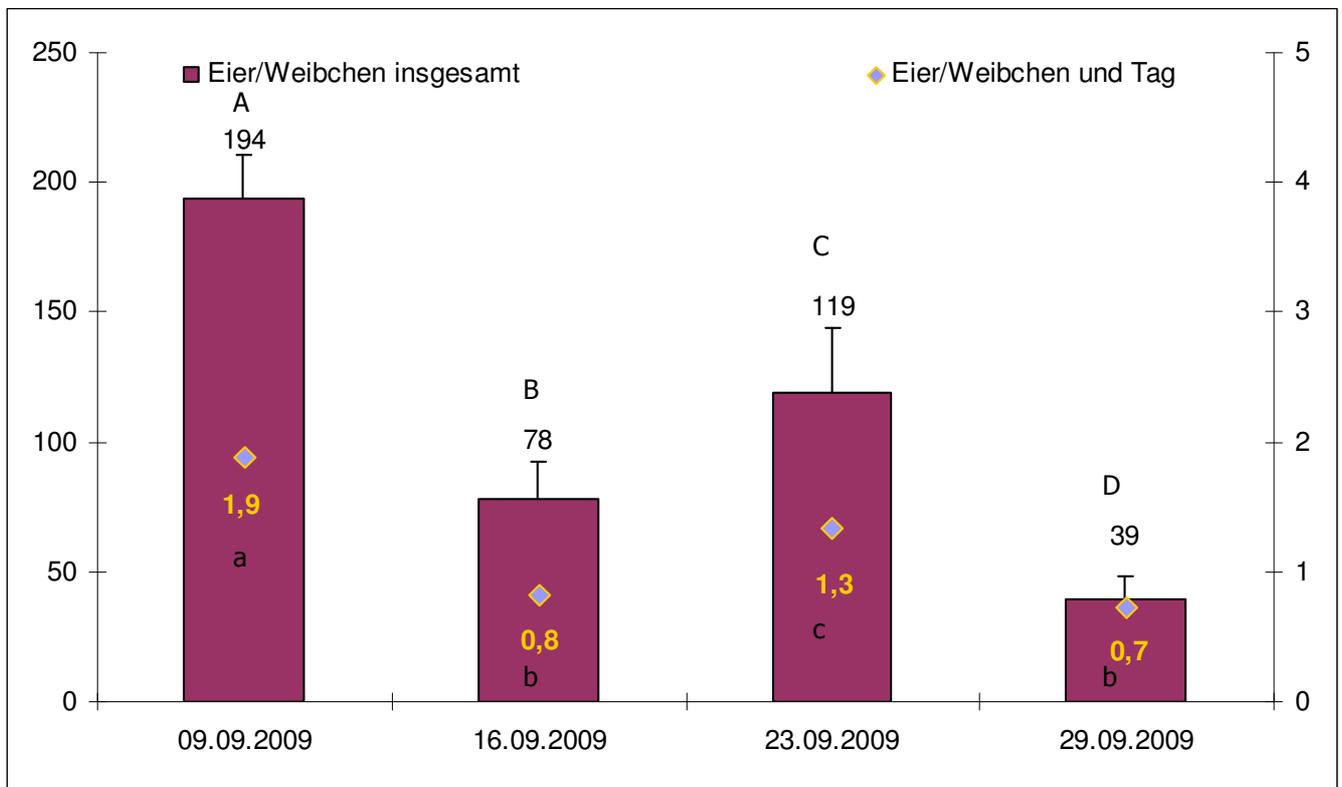
**Abbildung 2:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Entschendorf, 2009 (\*Gelbtafel mit Attraktans, \*\*transparente Leimtafel mit Attraktans)

### 3.1.2 Eiablagen der Weibchen

Die Maiswurzelbohrerweibchen, die an verschiedenen Sammlungsterminen zu Saisonende 2009 gefangen wurden, blieben teilweise bis in den Jänner 2010 am Leben. Die Weibchen legten im Schnitt zwischen 39 und 194 Eier insgesamt ab. Die einzelnen Sammlungstermine unterscheiden sich hinsichtlich der Gesamtzahl der abgelegten Eier pro Weibchen signifikant voneinander (Einfache Varianzanalyse; Bonferroni post hoc Test,  $p < 0,05$ ). Die meisten Eier wurden von den Weibchen gelegt, die Anfang September gefangen wurden. Tendenziell zeigt sich, dass die Weibchen insgesamt umso weniger Eier legten, je später sie gefangen wurden (Abb. 3). Da die Käfer in den Eiablagekäfigen jedoch unabhängig vom Sammlungsdatum ungefähr zur selben Zeit starben, war der Zeitraum, den früh gefangene Käfer zur Eiablage zur Verfügung hatten, deutlich länger als jener der spät gefangenen Käfer. Insgesamt dauerten die Ovipositionszeiträume zwischen 54 (spätester Sammlungszeitpunkt) und 103 Tagen (frühester Sammlungszeitpunkt).

Bezieht man den Ovipositionszeitraum in die Analyse mit ein, ist ein Trend von weniger Eiern pro Weibchen und Tag bei später gefangenen Tieren noch immer sichtbar (Abb. 3). Die Weibchen legten zwischen 0,7 und 1,9 Eier pro Tag ab, wobei wiederum die meisten Eier pro Tag von den Weibchen gelegt wurden, die am frühesten gefangen wurden. Die Anzahl Eier pro Tag nahm tendenziell mit dem Sammlungsdatum ab, der Unterschied ist aber nicht mehr durchgehend signifikant. Daraus lässt

sich ableiten, dass der Abfall der Eiablage rate sowohl im physiologischen Alter der Weibchen begründet lag als auch im bis zum Ableben verbleibenden Ovipositionszeitraum.



**Abbildung 3:** Mittlere Anzahl Eier pro Weibchen (rote Säulen) und mittlere Anzahl Eier pro Weibchen und Tag (blaue Karos) zu Saisonende 2009; unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede

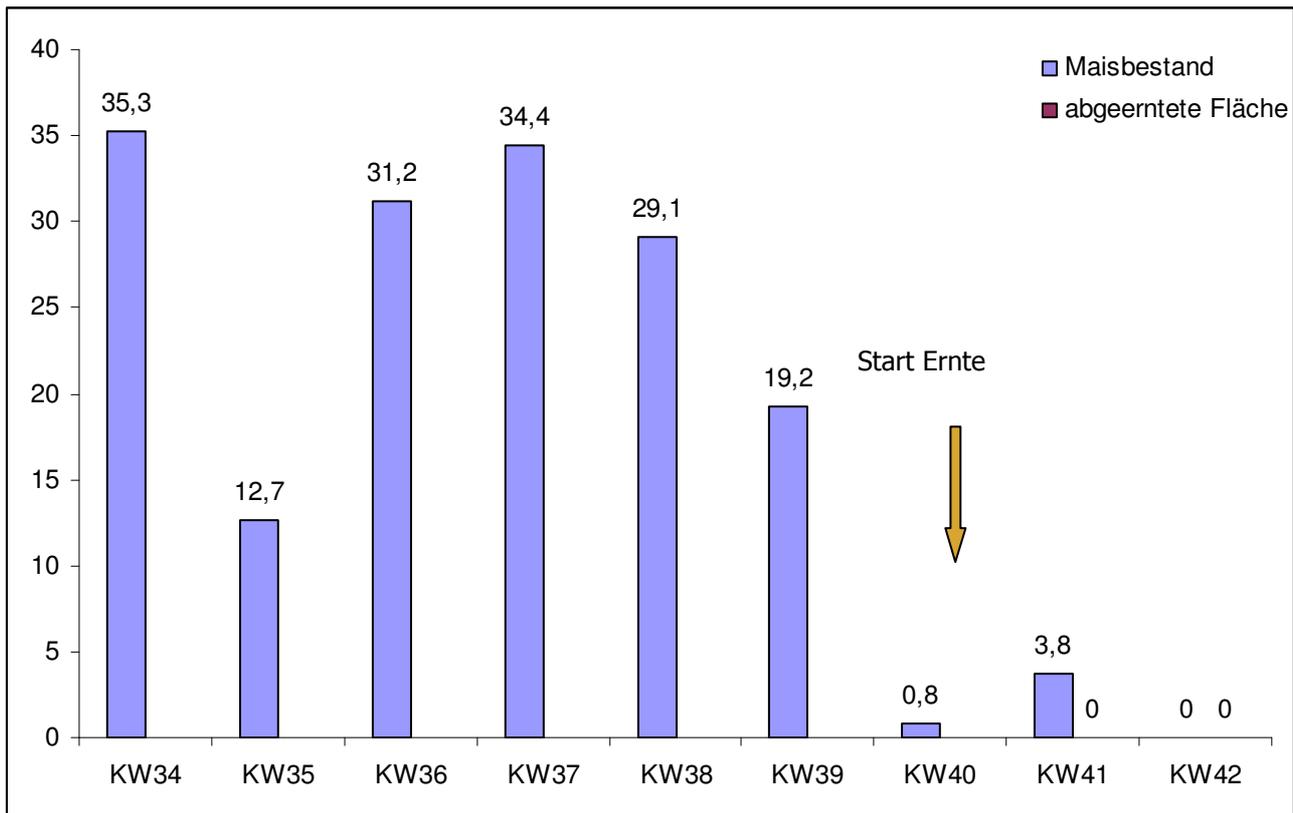
## 3.2 Wichtigste Ergebnisse der Saison 2010

### 3.2.1 Ausbreitungsverhalten der Käfer

Die Anzahl der gefangenen Käfer pro Falle und Woche in den Gelbtafeln war bis Mitte September hoch (zwischen 16 und 34 Käfer in Obgrün, 13 und 35 Käfer in Antau). Mit dem ersten Kälteeinbruch in diesem Jahr in der 39. Kalenderwoche gingen die Fangzahlen jedoch stark zurück. Die Ernte erfolgte auf beiden Flächen erst nach dem Temperatursturz. In Antau konnten nach dem Beginn der Ernte nur auf den bestehenden Maisflächen Käfer nachgewiesen werden, auf den abgeernteten Flächen wurden keine Käfer mehr gefangen. In der 41. KW wurde in den bestehenden Flächen ein leichter Anstieg der Käferzahlen festgestellt (Abb. 4). Dieser Anstieg war im Wesentlichen auf die Fangzahlen in dem kleinsten Feld der Versuchsanlage zurückzuführen, welches in unmittelbarer zum in der Woche zuvor abgeernteten größten Feld der Versuchsanlage lag. In Obgrün wurden nach dem Start der Ernte sowohl auf den noch bestehenden Flächen als auch auf den abgeernteten Flächen vereinzelt Käfer nachgewiesen (Abb. 5). Anhand der Fänge konnten an diesem Standort keine

Migrationsbewegungen zwischen den Feldern festgestellt werden. Selbst in direkt aneinander angrenzenden, zu verschiedenen Zeiten beernteten Flächen konnten keine mit dem Erntezeitpunkt einhergehenden Populationsschwankungen festgestellt werden.

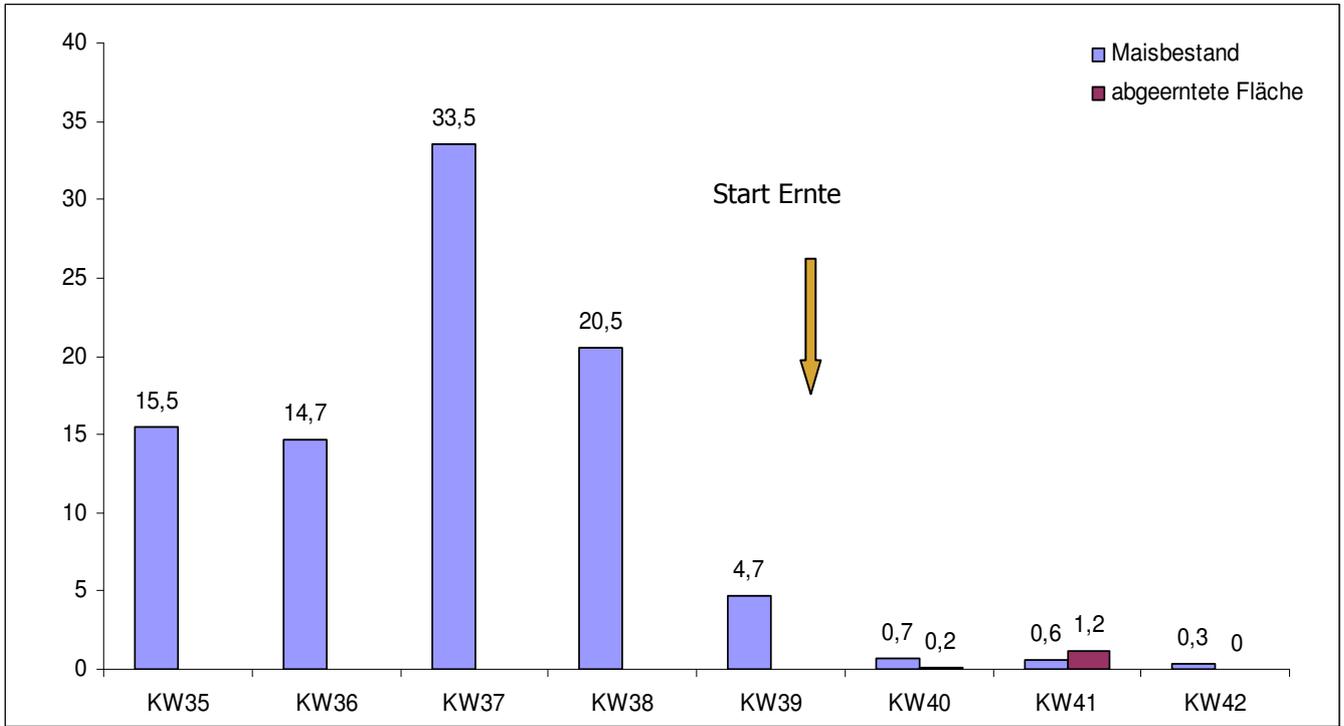
Das Ergebnis vom Standort Antau deutet darauf hin, dass eine Migration von Käfern aus einem abgeernteten Feld in ein benachbartes, noch bestehendes Feld stattgefunden haben könnte. Am Standort Obgrün konnte ein solcher Effekt jedoch nicht nachgewiesen werden (genauso wenig wie im Jahr zuvor im ersten Versuchsdurchgang). Zusätzlich wurden an diesem Standort, gleich wie im letzten Jahr, auch auf den abgeernteten Flächen Käfer nachgewiesen. Dies zeigt, dass auch abgeerntete Maisstoppfelder nicht gänzlich unattraktiv für den Maiswurzelbohrer zu sein scheinen.



**Abbildung 4:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Antau, 2010 (aufgrund der 0-Werte sind die Säulen für die abgeernteten Flächen in der 41. und 42. KW nicht sichtbar)

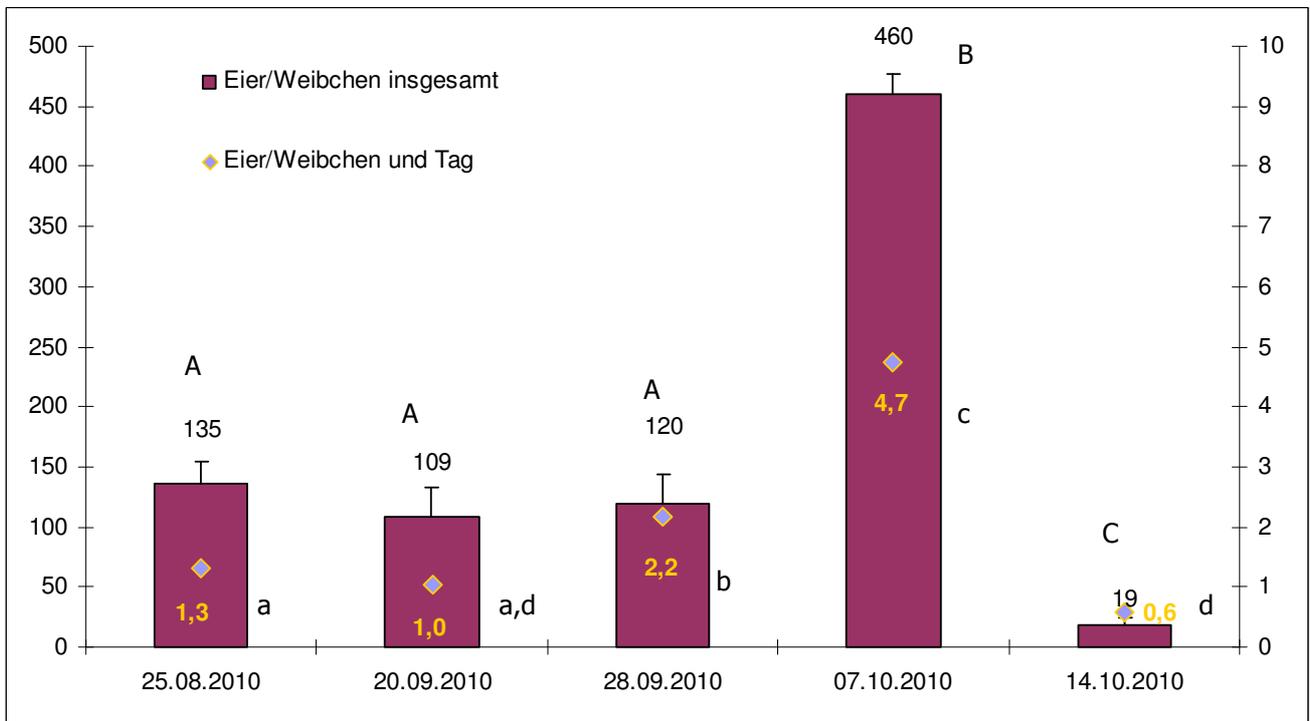
Beobachtungen im Zuge der Versuchsdurchführung deuten darauf hin, dass andere Faktoren die Attraktivität einer Fläche stärker beeinflussen könnten, wie z.B. das Vorhandensein von spät blühenden Unkräutern (z.B. Borstenhirsen). So war z.B. auch die Fläche mit dem Anstieg der Fangzahlen in Antau stärker verunkrautet als die übrigen Flächen dieses Versuchsstandortes. Das Ansteigen der Käferpopulation zum Ende der Flugsaison auf diesem Feld könnte daher vom Vorhandensein von blühenden Nahrungsquellen und nicht oder nur teilweise von der Ernte in der Nachbarfläche abhängig gewesen sein.





**Abbildung 5:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Obgrün, 2010

### 3.2.2 Eiablagerraten der Weibchen



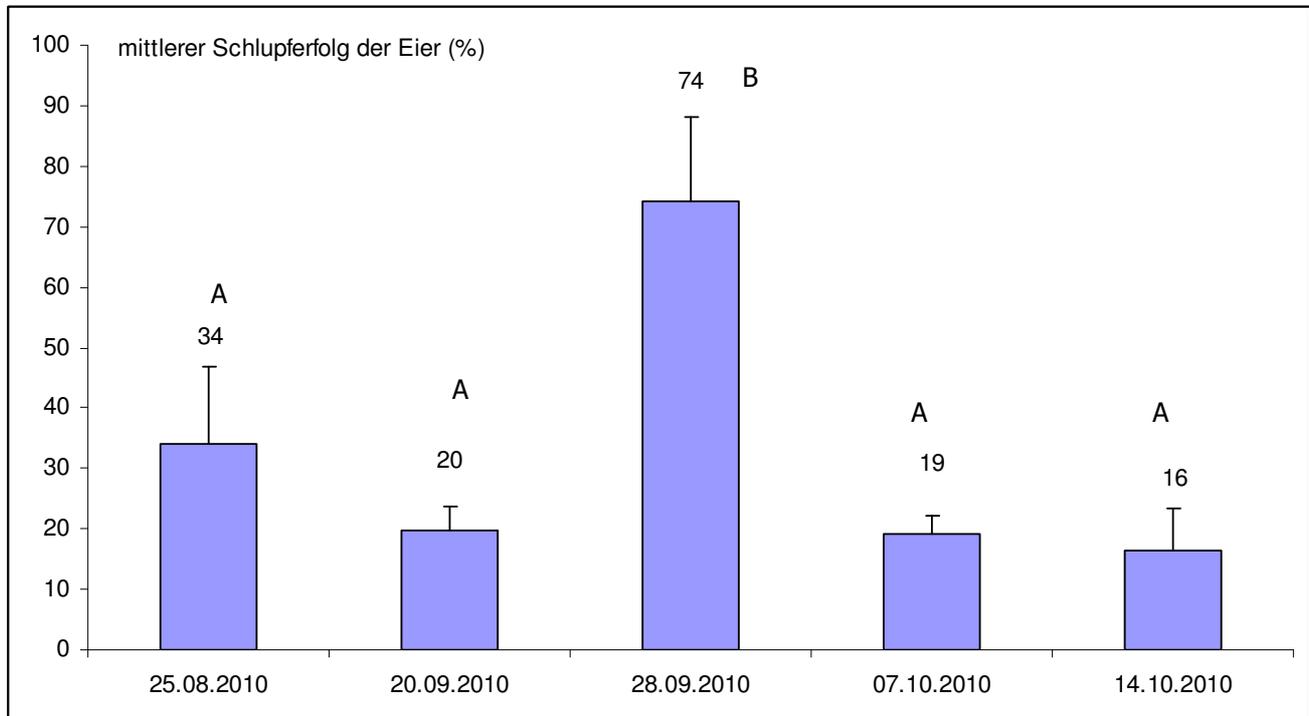
**Abbildung 6:** Mittlere Anzahl Eier pro Weibchen (rote Säulen) und mittlere Anzahl Eier pro Weibchen und Tag (blaue Karos) zu Saisonende 2010; unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede



Auch die in der Saison 2010 gefangenen Maiswurzelbohrerweibchen blieben bis in den Jänner 2011 am Leben. Die Weibchen legten im Schnitt zwischen 19 und 460 Eier insgesamt ab, die Variationsbreite in der Zahl der durchschnittlich abgelegten Eier nahm gegenüber dem Vorjahr deutlich zu. Die einzelnen Sammlungstermine unterschieden sich hinsichtlich der Gesamtzahl der abgelegten Eier pro Weibchen signifikant voneinander (Einfache Varianzanalyse; Bonferroni post hoc Test,  $p < 0,05$ ). Die meisten Eier wurden von den Weibchen der vorletzten Sammlung gelegt, die wenigsten von den Weibchen der letzten Sammlung (Abb. 6). Diese beiden Sammlungstermine unterschieden sich hinsichtlich der Eizahl von den Sammelterminen im September, die sich untereinander nicht signifikant unterschieden. Der Trend, dass später gefangene Weibchen weniger Eier legen als früh gefangene, lässt sich zwar erkennen, er wird jedoch von der außerordentlich großen durchschnittlichen Eimenge der Weibchen aus der vorletzten Sammlung durchbrochen.

Die Käfer lebten in den Käfigen unterschiedlich lange, dadurch variierten auch die für die Oviposition zur Verfügung stehenden Zeiträume beträchtlich. Die Anzahl der abgelegten Eier insgesamt korrelierte jedoch nicht mit der Dauer der Ovipositionszeiträume ( $r^2 = 0,24$ ). Dementsprechend gering war der Einfluss der Lebensdauer der Weibchen auf das Gesamtergebnis: Zwar unterschieden sich die Sammlungstermine hinsichtlich der Anzahl der Eier pro Weibchen und Tag signifikant (Einfache Varianzanalyse,  $p < 0,05$ ), und die Unterschiede sind tendenziell gleich wie bei der Analyse Anzahl der Eier insgesamt (am meisten Eier pro Tag von den Weibchen des vierten Termins, am wenigsten von denen des fünften Termins). Aufgrund der Ergebnisse der posthoc-Tests lassen sich jedoch keine Schlüssen ziehen.

### 3.2.3 Schlupfraten der Eier



**Abbildung 7:** Mittlerer Schlupferfolg der Eier, die zu Saisonende 2010 abgelegt wurden, nach der Diapause im Frühjahr 2011; Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede



Die vorhin beschriebene Anzahl der Eier zeigt, dass bis zum Ende der Saison Eier abgelegt werden, teilweise in erheblichen Mengen. Davon lässt sich jedoch noch nicht eindeutig ableiten, dass diese Eier auch einen wesentlichen Beitrag zum Fortbestand der Populationen im Folgejahr leisten, da die Menge der Eier nichts über ihr Entwicklungspotential aussagt. Um diese Frage zu klären, wurden die Eier jener Weibchen, die wie oben beschrieben zu verschiedenen Sammlungsterminen gefangen wurden, in einer Klimakammer überwintert und im Frühjahr die Schlupfraten überprüft. Die Schlupfraten variierten zwischen 16% und 74%, den größten Schlupferfolg hatten die Eier, die von Ende September gefangenen Weibchen gelegt wurden (Abb. 7). Diese Schlupfrate war signifikant höher als die aller anderen Sammlungstermine (Kruskal Wallis Test,  $p < 0,05$ ). Die Schlupfraten der restlichen Termine ließen einen tendenziellen Rückgang mit zunehmender Dauer der Saison erkennen, signifikante Unterschiede wurden jedoch nicht festgestellt (Tamhane's  $\tau$ ,  $p > 0,05$ ). Ebenso wenig ließ sich ein Zusammenhang zwischen dem Schlupferfolg und den vorhin ermittelten Zahlen der abgelegten Eier feststellen ( $r^2 = 0,03$ ).

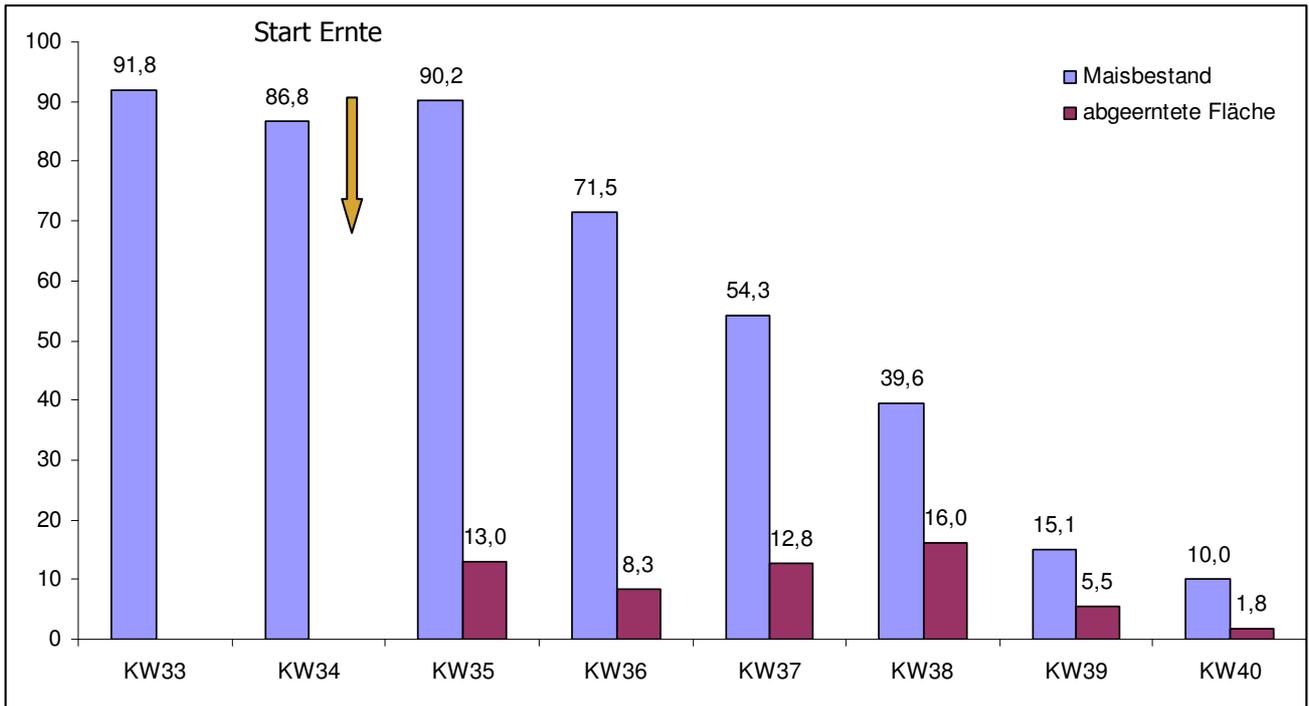
### **3.3 Wichtigste Ergebnisse der Saison 2011**

In der letzten Versuchssaison wurde aufgrund des begrenzten Untersuchungszeitraumes nur mehr die Ausbreitung der Käfer erhoben. Generell wurden in den Gelbtafeln deutlich mehr Käfer gefangen als in den vergangenen beiden Jahren, was auf den starken Befall in den Versuchsregionen zurückzuführen ist und keine methodischen Gründe hat. Bedingt durch die deutlich früheren Termine für die ersten Ernten flogen auch in jenen Zeiträumen noch viele Käfer, wo ein Teil der Flächen bereits beerntet war.

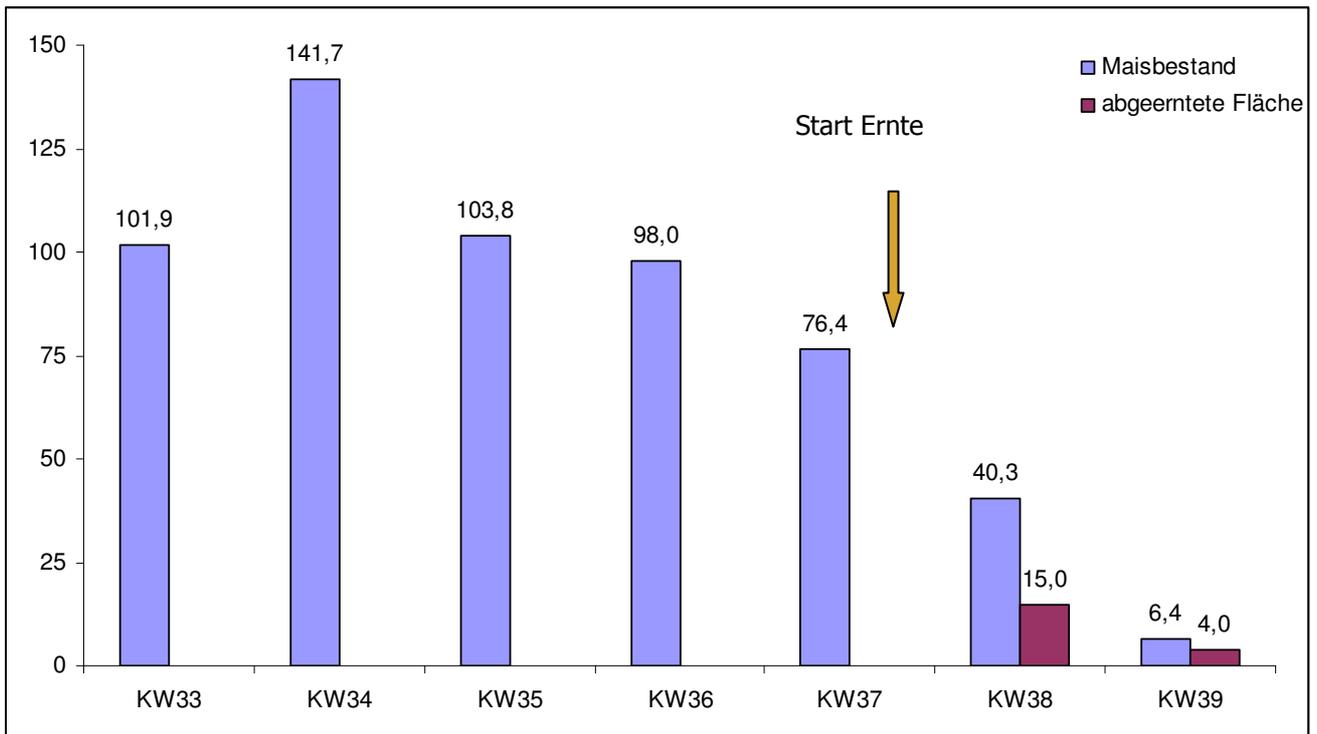
Am Standort Zelting wurde bereits in der 34 KW (Mitte August) und somit noch zur Hauptflugzeit der Käfer mit der Ernte begonnen. Nach dem Beginn der Ernte stieg die Anzahl der Käfer in manchen benachbarten Flächen an, in anderen jedoch nicht. Im Durchschnitt ist kein wesentlicher Anstieg der gefangenen Käfer in den noch bestehenden Flächen erkennbar (Abb.8.). Ähnlich wie im Jahr zuvor in Antau sind also Hinweise auf eine Migration der Käfer in einzelne Flächen vorhanden. Ein genereller Anstieg in allen umliegenden Flächen ist jedoch nicht erkennbar, obwohl alle in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander lagen. In den folgenden Wochen nimmt die Zahl der gefangenen Käfer pro Falle in den bestehenden Maisflächen kontinuierlich ab, was auf das natürliche Ende der Flugsaison hinweist. Die beernteten Flächen wiesen über einen Zeitraum von vielen Wochen nach der Ernte noch immer einen zwar geringen, aber doch deutlich nachweisbaren Käferflug auf.

In Dietzen zeigt die „Flugkurve“ in den bestehenden Maisflächen einen vergleichbaren absteigenden Trend mit zunehmender Dauer der Saison (Abb. 9). Hier konnte nach dem Start der Ernte (KW 37) in keinem einzigen bestehenden Maisfeld eine Steigerung der Abundanz der Käfer festgestellt werden, obwohl auch diese in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander lagen. In den verbleibenden beiden Wochen nach dem Beginn der Ernte wurden in den abgeernteten Flächen ebenfalls Käfer gefangen, wenn auch deutlich weniger als in den bestehenden Maisflächen.





**Abbildung 8:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Zeltling, 2011



**Abbildung 9:** Mittlere Anzahl gefangener Käfer pro Falle und Woche am Standort Dietzen, 2011



### **3.4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Anzahl der Käfer nach der Ernte am abgeernteten Feld drastisch sinkt. Von insgesamt 6 Versuchen zum Ausbreitungsverhalten der erwachsenen Maiswurzelbohrer haben jedoch nur zwei vage Hinweise auf eine durch die Ernte ausgelöste Wanderung der Käfer in die benachbarten bestehenden Maisflächen gebracht. Die geringe Aussagekraft der einzelnen Versuche ist teilweise auf die Kompromisse zurückzuführen, die aus methodischen Gründen eingegangen werden mussten. Z.B. haben die späten Erntezeitpunkte in den ersten beiden Jahren die Aussagekraft der Versuche negativ beeinflusst. Innerhalb des natürlichen Befallsgebietes des Maiswurzelbohrers und zusätzlich in einer Region mit einem den bayerischen Verhältnissen vergleichbaren Klima waren schlichtweg keine besser geeigneten Versuchsflächen zu finden. Umgekehrt waren die Versuchsflächen 2011 vom Erntezeitpunkt und vom Käferaufkommen her optimal, liegen jedoch bereits in einer mediterran beeinflussten Region der Steiermark.

Trotz dieser Einschränkungen können aus der Gesamtheit der Versuchsergebnisse verwertbare Schlüsse gezogen werden: Die Auswanderungswelle der Käfer aus einem Stoppelfeld in bestehende Maisflächen nach der Ernte ist selbst in direkter Nachbarschaft zu der beernteten Fläche und bei Populationsgrößen in epidemischen Ausmaßen kaum wahrnehmbar. Ein Grund dafür könnte sein, dass viele Käfer durch den Druschvorgang abgetötet werden. Zusätzlich haben die Versuche deutlich gezeigt, dass ein Teil der Käfer auf den Stoppelfeldern verbleibt oder nach der Ernte wieder in diese zurückfliegt. In Feldern mit einer langjährig etablierten Population an Maiswurzelbohrern spielt zudem der Verdünnungseffekt eine Rolle. Im Bezug auf die gesamte Käferpopulation in der Region ist der Anteil auswandernder Käfer verschwindend klein und geht in den von anderen Faktoren stärker beeinflussten Populationsschwankungen in der Umgebung der abgeernteten Fläche unter. In Regionen, wo im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen gegen bereits etablierte Populationen des Schädling Bekämpfungsprogramme durchgeführt werden, dürfte eine frühzeitige Ernte einzelner Flächen keine nennenswerten Auswirkungen auf die anderen Flächen in der Region haben. In solchen Situationen ist daher zum derzeitigen Stand des Wissens keine Notwendigkeit gegeben, Vorgaben bezüglich des Erntetermins in die Bekämpfungsmaßnahmen zu integrieren.

Anders ist die Situation in isolierten Befallsgebieten zu beurteilen. Auf Basis der Untersuchungen zu den Eiablage- und Schlupfraten wird klar, dass die Maiswurzelbohrerweibchen jedenfalls bis zum Ende der Flugsaison in der Lage sind, Eier abzulegen, auch wenn Teilergebnisse darauf hindeuten, dass die Eiablage rate im Laufe der Zeit etwas absinkt. Es kann daher als abgesichert betrachtet werden, dass spät in der Saison fliegende Weibchen in Hinblick auf Ausrottungsmaßnahmen keineswegs unbedeutend sind, sondern das Potential besitzen, nach einer Ausbreitung noch für die Gründung neuer Befallsherde zu sorgen. Ähnlich verhält es sich mit der Analyse der Schlupfraten. Ein Zusammenhang mit der Dauer der Flugsaison bzw. mit dem physiologischen Alter der Weibchen ließ sich nicht beweisen. Sicher ist jedoch, dass selbst Mitte Oktober abgelegte Eier noch immer Schlupfraten aufweisen können, die ein Fortkommen nachfolgender Generationen jedenfalls möglich machen. Wahrscheinlich haben sowohl die Dauer der Flugsaison als auch das Alter der Weibchen einen Einfluss auf die Eiablage rate und die Vitalität der Eier. Dieser Einfluss ist jedoch sicherlich nicht stark genug, um zu verhindern, dass auch spät in der Saison sich ausbreitende Weibchen noch den Grundstein für eine neue Population in einem bisher befallsfreien Gebiet legen können.



## 4 Zusammenfassung

Ziel der hier beschriebenen Versuche war es, herauszufinden, ob eine frühe Maisernte zu einem verstärkten Ausbreitungsverhalten des Maiswurzelbohrers führt. Ein verstärktes Migrationsverhalten der Käfer, vor allem trächtiger Weibchen, als Folge der frühen Maisernte könnte ein Nachteil bei Eingrenzungsmaßnahmen sein. Zusätzlich wurde getestet, ob die spät in der Saison fliegenden Weibchen überhaupt noch in der Lage sind, eine große Zahl an Eiern abzulegen. Davon lässt sich jedoch noch nicht eindeutig ableiten, dass diese Eier auch einen wesentlichen Beitrag zum Fortbestand der Populationen im Folgejahr leisten, da die Menge der Eier nichts über ihr Entwicklungspotential aussagt. Um diese Frage zu klären, wurden die Eier zusätzlich auf ihre Schlupfraten geprüft.

Zur Dokumentation des Migrationsverhaltens der Maiswurzelbohrer wurde in drei aufeinander folgenden Versuchsdurchgängen die saisonale Fluktuation von Maiswurzelbohrerpopulationen in mehreren Feldern in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander geschätzt. Diese Schätzung der Populationsgrößen erfolgte durch wöchentliche Auszählung gefangener Käfer auf Gelbtafeln vor und nach der Ernte der Felder. Die Eiablage rate der am Ende der Flugperiode aktiven Weibchen wurde im Labor bestimmt. Dazu wurden die Weibchen in regelmäßigen Abständen auf den Versuchsflächen gefangen und im Labor bei optimaler Nahrungsversorgung auf Eiablage substrat gehalten. Das Substrat wurde nach dem Absterben der Tiere auf Eier untersucht und die Anzahl der Eier pro Weibchen bestimmt. Zusätzlich wurden die Schlupfraten dieser Eier nach der Diapause im darauffolgenden Frühjahr durch Absammeln der geschlüpften Larven aus Substratstichproben bestimmt. Diese Untersuchung sollte Auskunft darüber geben, ob mit zunehmender Dauer der Saison und damit einhergehend zunehmendem Alter der Weibchen die Vitalität der abgelegten Eier abnimmt.

Die Anzahl der gefangenen Käfer pro Falle und Woche in den Gelbtafeln nahm nach der Ernte auf den abgeernteten Flächen stark ab. Umgekehrt konnte nach dem Beginn der Ernte jedoch nur in zwei von sechs Versuchen ein vager Hinweis auf auswandernde Käfer aus den Stoppelfeldern in die bestehenden Maisflächen ausgemacht werden, in den anderen Versuchen wurden keine Hinweise auf Migrationsbewegungen zwischen den Feldern festgestellt. Selbst in direkt aneinander angrenzenden, zu verschiedenen Zeiten beernteten Flächen konnten keine mit dem Erntezeitpunkt einhergehenden Populationsschwankungen festgestellt werden. Die Auswanderungswelle der Käfer aus einem Stoppelfeld nach der Ernte ist in Gebieten mit etablierten Populationen also kaum wahrnehmbar. Ein Grund dafür könnte sein, dass viele Käfer durch den Druschvorgang abgetötet werden. In fünf von sechs Versuchen wurden außerdem auch auf den beernteten Flächen noch Maiswurzelbohrer in geringen Dichten gefangen. Dies zeigt, dass auch abgeerntete Maisstoppelfelder nicht gänzlich unattraktiv für den Maiswurzelbohrer zu sein scheinen. In Feldern mit mehrjährig etablierten Schädlingpopulationen spielt zudem mit Sicherheit der Verdünnungseffekt eine Rolle. Im Bezug auf die gesamte Käferpopulation in der Region ist der Anteil auswandernder Käfer verschwindend klein und geht in den von anderen Faktoren stärker beeinflussten Populationsschwankungen in der Umgebung der abgeernteten Fläche unter. In Regionen, wo im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen gegen etablierte Populationen des Maiswurzelbohrers Bekämpfungsprogramme durchgeführt werden, dürfte also eine frühzeitige Ernte einzelner Flächen keine nennenswerten Auswirkungen auf die anderen Flächen in der Region haben.



Die Versuche zu den Eiablagerraten haben teilweise Hinweise darauf gegeben, dass die Weibchen weniger Eier legen, je später sie gefangen werden. Der Abfall der Eiablagerrate zeigte sich sowohl bei der Anzahl der abgelegten Eier pro Weibchen insgesamt als auch bei der Anzahl der abgelegten Eier pro Tag, dürfte also sowohl im physiologischen Alter der Weibchen als auch im bis zum Ableben verbleibenden Ovipositionszeitraum begründet liegen. Der Einfluss dieser beiden Faktoren ist jedoch nicht wesentlich und wird offensichtlich von anderen Faktoren überlagert, da das Ergebnis aus dem ersten Jahr im zweiten Jahr nicht reproduzierbar war. Im Bezug auf die Bekämpfung wichtig ist jedoch die Tatsache, dass die Maiswurzelbohrerweibchen zweifelsohne bis zum Ende der Flugsaison in der Lage sind, eine nennenswerte Anzahl an Eiern abzulegen. Diese Weibchen sind daher in Hinblick auf Ausrottungsmaßnahmen keineswegs unbedeutend, sondern besitzen das Potential, eine ansehnliche Zahl an Eiern in Felder bisher befallsfreier Gebiete zu legen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen die Analysen der Schlupfraten. Ein Zusammenhang zwischen dem Prozentsatz der nach der Diapause aus den Eiern schlüpfenden Larven mit der Dauer der Flugsaison im Vorjahr bzw. mit dem physiologischen Alter der Weibchen, die die Eier abgelegt hatten, ließ sich nicht beweisen. Sicher ist jedoch, dass selbst Mitte Oktober abgelegte Eier im kommenden Jahr noch immer Schlupfraten aufweisen können, die ein Fortkommen nachfolgender Generationen jedenfalls möglich machen. Spät in der Saison sich ausbreitende Weibchen sind also jedenfalls in der Lage, noch für die Gründung neuer Befallsherde zu sorgen. Diese Ergebnisse sollten im Rahmen von Ausrottungsmaßnahmen gegen den Quarantäneschaderreger mit berücksichtigt werden.



## **5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen**

Alle geplanten Fragestellungen konnten im Rahmen der dreijährigen Projektarbeiten bearbeitet werden. Das Programm wurde laufend an die erzielten Versuchsergebnisse angepasst und im Vergleich zum ursprünglichen Plan ohne zusätzliche Kosten deutlich erweitert (6 statt der geplanten drei Versuche, Untersuchung der Schlupfraten). Alle Änderungen (z.B. Wechsel der Versuchsflächen) und Erweiterungen wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt. Die zur Erarbeitung wissenschaftlicher Empfehlungen für Ausrottungs- und Eingrenzungsmaßnahmen notwendigen Grundlagen wurden damit geschaffen. Dabei sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass für die Durchführung der Versuche aus methodischen Gründen Kompromisse bezüglich landwirtschaftlicher Kulturführung (Erntezeitpunkt), Witterungsbedingungen und Befallsituation eingegangen werden mussten. Daher lassen sich die Ergebnisse im Kontext mit den Bedingungen auf den Versuchsflächen gut interpretieren, jedoch nicht 100%ig auf bayrische Verhältnisse übertragen. Eine Wiederholung der Versuche in Bayern wäre daher empfehlenswert, sobald die Maiswurzelbohrerpopulationen ein Ausmaß erreicht haben, dass für eine Versuchsdurchführung geeignet ist.



## 6 Literaturverzeichnis

- Baufeld P. & Enzian S. 2005: Maize growing, maize high-risk areas and potential yield losses due to Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) damage in selected European countries. In Vidal S., Kuhlman U. and Edwards C.R. (eds): Western Corn Rootworm Ecology and Management. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 285–303.
- Bayar K. , Komaromi J. & Kiss J. 2002: Egg production of western corn rootworm ( *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in laboratory rearing . Növényvédelem (Plant Protection) 38 , 543 – 545.
- Branson T.F., Guss P.L. and Jackson J.J. 1977: Mating Frequency of the Western Corn Rootworm. Annals of the Entomological Society of America, 70 (4), 506-508.
- Branson T.F. & Johnson R.D. 1973: Adult Western Corn Rootworms: oviposition, fecundity, and longevity in the laboratory. J Econ Entomol 66:417-418.
- Carrasco L.R., Harwood T.D., Toepfer S., MacLeod A., Levay N., Kiss J., Baker R.H.A. Mumford J.D. & Knight J.D. 2009: Dispersal kernels of the invasive alien western corn rootworm and the effectiveness of buffer zones in eradication programmes in Europe. Annals of Applied Biology 156, 63-77.
- Coats S.A., Tollefson J.J. & Mutchmor J.A. 1986: Study of migratory flight in the western corn rootworm (Coleoptera, Chrysomelidae). Environmental Entomology, 15, 620–625.
- OEPP/EPPO (Hrsg.) 2006: Efficacy evaluation of plant protection products - Design and analysis of efficacy evaluation trials. Online: <http://pp1.eppo.org/getnorme.php?n=152>.
- Fisher J.R., Sutter G.R. & Branson T.F. 1991: Influence of corn planting date on the survival and on some reproductive parameters of *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Environmental Entomology 20, 185 – 189.
- Grant R.H. & Seevers K.P. 1989: Local and long-range movement of adult western corn rootworm (Coleoptera, Chrysomelidae) as evidenced by washup along Southern Lake Michigan shores. Environmental Entomology, 18, 266–272.
- Guillemaud T., Miller N., Estoup A., Derridj S., Lapchin L., Reynaud P. & Bourguet D. 2005 : *Diabrotica virgifera virgifera* in Europe: multiple transatlantic introductions. Phytoma, 588, 41–42.
- Kos T., Bazok R., Gunjaca J. & Igrc Barcic J. 2011: Maximal weekly versus average daily captures of Pherocon AM traps as a tool for Western Corn Rootworm risk assessment. 24<sup>th</sup> Conference of IWGO, October 24-26, 2011, Freiburg, Germany
- Onstad D.W., Joselyn M.G., Isard S.A., Levine E., Spencer J.L., Bledsoe L.W., Edwards C.R., Di Fonzo C.D. & Willson H. 1999: Modeling the spread of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) populations adapting to soybean-corn rotation. Environmental Entomology, 28, 188–194.
- Sherwood D.R. & Levine E. 1993: Copulation and its duration affects female weight, oviposition, hatching patterns, and ovarian development in the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology 8 (6), 1664 – 1671.



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.

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.



## 7 Anlagen

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

In der hier präsentierten Versuchsreihe wurde der Frage nachgegangen, ob eine frühe Maisernte zu einem verstärkten Ausbreitungsverhalten des Maiswurzelbohrers führt. Ein verstärktes Migrationsverhalten der Käfer, vor allem trächtiger Weibchen, als Folge der frühen Maisernte könnte ein Nachteil bei Eingrenzungsmaßnahmen sein. Zusätzlich wurde getestet, ob die spät in der Saison fliegenden Weibchen überhaupt noch in der Lage sind, eine große Zahl an Eiern abzulegen. Davon lässt sich jedoch noch nicht eindeutig ableiten, dass diese Eier auch einen wesentlichen Beitrag zum Fortbestand der Populationen im Folgejahr leisten, da die Menge der Eier nichts über ihr Entwicklungspotential aussagt. Um diese Frage zu klären, wurden die Eier zusätzlich auf ihre Schlupfraten geprüft.

Die Anzahl der Käfer nahm nach der Ernte auf den abgeernteten Flächen stark ab. Trotzdem konnte nach dem Beginn der Ernte nur in zwei von sechs Versuchen ein vager Hinweis auf auswandernde Käfer aus den Stoppelfeldern in die bestehenden Maisflächen ausgemacht werden, in den anderen Versuchen wurden keine Hinweise auf Migrationsbewegungen zwischen den Feldern festgestellt. Selbst in direkt aneinander angrenzenden, zu verschiedenen Zeiten beernteten Flächen konnten keine mit dem Erntezeitpunkt einhergehenden Populationsschwankungen festgestellt werden. Die Auswanderungswelle der Käfer aus einem Stoppelfeld nach der Ernte ist in Gebieten mit etablierten Populationen also kaum wahrnehmbar. Gründe dafür könnten sein, dass viele Käfer durch den Druschvorgang abgetötet werden. Zusätzlich haben die Versuche deutlich gezeigt, dass ein Teil der Käfer auf den Stoppelfeldern verbleibt oder nach der Ernte wieder in diese zurückfliegt. In Feldern mit einer langjährig etablierten Population an Maiswurzelbohrern spielt zudem mit Sicherheit der Verdünnungseffekt eine Rolle. Im Bezug auf die gesamte Käferpopulation in der Region ist der Anteil auswandernder Käfer verschwindend klein und geht in den von anderen Faktoren stärker beeinflussten Populationsschwankungen in der Umgebung der abgeernteten Fläche unter. In Regionen, wo im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen gegen etablierte Populationen des Maiswurzelbohrers Bekämpfungsprogramme durchgeführt werden, dürfte also eine frühzeitige Ernte einzelner Flächen keine nennenswerten Auswirkungen auf die anderen Flächen in der Region haben. In solchen Situationen ist daher zum derzeitigen Stand des Wissens keine Notwendigkeit gegeben, Vorgaben bezüglich des Erntetermins in die Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Schädling zu integrieren.

Auf Basis der Untersuchungen zu den Eiablage- und Schlupfraten wurde klar, dass die Maiswurzelbohrerweibchen jedenfalls bis zum Ende der Flugsaison in der Lage sind, Eier abzulegen, auch wenn Teilergebnisse darauf hindeuten, dass die Eiablage rate im Laufe der Zeit etwas absinkt. Es kann daher als abgesichert betrachtet werden, dass spät in der Saison fliegende Weibchen das Potential besitzen, nach einer Ausbreitung noch für die Gründung neuer Befalls herde zu sorgen. Ähnlich verhält es sich mit der Analyse der Schlupfraten. Ein Zusammenhang mit der Dauer der Flugsaison bzw. mit dem physiologischen Alter der Weibchen ließ sich nicht beweisen. Sicher ist jedoch, dass selbst Mitte Oktober abgelegte Eier noch immer Schlupfraten aufweisen können, die ein Fortkommen nachfolgender Generationen jedenfalls möglich machen. Wahrscheinlich haben sowohl die Dauer der Flugsaison als auch das Alter der Weibchen einen Einfluss auf Eiablage raten und die Vitalität der Eier. Dieser Einfluss ist jedoch sicherlich nicht stark genug, um zu verhindern, dass auch spät in der Saison sich ausbreitende Weibchen noch den Grundstein für eine neue Population in



einem bisher befallsfreien Gebiet legen können. Diese Ergebnisse sind für Gebiete mit einer etablierten Maiswurzelbohrerpopulation wenig bedeutend, sollten jedoch im Rahmen von Ausrottungsmaßnahmen gegen den Quarantäneschaderreger in isolierten Befallsgebieten mit berücksichtigt werden.

## **7.2 Kurzfassung der Ergebnisse**

Ziel der hier beschriebenen Versuche war es, herauszufinden, ob eine frühe Maisernte zu einem verstärkten Ausbreitungsverhalten des Maiswurzelbohrers führt. Zusätzlich wurde getestet, ob die spät in der Saison fliegenden Weibchen überhaupt noch in der Lage sind, eine große Zahl an Eiern abzulegen und ob aus diesen Eiern nach der Überwinterung eine nennenswerte Zahl an Larven schlüpft.

Die Dokumentation der Wanderungsbewegungen der Maiswurzelbohrer wurde in mehreren Feldern in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander geschätzt. Diese Schätzung der Populationsgrößen erfolgte durch wöchentliche Auszählung gefangener Käfer auf Gelbtafeln vor und nach der Ernte der Felder. Zusätzlich wurden auf den Feldern gefangene Weibchen im Labor bei optimaler Nahrungsversorgung auf Eiablagesubstrat gehalten, um die Eiablageraten zu bestimmen. Die Schlupfraten dieser Eier wurden nach der Diapause im darauffolgenden Frühjahr durch Absammeln der geschlüpften Larven aus Substratstichproben bestimmt.

Die Anzahl der Käfer nahm nach der Ernte auf den abgeernteten Flächen stark ab. Trotzdem konnte nach dem Beginn der Ernte nur in zwei von sechs Versuchen ein vager Hinweis auf auswandernde Käfer aus den Stoppelfeldern in die bestehenden Maisflächen ausgemacht werden, in den anderen Versuchen wurden keine Hinweise auf Migrationsbewegungen zwischen den Feldern festgestellt. Selbst in direkt aneinander angrenzenden, zu verschiedenen Zeiten beernteten Flächen konnten keine mit dem Erntezeitpunkt einhergehenden Populationsschwankungen festgestellt werden. Die Auswanderungswelle der Käfer aus einem Stoppelfeld nach der Ernte in benachbarte bestehende Maisflächen ist in Gebieten mit etablierten Populationen also kaum wahrnehmbar. Gründe dafür könnten sein, dass viele Käfer durch den Druschvorgang abgetötet werden. Zusätzlich haben die Versuche deutlich gezeigt, dass ein Teil der Käfer auf den Stoppelfeldern verbleibt oder nach der Ernte wieder in diese zurückfliegt. Im Bezug auf die gesamte Käferpopulation in der Region ist der Anteil auswandernder Käfer zudem verschwindend klein und geht in den von anderen Faktoren stärker beeinflussten Populationsschwankungen in der Umgebung der abgeernteten Fläche unter. In Regionen, wo im Rahmen von Eingrenzungsmaßnahmen gegen etablierte Populationen des Maiswurzelbohrers Bekämpfungsprogramme durchgeführt werden, dürfte also eine frühzeitige Ernte einzelner Flächen keine nennenswerten Auswirkungen auf die anderen Flächen in der Region haben.

Auch Maiswurzelbohrerweibchen, die erst am Ende der Flugsaison gefangen wurden, waren in der Lage, zumindest eine kleine Zahl an Eiern abzulegen. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass selbst Mitte Oktober abgelegte Eier noch immer Schlupfraten aufweisen können, die ein Fortkommen nachfolgender Generationen möglich machen. Wahrscheinlich haben sowohl die Dauer der Flugsaison als auch das Alter der Weibchen einen Einfluss auf Eiablageraten und die Vitalität der Eier. Dieser Einfluss ist jedoch sicherlich nicht stark genug, um zu verhindern, dass auch spät in der Saison sich ausbreitende Weibchen noch den Grundstein für eine neue Population in einem bisher befallsfreien Gebiet legen können. Bei der Entwicklung von Ausrottungsmaßnahmen gegen den



Quarantäneschaderreger in isolierten Befallsgebieten sollten diese Erkenntnisse mit berücksichtigt werden.

### **7.3 Abstract in English**

In the presented experiments, migratory flights of Western Corn Rootworm adults in relation to different dates of maize harvest were investigated. An early harvest of maize, at a time when flight period of the pest is still in progress, may trigger migratory flights of adults out of the harvested plots into adjacent maize fields. If the migrating beetles are females, they may lay a considerable portion of their egg load into the invaded fields. This harvest-driven migration may therefore be disadvantageous in eradication or containment programmes against the quarantine pest insect.

We monitored fluctuations of the corn rootworm adult populations with yellow sticky traps in several maize fields in close vicinity to each other. Traps were installed on maize plants before harvest and on pegs on the stubble fields after harvest. Captured beetles were counted weekly. In addition, alive females were caught and brought to the lab where they were held in cages with oviposition substrate and nutritional supply. After death of these females, eggs were sieved out of samples of the substrate and counted to calculate oviposition rates. In addition, separate samples of the substrate were hibernated and used for analysis of the emergence rates of *Diabrotica* larvae after diapause in the following spring.

The abundance of active adults in the maize fields decreased steadily at the end of the flight period of the pest. Population levels dropped significantly after harvest in the stubble field. However, we were not able to prove an increase of the population levels in maize fields close to the harvested plots. Consequently, evidence for migratory flights of adults in the course of the harvest was not found. Reasons may be that the majority of the beetles die during the harvesting process. In addition, beetles were found to be active on the stubble fields for weeks. This shows that a small fraction of the population remains on their native plots despite harvest or moves back into the stubble fields after harvest. Moreover, the fraction of the pest population which was forced to migrate by the harvest of single plots may be very small in comparison to the total population in an infested region. Population fluctuations as a consequence of harvesting small parts of the total maize area may therefore be superimposed by other factors with stronger impact on overall population dynamics in infested regions.

However, results show that an early start of the maize harvest has negligible impact on the fluctuations of Western Corn Rootworm populations in regions where the pest is established since years. Consequently, it is unlikely that early harvesting of maize impairs the efficacy of containment programmes in infested zones.

*Diabrotica* females caught at the end of the flight period of the pest were still able to lay a considerable amount of eggs. In addition, these eggs proved to be viable and larvae emerged after diapause in the following spring. It is therefore clear that females are able to found a population in recently invaded areas right to the end of the flight period, independent from their age. These results have to be taken in consideration in eradication programmes of isolated outbreaks of Western Corn Rootworm.

