



Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung Blattlaus-toleranter Hopfensorten

**Abschlussbericht des Forschungsprojektes
gefördert von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt
(Az 25746, Referat 34)**

Projektbeginn: 01.04.2008

Projektende: 31.03.2011



Bewilligungsempfänger:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ),
Arbeitsbereich Hopfen (IPZ 5)

Projektleitung: Bernhard Engelhard

Projektbearbeitung: Dr. Florian Weihrauch

Hüll, im September 2011

Abbildung auf dem Titelblatt:

Schwerer Blattlausschaden mit etwa 50 % Ertragsverlust in einer Insektizid-unbehandelten Kontrollparzelle (im Bild links), verglichen mit dem praxisüblich behandelten Restgarten (ab Bildmitte rechts). Beachte die unterschiedliche Wuchshöhe der Aufleitungen, wobei in der Kontrollparzelle die Hopfenpflanzen durch starken Blattlausbefall im Juni das Wachstum bei etwa 70 % der Gerüsthöhe eingestellt haben.

Oberempfenbach, 31.08.2011, Sorte Hallertauer Magnum.

Foto: F. Weihrauch

1	Teilprojekt 1: Entwicklung einer Bekämpfungsschwelle für die Hopfenblattlaus <i>Phorodon humuli</i>	
1.1	Vorgehensweise	4
1.2	Ergebnisse	7
1.3	Diskussion	10
1.4	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in Schlagzeilen	12
1.5	Zitierte Literatur	13
2	Teilprojekt 2: Entwicklung und Überprüfung eines Labortests zur Resistenzprüfung von Hopfen-Sämlingen	
2.1	Vorgehensweise	15
2.2	Ergebnisse	16
2.3	Die Alternative: Der 'Weckglas-Test' mit ganzen Pflänzchen?	19
2.4	Diskussion	23
2.5	Zitierte Literatur	24
3	Öffentlichkeitsarbeit und Publikationen	25
3.1	Publikationen mit allgemeiner Präsentation des Projekts	25
3.2	Allgemeine Internet-Präsentation des Projekts	25
3.3	Allgemeine Präsentationen des Projekts durch Vorträge	26
3.4	Fachvorträge zu Projektinhalten	26
3.5	Wissenschaftliche Publikationen zu Projektinhalten	26
3.6	Abstracts zu Projektinhalten in Tagungsbänden	27
3.7	Projektergebnisse in Jahresberichten	27
4	Anhänge	
4.1	Teilprojekt 1: Ergebnisse der Versuchsernten incl. aller Boniturdaten	28
4.2	Teilprojekt 2: Ergebnisse der Blattlaus-Biotests (Biotest Nr. 01/2010 als exemplarisches Beispiel)	41

1 Teilprojekt 1: Entwicklung einer Bekämpfungsschwelle für die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*

Mangels wissenschaftlich fundierter Versuchsergebnisse besteht seit Jahrzehnten die präventive Forderung, dass zum Zeitpunkt der Doldenausbildung der Hopfen blattlausfrei sein muss, damit Ertrag und Qualität nicht beeinträchtigt werden (z.B. KOHLMANN & KASTNER 1975: 120). Da zu diesem Zeitpunkt in der Regel immer noch einzelne Blattläuse gefunden werden, werden regelmäßig in großem Umfang Insektizide ausgebracht, obwohl es in einem Teil der Fälle wahrscheinlich nicht notwendig gewesen wäre. Zu diesem Themenkomplex gab es bisher keine mehrjährigen Versuchsergebnisse und keine Publikationen.

Im Projekt war zu überprüfen, ob und wenn ja, unter welchen Voraussetzungen (z.B. Sorte, Wachstumsstadium, Zeit bis zur Ernte) eine bestimmte Anzahl Blattläuse pro Blatt bzw. Dolde geduldet werden kann, ohne dass zum Erntezeitpunkt die Dolden qualitativ und quantitativ negativ beeinflusst werden.

Der Arbeitsumfang dieses Teilprojektes betrug etwa zwei Drittel des Gesamtprojektes.

1.1 Vorgehensweise

1.1.1 Versuchsaufbau

Alle Versuche wurden im Freiland in praxisüblich bewirtschafteten Hopfengärten von 27 privaten Hopfenbaubetrieben durchgeführt, wozu 2008 Kooperationsverträge mit diesen Hopfenpflanzern (KMU-Betriebe) geschlossen worden waren. Die einzelnen Hopfengärten wurden aus vier Sorten ausgewählt: Den Aromasorten Hallertauer Tradition (HT) und Spalter Select (SE) sowie den Hochalpha-Sorten Hallertauer Magnum (HM) und Herkules (HS). Insgesamt wurden von jeder Sorte 15 Gärten als Versuchsflächen bearbeitet.

In jedem der 60 Versuchsgärten wurden vom Rand des Gartens weg hintereinander drei Parzellen von je ca. 400 m² Größe (6 Bifänge breit, ca 20 Stöcke lang) festgelegt. Die erste sollte überhaupt nicht mit einem Insektizid behandelt werden (P0), in der zweiten sollte nur ein Insektizideinsatz vor der Ausdoldung erfolgen (P1) und die dritte sollte wie der Restgarten praxisüblich behandelt werden (P2).

Nach der Auswahl der insgesamt 60 Versuchsgärten wurden 2008 die Versuchspartellen von fünf Gärten von den Landwirten versehentlich mit Insektizid überspritzt, so dass im ersten Projektjahr zum Schluss nur noch 55 Versuchsgärten bewertet wurden: 14 HM, 14 HS, 13 HT und 14 SE. Im zweiten Projektjahr wurden durch einen schweren Hagelsturm, der am 26. Mai 2009 auf seinem Zug vom Bodensee bis in die Tschechische Republik auch in weiten Teilen der Hallertau (insgesamt waren etwa 4.000 ha oder knapp 20 % der Gesamtfläche betroffen) verheerende Schäden angerichtet hat, auch vier der Kooperationsbetriebe mit insgesamt zwölf Versuchsflächen (3 HM, 2 HS, 4 HT, 3 SE) schwer getroffen, von denen sieben Gärten von zwei Betrieben 2009 überhaupt nicht mehr weiter bearbeitet wurden. Im dritten Projektjahr kam es am 26. Mai 2010, dem gleichen Tag wie im Vorjahr, wiederum zu einer ähnlich starken Hagelkatastrophe auf 3.000 ha, die sogar fast denselben Landstrich betraf. Durch dieses Unwetter wurden 13 Versuchsgärten geschädigt, die jedoch weiter bis zur Ernte weiterbearbeitet wurden.

1.1.2 Blattbonituren

Nach dem Beginn des Blattlauszufluges, der in der Regel Mitte Mai einsetzt, wurde noch einige Tage gewartet, um eine möglichst homogene Verbreitung der Blattläuse in der Region sicherzustellen. Dann wurde jeder Versuchsgarten in einem zweiwöchigen Turnus angefahren und dort der Blattbefall in allen Parzellen ermittelt. Pro Parzelle und Boniturtermin wurden 50 Blätter entnommen (25 aus dem oberen, 13 aus dem mittleren und 12 aus dem unteren Rebenbereich, analog der amtlichen Richtlinien für die Mittelprüfung) und die darauf sitzenden lebenden Blattläuse gezählt bzw. geschätzt, wenn die Werte höher als 100 Tiere pro Blatt lagen.

Bis zum Beginn der Ernteperiode Ende August wurde jeder Versuchsgarten je nach Beginn der Bonituren und Pflanzenstand sieben oder acht Mal bonitiert. Diejenigen Gärten, in denen eine Versuchsernte durchgeführt wurde, wurden in der Regel am Tag der Ernte ein weiteres Mal bonitiert – hiervon wurde nur abgewichen, wenn die letzte Bonitur lediglich maximal drei Tage zurücklag.

1.1.3 Doldenbonituren

Ab Beginn der Ausdoldung Ende Juli wurde bei den letzten zwei (2008, 2009) bzw. drei (2010) Boniturdurchgängen aus jeder Versuchsparzelle jedes Gartens eine Mischprobe von 100 Hopfendolden mit der Hand gepflückt. Eine weitere Doldenbonitur wurde zudem synchron mit jeder Versuchsernte durchgeführt. Die Doldenproben wurden in Plastikbeuteln in Kühlboxen gepackt und nach Heimkehr ins Institut sofort in je einen Trichter einer modifizierten Berlese-Apparatur (Abb. 1.1, 1.2) geleert, wo sie bis zur völligen Trocknung der Dolden (je nach Doldengröße 48 bis 96 h) durch je eine 60 Watt-Glühlampe verblieben. Dabei wurden alle in den Dolden sitzenden Arthropoden ausgetrieben und gelangten über die Trichter in eine Fangflasche (Abb. 2), die mit einer wässrigen Ethanollösung (20 %) mit einem Tropfen Spülmittel gefüllt waren. Die etikettierte Fangflasche wurde dann vom Trichter abgeschraubt und die darin getöteten Arthropoden später bestimmt und gezählt.

Diese äußerst aufwendige Vorgehensweise bei den Doldenbonituren war im Projektantrag noch nicht aufgeführt worden, da die hohe Bedeutung der hierbei gewonnenen Ergebnisse erst später erkannt und die Methodik dann entsprechend entwickelt wurde. Die gesamte modifizierte Berlese-Apparatur zur Extraktion der Arthropoden aus den Dolden wurde in Eigenleistung von Mitarbeitern des Hopfenforschungszentrums konzipiert und konstruiert (reine Materialkosten über 2000,- €).

1.1.4 Versuchsernten

In jeweils drei Gärten jeder Sorte wurde jedes Projektjahr eine groß angelegte Versuchsernte durchgeführt, bei der die Erträge der drei Einzelparzellen - durch vierfache Wiederholung statistisch absicherbar - miteinander verglichen wurden. Jede Wiederholung wurde von einem Block von zehn Aufleitungen gebildet (d.h. insgesamt wurden für jede Versuchsernte 120 Aufleitungen geerntet), die typisch für die jeweilige Parzelle ausgesucht wurden, und die getrennt voneinander gepflückt und gewogen wurden. Aus diesen Hopfen wurden bei jeder Parzelle ebenfalls vierfach wiederholt die Gehalte an Alpha-Säuren (als wertgebendem Inhaltsstoff) im Labor bestimmt (NIR- oder Konduktometerwert-Technik). Zusätzlich wurden aus Mischproben jeder beernteten Parzelle die wichtigsten Bitterstoffe (u.a. Xanthohumol) mittels UHPLC bestimmt.



Abbildung 1.1: Überblick über die modifizierte Berlese-Apparatur zur standardisierten Extraktion von Arthropoden aus frischen Hopfendolden. Foto: F. Weihrauch



Abbildung 1.2: Einzeltrichter der modifizierten Berlese-Apparatur zur standardisierten Extraktion von Arthropoden aus frischen Hopfendolden, mit unten angeschraubter Fangflasche. Fotos: F. Weihrauch

1.2 Ergebnisse

1.2.1 Versuchsernten

Die insgesamt 36 Versuchsernten bilden das Kernstück des Teilprojektes und sind mit allen dazu erhobenen Daten komplett in Anhang 4.1 aufgelistet. Zwei exemplarische Beispiele, die die beiden Extreme der Sinnhaftigkeit bzw. Sinnlosigkeit von Insektizideinsätzen demonstrieren, sind in Tabelle 1.1 aufgeführt: Der Fall Eschenhart 2008 (Sorte SE) ist ein Beispiel zur Demonstration, wie ein unnötiger Insektizideinsatz zu signifikanten Ertragsverlusten von führen kann. Dagegen ist der Fall Engelbrechtsmünster 2008 (Sorte HM) ein sehr gutes Beispiel für zwei sinnvolle Insektizidbehandlungen bei ungenügender Wirksamkeit der ersten Spritzung. Auch, wenn hier der Blattlausbefall in P0 zu keinen signifikanten Ertragsverlusten geführt hatte, war der Hopfen geschädigt durch starken Doldenbefall mit zusätzlichem Belag von Rußtaupilzartigen (Ordnung Capnodiales), der bei der Neutralen Qualitätsfeststellung zu Abzügen geführt hätte.

In Abbildung 1.3 werden die Ergebnisse aller Versuchsernten bezüglich Ertrag und Alpha-Säuren als wertbestimmendem Inhaltsstoff des geernteten Hopfens graphisch aufbereitet. Hier sind die gravierenden Unterschiede zwischen den einzelnen Projektjahren klar erkennbar: Lediglich im zweiten Projektjahr 2009 kam es zu signifikanten Ertrags- oder Qualitätseinbußen in den unbehandelten Kontrollparzellen, während 2008 der zunächst hohe Blattlausdruck auf natürliche Weise zusammenbrach und 2010 erst überhaupt kein nennenswerter Befall entstanden war. Deshalb kam es in diesen beiden Jahren auch zu keinen ertragsrelevanten Schäden in den Kontrollparzellen, sondern in wenigen Fällen sogar zu signifikanten Ertragsverlusten in der Praxis.

	2008		2009		2010		
	Ertrag	Alpha	Ertrag	Alpha	Ertrag	Alpha	
HT	=	=	-	=	=	=	- signifikantes Minus in der unbehandelten Kontrolle
	=	=	-	-	=	=	
	=	=	=	=	=	+	
SE	=	=	=	=	=	=	= kein signifikanter Unterschied
	=	=	=	=	=	=	
	+	=	=	=	=	=	
HM	=	=	-	=	=	=	+ signifikantes Minus in der Praxis-Parzelle
	=	=	-	=	=	=	
	=	=	-	-	=	=	
HS	=	=	-	-	=	=	
	=	=	-	-	=	=	
	+	=	-	=	=	=	

Abbildung 1.3: Ertrag und Alpha-Säuregehalt bei 36 Versuchsernten in den Jahren 2008-2010 in vier Hopfensorten (HT: Hallertauer Tradition, SE: Spalter Select, HM: Hallertauer Magnum, HS: Herkules): Vergleich des Einflusses von Blattlausbefall und Insektizidbehandlung (ANOVA, $p \leq 0,05$) zwischen einer Kontrollparzelle ohne Insektizideinsatz und der praxisüblichen Behandlung des Gartens.

Tabelle 1.1: Zwei Beispiele für die komplette Auswertung eines Versuchsgartens in einem Projektjahr mit allen Bonituren und Versuchsernte. Eschenhart 2008 (links) war ein Fall, bei dem unnötiger Insektizideinsatz (i: Imidacloprid, f: Flonicamid) zu signifikanten Ertragsverlusten von 13 % geführt hat. Engelbrechtsmünster 2008 (rechts) ist ein Beispiel für zwei sinnvolle Insektizidbehandlungen bei ungenügender Wirksamkeit der ersten Spritzung.

Eschenhart 2008, Sorte: SE				Engelbrechtsmünster 2008, Sorte: HM			
Blattbefall	P0	P1	P2	Blattbefall	P0	P1	P2
30.05.	24,3	23,3	23,8	02.06.	49,2	52,8	51,0
13.06.	56,0	0,3	0,5	11.06.	46,6	27,8	37,2
27.06.	20,3	0,3	0,5	24.06.	173,0	5,5	5,5
09.07.	2,8	0,0	0,0	08.07.	113,3	7,0	7,0
24.07.	1,5	0,0	0,0	21.07.	2,3	1,5	0,0
04.08.	0,9	0,1	0,0	05.08.	3,9	2,2	0,0
21.08.	0,2	0,0	0,0	19.08.	4,6	4,1	0,0
12.09.	0,0	0,0	0,0	09.09.	30,5	25,4	0,2
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]				Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	0	1	0	05.08.	102	82	0
21.08.	0	2	1	19.08.	203	37	1
12.09. (Ernte)	7	14	7	09.09. (Ernte)	952	1402	12
Doldenbefall [%]	0,0	0,0	0,0	Doldenbefall [%]	81,7	85,0	7,0
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	1,000	Gewogenes Mittel	2,352	2,392	1,081
Ertrag [dt/ha]	24,21	23,69	20,97	Ertrag [dt/ha]	22,95	21,63	24,69
Alpha [%] (NIR)	5,81	6,28	5,73	Alpha [%] (KW)	15,30	14,64	15,52
Alpha/ha [kg]	140,7	148,7	120,1	Alpha/ha [kg]	351,0	316,4	383,2
Alpha [%] (UHPLC)	3,83	4,99	4,77	Alpha [%] (UHPLC)	13,68	13,24	14,37
Beta [%]	4,04	5,08	5,60	Beta [%]	6,05	6,25	6,94
Beta/Alpha	1,05	1,02	1,17	Beta/Alpha	0,44	0,47	0,48
Cohumulon [%]	21,86	21,12	21,50	Cohumulon [%]	25,24	25,45	25,43
Xanthohumol [%]	0,35	0,41	0,41	Xanthohumol [%]	0,40	0,42	0,43
Linalool	91	110	100	Linalool	10	9	8
Humulen	172	185	185	Humulen	280	283	282
Myrcen	9236	10368	6261	Myrcen	8660	8002	7582
Farnesen	87	102	65				

1.2.2 Doldenbonituren

In den Proben, die bei der Extraktion der Arthropoden in der Berlese-Apparatur aus den frischen Doldenmustern gewonnen wurden, fanden sich Vertreter folgender Tiergruppen:

- Schädlinge: Blattläuse (Aphidina: *Phorodon humuli*); Spinnmilben (Tetranychidae: *Tetranychus urticae*); Erdflöhe (Alticinae: *Psylliodes attenuatus*); Thripse (Thysanoptera).
- Minderschädlinge: Schmetterlingsraupen (Lepidoptera), Zikaden (Cicadellidae).
- Indifferente Arten, die höchstens ein hygienisches Problem darstellen: aassfressende Insekten wie z.B. Speckkäfer (Dermestidae) und Buckelfliegen (Phoridae).
- Nützlinge: Imagines von Spinnen (Araneae) und Blattlauswespen (Aphidiidae); Larven und Imagines von Blumenwanzen (Anthocoridae); Larven von Gallmücken (Cecidomyiidae), Marienkäfern (Coccinellidae) Schwebfliegen (Syrphidae), Florfliegen (Chrysopidae), Taghaften (Hemerobiidae) und Raubwanzen (Reduviidae), sowie Raubmilben (Phytoseiidae).

Dabei erreichten die einzelnen Arthropodengruppen in den Dolden zum Teil erstaunliche Dichten. Die Probe in Abbildung 1.4 aus einer sehr stark befallenen Parzelle (Standort Buch, Sorte HM, unbehandelt, 08.09.2008) enthielt nicht nur 5.047 ungeflügelte Blattläuse – d.h. einen Durchschnitt von 50 Läusen pro Hopfendolde – sondern daneben auch noch 22 geflügelte Blattläuse, 17 Thrips-Larven und 22 Thrips-Imagines, fünf Blumenwanzen-Larven und zwei Blumenwanzen-Imagines, 16 Gallmückenlarven, zwei Marienkäferlarven, 18 Schwebfliegenlarven sowie vier Taghafterlarven. Der Rekord hinsichtlich des Blattlausbefalls in den drei Projektjahren lag sogar bei 7.118 Tieren aus 100 Dolden (Standort Ilmendorf, Sorte HM, 19.08.2009). Es handelte sich dabei um exakt denselben Hopfengarten wie jenen mit extrem geringen Befall in Abbildung 1.4 links, nur genau ein Jahr später – dies mag als weiterer Beleg für die gravierenden jährlichen Unterschiede beim Blattlausbefall dienen.

Insgesamt wurden im Laufe der drei Projektjahre in 1.174 Doldenproben 159.348 Arthropoden identifiziert. Davon waren 155.463 (97,6 %) Tiere zu den Schädlingen zu rechnen, wovon die Hopfenblattlaus *P. humuli* mit 113.353 Individuen den Löwenanteil (72,9 %) ausmachte, gefolgt von Thripsen mit 40.086 Individuen (35,4 %). Unter den 3.732 Nützlingsindividuen, die in den Proben identifiziert wurde, waren die Blumenwanzen (Anthocoridae) mit 73,8 % die mit Abstand wichtigste Gruppe (Tab. 1.2).



Abbildung 1.4: Zwei Probenflaschen mit Arthropoden, die mit Hilfe der modifizierten Berlese-Apparatur aus frischen Hopfendolden extrahiert wurden. Hier exemplarisch eine fast blattlausfreie Probe (links: aus 100 Dolden HM, Ilmendorf, unbehandelt, 19.08.2008, insgesamt 4 Blattläuse) sowie eine Probe aus einer Parzelle mit sehr starkem Blattlausbefall (rechts: aus 100 Dolden HM, Buch, unbehandelt, 08.09.2008, insgesamt 5.047 Blattläuse).

Tabelle 1.2: Relative Abundanzen von Nützlingen (Antho: Anthocoridae; Cocci: Coccinellidae; Neuro: Neuroptera; Cecido: Cecidomyiidae; Syrph: Syrphidae) in den Doldenproben während der Projektlaufzeit.

Jahr	n Probe	n Nützlinge	Antho	Cocci	Neuro	Cecido	Syrph
2008	302	736	67,5 %	1,2 %	6,5 %	11,4 %	12,4 %
2009	329	1.455	65,6 %	2,7 %	5,7 %	18,0 %	5,3 %
2010	543	1.541	84,6 %	3,6 %	6,4 %	3,6 %	1,4 %
2008-10	1.174	3.732	73,8 %	2,3 %	6,2 %	10,7 %	5,1 %

1.3 Diskussion

1.3.1 Kurze Charakterisierung der einzelnen Projektjahre

Die Vegetationsperiode **2008** war im Hopfen geprägt von einem früh und extrem stark einsetzenden massierten Zuflug der Hopfenblattläuse, was bis Mitte Juni in der ganzen Region zu außergewöhnlich starkem Blattlausbefall führte. Entsprechend erfolgte auch in allen Hopfengärten eine frühe erste Blattlausbekämpfung. Trotzdem – oder auch gerade deshalb – brach in allen Versuchsgärten 2008 die Blattlauspopulation im Juni/ Juli fast komplett zusammen. Unter dem Strich musste nur bei fünf der 55 bewerteten Versuchsgärten (3 HM, 2 HS) eine Entschädigung für die unbehandelte Parzelle an den Landwirt gezahlt werden. Diese Entschädigungen entstanden jedoch in keinem Fall durch Ertrags- oder Alphaeinbußen in der unbehandelten Parzelle durch die Blattläuse, sondern entstanden durch starken Doldenbefall, der bei der Neutralen Qualitätsfeststellung zu Abzügen geführt hätte. Dies beruhte darauf, dass in diesen fünf Gärten die Blattlauspopulation nach dem Zusammenbruch im Hochsommer im Spätsommer wieder zu einem schädigenden Niveau aufschaukelte und betraf ausschließlich die beiden Hochalpha-Sorten HM und HS. Bemerkenswert war dabei auch, dass in den Fällen, in denen Blattläuse in der Kontrolle bis zur Ernte überlebt hatten, in der einmal gespritzten Parzelle der Blattlausbefall in den Dolden nicht wesentlich geringer war – das heißt, in diesen Fällen war der zweite, zum richtigen Zeitpunkt gesetzte Insektizideinsatz tatsächlich notwendig (vgl. Tab. 1.1).

Andererseits wurden bei vier der zwölf Versuchsernten in den zweimal behandelten Praxisparzellen signifikante Ertrags- oder Alphaeinbußen gegenüber der unbehandelten Kontrolle verzeichnet (3 HS, 1 SE; vgl. Tab. 1.1). Dies bedeutet, dass die Insektizideinsätze hier definitiv zu Ertragseinbußen geführt haben. Dass insbesondere Spritzungen von Pflanzenschutzmitteln, die mit mehreren Mischpartnern ausgebracht werden, Wachstum und Ertrag der Hopfenpflanzen beeinträchtigen können, ist eine Tatsache, die den meisten Hopfenbauern bis heute leider nicht bekannt ist.

Die Vegetationsperiode **2009** unterschied sich diametral von jener des Vorjahres. Im Gegensatz zu 2008 war der Blattlauszuflug 2009 als ausgesprochen verzettelt zu bezeichnen. Die erste Blattlaus am Hopfen wurde rekordverdächtig bereits am 27. April registriert. Daraufhin wurden bis Mitte Mai nur noch vereinzelte Tiere registriert, ehe der Hauptzuflug auf sehr niedrigem Niveau begann und sich 'tröpfchenweise' bis in die letzte Junidekade hinzog.

Somit kam es zunächst zu einem relativ langsamen Aufbau des Blattbefalls, bei beginnender Ausdoldung wurden die Dolden jedoch zügig besiedelt. In vielen Fällen erreichten die Blattläuse in den unbehandelten Parzellen daher Dichten, die zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führten, insbesondere bei der blattlausanfälligen Sorte Hallertauer Magnum. Hier waren zum Teil tatsächlich zwei Insektizidbehandlungen notwendig, um weitgehend blattlausfreies Erntegut zu erzeugen. Dagegen blieben gerade bei den Aromasorten HT und SE wie im Vorjahr viele Kontrollparzellen ohne Schaden – bei SE sogar wieder alle. Generell wurde 2009 in der Praxis häufig nur eine Insektizidbehandlung mit dem aktuell sehr gut wirkenden Mittel 'Teppeki' (Wirkstoff: Flonicamid) durchgeführt, die oft mit dem ebenfalls insektizid wirksamen Akarizid 'Vertimec' (bzw. dessen Generika, Wirkstoff: Abamectin) kombiniert wurden. Somit war eine zweite Behandlung, wenn überhaupt, meist nur noch bei der Hochalphasorte HM nötig.

Das Jahr **2010** war generell von extremen Wetterkapriolen charakterisiert. Nach einem langen und harten Winter kam es zu einem sehr späten Vegetationsbeginn, der im Frühjahr von einem extrem trockenen und kalten April sowie dann einem unangenehm naßkalten Mai gefolgt wurde. Der Blattlauszuflug erfolgte den Witterungsbedingungen entsprechend auf niedrigstem Niveau. Bis zur Ernte folgten darauf klimatische Wechselspiele von jahreszeitlich ungewöhnlicher Kälte und extremer Hitze, so dass es praktisch zu keinem nennenswerten Aufbau einer Blattlauspopulation kam. Dies spiegelte sich auch in allen Bonituren des Projektes wider, wo es praktisch in keiner der P0-Parzellen zu einem nennenswerten Befall oder gar Schaden kam, der in die Auswertung hätte einfließen können. Somit muss das Jahr 2010 mangels nutzbarer Daten für das Projektziel quasi als 'verlorenes' Jahr angesehen werden.

2008				2009				2010			
HM	HS	HT	SE	HM	HS	HT	SE	HM	HS	HT	SE
je 14/15 Gärten				je 15 Gärten				je 14/15 Gärten			
20 / 0	50 / 0			75 / 10	100 / 0	60 / 0		20 / 0	20 / 0	20 / 0	
20 / 0	20 / 0			60 / 0	75 / 10	50 / 0					
20 / 0				50 / 0	75 / 0	50 / 0					
				40 / 10	75 / 0	40 / 0					
				40 / 0	25 / 0						
				40 / 0	25 / 0						
				40 / 0							
				25 / 0							
				25 / 0							
3 / 0	2 / 0	0 / 0	0 / 0	9 / 2	6 / 1	4 / 0	0 / 0	1 / 0	1 / 0	1 / 0	0 / 0

Abbildung 1.5: Entschädigungszahlungen in den Jahren 2008-2010 für je 28 oder 30 Versuchspartellen in Gärten von vier Hopfensorten (HT: Hallertauer Tradition, SE: Spalter Select, HM: Hallertauer Magnum, HS: Herkules). Erster Wert: Kontrollparzelle ohne Insektizideinsatz, zweiter Wert: Versuchspartelle mit nur einmaligem Insektizideinsatz.

1.3.2 Ausblick: Wo ist eine Bekämpfungsschwelle zu setzen?

Als Überblick über die jeweilige Blattlaussituation der drei Projektjahre können auch die Entschädigungszahlungen an die Landwirte für die Schäden in den Versuchspartellen dienen, die in Abbildung 1.3 graphisch aufbereitet wurden. Hier ist bereits klar erkennbar, dass lediglich im zweiten Projektjahr 2009 ein Blattlausniveau entstanden war, das sich zu einer gut auswertbaren Schadenssituation entwickelt hatte. Ebenfalls gut auszuwerten ist auch das Jahr 2008, wo sich eine sehr früh einsetzende, extreme Blattlausgradation als letztlich nicht ertrags- oder qualitätsrelevant erwiesen hat, während 2010 aus den oben genannten Gründen als verlorenes Jahr zu bezeichnen ist.

Aus diesem Grund eines – nach eigener Einschätzung – noch ungenügenden Datenpools wird von der konkreten Ausarbeitung und Formulierung einer Bekämpfungsschwelle, wie es das eigentliche Ziel des Teilprojektes war, vorerst noch abgesehen. Zur Erreichung dieses Ziels wurde nach Ende der Projektlaufzeit im Jahr 2011 noch eine weitere Saison zur Generierung von Daten auf einem weniger arbeitsintensiven Niveau als während des Projektes angehängt: Es wurden 16 Hopfengärten von insgesamt vier Sorten (HM, HS, HT sowie anstatt von SE die Sorte 'Perle') während der gesamten Saison bonitiert und – analog zum Projekt – in je drei Gärten pro Sorte eine Versuchsernte durchgeführt. Diese 12 Versuchsernten, die während des Verfassens dieses Endberichts durchgeführt werden, geben großen Anlass zu der Hoffnung, dass damit demnächst genügend Datenmaterial für die Formulierung einer Bekämpfungsschwelle vorliegt. Dieses Datenmaterial würde dann aus zwei Jahren ohne nennenswerten Blattlausschaden sowie zwei Jahren mit jeweils signifikanten Blattlausschäden stammen, wobei die Schäden jedoch zwei völlig unterschiedlichen Situationen des Befalls zuzurechnen sind.

Idealerweise könnte eine neue Bekämpfungsschwelle dann gegebenenfalls während der vierten 'Woche der Umwelt' im Juni 2012 in Berlin präsentiert werden.

Doch auch ohne eine ausformulierte Bekämpfungsschwelle hat das Teilprojekt bereits genügend eminent wichtige Ergebnisse erbracht, die für das zukünftige Management von Blattläusen in der Sonderkultur Hopfen von großer Bedeutung sein werden.

1.4 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in Schlagzeilen

- Ein standardmäßiger, alljährlicher Insektizideinsatz zur Blattlausbekämpfung auf allen Hopfenflächen ist aus fachlicher wie wirtschaftlicher Sicht unnötig bzw. bedenklich. Die Entscheidung über eine Insektizidbehandlung sollte jedes Jahr aufs Neue getroffen werden und Sortenunterschiede dabei berücksichtigt werden. Diese Forderung ist auch aus Gründen des Resistenzmanagements – einer der allgemeinen Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes, der auch im neuen Pflanzenschutzgesetz explizit aufgeführt wird – zukünftig von immer größerer Bedeutung.
- Selbst starker Blattlausbefall früh in der Saison (Juni) nach massiertem Zuflug bedeutet nicht zwangsläufig, dass es zur Ernte zu Ertrags- oder Qualitätseinbußen kommt, da gerade diese frühen Gradationen meist sehr schnell auf natürliche Weise durch Nützlinge und entomopathogene Pilze reguliert werden. Eine sofortige chemische Bekämpfung sollte allerdings dann erfolgen, wenn sich junge Blätter durch den Befall einzudrehen beginnen und ein Wachstumsstillstand droht, insbesondere bei der Sorte 'Perle'. Dieses Problem erstreckte sich nach Projektende im Jahr 2011 sogar auf sehr wüchsige Sorten wie 'Hallertauer Magnum'.

- Im Gegensatz dazu sind Blattlausjahre, die durch einen verzettelten Zuflug über mehrere (ca. 6-10) Wochen auf niedrigem Niveau charakterisiert sind, eher als gefährlich einzustufen. Die kontinuierlich niedrigen Blattlauszahlen sind nicht attraktiv für Prädatoren und eine in solchen Jahren häufig zu früh gesetzte Insektizidbehandlung vor dem Ende des Blattlauszufluges ist praktisch sinnlos. Die wenigen Blattläuse wandern zudem zeitig in die Dolden ab und fallen bei Blattkontrollen kaum mehr auf, so dass es in diesen Jahren leicht zu einer Spätverlausung der Dolden kommen kann, die dann nicht nur ein hygienisches Problem darstellt, sondern auch zu signifikanten Verlusten bei Ertrag und Alpha-Säuren führt.
- Einer Blattlausbehandlung mit nur ungenügender Wirksamkeit (mögliche Gründe: Mittelwahl, Behandlungszeitpunkt, Wetterbedingungen während der Behandlung) sollte schnellstmöglich eine zweite Spritzung folgen, da der Effekt der ungenügenden Behandlung zur Ernte gleich Null ist.
- Der unnötige, rein prophylaktische Einsatz eines Insektizids oder Akarizids als Bestandteil einer Tankmischung mit vier oder fünf Mischpartnern (sog. 'Juli-Spritzung') kann zu signifikanten Einbußen bis zu 10 % bei Ertrag und Alpha-Säuren führen.
- Generell sind Blatt- und Doldenbefall durch Blattläuse nicht gut miteinander korreliert. Schlechetterphasen mit niedrigen Temperaturen während der Ausdoldung führen zu einer sehr schnellen Besiedelung der Dolden durch den Schädling.
- Aroma-Sorten sind generell wesentlich weniger blattlausanfällig als Hochalpha-Sorten. Bei der blattlaustoleranten Sorte Spalter Select ist eine Insektizidbehandlung zur Blattlausbekämpfung grundsätzlich unnötig.

1.5 Zitierte Literatur

Kohlmann H, Kastner A. 1975. Der Hopfen. Hopfen-Verlag, Wolnzach. 388 pp.

2 Teilprojekt 2: Entwicklung und Überprüfung eines Labortests zur Resistenzprüfung von Hopfen-Sämlingen

Es gibt eindeutige Unterschiede in der Anfälligkeit der Hopfensorten gegenüber der Hopfenblattlaus, die beispielsweise zwischen der Hochalpha-Sorte Hallertauer Magnum und der Aroma-Sorte Spalter Select etwa den Faktor 10 betragen (WEIHRAUCH & MORETH 2005). Im englischen Zuchtmaterial gibt es Genotypen japanischer Herkunft, die völlig resistent gegenüber der Hopfenblattlaus sind, wie die Sorte Boadicea (DARBY 2009). In der Hüller Wildhopfensammlung gibt es ebenfalls Genotypen mit guten Resistenzvoraussetzungen.

Der Arbeitsbereich Hopfen der LfL, an dem u.a. die weltweit bedeutendste Hopfenzüchtung betrieben wird, will in Zukunft diese genetischen Grundlagen zu Blattlausresistenzen besser nutzen und in die Kreuzungsplanung einbringen. Um gezielt auf Blattlausresistenz züchten zu können, ist es notwendig, möglichst noch im Jugendstadium der Sämlinge genetisch festgelegte Resistenzen in den Einzelpflanzen zu finden. In diesem Teil des Gesamt-Projektes sollte versucht werden, ein vielversprechendes Modell zu standardisieren, das bereits im Rahmen einer Diplomarbeit erarbeitet worden war (KINDSMÜLLER 2005).

Das im Rahmen dieses Projektes grundsätzlich verwendete Testsystem mit kleinen Blattlauskäfigen auf Einzelblättern (Abb. 2.1, 2.2) wird in der Prüfung zur Insektizidresistenz in Hüll seit Jahrzehnten bereits erfolgreich genutzt. In den sehr aufwändigen Testserien im Rahmen dieses Projektes ging es darum, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse (verschiedene Blattlauspopulationen, Auswahl der Blätter, unterschiedliche Jahreszeit, differenzierte Hopfenstämme usw.) zu überprüfen.

Der Arbeitsumfang dieses Teilprojektes betrug etwa ein Drittel des Gesamtprojektes.



Abbildung 2.1: Blattlauskäfig zur Haltung von *Phorodon humuli* auf einem vereinzelt Hopfenblatt, hier bereits bewurzelt. Foto: G. Kindsmüller.

2.1 Vorgehensweise

Die Untersuchungen erfolgten 2008 und 2009 an folgenden sechs Genotypen:

- Boadicea (Kürzel: BO), angeblich Blattlaus-resistente Sorte aus UK
- Spalter Select (SE), aktuelle Aromasorte mit höchster Blattlaustoleranz
- Wildhopfen Typ 49, Herkunft Jena (WH), gute Resistenzvoraussetzungen
- Männlicher Klon „3-W-42-30-38“ (3W), gute Resistenzvoraussetzungen
- Hallertauer Magnum (HM), aktuelle Hochalpha-Sorte mit höchster Blattlausanfälligkeit
- Herkules (HS), aktuelle Hochalpha-Sorte mit hoher Blattlausanfälligkeit

Im letzten Versuchsjahr 2010 wurde der 'Wildhopfen Typ 49' durch den Zuchtstamm '2005/034/022' (Kürzel: '34') ersetzt, da sich in den ersten beiden Versuchsjahren gezeigt hatte, dass der Wildhopfen die heterogensten Ergebnisse aller Genotypen ergeben hatte. Der neue Zuchtstamm (Vater ist der fast blattlausresistente männliche Klon '3W') erschien hingegen nach ersten Tests ausgesprochen vielversprechend.

Auf frische Einzelblätter dieser sechs Genotypen wurde in je 12 Wiederholungen pro Versuch je eine Stammlaus in je einen Blattlauskäfig aufgesetzt (Abb. 2.1) und deren Entwicklung und Nachkommenschaft über ihre gesamte Lebensdauer beobachtet. Die Blattlauskäfige wurden in Holzgestellen mit wassergefüllten Reagenzgläsern (Abb. 2.2) in einer Klimakammer unter Langtagbedingungen (16 Stunden Licht, 22-25°C, 60-80 % RH) gehalten. Die insgesamt 72 Blattlauskäfige wurden dreimal pro Woche (in der Regel Montag, Mittwoch und Freitag) geöffnet, die abgelegten Larven gezählt, protokolliert und mit einem feinen Pinsel entfernt.



Abbildung 2.2: Holzgestell zur Aufbewahrung von sechs Reagenzgläsern mit Hopfenblättern, die mit je einem Blattlauskäfig zur Haltung von *Phorodon humuli* in einer Klimakammer bestückt sind. Foto: G. Kindsmüller.

Bei der Auswertung wurden die 12 Wiederholungen pro Genotyp zunächst auf zehn Wiederholungen 'bereinigt', indem die manchmal auftretenden Beeinträchtigungen des normalen Versuchsablaufes – früh vergilbte bzw. vertrocknete Blätter, ungewöhnlich früher Tod der Stammlaus aufgrund anderer Ursachen als dem Genotyp – nicht weiter berücksichtigt wurden. Wenn es zu keinen Beeinträchtigungen gekommen war, wurden die zwei Wiederholungen mit dem jeweils höchsten und niedrigsten Wert an Nachkommen für die Auswertung gestrichen, so dass immer zehn Wiederholungen weiter bewertet wurden. Für jede getestete Stammlaus wurde an jedem Boniturstag die Summe der produzierten lebenden Larven ermittelt, daraus erst die Gesamtsumme während der Lebensdauer jeder Stammlaus sowie anschließend der Mittelwert aller zwölf bzw. (bereinigt) zehn Stammläuse pro getestetem Genotyp errechnet.

Der Versuch wurde 2008 insgesamt dreimal durchgeführt: Die erste Serie lief vom 2. April bis zum 2. Juni über insgesamt 25 Kontrolltage, die zweite Serie vom 7. Mai zum 2. Juli über insgesamt 21 Kontrolltage und die dritte Serie vom 2. Juli zum 25. August über insgesamt 20 Kontrolltage.

Im Jahr 2009 wurde der Versuch insgesamt zweimal durchgeführt, d.h. eine Serie weniger als im Vorjahr. Diese Reduktion wurde wegen des enormen Arbeits- und Zeitaufwandes für jede Serie beschlossen, nachdem sich gezeigt hatte, dass die Ergebnisse der dritten Serie 2008, die im Hochsommer bonitiert worden war, sehr unbefriedigend ausgefallen waren. Daher sollten 2009 nur noch die etwas aussagekräftigeren Serien des Frühjahres gezählt werden, da zudem wegen des langanhaltenden Winters die zu prüfenden Pflanzen erst drei Wochen später als 2008 zur Verfügung standen. Die erste dieser beiden Serien lief vom 21. April bis zum 24. Juni über insgesamt 24 Kontrolltage, die zweite vom 5. Mai zum 7. Juli über ebenfalls 24 Kontrolltage.

Im Jahr 2010 wurden ebenfalls zwei Serien des Versuches durchgeführt, wobei die erste Serie vom 13. April bis zum 16. Juni über 25 Kontrolltage und die zweite Serie vom 5. Mai zum 9. Juli über 24 Kontrolltage lief.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Produktion von Nachkommen

Das Maximum an Nachkommen, das im Laufe aller Serien von einer Stammlaus produziert wurde, lag bei 115 Larven innerhalb von 30 Tagen und wurde auf HM während der Serie 1/2008 registriert. Die durchschnittliche Zahl der Nachkommen war innerhalb der einzelnen Genotypen bei den verschiedenen Serien fast immer so heterogen, dass die Werte einer Serie nicht reproduzierbar waren. Dies wird auch durch die Mittelwerte aller sieben Serien verdeutlicht, der sich zwischen den erwiesenermaßen blattlausresistenten bzw. –toleranten Sorten BO und SE sowie den blattlausanfälligen Hochalphasorten HM und HS fast nicht unterschied (BO: 55,3; SE: 58,3; HS: 59,4; HM 61,7; Tab. 2.1). Die extremsten Unterschiede zwischen den Einzelserien waren bei WH zu verzeichnen, der deshalb nach dem zweiten Projektjahr nicht mehr weiter getestet wurde. Der einzige Genotyp, der bei allen Serien positiv herausragte, war der männliche Klon 3W, der immer die mit Abstand niedrigsten Nachkommenszahlen produzierte (Tab. 2.1, 2.2). Der statt WH nur 2010 in zwei Serien getestete Zuchtstamm 34 lag dabei ebenfalls in der Bandbreite der übrigen Genotypen (Tab. 2.5).

Tabelle 2.1. Summe der lebenden Nachkommen, Mittelwert \pm S.E.

Serie / cv.	BO	SE	WH	3W	HM	HS
1/2008 01.04.-02.06.	65,9 \pm 25,2	75,3 \pm 20,1	87,9 \pm 10,1	21,9 \pm 9,7	88,9 \pm 15,9	81,2 \pm 19,5
2/2008 06.05.-02.07.	72,4 \pm 13,7	87,9 \pm 7,2	80,0 \pm 13,7	13,5 \pm 5,1	82,6 \pm 8,0	80,8 \pm 11,2
3/2008 01.07.-25.08.	66,5 \pm 18,7	60,4 \pm 28,0	69,5 \pm 10,9	11,6 \pm 5,1	53,3 \pm 22,6	61,8 \pm 21,8
1/2009 21.04.-24.06.	54,6 \pm 13,8	45,5 \pm 14,4	47,1 \pm 9,0	10,0 \pm 6,6	47,2 \pm 9,5	43,5 \pm 12,9
2/2009 05.05.-09.07.	37,2 \pm 15,3	52,5 \pm 8,6	39,6 \pm 7,5	15,2 \pm 8,7	52,4 \pm 8,9	42,1 \pm 6,4
1/2010 13.04.-16.06.	50,6 \pm 8,8	53,5 \pm 5,3		15,9 \pm 4,4	62,0 \pm 9,4	60,9 \pm 10,1
2/2010 05.05.-09.07.	39,7 \pm 5,6	32,8 \pm 6,0		9,4 \pm 5,5	45,2 \pm 6,1	45,5 \pm 4,8
MW	55,3	58,3	64,8	13,9	61,7	59,4

Tabelle 2.2. Summe der lebenden Nachkommen, Rang (1 = wenig, 6 = viel)

Serie / cv.	BO	SE	WH	3W	HM	HS
1/2008 01.04.-02.06.	2	3	5	1	6	4
2/2008 06.05.-02.07.	2	6	3	1	5	4
3/2008 01.07.-25.08.	5	3	6	1	2	4
1/2009 21.04.-24.06.	6	3	4	1	5	2
2/2009 05.05.-09.07.	2	6	3	1	5	4
1/2010 13.04.-16.06.	2	3		1	6	5
2/2010 05.05.-09.07.	3	2		1	5	6
Rang- summe	22	26	21	7	34	29
MW	3,14 \pm 1,68	3,71 \pm 1,61	4,20 \pm 1,30	1,00 \pm 0,00	4,86 \pm 1,35	4,14 \pm 1,21

Abkürzungen: BO = Boadicea, SE = Spalter Select, WH = Wildhopfen Jena, 3W = ♂ Zuchtstamm 3-W-42-30-38; HM = Hallertauer Magnum, HS = Herkules

Als exemplarisches Beispiel für die den Tabellen zugrundeliegenden Einzelwerte sind alle Daten der Serie 1/2010 in Anhang 4.2 aufgelistet.

Tabelle 2.3. Lebensdauer der Stammlaus [d], Mittelwert \pm S.E.

Serie / cv.	BO	SE	WH	3W	HM	HS
1/2008 01.04.-02.06.	36,6 \pm 10,7	42,3 \pm 9,3	45,8 \pm 8,9	25,0 \pm 4,6	53,4 \pm 7,3	41,5 \pm 11,2
2/2008 06.05.-02.07.	33,5 \pm 8,1	47,6 \pm 5,2	41,9 \pm 8,7	26,4 \pm 3,7	48,0 \pm 3,7	38,3 \pm 9,4
3/2008 01.07.-25.08.	37,2 \pm 8,6	41,5 \pm 10,5	41,2 \pm 8,9	27,7 \pm 4,6	43,4 \pm 9,8	32,8 \pm 9,1
1/2009 21.04.-24.06.	47,1 \pm 10,5	46,4 \pm 11,3	43,7 \pm 9,4	28,7 \pm 4,8	46,1 \pm 12,5	31,4 \pm 6,9
2/2009 05.05.-09.07.	40,5 \pm 15,1	49,0 \pm 8,4	46,1 \pm 12,1	25,0 \pm 5,9	50,5 \pm 10,0	31,4 \pm 6,9
1/2010 13.04.-16.06.	46,9 \pm 12,7	51,4 \pm 6,9		30,8 \pm 6,1	58,6 \pm 6,6	45,4 \pm 12,0
2/2010 05.05.-09.07.	53,4 \pm 8,2	53,7 \pm 10,2		37,8 \pm 6,5	55,1 \pm 7,3	51,0 \pm 6,6
MW	42,2	47,4	43,7	28,8	50,7	38,8

Tabelle 2.4. Lebensdauer der Stammlaus, Rang (1 = kurz, 6 = lang)

Serie / cv.	BO	SE	WH	3W	HM	HS
1/2008 01.04.-02.06.	2	4	5	1	6	3
2/2008 06.05.-02.07.	2	5	4	1	6	3
3/2008 01.07.-25.08.	3	5	4	1	6	2
1/2009 21.04.-24.06.	6	5	3	1	4	2
2/2009 05.05.-09.07.	3	5	4	1	6	2
1/2010 13.04.-16.06.	3	5		1	6	2
2/2010 05.05.-09.07.	4	5		1	6	2
Rang- summe	23	34	20	7	40	16
MW	3,29 \pm 1,38	4,86 \pm 0,38	4,00 \pm 0,71	1,00 \pm 0,00	5,71 \pm 0,76	2,29 \pm 0,49

Abkürzungen: BO = Boadicea, SE = Spalter Select, WH = Wildhopfen Jena, 3W = ♂ Zuchtstamm 3-W-42-30-38; HM = Hallertauer Magnum, HS = Herkules

Als exemplarisches Beispiel für die den Tabellen zugrundeliegenden Einzelwerte sind alle Daten der Serie 1/2010 in Anhang 4.2 aufgelistet.

Tabelle 2.5. Ergebnisse, die 2010 mit dem Zuchtstamm '2005/034/022' erzielt wurden. Summe der lebenden Nachkommen, Mittelwert \pm S.E, sowie Lebensdauer der Stammlaus [d], Mittelwert \pm S.E.

Serie	Nachkommen bei '34'	Lebensdauer bei '34'
1/2010 13.04.-16.06.	52,5 \pm 9,3	36,0 \pm 6,1
2/2010 05.05.-09.07.	44,1 \pm 8,8	53,5 \pm 7,5
MW	48,3	44,8

2.2.2 Lebensdauer der Stammlaus

Die Ergebnisse bezüglich der Lebensdauer der Stammläuse waren genauso heterogen wie jene bei der Zahl der Nachkommen und zeigten fast die gleichen Trends: So war zwischen den Sorten BO, SE und HS kein reproduzierbarer Unterschied erkennbar (BO: 42,2 Tage; SE: 47,4 Tage; HS: 38,8 Tage; Tab. 2.3). Lediglich HM zeigte mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von 50,7 Tagen in sechs von sieben Serien die eindeutig längste Lebensdauer (Tab. 2.3, 2.4), wobei die Tiere auf HM regelmäßig ihre reproduktive Periode genauso schnell wie auf den anderen Genotypen beendet hatten, die Tiere dann meist aber noch eine sehr lange Periode der Seneszenz durchlebten. Positiv herausragend war wiederum der männliche Klon 3W, der bei jeder Serie die signifikant kürzeste Lebensdauer der aufgesetzten Stammlaus erbrachte, mit einem Mittelwert von 28,8 Tagen (Tab. 2.3, 2.4).

2.3 Die Alternative: Der 'Weckglas-Test' mit ganzen Pflänzchen?

Nachdem sich im Laufe des Projektes abgezeichnet hatte, dass die ursprünglich geplante Testmethode mit Blattlauskäfigen auf Einzelblättern die tatsächlich vorhandenen genetischen Unterschiede in der Blattlausanfälligkeit der getesteten Genotypen nicht im nötigen Ausmaß widerspiegelt, wurde auch nach möglichen Alternativen gesucht. Als Idee, die im Laufe der Zeit geboren wurde, setzte sich schließlich die Vorgehensweise durch, anstatt auf Einzelblätter Blattläuse auf möglichst kleine Einzelpflanzen zu setzen und dann im 'enclosure'-Verfahren zu testen. Als interne Bezeichnung dieses Tests setzte sich – aufgrund der verwendeten Einweck-Gefäße – sehr schnell der Begriff 'Weckglas-Test' durch. Im Jahr 2010 wurde dieser Test dann erstmals in Serie durchgeführt.

Für den 'Weckglas-Test' wurden junge Pflänzchen derselben sechs Genotypen wie beim Einzelblatt-Test vorgezogen und mit wenigen Zentimetern Größe in 2 l-Einweckgläser (Höhe 20 cm, Durchmesser 12 cm) gepflanzt. Als Substrat diente 250-300 ml Kulturerde, mit einer Filzscheibe am Gefäßboden als Wasserspeicher, um die Erde feucht zu halten (Abb. 2.3). Auf jedes Pflänzchen (12 Wiederholungen pro Genotyp) wurde mit einem Pinsel eine Blattlaus gesetzt und das Gefäß mit Gaze und einem Bindfaden oder einem Gummiring verschlossen. Die 'enclosures' wurden dann – außer zum gelegentlichen mäßigen Gießen unangetastet - unter Langtagbedingungen in eine Klimakammer gestellt (16 Stunden Licht, 22-25°C, 60-80 % RH; Abb. 2.4). Nach jeweils 26 Tagen wurden die Gazeverschlüsse entfernt und alle lebenden Blattläuse in den Gefäßen gezählt. Analog der Einzelblatt-Tests kamen zehn der zwölf Wiederholungen zur Auswertung (Tab. 2.6, 2.7).



Abbildung 2.3: Einweckglas mit kleiner Hopfen-Einzelpflanze für den 'Weckglas-Test' zu Beginn der Laufzeit einer Serie. Foto: F. Weihrauch.



Abbildung 2.4: Aufbewahrung der 'enclosures' für den 'Weckglas-Test' in einer Klimakammer während dessen Laufzeit. Foto: F. Weihrauch.

Tabelle 2.6. 'Weckglas-Test' 01/2010. Summe sowie Mittelwert \pm S.E. lebender Blattläuse pro Enclosure-System und die jeweilige Relation des Befalls [%] zu den beiden anfälligen Hochalphasorten HM und HS.

Je eine Blattlaus am 01.04.2010 aufgesetzt, Auszählung am 27.04.2010 (26 Tage Laufzeit).

Wdh.	Genotyp					
	BO	SE	2005/034/022	3W♂	HS	HM
1	8	69	7	0	388	333
2	0	73	42	0	192	249
3	18	101	49	0	75	355
4	3	96	39	0	420	375
5	4	159	24	0	480	447
6	0	65	48	0	219	330
7	9	170	79	0	241	394
8	12	289	11	5	304	530
9	4	118	41	0	313	198
10	6	55	4	0	353	385
Summe	64	1195	344	5	2985	3596
MW \pm S.E.	6,4 \pm 5,58	119,5 \pm 71,17	34,4 \pm 23,19	0,5 \pm 1,58	298,5 \pm 120,11	359,6 \pm 93,51
% von HM	1,8	33,2	9,6	0,1	83,0	100,0
% von HS	2,1	40,0	11,5	0,2	100,0	120,5

Tabelle 2.7. 'Weckglas-Test' 02/2010. Summe sowie Mittelwert \pm S.E. lebender Blattläuse pro Enclosure-System und die jeweilige Relation des Befalls [%] zu den beiden anfälligen Hochalphasorten HM und HS.

Je eine Blattlaus am 28.05.2010 aufgesetzt, Auszählung am 23.06.2010 (26 Tage Laufzeit).

Wdh.	Genotyp					
	BO	SE	2005/034/022	3W♂	HS	HM
1	2	13	37	13	91	47
2	6	10	29	0	45	89
3	0	40	45	19	219	121
4	7	15	46	1	38	58
5	8	19	44	5	78	79
6	10	9	37	18	67	75
7	1	50	45	6	75	45
8	8	10	27	5	70	43
9	0	9	29	16	51	31
10	0	11	31	31	31	84
Summe	42	186	370	114	765	672
MW \pm S.E.	4,2 \pm 3,97	18,6 \pm 14,45	37,0 \pm 7,62	11,4 \pm 9,77	76,5 \pm 53,59	67,2 \pm 27,35
% von HM	6,3	27,7	55,1	17,0	113,8	100,0
% von HS	5,5	24,3	48,4	14,9	100,0	87,8

2.4 Diskussion

Die höchst heterogenen Ergebnisse der mehrjährigen Serien an Einzelblatt-Tests belegen eindeutig, dass diese – ursprünglich als erfolgversprechendste Methode betrachtete – Vorgehensweise die tatsächlichen Grade der Anfälligkeit unterschiedlicher Hopfen-Genotypen gegenüber *Phorodon humuli* nicht reproduzierbar widerspiegelt. So konnte die im Freiland ermittelten Resistenz von BO (DARBY 2009) oder die Toleranz von SE bzw. die hohe Anfälligkeit von HM (WEIHRAUCH & MORETH 2005) nicht oder nur in sehr geringem Maße mit den Einzelblättern nachvollzogen werden. Lediglich die signifikant längere Lebensdauer der Stammläuse auf HM (Tab. 2.3, 2.4) und die Tatsache, dass der männliche Zuchstamm 3W in jeder Hinsicht die besten Ergebnisse erbrachte (Tab. 2.1-2.4), decken sich mit den Ergebnissen von ganzen Pflanzen aus dem Freiland.

Als Fazit der sehr arbeitsintensiven Einzelblatt-Tests muss also konstatiert werden, dass sich diese Methode mangels Reproduzierbarkeit nicht – wie erhofft – als künftige Standardmethode für die Überprüfung der Blattlausanfälligkeit von neuen Hopfensämlingen in Frage kommt. Die Gründe für diese Diskrepanz in der Reaktion auf Blattlausbefall zwischen Einzelblättern und ganzen Pflanzen sind zwar nicht geklärt, doch offensichtlich hat die gesamte Pflanze als Organismus wesentlich mehr Reaktionsmöglichkeiten auf den Schädlingsbefall als ein Blatt als Teil von ihr.

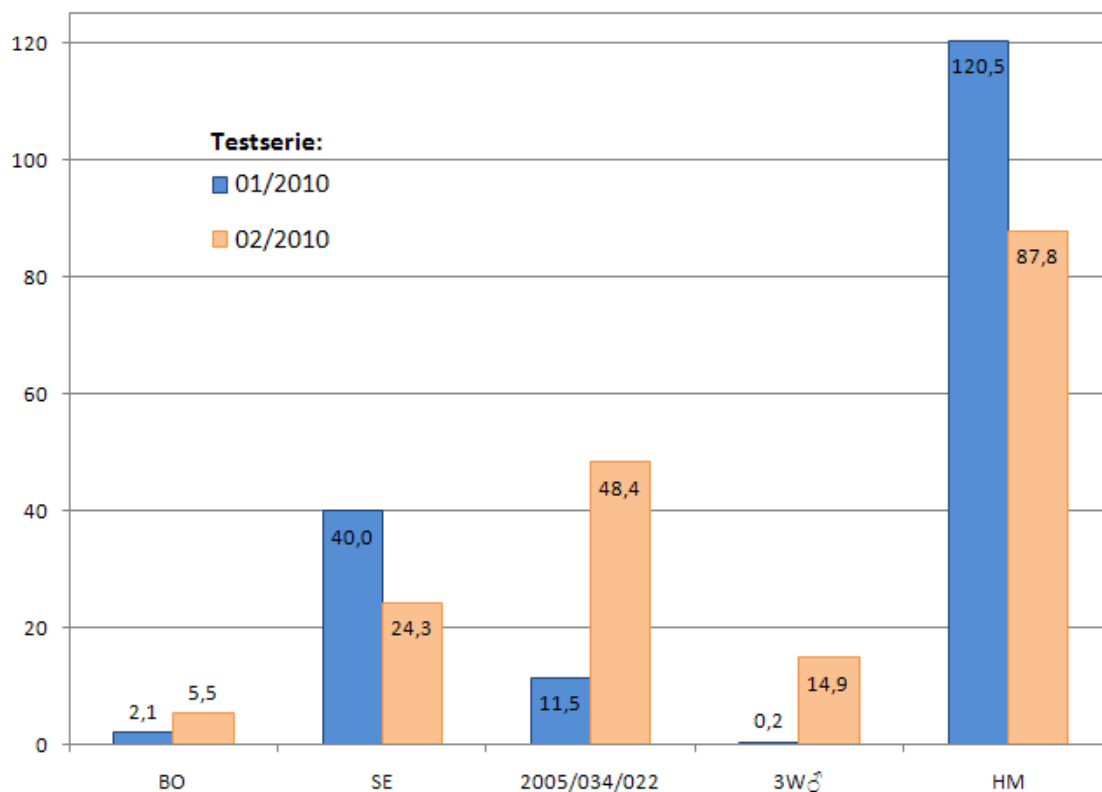


Abbildung 2.5: 'Weckglas-Tests' 01/2010 und 02/2010. Jeweilige Relation [%] des Befalls mit Blattläusen der getesteten Genotypen, verglichen mit der anfälligen Hochalphasorte HS.

Nachdem sich im Laufe der Einzelblatt-Testserien herauskristallisiert hatte, dass diese Methode nicht als Lösung für die ursprüngliche Zielsetzung in Betracht kommen würde, wurde der 'Weckglas-Test' schließlich relativ schnell als alternative Lösungsmöglichkeit entwickelt. Die ersten beiden Durchgänge 2010 erbrachten auch endlich offensichtlich einigermaßen zufriedenstellend reproduzierbare Ergebnisse, die mit den Freiland-Erfahrungen mit dem jeweiligen Genotyp in Einklang zu bringen sind. Zwar war das Befallsniveau zwischen beiden Serien sehr unterschiedlich (Tab. 2.6, 2.7), doch diesem Problem kann wahrscheinlich mit einem einfachen Kunstgriff gelöst werden: Wenn man eine der beiden Hochalphasorten HM und HS – die von der Anfälligkeit gegenüber *P. humuli* etwa als gleich einzuschätzen sind – als Referenzsorte wählt und den Befall der übrigen Genotypen während einer Serie in Relation dazu setzt, erhält man idealerweise vergleichbare Werte (Abb. 2.5). Zumindest sollten diese Werte innerhalb eines bestimmten Rahmens liegen.

Als endgültige Referenzsorte für den 'Weckglas-Test' wurde schließlich HS festgelegt (Abb. 2.5), da diese Sorte gegenüber HM – der momentan europaweit wohl die Sorte mit den höchsten Flächenanteilen darstellt – in Zukunft deutlich wichtiger werden und HM bald als beliebteste Hochalphasorte Deutschlands und somit Europas ablösen wird. Es besteht die begründete Erwartung, dass der 'Weckglas-Test' schnell sich zu dem gewünschten – als Ziel dieses Forschungsprojektes festgelegten – Standardtest entwickeln wird, der mit minimalem Aufwand Auskunft über die Blattlausanfälligkeit einzelner Genotypen gibt. Im Rahmen einer neuen Forschungs Kooperation zwischen dem Hopfenforschungszentrum Hüll, der Universität Wageningen (Niederlande) und 'Plant Research International' in Wageningen wurde der Test bereits auch schon entsprechend angewandt (UNDAS et al. 2011).

2.5 Zitierte Literatur

- Darby P. 2009. The inheritance of resistance to aphids from the new UK variety 'Boadicea'. Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers' Convention, León, Spain, 21-25 June 2009: 9-12
- Kindsmüller G. 2005. Optimierung eines Biotests zur Blattlausanfälligkeit von Hopfensorten und Zuchtstämmen. Diplomarbeit, Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft. 106 pp.
- Undas AK, Verstappen FWA, van Tol RWHM, Weihrauch F, Bouwmeester HJ. 2011. The use of metabolomics in insect resistance studies. Poster, 14th Symposium on Insect-Plant Interactions, 13-18 August 2011, Wageningen, The Netherlands
- Weihrauch F, Moreth L. 2005. Behavior and population development of *Phorodon humuli* (Schrank) (Homoptera: Aphididae) on two hop cultivars of different susceptibility. Journal of Insect Behavior 18: 693-705

3 Öffentlichkeitsarbeit und Publikationen

3.1 Publikationen mit allgemeiner Präsentation des Projekts

- "Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert Forschungsprojekt zur Optimierung der Blattlausbekämpfung im Hopfen". Hüller Newsletter der Gesellschaft für Hopfenforschung (GfH) vom 28.05.2008.
- "Pflanzenschutz: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert Forschungsprojekt zur Optimierung der Blattlausbekämpfung im Hopfen". Hopfen-Rundschau 59 (6), 2008, p. 149.
- "Aktuelle Forschungsprojekte: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert Forschungsprojekt zur Optimierung der Blattlausbekämpfung im Hopfen". LfL-intern 3/2008, pp. 2-3.
- "Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück: Blattläuse – bald geduldete Hopfenbewohner?" Brauwelt 33 (2008), p. 938.

3.2 Allgemeine Internet-Präsentation des Projekts

- "Nachhaltige Optimierung der Bekämpfung von Blattläusen (*Phorodon humuli*) im Hopfen (*Humulus lupulus*) durch Bekämpfungsschwellen und Züchtung blattlaustoleranter Hopfensorten".
URL: <<http://stmlf.cms.bybn.de/internet/stmlf/lfl/ipz/hopfen/32318/index.php>>



Abbildung 3.1: Vorstellung des Projektes vor der Arbeitsgemeinschaft Resistenzzüchtung der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ) und der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft (DPG) in Hüll am 16.06.2008. Im Bild rechts JKI-Präsident Prof. Dr. Georg Backhaus. Foto: P. Doleschel.

3.3 Allgemeine Präsentationen des Projekts durch Vorträge von F. Weihrauch

- Arbeitsgemeinschaft Resistenzzüchtung der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung und der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft, Hüll, 16.06.2008 (Abb. 3.1).
- Hopfen-Rundfahrt des bayerischen Staatsministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, mit ca. 120 Teilnehmern aus Politik, Wirtschaft und Forschung, Ilmendorf, 26.08.2008. Mit anschließender ausführlicher Berichterstattung in der regionalen und überregionalen Presse, z.B. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt Nr. 36 vom 05.09.2008, pp. 22-23, oder Freisinger Tagblatt vom 27.08.2009.

3.4 Fachvorträge von F. Weihrauch zu Projektinhalten

- Aphid tolerance of different hop genotypes: First attempts to develop a simple biotest for hop breeding by the use of *Phorodon humuli*. – 2nd ISHS International Humulus Symposium, Gent (Belgien), 03.09.2008
- Wo sind die Blattläuse 2008 geblieben? Vorstellung eines laufenden Forschungsprojektes zur Blattlausbekämpfung. - Hopfenbau-Stammtische des Hopfenrings Hallertau e.V. in Niederlauterbach, 15.12.2008, und Mitterstetten, 16.12.2008.
- Wo sind die Blattläuse 2008 geblieben? Vorstellung eines laufenden Forschungsprojektes zur Blattlausbekämpfung. - Hopfenbau-Tag im Rahmen der Bioland-Wintertagung, Kloster Plankstetten, 11.02.2009.
- First steps towards a revised control threshold for the damson-hop aphid *Phorodon humuli*.- International Hop Growers´ Convention, Scientific Commission, León (Spanien), 23.06.2009
- Das DBU-Blattlausprojekt: Erste Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt zur Blattlausbekämpfung. - Arbeitsbesprechung zum Forschungsprojekt mit den Kooperationsbetrieben und Verbänden, Hüll, 05.03.2010
- The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones. – EBC Hop Symposium 2010, Wolnzach, 14.09.2010
- The significance of Brown and Green Lacewings as aphid predators in the special crop hops (Neuroptera: Hemerobiidae, Chrysopidae). – Entomologentagung der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie, Berlin, 24.03.2011

3.5 Wissenschaftliche Publikationen zu Projektinhalten

- WEIHRAUCH F. 2009. First steps towards a revised control threshold for the Damson-hop aphid *Phorodon humuli*. - Proceedings of the Scientific Commission of the International Hop Growers´ Convention, León, Spain, 21-25 June 2009: 82-85
- WEIHRAUCH F, BAUMGARTNER A, FELSL M, LUTZ A. 2009. Aphid tolerance of different hop genotypes: First attempts to develop a simple biotest for hop breeding by the use of *Phorodon humuli*. - Acta Horticulturae 848: 125-129
- WEIHRAUCH F. 2011. The significance of Brown and Green Lacewings as aphid predators in the special crop hops (Neuroptera: Hemerobiidae, Chrysopidae). - Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 18: [im Druck]
- WEIHRAUCH F, BAUMGARTNER A, FELSL M, KAMMHUBER K, LUTZ A. 2012. The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones. - BrewingScience – Monatsschrift für Brauwissenschaft 65: [in Vorb.]

3.6 Abstracts zu Projektinhalten in Tagungsbänden

- WEIHRAUCH F, BAUMGARTNER A, FELSL M, LUTZ A. 2008. Aphid Tolerance of Different Hop Genotypes: First Attempts to Develop a Simple Biotest for Hop Breeding by the Use of *Phorodon humuli*. - Book of Abstracts, 2nd ISHS International Humulus Symposium, 1-5 September 2008, Ghent, Belgium: 39
- WEIHRAUCH F, BAUMGARTNER A, FELSL M, KAMMHUBER K, KNEIDL J, LUTZ A, NEUHOF-BUCKL E, PETZINA C, SPERR B, WEIHRAUCH S, WYSCHKON B. 2010. The influence of aphid infestation during the hop growing season on the quality of harvested cones. - Programme, EBC Hop Symposium 2010, 12 – 14 September 2010, Wolnzach (Bavaria): 29
- WEIHRAUCH F. 2011. The significance of Brown and Green Lacewings as aphid predators in the special crop hops (Neuroptera: Hemerobiidae, Chrysopidae). - Abstracts, DgaaE-Entomologentagung vom 21.-24. März 2011 in Berlin: 196. URL: <http://www.dgaae.de/tagung/tl_files/tagungsdateien/PDF/Vortraege_Section_16_Neuropterology.pdf>

3.7 Projektergebnisse in Jahresberichten

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – und Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: Jahresbericht 2008, Sonderkultur Hopfen. LfL-Information, März 2009, pp. 12-13. URL: <http://stmlf.cms.bybn.de/internet/stmlf/lfl/ipz/hopfen/41593/jahresbericht_2008.pdf>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – und Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: Jahresbericht 2009, Sonderkultur Hopfen. LfL-Information, März 2010, pp. 15-16. URL: <http://stmlf.cms.bybn.de/internet/stmlf/lfl/ipz/hopfen/41593/jahresbericht_2009.pdf>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – und Gesellschaft für Hopfenforschung e.V.: Jahresbericht 2010, Sonderkultur Hopfen. LfL-Information, März 2011, pp. 15 und 88-91. URL: <http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/16858/jahresbericht_2010.pdf>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung: Jahresbericht 2010 [April 2011], pp. 78-81. URL: <http://www.lfl.bayern.de/publikationen/ipz/jahresbericht/41586/linkurl_0_0.pdf>

4 Anhänge

4.1 Teilprojekt 1: Ergebnisse der Versuchsernten incl. aller Boniturdaten

Abkürzungen der eingesetzten Insektizide:

a: Abamectin (Akarizid mit starker insektizider Nebenwirkung; Handelsnamen: Vertimec, Agrimek, Abamex)

f: Flonicamid (Handelsname: Teppeki)

i: Imidacloprid (Handelsnamen: Confidor, Kohinor, Warrant)

p: Pymetrozine (Handelsname: Plenum)

Abkürzungen der Alpha-Säuren-Analysemethoden:

KW: Konduktometrische Titration nach EBC (European Brewery Convention) 7.4

NIR: Nahinfrarotspektroskopie

UHPLC: Ultra High-Pressure Liquid Chromatography nach EBC 7.7

4.1.1 1. Projektjahr 2008,
Sorte HM

Ilmendorf 2008, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
02.06.	81,0	128,9	105,0
11.06.	22,5	4,0	4,0
24.06.	14,7	1,4	1,4
08.07.	0,2	0,3	0,0
21.07.	0,2	0,3	0,0
05.08.	0,2	0,1	0,0
19.08.	1,2	0,9	0,0
08.09.	1,7	2,4	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	4	20	6
19.08.	4	12	0
08.09. (Ernte)	32	123	12
Doldenbefall [%]	4,0	10,8	3,4
Gewogenes Mittel	1,042	1,112	1,034
Ertrag [dt/ha]	28,18	28,81	28,84
Alpha [%] (KW)	15,70	15,19	15,08
Alpha/ha [kg]	442,2	437,9	434,9
Alpha [%] (UHPLC)	15,00	13,83	14,32
Beta [%]	7,37	7,26	7,43
Beta/Alpha	0,49	0,53	0,52
Cohumulon [%]	26,77	25,93	27,52
Xanthohumul [%]	0,48	0,48	0,47
Linalool	8	9	9
Humulen	285	283	287
Myrcen	7655	9746	9042

Buch 2008, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	22,2	12,0	16,1
11.06.	40,5	0,5	0,5
24.06.	17,3	0,2	0,2
08.07.	44,6	0,8	0,8
22.07.	78,8	7,2	8,0
12.08.	8,2	3,1	0,5
25.08.	11,1	16,3	1,1
08.09.	169,6	66,7	5,6
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
12.08.	1976	574	130
25.08.	3572	552	357
08.09. (Ernte)	5047	3094	494
Doldenbefall [%]	99,5	97,9	46,7
Gewogenes Mittel	3,681	3,319	1,830
Ertrag [dt/ha]	22,43	25,98	23,85
Alpha [%] (KW)	15,71	15,28	15,29
Alpha/ha [kg]	352,5	397,2	364,3
Alpha [%] (UHPLC)	13,75	14,85	14,47
Beta [%]	6,89	6,96	7,39
Beta/Alpha	0,50	0,47	0,51
Cohumulon [%]	26,70	26,66	26,15
Xanthohumul [%]	0,49	0,50	0,47
Linalool	9	9	9
Humulen	275	281	279
Myrcen	8538	8871	8624

Engelbrechtsmünster 2008, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
02.06.	49,2	52,8	51,0
11.06.	46,6	27,8	37,2
24.06.	173,0	5,5	5,5
08.07.	113,3	7,0	7,0
21.07.	2,3	1,5	0,0
05.08.	3,9	2,2	0,0
19.08.	4,6	4,1	0,0
09.09.	30,5	25,4	0,2
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	204	164	0
19.08.	203	37	1
09.09. (Ernte)	952	1402	12
Doldenbefall [%]	81,7	85,0	7,0
Gewogenes Mittel	2,352	2,392	1,081
Ertrag [dt/ha]	22,95	21,63	24,69
Alpha [%] (KW)	15,30	14,64	15,52
Alpha/ha [kg]	351,0	316,4	383,2
Alpha [%] (UHPLC)	13,68	13,24	14,37
Beta [%]	6,05	6,25	6,94
Beta/Alpha	0,44	0,47	0,48
Cohumulon [%]	25,24	25,45	25,43
Xanthohumul [%]	0,40	0,42	0,43
Linalool	10	9	8
Humulen	280	283	282
Myrcen	8660	8002	7582

4.1.2 1. Projektjahr 2008,
Sorte HS

Parleiten 2008, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	6,0	2,8	4,4
10.06.	33,9	34,7	34,3
24.06.	1077,7	1117,0	1097,4
08.07.	52,5		0,0
22.07.	2,8		0,0
08.08.	1,5		0,0
20.08.	1,1		0,0
19.09.	9,5		0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
08.08.	186		0
20.08.	186		1
19.09. (Ernte)	1549		5
Doldenbefall [%]	90,7		2,4
Gewogenes Mittel	2,591		1,027
Ertrag [dt/ha]	42,5*		38,0
Alpha [%] (KW)	18,73		18,71
Alpha/ha [kg]	795,78		710,31
Alpha [%] (UHPLC)	17,99		17,83
Beta [%]	5,54		5,53
Beta/Alpha	0,31		0,31
Cohumulon [%]	37,13		36,53
Xanthohumol [%]	0,74		0,76
Linalool	11		8
Humulen	277		277
Myrcen	12574		10405

Kirchdorf 2008, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
02.06.	116,9	86,7	101,8
13.06.	46,2	1,6	1,6
27.06.	157,8	0,9	0,9
09.07.	529,5	1,6	1,8
24.07.	509,3	5,3	6,9
12.08.	1,3	0,5	0,0
21.08.	0,4	0,1	0,0
18.09.	6,7	2,9	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
12.08.	74	112	2
21.08.	48	35	1
18.09. (Ernte)	259	583	5
Doldenbefall [%]	71,6	66,3	2,6
Gewogenes Mittel	2,156	1,925	1,030
Ertrag [dt/ha]	28,75	29,16	30,22
Alpha [%] (KW)	18,60	18,97	18,16
Alpha/ha [kg]	533,9	553,2	548,6
Alpha [%] (UHPLC)	18,61	18,15	18,09
Beta [%]	5,64	5,45	5,72
Beta/Alpha	0,30	0,30	0,32
Cohumulon [%]	35,33	35,21	35,37
Xanthohumol [%]	0,79	0,78	0,72
Linalool	10	11	10
Humulen	286	281	288
Myrcen	10526	10457	10064

Oberempfenbach 2008, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	38,9	29,0	34,0
16.06.	64,8	1,7	1,7
24.06.	116,5	118,3	118,3
15.07.	38,4	1,0	0,0
29.07.	1,1	0,1	0,0
12.08.	0,0	0,0	0,0
25.08.	0,1	0,1	0,0
19.09.	1,7	0,5	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
12.08.	40	12	0
25.08.	308	10	0
19.09. (Ernte)	1068	32	22
Doldenbefall [%]	47,8	19,1	1,0
Gewogenes Mittel	1,666	1,233	1,011
Ertrag [dt/ha]	33,18	30,20	26,45
Alpha [%] (KW)	17,36	17,79	17,95
Alpha/ha [kg]	576,6	536,8	474,9
Alpha [%] (UHPLC)	15,36	17,38	17,77
Beta [%]	5,12	5,66	5,97
Beta/Alpha	0,33	0,33	0,34
Cohumulon [%]	38,03	36,14	35,38
Xanthohumol [%]	0,71	0,80	0,75
Linalool	10	8	9
Humulen	280	285	282
Myrcen	10689	8566	9709

4.1.3 1. Projektjahr 2008,
Sorte HT

Unterempfenbach 2008, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
02.06.	27,1	28,8	28,0
16.06.	34,1	2,2	2,2
24.06.	67,4	1,2	1,1
15.07.	1,5	0,4	0,4
29.07.	0,6	0,3	0,3
12.08.	0,3	0,4	0,1
22.08.	0,2	0,0	0,1
30.08.	0,1	0,2	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
12.08.	68	40	2
22.08.	132	50	174
30.08. (Ernte)	197	74	241
Doldenbefall [%]	1,9	1,1	1,0
Gewogenes Mittel	1,019	1,011	1,010
Ertrag [dt/ha]	24,42	21,89	20,9
Alpha [%] (NIR)	7,95	7,29	8,26
Alpha/ha [kg]	194,5	159,6	172,7
Alpha [%] (UHPLC)	8,02	7,19	8,21
Beta [%]	5,38	4,74	5,12
Beta/Alpha	0,67	0,66	0,62
Cohumulon [%]	25,69	26,17	26,39
Xanthohumol [%]	0,48	0,43	0,45
Linalool	30	29	30
Humulen	288	274	293
Myrcen	2561	4213	2317

Schweinbach 2008, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
02.06.	156,5	131,8	144,2
13.06.	139,5	4,8	4,8
27.06.	573,7	2,5	2,5
15.07.	0,6	0,1	0,0
24.07.	0,1	0,0	0,0
04.08.	0,2	0,1	0,0
21.08.	0,0	0,0	0,0
28.08.	6,7	2,9	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	0	0	0
21.08.	15	1	0
28.08. (Ernte)	40	36	12
Doldenbefall [%]	0,8	0,1	0,1
Gewogenes Mittel	1,008	1,001	1,001
Ertrag [dt/ha]	23,88	22,26	21,99
Alpha [%] (NIR)	8,26	8,60	8,42
Alpha/ha [kg]	196,4	191,4	184,7
Alpha [%] (UHPLC)			
Beta [%]			
Beta/Alpha			
Cohumulon [%]			
Xanthohumol [%]			
Linalool	28	32	30
Humulen	289	287	284
Myrcen	3134	3194	3408

Eichelberg 2008, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	10,2	5,0	
10.06.	56,2	63,8	
24.06.	95,9	112,4	
08.07.	3,5	0,0	
21.07.	0,3	0,0	
08.08.	0,1	0,0	
20.08.	0,1	0,0	
30.08.	0,0	0,0	
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
08.08.	2	2	
20.08.	3	0	
30.08. (Ernte)	32	4	
Doldenbefall [%]	0,2	0,1	
Gewogenes Mittel	1,002	1,001	
Ertrag [dt/ha]	18,21	19,22	
Alpha [%] (NIR)	7,78	8,03	
Alpha/ha [kg]	141,7	154,4	
Alpha [%] (UHPLC)	6,67	7,21	
Beta [%]	4,76	5,09	
Beta/Alpha	0,71	0,71	
Cohumulon [%]	26,35	26,02	
Xanthohumol [%]	0,44	0,45	
Linalool	32	37	
Humulen	285	294	
Myrcen	2988	2169	

4.1.4 1. Projektjahr 2008,
Sorte SE

Eschenhart 2008, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
30.05.	24,3	23,3	23,8
13.06.	56,0	0,3	0,5
27.06.	20,3	0,3	0,5
09.07.	2,8	0,0	0,0
24.07.	1,5	0,0	0,0
04.08.	0,9	0,1	0,0
21.08.	0,2	0,0	0,0
12.09.	0,0	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	0	1	0
21.08.	0	2	1
12.09. (Ernte)	7	14	7
Doldenbefall [%]	0,0	0,0	0,0
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	1,000
Ertrag [dt/ha]	24,21	23,69	20,97
Alpha [%] (NIR)	5,81	6,28	5,73
Alpha/ha [kg]	140,7	148,7	120,1
Alpha [%] (UHPLC)	3,83	4,99	4,77
Beta [%]	4,04	5,08	5,60
Beta/Alpha	1,05	1,02	1,17
Cohumulon [%]	21,86	21,12	21,50
Xanthohumol [%]	0,35	0,41	0,41
Linalool	91	110	100
Humulen	172	185	185
Myrcen	9236	10368	6261
Farnesen	87	102	65

Nötting 2008, Sorte: SE

Rohrbach 2008, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
05.06.	19,6	19,6	
11.06.	12,7	6,7	
24.06.	4,6	5,0	
07.07.	0,8	0,0	
21.07.	0,2	0,0	
05.08.	0,1	0,0	
19.08.	0,1	0,0	
03.09.	0,1	0,0	
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	2	0	
19.08.	1	1	
03.09. (Ernte)	2	3	
Doldenbefall [%]	0,0	0,0	
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	
Ertrag [dt/ha]	24,80	26,85	
Alpha [%] (NIR)	6,01	6,59	
Alpha/ha [kg]	149,1	176,3	
Alpha [%] (UHPLC)	4,91	5,17	
Beta [%]	3,99	4,15	
Beta/Alpha	0,81	0,80	
Cohumulon [%]	22,12	22,33	
Xanthohumol [%]	0,49	0,48	
Linalool	90	99	
Humulen	202	218	
Myrcen	6310	7455	
Farnesen	87	115	

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	11,1	10,3	
10.06.	4,0	8,5	
25.06.	2,8	0,1	
09.07.	0,3	0,0	
23.07.	0,2	0,0	
08.08.	0,0	0,0	
20.08.	0,0	0,0	
03.09.	0,0	0,0	
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
08.08.	2	0	
20.08.	3	0	
03.09. (Ernte)	2	3	
Doldenbefall [%]	0,1	0,0	
Gewogenes Mittel	1,001	1,000	
Ertrag [dt/ha]	28,69	29,52	
Alpha [%] (NIR)	5,11	4,70	
Alpha/ha [kg]	146,7	138,7	
Alpha [%] (UHPLC)	3,74	3,52	
Beta [%]	3,37	3,85	
Beta/Alpha	0,90	1,09	
Cohumulon [%]	21,71	21,31	
Xanthohumol [%]	0,39	0,39	
Linalool	84	91	
Humulen	197	199	
Myrcen	3824	4460	
Farnesen	45	47	

4.1.5 2. Projektjahr 2009,
Sorte HM

Landersdorf 2009, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	4,0	2,7	1,9
08.06.	16,9	14,3	11,1
25.06.	123,1	1,6	0,0
06.07.	231,9	0,2	0,1
22.07.	1944,2	1,2	0,5
03.08.	736,6	1,1	0,2
17.08.	5,6	0,5	0,0
09.09.	11,0	6,8	2,8
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	1751	17	1
17.08.	66	83	2
09.09. (Ernte)	294	532	1
Doldenbefall [%]	98,35	66,20	15,20
Gewogenes Mittel	3,162	1,799	1,171
Ertrag [dt/ha]	12,84	17,70	20,50
Alpha [%] (KW)	15,95	15,99	15,60
Alpha/ha [kg]	204,5	282,9	319,6
Alpha [%] (UHPLC)	15,39	16,61	16,23
Beta [%]	7,80	8,22	7,86
Beta/Alpha	0,51	0,49	0,48
Cohumulon [%]	24,96	23,18	24,44
Xanthohumul [%]	0,48	0,45	0,44

Buch 2009, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,5	1,7	0,2
09.06.	11,2	7,9	8,1
25.06.	284,2	417,9	576,1
06.07.	317,6	0,0	0,0
22.07.	1167,2	0,0	0,0
04.08.	1504,9	0,1	0,0
17.08.	4,0	0,5	0,0
07.09.	11,6	0,5	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	3249	0	0
17.08.	435	17	3
07.09. (Ernte)	1729	6	1
Doldenbefall [%]	98,90	7,30	1,20
Gewogenes Mittel	3,001	1,083	1,013
Ertrag [dt/ha]	11,83	19,91	21,78
Alpha [%] (KW)	13,50	13,96	13,35
Alpha/ha [kg]	159,8	277,8	290,4
Alpha [%] (UHPLC)	14,85	14,06	13,43
Beta [%]	7,74	7,62	7,59
Beta/Alpha	0,52	0,54	0,57
Cohumulon [%]	26,90	25,02	25,83
Xanthohumul [%]	0,58	0,45	0,45

Wolnzach 2009, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	1,9	2,5	1,6
08.06.	5,6	7,8	3,2
29.06.	204,2	884,6	421,4
08.07.	551,7	0,2	0,1
24.07.	2012,2	0,3	0,4
06.08.	747,2	2,3	1,0
21.08.	2,3	1,0	0,6
08.09.	6,8	2,8	2,4
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
06.08.	2247	4	2
21.08.	1261	39	36
08.09. (Ernte)	720	46	15
Doldenbefall [%]	99,50	20,40	12,25
Gewogenes Mittel	2,872	1,227	1,135
Ertrag [dt/ha]	10,79	17,59	18,52
Alpha [%] (KW)	12,28	13,50	13,71
Alpha/ha [kg]	132,5	237,6	254,3
Alpha [%] (UHPLC)	11,89	13,40	13,82
Beta [%]	7,73	8,40	7,82
Beta/Alpha	0,65	0,63	0,57
Cohumulon [%]	27,39	25,21	24,61
Xanthohumul [%]	0,50	0,45	0,42

4.1.6 2. Projektjahr 2009,
Sorte HS

Tegernbach 2009, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
25.05.	0,3	1,2	1,0
10.06.	10,6	24,0	16,8
29.06.	223,2	706,0	3,7
07.07.	115,1	0,2	0,0
23.07.	1295,5	0,1	0,0
04.08.	1802,5	0,2	0,0
19.08.	2,5	0,0	0,0
16.09.	0,8	0,1	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	650	4	0
19.08.	199	3	1
16.09. (Ernte)	1471	44	3
Doldenbefall [%]	98,25	4,60	0,90
Gewogenes Mittel	3,042	1,061	1,009
Ertrag [dt/ha]	17,83	33,05	34,91
Alpha [%] (KW)	16,69	17,84	18,04
Alpha/ha [kg]	301,1	590,2	631,5
Alpha [%] (UHPLC)	16,61	17,89	19,01
Beta [%]	5,21	6,12	6,33
Beta/Alpha	0,31	0,34	0,33
Cohumulon [%]	33,88	35,31	35,06
Xanthohumul [%]	0,91	0,86	0,85

Parleiten 2009, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,1	0,1	0,6
09.06.	2,2	2,2	8,5
26.06.	85,3	63,0	236,5
07.07.	120,6	0,1	0,0
23.07.	377,2	0,0	0,0
04.08.	4097,2	0,1	0,0
18.08.	124,1	0,0	0,0
18.09.	3,1	0,1	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	1964	3	5
18.08.	2491	1	15
18.09. (Ernte)	3412	11	2
Doldenbefall [%]	99,85	3,45	1,20
Gewogenes Mittel	3,686	1,043	1,013
Ertrag [dt/ha]	17,85	40,37	39,90
Alpha [%] (KW)	14,64	18,37	18,35
Alpha/ha [kg]	266,2	741,1	732,9
Alpha [%] (UHPLC)	14,46	18,81	18,29
Beta [%]	4,79	6,13	6,09
Beta/Alpha	0,33	0,33	0,33
Cohumulon [%]	34,60	33,57	33,14
Xanthohumul [%]	0,79	0,75	0,78

Ilmendorf 2009, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,2	0,0	0,0
09.06.	4,6	2,9	1,4
26.06.	220,9	333,8	244,8
07.07.	426,3	0,0	3,6
23.07.	166,9	0,0	0,0
04.08.	700,3	0,1	0,0
19.08.	5,4	0,3	0,0
09.09.	2,4	1,0	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	221	2	4
19.08.	3197	16	3
09.09. (Ernte)	2538	47	27
Doldenbefall [%]	95,70	2,30	1,45
Gewogenes Mittel	2,899	1,025	1,015
Ertrag [dt/ha]	16,50	32,34	40,17
Alpha [%] (KW)	14,20	17,49	18,18
Alpha/ha [kg]	238,5	566,1	730,0
Alpha [%] (UHPLC)	15,52	17,90	17,72
Beta [%]	4,91	5,84	5,86
Beta/Alpha	0,32	0,33	0,33
Cohumulon [%]	34,25	32,15	33,66
Xanthohumul [%]	0,81	0,87	0,85

4.1.7 2. Projektjahr 2009,
Sorte HT

Landersdorf 2009, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	6,0	6,6	4,7
08.06.	27,7	21,4	14,9
25.06.	188,5	0,1	0,0
06.07.	334,6	0,0	0,0
22.07.	833,4	0,4	0,1
03.08.	74,6	0,2	0,2
17.08.	5,9	0,1	0,0
31.08.	3,5	0,5	0,4
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	153	5	1
17.08.	102	16	1
31.08. (Ernte)	272	3	80
Doldenbefall [%]	76,05	4,40	1,55
Gewogenes Mittel	2,102	1,046	1,016
Ertrag [dt/ha]	15,21	22,05	19,20
Alpha [%] (NIR)	6,25	6,62	6,52
Alpha/ha [kg]	95,1	146,4	125,2
Alpha [%] (UHPLC)	5,68	7,47	6,48
Beta [%]	5,74	5,88	5,28
Beta/Alpha	1,01	0,79	0,81
Cohumulon [%]	26,04	23,57	25,05
Xanthohumul [%]	0,36	0,36	0,30

Unterempfenbach 2009, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	1,4	0,9	1,0
08.06.	9,6	10,8	6,9
24.06.	132,0	263,7	132,4
06.07.	41,3	0,0	0,0
24.07.	15,5	0,0	0,0
03.08.	5,0	0,0	0,0
17.08.	2,0	0,0	0,0
27.08.	2,5	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	62	3	2
17.08.	368	0	0
27.08. (Ernte)	228	0	10
Doldenbefall [%]	10,55	0,10	0,05
Gewogenes Mittel	1,111	1,001	1,001
Ertrag [dt/ha]	20,91	20,58	19,61
Alpha [%] (NIR)	7,99	7,59	7,97
Alpha/ha [kg]	167,2	156,2	156,1
Alpha [%] (UHPLC)	7,86	7,49	7,34
Beta [%]	6,69	6,21	6,03
Beta/Alpha	0,85	0,83	0,82
Cohumulon [%]	22,57	23,49	23,34
Xanthohumul [%]	0,42	0,38	0,37

Wolnzach 2009, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	9,0	11,1	13,3
08.06.	70,3	40,4	32,0
29.06.	872,9	681,2	951,9
08.07.	403,4	0,4	0,0
24.07.	327,8	0,0	0,1
06.08.	8,8	0,2	0,1
21.08.	2,1	0,0	0,1
31.08.	1,8	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
06.08.	232	1	4
21.08.	154	4	3
31.08. (Ernte)	105	16	8
Doldenbefall [%]	31,90	2,70	0,85
Gewogenes Mittel	1,354	1,027	1,009
Ertrag [dt/ha]	11,19	19,07	19,04
Alpha [%] (NIR)	6,45	7,89	7,60
Alpha/ha [kg]	72,3	150,0	144,9
Alpha [%] (UHPLC)	6,82	8,25	7,74
Beta [%]	6,54	5,94	6,08
Beta/Alpha	0,96	0,72	0,79
Cohumulon [%]	24,56	24,39	23,80
Xanthohumul [%]	0,41	0,35	0,35

4.1.8 2. Projektjahr 2009,
Sorte SE

Eschenhart 2009, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	2,3	1,9	1,8
08.06.	16,3	19,6	21,2
25.06.	108,3	68,3	98,9
06.07.	26,8	0,1	0,2
22.07.	0,5	0,0	0,0
04.08.	2,8	0,1	0,0
17.08.	0,8	0,0	0,0
11.09.	0,2	0,1	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	4	22	0
17.08.	15	27	0
11.09. (Ernte)	20	11	0
Doldenbefall [%]	0,00	0,00	0,00
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	1,000
Ertrag [dt/ha]	20,96	22,14	20,50
Alpha [%] (NIR)	6,16	6,65	6,70
Alpha/ha [kg]	129,3	146,6	137,8
Alpha [%] (UHPLC)	5,92	6,58	6,21
Beta [%]	5,87	5,77	5,89
Beta/Alpha	0,99	0,88	0,95
Cohumulon [%]	20,99	21,45	21,11
Xanthohumul [%]	0,42	0,45	0,45

Hüll 2009, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	1,1	1,3	0,5
09.06.	8,6	10,2	11,0
24.06.	32,6	20,8	15,0
08.07.	16,7	0,0	0,0
24.07.	0,1	0,0	0,0
03.08.	0,1	0,0	0,0
17.08.	0,0	0,0	0,0
10.09.	0,1	0,0	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	2	1	1
17.08.	1	0	6
10.09. (Ernte)	7	1	2
Doldenbefall [%]	0,00	0,00	0,00
Gewogenes Mittel	1,000	1,000	1,000
Ertrag [dt/ha]	23,51	25,07	23,19
Alpha [%] (NIR)	5,74	5,58	5,83
Alpha/ha [kg]	134,6	139,3	135,5
Alpha [%] (UHPLC)	5,02	5,23	5,53
Beta [%]	4,90	5,20	6,02
Beta/Alpha	0,98	1,00	1,09
Cohumulon [%]	22,52	21,61	19,86
Xanthohumul [%]	0,41	0,43	0,42

Kirchdorf 2009, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	2,6	2,3	2,2
08.06.	9,0	6,6	10,2
25.06.	103,0	86,9	89,8
06.07.	27,7	0,0	0,1
22.07.	28,4	0,1	0,0
04.08.	2,3	0,0	0,0
17.08.	1,4	0,0	0,0
08.09.	0,2	0,2	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	317	6	2
17.08.	2	1	1
08.09. (Ernte)	21	1	4
Doldenbefall [%]	0,45	0,20	0,00
Gewogenes Mittel	1,005	1,002	1,000
Ertrag [dt/ha]	20,21	11,35	18,55
Alpha [%] (NIR)	5,42	5,92	5,69
Alpha/ha [kg]	110,9	67,2	105,7
Alpha [%] (UHPLC)	5,23	5,80	5,29
Beta [%]	6,20	6,06	6,07
Beta/Alpha	1,19	1,04	1,15
Cohumulon [%]	20,78	19,78	20,76
Xanthohumul [%]	0,39	0,38	0,43

4.1.9 3. Projektjahr 2010,
Sorte HM

Landersdorf 2010, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	1,2	0,4	0,3
14.06.	9,2	10,5	4,1
28.06.	30,9	31,4	31,9
07.07.	85,2	0,5	0,4
21.07.	6,7	0,2	0,3
02.08.	3,9	0,0	0,3
17.08.	0,9	0,1	0,2
03.09.	3,8	0,2	0,2
16.09.	1,6	0,3	0,9
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
02.08.	8	12	8
17.08.	127	12	47
03.09.	96	111	42
16.09. (Ernte)	937	292	265
Doldenbefall [%]	49,20	22,95	17,50
Gewogenes Mittel	1,602	1,262	1,197
Ertrag [dt/ha]	19,38	19,44	20,64
Alpha [%] (KW)	14,52	14,93	14,07
Alpha/ha [kg]	280,6	290,5	290,4
Alpha [%] (UHPLC)	14,10	14,52	14,61
Beta [%]	8,14	8,28	8,06
Beta/Alpha	0,58	0,57	0,55
Cohumulon [%]	28,44	27,44	28,69
Xanthohumul [%]	0,57	0,55	0,57

Hüll 2010, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	2,1	1,7	2,7
11.06.	38,8	50,6	39,2
28.06.	38,3	90,6	74,7
06.07.	31,9	114,7	209,3
21.07.	3,9	0,0	0,0
05.08.	8,0	0,1	0,0
19.08.	2,3	0,1	0,1
06.09.	1,4	0,0	0,1
13.09.	1,2	0,2	0,3
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	105	1	3
19.08.	77	0	33
06.09.	150	2	18
13.09. (Ernte)	238	12	49
Doldenbefall [%]	35,60	18,50	20,15
Gewogenes Mittel	1,421	1,213	1,226
Ertrag [dt/ha]	25,77	22,58	25,76
Alpha [%] (KW)	14,88	13,62	14,27
Alpha/ha [kg]	383,5	307,5	367,5
Alpha [%] (UHPLC)	14,86	13,47	14,86
Beta [%]	8,04	7,85	8,07
Beta/Alpha	0,54	0,58	0,54
Cohumulon [%]	28,94	27,84	29,63
Xanthohumul [%]	0,62	0,59	0,55

Wolnzach 2010, Sorte: HM

Blattbefall	P0	P1	P2
25.05.	0,6	0,3	0,2
08.06.	5,4	5,2	3,4
22.06.	19,8	17,4	15,3
06.07.	20,2	26,7	81,1
20.07.	5,4	2,7	0,1
05.08.	7,0	9,0	0,1
18.08.	11,1	8,5	0,7
01.09.	1,8	1,1	0,4
13.09.	2,2	4,8	1,3
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	163	240	22
18.08.	115	280	67
01.09.	336	305	116
13.09. (Ernte)	827	1119	429
Doldenbefall [%]	54,40	71,55	31,25
Gewogenes Mittel	1,779	2,113	1,381
Ertrag [dt/ha]	22,07	21,75	21,79
Alpha [%] (KW)	13,89	14,59	12,97
Alpha/ha [kg]	306,5	317,3	282,5
Alpha [%] (UHPLC)	13,95	14,48	11,70
Beta [%]	7,68	7,72	7,00
Beta/Alpha	0,55	0,53	0,60
Cohumulon [%]	28,94	27,84	29,63
Xanthohumul [%]	0,62	0,59	0,55

4.1.10 3. Projektjahr 2010,
Sorte HS

Tegernbach 2010, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
25.05.	0,0	0,0	0,1
11.06.	6,6	5,0	4,2
23.06.	25,9	29,0	27,6
06.07.	223,4	273,2	266,2
19.07.	320,5	428,2	174,9
04.08.	43,3	1,5	2,6
18.08.	10,4	0,1	0,2
31.08.	5,1	0,2	0,0
17.09.	5,1	0,3	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
04.08.	174	29	4
18.08.	225	97	23
31.08.	267	40	48
17.09. (Ernte)	1369	247	236
Doldenbefall [%]	34,95	3,50	3,00
Gewogenes Mittel	1,410	1,036	1,033
Ertrag [dt/ha]	29,76	27,12	26,02
Alpha [%] (KW)	16,58	16,37	15,96
Alpha/ha [kg]	494,2	443,5	415,1
Alpha [%] (UHPLC)	16,37	16,78	15,24
Beta [%]	5,80	6,16	5,70
Beta/Alpha	0,35	0,37	0,37
Cohumulon [%]	40,37	41,42	41,97
Xanthohumol [%]	1,06	1,11	1,00

Hüll 2010, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,4	0,3	0,2
09.06.	10,7	8,4	9,2
28.06.	62,2	35,2	70,9
06.07.	196,1	182,3	424,3
21.07.	10,2	0,0	0,0
05.08.	2,2	0,0	0,2
19.08.	0,5	0,1	0,0
06.09.	0,1	0,0	0,0
17.09.	0,6	0,2	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	9	0	3
19.08.	117	21	63
06.09.	189	7	16
17.09. (Ernte)	375	5	251
Doldenbefall [%]	9,95	4,15	2,65
Gewogenes Mittel	1,110	1,046	1,029
Ertrag [dt/ha]	32,39	35,14	33,97
Alpha [%] (KW)	16,72	14,27	15,58
Alpha/ha [kg]	541,4	501,6	529,3
Alpha [%] (UHPLC)	16,53	12,50	15,55
Beta [%]	5,83	4,87	5,70
Beta/Alpha	0,35	0,39	0,37
Cohumulon [%]	39,85	40,25	41,42
Xanthohumol [%]	1,01	0,85	1,03

Buch 2010, Sorte: HS

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	0,0	0,0	0,0
08.06.	2,4	1,9	2,2
22.06.	22,8	28,1	18,0
05.07.	869,7	416,5	1435,7
20.07.	106,1	37,38	0,1
03.08.	71,4	3,8	0,2
16.08.	2,5	1,6	0,2
30.08.	2,1	0,8	0,4
20.09.	6,2	1,5	0,8
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	81	353	5
16.08.	179	118	1
30.08.	185	72	18
20.09. (Ernte)	367	433	74
Doldenbefall [%]	17,90	21,65	5,45
Gewogenes Mittel	1,222	1,297	1,066
Ertrag [dt/ha]	24,46	28,08	28,25
Alpha [%] (KW)	13,26	14,45	14,93
Alpha/ha [kg]	324,3	405,6	422,6
Alpha [%] (UHPLC)	13,66	14,76	15,37
Beta [%]	5,10	5,33	5,53
Beta/Alpha	0,37	0,36	0,36
Cohumulon [%]	41,99	41,28	40,89
Xanthohumol [%]	0,83	0,83	0,86

4.1.11 3. Projektjahr 2010,
Sorte HT

Holzhof 2010, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
25.05.	0,1	0,1	0,1
09.06.	4,1	4,7	4,1
25.06.	24,8	22,0	33,8
07.07.	253,6	106,1	382,0
19.07.	16,8	14,6	0,2
05.08.	3,2	2,5	0,0
18.08.	1,0	1,1	0,3
01.09.	0,2	0,4	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	14	86	0
18.08.	25	146	6
01.09. (Ernte)	75	68	45
Doldenbefall [%]	1,35	1,25	0,70
Gewogenes Mittel	1,014	1,013	1,007
Ertrag [dt/ha]	14,09	11,70	12,15
Alpha [%] (NIR)	6,55	6,21	5,92
Alpha/ha [kg]	92,2	72,5	71,8
Alpha [%] (UHPLC)	4,81	5,17	4,63
Beta [%]	4,41	5,17	5,16
Beta/Alpha	0,92	1,00	1,12
Cohumulon [%]	22,93	23,39	23,53
Xanthohumol [%]	0,35	0,39	0,43

Schweinbach 2010, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	0,6	0,3	0,2
14.06.	24,4	13,7	24,7
28.06.	46,3	90,8	54,7
07.07.	159,1	0,3	0,5
21.07.	21,6	0,0	0,1
02.08.	0,7	0,5	0,1
17.08.	0,0	0,0	0,0
03.09.	0,1	0,0	0,0
07.09.	0,0	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
02.08.	7	3	2
17.08.	3	9	0
03.09.	4	5	4
07.09. (Ernte)	7	0	2
Doldenbefall [%]	1,65	0,85	0,70
Gewogenes Mittel	1,017	1,009	1,007
Ertrag [dt/ha]	12,97	13,92	15,77
Alpha [%] (NIR)	7,97	7,63	7,53
Alpha/ha [kg]	102,9	106,4	118,3
Alpha [%] (UHPLC)	7,06	7,12	6,66
Beta [%]	5,27	5,36	5,23
Beta/Alpha	0,75	0,75	0,79
Cohumulon [%]	24,95	25,05	25,70
Xanthohumol [%]	0,40	0,39	0,43

Unterempfenbach 2010, Sorte: HT

Blattbefall	P0	P1	P2
27.05.	0,8	0,6	0,2
09.06.	5,7	8,3	7,2
23.06.	20,9	18,7	15,5
07.07.	46,2	51,1	27,9
19.07.	0,6	0,0	0,0
02.08.	1,8	0,2	0,0
17.08.	0,9	0,2	0,1
07.09.	1,0	0,0	0,1
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
02.08.	91	0	0
17.08.	58	0	0
07.09. (Ernte)	69	5	2
Doldenbefall [%]	1,60	0,30	0,45
Gewogenes Mittel	1,016	1,003	1,005
Ertrag [dt/ha]	13,39	12,28	13,43
Alpha [%] (NIR)	8,22	7,59	7,97
Alpha/ha [kg]	110,7	94,1	105,0
Alpha [%] (UHPLC)	6,75	5,27	6,65
Beta [%]	5,54	4,65	5,08
Beta/Alpha	0,82	0,88	0,76
Cohumulon [%]	22,26	24,50	23,12
Xanthohumol [%]	0,47	0,42	0,42

4.1.12 3. Projektjahr 2010,
Sorte SE

Martinszell 2010, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,1	0,2	0,1
09.06.	12,6	8,9	7,7
28.06.	31,6	29,9	30,8
07.07.	31,9	8,2	18,0
21.07.	0,9	0,0	0,3
02.08.	0,8	0,0	0,0
17.08.	0,2	0,0	0,0
02.09.	0,1	0,0	0,0
10.09.	0,2	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
02.08.	8	0	2
17.08.	17	0	2
02.09.	7	1	1
10.09. (Ernte)	2	0	0
Doldenbefall [%]	0,10	0,00	0,05
Gewogenes Mittel	1,001	1,000	1,001
Ertrag [dt/ha]	16,36	15,84	14,35
Alpha [%] (NIR)	7,37	7,13	7,18
Alpha/ha [kg]	120,6	113,0	103,0
Alpha [%] (UHPLC)	7,25	6,99	6,59
Beta [%]	6,47	5,99	5,95
Beta/Alpha	0,89	0,86	0,90
Cohumulon [%]	22,32	22,25	21,79
Xanthohumol [%]	0,62	0,60	0,57

Hüll 2010, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,4	0,1	0,1
11.06.	11,5	12,3	9,2
28.06.	32,0	17,8	28,1
06.07.	5,8	3,7	3,9
21.07.	0,7	0,0	0,0
05.08.	0,7	0,1	0,0
19.08.	0,1	0,1	0,1
06.09.	0,2	0,0	0,0
08.09.	0,0	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
05.08.	3	0	1
19.08.	9	0	0
06.09.	2	2	1
08.09. (Ernte)	9	0	1
Doldenbefall [%]	0,55	0,05	0,15
Gewogenes Mittel	1,006	1,001	1,002
Ertrag [dt/ha]	22,14	20,08	19,23
Alpha [%] (NIR)	6,08	6,06	7,12
Alpha/ha [kg]	134,6	121,7	136,8
Alpha [%] (UHPLC)	5,62	5,96	6,32
Beta [%]	5,31	5,41	5,64
Beta/Alpha	0,95	0,91	0,89
Cohumulon [%]	23,28	23,26	22,30
Xanthohumol [%]	0,56	0,56	0,55

Rohrbach 2010, Sorte: SE

Blattbefall	P0	P1	P2
26.05.	0,3	0,1	0,4
11.06.	5,0	14,2	6,8
22.06.	15,6	15,0	11,3
05.07.	9,1	3,0	4,6
20.07.	0,3	0,0	0,0
03.08.	1,0	0,0	0,0
16.08.	0,2	0,0	0,0
01.09.	0,0	0,0	0,0
08.09.	0,0	0,0	0,0
Doldenbefall grün [Blattläuse/100 Dolden]			
03.08.	1	2	1
16.08.	32	6	1
01.09.	9	2	0
08.09. (Ernte)	9	0	6
Doldenbefall [%]	0,80	0,10	0,25
Gewogenes Mittel	1,008	1,001	1,003
Ertrag [dt/ha]	22,97	22,55	23,61
Alpha [%] (NIR)	5,29	5,70	5,58
Alpha/ha [kg]	121,4	128,1	131,8
Alpha [%] (UHPLC)	4,93	4,56	5,15
Beta [%]	4,74	4,21	4,87
Beta/Alpha	0,96	0,92	0,95
Cohumulon [%]	22,01	22,28	22,11
Xanthohumol [%]	0,49	0,50	0,55

4.2 Teilprojekt 2: Ergebnisse der Blattlaus-Biotests (Biotest Nr. 01/2010 als exemplarisches Beispiel)

Blattlaus-Biotest bereinigt

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: **Boadicea**

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	X	XI	XII
1	26.04.	12	6	5	7	5	4	5	4	4	3	3
2	28.04.	14	8	4	6	8	6	5	9	7	5	4
3	30.04.	16	8	0	6	4	1	6	2	9	7	11
4	03.05.	19	6	9	4	6	13	10	6	3	3	7
5	05.05.	21	3	5	4	7	2	4	4	5	4	6
6	07.05.	23	3	7	3	4	5	3	1	7	6	5
7	10.05.	26	5	4	4	7	7	5	6	4	4	8
8	12.05.	28	2	3	2	6	6	1	4	4	5	5
9	14.05.	30	1	4	1	3	3	3	2	3	3	2
10	17.05.	33	0	3	0	5	4	1	4	4	1	3
11	19.05.	35		1	0	4	2	0	1	2	2	0
12	21.05.	37		2	0	0	4		2	2	2	
13	23.05.	39		2	0		1		1	1	2	
14	25.05.	41		0	0		2		2	2	1	
15	28.05.	44		1	0		1		0	1	0	
16	31.05.	47		1			4			1	0	
17	02.06.	49		0			0			0	0	
18	04.06.	51		0			0			0	0	
19	07.06.	54					0			0	0	
20	09.06.	56					0			0	0	
21	11.06.	58					0			0	0	
22	14.06.	61					0			0	0	
23	16.06.	63								0		
24	18.06.	65								0		
25	21.06.	68								0		

Summe Nachkommen 42 51 37 59 65 43 48 59 48 54
(lebend)

Mittelwert 50,60
SD 8,76

Lebensdauer [d] 33 51 44 37 61 35 44 68 61 35
Stammlaus

Mittelwert 46,90
SD 12,70

**Blattlaus-Biotest
bereinigt**

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: Spalter Select

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	26.04.	12	5	7	5	6	6	9	6	5	5	7
2	28.04.	14	5	11	9	7	9	7	5	8	8	9
3	30.04.	16	5	2	9	4	5	0	4	7	8	8
4	03.05.	19	5	7	5	8	7	6	8	5	5	4
5	05.05.	21	4	6	4	3	6	7	5	4	3	7
6	07.05.	23	5	2	2	6	4	5	4	5	1	3
7	10.05.	26	4	5	6	6	6	2	5	5	6	5
8	12.05.	28	1	4	2	4	1	5	6	1	1	3
9	14.05.	30	5	5	3	3	2	4	1	0	6	3
10	17.05.	33	1	3	3	4	3	3	2	1	2	3
11	19.05.	35	3	1	0	3	0	1	1	2	2	0
12	21.05.	37	1	3	0	2	1	3	0	0	1	2
13	23.05.	39	3	0	2	2	1	3	0		4	0
14	25.05.	41	1	1	1	2	0	0	0		1	3
15	28.05.	44	0	0	2	0	0	0	0		1	1
16	31.05.	47		0	1	1	0	0	1		0	1
17	02.06.	49		0	0	0	0	0	4		0	0
18	04.06.	51		0		0	0	0	0			0
19	07.06.	54		0		0	0		1			0
20	09.06.	56				0	0		0			0
21	11.06.	58				0			0			0
22	14.06.	61										
23	16.06.	63										

Summe Nachkommen (lebend) 48 57 54 61 51 55 53 43 54 59

Mittelwert 53,50
SD 5,25

Lebensdauer [d] Stammlaus 44 54 49 58 56 51 58 37 49 58

Mittelwert 51,40
SD 6,93

**Blattlaus-Biotest
bereinigt**

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: 2005/034/022

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	26.04.	12	9	12	9	10						
2	28.04.	14	8	10	9	10						
3	30.04.	16	8	6	9	10						
4	03.05.	19	3	8	3	5						
5	05.05.	21	5	3	5	4						
6	07.05.	23	4	3	2	5						
7	10.05.	26	7	5	3	4						
8	12.05.	28	1	2	0	3						
9	14.05.	30	6	3	0	0						
10	17.05.	33	1	6	0							
11	19.05.	35	4	1								
12	21.05.	37	2	1								
13	23.05.	39	0									
14	25.05.	41	1									
15	28.05.	44	0									
16	31.05.	47										
17	02.06.	49										
18	04.06.	51										
19	07.06.	54										
20	09.06.	56										
21	11.06.	58										
22	14.06.	61										
23	16.06.	63										

Summe Nachkommen 59 60 40 51

(lebend)

Mittelwert 52,50

SD 9,26

Lebensdauer [d] 44 37 33 30

Stammlaus

Mittelwert 36,00

SD 6,06

**Blattlaus-Biotest
bereinigt**

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: 3-W-42-30-38

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	XI	XII
1	26.04.	12	0	2	2	0	0	0	1	1	1	0
2	28.04.	14	1	6	3	2	1	3	3	3	3	1
3	30.04.	16	2	5	4	1	3	4	4	3	5	2
4	03.05.	19	3	3	0	2	3	1	4	2	2	3
5	05.05.	21	0	1	3	0	2	2	1	2	3	1
6	07.05.	23	2	0	0	0	4	2	2	1	2	4
7	10.05.	26	2	4	2	3	3	3	2		2	3
8	12.05.	28	1	0		0	1	1	1		0	2
9	14.05.	30	0				2	1				1
10	17.05.	33	0				0	1				3
11	19.05.	35	0				0					0
12	21.05.	37										0
13	23.05.	39										0
14	25.05.	41										0
15	28.05.	44										0
16	31.05.	47										0
17	02.06.	49										
18	04.06.	51										
19	07.06.	54										
20	09.06.	56										
21	11.06.	58										
22	14.06.	61										
23	16.06.	63										

Summe Nachkommen (lebend) 11 21 14 8 19 18 18 12 18 20

Mittelwert 15,90
SD 4,36

Lebensdauer [d] Stammlaus 35 28 26 28 35 33 28 23 28 44

Mittelwert 30,80
SD 6,05

**Blattlaus-Biotest
bereinigt**

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: **Hallertauer Magnum**

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	III	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	26.04.	12	6	10	6	9	10	9	5	9	5	5
2	28.04.	14	11	6	8	9	8	10	9	10	6	7
3	30.04.	16	8	11	7	9	2	7	9	1	7	6
4	03.05.	19	4	4	5	16	10	10	12	5	6	6
5	05.05.	21	3	7	2	6	3	2	6	4	4	2
6	07.05.	23	0	0	3	4	7	4	5	3	7	8
7	10.05.	26	5	7	6	8	1	4	9	6	2	5
8	12.05.	28	6	2	5	2	5	0	3	7	7	2
9	14.05.	30	5	5	4	3	2	5	2	1	0	1
10	17.05.	33	4	1	8	4	1	2	3	4	8	4
11	19.05.	35	1	0	1	1	4	0	4	3	1	0
12	21.05.	37	1	1	2	0	0	0	1	0	6	1
13	23.05.	39	1	1	2	1	3	0	4	2	2	1
14	25.05.	41	1	1	1	2	0	0	0	2	4	1
15	28.05.	44	0	1	2	1	2	0		0	3	0
16	31.05.	47	0	0	3	1	0	0		1	3	0
17	02.06.	49	0	0	1	1	0	0		0	0	0
18	04.06.	51	0	0	1	0	0	0		1	0	0
19	07.06.	54	0	0	0	0	0	0		0	1	0
20	09.06.	56	0	0	0	0	0	0		0	0	0
21	11.06.	58	0	0	0	0	0	0		0	0	
22	14.06.	61	0		0	0	0	0		0	0	
23	16.06.	63			0							
24	18.06.	65			0							

Summe Nachkommen 56 57 67 77 58 53 72 59 72 49
(lebend)

Mittelwert 62,00
SD 9,35

Lebensdauer [d] 61 58 65 61 61 61 41 61 61 56
Stammlaus

Mittelwert 58,60
SD 6,60

**Blattlaus-Biotest
bereinigt**

Versuch Nr.: 01/2010

Genotyp: **Herkules**

3 Altläuse aufgesetzt: 13.04.2010 Geburt Stammläuse: 14.04.2010

Zählung Nr.	Datum	Tage	I	II	IV	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	26.04.	12	8	11	12	4	5	8	10	2	3	10
2	28.04.	14	9	13	10	6	8	11	9	3	7	9
3	30.04.	16	12	9	12	5	3	5	11	1	4	9
4	03.05.	19	15	7	15	4	5	8	13	8	3	0
5	05.05.	21	8	4	9	4	4	4	5	2	6	2
6	07.05.	23	5	3	4	3	7	5	4	6	5	4
7	10.05.	26	4	7	4	6	2	1	1	6	6	5
8	12.05.	28	3	5	5	3	6	6	0	6	4	4
9	14.05.	30	3	4	2	3	1	4		4	2	3
10	17.05.	33	3	4	1	2	0	4		6	5	6
11	19.05.	35	0	3		0	5	3		5	1	2
12	21.05.	37		1		4	2	0		5	3	3
13	23.05.	39		1		0	1	3		2	1	0
14	25.05.	41		0		0	0	0		3	3	2
15	28.05.	44		1		0	0	0		1	2	1
16	31.05.	47						0		2	2	1
17	02.06.	49						0		2	0	1
18	04.06.	51						0		0		0
19	07.06.	54						0		1		
20	09.06.	56						0		0		
21	11.06.	58						0		0		
22	14.06.	61								0		
23	16.06.	63								0		
24	18.06.	65								0		
25	21.06.	68								0		

Summe Nachkommen 70 73 74 44 49 62 53 65 57 62

(lebend)

Mittelwert **60,90**

SD **10,14**

Lebensdauer [d] 35 44 33 44 44 58 28 68 49 51

Stammlaus

Mittelwert **45,40**

SD **11,95**