

Forschungsbericht

Nr. 173

Entwicklung eines Nützlingsmanagements für den ökologischen Topfkräuteranbau

Projektleitung: Prof. Dr. R. Pude

Projektbearbeitung: D. Hehnen

H. Blum

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
Fachbereich Nachwachsende Rohstoff
Arbeitsgruppe Arznei- und Gewürzpflanzen

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standort-gerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meckenheimer Allee 172 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2285; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, Oktober, 2013

ISSN 1610-2460

Projektleitung: Prof. Dr. Ralf Pude

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. agr. Dennis Hehnen
Dipl.-Ing. Gartenbau Hanna Blum

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz,
Fachbereich Nachwachsende Rohstoffe

Campus Klein-Altendorf
Klein Altendorf 2
53359 Rheinbach

Tel.: +49 (0)2225/99963-11

Zitervorschlag:

HEHNEN D., BLUM H. UND R. PUDE (2014): Entwicklung eines Nützlingsmanagements für den ökologischen Topfkräuteranbau. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 173, 283 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	5
1.1	Problemstellung/Wissensstand.....	5
1.1.1	Topfkräuteranbau in Deutschland.....	5
1.1.2	Produktionsverfahren des ökologischen Topfkräuteranbaus.....	7
1.1.3	Insekten als Schädlinge im Topfkräuteranbau.....	11
1.1.4	Ausgewählte Schadinsekten im Topfkräuteranbau.....	11
1.1.5	Blattläuse.....	12
1.1.6	Thripse.....	14
1.1.7	Trauermücken.....	15
1.1.8	Nützlinge (im Topfkräuteranbau).....	22
1.1.9	Ausgewählte Nützlinge im Topfkräuteranbau.....	24
1.2	Zielsetzung.....	33
2.	Material und Methoden.....	34
2.1	Blattlausstammzuchten.....	36
2.2	Klemmkäfige zur Blattlausuntersuchung.....	36
2.3	Erzeugung von Blattlausmaterial einheitlichen Alters.....	37
2.4	Parameter zur Berechnung des Populationswachstums.....	38
2.5	Einfluss niedriger Temperaturen auf die Individual- und Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i> an Petersilie.....	39
2.6	Einfluss der Tageslichtlänge auf die Individual- und Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i> auf Petersilie.....	39
2.7	Einfluss der Blattmorphologie von <i>Petroselinum crispum</i> auf die Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i>	40
2.8	Einfluss auf Wirtspflanzenpräferenz von <i>Myzus persicae</i>	41
2.9	Einfluss verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von <i>Aulacorthum solani</i>	43
2.10	Einfluss ätherischer Öle verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von <i>Aulacorthum solani</i>	44
2.11	Einfluss niedriger Temperatur sowie Lichtreduktion auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten.....	46
2.12	Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf den Bekämpfungserfolg von <i>Aphidius matricariae</i> gegen <i>Myzus persicae</i>	48
2.13	Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von <i>Chrysoperla carnea</i> Larven.....	50
2.14	Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf die Fraßleistung von <i>Chrysoperla carnea</i>	52
2.15	Vergleich verschiedener Ausbringmengen von <i>Chrysoperla carnea</i> gegen <i>Myzus persicae</i> auf Petersilie.....	52

2.16	Vergleich unterschiedlicher Belichtungssysteme auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie	55
2.17	Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie	58
2.18	Herdbehandlung mit <i>Chrysoperla carnea</i> und <i>Aphidoletes aphidimyza</i> bei Befall mit <i>A. fabae</i> und <i>A. gossypii</i> an Petersilie.....	63
2.19	Regulierung von <i>Aphis fabae</i> durch verschiedene Schlupfwespenarten.....	64
2.20	Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect [®]	66
2.21	Stammzucht von <i>Frankliniella occidentalis</i> auf <i>Phaseolus vulgaris</i>	72
2.22	Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Entwicklung von <i>Frankliniella occidentalis</i> und <i>Neoseiulus cucumeris</i> an Petersilie und Basilikum	72
2.23	Evaluierung des Einsatzes von <i>Neoseiulus cucumeris</i> und <i>Amblydromalus limonicus</i> gegen <i>Frankliniella occidentalis</i> an Petersilie.....	75
2.24	Einsatz von <i>Chrysoperla carnea</i> zur Herdbehandlung gegen <i>Frankliniella occidentalis</i> an Petersilie	77
2.25	Tauchbehandlung – ein Verfahren zur Behandlung von Stecklingsmaterial bei Befall mit <i>Frankliniella occidentalis</i>	79
2.26	Stecklingsbehandlung von Pfefferminze	79
2.27	Stecklingsbehandlung von Thymian	80
2.28	Grüne Minze	81
2.29	Vergleich verschiedener Monitoringverfahren zur frühzeitigen Erkennung von <i>Frankliniella occidentalis</i> an Petersilie	82
2.30	Untersuchung zum Flug- und Aktionsradius von <i>Macrolophus pygmaeus</i> im Gewächshaus.....	85
2.31	Untersuchung zur ganzjährigen Etablierung von <i>Macrolophus pygmaeus</i> in einem Topfkräuterbetrieb.....	87
2.32	Untersuchungen zum Auftreten von Trauermücken	89
2.33	Gelbtafeluntersuchungen	89
2.34	Substratuntersuchungen.....	90
2.35	Untersuchungen zur Ausbringung von Nematoden zur Regulierung der Trauermücken.....	91
2.36	Prüfung der Effizienz der Raubmilben <i>Hypoaspis miles</i> und <i>Macrocheles robustulus</i> gegen Trauermücken (Sciaridae) an Petersilie	92
2.37	Statistische Auswertung	92
3.	Ergebnisse	94
3.1	Einfluss niedriger Temperaturen auf die Individual- und Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i> an Petersilie.....	94
3.2	Einfluss der Tageslichtlänge auf die Individual- und Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i> auf Petersilie	96

3.3	Einfluss der Blattmorphologie von <i>Petroselinum crispum</i> auf die Populationsentwicklung von <i>Myzus persicae</i>	98
3.4	Wirtskräuterpräferenz von <i>Myzus persicae</i>	99
3.5	Einfluss verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von <i>Aulacorthum solani</i>	102
3.6	Einfluss ätherischer Öle verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von <i>Aulacorthum solani</i>	104
3.7	Einfluss niedriger Temperatur sowie Lichtreduktion auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten im Einsatz gegen <i>Myzus persicae</i>	106
3.8	Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf den Bekämpfungserfolg von <i>Aphidius matricariae</i> gegen <i>Myzus persicae</i>	112
3.9	Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von <i>Chrysoperla carnea</i> -Larven	114
3.10	Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf die Fraßleistung von <i>Chrysoperla carnea</i> im Gewächshaus.....	116
3.11	Vergleich verschiedener Ausbringmengen von <i>Chrysoperla carnea</i> gegen <i>Myzus persicae</i> auf Petersilie	118
3.12	Vergleich unterschiedlicher Belichtungssysteme auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie	124
3.13	Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie	128
3.14	Vergleichende Herdbehandlung mit <i>Chrysoperla carnea</i> und <i>Aphidoletes aphidimyza</i> bei Befall mit <i>A. fabae</i> und <i>A. gossypii</i>	133
3.15	Regulierung von <i>A. fabae</i> durch verschiedene Schlupfwespenarten.....	138
3.16	Systemvergleich Offene Zucht / BasilProtect [®]	140
3.17	Prüfung der Effizienz der Raubmilben <i>Hypoaspis miles</i> und <i>Macrocheles robustulus</i> gegen Trauermücken (Sciaridae) an Petersilie	157
3.18	Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Entwicklung von <i>Frankliniella occidentalis</i> und <i>Neoseiulus cucumeris</i> an Petersilie und Basilikum.....	159
3.19	Evaluierung des Einsatzes von <i>Neoseiulus cucumeris</i> und <i>Amblydromalus limonicus</i> gegen <i>Frankliniella occidentalis</i> auf Petersilie	168
3.20	Einsatz von <i>Chrysoperla carnea</i> zur Akutbehandlung gegen <i>Frankliniella occidentalis</i> auf Petersilie.....	175
3.21	Tauchbehandlung – ein Verfahren zur Behandlung von Stecklingsmaterial in Pflanzenschutzmitteln bei Befall mit <i>Frankliniella occidentalis</i>	184
3.22	Stecklingsbehandlung von Pfefferminze.....	185
3.23	Stecklingsbehandlung von Thymian	187
3.24	Stecklingsbehandlung von Grüner Minze	189

3.25	Testung geeigneter Monitoringverfahren zur frühzeitigen Erkennung von Thrips an Petersilie	190
3.26	Untersuchung zum Flug- und Aktionsradius von <i>Macrolophus pygmaeus</i> im Gewächshaus.....	193
3.27	Untersuchung zur ganzjährigen Etablierung von <i>Macrolophus pygmaeus</i> in einem Topfkräuterbetrieb	199
3.28	Trauermückenmonitoring	204
3.29	Gelbtafeluntersuchungen	204
3.30	Substratuntersuchung	213
3.31	Nematodenuntersuchungen	217
4.	Diskussion	219
4.1	Blattläuse	219
4.2	Schlupfwespen.....	223
4.3	<i>Chrysoperla carnea</i>	234
4.4	Trauermücken.....	242
4.5	<i>Frankliniella occidentalis</i>	245
4.6	<i>Macrolophus pygmaeus</i>	252
5.	Zusammenfassung.....	254
6.	Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis	260
7.	Literaturverzeichnis.....	261
8.	Konsequenzen für evtl. weitere Forschungsaktivitäten.....	274
9.	Liste über Veröffentlichungen	276
10.	Kurzfassung	278
11.	Danksagung	281

1. Einleitung

In den letzten Jahren hat der Wunsch der Verbraucher nach frischen Kräutern zu einem rasanten Wachstum des Topfkräutermarktes geführt. Die Produktion erfolgt mittlerweile ganzjährig, unter hohem Produktionsdruck und extremen Anforderungen an die Qualität der Rohware. Eine wichtige Anforderung des Handels ist die Befallsfreiheit von tierischen Schaderregern. Bei sowohl extrem kurzen Produktionszeiträumen einerseits, großer Artenvielfalt, langen Standzeiten andererseits, stellt die Produktion eine große Herausforderung dar. Besonders die kurzen Standzeiten ermöglichen in der Produktion nur einen sehr begrenzten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, um eine Rückstandsfreiheit der Produkte sicherzustellen. Die Rückstandsproblematik hat in der Topfkräuterproduktion in den letzten Jahren zu einer starken Ausdehnung des ökologischen Anbaus geführt. Sowohl in der ökologischen wie auch in der konventionellen Produktion hat sich der Biologische Pflanzenschutz daher als favorisiertes Verfahren etabliert.

1.1 Problemstellung/Wissensstand

1.1.1 Topfkäuteranbau in Deutschland

Der Topfkräuteranbau ist ein in Deutschland rasch an Bedeutung gewinnender Markt. So hat sich der Umsatz auf Erzeugerebene zwischen 2006 und 2012 fast verdoppelt, auf inzwischen über 50 Millionen Euro (Abb. 1). Dies entsprach 2010 einer Menge von 78,6 Millionen verkaufter Topfkräuter (AMI 2011, nach GROOS 2011). Da seit 2010 Kräuter aus der Gemüseerhebung des Statistischen Bundesamtes ausgeschlossen sind und nur noch in der Bodennutzungshaupterhebung aufgeführt werden, ist ein Vergleich mit den Vorjahren nur eingeschränkt möglich. Insgesamt wurden 2012 von 600 Betrieben in Deutschland Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen auf einer Fläche von 7.000 ha angebaut (BMELV 2013a). Im Bereich der frischen Topf- und Schnittkräuter entfielen dabei 2010 38 % der Erlöse auf Basilikum (*Ocimum basilicum* L.), 21 % auf Petersilie (*Petroselinum crispum* Mill.), 15 % auf Schnittlauch (*Allium schoenoprasum* L.) und die übrigen 26 % auf sonstige Kräuter (AMI 2011, nach GROOS 2011).

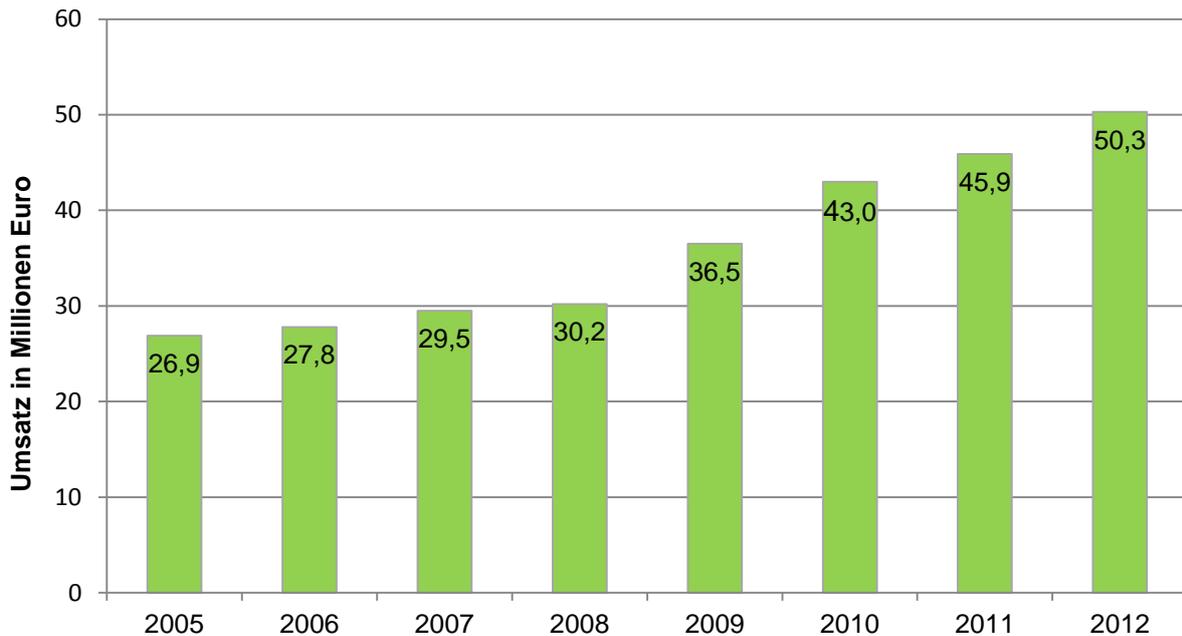


Abb. 1: Umsatz mit Topfkräutern in Deutschland auf Erzeugerebene (nach AMI, 2013)

Ein großer Teil der Topfkräuter wird dabei nach Bio-Richtlinien produziert. Im Jahr 2011 lag der Anteil der Produkte mit dem deutschen Bio-Siegel bei Kräutern und Gewürzen bei 27,7 %, was dem höchsten Anteil aller Warengruppen entspricht (BMELV 2013b). Dabei ist die Tendenz steigend, der Marktführer im Topfkräutersektor, die Gartenbauzentrale eG Papenburg, baute bereits 2010 über 40 % seines Sortimentes nach Bio-Richtlinien an (GROOS 2011). Eine repräsentative Umfrage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ergab darüber hinaus, dass insbesondere junge Käufer unter 30 Jahren vermehrt zu Bioware greifen. So erklärten 23 % aller Befragten dieser Altersgruppe, häufig zu Lebensmitteln aus ökologischem Anbau zu greifen, was einem Plus von 9 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Über alle Altersschichten gaben 22 % der Befragten an, häufig bzw. ausschließlich Biolebensmittel zu kaufen (+1 %), 52 % sagten, dass sie zumindest gelegentlich Ökoprodukte erwerben. Weiterhin gilt, dass der Konsum von Bioprodukten mit erhöhtem Einkommen und Bildungsgrad ansteigt. Darüber hinaus zeigte sich ein eindeutiger Trend für die Zukunft, für die die Befragten durchweg angaben mehr Bioprodukte erwerben zu wollen (BMELV 2013b). Nach der Vermeidung von Pflanzenschutzmittelrückständen (52 %) gaben die Konsumenten als zweitwichtigsten Grund zum Kauf von Bioprodukten den Wunsch nach optimaler Frische und Qualität der Produkte an (50 %). Dies zeigt die Notwendigkeit auch im Biobereich ausschließlich Topqualität zu erzeugen, um am Markt bestehen zu können. Dann können allerdings auch höhere Preise erzielt werden. Bei den meistverkauften Töpfen, Basilikum in der Größe zwischen 11 und 13 cm Durchmesser lag der Preis auf Erzeugerebene im Jahr 2010 für Bioware über 15 % höher als für konventionelle Ware (AMI 2011, nach GROOS 2011). Die mengenmäßig wichtigsten Biokräuter waren 2012 laut Agrarmarkt Informationen-Gesellschaft mbH (AMI) Kresse (ca. 581 t) Petersilie (577 t) und Basilikum (510 t) (AMI 2013). So wurden in

Deutschland im Jahr 2012 ca. 31 Millionen Euro Umsatz mit Biokräutern erzielt, davon etwa 10 Millionen Euro mit *O. basilicum* und 8,2 Millionen Euro mit *P. crispum*.

1.1.2 Produktionsverfahren des ökologischen Topfkräuteranbaus im Vergleich zu einem integrierten Kulturmanagement

Das Ziel der ökologischen Landwirtschaft ist die möglichst nachhaltige Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel. Dabei soll die Umwelt nicht mehr als unbedingt nötig belastet und natürliche Ressourcen geschont werden. Im Unter-Glas-Anbau von Nutzpflanzen im Gewächshaus stehen hier neben dem Verzicht auf gentechnisch veränderten Produktionsmitteln insbesondere die Nährstoffversorgung mit organischen Düngemitteln und ein Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel im Vordergrund. Damit kann ein Schutz für Mitarbeiter schon in den Herstellerbetrieben und eine geringere Pestizidbelastung der Umwelt sowie des Produktes beim Endverbraucher erreicht werden. Darüber hinaus wird so aktiver Artenschutz betrieben, indem Nichtzielorganismen geschont werden. Dies birgt allerdings auch besondere Herausforderungen. So sind laut EG-Öko-Basis-Verordnung NR. 834/2007 für den ökologischen Kräuteranbau nur vier verschiedene Wirkstoffe im Einsatz gegen Arthropoden im Gewächshaus zugelassen (Stand 2013). Im Vergleich dazu liegt die Zahl der im konventionellen Anbau mit neun Wirkstoffen mehr als doppelt so hoch (PFLANZENSCHUTZDIENST HAMBURG 2013).

Tab. 1: Aktuell zugelassene Insektizide für den ökologischen Anbau von frischen Kräutern unter Glas (Quelle: isip, Stand:1.10.2013)

Schaderreger	Präparat (Wirkstoff)	Anwendungen	Wartezeit
Saugende Insekten	Neudosan Neu Blattlausfrei (Kali-Seife 515,0 g/l)	5	F
Freifressende Schmetterlings-raupen [ausgenommen: Eulenarten (Noctuidae)]	Dipel ES (<i>Bacillus thuringiensis</i> 33,2 g/l)	2	-
Saugende Insekten (ausgenommen: Wanzen), Beißende Insekten, blattminierende Insekten	NeemAzal T/S (Azadirachtin 10,0 g/l)	3	14
Saugende Insekten Beißende Insekten [ausgenommen: Wickler (Tortricidae)]	Spruzit Schädlingfrei (Rapsöl 825,3 g/l + Pyrethrine 4,59 g/l)	2	7

Dennoch ist neben den geringen Pestizidrückständen eine hohe Qualität ein sehr wichtiger Anspruch der Konsumenten (BMELV 2013b). Dies trifft auf Topfkräuter besonders zu, da diese frisch verzehrt werden, sodass jegliche Beeinträchtigung des Produktes vom Konsumenten umgehend bemerkt wird. Dies gilt insbesondere für den Befall mit Schädlingen, die schon bei geringem Befallsdruck zu massiven Ertrags- und Qualitätseinbußen führen können. Auf Grund der bereits beschriebenen limitierten Möglichkeiten der Nutzung von Insektiziden, wird die Pflanzengesundheit durch vorbeugende Maßnahmen sichergestellt. Dazu gehören die Wahl resistenter Sorten, eine auf die Kultur angepasste Klimaführung, die Nutzung von Pflanzenstärkungsmitteln sowie mechanische und physikalische Maßnahmen. Hierbei kommt insbesondere dem Nützlingseinsatz als zentralem Element des biologischen Pflanzenschutzes eine wichtige Rolle zu. Die Strategien dieses im Zierpflanzen- und Gemüseanbau sehr erfolgreich eingesetzten Instrumentes, lassen sich jedoch nicht erfolgreich im Topfkräuteranbau umsetzen. So wird oftmals noch nicht der gewünschte hohe bis sehr hohe Bekämpfungserfolg erreicht, was neben hohen Aufwendungen auch hohe Ertragsausfälle mit sich führen kann, da die Ware nur bedingt verkehrsfähig ist.

Neben den verbindlichen Mindestanforderungen an die ökologische Produktion durch die EG-Öko-Basis-Verordnung Nr. 834/2007, die zum Führen des EU-Biosiegels berechtigt, gibt es deutschlandweit neun weitere Anbauverbände mit eigenen, weitergehenden Anforderungen. So waren 2012 neben 10.971 EU-Biobetrieben weitere 12.125 ökologisch wirtschaftende Betriebe in Verbänden organisiert, sodass insgesamt 23.096 Erzeugerbetriebe biologischen Landbau in Deutschland betrieben haben, was einem Anteil von 8 % an der Landwirtschaft insgesamt ausmachte (BÖLW 2013). Im Jahr 2011 waren darunter 247 Kräuter- und Gewürzproduzenten (BMELV 2011).

Der Anbau von Topfkräutern unterscheidet sich von dem vieler anderer Kulturen maßgeblich. Obwohl bekannt ist, dass es zu Schwierigkeiten im Pflanzenschutz kommen kann und sich Standardverfahren des biologischen Pflanzenschutzes, die sich in anderen Kulturen bewährt haben, nicht immer erfolgreich umsetzen lassen gibt es wenig Forschung in diesem Bereich (KÖHLER & HANKE 2007).

Die Produktion von Topfkräutern erfolgt häufig in Spezialbetrieben mit hohem technischem Niveau. Dabei produzieren viele, insbesondere kleine und mittlere Betriebe, eine Vielzahl verschiedener Kräuterkulturen gleichzeitig in einem Gewächshaus (Abb. 2).



Abb. 2: Anbau verschiedener Topfkräuterkulturen im Kräuterbetrieb Radicula, Sinzig

Dieser Kulturmix kann zu verschiedenen Problemen führen. So etablieren sich Schädlinge auf verschiedenen Kräuterarten unterschiedlich, selbst innerhalb einer Schädlingsgattung gibt es unterschiedliche Wirtspflanzenpräferenzen (FRANCIS ET AL. 2000, BAEZ ET AL. 2011). Daraus können sich unterschiedliche Schadausmaße und Bekämpfungserfolge auf den verschiedenen Kulturen sowie mögliche Schädlingrefugien im Gewächshaus ergeben, von denen eine regelmäßige Neubesiedlung anderer Arten erfolgen kann. Dies ist insbesondere der Fall, da die Kulturen zum Teil unterschiedlich hohe Schadschwellen haben, sowie verschieden lange Standzeiten aufweisen (Köhler & Hanke 2007, FH WEIHENSTEPHAN 2013). So beträgt die Kulturdauer von *O. basilicum* unter guten Bedingungen nur 25 Tage, wodurch es kaum Etablierungszeit für Nützlinge gibt, so dass ein zu spät festgestellter Schädlingsbefall zu großen Schäden führen kann (FH WEIHENSTEPHAN 2013). So sollte eine dauerhafte und präventive Etablierung von Nützlingen im Gewächshaus erfolgen. Dies kann sich durch den satzweisen Abverkauf der Pflanzen als schwierig erweisen, da auf der Pflanze befindliche Nützlinge mit verkauft werden (KÖHLER & HANKE 2007).

Eine weitere Herausforderung der Produktion von Topfkräutern liegt in der ganzjährigen Produktionszeit. Aufgrund der hohen Marktnachfrage, ist bei vielen Topfkräutern eine Produktion auch in den Wintermonaten mittlerweile der Normalfall. Im Winter herrschen mit geringeren Temperaturen, kürzeren Photoperioden und geringerer Lichtintensität deutlich andere Kulturbedingungen im Gewächshaus als in den Sommermonaten (ZILAHİ-BALOGH ET AL. 2006). Dies hat sowohl einen großen Einfluss auf verschiedene tierische Schaderreger (VAN STEENIS & EL-KHAWASS 1995, ISHIDA ET AL. 2003, CHAISUEKUL & RILEY 2005, ZAMANI ET AL. 2007), als auch auf die in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzten Nützlinge (FUJIWARA & NOMURA 1999, PERDIKIS ET AL. 2004, BYEON ET AL. 2011, JOHANSEN ET AL. 2011).

Topfkräuter werden insbesondere für ihr Aroma in der Küche und ihre wohltuende Wirkung bei verschiedenen Leiden gekauft, die durch hohe Gehalte sekundärer Inhaltsstoffe in diesen

Pflanzen bedingt sind. Neben Bitterstoffen (meist Glycoside, Isoprenoide und Alkaloide), Gerbstoffen, Flavonoiden, Antranoiden und Saponinen sind dies insbesondere ätherische Öle (SCHILCHER 2008). Diese Stoffe werden in erster Linie als chemische Schutzstoffe vor Fraßfeinden und Pathogenen gebildet (HARBORNE 1990, BENNETT & WALLSGROVE 1994, TORKEY ET AL. 2009, CHAIB 2010, ATEYYAT ET AL. 2012). Somit haben sie einen teilweise starken Einfluss auf potentielle Schadarthropoden, aber auch auf Nützlinge (CHOI ET AL. 2004, RENAULT-ROGER 2013).

1.1.3 Insekten als Schädlinge im Topfkräuteranbau

Gewächshäuser bieten gegenüber dem Anbau im Freiland den Vorteil von wärmeren und ausgeglicheneren klimatischen Bedingungen. Durch die Nutzung von künstlicher Beleuchtung ist die ganzjährige Pflanzenproduktion autonom von äußeren Einflussfaktoren auf jedem Breitengrad der Erde möglich (HEUVELINK ET AL. 2006, MOE ET AL. 2006). In Kombination mit erhöhten Temperaturen bieten Gewächshäuser damit insbesondere aus wärmeren Gebieten eingeschleppten Schädlingen, insbesondere den ektothermen Arthropoden, ideale Lebensbedingungen (HASSAN ET AL. 1993). Diese können dort in rascher Zeit erhebliche Schäden anrichten. Die räumliche Begrenzung und die vorhersehbaren und geregelten Klimabedingungen schaffen andererseits aber auch gute Bedingungen für den Einsatz von Nützlingen. Als Hauptschaderreger treten insbesondere verschiedene Blattlausarten (Hemiptera: Aphididae), Thripse (insbesondere *Frankliniella occidentalis*), Gewächshaus-Weiße-Fliegen (*Trialeurodes vaporariorum*), Spinnmilben (*Tetranychus urticae*) und Trauermücken (Diptera: Sciaridae), im Topfkräuteranbau insbesondere *Bradysia* spp., auf (HASSAN ET AL. 1993, KÖHLER & HANKE 2007, NEUBAUER 2013).

1.1.4 Ausgewählte Schadinsekten im Topfkräuteranbau

Dieses Projekt beschäftigt sich hauptsächlich mit der Entwicklung und Bekämpfung der Blattlausarten *Aulacorthum solani* und *Myzus persicae* sowie des Kalifornischen Blüenthrrips *Frankliniella occidentalis* auf *O. basilicum* und *P. crispum* sowie des Monitorings und der Bekämpfung von Trauermücken (*Bradysia* spp.).

Bei *M. persicae* handelt es sich sowohl um einen weltweit verbreiteten, sehr polyphagen Schädling, als auch um einen der wichtigsten Virusvektoren im Nutzpflanzenanbau. *A. solani* ist eine ebenfalls sehr polyphage Blattlausart, die häufig im Topfkräuteranbau vorkommt und sich stark an *O. basilicum* vermehrt, so dass sie sich als Modellorganismus für die Arbeiten mit ätherischen Ölen in diesem Projekt anbot. Der Kalifornische Blüenthrrips *F. occidentalis* ist ein in Europa erst relativ neu vorkommender Schädling, der auf Grund seiner geringen Größe und sehr raschen Vermehrung, einhergehend mit schneller Resistenzentwicklung zu sehr großen Schäden im Anbau unter Glas führt. Darüber hinaus ist auch er ein sehr häufiger Virusvektor, insbesondere für Tospoviren wie dem Tomato spotted wilt virus (TSWV, Tomatenbronzefleckenvirus) (REITZ 2009).

1.1.5 Blattläuse

Myzus persicae

Die Grüne Pfirsichblattlaus *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) stammt ursprünglich aus Asien, ist inzwischen allerdings weltweit verbreitet (BLACKMAN & EASTOP 2000). Die adulten Tiere sind meist grünlichgelb und zwischen 1,2 und 2,1 mm lang. Alate zeigen dorsal einen schwarzen Fleck auf dem Abdomen. Ihr primärer Hauptwirt ist der Pfirsich (*Prunus persicae* L.), als Sommerwirt dienen über der extrem polyphagen Blattlaus ca. 400 krautige Pflanzen aus mehr als 40 verschiedenen Familien (BLACKMAN & EASTOP 2000). Sie entwickelt sich bei Temperaturen zwischen 5 °C und bis zu 30 °C mit einem Optimum zwischen 15 und 17 °C, so dass sie bereits früh im Jahr eine große Gefahr darstellt, im Sommer aber, wie viele andere Blattläuse auch, eine Art Sommerruhe einlegt (BARLOW 1963, WHALON & SMILOWITZ 1979, SATAR ET AL. 2008). Nach ihrer kurzen Entwicklungszeit von 7 bis 14 Tagen können *M. persicae* eine Vermehrungsrate von 3 bis 6 Nymphen pro Weibchen und Tag aufweisen, so dass eine Vermehrung um den Faktor 12 pro Woche möglich ist (ALBERT ET AL. 2010). Sie bilden keine dichten Kolonien, es entsteht vor allem indirekter Schaden durch Virusübertragung. *M. persicae* ist der wichtigste Virusvektor aller Blattläuse und kann über 100 verschiedene Viren übertragen (KENNEDY ET AL. 1962). Eine biologische Bekämpfung von *M. persicae* ist auf Grund vielfältiger Insektizidresistenzen unabdingbar. Bis 2008 sind Resistenzen gegen 86 verschiedene insektizide Stoffe aufgetreten, das ist die drittgrößte Anzahl unter allen Insekten (WHALON ET AL. 2008).

Aulacorthum solani

Die Grünfleckige Kartoffellaus *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) ist ursprünglich in Europa heimisch, inzwischen aber weltweit verbreitet (BLACKMAN & EASTOP 2000). Die gelbgrünen bis bräunlichen Tiere sind etwa 1,8-3,0 mm lang und zeichnen sich durch auffällige grüne bis rostbraune Flecken an der Basis der langen Siphone aus. *A. solani* gehört zu den Blattlausarten mit den meisten Wirtspflanzen. Die extrem polyphagen Tiere befallen Pflanzen aus über 80 verschiedenen Familien, sowohl Dikotyle als auch Monokotyle. Als Hauptwirt dienen verschiedene Pflanzen, darunter häufig Fingerhutarten (*Digitalis* spp. L.). In Gewächshäusern im Bundesstaat New York in den USA bilden sie inzwischen nach *M. persicae* die am zweithäufigsten vorkommende Art (JANDRICIC ET AL. 2010). Sie entwickeln sich bei Temperaturen zwischen 5 und 30 °C und zeigen die maximale Entwicklungsgeschwindigkeit bei ca. 25 °C. Dabei beträgt die Generationszeit weniger als 7 Tage. Anschließend legen sie zwischen 40 und 70 Nymphen pro Weibchen im Laufe ihres Lebens ab (JANDRICIC ET AL. 2010). Auch *A. solani* fungiert häufig als Virusvektor, so ist eine Übertragung von über 40 persistenten und nicht-persistenten Pflanzenviren bekannt (BLACKMAN & EASTOP 2000).

Aphis fabae

Die Schwarze Bohnenlaus *Aphis fabae* verursacht im Topfkräuteranbau massive Probleme. Sie tritt meist ab März in Kolonien auf und siedelt sich oftmals an den jungen Trieben der Kräuter und blattunterseits an. Nach Untersuchungen von THIELMANS (2012) befällt sie die Kräuterarten Basilikum, Schnittsellerie, Kerbel, Schnittlauch, Koriander, Dill, Melisse, Liebstock, Rucola, Salbei, Estragon, Thymian und Petersilie.

Die Parasitierung von *A. fabae* durch die Schlupfwespenarten *Aphidius colemani*, *Aphidus matricariae*, *Aphelinus abdominalis* und *Praon volucre* wird von THIELEMANS (2012) als eher gering eingeschätzt und lediglich mit einer „guten Effizienz“ beschrieben, der geringsten Parasitierungsstärke, die THIELEMANS (2012) für Schlupfwespen angibt. Klassiker zur Bekämpfung von *A. fabae* ist die Schlupfwespenart *Lysiphlebus testaceipes*.

1.1.6 Thripse

Frankliniella occidentalis

Der Kalifornische Blütenthrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) wurde 1983 nach Europa eingeschleppt und 1985 zum ersten Mal in Deutschland entdeckt (TOMMASINI & MAINI 1995). Seitdem hat er sich zu einem der gefürchtetsten Schädlinge in Gewächshäusern weltweit entwickelt. Die braun-gelben adulten Weibchen sind 1,3 – 1,4 mm lang, die helleren Männchen mit 0,9 – 1,1 mm etwas kleiner. Sie zeichnen sich durch ein sehr polyphages Verhalten aus. *F. occidentalis* kommen auf über 250 Kulturpflanzen aus über 60 Pflanzenfamilien sowie auf vielen Wildpflanzen vor (REITZ ET AL. 2009). Sie benötigen eine Mindesttemperatur von ca. 10 °C zur vollständigen Entwicklung während die Optimaltemperatur bei ca. 30 °C liegt (KATAYAMA 1997). Höhere Temperaturen führen jedoch zum Absterben der Larven (MCDONALD ET AL. 1998). Ein einzelnes Weibchen ist in der Lage bis zu 300 Eier im Laufe ihres Lebens abzulegen, die sich bei 30 °C in nur 12 Tagen erneut zu Imagines entwickeln können (TOMMASINI & MAINI 1995, MCDONALD ET AL. 1998).

Der Lebenszyklus von *F. occidentalis* entspricht dem klassischen Thysanoptera-Muster, so folgen auf ein Eistadium zwei mobile und darauf zwei immobile Larvenstadien die ohne Nahrungsaufnahme in 1,5 – 2 cm Tiefe im Boden leben und nur sehr schwer bekämpft werden können (REITZ ET AL. 2009). Auf den Wirtspflanzen befällt *F. occidentalis* bevorzugt die Blüten und führt durch seine Saugtätigkeit zur Verkrüppelung der Früchte (SCHOLZ-DÖBELIN 2009). Neben Pollen ernähren sich die Tiere vom Zellsaft, den sie aus angestochenen Pflanzenzellen saugen. Die dabei entstehenden Aufhellungen in Kombination mit dunklen Kottropfen ergeben typische Schadsymptome (HASSAN ET AL. 1993, MEYER ET AL. 2010).

Die hohe Fruchtbarkeit in Kombination mit einem extrem großen Wirtspflanzenspektrum machen *F. occidentalis* zu einer idealen invasiven Spezies (REITZ ET AL. 2009). Seine kleine Größe, lange Lebensdauer und bodenlebenden Stadien sorgen für eine schwierige Bekämpfung, zumal viele Populationen gesteigerte Insektizidresistenzen aufweisen, wodurch eine chemische Bekämpfung kaum möglich ist (JENSEN 2000).

1.1.7 Trauermücken

Der Topfkräuterbereich ist im besonderen Maße von der Trauermückenproblematik betroffen. In den meisten Betrieben ist aufgrund der organischen Substratbestandteile und der Verwendung organischer Dünger ein latenter Befall vorhanden, der sich bei der kleinsten Lücke in der Regulierungsstrategie oder bei kritischen Punkten in der Betriebshygiene schnell zu einem hohen Befallsdruck aufbauen kann. Die hohe Vermehrungsrate und die schnellen Lebenszyklen der Trauermücken machen eine Regulierung bei hohen Befallsstufen aufwendig und kostspielig. Korrekturbehandlungen, beispielsweise mit Pyrethrum, wie in der Blattlausregulierung üblich, sind in der Bekämpfung der Trauermücken wenig effektiv. Die Topfkräuterproduktion ist mittlerweile gekennzeichnet von einer ganzjährigen Produktion und einer großen Produktvielfalt. Bei Kurzkulturen kommt es bei einer Infektion mit Trauermücken oft zum Schlüpfen der Mücken im Endverlauf. Bei länger stehenden Sätzen – besonders über Winter – und bei der vegetativen Vermehrung können sich mehrere Generationen an Trauermücken in einer Kultur entwickeln. Aufgrund der Zulassungssituation steht ein nur begrenzter Pool an Regulierungsmaßnahmen in der Topfkräuterproduktion zur Verfügung, gleichzeitig sind die Anforderungen an die Qualität gestiegen. Die Produktionsschwerpunkte werden immer weiter in die ausgehenden Winterwochen vorgezogen und fordern dadurch eine Produktion in der lichtarmen, kühlen Jahreszeit. Die Trauermückenregulierung erfordert von den Betrieben hohe Aufmerksamkeit, regelmäßiges Handeln und weitere Lösungsansätze aus der Substratherstellung und der Biologischen Schädlingsbekämpfung.

Trauermücken gehören zur Familie der Sciaridae (Diptera). Die relevanten Gattungen im Unterglasanbau sind *Sciara* sp., *Bradysia* sp., *Epidapu* ssp., *Lycoriella* sp., *Trichosia* sp., wobei in der Topfkräuterproduktion vor allem die Art *Bradysia praupera* anzutreffen ist (NEUBAUER 2013).

Direkte Schäden werden durch die Larven hervorgerufen, die an den Feinwurzeln der Kulturpflanzen fressen, die Stängel aushöhlen und die Pflanzen dadurch schwächen. Vergilbungen und Wuchshemmungen sind die Folgen. Fraßschäden können auch bei der Bewurzelung von Stecklingen oder in Aussaatschalen entstehen. Die adulten Mücken sind vor allem Lästlinge im Endverkauf und im Wohnbereich. Neben den Primärschäden schaffen Trauermückenlarven Eintrittspforten für bakterielle und pilzliche Schaderreger (MENZEL, 2000), fungieren zudem als Vektoren für pilzliche Schaderreger wie *Pythium*, *Verticillium* und *Cylindrocladium* (KÜEHN 2000).

Die Larven ernähren sich von Pilzhyphen und verrottendem organischem Material. Attraktiv sind Hyphen verschiedener bodenbürtigerpilzlicher Schaderreger wie *Pythium* spp. oder

Colletotrichum spp. (GERLACH 2008). Ammonium, welches beim Abbau organischer Substanzen, wie z.B. Kompost entsteht, wirkt als Nahrungsanzeiger. Trauermücken bevorzugen ein warmes, feuchtes und schattiges Klima.

Die adulten Mücken werden etwa 2 bis 4 mm groß, sind dunkel gefärbt und besitzen lange Beine und Fühler sowie ein häutiges, schwärzlich trübes Flügelpaar, welches eine typische Äderung aufweist: die Mittelader spaltet sich glockenförmig auf. Der Thorax erhebt sich bei vielen Arten buckelförmig über den Kopf hinaus. Die Larven sind bis 6 mm lang, schlank, grauweiß, ohne Beine, aber mit deutlich ausgebildeter, schwarzer Kopfkapsel (eucephal) und beißenden Mundwerkzeugen. Die Puppe ist eine freie Mumienpuppe (Abb. 3). Typisch ist das tänzelnde Flugverhalten der adulten Mücken.

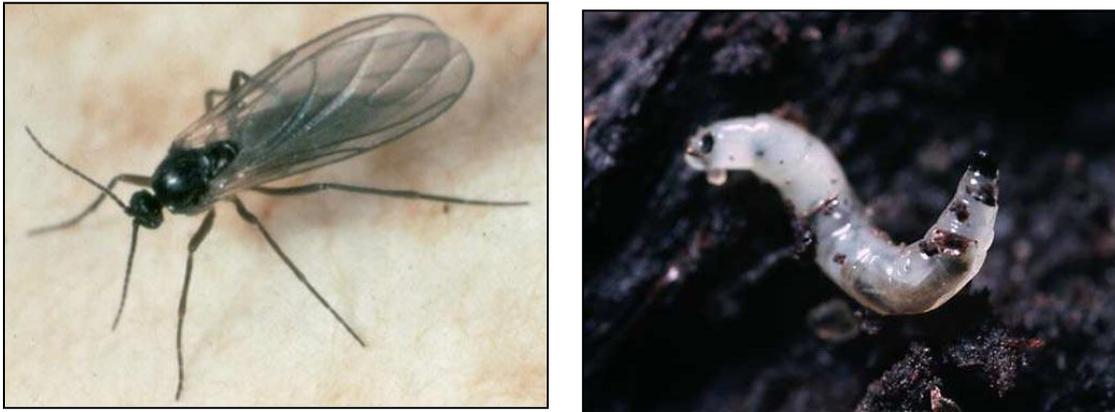


Abb. 3: Adulte Trauermücke mit typischer Flügeläderung, Larven mit schwarzer Kopfkapsel (Photos: E. Melzer)

Ein Weibchen legt bis zu 200 Eier, 1 mm groß und durchsichtige sind und in Schnüren oder Ballen in den feuchten Boden gelegt werden. Die Larven schlüpfen nach etwa einer Woche und kommen in hohen Individuenzahlen vor (bis zu 2500 Tiere/m²). Von Mai bis Juni führen sie ihren Reifungsfraß durch, machen 4 Stadien durch und verpuppen sich im Juli und August ebenfalls im Boden. Im Gewächshaus erfolgt die Entwicklung schneller, es treten mehrere Generationen nacheinander auf. LEHNHOF (2005) fasst den Entwicklungszyklus von *Bradysia paupera* in Abb. 4 zusammen, der bei einer Temperatur von 22 °C nur 22-30 Tage dauert. Im Gewächshaus sind nach GERLACH (2008) 10 bis 14 Generationen pro Jahr möglich.

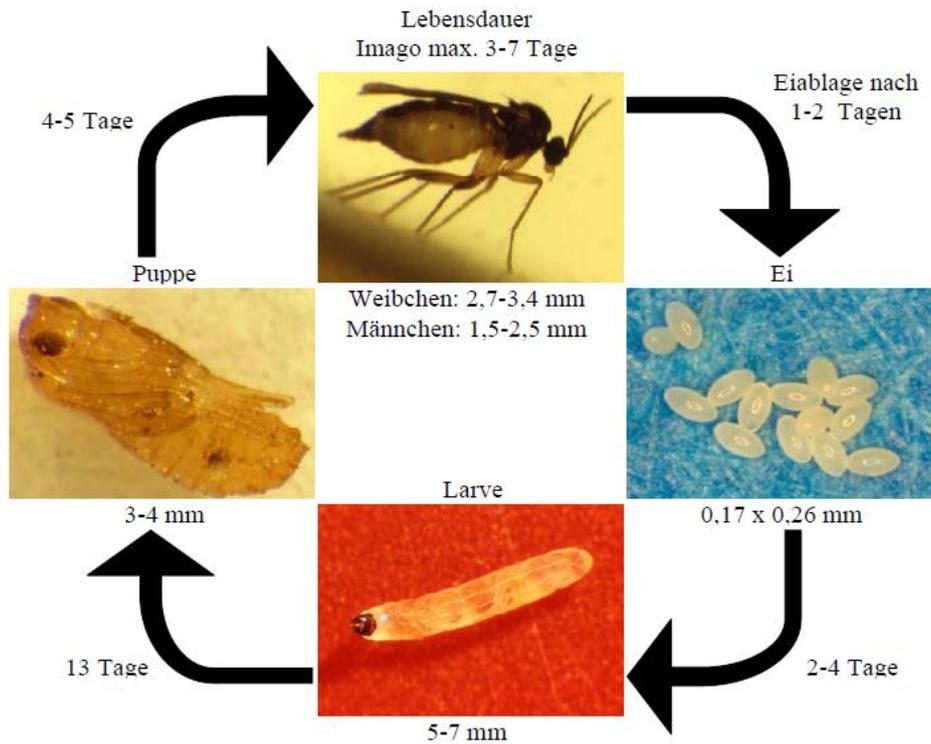


Abb. 4: Lebenszyklus von Trauermücken (Quelle: LEHNHOF 2005)

Regulierungsstrategien:

Das Monitoring des Schaderregers erfolgt üblicherweise mit dem Abfangen der Mücken auf Gelbtafeln. Die Schadschwelle ist beim Erstauftreten erreicht. Zu den vorbeugenden Maßnahmen gehört eine umfassende Betriebshygiene. Ausführlich beschreiben KOLLER (2004) und RICHTER (2009) vorbeugende Maßnahmen und Aspekte der Betriebshygiene (Tab. 2).

Tab. 2: Vorbeugende Maßnahmen zur Trauermückenregulierung (Quellen: KOLLER, 2004 und RICHTER, 2009)

<p>Produktionstechnik:</p> <p>Mäßig gießen/trockene Kulturführung (Problem Nematodenausbringung!), gute Lichtverhältnisse schaffen, zügiges Wachstum fördern, überständige Pflanzen zügig entsorgen, Optimierung des Gewächshausklimas</p>
<p>Verhinderung der Eiablage in das Substrat:</p> <p>Abdeckung des Substrates, eventuell Gelbbänder an Perforationen ausbreiten, prophylaktische Behandlung mit Raubmilben, kein offenes Substrat in Gewächshäusern lagern, keinen frischen Kompost verwenden</p> <p>Eventuell Untersuchung des Substrates und Sterilisation bei starkem Befall</p>
<p>Betriebshygiene:</p> <p>Produktionsflächen sauber halten, Unkraut entfernen, Raubmilben auch auf den Produktionsflächen vorbeugend ausbringen</p>
<p>Wareneingangskontrolle:</p> <p>bei zugekaufter Ware, z.B. Jungpflanzen</p>
<p>Betriebliche Logistik:</p> <p>Verschleppung von Trauermücken aus warmen Anzuchtbereichen in kältere Produktionsräume, Trennung von Anzuchten und Fertigware</p>
<p>Kritische Betrachtung des Schädlingsbefalls im Betrieb, Aufbau eines einfachen Trauermückenmonitoring (einfach und regelmäßig)</p>

Die direkte Bekämpfung von Trauermücken sollte sich auf die Kombination der drei derzeit möglichen Verfahren konzentrieren.

1. Nützlingseinsatz mit entomopathogenen Nematoden der Gattung *Steinernema feltiae* und Bodenraubmilben (*Hypoaspis miles*, *Hypoaspis aculeifer* neuerdings: *Gaeolaelaps aculeifer* sowie die Art *Macrocheles robustulus*).

2. Einsatz von Bakterienstämmen: *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

Zu beachten ist bei dem Einsatz der Nützlinge die optimalen Ausbringungsbedingungen sowie die Verwendung von frischem, unversehrt Material. Bei der Applikation muss auf eine gute Verteilung des Mittels/des Nützlings geachtet werden. Die Larven sind über den ganzen Topf verteilt, sitzen nach GERLACH (2008) auch an der Topfunterseite.

Aus verschiedenen Publikationen wurden Werte zur den einzelnen Regulierungsstrategien zusammengestellt (Tab. 3).

Tab. 3: Maßnahmen zur direkten Bekämpfung von Trauermücken. Auswahl einiger Empfehlungen, weitere Informationen sind auch bei den jeweiligen Nützlingsanbietern zu bekommen

Verfahren /Quelle	Angaben zur Applikation	Beurteilung
<p><i>Bacillus thuringiensis israelensis (B.t.i.)</i> Larve nimmt den Wirkstoff durch Fraß auf, im Darm werden Toxine freigesetzt, die den Darmtrakt zerstören, wirkt schnell, muss direkt zu Larven gebracht werden, da keine aktive Suche des Bacillus (gut einspülen). Mindestsubstrattemperatur: 15 °C. Zulassung beachten!</p>		
DETZL (2005)	Nach der Aussaat angießen	Wenig wirksam, nur wirksam wenn direkt an Larven gebracht
RUISINGER (2013)	Spritz – oder Gießverfahren, Anwendung je nach Befall nach 5-7 Tagen wiederholen, Aufwandmenge je nach Produkt	Nicht UV stabil, Behandlung morgens früh oder spät abends durchführen. Wirkt temperaturunabhängig, auch im Kalthaus anzuwenden, schnell wirksam
KOLLER (2004)	Bei leichtem Befall oder präventiv, 0,5 % mit 1-2 l Gießwasser /m ² , nach 5-7 Tagen erneut behandeln	Auch bei Ebbe-Flut Bewässerung einsetzbar, optimaler Wirkungsbereich 15-20 °C
<p>Bodenraubmilben: Bodenlebende Räuber, fressen Trauermückenlarven, kann 3-4 Wochen ohne Nahrung leben, daher präventiver Einsatz möglich, wirkt langsam, Produktionsflächen mit behandeln</p>		
RUISINGER(2013)	<i>Hypoaspis miles</i> Ausbringung von 125 Tieren/m ² gleichmäßig auf Pflanzenbestand streuen, meist eine Ausbringung ausreichend	Bei allen Kulturen die zwischen 12- und 30 °C kultiviert werden, Behälter erst am Einsatzort öffnen u. vorher leicht drehen
Pflanzenschutzdienst Baden-Württemberg (2013)	250 Tiere/m ²	Einsatz ganzjährig möglich, bei Substrat. > 12 °C, auch in trockenen Böden aktiv, Wirkung tritt sehr langsam ein (bis zu 2 Monate), Kombination mit <i>Steinernema</i> sinnvoll.

KOLLER (2004)	100-200 Milben/m ² vorbeugend und 500 bei Befall	Günstig bei Pflanzen die trocken kultiviert werden <i>H. miles</i> aktiver bei höheren T über 18 als <i>H. aculeifer</i>
RICHTER (2009)	Prophylaktisch: 2 x 100-125 Tiere/m ²	Adulten Tiere leben bis zu 6 Wochen
Nematoden: <i>Steinernema feltiae</i> , suchen in feuchtem Milieu aktiv nach Larven, dringen in Larven ein, geben Bakterien frei, die Larve abtöten. Richtige Ausbringungsart wichtig, Einsatz bei Befall oder präventiv, Nematoden sind UV-empfindlich und sollten deshalb früh morgens oder abends appliziert werden		
RUISINGER (2013)	0,5 Mio./m ² , bei Befall mehr	ab 12 °C Bodentemperatur bis max. 28 °C, Wirkung: 4 ca. Wochen. Nach Auflösen in Wasser mit Dosatron oder Spritze ausbringen (Düsenöffnungen > 0,8 mm, max. 5 bar Druck)Spritzen vor Applikation reinigen, Brühe ständig rühren, Einspülen mit Wasser nach Behandlung
DETZL (2005)	3-5 Tage nach der Aussaat mit geringer Wasseraufwandmenge (0,5 bis 1 l/m ²) auf die Substratoberfläche sprühen (z.B. mit Dosatron)	
KOLLER (2004)	0,5-1 Mio./m ² in 1-2 l Wasser vor Topfen/Aussaat: 20-40 Mio. in Substrat einmischen Behandlung nach 3-4 Wochen wieder holen, ggf früher.	Bei hohem Befallsdruck oder präventiv bei Aussaat oder Topfen Substrat darf nicht austrocknen aber auch nicht zu nass sein (4 Wochen), Düsenöffnung 1-1,2 mm Druck 2-3 max 5 bar, Perlite im Substrat behindern Nematoden
RICHTER (2009)	2 x 14tägig Prophylaktisch: 0,25 Mio./m ² Kurativ: 0,5- 1 Mio./m ²	

Bei stark befallenen Basilikum Jungpflanzen untersuchte KOLLER (2009) eine Tauchbehandlung der Jungpflanzen in einer Lösung aus Nematoden (*Steinernema feltiae*) mit 0,5 Mio./l sowie Neem 0,3 % und 0,5 % und *B.t.i.* 0,5 % bei einmaliger und zweimaliger Anwendung im Vergleich zum Gießen. Die Jungpflanzen wurden 1 h in die entsprechenden Lösungen getaucht. Nematoden und die Neemapplikation mit 0,5 % zeigten die besten

Wirkungsgrade im Tauchverfahren (77 % und 66 % bei Neem). Die beste Wirkung zeigte allerdings das Angießen mit Nematoden bei einer Konzentration von 1,0 Mio./l.

In den Bekämpfungsversuche von LEHNHOF (2005) waren besonders die Kombinationen verschiedener Maßnahmen erfolgreich, allen voran die von *Steinernema feltiae*-Nematoden, *Hypoaspis miles*-Raubmilben sowie eines *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Getestet wurde parallel das Mittel NeemAzal T/S mit Aufwandskonzentration von 0,3 %, welches ebenfalls eine gute Wirksamkeit zeigte. Der Pilz *Verticillium lecanii* konnte keinerlei Bekämpfung bewirken.

Wie kostenintensiv eine Trauermückenbehandlung ausfällt, zeigen die reinen Produktkosten (Tab. 4). Dazu kommt noch Versandkosten, die jeweilige Ausbringung plus Material für das Monitoring der adulten Mücken.

Tab. 4: Produktkosten für die Trauermückenbehandlung

		€/1 m ²
<i>B.t.i.</i>	Bei 200 ml/1000 m ² 94-118 €	0,09 – 0,11
<i>Steinernema feltiae</i>	50 Mio./100 m ² 13,80 – 17,30 €	0,13 – 0,17
<i>Hypoaspis miles</i>	25.000/100 m ² 17,00 – 18,40 €	0,17 – 0,18

1.1.8 Nützlinge (im Topfkräuteranbau)

Als Nützlinge bezeichnet man allgemein Tiere, die Gegenspieler von Schädlingen darstellen (DUDEN, 2004). Sie stellen einen wichtigen Aspekt des biologischen, heutzutage aber auch des integrierten Pflanzenschutzes, sowohl im Freiland, als insbesondere auch im geschützten Pflanzenanbau dar (ALBERT ET AL. 2010).

Die ausgeglichenen Klimabedingungen und höheren Temperaturen im Gewächshaus bieten auch den meist aus den Tropen und Subtropen importierten Nützlingen äußerst vorteilhafte Lebensbedingungen (ALBERT ET AL. 2010). Der abgeschlossene Raum verhindert darüber hinaus eine Abwanderung der eingesetzten Tiere und begrenzt das Futterangebot auf die Schädlinge im Gewächshaus. Im Gemüseanbau, etwa bei der Produktion von Gurken und Tomaten, ist der Nützlingseinsatz inzwischen Standard, auch im Zierpflanzenanbau wird er immer weiter integriert (SCHOLZE-DÖBELIN 2009). Im Topfkräuteranbau hingegen zeigen sich trotz der großteils gleichen Schädlingsarten Probleme bei der wirksamen Umsetzung (KÖHLER & HANKE 2007).

Seit dem ersten Einsatz von Nützlingen im deutschen Unter-Glas-Anbau Anfang der 1970er Jahre, die sämtlich aus den Niederlanden importiert werden mussten, umfasst die angebotene Palette inzwischen über 70 verschiedene Nützlingsarten von mehr als 15 Firmen (SCHOLZ-DÖBELIN 2009, ALBERT 2010). Gegenüber den chemischen Substanzen bietet der Einsatz von Nützlingen viele Vorteile. So entfällt die Belastung sowohl des Anwenders, als auch der Pflanzen mit chemischen Wirkstoffen. Darüber hinaus muss keine Wartezeit bis zum Inverkehrbringen der Pflanzen beachtet werden. Insbesondere bei multiresistenten Schaderregern profitiert der Anwender davon, dass gegen Nützlinge keine Resistenzen gebildet werden können. Allerdings stehen noch nicht gegen alle Schaderreger auch biologische Bekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung. Darüber hinaus erfordert der Einsatz von Nützlingen einen erhöhten Arbeitsaufwand, da zur Nutzung der teilweise hochspezifischen Antagonisten eine genaue Erfassung und Identifikation des Schaderregers notwendig ist. Auch wirkt der Nützlingseinsatz erst zeitversetzt, so dass Nützlinge frühzeitig und in ausreichender Menge ausgebracht werden müssen (Abb. 5). Außerdem muss im integrierten Pflanzenschutz auf die nützlingsschonende Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel Rücksicht genommen werden, wenn diese in Kombination mit einem biologischen Pflanzenschutz angewendet werden sollen.

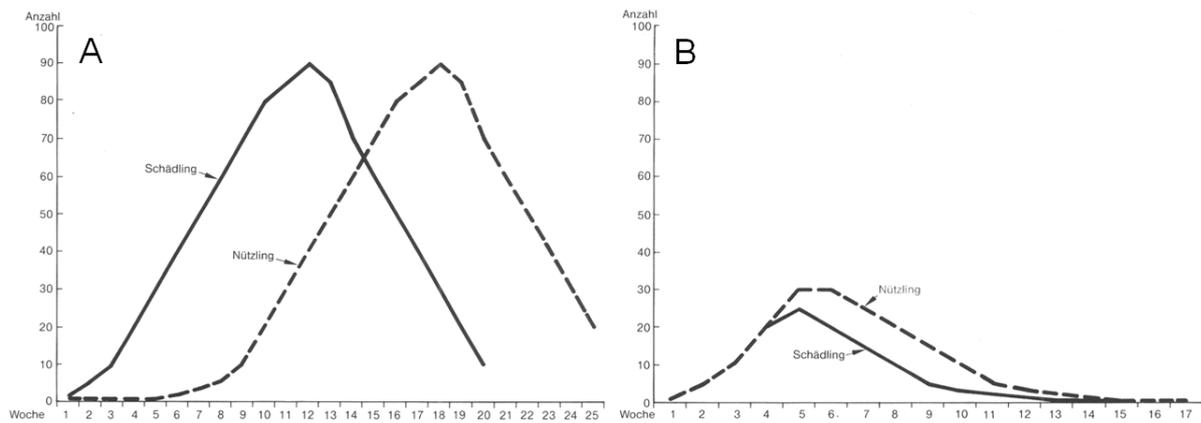


Abb. 5: Rechtzeitiger Nützlingseinsatz ist unerlässlich: A. Verspätetes Auftreten von Nützlingen führt zu ungenügender Schädlingsbekämpfung. B. Frühzeitiger Nützlingseinsatz kann Schädlinge erfolgreich bekämpfen (nach: HASSAN ET AL. 1993)

Man unterscheidet bei Nützlingen zwischen Prädatoren und Parasitoiden. Die räuberisch lebenden Prädatoren benötigen Beuteindividuen für ihre Entwicklung, sie fressen sie oder saugen sie aus. Prädatoren zeigen meist nur eine geringe Wirtsspezifität und vertilgen große Mengen, allerdings ist ihr Suchverhalten begrenzt (SCHOLZ-DÖBELIN 2009). Gegen lokal eingegrenzte Befallsherde und dichten Befall sind sie in der Regel die schnellere Bekämpfungsmöglichkeit. Eingesetzt werden beispielsweise die Larven der Gemeinen Florfliege *Chrysoperla carnea*, die Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza*, Raubmilben (Acari) oder Raubwanzen (Reduviidae) sowie einige Weichwanzen (Miridae).

Der Begriff wird in der Regel für Insekten verwendet und bezeichnet Tiere, die in ihrer Larvenzeit parasitisch leben und ihren Wirt mit im Laufe dieses Vorganges, spätestens jedoch bei Erreichen des Adultstadiums, abtöten (EGGLETON & GASTON 1990). Die adulten Tiere ernähren sich in der Regel von Pollen und Honigtau (SCHOLZ-DÖBELIN 2009). Sie stellen damit eine Zwischenstufe zwischen klassischen Parasiten und Prädatoren dar. Die meisten Parasitoide zeichnen sich durch ein hohes Ausmaß an Wirtsfindung sowie eine hohe Fertilität aus. Im Gegensatz zu den Prädatoren zeigen sie jedoch meist eine sehr hohe Wirtsspezifität, so dass vor ihrer Nutzung eine genaue Identifizierung des zu bekämpfenden Schädlings erfolgen muss (HOFFMANN ET AL. 2004). Prädatoren und Parasitoide werden am besten kombiniert eingesetzt um sowohl Befallsherde, als auch versteckte sitzende Schädlinge wirksam zu bekämpfen (SCHOLZ-DÖBELIN 2009). Auf Grund der Räuber-Beute-Beziehung muss beim Nützlingseinsatz davon ausgegangen werden, dass eine 100%ige Bekämpfung des Schädlings nicht möglich ist und für einen zufriedenstellenden Bekämpfungserfolg eine frühzeitige Ausbringung der Nützlinge (am besten präventiv) zu erfolgen hat (Abb. 5).

1.1.9 Ausgewählte Nützlinge im Topfkräuteranbau

Prädatoren

Chrysoperla carnea

Die Gemeine Florfliege *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) stammt aus der Familie der Chrysopidae (Florfliegen) in der Ordnung der Neoptera (Netzflügler). Die genaue taxonomische Zuordnung ist jedoch unklar, so wird zurzeit ein Komplex mehrerer Spezies unter dem Begriff *C. carnea* zusammengefasst (HENRY ET AL. 2001). Die Adulten dieser holometabolen Insekten haben große, netzförmige Flügel einen länglichen grünen Körper und ernähren sich phytophag von Pollen, Nektar und Honigtau (HOFFMANN ET AL. 1994). Aus den gestielten Eiern schlüpfen nach 4 bis 6 Tagen die Larven, die sich in Abhängigkeit von Temperatur und Nahrungsangebot nach 8 bis 30 Tagen und drei Larvenstadien in einem gesponnen Kokon verpuppen (BALASUBRAMANI & SWAMIAPPAN 1994, FUJIWARA & NOMURA 1999, NADEEM ET AL. 2012). Als Nützlinge werden nur die bräunlichen, 7 bis 8 mm langen räuberischen Larven verwendet, die mit 3 Beinpaaren ausgestattet und sehr beweglich sind. Bis zur ihrer Verpuppung fressen diese ca. 200 bis 500 Blattläuse, indem sie sie mit ihren zu Saugzangen umgebildeten Mundorganen fangen, extraintestinal verdauen und aussaugen, die meisten davon im dritten Larvenstadium (ŞENGONCA & GROOTERHORST 1985). Eine Ausbringung erfolgt entweder im Eistadium, meist jedoch im zweiten Larvenstadium damit eine verzögerungsfreie Bekämpfung möglich ist (ALBERT ET AL. 2010). *C. carnea* sind hochgradig kannibalistisch, so dass sie von den Produzenten entweder in separierten Wellpappebehältnissen oder auf Hirsespelzen angeboten werden. Sie zeigen nur ein sehr schwach ausgeprägtes Suchverhalten und arbeiten daher nur bei höherer Schädlingsdichte optimal (HOFFMANN ET AL. 1994). Da *C. carnea* die zur vollständigen Entwicklung nötigen Beutemengen im Gewächshaus in der Regel nicht finden, erfolgt auch keine Vermehrung, so dass sich die Tiere nicht im Gewächshaus ansiedeln lassen sondern wiederholt freigelassen werden müssen (ALBERT ET AL. 2010). Zu ihrem weiten Beutespektrum zählen neben Blattläusen auch Milben, Insekteneier und die Larven anderer kleiner Insekten, darunter Thrips und Schildläuse (HOFFMANN ET AL. 1994).

Aphidoletes aphidimyza

Während die *Chrysoperla carnea* Larven rein kurativ eingesetzt werden, gehört die Gallmücke mit zur der klassischen Belegung der Offenen Zucht und wird zudem kurativ eingesetzt. *Aphidoletes*-Larven sind auf Blattläuse spezialisiert, im Gegensatz zu *Chrysoperla*-Larven, die sich polyphag ernähren.

Die Räuberische Gallmücke *Aphidoletes aphidimyza* ist in Europa heimisch. Die adulten Insekten sind ca. 2-3 mm lang, haben auffallend lange Fühler und Beine und sind rötlich-graubraun gefärbt (Abb. 6).



Abb. 6: Adulte *Aphidoletes aphidimyza* (Quelle: schneckenprofi.de) Larve (Quelle: Evergreen Growers Supply)

Die befruchteten Weibchen legen ihre Eier nur in Blattlauskolonien ab, was bei der kurativen Anwendung der Gallmücken zu beachten ist. Der Duft des Honigtaus führt die Weibchen zu den Kolonien. Je nach Dichte der Kolonie werden 80-200 Eier pro Weibchen abgelegt. Bei höheren Blattlausdichten steigt die Eiablagrate (RICHTER 2009). Die Larven sind auffallend orange gefärbt und madenförmig-länglich, 0,3-3 mm lang. Während sich die adulten Mücken von Nektar und Honigtau ernähren, leben die Larven räuberisch. Sie injizieren den Blattläusen ein lähmendes Gift und saugen diese anschließend aus. Eine Larve saugt 50-100 Blattläuse aus (RICHTER 2009). Die leeren Blattläuse sind teilweise auf den Blättern zu sehen. Der Lebenszyklus von *Aphidoletes aphidimyza* beträgt temperaturabhängig 4-10 Wochen. Nach 2-4 Tagen schlüpfen die Larven aus den Eiern und verbleiben 10-14 Tage im Larvenstadium. Anschließend verpuppen sich die Larven (10-14 Tage) im Boden oder in Substrat. Die Puppen sind sehr empfindlich gegen Trockenheit. Die Lebensdauer der adulten Gallmücken beträgt ebenfalls 10-14 Tage. Unter Kurztagbedingungen (<17 h) und Temperaturen unter 10 °C gehen die Gallmücken in eine Diapause über. Bei einem Einsatz in den Monaten von Oktober bis März muss also mit Zusatzbelichtung gearbeitet werden und ausreichend Temperaturen (Katz Biotech empfiehlt: 5 Watt/ m²). Die Nachttemperatur sollte zur Eiablage nicht unter 16 °C sinken (RICHTER 2009).

Gallmücken werden als Puppen in Vermiculite geliefert. Die Puppen müssen vor dem Austrocknen geschützt werden und werden deshalb an schattigen, leicht feuchten Stellen auf dem Boden im Gewächshaus, in den Kulturgefäßen oder in der offenen Zucht ausgebracht. Zur gesicherten Befruchtung der Weibchen werden die Puppen portionsweise mit ca. 50 Puppen ausgebracht. Die ersten geschlüpften Mücken sind nach wenigen Tagen zu sehen. WIETHOFF (2005) fand in seinen Versuchen die ersten adulten Gallmücken 14 Tage nach der Ausbringung der Puppen. Die adulten Tiere sind dämmerungsaktiv und reagieren nach RICHTER(2009) sehr empfindlich auf Pflanzenschutzmittelbehandlungen. Die Ansprüche von *Aphidoletes aphidimyza* im Vergleich zu *Chrysoperla carnea* sind in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Darstellung der Ansprüche von *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* nach RICHTER (2009)

	<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>
Temperatur (-optimum) in °C	10-35 (22-25)	14-32 (20-24)
Luftfeuchte	> 30 %	> 70-80
Lichtbedarf	Kein zusätzlicher Lichtbedarf	Langtag > 14 h
Ausbringungszeitraum	ganzjährig	März bis September (bei Zusatzbelichtung ganzjährig)
Lieferform	junge Larven, in Waben oder als Streuware	Puppen in Vermiculite
Bekämpfungsaktivität	sofort	Nach wenigen Tagen
Ausbringung	Einfache Ausbringung der Waben- oder Streuware (diese kann auch über ein Streugerät ausgebracht werden)	Händische Ausbringung portionsweise in kleineren Häufchen an schattig, feuchten Plätzen
Nahrung	Kannibalistischer Allesfresser	Auf Blattläuse spezialisiert

Tab. 6 gibt einen Überblick zu empfohlen Einsatzmengen. Wird mit dem System der Offenen Zucht gearbeitet, können Gallmücken dauerhaft im Gewächshaus etabliert werden. Tritt ein vermehrter Blattlausbefall auf, empfiehlt sich eine kombinierte Mehrfachausbringung von Schlupfwespen und Gallmücken. Wird mit Schlupfwespenmixen präventiv gearbeitet, müssen die Gallmücken beim Erstauftreten von Kolonien zusätzlich ausgebracht werden.

Generell ist beim Einsatz von Prädatoren mit einem Soforteffekt zu rechnen, im Gegensatz zu den langfristig angelegten Effekten eines Parasitoideinsatzes. Die Kombination von Parasitoiden und Prädatoren als Bekämpfungsstrategie bei Blattläusen beschreibt WIETHOFF (2005). Getestet wurde unter anderem die Kombination von Schlupfwespen (*A. colemani*) und *Chrysoperla carnea* sowie *A. colemani* und *Aphidoletes aphidimyza* gegen *Myzus persicae* an Paprika. Eine additive Wirkung der Kombinationen wurde nicht festgestellt, dennoch waren die geprüften Kombinationen tendenziell effektiver als die Schlupfwespen alleine. Der Einsatz der beiden Prädatoren alleine erbrachte keinen ausreichenden Bekämpfungserfolg. Aufgrund der Interaktion der Gegenspieler, erwies sich ein zeitversetzter Einsatz als erfolgreichste Variante. Dabei wurde *A. colemani* und einige Tage später *Aphidoletes aphidimyza* ausgebracht.

Tab. 6: Empfohlene Einsatzmengen für *Aphidoletes saphidimyza*

	präventiv	kurativ
SCHMIDT UND SEIFRIED (2011)	3malige Ausbringung von 0,5 Tieren/m ² in die Getreidezucht.	
Katz Biotech	2malige Ausbringung von 0,5 Tieren/m ² in, 2. Ausbringung nach 14 Tagen	2 Tiere/m ² , Wiederholte Ausbringung nach 2 Wochen
Koopert Biological Systems		Schwach kurativ: 1/m ² alle 7 Tage, fortlaufend stark kurativ: 10/m ² , alle 7 Tage fortlaufend
RICHTER (2009)		14tägig 2 Tiere/m ²

Macrolophus pygmaeus

Die polyphage Raubwanze *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) gehört zur Familie der Miridae (Weichwanzen) in der Ordnung der Hemiptera (Schnabelkerfe). Die schlanken Imagines sind 3,3 bis 3,9 mm lang und hellgrün gefärbt. Auffällig sind die schwarzen Augen und langen Schreitbeine (HILLERT ET AL. 2002). Ihre Eier legen sie in das Pflanzengewebe der Wirtspflanzen, dabei bevorzugen sie Pflanzen mit dicken Blattadern (KÖHLER & HANKE 2005). Jedes Weibchen legt im Laufe ihres Lebens zwischen 120 und 240 Eiern (SAUTTER & STEPPER 2013b). Aus diesen schlüpfen die nach zehn Tagen (bei 20 °C bis 30 °C) bis zwei Monaten (bei 10 °C) die Larven (VAN SCHELT ET AL. 1993, nach HILLERT ET AL. 2002). Sowohl die Imagines, als auch die Larven nutzen ihren ventral gelegenen Saugrüssel um Pflanzensaft, Wasser und auch tierische Nahrung aufzunehmen. Dabei injizieren sie ein Verdauungsekret zur extraintestinalen Verdauung in ihre Beute und saugen sie dann aus (HILLERT ET AL. 2002). Sie verfügen über ein breites Beutespektrum und ernähren sich neben Pflanzensaft und Pollen, von Mottenschild- und Blattläusen, Larven von Lepidopteren und Spinnmilben. Thripse werden unter Umständen auch vertilgt, von einem bedeutenden Antagonisten kann hier aber nicht gesprochen werden (PERDIKIS 2000, HILLERT ET AL. 2002, VANDEKERKOVE 2010, JÄCKEL ET AL. 2011). Die Lebensdauer der adulten *M. pygmaeus* sinkt mit steigender Temperatur. Ihr Maximum liegt bei ca. 15 °C. Bei 20 °C leben die Tiere zwischen 51 und 149 Tagen, bei 25 °C sinkt dieser Wert auf etwa 15 bis 58 Tage (HOMMES & TER HORST 2002). Über 30 °C beträgt die Lebensdauer der Imagines nur noch ca. 11 Tage (PERDIKIS & LYKOUSSIS 2003). Eine räuberische Aktivität im Gewächshaus tritt unter Langtagbedingungen zwischen 16°C und 35 °C auf, das Optimum liegt bei etwa 25 °C (HILLERT ET AL. 2002). Die Ausbringempfehlung des Produzenten liegt bei 0,25 (präventiv) bis 5 Tieren/m² (KOPPERT2013a). *M. pygmaeus* bevorzugen haarige Pflanzen, auf denen sie sich zur Beutesuche und Eiablage besser fortbewegen können als auf Glatten. Eine gewisse Menge dieser haarigen Pflanzen ist daher als Depotpflanzen zur Etablierung der Weichwanzen im Gewächshaus notwendig (KÖHLER & HANKE 2007).

Raubmilben

Neoseiulus cucumeris

Die Raubmilbe *Neoseiulus* (= *Amblyseius*) *cucumeris* (Oudemans, 1930) gehört zur Familie der Phytoseiidae. Die Tiere sind ca. 0,4 mm lang, blassorange und birnenförmig. Die Larven sind etwas kleiner und fast durchsichtig. Sie leben auf Pflanzen und legen ihre Eier an den Blatthaaren ab (SCHOLZ-DÖBELIN 2010). *N. cucumeris* sind oligophag, zu ihrem Wirtsspektrum gehören neben Thripidae auch Spinnmilben (HOFFMANN ET AL. 1994). Die Diapause, die vor einigen Jahren den Einsatz von *N. cucumeris* unter Kurztagbedingungen schwierig machte (VAN HOUTEN ET AL. 1995a), stellt aktuell kein Problem mehr da, da mit neuen Stämmen aus Neuseeland gearbeitet wird, die keine Diapause mehr eingehen (VAN HOUTEN ET AL. 1995b, KOPPERT 2013b). Die Raubmilben benötigen Temperaturen ab ca. 18 °C und eine relative Luftfeuchtigkeit von über 50 % um im Gewächshaus aktiv zu sein (SCHOLZ-DÖBELIN 2009, SYNGENTA 2013). Da *N. cucumeris* nur Eier und das erste Larvenstadium von Thrips verzehrt, muss eine Bekämpfung präventiv erfolgen (SCHOLZ-DÖBELIN 2010). Die Raubmilben werden entweder über dem Bestand ausgestreut oder in Tütchen in die Pflanzen hineingehängt (HOFFMANN ET AL. 1994). Die empfohlenen Aufwandmengen liegen zwischen 50 (präventiv) und 100 (kurativ) Stück pro m², alle 7 bis 14 Tage (KOPPERT 2013b, SYNGENTA 2013).

Amblydromalus limonicus

Die Raubmilbe *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor, 1956) gehört zur Familie der Phytoseiidae. *A. limonicus* ist kommerziell erst seit Anfang 2012 erhältlich (KNAPP ET AL. 2013). Sie zeigt gegen *F. occidentalis* eine höhere Prädations- und Ovipositionsleistung als andere Raubmilben, etwa *A. cucumeris*, jedoch eine höhere Anfälligkeit gegenüber Trockenheit (VAN HOUTEN ET AL. 1995a). *A. limonicus* benötigt eine relative Luftfeuchte von mindestens 60 % zur Eiablage (MCMURTRY & SCRIVEN 1965). Die polyphage Raubmilbe ernährt sich von Spinnmilben, Mottenschildläusen und Pollen (KNAPP ET AL. 2013). *A. limonicus* frisst darüber hinaus neben Eiern und L₁-Larven auch die L₂-Larven von *F. occidentalis* (KOPPERT 2013c). Eine Reproduktion findet bei Temperaturen ab 13 °C statt (HOOPERBRUGGE ET AL. 2011). Der Nützlingsproduzent Koppert empfiehlt Aufwandmengen zwischen 50 (präventiv) und 250 (stark kurativ) Tieren pro m², bei ein bis fünf Behandlungen im Abstand von je einer Woche, je nach Befallsstärke (KOPPERT 2013c).

Hypoaspis miles

Die Raubmilbe *Hypoaspis miles* (Acari: Phytoseiidae) oder auch *Stratiolaelaps scimitus* gehört zur Familie der Phytoseiidae. Die ca. 1 mm kleinen Tiere leben bevorzugt im obersten Bodenzentimeter und ernähren sich räuberisch polyphag unter anderem von Trauermücken und Thripspuppen (SAUTTER & STEPPER 2013). Bei 25 °C dauert die Entwicklung vom Ei zur

geschlechtsreifen Milbe ca. 12 Tage. In ihrem etwa einmonatigen Leben legen die adulten Weibchen zwischen 20 und 50 Eiern (ENKEGARD ET AL.1997).

Macrocheles robustulus

Die Raubmilbe *Macrocheles robustulus* (Berlese, 1905) gehört zur Familie der Macrochelidae in der Unterklasse der Acari. *M. robustulus*. Die bräunlichen Adulten sind zwischen 0,6 und 0,8 mm lang, die Larven sowie das erste Nymphenstadium etwas kleiner und weiß (KOPPERT 2013d). Die Tiere leben im Boden und kommen in Mitteleuropa vor. Dabei sind sie teilweise in großen Mengen in Gewächshäusern anzutreffen (MESSELINK & VAN HOLSTEIN SAJ 2008). Dort vertilgen sie Thripspuppen sowie die Eier, Larven und Puppen von Trauermücken (Sciaridae) (KOPPERT 2013d). In Gewächshausversuchen bei 16 °C Bodentemperatur zeigte eine zweimalige Behandlung mit *M. robustulus* mit jeweils 100 Tieren/m² eine Reduktion des Thripsbefalls um 60 %, eine doppelt so hohe Dosis um 77 % (MESSELINK & VAN HOLSTEIN-SAJ 2008). Der Anbieter empfiehlt eine einmalige Behandlung mit einer Dosierung von 250 Tieren/m² bei einer Mindesttemperatur von 15 °C (KOPPERT 2013d).

Parasitoide

Aphidius colemani

Die Schlupfwespe *Aphidius colemani* (Viereck, 1912) gehört zur Familie der Braconidae (Brackwespen) in der Ordnung der Hymenoptera (Hautflügler). Die adulten Tiere sind ca. 2 bis 3 mm lang, sehr schlank, schwarz und ernähren sich von Honigtau und Blütennektar (ALBERT ET AL. 2010). Bei Temperaturen zwischen 15 °C und 20 °C leben die Imagines ca. 7 bis 10 Tage und können über 300 Eier legen (HASSAN ET AL. 1993, VAN STEENIS ET AL. 1993). Zu ihrem Wirtsspektrum gehören *Aphisgossypii*, *A. craccivora*, *Myzus ornatus* und *M. persicae* (BOLVIN ET AL. 2012).

Aphidius matricariae

Die Schlupfwespe *Aphidius matricariae* (Haliday, 1834) gehört zur Familie der Braconidae in der Ordnung der Hymenoptera. Die etwa 2 mm langen Tiere ernähren sich von Honigtau (HASSAN ET AL. 1993). Im Laufe ihres ein- bis zweiwöchigen Lebens können sie mehrere hundert Eier legen. Bei 20 °C dauert die Entwicklung bis zur Mumie ca. 9 Tage, nach weiteren 5 Tagen schlüpfen die Wespen (HASSAN ET AL. 1993). *A. matricariae* parasitiert *Aphis fabae*, *A. gossypii*, *A. ruborum*, *A. nasturii*, *A. craccivora* und *M. persicae* (BOLVIN ET AL. 2010).

Ephedrus cerasicola

Die Schlupfwespe *Ephedrus cerasicola* (Starý, 1962) gehört zur Familie der Braconidae in der Ordnung der Hymenoptera. Sie hat mit 20 Tagen eine relativ lange Lebensdauer (THIELEMANS ET AL. 2012). In dieser Zeit kann sie bis zu 100 Eier pro Tag ablegen (VIRIDAXIS2013). Zu ihrem Wirtsspektrum gehören *Aulacorthum circumflex*, *A. solani* und *M. persicae* (THIELEMANS ET AL. 2012). *E. cerasicola* zeichnen sich dadurch aus, dass sich parasitierte Blattläuse vor Mumifizierung häufig verstecken und die Mumien auf der Pflanze daher nicht zu sehen sind (THIELEMANS ET AL. 2012). Dies könnte sie im Topfkräuteranbau zu einem wichtigen Nützling machen, da die optische Reinheit der Pflanzen einen wichtigen Verkaufsaspekt darstellt.

Lysiphlebus testaceipes

Die ca. 3 mm lange Schlupfwespe, ist schwarz mit hellen Beinen. Die Weibchen legen ihre Eier in der Blattlaus ab, nach 2 Tagen schlüpft die Larve, die 6 bis 8 Tage in der Blattlaus frisst. Von außen sind das Anschwellen der Blattläuse und die sich beige ausfärbende Mumie deutlich wahrzunehmen. Die Larve schlüpft durch ein rundes Loch aus der Blattlaus heraus. Nach ALBERT (1993) dauert die Entwicklung vom Ei bis zum ausgewachsenen Tier bei 21 °C ca. 14 Tage. Die Lebensdauer der Weibchen beträgt bei dieser Temperatur 12 bis 14 Tage. Die Schlupfwespe ist ab 18 °C effektiv; unter 13,5 °C parasitiert das Weibchen nicht mehr. Nach

Angaben der Firma Katz Biotech ist *L. testaceipes* an einen Temperaturbereich von 15-32 °C angepasst und damit für den Einsatz von Frühjahr bis Sommer geeignet. Das Verhältnis von Weibchen zu Männchen beträgt 1:1 (ALBERT 1993). Eingesetzt wird *Lysiphlebus testaceipes* als Gegenspieler der Grünen Gurkenblattlaus *Aphis gossypii* und der Schwarzen Bohnenlaus *Aphis fabae* oder gegen die Grüne Pfirsichblattlaus *Myzus persicae*, in Aufwandmengen von 2 Tieren pro m² beim Erstauftreten der Blattläuse. Der Einsatz wird nach 2 Wochen wiederholt. Ein Weibchen kann zwischen 130 und 200 Blattläuse parasitieren.

1.2 Zielsetzung

Zielsetzung des Projektes ist die Erarbeitung notwendiger Grundlagen für den Nützlingseinsatz in der Topfkräuterproduktion und die Entwicklung von Lösungsansätzen bei Befall mit den Hauptschaderregern. Für den Topfkräuterbereich liegen nicht ausreichend wissenschaftliche Grundlagen und praxisnahe Versuche vor, um effektive und effiziente Managementstrategien entwickeln und etablieren zu können.

Dies begründet sich vor allem aus den speziellen Produktionsbedingungen für Topfkräuter, der überwiegend ökologischen Wirtschaftsweise und dem hohen Anteil aromatischer sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe, die in Interaktion mit den Nützlingen und Schädlingen treten.

Eine besondere Herausforderung der Topfkräuterproduktion stellt die Ganzjahresproduktion dar. Diese bietet Schaderregern günstige Voraussetzungen für eine Etablierung in den Beständen und auf den Produktionsflächen. Topfkräuter unterliegen sehr hohen Qualitätsanforderungen und damit einhergehend einer geringen Schaderregertoleranz. Sowohl in der ökologischen wie auch in der integrierten Produktion haben Pflanzenschutzmittel aus zulassungsrechtlichen Gründen wenig Relevanz. Da es sich bei Topfkräutern, besonders ökologisch produzierten, um ein hochpreisiges Produkt handelt, bekommen kostenintensive Verfahren, wie beispielsweise der Nützlingseinsatz eine ökonomisch interessante Bedeutung. In den letzten Jahren hat sich der Nützlingseinsatz, als Hauptkomponente des Biologischen Pflanzenschutzes in anderen gartenbaulichen Produktionsparten (Zierpflanzen- und Gemüseanbau) intensiv weiterentwickelt. Die Nützlingssysteme wurden kulturspezifisch optimiert und stehen der Praxis prinzipiell zur Verfügung. Um diesen Zustand auch für die Topfkräuterproduktion zu erreichen, wurde das vorliegende Projekt initiiert und ein entsprechende Arbeitsziele formuliert.

Der Grundgedanke des Vorhabens ist Erarbeitung von Kenngrößen zum Nützlingseinsatz und nachgelagerter Validierungen in Modellversuchen und Praxistests. Daraus ergibt sich eine sehr inhomogen anmutende Struktur der durchgeführten Arbeiten, die sich aus den unterschiedlichen Versuchsbedingungen der verschiedenen Projektebenen ergibt. Im Einzelnen werden Fragen zum Einfluss der abiotischen Produktionsfaktoren Licht und Temperatur und zu Fragen des Betriebsmanagements erarbeitet. Monitoringmethoden für verschiedene Schaderreger werden untersucht und diskutiert. Zentral stehen die Untersuchung biologischer Grundlagen der Nützlinge und Schädlinge sowie deren Interaktion im Projektvordergrund. Untersuchungen zur Relevanz der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe bilden einen weiteren Projektschwerpunkt, ebenso wie die Testung neuer kommerzieller Nützlingsprodukte und kulturspezifische Nützlingseinsatzstrategien.

Gegenstand dieser Untersuchungsreihen waren die relevanten Blattlaus- und Thripsarten, Trauermücken sowie deren Bekämpfung mit Prädatoren und Parasitoiden.

2. Material und Methoden

Im Rahmen Vorhabens wurden in der Zeit von Juli 2011 bis Juli 2012 Modellversuche, Biotests, praxisnahe Tests und Untersuchungen direkt in Praxisbetrieben durchgeführt. Versuchsstandorte waren schwerpunktmäßig das neue Forschungsgewächshaus des Campus Klein-Altendorf, die Klimakammern und Gewächshauskabinen des INRES-Phytophysiologie in Bonn und das Versuchszentrum Gartenbau in Köln-Auweiler.

Im Einzelnen wurden folgende Versuchsfragen bearbeitet:

Blattläuse (Schwerpunkte: *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aulacorthum solani*)

- Einfluß von Temperatur und Tageslänge auf die Entwicklung von *M. persicae* an Petersilie
- Verhalten von *M. persicae* auf glatter und krauser Petersilie
- Wirtspflanzenpräferenz von *M. persicae*
- Einfluss verschiedener Basilikumsorten und deren ätherische Öle auf die Entwicklung von *A. solani*
- Einfluss von niedrigen Temperaturen und Lichtreduktion auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten
- Einfluss der Tageslänge und auf die Parasitierungsleistung von *Aphidius matricariae* gegen *M. persicae*
- Testung verschiedener Schlupfwespenarten gegen *A. fabae*
- Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von *Chrysoperla carnea*
- Hohe Einsatzmengen von *Chrysoperla carnea* zur Bekämpfung von *M. persicae* an Petersilie
- Einfluss einer LED-Belichtung auf die Entwicklung von *Myzus persicae*
- Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von *M. persicae*
- Vergleich einer Herdbehandlung von *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* an Petersilie
- Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect bei Petersilie

Thripse (hier: *Frankliniella occidentalis*):

- Einfluß von Temperatur und Tageslänge auf *F. occidentalis* (und *Neoseiulus cucumeris*) an Petersilie und Basilikum

- *Neoseiulus cucumeris* und *Amblydromalus limonicus* zur Thripsregulierung an Petersilie
- *Chrysoperla carnea* zur Regulierung von *F. occidentalis* an Petersilie
- Stecklingsbehandlung bei Minzen und Thymian
- Thripsmonitoringverfahren

Trauermücken (*Bradysia* spp.):

- Einsatz von Bodenraubmilben gegen Trauermücken
- Durchführung eines Trauermückenmonitorings in einem Praxisbetrieb

Raubwanzen (*Macrolophus pygmaeus*):

- Ganzjährige Etablierung in einem Topfkräuterproduktionsbetrieb
- Untersuchung zum Flug- und Aktionsradius

2.1 Blattlausstammzuchten

Die Blattläuse *Myzus persicae*, die für diese Arbeit verwendet wurden, sind am Lehr- und Forschungsbereich Phytomedizin im Institut für Nutzpflanzen und Ressourcenschutz (INRES) der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn als Stammzucht angezogen worden. Die Ausgangspopulationen wurden von der Bayer CropScience AG aus Monheim am Rhein zur Verfügung gestellt. Die Zuchten wurden in klimaregulierten Zuchträumen bei 23 °C ± 1 °C und 16 Stunden Beleuchtung pro Tag auf Grünkohl (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) der Sorte ‚Lerchenzungen‘ (Kiepenkerl, Bruno Nebelung GmbH, D.) gezüchtet. Die Pflanzen wurden zuvor in Pflanzschalen (ca. 0,6 m x 0,4 m) im Gewächshaus angezogen und regelmäßig ca. alle sieben Tage erneuert.

Aus Wildsammlungen stammende Exemplare der Art *Aulacorthum solani* wurden auf Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) der Sorte ‚Genoveser‘ (GHG Saaten GmbH, Aschersleben, D.) bei 23 °C und einer Beleuchtung von 16 Stunden in einer Stammzucht in Klimäräumen des Lehr- und Forschungsbereich Phytomedizin der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn angezogen. Die Wirtspflanzen wurden dafür zuvor im Gewächshaus bis zur vollständigen Ausbildung des ersten Laubblattpaares angezogen und regelmäßig ca. alle sieben Tage ausgetauscht.

2.2 Klemmkäfige zur Blattlausuntersuchung

Zur Beobachtung der Individualentwicklung einzelner Blattläuse an lebenden Pflanzen wurden Klemmkäfige ähnlich denen von NOBLE (1958) verwendet. Diese bestanden aus 35 x 13 mm großen, transparenten Runddosen aus Polystyrol. In die Dose wurden vier Löcher mit einem Durchmesser von je 9 mm im rechten Winkel in die Seiten eingebohrt. Anschließend wurde ein 13 mm breiter Gazestreifen rund um die Dose geklebt, um die Löcher luftdurchlässig, aber insektendicht zu gestalten. Die offene Seite wurde nun auf einen ca. 10 mm breiten Moosgummiring geklebt. Der Rand des Bodens wurde mittels Skalpell abgetrennt und dort ein, ebenfalls ca. 10 mm breiter, Ring aus Polyurethanschaum aufgeklebt (Abb. 7). Ein Blatt mit darauf befindlicher Blattlaus konnte nun so zwischen die beiden Teile eingespannt werden, dass der Käfig dicht schließt, das Blatt selbst jedoch nicht verletzt wird. Hierbei wurde darauf geachtet, die Blätter so einzuspannen, dass die Blattlaus sich sowohl auf der Blattober- als auch Unterseite frei bewegen konnte. Dieses System erlaubt einen vorsichtigen Wechsel des Käfigs, falls dies durch starke Honigtauverschmutzung nötig wurde. Der Käfig wurde mit einer Haarklammer aus Aluminium verschlossen und auf der entsprechenden Höhe des Blattes an einem Holzstab befestigt (Abb. 7).

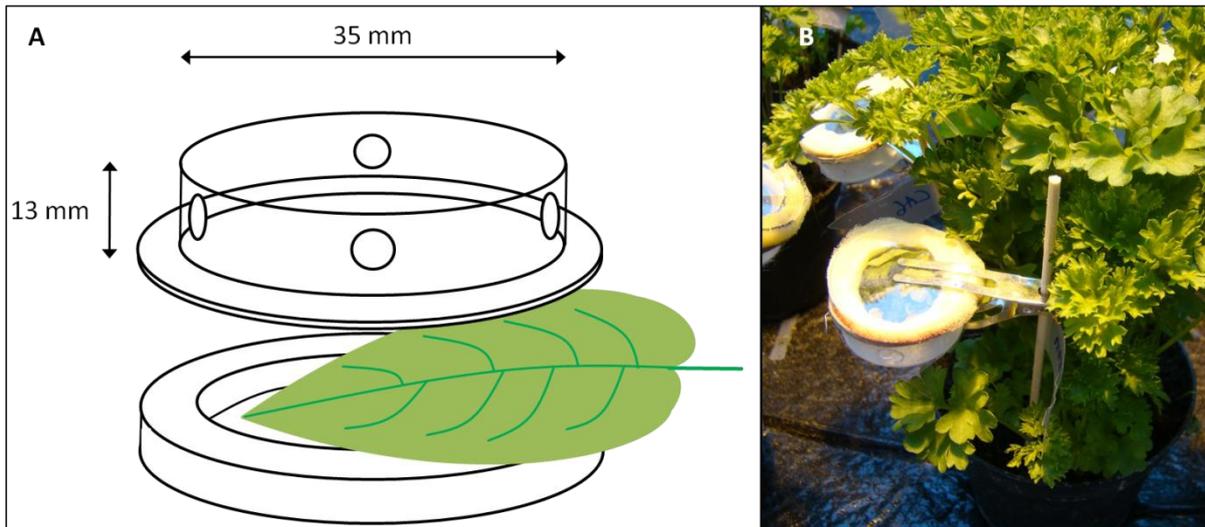


Abb. 7: Aufbau eines Insektenklemmkäfigs. A: Schemazeichnung, B: Anbringung an der Pflanze

Da der umhüllte Raum des Klemmkäfigs relativ gering ist und sich unter der Beleuchtung mit stark wärmeemittierenden Lampen eventuell stark aufheizen könnte, wurde der Klimaeinfluss der Käfige gemessen. Zur Evaluierung des Einflusses der reduzierten Belüftung durch die mit Gaze überspannten Löcher wurde ein kombinierter Temperatur- und Feuchtemesser (TFD-128, EVL Elektronik AG, Leer, D) in einen Käfig eingespannt. Die über 24 Stunden alle fünf Minuten gemessenen Werte wurden mit denen eines weiteren, baugleichen, TFD-128 der neben dem Käfig auf gleicher Höhe befestigt war.

2.3 Erzeugung von Blattlausmaterial einheitlichen Alters

Um für die Versuche gleich alte Blattläuse zu erhalten wurden zuvor adulte, ungeflügelte Blattlausweibchen mit einem Pinsel auf ein Petersilienblatt aufgesetzt. Nach 24 Stunden bei 22-24 °C wurde die adulte Blattlaus entfernt und die auf der Pflanze zurückbleibenden Nymphen waren maximal 24 Stunden alt und konnten nun mit einem Haarpinsel auf die entsprechende Versuchspflanze überführt werden. Somit konnte eine vergleichbare Entwicklung der Tiere sichergestellt werden. Hierbei wurden eventuell vorhandene alate Nymphen optisch bestimmt und aussortiert.

Die Klimaschränke wurden auf 15, 20, 25 bzw. 30 °C und eine Belichtungszeit von jeweils 16 Stunden pro Tag bei 3.000 lx eingestellt. Am vierten Tag nach Ansatz wurden die ersten Bonituren durchgeführt, bei denen täglich das Vorhandensein bzw. die Anzahl der neu abgelegten Blattlausnymphen erfasst wurde. Sofern möglich geschah dies ohne Öffnung der transparenten Käfige, um die Gefahr des Herabfallens der Blattläuse zu minimieren. Die Anzahl der abgelegten Nymphen wurde notiert und diese Tiere aus dem Käfig entfernt. Hierbei wurde eine Unterlage verwandt, die unter den Käfig gelegt wurde, um Blattläuse

aufzufangen. Die Versuche wurden jeweils in zweimaliger Wiederholung durchgeführt und galten nach ca. 30 Tagen als beendet, wenn alle eingesetzten Versuchstiere gestorben waren.

2.4 Parameter zur Berechnung des Populationswachstums

Zur Bestimmung der Entwicklung der einzelnen Blattlauspopulationen wurden verschiedene Parameter bestimmt. Die intrinsische Wachstumsrate ($= r_m$, *intrinsic rate of increase*) gibt die idealisierte, theoretisch mögliche Wachstumsrate einer Population unter spezifischen physikalischen Bedingungen in Nachkommen pro Weibchen und Tag an, bei der begrenzende Faktoren durch das Wachstum dieser Population (limitierte Ressourcen) sowie weitere äußere Einflussfaktoren (etwa Prädatoren) ausgeschlossen sind (BIRCH 1948). In dieser Arbeit wurde die r_m nach WYATT & WHITE (1977) berechnet:

$$r_m = 0,74 * \frac{\log_e M_d}{T_d}$$

Hierbei entspricht:

T_d = Präreproduktionsdauer in Tagen, die eine Blattlaus unter gegebenen Bedingungen für ihre Entwicklung benötigt, bis sie zum ersten Mal Nachkommen zeugt (WYATT & BROWN 1977). Dieser Faktor ist bedeutend für die Etablierung einer Population sowie ein zeitliches Maß für die Generationsdauer.

M_d = Anzahl der Nymphen, die eine Blattlaus pro Generationsdauer ($\cong T_d$) ab dem Tag ihrer ersten Nachkommen ablegt.

Nach DELOACH (1974) daraus wurde die Generationszeit (D) in Tagen berechnet also die Zeit, die eine Population unter gegebenen Bedingungen benötigt, bis sich die Anzahl ihrer Individuen verdoppelt hat:

$$D = \frac{\log_e 2}{r_m}$$

Tiere, die das Alter T_d nicht erreichten, wurden bei der Berechnung dieses Wertes selbstverständlich nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für die Berechnung des r_m -Wertes, hierbei entfielen diejenigen Blattläuse, die das entsprechende Alter der Generationszeit ($\cong T_d$) nicht erreichten

2.5 Einfluss niedriger Temperaturen auf die Individual- und Populationsentwicklung von *Myzus persicae* an *Petroselinum crispum*

Zur Untersuchung des Einflusses niedriger Temperaturen, wie sie im Topfkräuteranbau im Winter an Petersilie vorkommen auf die Entwicklung der Blattlausart *Myzus persicae*, wurden zwischen Mai und September 2012 Versuche in vier Klimakammern durchgeführt. Diese standen im Lehr- und Forschungsbereich Phytomedizin im Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES) der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn. Jede Kammer konnte individuell in Temperatur und Belichtungszeit eingestellt werden. In jeden Schrank wurden 10 Töpfe mit *P. crispum* der Sorte ‚Einfache Schnitt‘, mit voll ausgebildetem Laubblatt (BBCH 11) und einer Stiellänge von ca. 5 cm eingesetzt. Die Bewässerung der Pflanzen erfolgte bei Bedarf nach dem Aufsetzen einer einzelnen, bis zu 24 Stunden alten, apteren *M. persicae* Nymphe mit einem feinen Haarpinsel wurde diese mit einem, in Kapitel 0 beschriebenen, Insektenklemmkäfig auf dem Blatt fixiert. Insgesamt wurden pro Topf drei Käfige aufgesetzt, so dass pro Durchgang und Variante mit $n = 30$ Blattläusen gearbeitet wurde.

2.6 Einfluss der Tageslichtlänge auf die Individual- und Populationsentwicklung von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum*

Zur Untersuchung des Einflusses einer reduzierten Tageslichtlänge, wie sie im Winter im Gewächshaus vorkommt, auf die Individual- und Populationsentwicklung von *M. persicae* wurden Versuche in einem Klimaraum am Außenlabor Campus Klein-Altendorf (CKA) durchgeführt. Dazu wurde ein Klimaraum der Firma Berndt aus Gelsdorf zunächst innen mit einer schwarzen, gering reflektierenden Folie ausgekleidet. Anschließend wurde der Raum mit der gleichen schwarzen Folie in drei Kabinen eingeteilt. Die einzelnen Kabinen hatten eine Grundfläche von 1,2 x 0,9 m und eine Wandhöhe von ca. 1,3 m. In jede dieser Kabinen wurde eine 400 W Hochdruck-Natriumdampflampe gehängt. Dabei wurde ein extra weiter Schirm gewählt und die Lampen so tief gehängt, dass in den anderen Kabinen auf Pflanzhöhe keine Strahlung der Lampe aus einer jeweils anderen Lampe messbar war (Luxmeter der Firma Jäger Fischer GmbH, Reichelsheim). Die Klimakammer wurde durch die Lampen erhitzt und automatisch über ein Gebläse gekühlt, wenn sie über 22 °C stieg, so dass die Temperatur 21 ± 1 °C betrug. Die einzelnen Lampen wurden individuell über eine Zeitschaltuhr angesteuert, so dass sich Tageslängen von 6, 11 und 16 Stunden pro Tag simulieren ließen. Die Temperatur war dabei in allen drei Varianten gleich. Unter den Lampen standen zehn Töpfe mit *P. crispum* der Sorte ‚Einfache Schnitt‘. Als Kontrolle zum Einfluss der Wirtspflanze dienten jeweils zehn Töpfe *Brassica oleracea* var. *sabellica*, der Pflanze, auf der die *M. persicae* angezogen wurden. Die Pflanzen befanden sich alle in BBCH-Stadium 11

(mit voll ausgebildetem Laubblatt) und einer Stiellänge von ca. 5 cm (Petersilie). Die Bewässerung erfolgte bei Bedarf. Jede Pflanze wurden mit je einer, wie in Kapitel 0 beschrieben alterssynchronisierten Blattlaus besetzt, die jeweils mit einem Insektenklemmkäfig (siehe Kapitel 0) fixiert wurden. Der gesamte Versuch wurde dreimal unabhängig voneinander wiederholt, wobei die Tageslichtdauer in den einzelnen Kabinen jeweils durchrotierte, so dass eine Beeinflussung durch die Anordnung der Kabinen im Raum ausgeschlossen werden konnte.

Vier Tage nach Versuchsbeginn wurden die ersten Bonituren durchgeführt, bei denen täglich das Vorhandensein bzw. die Anzahl der neu abgelegten Blattlausnymphen erfasst wurden. Die Anzahl der abgelegten Nymphen wurde notiert und diese Tiere aus dem Käfig entfernt. Die Versuche wurden jeweils in zweimaliger Wiederholung durchgeführt und galten nach ca. 30 Tagen als beendet, wenn alle eingesetzten Versuchstiere gestorben waren. Zur Bestimmung des Populationswachstums wurden die entsprechenden Parameter wie in Kapitel 0 dargestellt berechnet.

Tiere, die das Alter T_d nicht erreichten wurden bei der Berechnung dieses Wertes selbstverständlich nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für die Berechnung des r_m -Wertes, hierbei entfielen diejenigen Blattläuse, die das entsprechende Alter der Generationszeit ($\triangleq T_d$) nicht erreichten.

2.7 Einfluss der Blattmorphologie von *Petroselinum crispum* auf die Populationsentwicklung von *Myzus persicae*

Zur Untersuchung des Einflusses der Blattmorphologie von *P. crispum* auf die Populationsentwicklung von *M. persicae* wurden Versuche mit Klemmkäfigen (siehe 0) durchgeführt. Die Anzucht der verwendeten, alterssynchronisierten Blattläuse erfolgte nach dem in 0 beschriebenen System auf *B. oleracea*. Als Versuchspflanzen dienten die Petersiliensorten ‚Glatte Schnitt‘ und ‚Mooskrause‘ (GHG Saaten, Aschersleben, D.), als Kontrollpflanze wurde *B. oleracea* var. *sabellica* verwendet, auf der die Tiere angezogen worden waren. In dreifacher Wiederholung wurde jeweils ein Klemmkäfig mit einer bis zu 24 h alte Blattlausnympe auf ein Blatt einer von jeweils zehn in BBCH-Stadium 11 befindlichen Pflanze aufgebracht. Die Pflanzen standen während ihrer kompletten Entwicklungszeit in einem Gewächshaus des INRES in Bonn-Poppelsdorf. Eine Assimilationsbeleuchtung erfolgte 16 Stunden am Tag über 400 W Hochdruck-Natriumdampflampen und die Temperatur betrug tagsüber 20 °C und 17 °C in der Nacht.

Täglich wurden die Klemmkäfige überprüft und frisch abgesetzte Nymphen gezählt und entfernt. Dabei blieben die Käfige während der ersten Tage wenn möglich verschlossen und eine Inspektion erfolgte rein optisch durch das klare Material um die Gefahr des Verlustes der Versuchstiere zu minimieren. Wenn Nymphen erkannt wurden, wurden erst anschließend die Käfige vorsichtig geöffnet und die Jungtiere über einer Schale, als Fangschutz für die adulten

Blattläuse, mit einem feinen Haarpinsel entnommen. Die Bonitur wurde bis zum Tod der letzten, ursprünglich ausgesetzten *M. persicae* durchgeführt.

2.8 Einfluss auf Wirtspflanzenpräferenz von *Myzus persicae*

Zur Untersuchung verschiedener biotischer Faktoren auf die Wirtspflanzenpräferenz von *Myzus persicae* wurden vier verschiedene Pflanzenarten zur Auswahl gestellt. Die Blattläuse wurden zunächst auf *Brassica oleracea* var. *sabellica* angezogen und anschließend auf die Pflanzen umgesetzt, auf denen sie sich neu etablieren sollten, um so eine Neueinschleppung im Gewächshaus zu simulieren. Als Versuchspflanzen wurden *Petroselinum crispum*, *Ocimum basilicum*, *Borago officinalis* L. (Borretsch) und *Mentha spicata* L. (Grüne Minze) verwendet. Die Auswahl hierfür erfolgte nach den Kriterien „viele“ bzw. „wenige“ sekundäre Inhaltsstoffe und „hohe“ bzw. „niedrige“ Blattbehaarung. Dabei wurde *P. crispum* als Vertreter mit weniger sekundären Inhaltsstoffen und einem unbehaarten Blatt, *O. basilicum* mit hohem Gehalten an sekundären Inhaltsstoffen und unbehaartem Blatt, *B. officinalis* mit geringem Gehalt sekundärer Inhaltsstoffe und behaartem Blatt sowie *M. spicata* als Vertreter mit hohem Anteil sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe und behaartem Blatt ausgewählt (Tab. 7).

Tab. 7: Varianten zur Untersuchung der Kräuterpräferenz der Blattlaus *Myzus persicae*

Variante	Wirtspflanze	Blattbehaarung	Gehalt sekundärer Inhaltsstoffe
1	<i>Petroselinum crispum</i>	-	gering
2	<i>Ocimum basilicum</i>	-	hoch
3	<i>Borago officinalis</i>	+	gering
4	<i>Mentha spicata</i>	+	hoch

Im Gewächshaus wurden nun von jeder Pflanzenart neun Töpfe um eine zentrale, mit ca. 300 *M. persicae* befallene *B. oleracea* aufgestellt (Abb. 8). Um einen ausreichenden und gleichmäßigen Blattlausbesatz der Kohlpflanze sicherzustellen wurden gleichmäßig befallene Pflanzen aus den Blattlausstammzuchten (siehe Kap. 0) verwendet. Die Pflanzen in diesem Versuch wurden dabei so angeordnet, dass sie sich sowohl innerhalb einer Art als auch zwischen den Arten berühren, so dass ein Abwandern der Blattläuse jederzeit möglich war. Zusätzlich wurde jede einzelne Pflanze mittels eines feinen Haarpinsels mit einer einzelnen *M. persicae* belegt. Zur Bonitur des Blattlausbefalls wurden alle Pflanzen einzeln in eine weiße Schale ausgeschüttelt, anschließend optisch inspiziert und die Anzahl aller Blattläuse pro Topf notiert. Anschließend wurden die Blattläuse mit einem Haarpinsel wieder auf ihre entsprechende Ursprungspflanze verbracht. Der Versuch wurde in randomisierter Aufstellung zweimalig mit jeweils dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Bonitur erfolgte nach einem Qualitätsschema von DASSONVILLE ET AL. (2012) (Tab. 8)

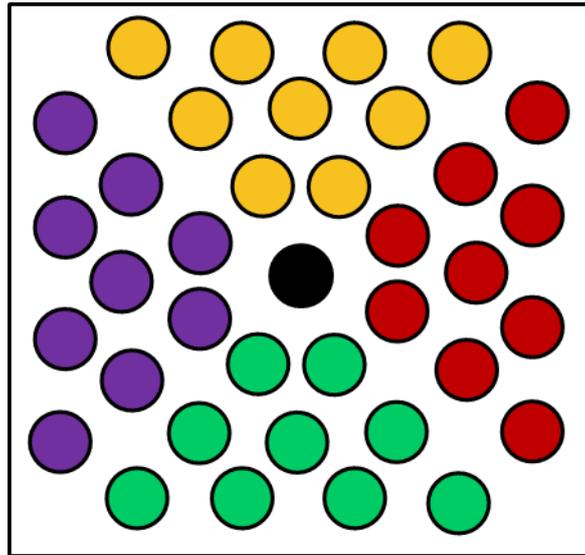


Abb. 8: Aufbau des Versuches zur Wirtspflanzenpräferenz von *Myzus persicae*. Verschiedenfarbige Kreise stellen Töpfe mit unterschiedlichen Kräuterarten dar, in der Mitte befindet sich als Befallsausgang ein mit ca. 300 *M. persicae* stark befallener Topf von *Brassica oleracea*

Tab. 8: Boniturschema zur Bestimmung der Stärke eines Blattlausbefalles nach DASSONVILLE ET AL. (2012)

Boniturklasse	Stärke des Blattlausbefalles
0	Kein Blattlausbefall
1	1-4 Blattläuse pro Pflanze
2	5-10 Blattläuse pro Pflanze
3	>10 Blattläuse pro Pflanze / Herdbefall

■ 0 Blattläuse ■ 1 bis 4 Blattläuse ■ 5 bis 10 Blattläuse ■ Blattlauskolonie

2.9 Einfluss verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von *Aulacorthum solani*

Zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Basilikumsorten auf die Anzahl der abgelegten Nachkommen und die Überlebensrate von *A. solani* wurden Blätter verschiedener Basilikumsorten als Futter angeboten. Petrischalen mit einem Durchmesser von 55 mm und einer Höhe von 15 mm, die 5 mm hoch mit Agar (1,8 g auf 100 ml Wasser) gefüllt worden waren dienten als Käfig für die Blattläuse und schützten die Blätter vor Wassermangel und Welke. Da die Blattgröße der verwendeten Basilikumsorten stark unterschiedlich war, wurden jeweils so viele Blätter aufgelegt, dass die Blattfläche in allen Varianten etwa gleich groß war. Anschließend wurden pro Petrischale jeweils drei aptere Imagines von *A. solani* auf die Blätter aufgesetzt. Die Tiere wurden der Stammzucht aus Kapitel 0 entnommen. Die verwendeten *Ocimum basilicum* Sorten ‘Ajaka®’, ‘Dark Lady®’, ‘Feronia®’, ‘Lhasa®’, ‘Wild Magic®’ und ‘Wild Red®’ aus dem Sortiment Elfenkräuter® der Firma Herbalea GmbH (Grolsheim, D.) wurden hierbei als Wirtspflanzen angeboten (Tab. 9). Die mit Blättern und Blattläusen besetzten Petrischalen wurden in einem Klimaschrank bei einer Temperatur von $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ und einem Tag-/Nachtwechsel von 12 Stunden gelagert. Die Bonitur erfolgte täglich über einen Zeitraum von fünf Tagen. Dabei wurden die Nymphen gezählt und abgesammelt, die adulten Blattläuse verblieben im Käfig. Die Überlebensdauer der Adulten wurde erfasst. Jede der sechs verwendeten Sorten wurde in fünffacher Wiederholung angesetzt.

Tab. 9: Verwendete Sorten der Art *Ocimum basilicum* aus dem Sortiment Elfenkräuter®

Ajaka®	Lhasa®	Dark Lady®	Feronia®	WildMagic®	Wild Red®
					

Fotos: © 2011, Herbalea GmbH.

2.10 Einfluss ätherischer Öle verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von *Aulacorthum solani*

Zur Untersuchung des Einflusses ätherischer Öle auf die Anzahl der abgelegten Nachkommen und die Überlebensrate von *Aulacorthum solani* wurden Versuche nach der Methodik von ISIK & GÖRÜR (2009) durchgeführt.

Petrischalen mit einem Durchmesser von 55 mm und einer Höhe von 15 mm wurden zunächst etwa 5 mm hoch mit Agar (1,8 g auf 100 ml Wasser) gefüllt. Nach dem Erkalten wurde die Agarscheibe angehoben und ätherisches Öl mit Hilfe einer Eppendorf Pipette darunter getropft. Die Ätherischen Öle wurden jeweils in den Dosierungen 1 µl und 2 µl appliziert. Anschließend wurde das Agar wieder über das ätherische Öl gelegt. Auf die Agarscheibe wurde nun eine Blattscheibe aufgelegt, die später den Blattläusen als Nahrungsquelle dienen sollte (Abb. 10). Im Versuchsverlauf konnte das ätherische Öl durch den Agar hindurch diffundieren, so dass die gesamte Petrischale mit Öldämpfen gefüllt war. Der beschriebene Versuchsaufbau wurde gewählt, um eine phytotoxische Schädigung der Blätter durch direkten Kontakt mit den ätherischen Ölen zu vermeiden. Als Versuchspflanze wurde je ein Blatt *Ocimum basilicum* der Sorte ‚Genoveser‘ pro Petrischale verwendet, da die *A. solani* auf dieser Pflanze angezogen wurden und sie eine enge Verwandte der anderen verwendeten Basilikumsorten darstellt. Bei diesen handelt es sich um *O. basilicum* Neuzüchtungen aus dem Sortiment Elfenkräuter® der Firma Herbalea GmbH (Grolsheim, D). Für die Versuche wurden die Sorten ‚Ajaka‘, ‚Dark Lady‘, ‚Feronia‘, ‚Lhasa‘, ‚Wild Magic‘ verwendet (Tab. 9). Von der Sorte ‚Wild Red‘ stand nicht genug Blattmaterial zur Extraktion ausreichender Mengen ätherischen Öls zur Verfügung, so dass mit dieser Sorte nicht gearbeitet werden konnte. Die Pflanzen wurden am CKA in Rheinbach unter Glas mit Anstaubbewässerung angezogen und die ätherischen Öle wurden von der Firma IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH in Nuthetal extrahiert. Die Sorten unterschieden sich hierbei gravierend in der Zusammensetzung der ätherischen Öle (Abb. 9).

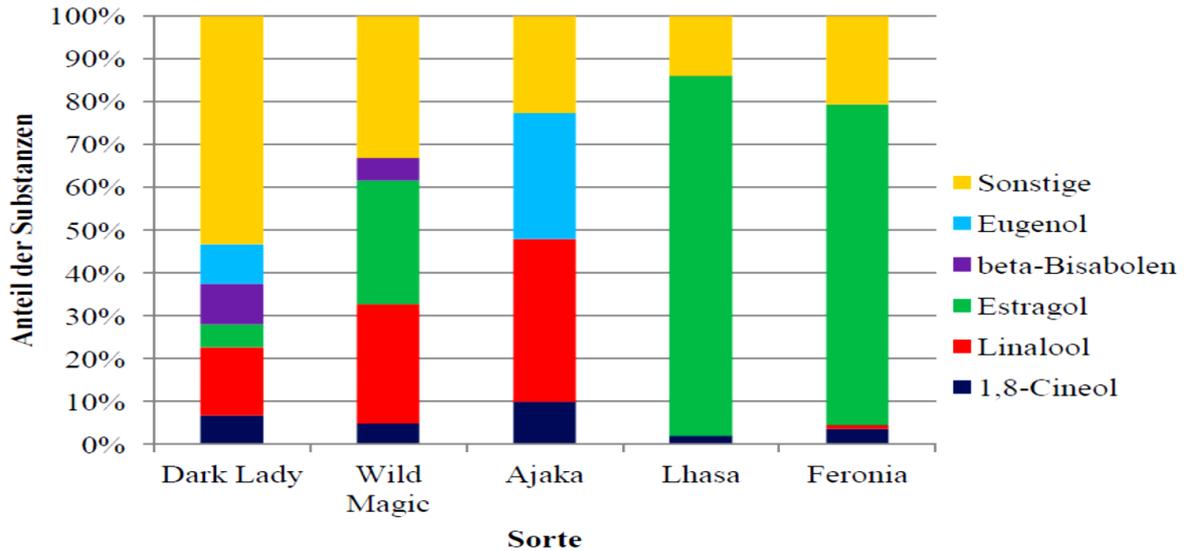


Abb. 9: Anteil der der unterschiedlichen Komponenten des Ätherischen Öls der verschiedenen Sorten von *O. basilicum* (nach PREUSS, 2013)

Auf die Blattscheiben wurden pro Petrischale drei weibliche, aptere Blattlausimagines mit einem feinen Haarpinsel aufgesetzt. Jede Versuchsvariante wurde jeweils mit 5 Petrischalen wiederholt. Die Petrischalen wurden verschlossen. Jeweils eine Versuchsvariante wurde zusammen in einen Gefrierbeutel mit Druckverschluss verpackt, um zu verhindern, dass sich Öldämpfe verschiedener Varianten vermischen. Das Luftvolumen in den Beuteln bzw. in den Petrischalen und das tägliche Öffnen stellten die Sauerstoffversorgung der Versuchstiere sicher. Die Beutel mit den Petrischalen wurden in einem Klimaschrank bei einer Temperatur von $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ und einem Tag-/Nachtwechsel von 12 Stunden gelagert. Die Bonitur erfolgte täglich über einen Zeitraum von fünf Tagen. Dabei wurden die Nymphen gezählt und abgesammelt, die adulten Blattläuse verblieben im Käfig. Die Überlebensdauer der Adulten wurde erfasst.

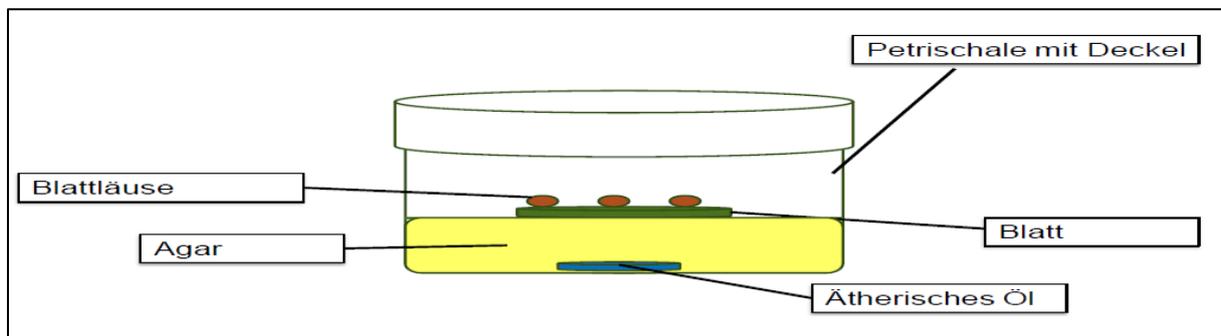


Abb. 10: Schematischer Aufbau von Biotests in Petrischalen des Versuches zum Einfluss ätherischer Öle verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von *Aulacorthum solani* (nach PREUSS 2013)

2.11 Einfluss niedriger Temperatur sowie Lichtreduktion auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten im Einsatz gegen *Myzus persicae*

Zur Untersuchung des Einflusses niedriger Temperaturen und Dunkelheit auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten sind Biotests in durchsichtigen Runddosen in Klimaschränken durchgeführt worden. Die Polystyrolschalen mit einem Durchmesser von 35 mm und einer Höhe von 20 mm wurden mit einem dicht schließenden Deckel verschlossen, dessen Oberteil ausgesägt und mit einer feinen Gaze bespannt war, um für eine ausreichende Luftzirkulation im Inneren zu sorgen. Um für eine zufriedenstellende Luftfeuchtigkeit für die verwendeten Insekten, sowie für eine ausreichende Wasserversorgung des verwendeten Blattmaterials zu sorgen, erfolgte eine Füllung jeder Schale mit 2%igen Agar, so dass sie etwa zur Hälfte gefüllt waren. Auf die erstarrte Agarscheibe wurde eine, mittels eines Korkbohrers ausgeschnittene, Scheibe *Brassica oleracea* var. *sabellica* aufgelegt (Abb. 11). Die Pflanzen waren zuvor bei 20 °C im Gewächshaus in Bonn angezogen worden und nur junge, ungekräuselte Blätter fanden Verwendung. Anschließend erfolgte die Ausbringung von 20 auf 24-48 Stunden alterssynchronisierten *M. persicae* (siehe Kapitel 0) pro Blattscheibe mittels eines feinen Haarpinsels.

Für den Versuch wurden die Schlupfwespenarten *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae* sowie *Ephedrus cerasicola* verwendet. Die Auswahl erfolgte, da alle drei Arten gut zur Bekämpfung von *M. persicae* geeignet sind (DASSONVILLE ET AL. 2012).

Die über einen kommerziellen Züchter (Viridaxis SA, Gosselies, B.) bezogenen Schlupfwespen werden verpuppt in Blattlausmumien verschickt. Nach Erhalt der Ware folgte eine Vereinzelnung der Mumien in 1,5 ml Reaktionsgefäße (Eppendorf AG, Hamburg, D.) mit einem feinen Haarpinsel. Auf diese Weise konnte der genau Schlupftermin sowie das Geschlecht der Parasitoiden optisch erfasst werden. Um genügend gleich alte, weibliche Tiere zu erhalten, wurden pro benötigte Schlupfwespe zehn Mumien in Reaktionsgefäße gefüllt. Der vom Produzenten angegebene Schlupftag stimmte in der Regel relativ gut mit dem tatsächlichen Schlupftermin der Parasitoide überein. Die in den Experimenten verwendeten Schlupfwespen hatten ein Alter von maximal 24 Stunden. Die Geschlechterbestimmung erfolgte optisch mit einem Stereomikroskop (Wild Heerbrugg AG) bei 16-facher Vergrößerung. Die weiblichen Schlupfwespen wurden nun durch leichtes Klopfen auf die Blattscheiben mit den *M. persicae* übertragen und die Schalen wurden umgehend verschlossen. Anschließend hatten die Schlupfwespen während einer vierstündigen Eiablageperiode unter unterschiedlichen Klimabedingungen die Möglichkeit die Blattläuse zu parasitieren.

Jeweils zehn Schalen pro Schlupfwespenart kamen in eine der folgenden Klimakammern:

- 10 °C und 3.000 lx Beleuchtung
- 10 °C und Dunkelheit
- 20 °C und 3.000 lx
- 20 °C und Dunkelheit.

Nach Beendigung der vier Stunden wurden die Schlupfwespenweibchen entfernt und die Schalen mit den Blattläusen erneut in Klimaschränke verbracht. Das Lichtregime entsprach hierbei nun 3000 lx auf 16:8 Stunden Licht:Dunkelheit für alle Blattläuse. Entsprechend der Temperatur während der Eiablage der Schlupfwespen wurden die Schalen auf zwei Klimaschränke mit 10 °C bzw. 20 °C aufgeteilt. Anschließend erfolgte eine täglich Bonitur der Schalen, bei der die Anzahl der lebenden Blattläuse gezählt sowie die Anzahl der Mumien und ihr Erscheinungsdatum festgehalten wurden. Anschließend erfolgte die Entfernung der Blattlausmumien aus den Schalen, um den Schlupf der Tiere und weitere Parasitierung zu vermeiden. Neu abgelegte Blattlausnymphen wurden ebenfalls umgehend entfernt. Eine Blattlaus galt als mumifiziert, sobald ihre Haut dunkel und fest geworden war (Abb. 11). Die Tiere wurden regelmäßig alle sieben Tage auf frische Blätter in neuen Schalen umgesetzt. Die Durchführung des Versuches verlief in zweifacher Wiederholung, mit insgesamt 800 Blattläusen pro einzelner Schlupfwespenart. Ein Durchgang galt als beendet, wenn sich seit sechs Tagen keine neue Blattlausmumie gebildet hatte und die vorhandenen Blattläuse optisch als nicht parasitiert identifiziert wurden.



Abb. 11: Blattscheibe *Brassica oleracea* var. *sabellica* mit juvenilen und adulten *Myzus persicae* sowie Blattlausmumien nach der Parasitierung durch *Aphidius colemani*

2.12 Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf den Bekämpfungserfolg von *Aphidius matricariae* gegen *Myzus persicae* im Gewächshaus

Zur Untersuchung des Einflusses einer reduzierten Tageslichtlänge auf die Parasitierungsleistung von *A. matricariae* im Einsatz gegen *M. persicae* auf *Petroselinum crispum* der Sorte ‚Einfache Schnitt‘ (GHG Saaten GmbH, Aschersleben, D) wurden Untersuchungen im Forschungsgewächshaus am Campus Klein-Altendorf durchgeführt. Auf Rolltischen mit Ebbe-Flut Bewässerungssystem standen jeweils zwei quadratische Parzellen mit 30 Pflanzen pro Tisch. Die Pflanzen berührten sich dabei mit den äußeren Blattspitzen, im Laufe ihres Wachstums erfolgte dann ein Auseinanderrücken, um durch bessere Belüftung der Pflanzen einem Pilzbefall vorzubeugen. Mit 2,5 m langen biegsamen Hohlrohren mit einem Durchmesser von 25 mm, die in 10 x 10 cm starke Holzbalken eingesteckt waren, wurden vier Bögen über jeden Tisch gespannt. Nach Bespannung mit einem feinen Gazenetz (Filbio, 0,5 x 0,5 mm, Hartman-Brockhaus, Egenberg), konnte jeder Tisch durch Beschwerung in der Mitte des Netzes mit einem querliegenden Holzstab in zwei gleich große Netzkäfige zu unterteilt werden. Zur Reduktion der Tageslänge wurden 50 % der Tische nach achttündiger Assimilationsbeleuchtung mit einer schwarzen, lichtundurchsichtigen Folie bespannt, während die restlichen Tische über Assimilationsbeleuchtung eine Tageslichtlänge von 16 Stunden erreichten (Abb. 12).

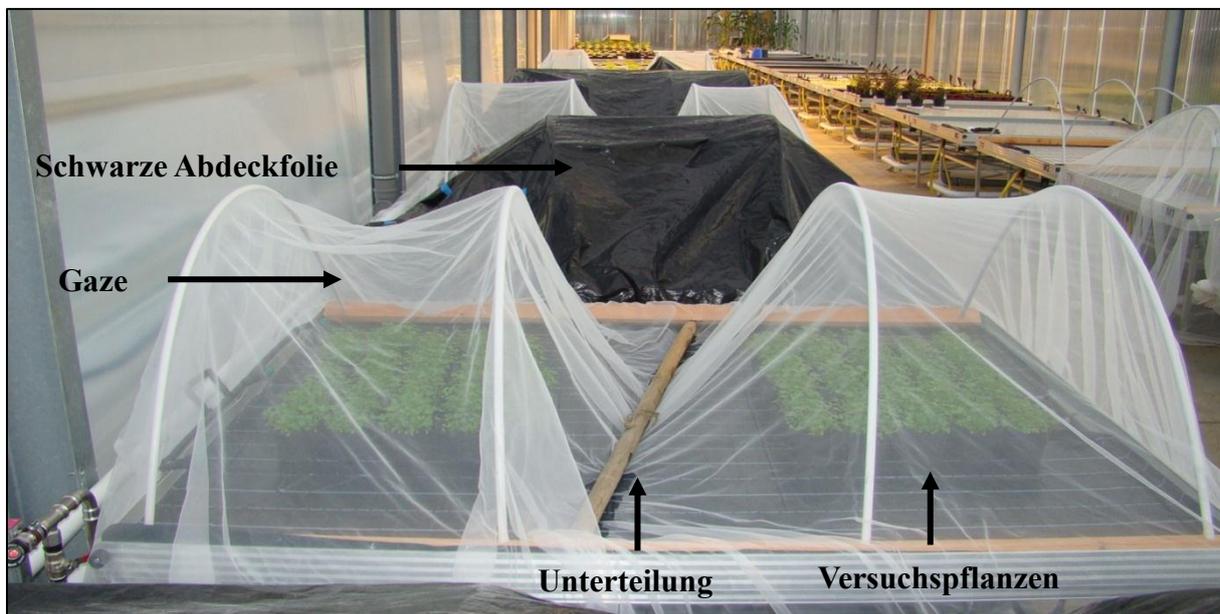


Abb. 12: Aufbau mit Gaze bespannter Insektenkäfige auf Gewächshaustischen am CKA

Auf jede Petersilienpflanze wurden zwei *M. persicae* (24-48 Stunden alt, siehe Kapitel 0) aufgesetzt. Das Hinzufügen von zwei weiblichen, gleich alten *A. matricariae* (siehe Kapitel 0) pro m² erfolgte nach einer Etablierungszeit der Blattläuse von 24 Stunden. Als Kontrollvarianten wurde mit Blattläusen infizierte Petersilie ohne Schlupfwespenzugabe

verwendet, so dass sich vier mögliche Varianten ergaben (8 und 16 Stunden Licht jeweils mit und ohne zwei *A. matricariae/m²*), die in vierfacher Wiederholung in einem randomisierten Blockdesign aufgestellt waren (Tab. 10). Zwei unabhängige Versuchsdurchgänge erfolgten Februar bis April 2013 bei 20 °C (Nachttemperatur bis 16 °C). Zur Feststellung des Parasitierungserfolges der Schlupfwespen erfolgten zwei Bonituren im Abstand von sieben Tagen. Bei diesen wurden jeweils zehn Töpfe pro Parzelle in eine weiße Schale ausgeschüttelt, die Anzahl der in die Schale gefallenen und an den Pflanzen verbliebenen Blattläuse, sowie vorhandene Blattlausmumien gezählt und Letztere entfernt. In einer Parzelle außen stehende Pflanzen wurden bei der Bonitur ausgelassen, um Randeffekte auszuschließen.

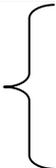
Tab. 10: Unterschiedliche Tageslängen der verschiedenen Varianten des Versuches zum Einfluss der Tageslichtlänge auf die Parasitierungsrate des Parasitoiden *Aphidius matricariae* gegen *M. persicae* im Gewächshaus

Variante	Tageslänge [h]	Nützlinge/m ²	Schädling/Pflanze	Pflanzen/Parzelle
1	8 (Assimilationslicht + abgedeckt)	2 <i>A. matricariae</i>	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
2	8 (Assimilationslicht + abgedeckt)	ohne	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
3	16 (Assimilationslicht)	2 <i>A. matricariae</i>	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
4	16 (Assimilationslicht)	ohne	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>

2.13 Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung der räuberischen *Chrysoperla carnea* Larven

Zur Untersuchung des Einflusses der Temperatur und der Länge des Tageslichtes auf die Fraßleistung von Larven der räuberischen Florfliege *Chrysoperla carnea* sind Versuche in Klimaschränken im Phytomedizinischen Institut des INRES, Bonn durchgeführt worden. Diese zweifaktoriellen Versuche wurden in vier verschiedenen Klimavarianten durchgeführt. Die Temperaturen lagen bei $10\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ bzw. $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, jeweils kombiniert mit einem kurzen Tag (8 Stunden Belichtung) und einem langen Tag (16 Stunden Belichtung) bei einer gleichmäßigen Beleuchtungsstärke von jeweils 3.000 lx (Tab. 11).

Tab. 11 Unterschiedliche Varianten zur Ermittlung des Einflusses von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von *C. carnea*

Variante	Schädlinge	Temperatur	Tageslichtlänge	
1	40 <i>M. persicae</i>		10 °C	8 h
2			10 °C	16 h
3			20 °C	8 h
4			20 °C	16 h

Jeweils 1 *C. carnea*-Larve pro Petrischale, Versuchsdauer: 5 Tage.

Petrischalen aus klarem Styrol mit einem Durchmesser von 35 mm und einer Höhe von 13 mm wurden zunächst mit ca. 5 ml 2%igem Wasseragar 1 cm hoch gefüllt. Nach Abkühlung des Agars erfolgte die Belegung mit einer Blattscheibe *Brassica oleracea* var. *sabellica*, die mittels Korkbohrers ausgeschnitten worden war (Abb. 13). Auf diese wurden jeweils 40, wie in Kapitel 0 beschrieben auf 24 bis 48 Stunden alterssynchronisierte *M. persicae* mit einem feinen Haarpinsel gesetzt. Anschließend erfolgte die Einbringung je einer *C. carnea* Larve pro Petrischale. Als Kontrolle der natürlichen Sterblichkeitsrate in den Petrischalen diente eine Kontrollvariante ohne Räuber zu jeder Klimavariante. Eine Auszählung der Blattläuse in den Schalen erfolgte täglich über einen Zeitraum von jeweils fünf Tagen. Der Versuch wurde insgesamt zweimal wiederholt, wobei jedes Mal zehn Petrischalen pro Variante eingesetzt wurden.



Abb. 13: Korkbohrer und ausgeschnittene Blattscheibe von *Brassica oleracea* var. *sabellica* auf Agar in einer Petrischale (Ø 35 mm)

2.14 Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf die Fraßleistung von *Chrysoperla carnea* im Gewächshaus

Zur Untersuchung des Einflusses einer reduzierten Tageslichtlänge auf die Fraßleistung und damit den Bekämpfungserfolg gegen *Myzus persicae* erfolgten Gewächshausversuche am CKA. Die Versuche sind zwischen Februar und April 2013 in zwei unabhängigen Wiederholungen nach dem gleichen System wie in Kapitel 0 durchgeführt worden, wobei hier an Stelle von *Aphidius matricariae* 20 *C. carnea* Larven (kommerzielle Züchtung durch Koppert BV, Berkel en Rodenrijs, NL) pro m² eingesetzt worden sind (Tab. 12). Dementsprechend erfolgte eine Bonitur nur im Rahmen der gezählten Blattläuse; Blattlausmumien wurden nicht mit erfasst.

Tab. 12: Unterschiedliche Tageslängen der verschiedenen Varianten des Versuches zum Einfluss der Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von *Chrysoperla carnea* gegen *M. persicae* im Gewächshaus

Variante	Tageslänge [h]	Nützlinge/m ²	Schädling/Pflanze	Pflanzen/Parzelle
1	8 (Assimilationslicht + abgedeckt)	20 <i>C. carnea</i>	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
2	8 (Assimilationslicht + abgedeckt)	ohne	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
3	16 (Assimilationslicht)	20 <i>C. carnea</i>	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>
4	16 (Assimilationslicht)	ohne	2 <i>M. persicae</i>	30 <i>P. crispum</i>

2.15 Vergleich verschiedener Ausbringmengen von *Chrysoperla carnea* gegen *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum* im Gewächshaus

Zum Vergleich der Effektivität unterschiedlich großer Ausbringmengen von *C. carnea* gegen einen Herdbefall mit *M. persicae* an *P. crispum* erfolgten Versuche am Versuchszentrum Gartenbau der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in Köln-Auweiler (Juni/Juli 2012) sowie im Forschungsgewächshaus am Campus Klein-Altendorf (Mai/Juni 2013). Zunächst wurden auf Gewächshaustischen mit Ebbe-Flut Bewässerung Parzellen zu je 50 Töpfen Petersilie der Sorte ‚Einfache Schnitt‘ aufgebaut. Die Aufstellung der Pflanzen mit vollausgebildetem Laubblatt (BBCH 11, HACK ET AL. 1992) erfolgte so, dass sie zunächst aneinander standen und im Laufe des Versuches weiter auseinandergerückt werden konnten, um ein Berühren der Blattspitzen weiterhin zu gewährleisten. Dies diente der Möglichkeit des Abwanderns von Blattläusen und Florfliegenlarven von einer Pflanze zur anderen sowie zur

Durchlüftung des Bestandes zur Reduktion der Gefahr eines Pilzbefalls. Zu Beginn des Versuches erfolgte das Aufbringen von drei *M. persicae* mit einem feinen Haarpinsel auf die Pflanzen jedes Topfes. Nach einer Eingewöhnungszeit der Blattläuse von 48 Stunden wurden die Nützlinge ausgebracht. Zum Einsatz kamen unterschiedliche Ausbringungsmengen an Florfliegenlarven (1, 5, 25 & 50/m²), sowie eine Kontrollvariante mit Pyrethrinen (Spruzit Neu®, 0,3%ig, in 2.000 l Wasser/ha) und eine Nullkontrolle ohne Pflanzenschutzmaßnahmen, sowie darüber hinaus eine siebte Variante mit einem sehr starken Befall von 10 *M. persicae* pro Topf und einer präventiven Ausbringungsmenge von fünf *C. carnea* /m² (Tab. 13).

Tab. 13: Varianten zur Einsatzmenge von *Chrysoperla carnea* gegen *Myzus persicae* auf Petersilie im Gewächshaus des Versuchszentrums Gartenbau Köln-Auweiler

Variante	Pflanzenschutzmaßnahme	Blattläuse/Topf
1	1 <i>C. carnea</i> /m ²	3
2	5 <i>C. carnea</i> /m ²	3
3	20 <i>C. carnea</i> /m ²	3
4	50 <i>C. carnea</i> /m ²	3
5	Spruzit Neu®, 0,3%ig, 2.000 l Wasser/ha	3
6	5 <i>C. carnea</i> /m ²	10
7	ohne	3

Die verwendeten *C. carnea* wurden von Koppert BV bezogen und mit einem Haarpinsel auf die Pflanzen gesetzt. Die Ausbringung nach einem gleichmäßigen Muster von der Mitte her, mit maximaler Belegung von einer Florfliegenlarve/Topf. Um eine Abwanderung der Tiere zu verhindern wurden die Parzellen mindestens 1,5 m auseinander gestellt (Abb. 14). Im ersten Durchgang in Köln-Auweiler dienten darüber hinaus mit Leim eingepinselte Streifen, die über die komplette Breite der Tische zwischen die Parzellen verlegt waren, als Blockade, um die Florfliegenlarven von einem Wechsel abzuhalten.



Abb. 14: A) Aufbau des Versuches zur Einsatzmenge von *Chrysoperla carnea* gegen *Myzus persicae* auf Petersilie in Köln-Auweiler. B) Detail: Leimstreifen zwischen den Parzellen

Die Versuche wurden in vierfacher Wiederholung in zwei individuellen Durchgängen jeweils in randomisiertem Blockdesign durchgeführt worden, um mögliche Beeinflussungen untereinander und durch Klimabedingungen im Gewächshaus erkennen zu (Abb. 15). Die verwendeten Pflanzen waren vor Versuchsbeginn befallsfrei, zusätzliche Blattläuse konnten während des Versuches jedoch durch die Lüftung in das Gewächshaus einfliegen. Die Bonitur erfolgte an fünf Terminen im Abstand von jeweils drei Tagen. Dabei wurden pro Parzelle fünf Töpfe untersucht. Zunächst erfolgte ein Ausschütteln in eine weiße Schale, anschließend eine Zählung der heruntergefallenen und noch in den Pflanzen verbliebenen Blattläuse, die anschließend vorsichtig an die Pflanze zurückgesetzt wurden. In einer Parzelle außen stehende Pflanzen wurden bei der Bonitur nach DASSONVILLE ET AL. (2012) (Tab. 8) ausgelassen um Randeffekte auszuschließen.

3 I	6 I	4 II	2 II	5 III	1 III	4 III	3 IV	7 IV	6 IV
2 I	5 I	1 II	6 II	7 II	3 III	7 III	5 IV	2 IV	
1 I	4 I	7 I	5 II	3 II	6 III	2 III	1 IV	4 IV	
Tisch 1	Tisch 2	Tisch 3	Tisch 4	Tisch 5	Tisch 6	Tisch 7	Tisch 8	Tisch 9	Tisch 10

Abb. 15: Versuchsaufbau zur Einsatzmenge von *Chrysoperla carnea* gegen *Myzus persicae* auf Petersilie im Gewächshaus des Versuchszentrums Gartenbau Köln-Auweiler. 1-7: unterschiedliche Varianten (siehe Tab. 13), I-IV: Wiederholungen

2.16 Vergleich unterschiedlicher Belichtungssysteme auf die Entwicklung von Blattläusen und die Parasitierungsleistung durch Schlupfwespen an Petersilie

Der Vergleich unterschiedlicher Belichtungsspektren auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie und die Parasitierungsleistung durch Schlupfwespen, wurde im Versuchsgewächshaus des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH) in Geisenheim durchgeführt. Im Anschluss an diesen Versuch wurde die Fragestellung in einer B.Sc. Thesis an der Hochschule Geisenheim, Institut für Phytomedizin, intensiver behandelt.

Für die Versuchsarbeiten wurden die Mobiltische des LLH genutzt, Käfige mit einer Gazeabnetzung (Filbio, Maschenweite 0,5 x 0,5 mm) der einzelnen Parzellen auf den Tischen konstruiert und die verschiedenen Lampensysteme entsprechend der gewünschten Belichtungsstärke (Messung mittels PAR-Messgerät) ausgerichtet (Abb. 16). Versuchssystem war glatte Petersilie der Sorte ‚Einfache Schnitt‘, die Blattlaus *Myzus persicae* und die Schlupfwespenart *Aphidius colemani*. Die Petersilie wurde in Töpfen auf dem CKA angezogen (10er Topf, ca. 30 Samen/Topf, Floragard Anzuchtsubstrat). Die Aussaat erfolgte am 9.1.2013. Versuchsbeginn in Geisenheim war am 5.2.2013. Auf die Mobiltische wurden jeweils zwei Versuchsvarianten gestellt. Die Versuchsfläche betrug 1,80 x 1,00 m = 0,9 m². Pro Variante standen 30 Töpfe unter den Gazekäfigen. Aus Platzgründen konnten keine Wiederholungen angelegt werden. Die Bewässerung erfolgte von unten durch Anstauen. Einmalig wurden 200 mg N/Topf gedüngt. Die Heiztemperatur lag im Tag/Nachtwechsel bei 18 °C, Lüftungseinstellung: 23 °C. Die Zusatzbelichtung der unterschiedlichen Lampensysteme wurde täglich in der Zeit zwischen 9:00 – 22:00 Uhr geschaltet, solange die natürliche Belichtungsstärke außen von 40 klx unterschritten wurde.



Abb. 16: Versuchskäfige mit unterschiedlichen Beleuchtungssystemen, hier: Natriumhochdruckdampflampe, LLH, Geisenheim, 2013

Versuchsvarianten:

Innerhalb des Versuches wurde der Spektralbereich durch Verwendung unterschiedlicher Lampentypen variiert:

- 1) LED: Valoya
- 2) LEB: Bloompower White
- 3) Natriumhochdruckdampflampe (SON-T Agro 400 mit SON_KE-Leuchten)

Weitere Faktoren waren drei unterschiedliche Belichtungsstärken, die sich aus Versuchsarbeiten zur Belichtung von Topfkräutern aus Geisenheim und Weihenstephan ergaben:

- 4) 35 μmol , jeweils auf mittlerer Bestandeshöhe
- 5) 75 μmol
- 6) 120 μmol

Es ergaben sich damit folgende Varianten:

1. LED: Valoya, 35 μmol
2. LED: Valoya 75 μmol
3. LED: Valoya 120 μmol
4. LED: Bloompower White 35 μmol
5. LED: Bloompower White 75 μmol
6. LED: Bloompower White 120 μmol
7. SON-T: 35 μmol
8. SON-T: 75 μmol
9. SON-T: 120 μmol

Beschreibung der LED-Lampentypen

*nach KIESGEN (2013), KLOSS (2013) und Herstellerangaben

Der Bereich der photosynthetisch aktive Strahlung PAR liegt im Wellen 400- 700 nm. Bei Natriumhochdruckdampf lampen liegt die höchste Lichtausbeute im Gelb und im Rot-Bereich (Abb. 17). KIESGEN (2013) beschreibt den nodienverkürzenden blauen Wellenbereich (um 400 nm), den nodienverlängernden Bereich (700 nm) sowie den UV-B Strahlungsbereich (315-280 nm), welcher die Ausbildung der Wachsschicht auf der Blattoberfläche hemmt und damit die mechanische Barriere gegenüber Insekten verringert. UV-B Strahlung verändert die Aminosäurezusammensetzung im Phloemsaft und reduziert dessen Gesamtmenge (KUHLMANN, 2009). **Valoya** AP673 LED Lampen liefern Licht im Wellenlängenbereich: 400-700 nm(klassischer PAR Bereich) und damit keine Strahlungswärme. **Bloompowerwhite** 120 LED Lampen: Wellenlängenbereich: 400-700 nm mit 4 Peaks, verstärkt im 400 nm-Bereich, UV+IR Anteil, keine Strahlungswärme.

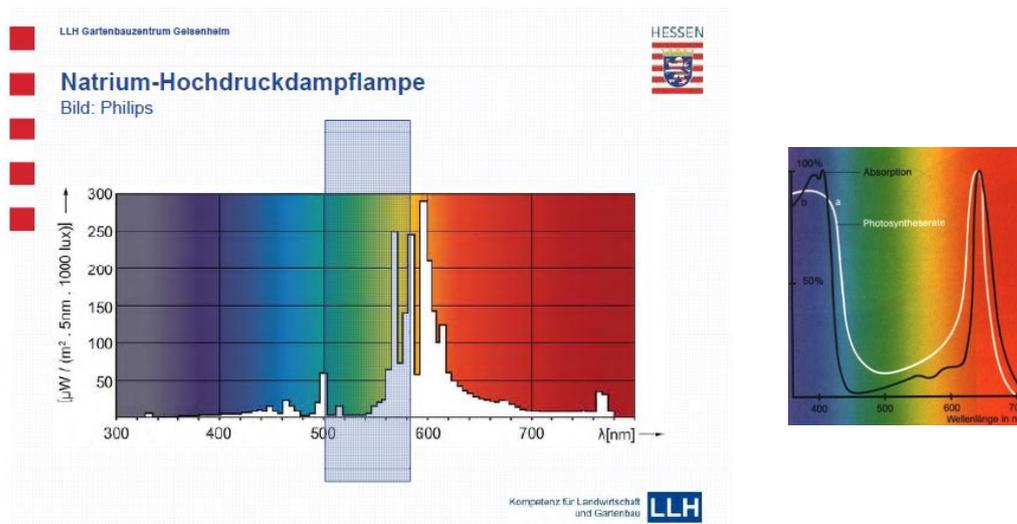


Abb. 17: Lichtspektrum der Natriumhochdrucklampen und photosynthetisch aktive Strahlung, rechts (KLOSS, 2013)

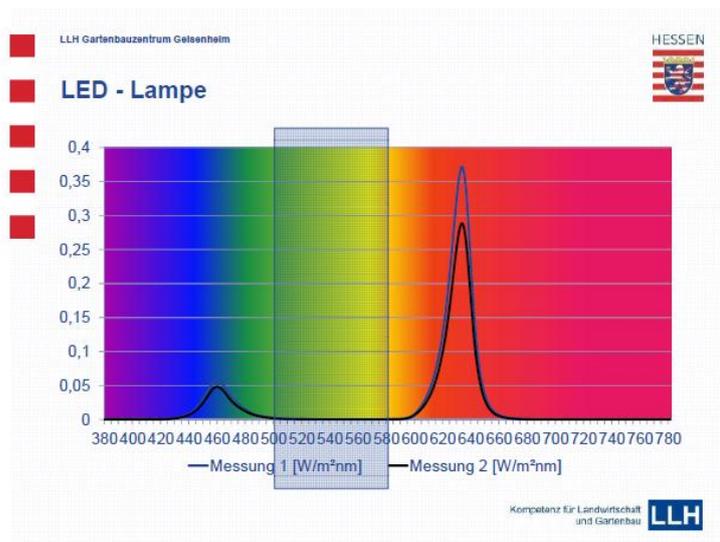


Abb. 18: Lichtspektrum einer LED-Lampe (KLOSS, 2013)

Die Infektion mit Blattläusen erfolgte am 5.2.2013. Auf die 30 Töpfe/Parzelle wurden je zwei *Myzus persicae* aus der Zucht in Bonn (Adulte und Larven) mit einem Pinsel auf die Pflanzen gesetzt und anschließend drei adulte Schlupfwespenweibchen von *Aphidius colemani* ausgebracht. Diese wurden aus Mumien angezogen (Firma Viridaxis) und unter dem Stereomikroskop nach Geschlechtern getrennt. Am 12.2. fand der zweite Einsatz von je drei Schlupfwespenweibchen pro Variante statt.

In wöchentlichen Abständen wurden an 10 Töpfen pro Parzelle die Anzahl Blattläuse in Befallsklassen erfasst, diese in Befallsklassen einsortiert und die Anzahl der mumifizierten Blattläuse notiert. Dargestellt sind die Werte mit der entsprechenden Standardabweichung ohne eine statistische Verrechnung, da keine Wiederholungen angelegt wurden. Boniturtermine waren 12.2., 19.2., 26.2 und die Abschlußbonitur am 5.2.2013. Eine Einteilung in Befallsklassen erfolgte nach DASSONVILLE ET AL. (2012) (Tab. 8).

2.17 Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie und die Parasitierungsleistung durch Schlupfwespen

In drei Versuchsdurchgängen zum Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von Blattläusen, wurde in den Kleingewächshäusern (Strahlungskammern) des INRES-Gartenbau, Auf dem Hügel, Bonn, Petersilienpflanzen mit Blattläusen infiziert, Schlupfwespen eingesetzt und deren Entwicklung, bzw. Parasitierungsleistung erfasst.

Versuchssystem war glatte Petersilie der Sorte ‚Einfache Schnitt‘, die Blattlausart *Myzus persicae* und die Schlupfwespenart *Aphidius colemani*. Die Versuchsdurchgänge fanden nacheinander statt und damit unter jeweils unterschiedlichen Witterungsbedingungen (Tab.

14). Die beiden späten Versuchsdurchgänge waren von sehr hohen Außentemperaturen geprägt. Da die Strahlungskammern nicht über eine Schattier- oder Kühlvorrichtung verfügen, stiegen die Innentemperaturen ebenfalls entsprechend hoch an. Die Pflanzen wurden künstlich mit *Myzus persicae* aus der Zucht infiziert, durch die geöffneten Lüftungen konnten allerdings auch Blattläuse von außen zufliegen. In den Versuchsvarianten wurden adulte Weibchen von *A. colemani* in den Töpfen freigelassen.

Tab. 14: Bedingungen der drei Versuchsdurchgänge in den Strahlungskammern des INRES, 2013

	Durchgang 1	Durchgang 2	Durchgang 3
	23.4. – 14.05.13	7.6.-21.5.13	4.7.-26.7.13
Aussaat der Petersilie	4.4.2013	23.5.2013	20.6.2013
Anzahl Korn/11er Topf	30	30	25
Anzahl Töpfe/Variante	32	28	28
Klimabedingungen			
Heiztemperatur	10 °C	-	-
Lüftung	16 °C	komplett offen	komplett offen
Anzahl <i>M. persicae</i>	23.4. + 25.4.13	7.6.13	4.7.13
	10 + 10 <i>M. persicae</i>	14 (auf jeden 2. Topf ein Tier)	14 (auf jeden 2. Topf ein Tier)
Ausbringung <i>A. colemani</i>	23.4. + 25.4.13	9.6.13	4.7.13
	3 Weibchen	6 Weibchen	6 Weibchen

In den Strahlungskammern wurden auf die Tischgestelle Wanne aufgestellt, diese mit Vlies und Bändchengewebe ausgelegt und die Töpfe aufgestellt. Die Töpfe konnten somit von unten bewässert werden (Abb. 19). Entsprechend der Wannengröße von 71 cm x 114 cm betrug die Versuchsfläche 0,8 m². Die Klimadaten in den Strahlungskammern wurden mit Tinytag Data Loggern (Temperatur und relative Luftfeuchte) erhoben.



Abb. 19: Parzellenaufbau, Versuchsdurchgang 2, Versuchsgewächshaus INRES-Gartenbau, Bonn

Versuchsvarianten waren die drei Strahlungskammertypen

1. Gartenfloatglas
2. Solarglas
3. ETFE Folie

In jedem Haus wurde eine Parzelle angelegt, mit jeweils entsprechender Anzahl an Töpfen, so dass nicht von echten Wiederholungen gesprochen werden kann. Die Untersuchungen fanden an jeweils 10 Töpfen pro Variante statt.



Haus 1 + 4
(Gartenfloatglas)

Haus 2 + 5
(Solarglas)

Haus 3 + 6
(ETFE-Folie)

Abb. 20: Versuchsgewächshäuser ('Strahlungskammern'), INRES-Gartenbau, Bonn

Generelle Vorteile der herkömmlichen Glasbedachung: hohe Festigkeit, keine Tropfenkondensation, hohe Transparenz und klares Erscheinungsbild, nicht brennbar, geringe thermische Ausdehnung. Zu den Nachteilen gehört das hohe Gewicht, geringe Lichttransmission insbesondere im UV-Bereich sowie die starke Verschmutzung.

Folien hingegen zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht aus, sind preiswert, verfügen über eine hohe Lichttransmission besonders im UV-Bereich, Verschmutzen weniger stark durch die hydrophobe Oberfläche. Nachteile der Folie sind die geringe Festigkeit, starke Tropfenkondensation, geringe Transparenz, milchiges Erscheinungsbild, Brennbarkeit und die starke thermische Ausdehnung (nach HOFMANN 2010). Glas-Folie-Kombinationen sollen eine hohe Transparenz und Lichtdurchlässigkeit ermöglichen und für gute Wärmedämmung sorgen. Günstiges Gewächshausklima (beispielsweise keine Tropfenkondensation) langlebige Produkteigenschaften bei hoher Stabilität gehören ebenfalls zu den Vorteilen.

Das Material-Verbundsystem „Folie außen, Glas innen“ bietet außen eine hochtransparente, dauerhaft selbstreinigende Folie und innen ein hochwertiges stabiles Antireflexglas. Die Bedachungseigenschaften von den drei Strahlungskammern sind in Abb. 21 und Tab. 15 dargestellt.

- Gartenfloatglas
- Solarglas (mikrostrukturiert)
- ETFE-Folie (F-clean, klar)

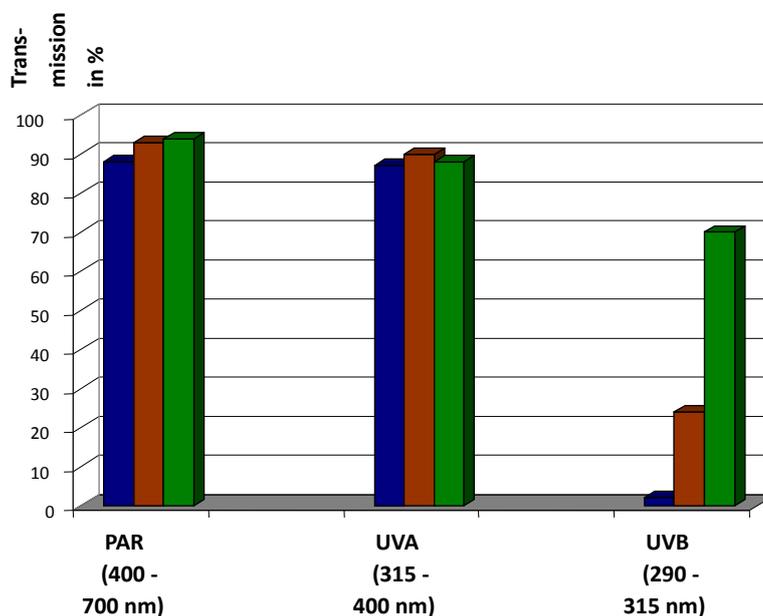


Abb. 21: Transmission (%), Versuchsgewächshäuser am INRES (REISINGER, 2010)

In jedem Versuchsdurchgang wurden 10 Töpfe in der Kernparzelle ausgewählt und nach 5-7 Tagen die Anzahl Blattläuse und die Anzahl Mumien erfasst. Zu Versuchsende wurde die Biomasse von 10 Töpfen/Variante abgeschnitten und ausgewogen. Da keine echten

Wiederholungen in den Häusern angelegt werden konnten, ist eine statistisch abgesicherte Beurteilung der Varianten nur bedingt sinnvoll.

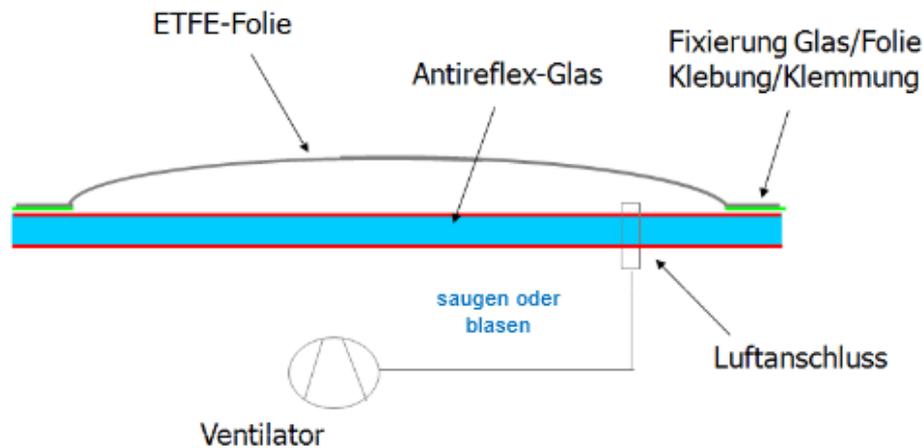


Abb. 22: Glas-Folie-Kombination: ETFE-Folie außen mit selbstreinigender Oberfläche (REISINGER 2010)

Tab. 15: Eigenschaften der Bedachungsmaterialien von den Versuchsgewächshäusern am INRES (nach LAMPRECHT, SCHNURR, REISINGER, 2010)

Gartenfloatglas:
UVB undurchlässig, PAR-Transparenz: 89-93 %
Solarglas (Weißglas):
PAR-Transparenz: über 91 %, UVB-Transparenz: über 35 % beidseitige Antireflexbeschichtung steigert die Transparenz auf bis zu 97 %
ETFE-Folie:
Kombination von Antireflexglas und Ethylentetrafluoroethylen (ETFE) Folie ermöglichen eine Reduzierung des Heizbedarfes um 50% PAR-Transparenz: ca. 94 %, UVB-Transparenz: ca. 90 % durch die UV-Durchlässigkeit natürlichen Färbung der Pflanzen Selbstreinigend und schwer entflammbar Hohe Zugfestigkeit und Dehnungswerte

2.18 Vergleichende Herdbehandlung mit *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* bei Befall mit *A. fabae* und *A. gossypii* an Petersilie

In einer Versuchsanlage im Forschungsgewächshaus am Campus Klein-Altendorf, sollte untersucht werden, welches Regulierungspotential die beiden Prädatoren Räuberische Gallmücke (*Aphidoletes aphidimyza*) und Florfliege (*Chrysoperla carnea*) haben.

Der Vergleich von *Chrysoperla carnea*-Larven und *Aphidoletes aphidimyza* zur Blattlausregulierung, wurde im Forschungsgewächshaus auf dem Campus Klein-Altendorf in der Zeit von 13.08.- 10.9.2012 und vom 12.9.–10.10.2012 durchgeführt. Es handelte sich um zwei Versuchsdurchgänge die jeweils in vierfacher Wiederholung durchgeführt wurde, bei vollständig randomisierter Verteilung der Varianten auf den Tischen. Versuchsgegenstand in beiden Durchgängen war glatte Petersilie der Sorte ‚Einfache Schnitt‘. Zu Versuchsbeginn war die Petersilie jeweils im 1. Laubblattstadium. Auf einem Gewächshautisch stand jeweils eine Versuchsparzelle, die mit einer Gaze abgenetzt wurde. Die Bewässerung erfolgte von unten (Anstaubewässerung).

Tab. 16: Versuchsdurchführung *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* im Vergleich

	Durchgang 1	Durchgang 2
Versuchszeitraum	13.8. - 7.9.12	12.9. - 10.10.12
Anzahl Wiederholungen*	4	3
Parzellengröße	1,46 m ²	1,50 m ²
Anzahl Töpfe/Parzelle (11er Topf)	46	50
Anzahl Töpfe/Kernparzelle	20	20
Infektionstermin mit Blattläusen	13.8.2012	12.9.12
Einsetzten der Nützlinge:	15.8.12	14.9.12
Versuchsende	10.9.12	10.10.12

* Aus Platzgründen konnte nur eine Kontrollparzelle angelegt werden, in der ohne den Einsatz von Prädatoren die Blattlausentwicklung beobachtet wurde

Zur Infektion der Parzellen mit Blattläusen wurden im ersten Durchgang von Estragonpflanzen *Aphis fabae* entnommen und 20 Blattläuse auf die 20 Pflanzen der Kernparzelle verteilt. Im zweiten Durchgang wurden 10 *A. fabae* aus der Blattlauszucht eingesetzt. Es musste mit weiteren 10 *A. gossypii* (ebenfalls aus der Zucht aufgestockt werden), da nicht genügend *A. fabae* zur Verfügung standen. Aufgesetzt wurden jeweils adulte ungeflügelte Blattläuse. Zwei Tage nach den Blattläusen wurden die Prädatoren eingesetzt. Die Florfliegenlarven wurden auf die Petersilienpflanzen gepinselt. Die Gallmückenpuppen wurden aus dem Vermiculit unter einem Stereoauflichtmikroskop ausgezählt, wieder mit

Vermiculite versetzt und in zwei Häufchen aufgeteilt auf zwei Töpfen platziert. Bei der Aussortierung der Gallmücken wurden in der Packung bereits die ersten adulten Mücken gefunden. In beiden Versuchsdurchgängen wurde eine Kontrollparzelle angelegt, in der keine Prädatoren eingesetzt wurden.

Bei der Wahl der Aufwandmenge wurde eine kurative, leicht erhöhte Einsatzmenge gewählt, da nicht mit der Kombination Parasitoid-Prädatoren gearbeitet wurde, sondern die Prädatoren alleine die Regulierung übernehmen mussten. Bei *Chrysoperla carnea* wurde eine Aufwandmenge von 50 Larven/m² gewählt, das entspricht einer Art „Überschwemmung“ wie sie in anderen Versuchsreihen des Projektes getestet wurde. Bei den Gallmücken wurde ebenfalls mit einer Überschwemmung gearbeitet und um eine ausreichende Befruchtung der Gallmückenweibchen sicherzustellen, 14 Puppen/m² ausgelegt. Damit ergaben sich folgende Versuchsvarianten:

- Variante 1: 50 *Chrysoperla carnea*-Larven/m²
- Variante 2: 14 *Aphidoletes aphidimyza*-Puppen/m²
- Variante 3: Kontrolle (ohne Wiederholung)

Die erste Bonitur erfolgte ein Tag nach Aussetzen der Nützlinge. Anschließend wurde im 5-Tages-Rhythmus an 10 Töpfen/Kernparzelle die Anzahl Blattläuse und die Anzahl Nützlinge ermittelt. Die Ergebnisse sind beschreibend und unter Berücksichtigung der Standardabweichungen und der Streuungen dargestellt.

2.19 Regulierung von *Aphis fabae* durch verschiedene Schlupfwespenarten

In einem Versuch auf dem Campus Klein-Altendorf sollte untersucht werden, mit welcher Aufwandmenge *Lysiphlebus testaceipes* im Vergleich zu anderen Schlupfwespenarten gegen *A. fabae* an Estragon erfolgreich eingesetzt werden kann. Nachfolgend wurde geprüft, inwieweit mit dem Schlupfwespenmix BasilProtect[®] Schutz gegen *A. fabae* geboten werden kann.

Auf den Mobiltischen des Forschungsgewächshauses des Campus Klein Altendorf wurden 10 Parzellen á 60 x 95 cm (= 0,57 m²) mit jeweils zugekauften 20 Estragonpflanzen (*Artemisia dracunculus*) unter einem Gazenetz (Filbio, Maschenweite 0,5 x 0,5 mm) voneinander getrennt aufgebaut. Die zugekauften Estragonjungpflanzen wurden zweimal mit Pyrethrum behandelt ((Spruzit Neu[®], 0,3%ig), um eine Eintragung von Blattläusen aus der Jungpflanzenanzucht zu verhindern. Die Pflanzen wurden getopft und unter einem Gazenetz zwei weitere Wochen bis zum Versuchsbeginn weiterkultiviert.

Am 26.4.13 wurden die Estragonpflanzen mit jeweils 10 adulten *Aphis fabae* aus der Zucht des phytomedizinischen Instituts infiziert und am 27.4. die Schlupfwespen frei gelassen und

die erste Blattlausbonitur durchgeführt. Geprüft wurden 7 verschiedene Schlupfwespenarten, deren Mumien von der Firma Viridaxis bezogen wurden. *L. testaceipes* konnten bei Katz Biotech bestellt werden. Die Anzucht der Schlupfwespen erfolgte in Eppendorf Röhrchen, die im Gewächshaus unter den dortigen Klimabedingungen gelagert wurden. Nach dem Schlüpfen wurden pro Variante unter dem Stereomikroskop die Weibchen ausgesucht und am 27.4. in den Versuchspartellen freigelassen. Zur Bewässerung und Nährstoffversorgung wurden die Töpfe im Ebbe-Flut-System mit Nährlösung versorgt. Die Heiztemperatur lag im Tag/Nachtwechsel bei 16 °C, Lüftungseinstellung: 25 °C, Schattierung bei ≥ 25 °C.

Die von Nützlingsanbietern empfohlene Einsatzmenge von 2 Tieren/m², wurde aufgrund der künstlichen Infektion mit *A. fabae* erhöht und nur eine einmalige Ausbringung der Schlupfwespen vorgenommen. Da bei *Aphelinus abdominalis* die Geschlechter nicht sicher voneinander getrennt werden konnten, wurde die doppelte Einsatzmenge ausgebracht. Es ergaben sich folgende Versuchsvarianten:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. <i>A. colemani</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 2. <i>A. colemani</i> | 6 Tiere/Parzelle |
| 3. <i>A. ervi</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 4. <i>A. matricariae</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 5. <i>E. cerasicola</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 6. <i>P. volugre</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 7. <i>A. abdominalis</i> | 6 Tiere/Parzelle |
| 8. <i>L. testaceipes</i> | 3 Tiere/Parzelle |
| 9. <i>L. testaceipes</i> | 6 Tiere/Parzelle |
| 10. Kontrolle, keine Schlupfwespen | |

In den Partellen wurde circa im fünf Tage Rhythmus die Anzahl Blattläuse an 10 Töpfen und die Anzahl mumifizierter Blattläuse ausgezählt. Bei über 20 Blattläusen auf einer Pflanze wurde nicht mehr im Detail ausgezählt.

2.20 Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect[®]

Versuchsdurchführung:

Ziel der Versuche war der Vergleich der beiden Systeme Offene Zucht und BasilProtect[®] zur präventiven Bekämpfung von Blattläusen in Topfkräutern. In zwei Versuchsdurchgängen wurden jeweils zwei Häuser verglichen, die komplett mit einem der beiden Systeme gefahren wurden (Abb. 23). Der erste Versuchsdurchgang wurde im Herbst angelegt (16.09.-5.11.2012) der zweite unter Frühjahrsbedingungen (25.2.-31.5.2013). Beide Versuchsdurchgänge fanden in den Gewächshäusern des Fachbereiches ökologischer Gemüsebau, am Versuchszentrum Gartenbau Straelen/Köln-Auweiler, der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen statt.

Versuchsgegenstand war in beiden Häusern glatte Petersilie (,Gigante d'Italia' und ,Einfache Schnitt' im 2. Durchgang). Die Pflanzen wurden in einem Produktionsbetrieb zugekauft und jeweils im Keimblattstadium auf den Tischen in den beiden Versuchsgewächshäusern aufgestellt. Im 1. Versuchsdurchgang standen 35 Töpfe/m² und im 2. Durchgang waren es 25 Töpfe/m². Es fand keine Infektion mit Blattläusen statt, sondern wurde mit der natürlichen Befallssituation gearbeitet. In beiden Versuchsdurchgängen sollte möglichst eine praxisnahe Situation hergestellt werden. Die Petersilie wurde bis zur Verkaufsfähigkeit kultiviert und parallel neue Sätze aufgestellt.



Abb. 23: Systemvergleich BasilProtect[®] (links) und Offene Zucht (rechts)

Beschreibung der Varianten:

1. und 2. Durchgang: BasilProtect[®]

Da eine Einheit BasilProtect[®] auf eine Fläche 200 m² ausgelegt ist, wurde die Versuchsfläche entsprechend angepasst. Im 1. Versuchsdurchgang waren acht Tische = 200 m² mit einem Satz Topfpetersilie belegt (Abb. 24 und Abb. 25). Es wurde 3 x BasilProtect[®] ausgebracht. Nach sechs Wochen waren die Pflanzen verkaufsfertig bis teilweise überständig; es erfolgte die Abschlußbonitur, damit war der Versuchsdurchgang beendet. Im 2. Durchgang wurden mehrere Sätze Petersilie mit jeweils 8 Tischen (200 m²) nacheinander durchkultiviert und jeweils 14tägig BasilProtect[®] ausgebracht. Im Gewächshaus befanden sich immer zwei Sätze á 8 Tischen, mit unterschiedlichem Entwicklungsstadium nebeneinander. War ein Satz verkaufsfertig wurde dieser abgeräumt und der nächste Satz mit neu besäten Töpfen aufgebaut. Die Röhrchen wurden an Stäben direkt in den Bestand gesteckt.

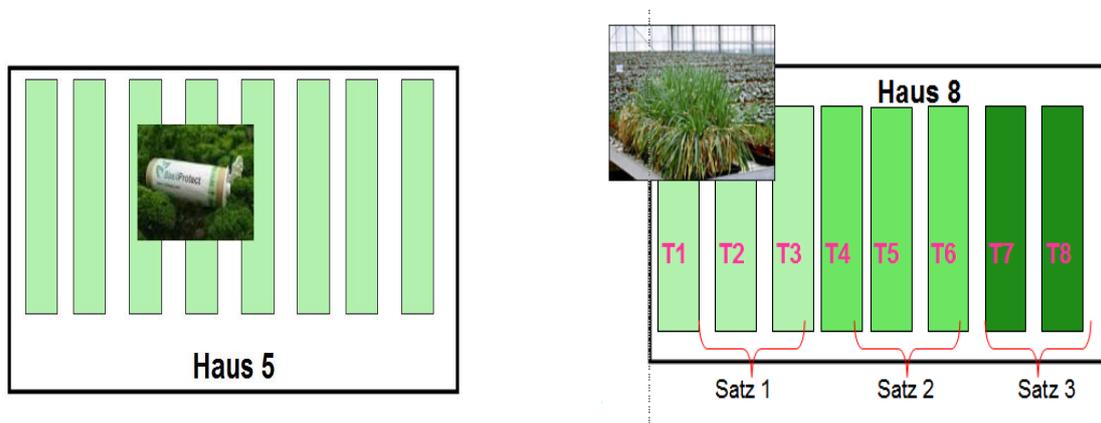


Abb. 24: Versuchsanlage 1. Durchgang, Haus 5 BasilProtect[®], Haus 8 satzweiser Anbau, System: Offenen Zucht, 2012



Abb. 25: Ansicht Versuchsanlage, 1. Durchgang, Haus 5 BasilProtect[®], in KW 39, 2012

1. Durchgang Offene Zucht:

In dem Gewächshaus wurden drei Sätze á 3 Tische = 73 m² mit Topfpetersilie angelegt (Abb. 26). Jeweils nach zwei Wochen wurde der nächste Satz á 3 Tische aufgebaut, so dass sich zu Versuchsende 9 Tische mit drei Sätzen im Gewächshaus befanden, insgesamt sechs Banker Plants und 6maligem Einsatz von Schlupfwespen. Für jeden Satz wurden zwei Banker Plants vorbereitet. Den Start einer Banker Plant bildete 0,5 Lausmixbox, von Katz Biotech, die in einen 5l-Topf gepflanzt wurde. Diese hatte zwei Wochen Zeit sich zu etablieren und wurde in der 2. Woche mit den beiden Schlupfwespenarten *Aphidius ervi* und *Aphidius colemani* belegt. Der Nützlingseinsatz wurde in der darauf folgenden Woche wiederholt. Für 73 m² waren jeweils 100 Mumien beider Schlupfwespenarten vorgesehen. Dies entspricht einer Einsatzdichte von 1,3 Tier/m² *A. ervi* und 1,3 Tier/m² *A. colemani*. Bei einer Schlupfrate von 80 % wäre das je 1,09 Tier/m². Die Mumien wurden abgezählt in Tüten angeliefert und in die Banker Plants gehängt.



Abb. 26: Ansicht Versuchsanlage, 1. Durchgang, Haus 8 Offene Zucht, in KW 39, 2012

2. Durchgang Offene Zucht:

Das Grundprinzip der Etablierung einer Offenen Zucht war im zweiten Durchgang identisch mit dem ersten Durchgang: Vorbereitung der Banker Plants, zweimailiges Einsetzen von je 1,3 *A. ervi* und *A. colemani*/m². Der Rhythmus der Sätze wurde diesmal in beiden Versuchsgewächshäusern parallel gefahren: 1 Satz = 8 Tische (200 Netto m²), jeweils vier Wochen später kam der nächste Satz a 8 Tischen dazu. War ein Satz verkaufsfähig, wurden die Tische geräumt und neue Töpfe aufgestellt. Da in der klassischen Offenen Zucht ab April die Räuberischen Gallmücken an die Banker Plants eingesetzt werden, wurde dies im Versuchsdurchgang 2 ebenfalls durchgeführt (siehe Einsatzplan) und 2 x 0,5 *Aphidoletes aphidimyza*-Puppen ausgebracht. Für Versuchsdurchgang 1 ist die zeitliche Staffelung der Pflanzenlieferung und des Nützlingseinsatzes in Tab. 17 dargestellt.

Tab. 17: Versuchsablauf mit Terminen des Nützlingseinsatzes von Durchgang 1, 16.09.-5.11.2012

KW	Datum	Haus	Vorbereiten	Nützlinge	Pflanzen
37	10.-16.9.	8	Lausmixbox 1. Satz , Vorbereitung Banker Plants		
38	17.-23.9.	5			
		8			
39	24.30.9.	5		1x BasilProtect Satz 1-1 . Einsatz	Lieferung Satz 1 , 8 Tische
		8	Lausmixbox 2. Satz , Vorbereitung Banker Plants	1. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 1	Lieferung Satz 1 , 3 Tische
40	1.-7.10	5			
		8		2. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 1	
41	8.-14.10.	5		1x BasilProtect Satz 1-2 . Einsatz	
		8	Lausmixbox 3. Satz , Vorbereitung Banker Plants	1. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 2	Lieferung Satz 2 , 3 Tische
42	15.-20.10.	5			
		8		2. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 2	
43	22.-28.10.	5		1x BasilProtect Satz 1-3 . Einsatz	
		8		1. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 3	Lieferung Satz 3 , 3 Tische
44	29.10.-4.11.	5			
		8		2. Schlupfwespeeneinsatz für 73 m ² , Satz 3	
45	5.-11.11.	5,8	Abschlußbonitur		

Der Versuchsablauf im 2. Durchgang war durch die längere Versuchsdauer deutlich komplexer. Eine Übersicht findet sich in Tab. 18.

Tab. 18: Versuchsablauf mit Terminen des Nützlingseinsatzes von Durchgang 2, 25.02.- 31.05.2013

KW	Datum	Haus	Vorbereiten	Nützlinge	Pflanzen
9	25.2. - 1.3.	8	Lausmixbox 1. Satz topfen	1x Lausmix-Box für 200 m ² , Satz 1	Säen Satz 1
		5			Säen Satz 1
10	4. - 8.3.	8	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1. Schlupfwespeeneinsatz für 200 m ² , Satz 1	Abholung Satz 1
		5	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1x BasilProtect Satz 1-1.Einsatz	Abholung Satz 1
11	11. - 15.3.	8		2. Schlupfwespeeneinsatz. für 200 m ² , Satz 1 + Aphidoletes	Säen Satz 2
		5			Säen Satz 2
12	18. - 22.3.	8	Lausmixbox 2. Satz topfen	1x Lausmix-Box für 200 m ² , Satz 2	
		5		1x BasilProtect Satz 1-2. Einsatz	
		8	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1. Schlupfwespeeneinsatz für 200 m ² , Satz 2	Abholung Satz 2
		5	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1x BasilProtect Satz 2-1. Einsatz	Abholung Satz 2
13	25. - 28.3.	8		2. Schlupfwespeeneinsatz für 200 m ² , Satz 2	
		5			
14	2. - 5.4.	8		1x BasilProtect Satz 2-2.Einsatz + 1x	
		5		BasilProtect Satz 1-3.Einsatz	
15	8. - 12.4.	8			Abräumen Satz 1
		5			Abräumen Satz 1
16	15. - 19.4.	8	Lausmixbox 3. Satz topfen	1x Lausmix-Box für 200 m ² , Satz 3	Säen Satz 3
		5		1x BasilProtect Satz 2-2.Einsatz	Säen Satz 3
17	22. - 26.4.	8	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1. Schlupfwespeeneinsatz für 200 m ² , Satz 3	Abholung Satz 3
		5	25 Töpfe pro m ² , 250 pro Tisch	1x BasilProtect Satz 3-1.Einsatz	Abholung Satz 3
18	29.4. - 3.5.	8		2. Schlupfwespeeneinsatz für 200 m ² , Satz 3 + Aphidoletes (100 Adulte)	Abräumen Satz 2
		5			Abräumen Satz 2
19	6. - 10.5.	8			
		5		1x BasilProtect Satz 3-2. Einsatz	
20	13. - 17.5.	8			
		5			
21	21. - 24.5.	8			Abräumen Satz 3
		5			Abräumen Satz 3
22	27. - 31.5.	8	Abschlußbonitur		
		5			

Pflanzenschutzmaßnahmen während der Versuchsdurchgänge:

Im 1. Durchgang wurde aufgrund starken Thripsbefall zweimal *A. cucumeris* (100 Tiere/m²) ausgebracht. Weitere Pflanzenschutzmaßnahmen waren weder im 1. noch im 2. Durchgang notwendig.

Die Bewässerung der Töpfe auf den Tischen erfolgte per Anstaubewässerung.

Klimaführung im 1. Durchgang:

26.9.-15.10.: Heizung 8°C, Lüftung 14 °C

Ab 15.10.: Heizung 12°C, Lüftung 16 °C

Klimaführung im 2. Durchgang:

Kompletter Zeitraum: Heizung 12 °C, Lüftung 16 °C

In beiden Versuchsdurchgängen wurde im gesamten Versuchszeitraum wöchentlich eine Bonitur vorgenommen. An 10 Töpfen/Tisch (= 80 Töpfe/Variante) wurde der Blattlausbefall nach einem Boniturschema der Firma Viridaxis (Tab. 8) geschätzt und Befallsklassen zugeordnet, ebenso die Anzahl Mumien an den Pflanzen. Sonstige Schädlinge wurden ohne eine Auszählung erfasst. In der Variante Offene Zucht erfolgte zusätzlich eine Beurteilung der Zuchtpflanzen, dabei wurde vermerkt, ob Parasitierungen zu sehen sind. Da die Versuche nicht mit randomisierten echten Wiederholungen angelegt wurden und der Befall jeweils nur in Befallsklassen eingeteilt erhoben wurde, wird auf eine statistische Verrechnung der Daten verzichtet. Eine Einteilung in Befallsklassen erfolgte nach DASSONVILLE ET AL. (2012) (Tab. 8).

2.21 Stammzucht von *Frankliniella occidentalis* auf *Phaseolus vulgaris*

Das Ausgangsmaterial für eine an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn angesetzten Zucht von *Frankliniella occidentalis*, die für die hier dargestellten Versuche verwendet worden ist, wurde vom JKI in Quedlinburg zur Verfügung gestellt. Im Gewächshaus in 0,4 x 0,6 m großen Anzuchtschalen gezogene Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) dienten den Thrips bei $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ und 16 Stunden Licht in klimaregulierten Zuchträumen in der Stammzucht als Wirtspflanzen und wurden regelmäßig gewechselt. Hierbei fanden jeweils zwei Schalen Verwendung, die um sieben Tage versetzt jeweils alle 14 Tage ausgetauscht worden sind um dauerhaft frisches Pflanzenmaterial anzubieten. Nach dem Ausschütteln der alten Schale über der Neuen erfolgte die Übertragung einiger Blätter zum Transfer von Eiern im Pflanzengewebe.

2.22 Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* und *Neoseiulus cucumeris* an *Petroselinum crispum* und *Ocimum basilicum*

Zur Untersuchung des Einflusses von niedrigen Temperaturen und verkürzten Tageslichtlängen auf die Populationsentwicklung von *F. occidentalis* und deren Prädatoren, den Raubmilben *N. cucumeris* sind zunächst Biotests in klimaregulierten Zuchtkammern durchgeführt worden. Blätter von *O. basilicum* ‚Genoveser‘ und *P. crispum* ‚Einfache Schnitt‘ dienten als verschiedene Wirte für die verwendeten Thripse. Sie lagen nach Pflanzenart getrennt in mit Agar gefüllten Petrischalen mit Gazedeckel (siehe Kap. 0), wobei die Anzahl der Blätter je nach Größe variieren konnte, um in allen Schalen eine einheitlich große Blattoberfläche zur Verfügung zu stellen. Nach Ausbringung einer weiblichen Imago pro Schale (Thripsanzucht, siehe Kap. 0) wurden diese verschlossen und anschließend auf verschiedene Zuchtschränke mit unterschiedlich regulierten Klimabedingungen verteilt. Nach einer Eiablageperiode von vier Tagen erfolgte das Entfernen der adulten Thripse aus den Petrischalen mit einem leicht befeuchteten feinen Haarpinsel. Jeweils zehn Schalen mit Blättern einer Art sind in jeder Klimavariante untersucht worden.

Im ersten Durchgang wurden für beide Pflanzenarten eine hohe (25 °C) und eine im Gewächshausanbau eher niedrigere (15 °C) mit langen (16 h) und kurzen (8 h) Tageslichtdauern kombiniert, so dass sich acht verschiedene Varianten ergaben (Tab. 19). Im zweiten Durchgang kam neben einer im Gewächshaus sehr niedrigen Temperatur (10 °C , 16 h Belichtung) zusätzlich zu den beiden Lichtregimen der höheren Temperatur des ersten Durchgangs (25 °C , 8 und 16 h Belichtung) eine Variante mit verringerter Nachttemperatur (25 °C , 16 h Belichtung, 10 °C Nachttemperatur) zum Einsatz, die einem Kräuteraanbau im Gewächshaus im Winter nachempfunden war. Im zweiten Durchgang wurden weitere zehn

Schalen jeder der oben beschriebenen Klimavarianten nach Entnahme der adulten *F. occidentalis* mit jeweils drei *N. cucumeris*-Raubmilben besetzt, um die Beeinflussung des Bekämpfungserfolges durch niedrige Temperaturen und kurze Tageslichtlängen an *P. crispum* und *O. basilicum* zu untersuchen. Ab Entnahme der Thripsimagines erfolgte eine Zählung der Thripsnachkommen in den Schalen alle zwei Tage über einen Zeitraum von 14 Tagen.

Tab. 19: Bedingungen zur Untersuchung des Einflusses von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* an Blattscheiben verschiedenen Kräutern

Variante	Wirtspflanze	Temperatur	Tageslichtlänge
1	<i>P. crispum</i>	15 °C	8 h
2	<i>P. crispum</i>	15 °C	16 h
3	<i>P. crispum</i>	25 °C	8 h
4	<i>P. crispum</i>	25 °C	16 h
5	<i>O. basilicum</i>	15 °C	8 h
6	<i>O. basilicum</i>	15 °C	16 h
7	<i>O. basilicum</i>	25 °C	8 h
8	<i>O. basilicum</i>	25 °C	16 h

Pro Blattscheibe wurde eine weibliche *F. occidentalis*-Imago für 4 Tage aufgesetzt, wo sie Eier ablegen konnte. Anschließend wurde die Anzahl geschlüpfter Larven verfolgt.

Im Anschluss wurden Versuche an Ganzpflanzen von *P. crispum* und *O. basilicum* in den gleichen Klimakammern durchgeführt. In einem ersten Durchgang erfolgte hierbei das Aufsetzen von je zwei adulten *F. occidentalis*-Weibchen auf fünf Pflanzen jeder Art (BBCH 11), die bei insgesamt vier Temperaturen in unterschiedlichen Klimakammern standen. Die verwendeten Temperaturen bei einer gleichmäßigen Beleuchtung von 16 h (3.000 lx) waren 10 °C, 15 °C, 25 °C sowie eine Wechseltemperatur von 25 °C tagsüber und 10 °C in der Nacht (Tab. 20).

Tab. 20: Bedingungen bei der Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf die Entwicklung von *F. occidentalis* an verschiedenen Kräutern

Variante	Wirtspflanze	Temperatur
1	<i>P. crispum</i>	10 °C
2	<i>P. crispum</i>	15 °C
3	<i>P. crispum</i>	25 °C
4	<i>P. crispum</i>	25/10 °C*
5	<i>O. basilicum</i>	10 °C
6	<i>O. basilicum</i>	15 °C
7	<i>O. basilicum</i>	25 °C
8	<i>O. basilicum</i>	25/10 °C*

* Wechseltemperatur: 25 °C in der Photophase, 10 °C in der Scotophase, Belichtung 16:8 h L:D

Darauf folgte ein weiterer Durchgang, bei dem fünf Pflanzen *O. basilicum* pro Klimavariante genutzt wurden. Die Temperatur lag in allen vier Varianten bei gleichbleibenden 25 °C (± 1 °C). Es wurden mit 8 h und 16 h zwei verschiedene Tageslichtlängen verwendet. Die Pflanzen waren wie im ersten Durchgang mit jeweils zwei weiblichen Thripsimagines besetzt. Pro Belichtungszeit erfolgte die Durchführung einer Variante mit Raubmilbenzugabe. Nach 24 Stunden wurden drei *Neoseiulus cucumeris* pro Pflanze ausgebracht, die zuvor von einem kommerziellen Händler (Koppert BV, NL) bezogen und mit einem Stereomikroskop mit 16facher optischer Vergrößerung mit Hilfe eines feinen Haarpinsels abgezählt worden waren. In allen Durchgängen wurde eine ausreichende Wasserversorgung über regelmäßiges gießen in Untertellern erreicht. Über drei Wochen wurde alle sieben Tage eine Bonitur des Befalles jeder einzelnen Pflanze durch ausschütteln in eine weiße Schale und anschließendes Auszählen durchgeführt. Die Durchgänge wurden jeweils in zweifacher Wiederholung durchgeführt, wobei eine zufällige Zuordnung der Klimakammern zu den einzelnen Varianten erfolgte, um eine Beeinflussung durch die Kammern auszuschließen.

2.23 Evaluierung des Einsatzes von *Neoseiulus cucumeris* und *Amblydromalus limonicus* gegen *Frankliniella occidentalis* im Petersilienanbau im Gewächshaus

Zur Untersuchung der Effizienz des Einsatzes der Raubmilben *Neoseiulus cucumeris* und *Amblydromalus limonicus* als Prädatoren von *Frankliniella occidentalis* unter Winterbedingungen sind im Forschungsgewächshaus am Campus Klein-Altendorf in Meckenheim durchgeführt worden. Auf Rolltischen mit Ebbe-Flut Bewässerungssystem wurde diese Fragestellung in drei individuellen Durchgängen (Oktober-November 2012, Januar-Februar 2013, Februar-März 2013) bearbeitet. Jeder Tisch diente als eigene Pflanzparzelle für *Petroselinum crispum* (1 m², 42-58 Töpfe, je nach Durchgang), über denen ein Gazenetz (Ornata Plus 2788, HowitecNetting BV, Bolsward, NL, Maschenweite 0,27 x 0,88 mm) gespannt war. Die Töpfe mit den 3 cm hohen Pflanzen im BBCH Stadium 11 (erstes Laubblatt entfaltet) wurden so aufgestellt und im Laufe ihres Wachstum auseinandergerückt, dass sie sich an den Blattspitzen leicht berührten, um eine Translokation der Raubmilben zu ermöglichen und Pilzbefall durch negatives Kleinklima im Bestand vorzubeugen. Zur Herstellung eines Initialbefalls mit *F. occidentalis* dienten Tiere aus der in Kapitel 0 beschriebenen Stammzucht. Mit einem feinen, leicht angefeuchteten Haarpinsel konnten die Thripse auf der Blattoberseite der Pflanzen gleichmäßig ausgebracht werden. Null bis sechs Tage später (je nach Durchgang) wurden die Raubmilben erstmalig und anschließend alle sieben Tage ausgebracht. Hierbei konnte eine gleichmäßige Ausbringung der (kommerziell jeweils frisch von Koppert BV erhaltenen) Nützlinge dadurch sichergestellt werden, dass die Tiere mit einem Stereomikroskop bei 16-facher Vergrößerung zunächst abgezählt und anschließend in Petrischalen überführt und über den Pflanzen ausgeschüttet wurden. Dabei verblieben die Petrischalen noch einen Tag zwischen den Blättern der Pflanzen, um vollständiges Abwandern zu gewährleisten.

In drei individuellen Durchgängen wurden nun drei praxisnahe Szenarien aus dem Anbau von *P. crispum* verwendet um die Effizienz der Raubmilben im Winter zu evaluieren. Im ersten Durchgang erfolgte der Einsatz einer kurativen Ausbringmenge (150 *A. limonicus* bzw. *N. cucumeris* /m²) gegen einen rechtzeitig erkannten Befall (35 *F. occidentalis*/ m²). Der zweite Durchgang stellte die gleiche Standardausbringmenge einem zu spät erkannten Thripsbefall (70 *F. occidentalis*/m²) gegenüber, während im dritten Durchgang eine frühzeitige Schaderkennung (20 *F. occidentalis*/m²) mit einer hohen Nützlingsdichte (250 *A. limonicus* bzw. *N. cucumeris*/m²) bekämpft wurde. Jeder der Versuche lief über ca. 30 Tage bis die Pflanzen zu alt für einen Abverkauf aus dem Betrieb gewesen wären. Zur statistischen Auswertung erfolgte eine zweimalige Wiederholung jeder Variante. Als Kontrolle diente jeweils eine Variante ohne Nützlinge (Tab. 21).

Tab. 21: Aufbau der Versuche zur Evaluierung des Einsatzes der Raubmilben *Neoseiulus cucumeris* und *Amblydromalus limonicus* gegen *Frankliniella occidentalis* auf *Petroselinum crispum* im Winter (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Durchgang	1	2	3
Schädling	<i>Frankliniella occidentalis</i>		
Nützling	<i>Neoseiulus cucumeris</i> und <i>Amblydromalus limonicus</i>		
Pflanze	<i>Petroselinum crispum</i>		
Zeitraum	12.10.2012 – 12.11.2012	10.01.2013 – 06.02.2013	08.02.2013 – 02.03.2013
Dauer [Tage]	29	22	28
Durchschnittstemperatur [°C]	17,8	15,8	20,0
Durchschnittsluftfeuchte [%]	76,2	72,4	59,7
Tische	6	9	6
Pflanzen pro Parzelle	58	54	42
Parzellengröße	≈ 1 m ²		
Szenario	Kurative Ausbringung bei rechtzeitiger Schadfeststellung	Kurative Ausbringung bei zu später Schadfeststellung	Hohe Ausbringung nach frühzeitiger Schaderkennung
Anzahl <i>F. occidentalis</i> pro Parzelle	35	70	20
Anzahl <i>A. Limonicus</i> bzw. <i>N. cucumeris</i> pro Parzelle	150	150	250
Kontrollvariante	ohne Nützlingseinsatz		

Um den Erfolg der Nützlinge zu evaluieren wurden alle sieben Tage zehn Töpfe pro Parzelle bonitiert. Nach vorsichtigem Ausschütteln der Töpfe über einer weißen Schale konnten die Anzahl der herausgefallenen Thripse und Raubmilben gezählt und diese anschließend auf die entsprechende Pflanze zurückgesetzt werden. In einer Parzelle außen stehende Pflanzen wurden bei der Bonitur ausgelassen um Randeffekte auszuschließen.

2.24 Einsatz von *Chrysoperla carnea* zur Herdbehandlung gegen den Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) an Topfpetersilie

Im Forschungsgewächshaus des CKA wurden in drei Versuchsdurchgängen (DG) jeweils unterschiedliche Ausbringungsmengen an *Chrysoperla carnea* zur Herdbehandlung bei akutem Befall mit Thripsen geprüft und eine Behandlung mit NeemAzal T/S (Wirkstoff: Azadirachtin) durchgeführt. Versuchsgegenstand war Glatte Petersilie der Sorte ‚Amsterdam‘, die mit Thripsen aus der eignen Zucht von *Frankliniella occidentalis* besetzt wurden. Die Auswahl der Varianten basierte auf den bereits Versuchsarbeiten zur Überschwemmung mit *Chrysoperla*-Larven gegen Blattläuse und den Empfehlungen von Beratung und Nützlingsanbietern.

Tab. 22: Bekämpfung von Thrips in Topfpetersilie in drei Versuchsdurchgängen (DG), 2013, Versuchsvarianten

Variante	DG 1 08.02. - 18.02.2013	DG 2 05.03. - 22.03.2013	DG 3 22.05. - 04.06.2013
1	20 <i>C. carnea</i> /m ²	20 <i>C. carnea</i> /m ²	20 <i>C. carnea</i> /m ²
2	50 <i>C. carnea</i> /m ²	50 <i>C. carnea</i> /m ²	50 <i>C. carnea</i> /m ²
3	200 <i>C. carnea</i> / m ²	200 <i>C. carnea</i> / m ²	200 <i>C. carnea</i> /m ²
4			NAT 2%ig, bei 600 l Wasser/ha

Die einzelnen Versuchsdurchgänge wurden jeweils mit drei Wiederholungen durchgeführt, wobei in den ersten beiden DG jede Parzelle einzeln auf einem Tisch aufgebaut wurde, sich in DG 3 pro Tisch zwei Varianten befand. Die Versuchspartellen wurden mit einer Gaze (Filbio, Hartmann-Brockhaus, Maschenweite 0,5 x 0,5 mm) abgenetzt. Der Kulturablauf ist in Tab. 23 erläutert.

Tab. 23: Kulturführung der Topfpetersilie während der Versuchsdurchgänge

	DG 1	DG 2	DG 3
Aussaat der Petersilie	20.12.12	4.2.13	23.4.13
Versuchsfläche	1,82 m ²	1,2 m ²	0,5 m ²
Anzahl Töpfe/Parzelle	55	55	18
Bewässerung	Ebbe-Flut-Anstaubewässerung (inkl. Nährlösung)		

Im ersten Versuchsdurchgang wurde mit dem bestehenden Befall an Thrips gearbeitet. Die Pflanzen waren zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns bereits im Durchschnitt 10 cm hoch. Für die Versuchsdurchgänge 2 und 3 wurden die Parzellen mit einer Thripslarve (unterschiedliche Stadien) pro Topf besetzt und nach einer kurzen Etablierungsphase die Töpfe mit

Chrysoperla-Larven unterschiedlicher Stadien besetzt. Die ausgebrachte Anzahl an *Chrysoperla*-Larven wurde der Größe der Versuchsparzelle angepasst. Die Pflanzen zeigten zum Befallstermin die ersten Laubblätter. Die Behandlung mit NeemAzal T/S wurde zeitgleich mit der Florfliegenlarvenausbringung mit einer Handpumpspritze durchgeführt.

Tab. 24: Belegung der Versuchspartellen und Einsatz von *Chrysoperla carnea*

	DG 1	DG 2	DG 3
Befallstermin	-	1.3.13	13.5.13
Ausbringung <i>C. carnea</i>	8.2.13	12.3.13	17.5.13
Ausbringungsform	Wabenware	Streuware	Wabenware

Die erste Bonitur (Ausgangsbonitur) wurde zum Ausbringungstermin der *Chrysoperla*-Larven durchgeführt. Pro Variante wurden 10 Töpfe ausgeklopft und die Anzahl Thripse und die Anzahl *Chrysoperla*-Larven erfasst. In allen Versuchsdurchgängen konnten keine randomisierten Wiederholungen angelegt werden, daher wird die varianzanalytische Verrechnung der Werte mit SPSS lediglich als Hinweis gewertet.



Abb. 27: Versuchs- und Parzellenansicht, Forschungsgewächshaus Campus Klein-Altendorf, Versuchsreihe zum Einsatz von *Chrysoperla carnea* gegen Thripse

2.25 Tauchbehandlung – ein Verfahren zur Behandlung von Stecklingsmaterial bei Befall mit Kalifornischem Blüenthrips (*Frankliniella occidentalis*)

Um eine Einschleppung von Schädlingen in die Produktion zu verhindern, wurden an der Universität Bonn verschiedene Versuchsreihen durchgeführt, die sich auf eine Behandlung der Stecklinge konzentriert. Im Vordergrund stand die Tauchbehandlung der Stecklinge, als Zwischenarbeitsschritt zwischen Schneiden und Stecken.

Gepprüft wurden verschiedene Insektizide mit Zulassung im ökologischen Kräuteranbau, wobei sich die Zulassung der Mittel nur auf das klassische Spritzverfahren, mit entsprechenden Aufwandmengen, Applikationshäufigkeiten und Wartezeiten bezieht. Sollten die Mittel für eine Stecklingstauchbehandlung genutzt werden, müsste dies über § 22 des Pflanzenschutzmittelgesetzes genehmigt werden.

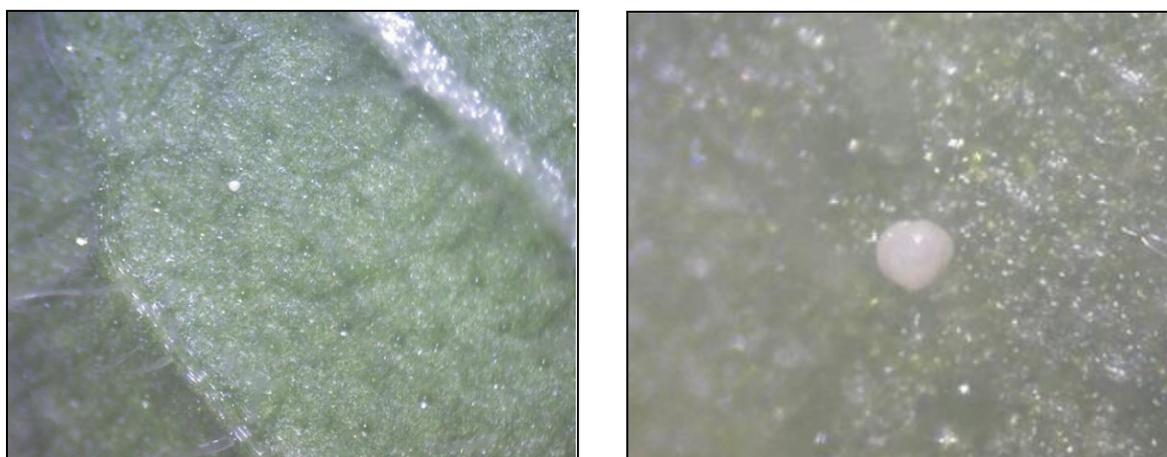


Abb. 28: Ei von *Frankliniella occidentalis* in einem Minzeblatt (Links: 60fache Vergrößerung, rechts: 200fache Vergrößerung, Photos: St. Hemmer)

2.26 Stecklingsbehandlung von Pfefferminze

Mutterpflanzen der Pfefferminzsorte ‚Multimentha‘ wurden mit *Frankliniella occidentalis* besetzt und überwintert. Am 30.8.2012 wurden Stecklinge entnommen und für jeweils eine Minute in die Pflanzenschutzmittelbrühe getaucht. Pro Variante wurden 54 Stecklinge behandelt und anschließend getrennt in Multitopflatten mit Anzuchtsubstrat gesteckt. Anschließend wurden die Stecklingsplatten getrennt nach Varianten unter einer feinmaschigen Gaze (0,5 x 0,5 mm Maschenweite) und einer dünnen Folie zur Bewurzelung aufgestellt. An vier Terminen wurden die in den Parzellen aufgehängten Gelbtafeln (10 x 22 cm) gewechselt und die Anzahl adulter Thrips ermittelt. Zur abschließenden Bonitur wurde die Anzahl Thrips auf den Stecklingen ausgezählt. Der Versuch wurde ohne Wiederholungen als ein Screening angelegt und daher auf die statistische Verrechnung der Daten verzichtet.

Versuchsvarianten waren:

1. unbehandelte Kontrolle
2. NeemAzal/TS, Konzentration 0,5 %, 1 Minute
3. NeemAzal/TS, Konzentration 0,1 %, 1 Minute
4. Neudosan, Konzentration 5 %, 1 Minute
5. Neudosan, Konzentration 2 %, 1 Minute

2.27 Stecklingsbehandlung von Thymian

Thymianpflanzen wurde am 29.4.2013 in die Thripszucht in der Phytomedizin der Universität Bonn gestellt und dort mit *Frankliniella occidentalis* belegt. Am 6.6.2013 wurden die Stecklinge geschnitten, diese behandelt und anschließend in die Anzuchtplatten gesteckt. Pro Variante wurden 100 Stecklinge in eine Multitopfplatte mit Anzuchtsubstrat gesteckt, diese unter Gaze (0,5 x 0,5 mm Maschenweite), jeweils getrennt aufgestellt und mit einer Folie abgedeckt. Zur Bewertung der Wirksamkeit der Prüfmittel wurde nach 20 Tagen am 26.6. eine Abschlußbonitur durchgeführt. Dazu wurden die adulten Thrips und die Thripslarven bei jedem Steckling gezählt. Eine statistische Verrechnung der Daten erfolgte nicht, da keine Wiederholungen des Versuches angelegt werden konnten. Versuchsvarianten waren:

1. Unbehandelte Kontrolle mit Wasser
2. Quassia MD- Bitterholzextrakt Quassia-Extrakt-MD, Konzentration: 0,0018 %
3. Neudosan® Neu Blattlausfrei (Kaliseife), Konzentration: 3,0 %
4. NeemAzal® T/S (Wirkstoff Azadirachtin), Konzentration: 2,0 %

Die Tauchzeit betrug jeweils 1 Minute.

2.28 Grüne Minze

Im Rahmen der Diplomarbeit von Stephanie Hemmer an der Hochschule Weihenstephan, wurde am Gartenbauzentrum Köln-Auweiler ausführliche Versuche zur Tauchbehandlung bei Grüner Minze gegen Thripse (*Frankliniella occidentalis*) durchgeführt.

Dem Wirksamkeitstest vorgelagert, war eine Untersuchung zur Phytotoxizität der gewählten Prüfmittel, Konzentrationen und Tauchdauern. Keine der geprüften Variante zeigte phytotoxische Schäden an den Stecklingen.

Tab. 25: Versuchsvarianten der Tauchversuche mit Grüner Minze, Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, 2013

Prüfsubstanz	Konzentration in %			Tauchdauer in Minuten
Kontrolle				
Kontrolle mit Wasser				1
Neudosan Neu	0,1 %	0,5 %	2 %	1
		0,5 %		5
NeemAzal T/S	0,6 %	2 %	3 %	1
		2 %		5
Quassia Extrakt MD	0,0003	0,0012	0,0018	1
		0,0012		5
Nematoden (<i>Steinernema feltiae</i>)	25 Mio. Larven			1

Die Mutterpflanzen wurden 29.4., 02.5. und 07.05.2013 mit Thripsen belegt und bis zur Vermehrung der Thripse in Klimakammern aufgestellt. Nach elf Tagen konnte mit dem Schneiden der Stecklinge begonnen und direkt nach dem Schneiden die Tauchbehandlung durchgeführt werden. Nach der Behandlung wurden die Stecklinge in Multitopfplatten gesteckt, unter Gazezelten (0,5 x 0,5 mm Maschenweite) und mit Folienabdeckung zur Bewurzelung aufgestellt. Bonitiert wurde der Thripsbefall vor der Behandlung (Ausgangsbefall), die Anzahl Thripse auf den Stecklingen im wöchentlichen Rhythmus, die Anzahl adulter Thripse auf Blautafeln in den Gazekäfigen, Schadsymptome an den Stecklingen sowie die Bewurzelungsstärke der Stecklinge (Boniturtermine: 5, 10 und 14 Tage nach der Behandlung). Die Stecklinge wurden in Blöcken 80 Stecklingen in die Multitopfplatten gesteckt, sodass mit 4 Wiederholungen gearbeitet werden konnte.



Abb. 29: Gazezelte zur Separierung der Varianten im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler, Versuche zur Stecklingsbehandlung Grüner Minze, Photo: St. Hemmer

2.29 Vergleich verschiedener Monitoringverfahren für Praxisbetriebe zur frühzeitigen Erkennung von des Kalifornischen Blütenthrips an Petersilie

Die Überwachung der Topfkräuterbestände auf Thripsbefall ist ein wichtiger Baustein in der gesamten Regulierungsstrategie. In den folgenden Versuchsreihen wurde untersucht, welches Verfahren im Praxisbetrieb geeignet ist, um einen Thripsbefall möglichst frühzeitig zur erfassen.

Im Forschungsgewächshaus des Campus Klein-Altendorf wurden folgende Versuchsdurchgänge durchgeführt:

Durchgang 1: 24.09. – 24.10.2012

Durchgang 2: 19.10. – 14.11.2012

Durchgang 3: 07.11. – 13.12.2012

In allen Versuchsdurchgängen wurde glatte Petersilie der Sorte 'Einfache Schnitt' in Töpfen (11er Topf) angezogen und ab dem Stadium des ersten Laubblattes mit adulten Thrips aus der Zucht von *Frankliniella occidentalis* der Universität Bonn besetzt. Anschließend wurden verschiedene Kontrollmaßnahmen durchgeführt und bewertet. Zu den Prüfvarianten der Versuche gehörten neben den klassischen Verfahren der Klebefallen (blau und gelb), die Auszählung der Thrips direkt auf dem Blatt und das Ausklopfen der Pflanzen. Die Variante Blautafel wurde noch durch den Einsatz eines Lockstoffes (Pheromon) zur Effizienzsteigerung der Blautafel ergänzt. Dabei handelte es sich um das Produkt ThriPher der Firma BioBest, welches kombiniert mit Blautafeln empfohlen wird (Abb. 30).



Abb. 30: Kombiniertes Einsatz von Blautafel mit ThriPher. Photo: Bio Best, www.biobest.be

Die Versuchsvarianten sind in Tab. 26 zusammengestellt.

Tab. 26: Prüfvarianten zur Überwachung von Thrips in einem Bestand Topfpetersilie, Campus Klein-Altendorf

Variante	Durchgang 1	Durchgang 2	Durchgang 3
1	Blautafeln	Blautafeln	Blautafeln
2	Gelbtafeln	Gelbtafeln	Gelbtafeln
3	Auszählen der Thrips am Blatt	Auszählen der Thrips am Blatt	Auszählen der Thrips am Blatt
4	Ausklopfen der Pflanzen	Ausklopfen der Pflanzen	Ausklopfen der Pflanzen
5	Kombination ThriPher und Blautafel	Kombination ThriPher und Blautafel	

Die Versuchspartellen bestanden jeweils aus 42 Töpfen auf 1,5 m² und waren mit einer feinmaschigen Gaze abgedeckt (0,5 x 0,5 mm Maschenweite, Filbio Netz). Die Bewässerung erfolgte über ein Ebbe-Flutsystem. Pro Tisch waren im Versuchsdurchgang 1 und 2 eine Variante aufgestellt, in Durchgang 3 waren es 2 Varianten/Tisch, die jedoch durch die Abnetzung voneinander getrennt waren. Jede Variante wurde mit drei Wiederholungen angelegt.

Die Klebetafeln (5 x 20 cm) hingen an Markierstäben direkt über den Töpfen, so dass die Tafeln die Blätter berührt. Pro 1,5 m² wurden zwei Tafeln aufgehängt. Die ThriPher Kapseln wurden auf die Markierstäbe direkt über die Tafeln gehängt. Zur Belegung mit Thripsen wurden pro Parzelle 21 adulte Thrips (unabhängig des Geschlechtes) auf die Pflanzen gepinselt. Unter den Netzen wurden mit einem Temperatur- und Luftfeuchtlogger, parallel zur Klimaerfassung im Gewächshaus, die Klimadaten während der Versuchsdauer erhoben

Alle Versuchsdurchgänge fanden unter Herbstbedingungen statt, bei Zusatzbelichtung und tendenziell niedrigen Temperaturen.

Wöchentlich wurden an einem Tag die Klebetafeln erneuert und die Anzahl der Thripse an den Tafeln ausgezählt. Die Pheromonkapseln wurden nicht erneuert, sondern auf die neuen Blautafeln umgesetzt. In Variante 4 (Ausklopfen) wurden pro Parzelle 10 Töpfe ausgewählt, diese über einer weißen Schüssel ausgeklopft und die Thripse gezählt. In Variante 3 (Aus zählen der Thrips am Blatt) wurden ebenfalls 10 Töpfe ausgewählt und pro Topf 5 Blätter auf Thripsbefall untersucht.

Die gezählten Thripse wurden in allen Varianten nach der wöchentlichen Bonitur aus den Parzellen entfernt.

2.30 Untersuchung zum Flug- und Aktionsradius von *Macrolophus pygmaeus* im Gewächshaus

Zur Untersuchung des Flug- und Aktionsradius der Raubwanze *M. pygmaeus* (kommerzielle Züchtung, Koppert BV, NL) sowie der Ausbreitungsgeschwindigkeit, sind zwischen April und Juni 2013 Versuche auf Borretschpflanzen (*Borago officinalis*) im Multicover Foliengewächshaus des CKA durchgeführt worden. Der erste Durchgang erfolgte mit einer künstlichen Zufütterung von sterilisierten Eiern der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* ZELLER) in Form von ENTOFOOD (Koppert BV, NL), im zweiten Durchgang dienten Blattläuse (*Acyrtosiphon pisum* sowie einige *Aulacorthum solani*) als Vergleichsfutter.

Vor der Durchführung des ersten Durchganges vom 10.04. bis 14.05.2012, erfolgte zunächst das Einrichten zweier gleich großer Gewächshauskabinen. Dazu wurde ein komplettes Schiff (28,0 x 6,4 m) in der Mitte und am Eingang durch Gazenetze (Maschenweite: 0,5 x 0,5 mm) in gesamter Höhe in zwei Zellen à 14 x 6,4 m Größe aufgeteilt. Zum Schutz vor Verunkrautung bedeckte ein schwarzes Vlies den ansonsten offen liegenden Bodens im Gewächshaus (Abb. 31). Der Aufbau der Pflanzen erfolgte in beiden Zellen nach dem gleichen Muster: Um eine zentrale Depotpflanze (*Salvia officinalis*, belegt mit 30 adulten *M. pygmaeus*, (zunächst mit einem Metallkäfig abgedeckt) wurden 64 durchnummerierte Borretschpflanzen (BBCH 11) in vier konzentrischen Kreisen mit einem Radius von 1 m, 2,5 m, 5 m (zwei Halbkreise) und 6,6 m (vier Pflanzen) so aufgestellt, dass zwischen den Töpfen soweit möglich jeweils 0,5 m Abstand bestand (Abb. 32). Der innerste Kreis bestand demnach aus 12 (Nr. 1-12), der Zweite aus 28 (Nr. 13-40), die beiden Halbkreise aus jeweils 10 Pflanzen (Nr. 41-60). Die restlichen vier Pflanzen wurden mit einem Abstand von 6,6 m zur zentralen Depotpflanze in den Ecken der Zellen aufgestellt (Nr. 61-64). Die Bewässerung der einzelnen Töpfe erfolgte über ein Tröpfchenbewässerungssystem.



Abb. 31: Aufbau der Kabinen zur Untersuchung des Flug- und Aktionsradiuses von *Macrolophus pygmaeus* an *Borretsch* im Gewächshaus (MATRAY 2012)

Im ersten Durchgang wurden auf jeder Pflanze mit ungerader Nummer anschließend 30 *Ephestia kuehniella*-Eier mit einem feinen Haarpinsel aufgebracht. Nach einer Etablierungszeit von 24 Stunden erfolgte am 11.04.2012 die Freilassung der *M. pygmaeus* auf der Depotpflanze durch Entfernung des Käfigs.

Für den zweiten Durchgang wurden die Pflanzen zurückgeschnitten und in Zelle 1 einmalig mit Lambda-Cyhalothrin (0,01% Karate ® Zeon, Syngenta AG, Basel, CH) behandelt. Dort bestand das angebotene Futter aus *Ephestia kuehniella*-Eiern nach gleichem Muster wie in Durchgang 1. In Zelle 2 wurden hingegen Blattläuse (*Acyrtosiphon pisum* sowie einige *Aulacorthum solani*) als Vergleichsfutter auf den Borretschpflanzen angeboten. Die Freilassung der *M. pygmaeus* Weichwanzen erfolgte erneut nach 24 stündiger Etablierungszeit auf einer zentralen Salbeipflanze am 26.12.2012.

Die Bonitur wurde alle zwei Tage in den Zeiträumen vom 14.04.-14.05.2012 und 28.05.-15.06.2012 jeweils vormittags durchgeführt. Nach optischer Inspektion der Töpfe folgte ein vorsichtiges Ausschütteln über einer weißen Schale zur Erfassung der Anzahl juveniler und adulter *M. pygmaeus* pro Pflanze. Darüber hinaus wurden Blühstadium der Pflanze, sowie Aufenthaltsort der Weichwanzen erfasst.

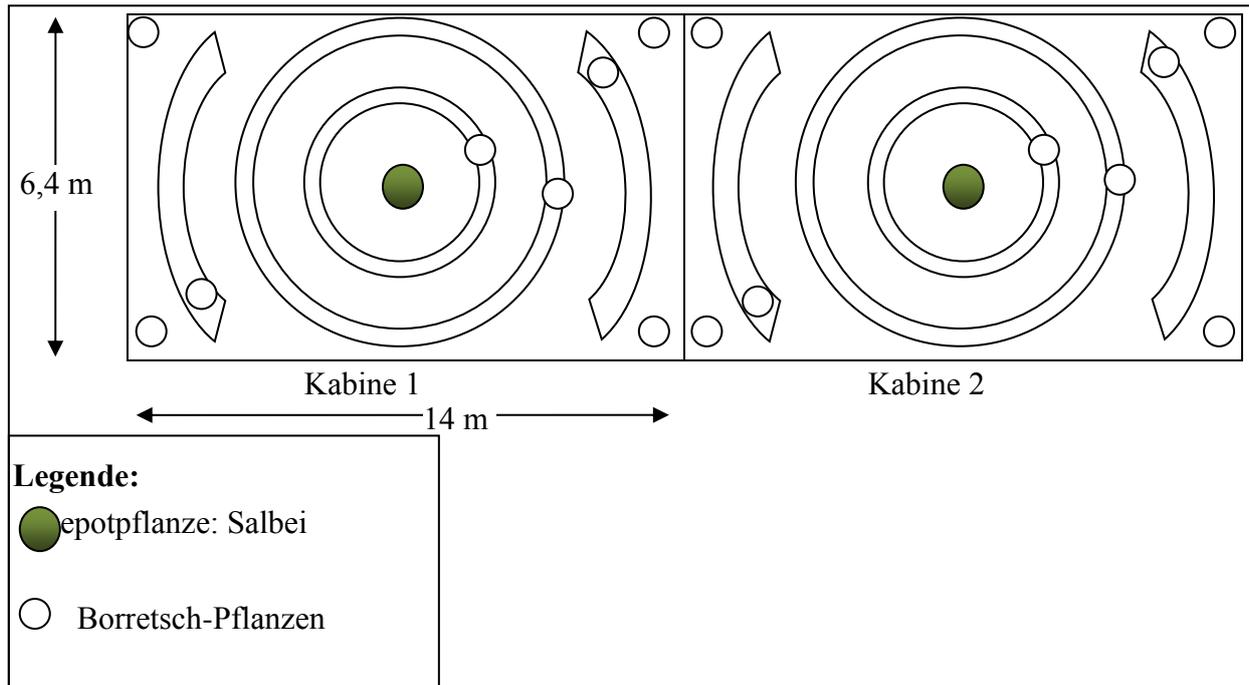


Abb. 32: Aufbau der *Borretsch*-Töpfe in den Kabinen zur Untersuchung der Flug- und Aktionsradius von *Macrolophus pygmaeus* im Gewächshaus. Radius der Kreise 1 m, 2,5 m, 5 m & 6,6 m, Abstand der Pflanzen in den Kreisen: 0,5 m, sofern möglich (verändert nach MATRAY 2012)

2.31 Untersuchung zur ganzjährigen Etablierung von *Macrolophus pygmaeus* in einem Topfkräuterbetrieb

Versuche zur ganzjährigen Etablierung von *M. pygmaeus* in einem Topfkräuterbetrieb konnten in Zusammenarbeit mit dem Betrieb Radicula in Sinzig durchgeführt werden. Der Topfkräuterbetrieb „Radicula – Kräuter und Kreatives“ wird von den Intec-Betrieben der Caritas Werkstätten, einer Einrichtung der St. Raphael Caritas Alten- und Behindertenhilfe GmbH in Sinzig betrieben. Auf 700 m² Gewächshausfläche werden in einem Warm- sowie einem ungeheizten Kalthaus hauptsächlich Topfkräuter, mit einem breit gefächerten Artenspektrum in kleinen Chargen produziert. Da es sich um eine Werkstatt für behinderte Menschen (WfbM) handelt, wird zum Schutz der Mitarbeiter weitgehend auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verzichtet. Die Schäden durch tierische Schaderreger an den Kulturen waren teilweise sehr stark, so dass sich im Herbst/Winter 2011 ein hoher Schädlingsbefall feststellen ließ und der Betrieb mit einem hohem Infektionspotential in den Winter ging.

Zur Untersuchung der Populationsentwicklung auf verschiedenen Wirten um Winter wurden zwei Netzkäfige mit verschiedenen repräsentativen Pflanzenarten (*O. basilicum* 'Genoveser', *O. basilicum* ‚African Blue‘, *Salvia elegans*, *Mentha arvensis* ‚Banana‘, *M. suaveolens* var.

variegata) aus dem laufenden Betrieb im Warmhaus aufgebaut (1,79 x 1,08 m und 1,75 x 0,75 m). Am 32.11.2011 erfolgte der erste Einsatz der Weichwanze *M. pygmaeus* auf den Pflanzen in den Käfigen. Die Tiere kamen aus kommerzieller Züchtung der Firma Koppert BV, NL. Hierbei wurden zweimalig (23.11.2011 und 14.12.2012) zehn bzw. sieben Imagines in die beiden Käfige ausgebracht, was der Empfehlung des Herstellers von 5 Tieren * m⁻² als kurative Ausbringmenge entspricht (KOPPERT, 2013). Als Futter diente eine Zugabe von 240 sterilisierten Eiern von *Ephesia kuehniella* pro Netzkäfig (\cong 1 g x 250 m²), sowie je eine am 06.12.2011 pro Käfig zugegebene, stark mit *F. occidentalis* befallene Pflanze *O. basilicum* 'Genoveser'. Die erste Bonitur des Ausgangsbefalles fand am 11.11.2011 statt. Vierzehntägig wurde anschließend eine Bonitur der Nützlinge und Schädlinge im Gewächshaus zwischen dem 06.12.2011 und dem 17.02.2012, innerhalb und außerhalb der Käfige durchgeführt. Nach optischer Inspektion der Töpfe folgte ein vorsichtiges Ausschütteln über einer weißen Schale zur Erfassung der Anzahl juveniler und adulter *M. pygmaeus*, Thripse und Blattläuse auf den Pflanzen.

Im zweiten Teil der Untersuchung wurden am 22.02.2012 die Netzkäfige geöffnet um die Ausbreitung und Etablierung der *M. pygmaeus* im gesamten Gewächshaus beobachten zu können. 21 mit farbigen Holzstiften markierte Ananasminzen (*Mentha suaveolens* var. *variegata*), die gleichmäßig im Gewächshaus verteilt wurden, dienten hierbei als Bonitурpflanzen. Die Bonitur erfolgte 14tägig zwischen dem 07.03.2012 und dem 20.06.2012. Die zuvor markierten Pflanzen wurden zunächst optisch inspiziert und anschließend vorsichtig über einer weißen Schale ausgeschüttelt, um die Anzahl juveniler und adulter *M. pygmaeus*, Thripse und Blattläuse pro Pflanze zu erfassen. Darüber hinaus erfolgten eine Schadbonitur der Pflanzen nach obenstehendem Muster sowie eine Feststellung des Blütezeitpunktes. Da der Betrieb das Pflanzenstärkungsmittel Vi-Care zur Bekämpfung von echtem Mehltau auf allen Kulturen verwendete, endete der am 20.06.2012 auf Grund des Verbotes dieses Pflanzenstärkungsmittels (BVL, 2012).

2.32 Untersuchungen zum Auftreten von Trauermücken in einem Praxisbetrieb

In einem Betrieb mit ökologischer Topfkräuterproduktion wurde im Zeitraum 2012-2013 der Trauermückenbefall erfasst. Ziel war es, Eintragsquellen zu identifizieren und Gründe für den schwankenden Wirkungsgrad der Regulierungsmaßnahmen zu finden. Beispielhaft wurden drei Untersuchungsschwerpunkte gelegt und diese durch Wirksamkeitsversuchen am CKA ergänzt.

In zwei Produktionshäusern wurde

1. Gelbtafeluntersuchung: mit Gelbtafeln der Befall von adulten Trauermücken erfasst und parallel dazu die Töpfe nach Larven untersucht,
2. Substratuntersuchung: das verwendete Aussaatsubstrat in regelmäßigen Abständen auf Befall untersucht,
3. Nematodenuntersuchung: die ausgebrachten entomopathogenen Nematoden auf Vitalität hin geprüft.

Der Betrieb wurde ausgesucht, weil die Trauermückenbelastung phasenweise trotz intensiver Bekämpfungsmaßnahmen nicht regulierbar war und über die zuständige Beratung mit den Projektmitarbeitern Kontakt aufgenommen wurde.

Die Topfkräuterproduktion findet ganzjährig statt und ist im Winter auf ein beheiztes Gewächshaus begrenzt. In diesem Haus findet zu Saisonbeginn die Anzucht statt, von diesem Haus werden nach der Keimung der Kulturen die Töpfe in kühlere Häuser verteilt.

2.33 Gelbtafeluntersuchungen

In Abständen von drei Wochen wurden in den Produktionshäusern des Betriebes Gelbtafeln in den Kräutertöpfen aufgestellt und so der Befall mit adulten Trauermücken erfasst. Die Produktion des Betriebes fand über Winter in einem durchgehend beheizten Haus statt. In diesem Haus wurden über Winter durchgehend Töpfe produziert, angesät und vegetativ vermehrte Jungpflanzenpaletten aufgestellt. Mit steigenden Temperaturen wurde, ausgehend von der Anzucht in diesem *Warmhaus*, erst angekeimte Kräutertöpfe, später frisch besäte Töpfe auf die restlichen Häuser verteilt (*Kalthaus*).

Bei dem Haus handelte es sich um ein älteres Gewächshaus, mit Rolltischen auf denen die Töpfe auf Vlies mit Folienabdeckung aufgestellt wurden.

Als Behandlungsmaßnahmen gegen Trauermücken wurden im Betrieb Nematoden ausgebracht, in unregelmäßigen Abständen *B.t.i.* appliziert und gelegentlich Pyrethrumbehandlungen durchgeführt.

Die Gelbtafeln (Größe 7,5 x 20 cm) wurden auf Pflanzenhöhe in die Töpfe gesteckt und pro Rolltisch zwei Tafeln angebracht. Zu den Boniturterminen wurden die Trauermücken auf der Vorder- und Rückseite der Gelbtafel erfasst, zusätzlich drei Töpfe um diesen Messpunkt herum ausgetopft und mit einer Lupe nach Larven im Wurzelbereich abgesucht ohne dabei das Substrat aufzubrechen (Auswertung: Larve vorhanden/nicht vorhanden). Aufgrund der zeitweise hohen Trauermückenbelastung, wurde die Anzahl Trauermücken auf den Gelbtafeln in Befallsklassen eingeteilt (Tab. 27). Das Monitoring erfolgte nicht mit einem statistisch verrechenbaren System, sondern wird rein visuell dargestellt.

Tab. 27: Befallsklassen zur Erfassung der Trauermücken auf den Gelbtafeln, Betriebsmonitoring, 2012

	sehr starker Befall	entspricht Anzahl Trauermücken	> 300 bis unzählbar
	starker Befall		> 200
	Mittlerer Befall		> 100
	leichter - mittlerer Befall		> 50
	leichter Befall		> 10
	kein Befall		0-5

2.34 Substratuntersuchungen

In regelmäßigen Abständen wurde das Anzuchtsubstrat des Betriebes auf Trauermückenbefall untersucht. Mit der Untersuchung sollte nicht der Ausgangsbefall des gelieferten Substrates beschrieben werden, sondern betriebseigene Infektionsquellen des Substrates mit Trauermücken aufgezeigt werden.

Bei dem Substrat handelte es sich um eine Nullerde mit 70 % Torf und Anteilen aus Ton, Rindenumus und Holzhäckseln. Das Substrat wird in Big-Bales geliefert und vor dem Gewächshaus gelagert, für die Aussaat wird das Substrat in das Gewächshaus geholt und lose auf einem offenen Lagerplatz zwischengelagert. Von dort aus erfolgt im Produktionsraum das Befüllen der Töpfe, abgießen mit Nematoden (*Steinernema feltiae*), aussäen und ankeimen in einem Warmbereich mit anschließendem Aufstellen auf den Endproduktionstischen.

Aus dem jeweils aktuell für die Aussaaten verwendeten Substrat wurde eine Probe entnommen, durchmischt und damit jeweils 4 Töpfe (12 cm) gefüllt. Die Töpfe wurden im Gewächshaus auf Topfuntersetzer gesetzt, angegossen und mit Plexiglasröhren und Gazetop abgedeckt (Abb. 33). In die Röhren wurde jeweils eine Gelbtafel (7,5 x 10 cm) gesteckt. Die Auszählung der adulten Trauermücken auf den Gelbtafeln erfolgte über einen Zeitraum von vier Wochen, wobei die Gelbtafeln nicht getauscht wurden. Der letzte Zähltermin stellt somit die Gesamtsumme an Trauermücken pro Tafel und pro Topf dar.



Abb. 33: Substratbebrütung zur Feststellung eines Trauermückenbefalls

2.35 Untersuchungen zur Ausbringung von Nematoden zur Regulierung der Trauermücken

In dem untersuchten Betrieb werden direkt zur Aussaat Nematoden der Art *Steinernema feltiae* ausgebracht. Ausgehend von einer möglichen Belastung des Aussaatsubstrates kommt dieser Behandlung eine wichtige Bedeutung zu. Zielgröße ist die Ausbringung von 0,5 -1 Mio./m², tatsächlich werden ca. 0,8 Mio./m² ausgebracht. Die Wassermenge liegt bei 1-2 l Wasser/m². Die Nematoden werden wöchentlich bis zweiwöchentlich geliefert und bis zur Anwendung kühl gelagert. Die befüllten Töpfe werden erst gut angegossen (tropfnass). Die Nematodenlösung wird mit warmem Wasser (zu den Probeterminen gemessen: 28 °C) angerührt und dann in einer Gießkanne gefüllt und diese mit Wasser aufgefüllt. Die Nematodenlösung wird mit einer Gießkanne über die Töpfe ausgegossen. Der Vorgang findet immer zu den Aussaatterminen tagsüber statt. Nach der Behandlung und der Aussaat werden die Töpfe noch mit Sand (1 mm) abgedeckt.

Untersucht wurde die Ausbringungsmenge an Nematodenlösung, die Verteilgenauigkeit, die Vitalität und Konzentration der Nematoden in der Gieblösung. Zur Erfassung der Ausbringungsmenge wurde an zwei Terminen zur Behandlung Petrischalen (Ø 9 cm) auf die Töpfe (13er) gestellt, die Gießmenge aufgefangen, gemessen und anschließend wieder auf die Töpfe gegossen. Pro Termin wurden 17 Töpfe untersucht, die x-förmig über die Fläche verteilt wurden. Die Probennahmen fanden am 9.6. und am 23.7.2012 statt.

3.36 Prüfung der Effizienz der Raubmilben *Hypoaspis miles* und *Macrocheles robustulus* gegen Trauermücken (Sciaridae) im Versuchsanbau von *Petroselinum crispum*

Zur Untersuchung der Effizienz der Raubmilben *H. miles* und *M. robustulus* gegen Sciaridae wurden Versuche mit *P. crispum*-Töpfen durchgeführt. Auf Ebbe-Flut-Rolltischen im Forschungsgewächshaus des CKA sind hierfür jeweils zwei Parzellen pro Tisch mit je 30 Töpfen Petersilie (ca. 0,5 m²) einzeln mit Netzkäfigen, wie in Kapitel 0 beschrieben, abgedeckt worden. Die Pflanzen befanden sich in BBCH-Stadium 11 und waren ca. 3 cm hoch. Ein Primärbefall mit Sciaridae erfolgte bereits während der Anzucht in einem Gewächshaus mit hohem Trauermückenbefall. Anschließend wurden die Töpfe zufällig auf die einzelnen Varianten verteilt, um eventuelle Unterschiede der Stärke des Primärbefalls, die durch den Standort während der Anzucht bedingt waren, auszugleichen. Die beiden Raubmilben wurden von der Firma Koppert bezogen und mit einem Stereomikroskop bei 16facher Vergrößerung mit Hilfe eines feinen Haarpinsels und einer Pinzette in eine Petrischale ausgezählt. Pro Parzelle ergab sich eine Ausbringungsmenge von 125 Raubmilben ($\hat{=}$ 250/m²), die gleichmäßig über alle Töpfe ausgestreut wurden. Als Kontrollvarianten dienten eine Variante mit *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (= *B.t.i.*, 3,5 g/m² BioMükk® WDG, Biofa AG, Münsingen, D), sowie eine Nullkontrolle ohne Pflanzenschutz. Der Versuch lief über 28 Tage, wobei nach 14 Tagen eine erneute Ausbringung der Raubmilben sowie des *B.t.i.* in gleicher Aufwandmenge wie zu Versuchsbeginn erfolgte. Der Erfolg der Pflanzenschutzmaßnahmen wurde über gelbe Klebetafeln bonitiert, die in den Bestand gehängt wurden. Alle sieben Tage erfolgte hierbei ein Austausch der auf 4 * 20 cm Größe geschnittenen Gelbtafeln, die jeweils direkt über die Blätter der Pflanzen auf einen Holzstock gesteckt wurden zwecks Auszählung. Nach Entnahme aus dem Bestand wurden die Tafeln in durchsichtige Polyethylenfolie (PE) eingeschlagen um anschließend die Anzahl der gefangenen Sciaridae auszählen zu können. Die Durchführung des gesamten Versuches geschah in zweifacher Wiederholung in einem randomisierten Blockdesign in einem Gewächshaus am CKA.

2.37 Statistische Auswertung

Eine Aufbereitung aller Daten erfolgte zunächst mit Microsoft Excel 2010, mit diesem Programm wurden auch die entsprechenden Grafiken erstellt. Für die statistische Auswertungsdiente die Analysesoftware IBM SPSS Statistics20. In diesem Programm fand Erstellung der dargestellten Boxplots statt. Paarweise Vergleiche wurden mit einem T-Test, Varianzanalyse nach Versuch mittels Duncan, Tukey oder Ryan-Einot-Gabriel-Welsch-F-Test

durchgeführt. Signifikanzen wurden mit einem Konfidenzintervall von 95 % getestet, was einem Signifikanzniveau von $\alpha \leq 0,05$ entspricht.

.....

3. Ergebnisse

3.1 Einfluss niedriger Temperaturen auf die Individual- und Populationsentwicklung von *Myzus persicae* an *Petroselinum crispum*

Die Temperatur zeigte einen großen Einfluss auf die Populationsentwicklung von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum*. Die Dauer der Entwicklung (T_d) und damit einer Blattlausgeneration unterschied sich zwischen den vier getesteten Temperaturvarianten signifikant (ANOVA, REGW-F Test, $\alpha \leq 0,05$). Die längste Entwicklungszeit von durchschnittlich 13,1 Tagen bis zum Absetzen der ersten Nymphen zeigten die Blattläuse bei der niedrigsten Temperatur von 15 °C (Tab. 28). Eine Erhöhung der Temperatur auf 20 °C führte zu einer ca. 20 % schnelleren Entwicklung, so dass die ersten Nachkommen nach durchschnittlich 10,6 Tagen abgesetzt wurden. Bei 25 °C zeigten die Tiere die maximale T_d , so dass die ersten Blattlausnymphen bereits von durchschnittlich 8 Tage alten Imagines abgesetzt wurden, was einer erneuten Reduktion der Entwicklungszeit von ca. 25 % entspricht. Eine weitere Erhöhung der Temperatur auf 30 °C führte zu einem 100%igen Ausfall der *M. persicae*, die keine 24 Stunden überlebten (Abb. 34).

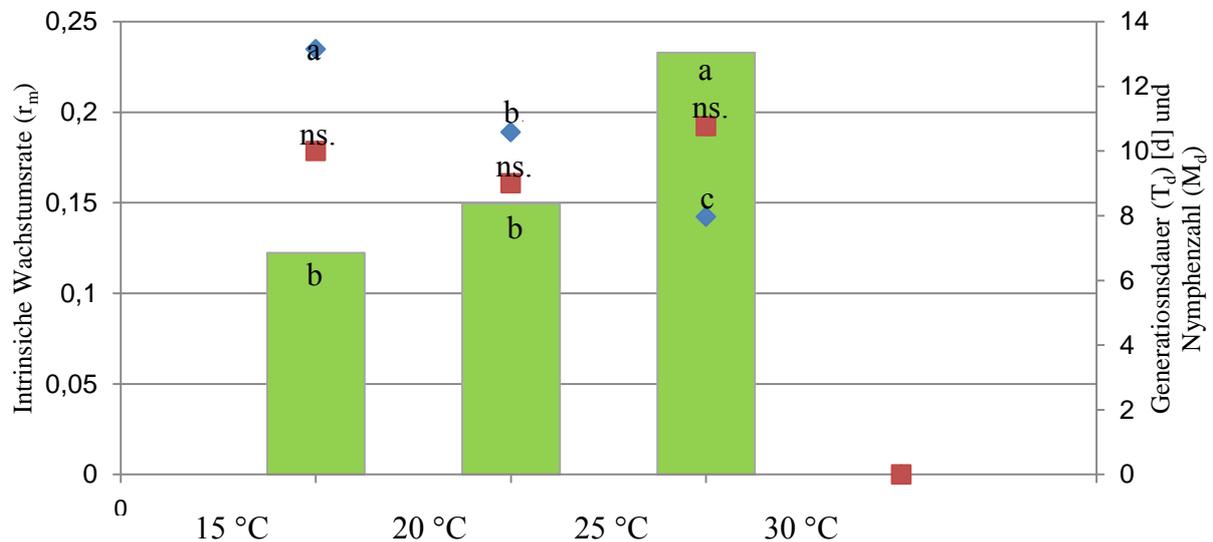


Abb. 34: Intrinsische Wachstumsrate r_m (nach WYATT & WHITE 1977) von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum* bei unterschiedlichen Temperaturen (Primärachse), dazu entsprechend Generationsdauer T_d und Nymphenzahl in $T_d = M_d$ (beide Sekundärachse). $n = 3-25$. Verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, REGW-F Test, $\alpha \leq 0,05$) ns = nicht signifikant

Die Anzahl, der in der Generationszeit ($\cong T_d$) ab den ersten Nachkommen abgelegten Nymphen (M_d), unterschied sich in den drei Varianten zwischen 15 °C und 25 °C nicht signifikant (Tab. 28). In der kühleren Variante wurden durchschnittlich 10 Nachkommen pro Imago abgelegt, bei 20 °C waren es 10% weniger. Bei 25 °C wurden in der kürzesten Zeit mit durchschnittlich 10,8 Nymphen die meisten Nachkommen produziert (Abb. 34).

Auf Grund der kürzesten Entwicklungszeit und der meisten Nachkommen pro Generationsdauer zeigte *M. persicae* bei 25 °C die höchste intrinsische Wachstumsrate der Population (r_m) von 0,233 Nymphen $\cdot \text{♀} \cdot \text{Tag}^{-1}$ (Tab. 28). Dies ist eine statistisch signifikante Steigerung gegenüber den beiden kühleren Varianten (ANOVA, REGW-F Test, $\alpha \leq 0,05$). So erreichten die Blattläuse wegen der langsameren Entwicklung bei annähernd gleicher Nachkommenzahl eine r_m von 0,122 bei 15 °C und eine leicht gesteigerte r_m von 0,150 bei 20 °C. Auf Grund des Totalausfalls der Tiere bei 30 °C konnte keine Wachstumsrate der Population ermittelt werden (Abb. 34).

Die Zeit D, in der sich die Größe der Blattlauspopulation verdoppelte, unterlag somit ebenfalls stark dem Einflussfaktor Temperatur. So dauerte es bei 15 °C 5,8 Tage bis sich die Population verdoppelt. Bei 20 °C reduzierte sich die Zeit leicht auf 5,2 Tage (statistisch nicht signifikant). Bei 25 °C reduzierte sich D signifikant auf nur noch 3,1 Tage (Tab. 28).

Tab. 28: Einfluss der Temperatur auf Populationswachstum von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum*

	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
T_d Präreproduktionszeit/ Generationsdauer [d]	13,14a ¹	10,58b	7,96c	0*
M_d Anzahl Nymphen $\cdot \text{♀}^{-1} \cdot T_d^{-1}$	10,0ns	9,0	10,77	0
r_m Intrinsische Wachstumsrate der Population [$\text{♀} \cdot \text{♀}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$]	0,122b	0,150b	0,233a	0
D Generation doubling time [d]	5,8 a	5,2 a	3,1 b	0

¹ verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede, ns = nicht signifikant (ANOVA, REGW-F Test, $\alpha \leq 0,05$). * Bei 30 °C starben alle *M. persicae* innerhalb der ersten 24 h

3.2 Einfluss der Tageslichtlänge auf die Individual- und Populationsentwicklung von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum*

Die Tageslichtlänge zeigt einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklungsgeschwindigkeit von *M. persicae*-Populationen auf *P. crispum* (Abb. 35). In den in Klimakammern am Campus Klein-Altendorf durchgeführten Versuchen zeigte sich auf Petersilie bei 16 Stunden Belichtung die kürzeste Entwicklungszeit (T_d) von durchschnittlich 8,15 Tagen, bis es zur Geburt der ersten Nachkommen kam. Bei einer Verkürzung der Tageslichtlänge auf elf Stunden verlängerte sich diese Präreproduktionszeit auf 8,4 Tage. Eine erneute Reduktion der Tageslichtlänge auf nur noch sechs Stunden erhöhte die Entwicklungszeit der Blattläuse von Geburt bis zur Produktion ihrer ersten Nachkommen, statistisch signifikant um weitere ca. 15 % auf 9,67 Tage (Tab. 29). Auch die Anzahl der Nymphen, die die *M. persicae* auf *P. crispum* ablegten, wurde von der Tageslichtlänge maßgeblich beeinflusst. Bei 16stündiger Beleuchtung der Pflanzen gebaren die Blattläuse durchschnittlich 18,6 Nachkommen während der Generationszeit ($\triangleq T_d$). Dieser M_d genannte Wert, verringerte sich bei auf elf Stunden verkürzter Tageslichtlänge um über 30 % auf 12,8 Nachkommen. Eine weitere Verkürzung auf nur noch 6 Stunden führte zu einer statistisch signifikanten Reduktion der geborenen Nymphenanzahl auf 10,7.

Durch eine reduzierte Nachkommenzahl (M_d) bei verlängerter Generationszeit T_d kommt es zu einem reduzierten Populationswachstum bei verkürzter Tageslichtlänge (Abb. 35). Die intrinsische Wachstumsrate r_m der *M. persicae* betrug bei 16stündiger Beleuchtung 0,267 auf *O. basilicum* (Tab. 29). Bei 11 stündiger Beleuchtung verringerte sich r_m um ca. 15% auf 0,229. Bei 6 stündiger Tageslichtlänge betrug r_m lediglich 0,167, eine statistisch signifikante Reduktion um 26% bzw. 36% zu den länger belichteten Varianten. Somit erhöhte sich die Zeit D , die benötigt wird bis sich die Größe der Blattlauspopulation verdoppelt, von 2,9 bzw. 3 Tagen bei 16 und 11 Stunden Licht um über 36% auf 4,8 Tage (Tab. 29).

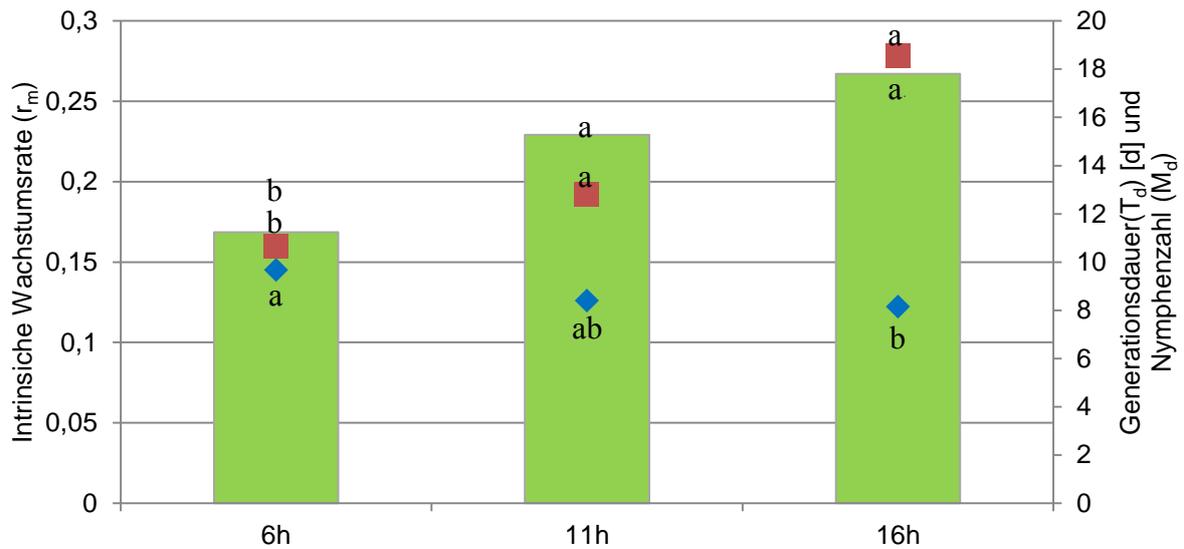


Abb. 35: Intrinsische Wachstumsrate r_m (nach WYATT & WHITE 1977) von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum* bei unterschiedlicher Tageslichtlänge (Primärachse), dazu entsprechend Generationsdauer T_d ♦ und Nymphenzahl in $T_d = M_d$ ■ (beide Sekundärachse). $n = 3-25$. Verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, REGW-F-Test $\alpha \leq 0,05$)

Tab. 29: Einfluss der Tageslichtlänge (in h) auf die Individual- und Populationsentwicklung von *Myzus persicae* an *Petroselinum crispum* und *Brassica oleracea* var. *sabellica*

	<i>P. crispum</i>			<i>B. oleracea</i>		
	6 h	11 h	16 h	6 h	11 h	16 h
T_d Präreproduktionszeit/ Generationsdauer [T_d]	9,67a	8,40ab	8,15b	9,22ab	8,05b	7,68b
M_d Anzahl Nymphen $* \varphi^{-1} * T_d^{-1}$	10,67b	12,78ab	18,55a	16,86ab	15,53ab	18,94a
r_m Intrinsische Wachstumsrate der Population $[\varphi * \varphi^{-1} * d^{-1}]$	0,169b	0,229a	0,267a	0,226ab	0,242b	0,282a
D Generation doubling time [d]	4,8a	3,0b	2,9b	3,4b	3,2b	2,6b

verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, REGW-F Test, $\alpha \leq 0,05$) $n = 3-25$

3.3 Einfluss der Blattmorphologie von *Petroselinum crispum* auf die Populationsentwicklung von *Myzus persicae*

Die Blattmorphologie von *P. crispum* zeigt keinen signifikanten Einfluss auf die Populationsentwicklung von *M. persicae* (Abb. 36). Insgesamt durchliefen die Blattläuse ihre Entwicklung bis zur Ablage der ersten Nachkommen (T_d) auf *P. crispum* mit krausen Blättern mit 8,73 Tagen etwas schneller als auf der glattblättrigen Sorte (10,07 Tage) und sogar schneller als auf der Ursprungswirtspflanze *B. oleracea* (9,64 Tage), jedoch statistisch nicht signifikant (Tab. 30). Die anschließende Zahl der Nachkommen M_d , während der Generationsdauer war hingegen auf *P. crispum* mit krausen Blättern mit nur 7,2 Nachkommen auch am geringsten. Auf der glattblättrigen Variante wurden im entsprechenden Zeitraum 10,15 Nymphen (+ 14 %) abgesetzt. Signifikant mehr Nachkommen wurden von *M. persicae* hingegen auf *B. oleracea* abgesetzt (17,29). Dementsprechend ergab sich für *P. crispum* mit krausen Blättern die geringste intrinsische Wachstumsrate der Population (r_m) von $0,161 \text{ ♀} \cdot \text{♀}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Auf der Sorte mit glatten Blättern entwickelte sich die Blattlauspopulation etwas stärker mit einem r_m -Wert von 0,176. Die höchste Wachstumsrate von 0,211 wurde auf der ursprünglichen Wirtspflanze *B. oleracea* var. *sabellica* erreicht, jedoch statistisch nicht signifikant.

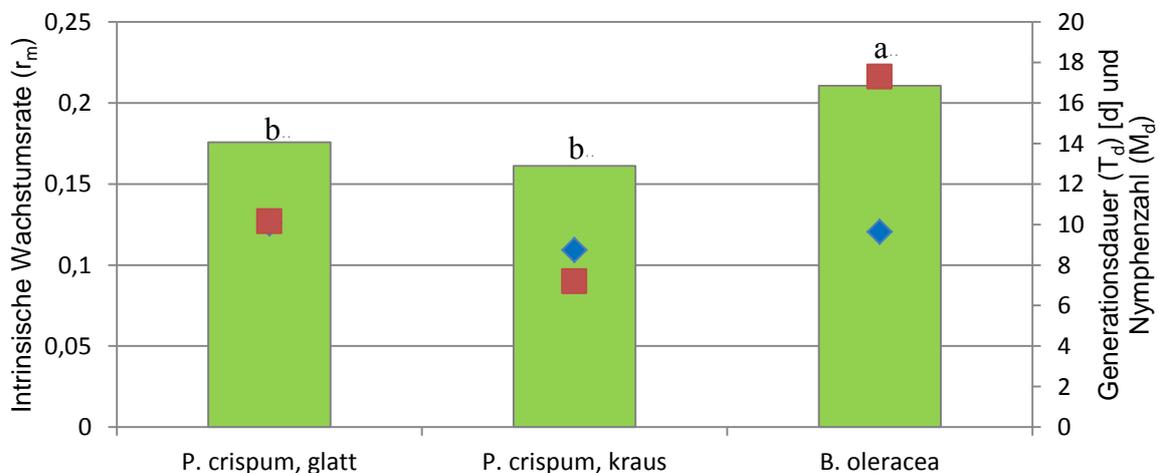


Abb. 36: Intrinsische Wachstumsrate r_m ■ (nach WYATT&WHITE 1977) von *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum* bei unterschiedlicher Tageslichtlänge (Primärachse), dazu entsprechend Generationsdauer T_d ♦ und Nymphenzahl in $T_d = M_d$ ■ (beide Sekundärachse). Verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede für M_d (ANOVA, Tukey-Test $\alpha \leq 0,05$), T_d und r_m sind nicht signifikant, $n = 13-28$

Dementsprechend zeigte sich in der Kontrollvariante auf *B. oleracea* auch die geringste Verdopplungsdauer der Generation (D) von 4,41 Tagen (Tab. 30). Die Größe der Population auf glattblättriger *P. crispum* verdoppelte sich nach 5,18 Tagen und auf der krausen Sorte dauerte es 5,66 Tage, der Unterschied zwischen beiden Pflanzen war statistisch nicht signifikant.

Tab. 30: Einfluss der Blattmorphologie von *Petroselinum crispum* auf die Populationsentwicklung von *Myzus persicae*

	<i>P. crispum</i> , glatt	<i>P. crispum</i> , kraus	<i>B. oleracea</i>
T_d			
Präreproduktionszeit/ Generationsdauer [T_d]	10,05 ns	8,73	9,64
M_d			
Anzahl Nymphen * \varnothing^{-1} * T_d^{-1}	10,15 b	7,20 b	17,29 a
r_m			
Intrinsische Wachstumsrate der Population [\varnothing * \varnothing^{-1} * d^{-1}]	0,176 ns	0,161	0,211
D			
Generation doubling time [d]	5,18 ns	5,66	4,41

ns = nicht signifikant, verschiedene Buchstaben in einer Zeile zeigen statistisch signifikante Unterschiede an (ANOVA Tukey-Test, $\alpha \leq 0,05$)
n = 13-28

3.4 Wirtspflanzenpräferenz von *Myzus persicae*

Die Wirtspflanzenpräferenz von *M. persicae* wurde auf vier verschiedenen Topfkräutern *Petroselinum crispum*, *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata* und *Boraga officinalis* untersucht. Diepolyphagen Tiere waren während dieses Versuches in der Lage sich von der Wirtspflanze der Stammzucht (*B. oleracea*) an alle vier angebotenen Pflanzen anzupassen und sich auf ihnen zu vermehren, was anhand eines Anstieges der Anzahl Blattläuse pro Pflanze von sieben auf vierzehn Tagen nach Ausbringung deutlich wurde (Abb. 37).

Die Stärke der Entwicklung unterschied sich in den einzelnen Arten allerdings stark. Bereits nach sieben Tagen zeigte sich eine Präferenz der Tiere für die angebotene glatte Petersilie, die mit bis zu 100 Tieren pro Pflanze statistisch signifikant am stärksten befallen war (Abb. 37).

Dabei wies nur *P. crispum* Pflanzen mit sehr starkem Befall und keine befallsfreie Pflanze auf (Abb. 38). Lediglich auf zwei von 54 Pflanzen der stark behaarten Art *B. officinalis* entwickelte sich ebenfalls ein starker Befall mit *M. persicae* nach sieben Tagen. Dem stand jedoch die höchste Anzahl befallsfreier Pflanzen gegenüber. Auf den Pflanzen mit höherem Anteil an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, *O. basilicum* und *M. spicata*, entwickelten sich die Blattläuse während der ersten sieben Tage etwa gleich, mit einem sehr vielen leicht (1-2 Blattläuse pro Pflanze) befallener Pflanzen (Abb. 38).

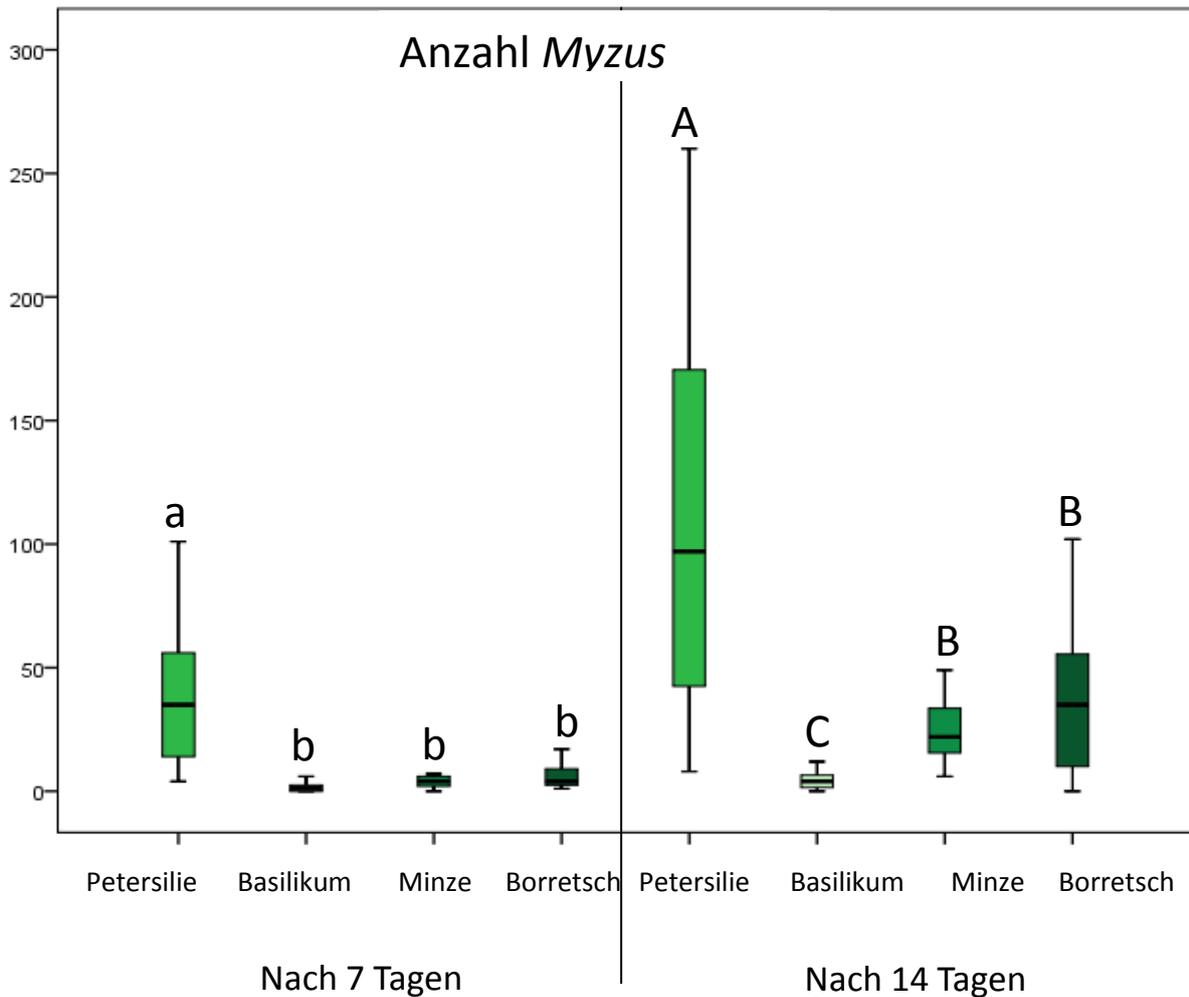


Abb. 37: Befall unterschiedlicher Topfkräuter mit *Myzus persicae* nach jeweils 7 und 14 Tagen. Unterschiedliche Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede an (ANOVA Tukey HSD, $\alpha \leq 0,05$). Zweiter Durchgang, n = 27

Nach 14 Tagen hatte sich der Blattlausbesatz auf allen angebotenen Wirtspflanzen stark vergrößert (Abb. 37). Die *M. persicae* entwickelten sich weiterhin am besten auf *P. crispum*, die mit bis zu 250 Blattläusen * Topf¹ befallen war. Zu diesem späteren Boniturtermin ließ sich jedoch auch eine statistisch signifikante Differenzierung (Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$) der Entwicklung auf den anderen drei Pflanzenarten vornehmen (Abb. 37). Wie bereits nach einer Woche angedeutet, zeigte sich die zweitstärkste Entwicklung der Blattläuse auf *B. officinalis*, wobei dies primär einigen sehr stark befallenen Pflanzen geschuldet war, da sich auch der größte Anteil unbefallener Pflanzen in dieser Art fand (Abb. 38). Die zweitschwächste Entwicklung zeigte sich auf der haarigen *M. spicata*, gefolgt von *O. basilicum*, welches ebenfalls viele sekundäre Inhaltsstoffe enthielt.

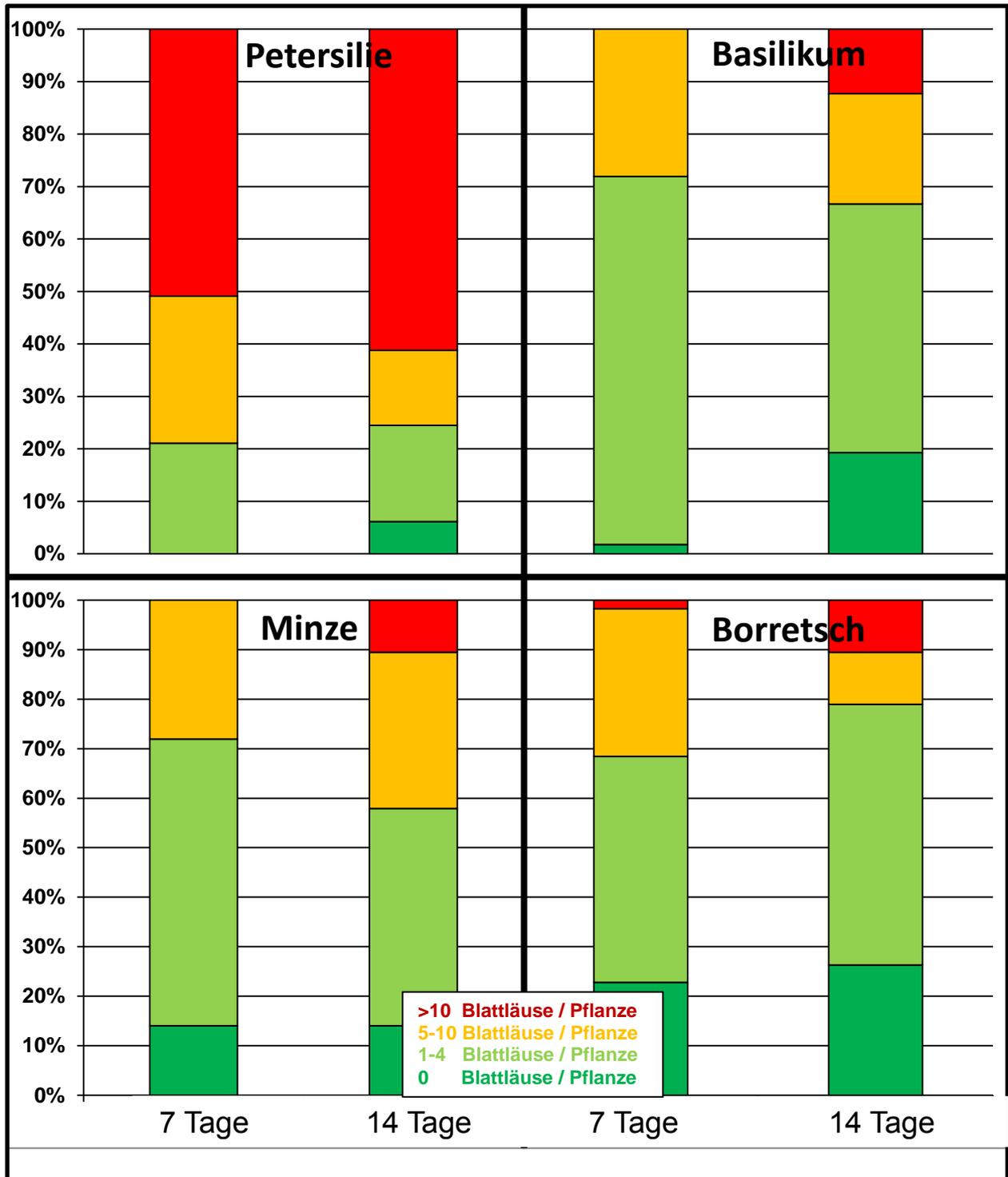


Abb. 38: Befall unterschiedlicher Topfkraüter mit *Myzus persicae* nach jeweils 7 und 14 Tagen. Unterschiedlich gefärbte Balken zeigen Häufigkeit verschiedener Befallsstärken der einzelnen Töpfe an [%], Boniturschema nach DASSONVILLE ET AL. 2012. n = 54

3.5 Einfluss verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von *Aulacorthum solani*

Bei der Untersuchung des Einflusses verschiedener Basilikumsorten *O. basilicum* auf die Populationsentwicklung von *A. solani* wurden die Blattläuse auf Blätter insgesamt sechs verschiedener Sorten aufgebracht. Dabei zeigten sich große Unterschiede in der Anzahl der Nachkommen, die von den Blattläusen über einen Zeitraum von fünf Tagen abgesetzt wurden. Die höchste Nachkommenproduktion zeigten die Insekten auf der Sorte ‚Wild Red‘, auf der durchschnittlich 10,8 Tiere geboren wurden. Kaum geringer war die Nachkommenproduktion auf der Sorte ‚Ajaka‘ mit 9,6 Nymphen pro adulter Laus. Die Sorte ‚Dark Lady‘ gehörte mit 7,9 Nymphen * ♀⁻¹ ebenfalls zu den Sorten mit hoher Nachkommenzahl. Auf den Blättern der Sorten ‚Feronia‘, ‚Wild Magic‘ und ‚Lhasa‘ entwickelten sich mit 1,4, 0,2 und 0,0 Nymphen * ♀⁻¹ hingegen kaum Nachkommen von *A. solani*. Statistisch signifikant waren diese Unterschiede jedoch nicht (Tab. 31).

Tab. 31: Anzahl überlebender adulter *Aulacorthum solani* auf verschiedenen *Ocimum basilicum* Sorten, sowie Mortalitätsrate und Nachkommenzahl der Blattläuse über einen Zeitraum von fünf Tagen

Variante	Anzahl Adulte (nach 5 Tagen)	Mortalitäts- rate [%]	Gesamte Nachkommen	Nachkommen * ♀ ⁻¹
Ajaka	1,4 ± 0,55ab ¹	53,3	47	9,6 ± 9,5 ns
Dark Lady	1,2 ± 0,84 ab	60,0	37	7,4 ± 7,3
Feronia	1,0 ± 0,71 ab	66,6	7	1,4 ± 3,1
Lhasa	0,6 ± 0,55 bc	80,0	0	0,0 ± 0,0
WildMagic	0,2 ± 0,45 c	93,3	1	0,2 ± 0,5
Wild Red	1,6 ± 0,55a	46,6	54	10,8 ± 14,5

¹ verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA Duncan-Test, $\alpha \leq 0,05$), ns = nicht signifikant, n = 5 (verändert nach PREUSS, 2013)

Im Laufe des Versuches kam es in den Petrischalen zu einem steten Absterben der Blattlausimagines über die fünftägige Versuchsdauer (Abb. 39). Dabei zeigte sich die höchste Sterblichkeitsrate von 93,3 % bei der Sorte ‚Wild Magic‘. Damit unterschied sie sich statistisch signifikant von den drei Sorten, die auch die meisten Nachkommen hatten: ‚Ajaka‘, ‚Dark Lady‘ und ‚Wild Red‘. Die zweithöchste Mortalitätsrate konnte bei der Sorte ‚Lhasa‘ festgestellt werden, auf deren Blättern 80 % der ursprünglich aufgesetzten Blattläuse starben. Geringer war die Mortalität bei ‚Feronia‘ mit 66,6 % ‚Dark Lady‘ mit 60 % und ‚Ajaka‘ mit 53,3 %. Die geringste Sterblichkeit wurde in diesem Versuch auf Blättern der Basilikumsorte ‚Wild Red‘ gemessen, auf der lediglich 46,6 % der ursprünglich ausgebrachten Imagines von *A. solani* während des Versuches starben (Tab. 31).

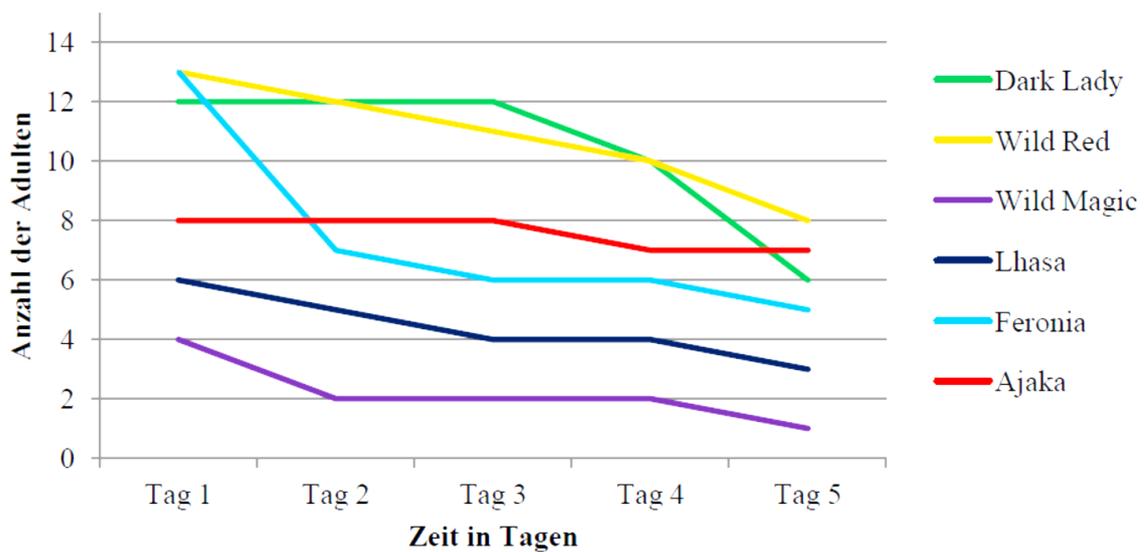


Abb. 39: Abnahme der Anzahl lebender Blattlausimagines im Versuch zum Einfluss verschiedener Sorten *Ocimum basilicum* auf *Aulacorthum solani* (PREUSS 2013)

3.6 Einfluss ätherischer Öle verschiedener Basilikumsorten auf die Populationsdynamik von *Aulacorthum solani*

Die ätherischen Öle der sechs verschiedenen Basilikumsorten von *O. basilicum*, zeigten einen deutlichen Einfluss auf die Anzahl der Nachkommen, von *A. solani* während des fünftägigen Versuches. Auch die Konzentration der Öle war hierbei entscheidend.

Tab. 32: Anzahl überlebender adulter *Aulacorthum solani* auf *Ocimum basilicum* ‚Genoveser‘ in Abhängigkeit von den ätherischen Ölen verschiedenen *Ocimum basilicum* Sorten, sowie Mortalitätsrate und Nachkommenzahl der Blattläuse über einen Zeitraum von fünf Tagen

Variante	Anzahl Adulte (nach 5 Tagen)	Mortalitäts- rate [%]	Gesamte Nachkommen	Nachkommen * ♀ ⁻¹	
Ajaka 1 µl	2,67 ± 0,47ns	11,1	46	15,3 ± 1,9	ab
Ajaka 2 µl	2,67 ± 0,47	11,1	52	17,3 ± 6,8	ab
Dark Lady 1 µl	2,33 ± 0,47	22,2	40	13,3 ± 2,6	ab
Dark Lady 2 µl	2,33 ± 0,47	22,2	81	27,0 ± 5,4	a
Feronia 1 µl	1,67 ± 0,47	44,4	29	9,7 ± 5,6	b
Feronia 2 µl	1,33 ± 0,47	55,6	41	13,7 ± 4,0	ab
Lhasa 1 µl	2,33 ± 0,47	22,2	59	19,7 ± 1,7	ab
Lhasa 2 µl	1,67 ± 1,25	44,4	54	18,0 ± 13,5	ab
Wild Magic 1 µl	1,33 ± 0,47	55,6	35	11,7 ± 5,4	b
Wild Magic 2 µl	2,00 ± 0,00	33,3	47	15,7 ± 1,7	ab

verschiedene Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA-Duncan-Test $\alpha \leq 0,05$), ns = nicht signifikant. n = 5 (verändert nach PREUSS 2013)

Die meisten Nachkommen (27,0) gebaren die Blattläuse, die in Petrischalen mit 2 µl des Öles der Sorte ‚Dark Lady‘ gehalten wurden. Die zweithöchste Nachkommenzahl von 19,7 wurde in der Variante ‚Lhasa‘ 1 µl erreicht, gefolgt von ‚Lhasa‘ 2 µl mit durchschnittlich 18,0 Nymphen * ♀⁻¹. Die Sorte ‚Ajaka‘ lag mit 15,3 (1 µl) und 17,3 (2 µl) Nachkommen im Mittelfeld. Etwas darunter lag die Sorte ‚Wild Magic‘ mit 11,7 und 15,7 Nymphen pro Imago. Die niedrigste Nachkommenzahl von 9,7 wurden in der Variante ‚Feronia‘ 1 µl erzielt. Allgemein zeigte sich, dass die Nachkommenzahl mit Erhöhung der Konzentration der reinen ätherischen Öle der einzelnen Basilikumsorten anstieg (Tab. 32).

Die Sterblichkeitsrate der Blattläuse war in diesem Versuch mit *A. solani* auf *O. basilicum* ‚Genoveser‘ geringer als zuvor auf den Blättern der verschiedenen Basilikumsorten. Die geringste Mortalitätsrate von 11,1% zeigte sich in den Varianten mit Öl der Sorte ‚Ajaka‘. Beide ‚Dark Lady‘ sowie die ‚Lhasa‘ 1 µl-Variante zeigten eine leicht erhöhte Sterblichkeit von 22,2%. ‚Wild Magic‘ lag in der 2 µl-Variante mit 33,3% im

Mittelfeld, eine etwas höhere Mortalität von 44,4% konnte bei ‚Feronia‘ 1 μ l und ‚Lhasa‘ 2 μ L festgestellt werden. Die höchste Sterblichkeit von 55,6 % ergab sich in den Varianten ‚Feronia‘ 2 μ l und ‚Wild Magic‘ 1 μ l. Statistisch signifikant waren diese Unterschiede jedoch nicht (Tab. 32).

3.7 Einfluss niedriger Temperatur sowie Lichtreduktion auf die Parasitierungsleistung verschiedener Schlupfwespenarten im Einsatz gegen *Myzus persicae*

Durch alle Durchgänge parasitierten die drei verwendeten Schlupfwespenarten *Aphidius colemani*, *A. matricariae* und *Ephedrus cerasicola* sowohl bei Dunkelheit als auch bei einer Beleuchtung von 3000 lx. Dabei zeigte sich kontinuierlich eine signifikant höhere Parasitierung bei den beleuchteten Varianten sowohl bei 10 °C als auch bei 20 °C (Tab. 33 und Tab. 34).

Tab. 33: Parasitierungsrate und Reduktion der Parasitierungsrate von *Myzus persicae*, parasitiert bei 10 °C bzw. 20 °C und 3.000 lx bzw. Dunkelheit von drei verschiedenen Parasitoiden. Durchgang 1. (nach HEHNEN ET AL. 2013)

Parasitoid	Temperatur		20 °C		10 °C	
	Licht		3.000 lx	0 lx	3.000 lx	0 lx
<i>Aphidius colemani</i>	48,5 *	14,0	(- 71,1 %) ¹	16,0	13,5	(- 15,6 %)
<i>Aphidius matricariae</i>	74,5 ***	14,5	(- 80,5 %)	30,0	15,5	(- 48,3 %)
<i>Ephedrus cerasicola</i>	73,0 ***	10,5	(- 85,6 %)	48,5 ***	4,0	(- 91,8 %)

n =20 *M. persicae* synchronisieren Alters parasitiert von einem Parasitoiden (♀) ebenfalls synchronisiertem Alters während einer vierstündigen Ovipositionszeit. ¹ Reduktion der Parasitierungsrate von 3.000 lx zu 0 lx in %. * statistisch signifikanter Unterschied zwischen der 3.000 lx und 0 lx Variante gleicher Temperatur (t-test, $\alpha \leq 0,05$), ** ($\alpha \leq 0,01$), *** ($\alpha \leq 0,001$)

Im ersten Durchgang parasitierte *A. matricariae* mit 74,4 % der angebotenen Blattläuse bei 20 °C und 3.000 lx die meisten Tiere. Bei gleicher Temperatur reduzierte sich bei Dunkelheit die Parasitierungsleistung statistisch signifikant um 80,5 % auf 14,5 %. Eine etwas geringere Parasitierungsleistung von 73,0 % erzielte bei 20 °C *E. cerasicola*. Bei dieser Schlupfwespenart kam es zur höchsten Reduzierung der Parasitierungsrate in Dunkelheit von 85,6 % auf 10,5 % der Blattläuse. *Aphidius matricariae* parasitierte im ersten Durchgang mit 48,5 % die wenigsten *M. persicae* bei 20 °C und 3.000 lx, dafür jedoch die meisten (14 %) in Dunkelheit und zeigte so die geringste Abnahme der Parasitierungsleistung von 71,1 % (Tab. 33).

Bei 10 °C zeigte sich insgesamt eine signifikant geringere Parasitierungsleistung bei 3.000 lx. Hier parasitierte *E. cerasicola* mit 48,5 % die meisten der angebotenen *M. persicae* bei 3.000 lx, statistisch signifikant 91,8 % mehr als bei Dunkelheit (4,0 %). *A. matricariae* parasitierte mit 30% die zweitmeisten Blattläuse in der beleuchteten Variante, 48,3 % mehr als bei Dunkelheit. *A. colemani* parasitierte auch bei 10 °C die wenigsten Blattläuse und zeigte die geringste Beeinflussung durch Veränderungen in der Belichtung (16 % bei Licht und 13,5 % bei Dunkelheit) von 15,6 % (Tab. 33). Insgesamt zeigte sich eine trotz recht hoher Streuung in der Anzahl der Blattläuse, die die Schlupfwespen parasitierten, klare Tendenzen bezüglich des Licht- und Temperatureinflusses (Abb. 40).

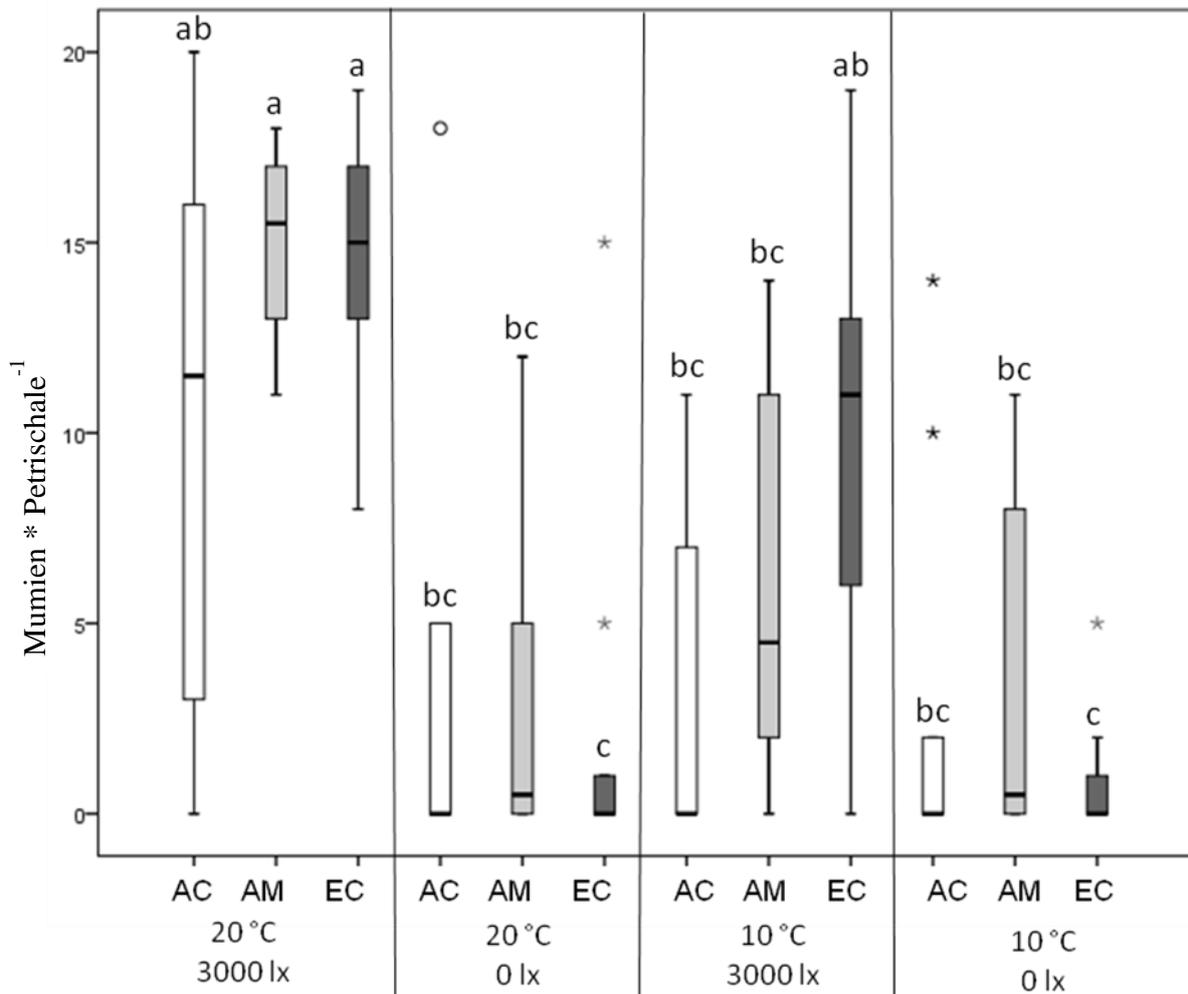


Abb. 40: Anzahl Blattlausmumien pro Petrischale mit $n = 20$ alterssynchronisierten *Myzus persicae* parasitiert in einem vierstündigen Ovipositionszeitraum unter verschiedenen Klimabedingungen von unterschiedlichen Parasitoiden. AC = *Aphidius colemani*, AM = *A. matricariae*; EC = *Ephedrus cerasicola*. $n = 10$. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha \leq 0,05$)

Im zweiten Durchgang war die Parasitierungsleistung der verwendeten Schlupfwespen insgesamt geringer, insbesondere die Art *Ephedrus cerasicola* zeigte hier eine große Variabilität (Tab. 34). Im Gegensatz zum ersten Durchgang betrug die Parasitierungsleistung dieses Parasitoiden bei 20 °C und 3.000 lx Beleuchtung lediglich 31 %. Bei der gleichen Temperatur ohne Licht reduzierte sich die Anzahl der parasitierten Blattläuse allerdings um lediglich 19,4 %, so dass mit 25 % parasitierter *M. persicae* der höchste Wert für alle Null lx-Varianten erzielt wurde, statistisch nicht unterschiedlich zur beleuchteten Variante. *A. colemani* parasitierte 55 % der 20 angebotenen Blattläuse bei 20 °C und 3.000 lx, 86,5 % mehr als in Dunkelheit (7,5 %). *A. matriariae* konnte 41 % Parasitierungsleistung erzielen, dafür bei Dunkelheit lediglich 6,5 % (-84,1 %).

Tab. 34: Parasitierungsrate und Reduktion der Parasitierungsrate von *Myzus persicae*, parasitiert bei 10 °C bzw. 20 °C und 3.000 lx bzw. Dunkelheit von drei verschiedenen Parasitoiden. Durchgang 2.

Parasitoid	Temperatur		20 °C		10 °C	
	Licht					
		3.000 lx	0 lx	3.000 lx	0 lx	
<i>Aphidius colemani</i>	55,5 ***	7,5 (- 86,5 %) ¹	16,5	9,5 (- 42,4 %)		
<i>Aphidius matricariae</i>	41,0 **	6,5 (- 84,1 %)	8,0	6,0 (- 25,0 %)		
<i>Ephedrus cerasicola</i>	31,0	25,0 (- 19,4 %)	9,0	7,5 (- 16,7 %)		

n = 20 *M. persicae* synchronisieren Alters parasitiert von einem Parasitoiden (♀) ebenfalls synchronisiertem Alters während einer vierstündigen Ovipositionszeit. 1 Reduktion der Parasitierungsrate von 3.000 lx zu 0 lx in %. * statistisch signifikanter Unterschied zwischen der 3.000 lx und 0 lx Variante gleicher Temperatur (t-test, $\alpha \leq 0,05$), ** ($\alpha \leq 0,01$), *** ($\alpha \leq 0,001$)

Bei 10 °C verringerte sich die Parasitierungsrate mit 3.000 lx erneut signifikant zu den 20 °C-Varianten. Bei Dunkelheit zeigten sich wie auch im ersten Durchgang keine signifikanten Unterschiede zwischen der hohen und niedrigen Temperatur (Abb. 41). Die höchste Parasitierungsleistung erzielte *A. colemani* mit 16,5% bei 3.000 lx, 42,4 % mehr als bei Dunkelheit (Tab. 34). *A. matricariae* und *E. cerasicola* unterschieden sich mit 8,0 % und 9,0 % bei 3.000 lx und 6 % bzw. 7,5 % im zweiten Durchgang bei der niedrigen Temperatur von 10 °C kaum voneinander.

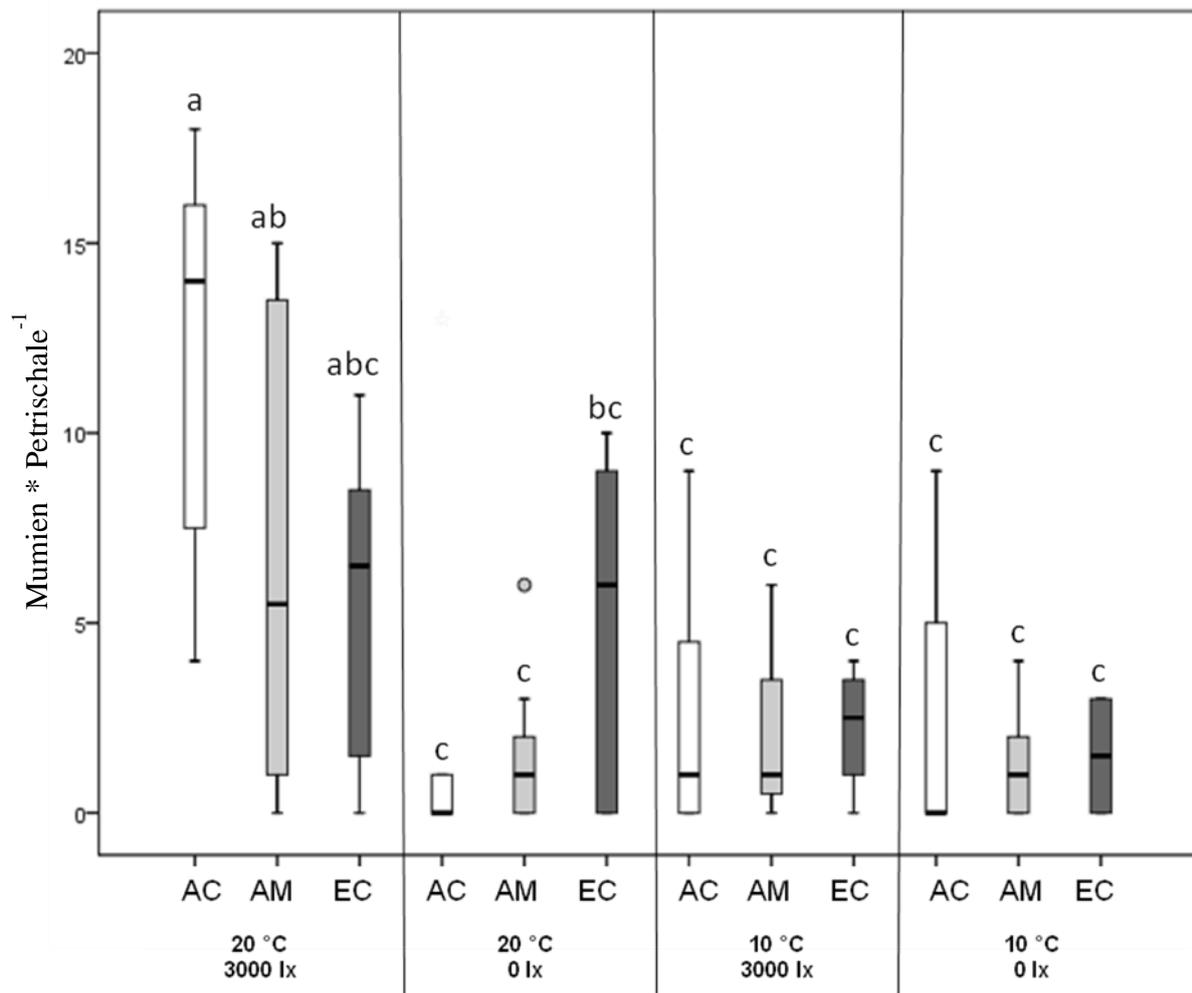


Abb. 41: Anzahl Blattlausmumien pro Petrischale mit $n = 20$ alterssynchronisierten *Myzus persicae* parasitiert in einem vierstündigen Ovipositionszeitraum unter verschiedenen Klimabedingungen von unterschiedlichen Parasitoiden. AC = *Aphidius colemani*, AM = *A. matricariae*; EC = *Ephedrus cerasicola*. $n = 10$. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha \leq 0,05$). Durchgang 2

Bei der Entwicklung der parasitoiden Larven in den Blattlausmumien zeigte sich kein Einfluss der Belichtung während der Oviposition. Sowohl im ersten Durchgang (Abb. 42), als auch im zweiten Durchgang (Abb. 43) zeigte sich bei einer Auflistung der kumulierten Anzahl der Blattlausmumien entsprechend ihres Formungstermins zwischen den verschiedenen Belichtungsvarianten gleicher Temperatur lediglich die geringere Anzahl gebildeter Mumien. Bei 10 °C entwickelten sich Larven unabhängig von der Belichtung während der Oviposition jedoch deutlich langsamer und ungleichmäßiger als bei 20 °C. So kam es zu einer späteren Verpuppung der Larven (d.h. Mumienbildung), die sich zwischen Individuen einer Art stärker unterschied, so dass sich die Mumienbildung über einen längeren Zeitraum verteilte. Bei 20 °C hingegen erfolgte die Mumifizierung sehr synchron für alle Individuen innerhalb weniger Tage (Abb. 42 und Abb. 43).

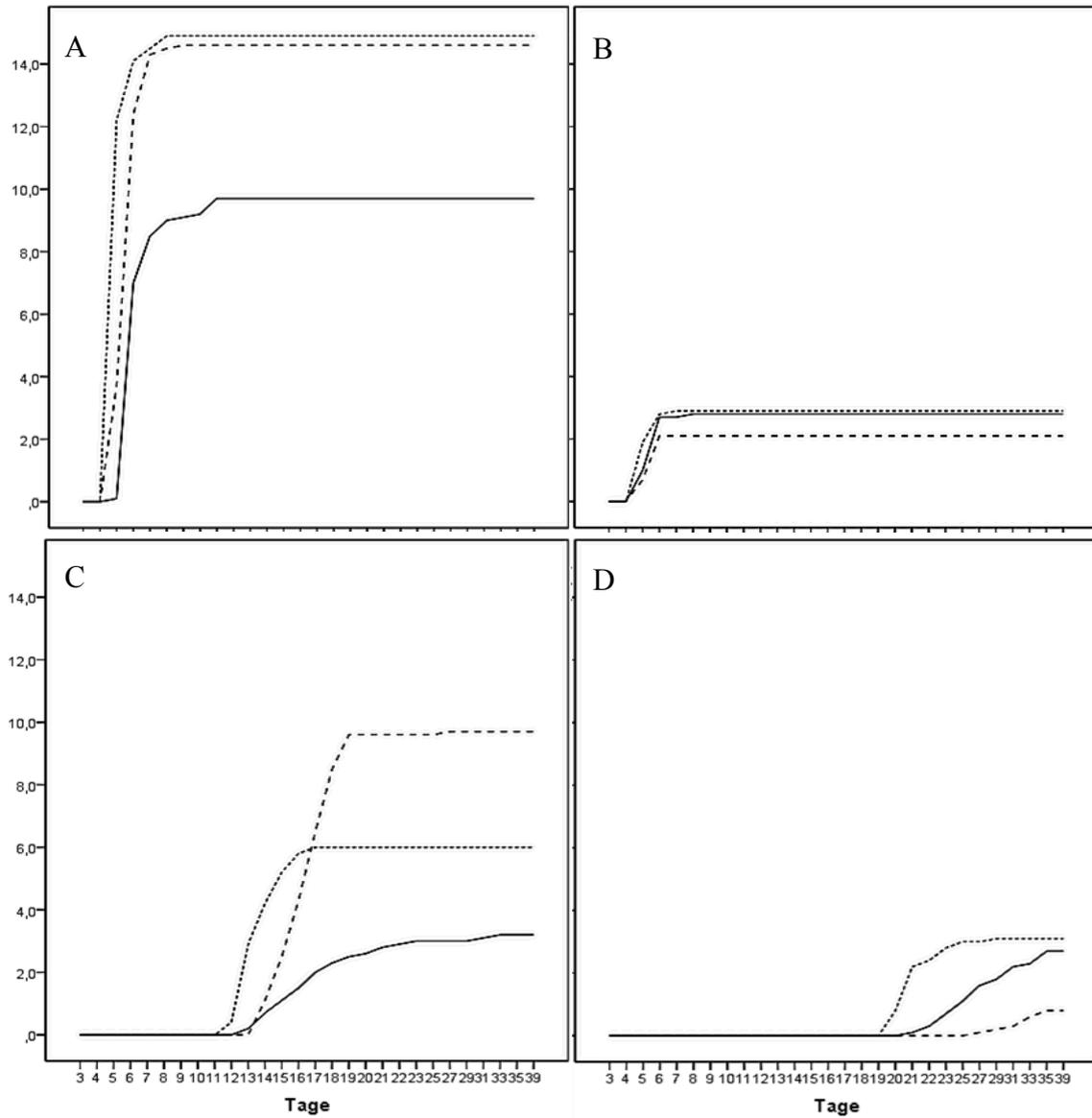


Abb. 42: Kumulierte Anzahl Mumien pro Petrischale bei unterschiedlichen Klimabedingungen ab drei Tagen nach Ende der Ovipositionszeit der drei Schlupfwespenarten A) 20 °C, 3.000 lx B) 20 °C, 0 lx C) 10 °C, 3.000 lx D) 10 °C, 0 lx. Durchgang 1

—— = *Aphidius colemani*, = *A. matricariae*, - - - - - = *Ephedrus cerasicola*.

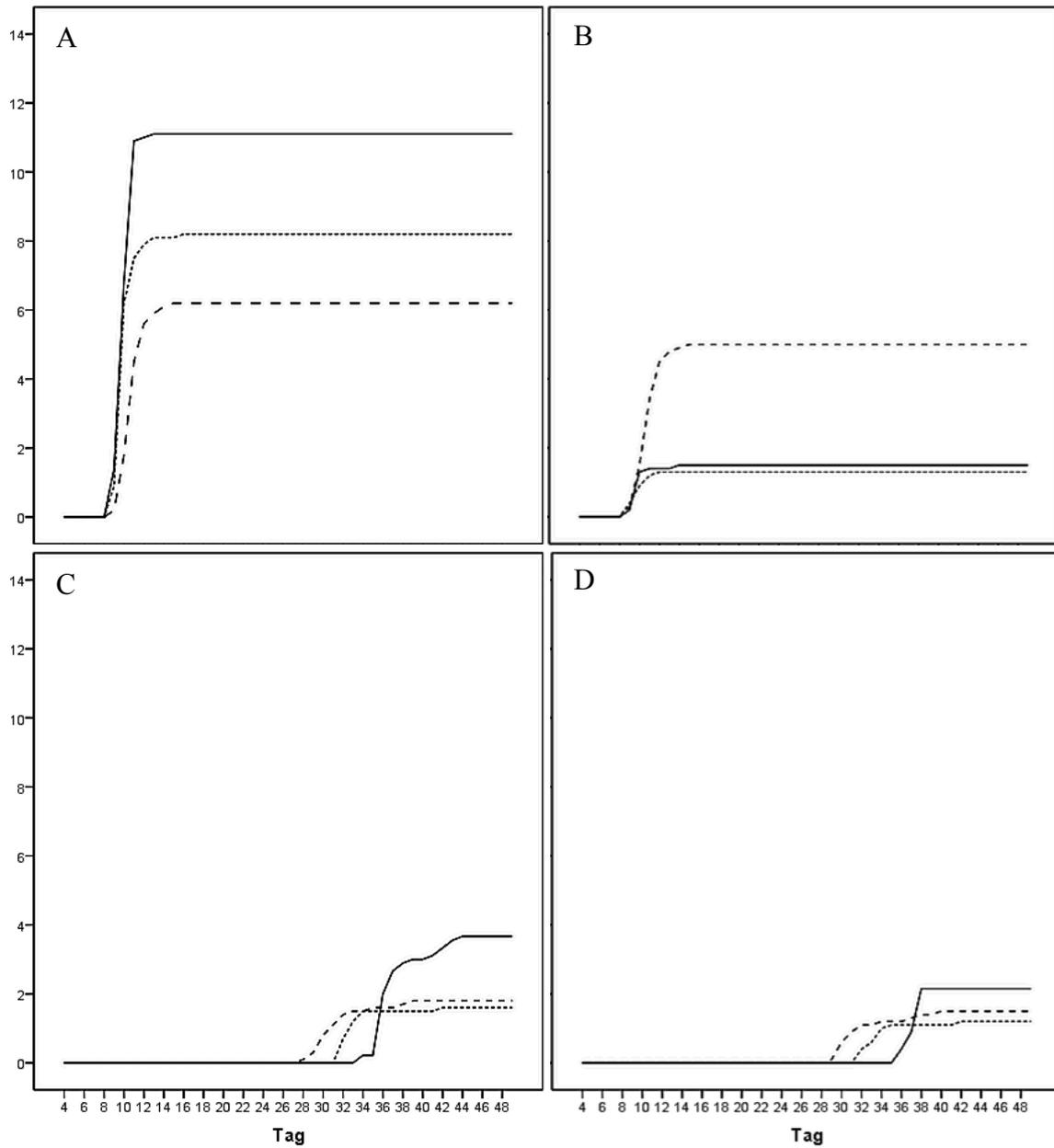


Abb. 43: Kumulierte Anzahl Mumien pro Petrischale bei unterschiedlichen Klimabedingungen ab drei Tagen nach Ende der Ovipositionszeit der drei Schlupfwespenarten A) 20 °C, 3.000 lx B) 20 °C, 0 lx C) 10 °C, 3.000 lx D) 10 °C, 0 lx. Durchgang 2

—— = *Aphidius colemani*, = *A. matricariae*, ----- = *Ephedrus cerasicola*.

3.8 Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf den Bekämpfungserfolg von *Aphidius matricariae* gegen *Myzus persicae* im Gewächshaus

Unter Gewächshausbedingungen war ein Einfluss der Tageslichtlänge auf den Bekämpfungserfolg von *A. matricariae* gegen die Blattlaus *M. persicae* auf *P. crispum* zu beobachten.

Zunächst zeigte sich eine signifikante Reduktion der Anzahl Blattläuse pro Pflanze bei acht- sowie sechzehnständiger Beleuchtung sieben und 14 Tage nach Ausbringung der Parasitoiden in Netzkäfigen im Gewächshaus (Tab. 35).

Tab. 35: Anzahl *M. persicae* pro Topf *P. crispum*, 7 und 14 Tage nach Ausbringung von *Aphidius matricariae* bei 8 bzw, 16ständiger Beleuchtung in Netzkäfigen im Gewächshaus

Variante	Tageslänge	Nützling	Blattläuse nach 7 Tagen	Reduktion [%]	Blattläuse nach 14 Tagen	Reduktion [%]
1	8 h	<i>A. matricariae</i>	8,53	-44,4 % **	14,52	-46,2 % ***
2	8 h	Kontrolle	15,33			
3	16 h	<i>A. matricariae</i>	7,70	-19,8 % *	15,47	-58,1 % ***
4	16 h	Kontrolle	9,63		37,32	

Sterne bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Nützlingsvariante bei jeweils gleicher Belichtungszeit (T-Test: * $\alpha \leq 0,05$, ** $\alpha \leq 0,01$, *** $\alpha \leq 0,001$) n = 10

Nach sieben Tagen befanden sich bei 16ständiger Beleuchtung durchschnittlich 9,63 *M. persicae* auf jedem unbehandelten Topf. Das Aussetzen von zwei *A. matricariae* /m² reduzierte diesen Befall signifikant auf 7,7 Blattläuse/ Topf (Tab. 35). In der Variante mit reduzierter Beleuchtungslänge befanden sich nach sieben Tagen durchschnittlich 15,33 *M. persicae* an jeder Pflanze der unbehandelten Kontrolle, Parasitoidse reduzierten die Anzahl hochsignifikant um 44,4 % auf 8,53 Blattläuse/Topf.

Nach 14 Tagen hatte sich die Anzahl der Blattläuse in der Variante mit 16ständiger Beleuchtung ohne Nützlingseinsatz bereits auf durchschnittlich 37,32 *M. persicae* pro Pflanze erhöht. In der Variante mit *A. matricariae* –Zugabe reduzierte sich diese Anzahl signifikant um 58,1 % auf 15,47. Bei kürzerer Tageslichtlänge war der Blattlausbefall leicht reduziert. Unbehandelt betrug er 26,98 Blattläusen/Topf, signifikant reduziert um 46,2 % auf 14,52 Blattläuse durch den Einsatz von Parasitoiden.

Die Varianten ohne Nützlingseinsatz unterschieden sich sowohl nach sieben als auch nach 14 Tagen je nach Tageslichtlänge statistisch signifikant voneinander (Abb. 44). Die Varianten mit Einsatz der Schlupfwespen *A. matricariae* unterschieden sich untereinander in den beiden Belichtungszeitvarianten nicht signifikant voneinander.

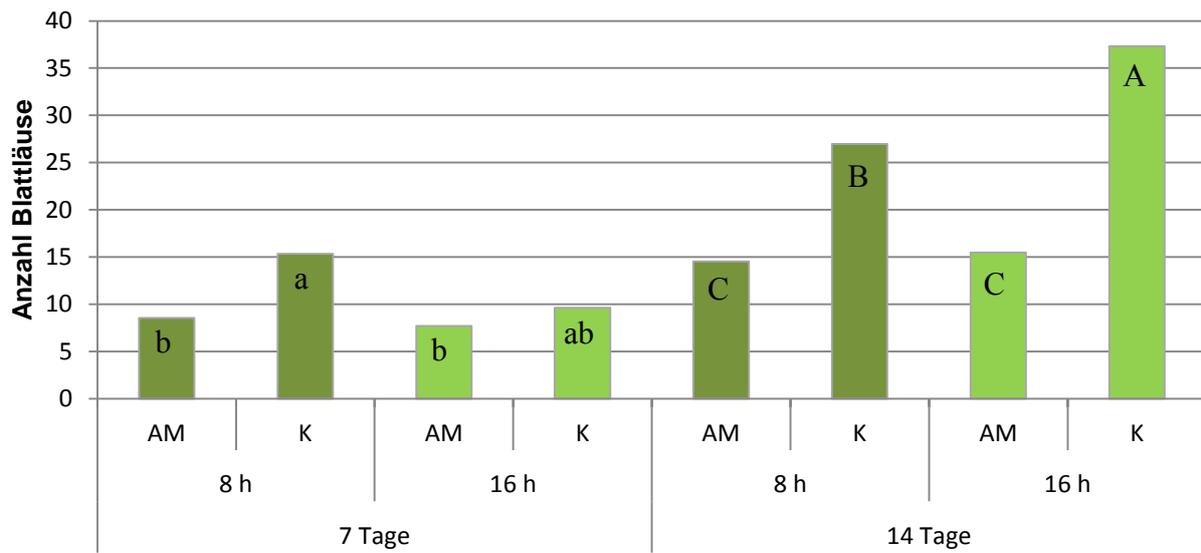


Abb. 44: Anzahl *M. persicae*-Blattläuse pro Topf *P. crispum* 7 bzw. 14 Tage nach Ausbringung von *Aphidius matricariae* bei 8 bzw. 16stündiger Beleuchtung in Netzkäfigen im Gewächshaus. AM = *Aphidius matricariae*, K = unbehandelte Kontrolle. Verschiedene Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede nach 7 bzw. 14 Tagen (ANOVA, Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$), n =10

3.9 Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung der räuberischen *Chrysoperla carnea*-Larven

Die Tageslichtlänge zeigte in Klimakammern einen großen Einfluss auf die Fraßleistung von *C. carnea*-Larven bei einer Fütterung mit *M. persicae* in Petrischalen.

Bei 10 °C und 16stündiger Belichtung fraß jede Florfliegenlarve durchschnittlich 28,9 Blattläuse über einen Zeitraum von fünf Tagen (Tab. 36). Bei einer Reduktion der Tageslichtlänge auf acht Stunden reduzierte sich die Anzahl der gefressenen *M. persicae* um über 63 % auf 10,6. Bei 20 °C und langer Belichtungszeit fraßen die *C. carnea*-Larven durchschnittlich 23,5 Blattläuse. Bei der gleichen Temperatur und auf acht Stunden verkürzter Tageslichtlänge reduzierte sich die Fraßleistung um 23 % auf 15,7 Stück.

Nullkontrollen ohne Nützlingszugabe, die gleichzeitig in den Klimakammern durchgeführt wurden, zeigten eine natürlich Sterberate von 4 % bis 7,5 % (Tab. 36).

Tab. 36: Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Fraßleistung von *Chrysoperla carnea*-Larven

Temperatur [°C]	Belichtungszeit [h]	Nützling	Gefressene / gestorbene Blattläuse [pro Petrischale]
10	8	<i>C. carnea</i>	10,6cd ¹
10	8	Kontrolle	2,8d
10	16	<i>C. carnea</i>	28,9a
10	16	Kontrolle	2,4d
20	8	<i>C. carnea</i>	15,7bc
20	8	Kontrolle	3,0d
20	16	<i>C. carnea</i>	23,5ab
20	16	Kontrolle	1,6d

¹ unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-HSD, $\alpha \leq 0,05$) n = 5-18, Angeboten wurden jeweils 40 *M. persicae* synchronisierten Alters pro *C. carnea* Larve in einer Petrischale

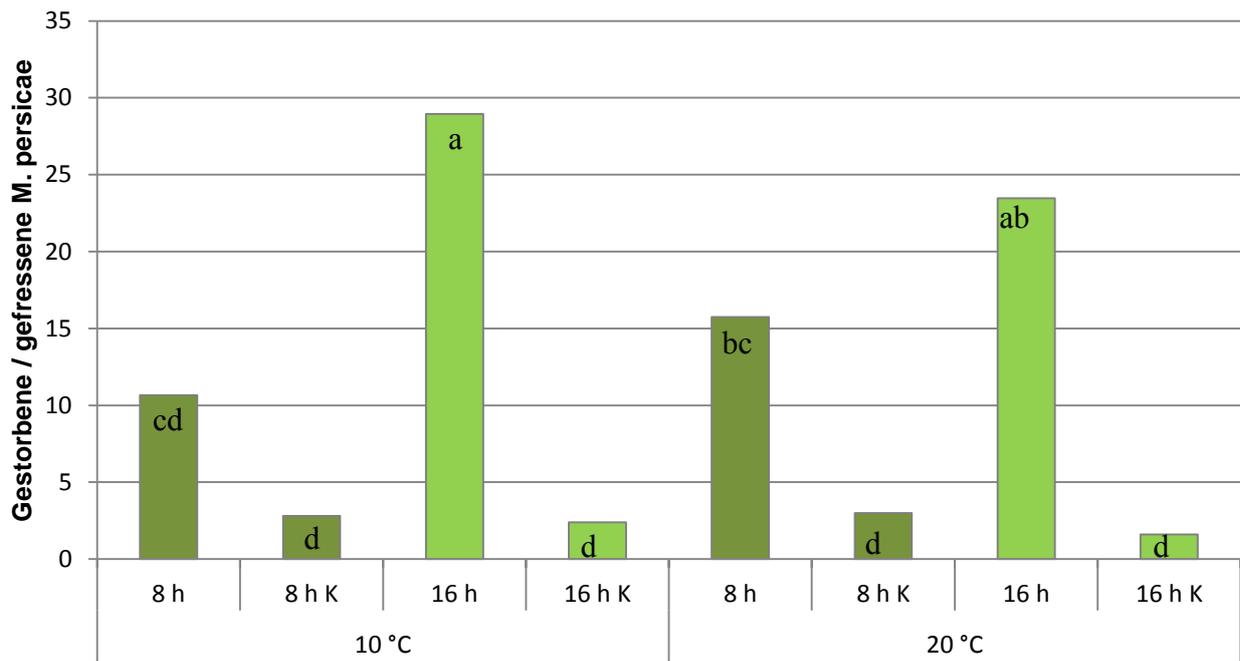


Abb. 45: Tote *M. persicae* im Biotest bei zwei verschiedenen Temperaturen (10 °C, 20 °C) und Tageslichtlängen (8 h und 16 h) in Petrischalen mit je einer *C. carnea*-Larve über zehn Tage. Kontrollen (K) ohne Räuber. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-HSD, $\alpha \leq 0,05$)

3.10 Untersuchungen zum Einfluss der Tageslänge auf die Fraßleistung von *Chrysoperla carnea* im Gewächshaus

Die Tageslänge zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Effektivität des Einsatzes von *C. carnea*-Larven gegen einen Befall von *P. crispum* mit *M. persicae*-Blattläusen unter Netzkäfigen im Gewächshaus.

Zunächst zeigte sich ein signifikanter Einfluss auf die Stärke des Blattlausbefalls durch den Einsatz von Florfliegenlarven (Tab. 37).

Tab. 37: Anzahl *M. persicae* pro Topf mit *P. crispum* 7 und 14 Tage nach Ausbringung von *Chrysoperla carnea* bei 8 bzw. 16stündiger Beleuchtung in Netzkäfigen im Gewächshaus

Belichtungszeit [h]	Nützling	Blattläuse		Blattläuse	
		nach 7 Tagen	Reduktion	nach 14 Tagen	Reduktion
8	<i>C. carnea</i>	4,72		11,88	
			-61,1 % ***		-52,9 % ***
8	Kontrolle	12,13		25,52	
16	<i>C. carnea</i>	4,37		10,00	
			-55,1 % ***		-70,8 % ***
16	Kontrolle	9,82		34,30	

Sterne bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Nützlingsvariante bei jeweils gleicher Belichtungszeit (T-Test: * $\alpha \leq 0,05$, ** $\alpha \leq 0,01$, *** $\alpha \leq 0,001$) n = 10

Nach 7 Tagen betrug der Befall der unbehandelten Variante bei 16stündiger Beleuchtung durchschnittlich 9,82 Blattläuse pro Topf (Tab. 37). In der behandelten Variante halbierte sich der Befall signifikant auf 4,37 Blattläuse pro Topf. Bei auf acht Stunden reduzierter Tageslänge betrug der Blattlausbefall nach einer Woche 12,13 Tiere. Dieser Wert wurde durch den Einsatz von *C. carnea* höchstsignifikant auf 4,72 Tiere reduziert.

Nach 14 Tagen zeigte sich weiterhin ein starker Einfluss der Nützlingsbehandlung. In der Variante mit 16stündiger Tageslichtlänge betrug der Befall durchschnittlich 34,3 *M. persicae*/Topf, signifikant reduziert um über 70 % auf 10 Tiere pro Topf auf den behandelten Pflanzen. Bei verkürzter Tageslichtlänge war der Befall in der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zur längeren Belichtungszeit signifikant reduziert und betrug 25,52 Blattläuse/Topf (Abb. 46). In der Variante mit Nützlingseinsatz wurde dieser Wert durch die *C. carnea* um weiter 52,9 % auf 11,88 Blattläuse verringert.

Nach 7 Tagen zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kontrollvarianten bzw. zwischen den beiden mit Räufern behandelten Varianten (Abb. 46). Nach 14 Tagen zeigte sich ein Unterschied in der Entwicklung der Blattlauspopulationen auf den unbehandelten *P. crispum*-Pflanzen, so dass die Anzahl der *M. persicae* bei verkürzter Tageslichtlänge signifikant reduziert war. Die beiden mit Florfliegen behandelten Varianten zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Blattläuse/Topf nach 14 Tagen (Abb. 46).

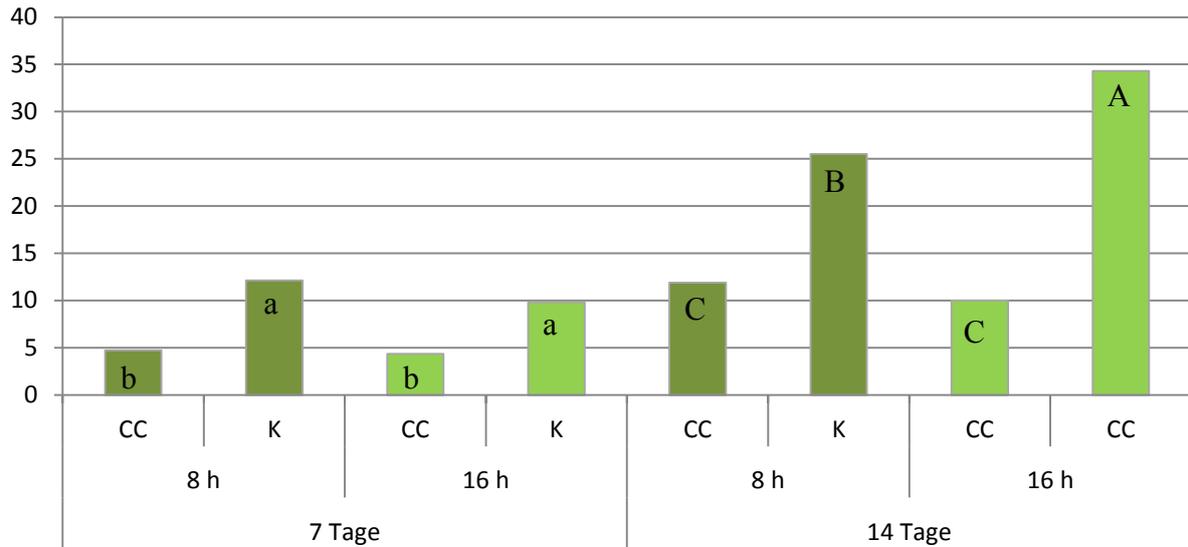


Abb. 46: Anzahl *M. persicae* pro Topf mit *P. crispum* 7 bzw. 14 Tage nach Ausbringung von *Crysoperla carnea*-Larven bei 8 bzw. 16stündiger Beleuchtung in Netzkäfigen im Gewächshaus. CC = *C. carnea*, K = unbehandelte Kontrolle. Verschiedene Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede nach 7 bzw. 14 Tagen (ANOVA, Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$), $n = 10$

3.11 Vergleich verschiedener Ausbringmengen von *Chrysoperla carnea* gegen *Myzus persicae* auf *Petroselinum crispum* im Gewächshaus

Die Einsatzmenge des Nützlings *C. carnea* hatte einen großen Einfluss bei der Bekämpfung von *M. persicae* auf *P. crispum* im Gewächshaus.

Im ersten Durchgang zeigte sich nur ein sehr geringer Unterschied der Prädationsleistung des Nützlings bei einer (Variante 1) und fünf (V2) ausgebrachten Florfliegenlarven/m² (Abb. 47). In beiden Varianten war die Anzahl der Blattläuse auf den Pflanzen neun Tage nach Ausbringung höher als in den Varianten mit 25 (V3) und 50 (V4) *C. carnea* und es existierten kaum befallsfreie Pflanzen im Bestand (Boniturstufe 0, nach DASSONVILLE ET AL. 2012). Nach 12 Tagen waren bereits 35 % (5/m²) bzw. über 50 % (1/ m²) der Töpfe mit mehr als 10 *M. persicae* stark befallen (Boniturstufe 3) und es zeigte sich nur bei 5 Larven pro m² ein einzelner unbefallener Topf. Nachdem es nach 14 Tagen zu einem sehr starken Befallsanstieg kam waren zu diesem Boniturtermin in beiden Varianten 19 von 20 Pflanzen sehr stark mit Blattläusen befallen. Im Gegensatz zur unbehandelten (V7) und der stark mit Blattläusen befallenen Variante (V6), die sich im ersten Durchgang ebenfalls ähnlich verhielten, war die Blattlausmenge jedoch über den gesamten Versuchszeitraum leicht reduziert. Diese beiden Varianten zeigten bereits nach 9 Tagen die ersten stark befallenen Petersilienpflanzen. Nach 12 Tagen waren bereits 80 % (V6) bzw. 90 % (V7) der Töpfe sehr stark befallen und nach 14 Tagen alle Pflanzen in diesen Varianten. Die Varianten 4 und 5 verhielten sich im ersten Durchgang ebenfalls ähnlich und waren die einzigen, die für eine ausreichende Blattlausbekämpfung sorgten. Nach 9 Tagen waren 90 % (V3) bzw. 85 % (V4) der Töpfe ohne Blattlausbefall. 12 Tage nach Ausbringung der Prädatoren waren es nur noch 25 % bzw. 35 %, der Rest der Pflanzen wies jedoch lediglich einen leichten Befall (1-4 Blattläusen/Topf, Boniturstufe 1) auf. Durch die starke Blattlauszunahme am 14. Boniturtag kam es auch in diesen Varianten zu einem starken Anstieg, der jedoch immer noch wesentlich geringer als in den Varianten 1, 2, 6 und 7 war. Die mit Pyrethrinen behandelten Pflanzen der Variante 5 verhielten sich deutlich anders als diese, in denen Florfliegenlarvenausgebracht wurden. Nach 9 Tagen war der Anteil unbefallener Pflanzen geringer als in Varianten 3 und 4. Auch nach 12 Tagen war der Befall höher als in diesen beiden Varianten, jedoch geringer als in den anderen Varianten. Nach 14 Tagen zeigten die mit Spritzmitteln behandelten Pflanzen jedoch den geringsten Blattlausbefall (Abb. 47).

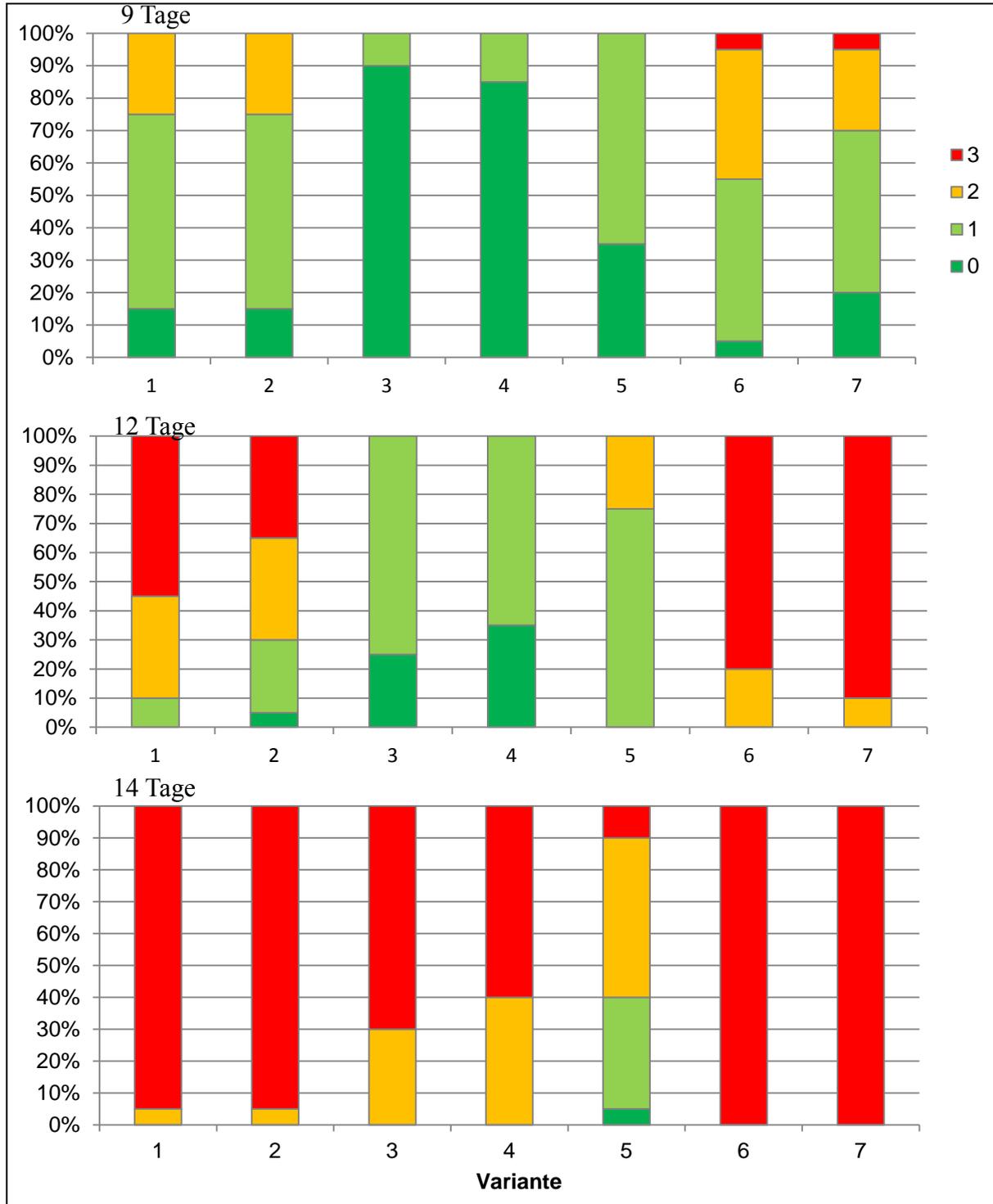


Abb. 47: Befallsstärke der *P. crispum*-Pflanzen im ersten Durchgang des Versuches zum Einfluss der Ausbringungsmenge von *C. carnea* gegen *M. persicae* im Gewächshaus 9, 12 und 14 Tage nach Nützlingsausbringung. Prozent der Töpfe mit Befall nach Boniturstufen 0-3 nach DASSONVILLE ET AL. (2012), n = 20, V arianten siehe Abb. 49

Im zweiten Durchgang war der Blattlausbefall im Gegensatz zum ersten leicht reduziert und es kam nicht zu einer so plötzlichen Befallssteigerung wie im ersten Durchgang. Die Variante 2 mit 5 *C. carnea*/m² zeigte eine leichte Reduktion des Blattlausbefalls im Vergleich zu Variante 1, welche bereits nach 7 Tagen keine befallsfreien Pflanzen mehr aufwies (Abb. 48). Im Laufe des Versuches zeigte der Blattlausbefall in den Varianten 2 und 3 im zweiten Durchgang einen ähnlichen Verlauf. Nach 10 Tagen waren jeweils 15 % der Töpfe sehr stark mit *M. persicae* befallen (Boniturstufe 3). Nach 14 Tagen betrug dieser Wert 10 %, jedoch kamen keine befallsfreien Töpfe (Boniturstufe 0) mehr vor und der Anteil Töpfe mit einem mittelstarken Befall von 5-10 Blattläusen/Topf (Boniturstufe 2) 25 % (V3) bzw. 30 % (V2) auf 55 %. Die Varianten 1 und 7 mit einer bzw. null *C. carnea*-Larven zeigten einen ähnlichen Befallsverlauf während des zweiten Durchgangs. Nach zehn Tagen waren 25 % (V1) bzw. 40 % (V7) und nach 14 Tagen 60 % bzw. 65 % der Töpfe sehr stark mit Blattläusen befallen und es kamen keine befallsfreien Töpfe vor. In der von Anfang an sehr stark mit *M. persicae* besetzten Variante 6 waren die 5 *C. carnea*-Larven/m² nicht in der Lage, die Blattläuse ausreichend zu bekämpfen. So waren nach sieben Tagen 75 % der Pflanzen mit mehr als 10 *M. persicae* befallen und nach 14 Tagen alle Pflanzen. Die Variante 5 mit den meisten *C. carnea*/m² zeigte die beste Befallsregulierung im zweiten Durchgang mit dauerhaft den meisten befallsfreien Pflanzen und nur einem Topf der höchsten Befallsstufe 3 nach 14 Tagen. In der mit Pyrethrinen behandelten Variante 5 konnte nach sieben Tagen als einziger Variante neben V6 der erste stark befallene Topf gefunden werden. Nach 10 Tagen lag ebenfalls ein Topf der Boniturstufe 3 vor, nach V5 der zweitgeringste Wert. Nach 14 Tagen waren 80 % der Töpfe mit mehr als 10 Blattläusen besetzt (Abb. 48).

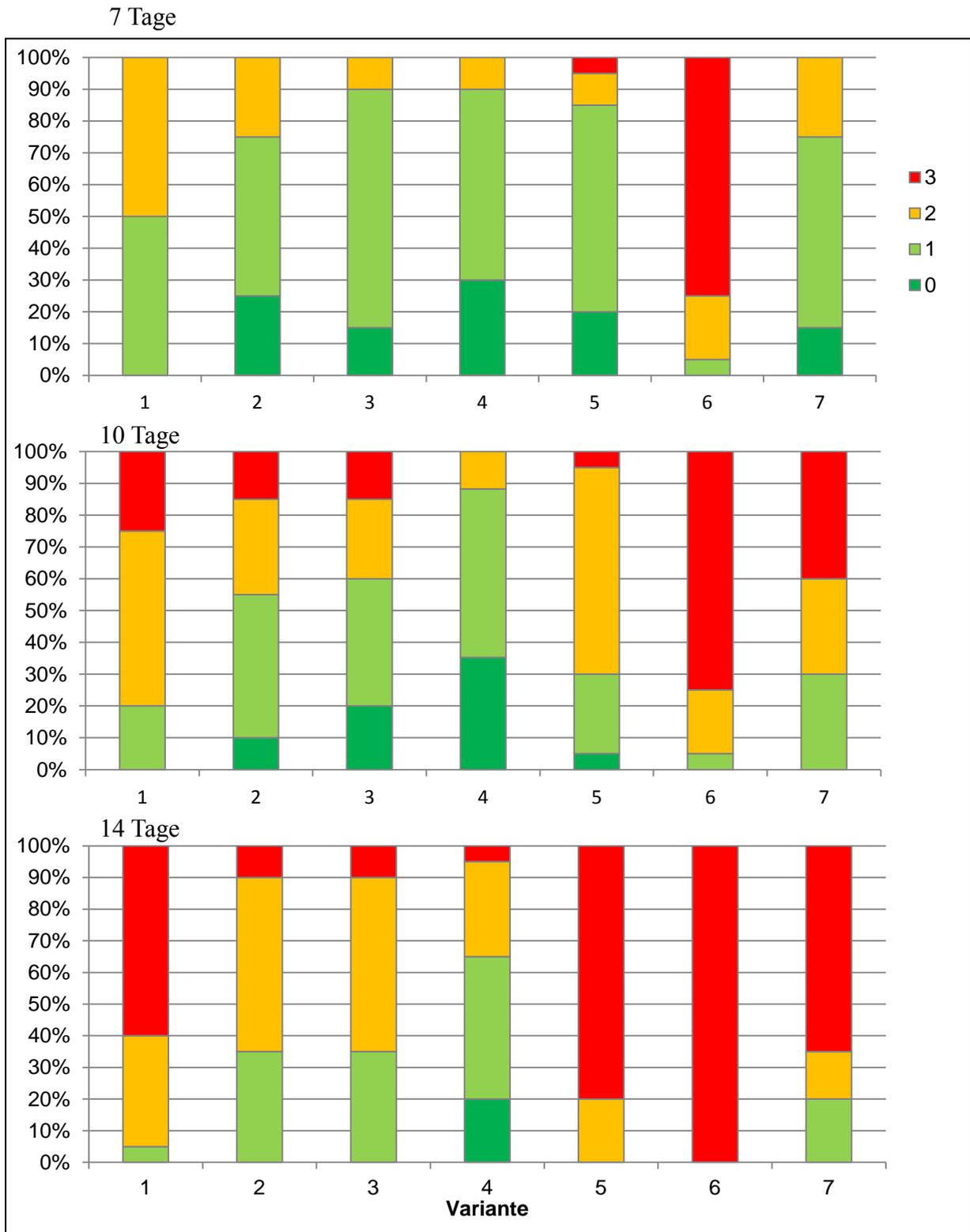
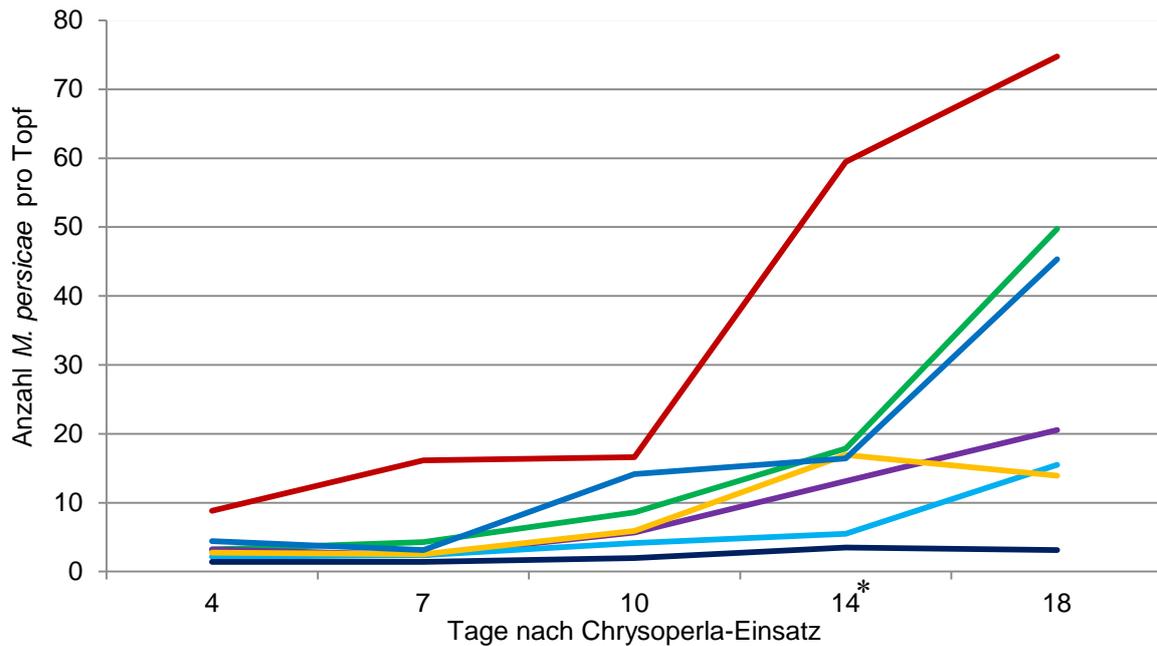


Abb. 48: Befallsstärke der *P. crispum*-Pflanzen im zweiten Durchgang des Versuches zum Einfluss der Ausbringungsmenge von *C. carnea* gegen *M. persicae* im Gewächshaus 7, 10 und 14 Tage nach Nützlingsausbringung. Prozent der Töpfe mit Befall nach Boniturstufen 0-3 nach DASSONVILLE ET AL. (2012), n = 20, Varianten siehe Abb. 49

Im zweiten Durchgang wurde neben den Boniturstufen auch die Gesamtzahl der Blattläuse pro Topf aufgenommen (Abb. 49). Hierbei zeigte sich, dass Variante 6 durchweg über alle Boniturtermine mit 8,8 bis 74,8 die meisten Blattläuse pro Pflanze aufwies (Tab. 38). In Variante 4 mit 50 Florfliegenlarven pro m², hielt sich der Befall dauerhaft zwischen 1,4 und 3,5 Blattläusen pro Topf. Die Spruzitvariante 5 reagierte als einzige Variante kurzfristig auf die zweite Pflanzenschutzmaßnahme nach 14 Tagen so, dass es zu einer Reduzierung des Befalls von 17,0 auf 13,9 Blattläusen pro Topf kam.



Behandlung	Variante						
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
<i>M. persicae</i> * Topf ¹	3	3	3	3	3	10	3
<i>C. carnea</i> * m ⁻²	1	5	25	50	Spruzit	5	0

Abb. 49: Anzahl *M. persicae*-Blattläuse pro Topf bei verschiedenen hohen Ausbringungsmengen des Räubers *C. carnea* auf *P. crispum* im Gewächshaus über 18 Tage im zweiten Durchgang. * erneute Ausbringung von *C. carnea* sowie Spruzit® nach 14 Tagen, n = 20

Tab. 38: Anzahl *M. persicae* pro Topf bei verschiedenen hohen Ausbringmengen des Räubers *C. carnea* auf *P. crispum* im Gewächshaus über 18 Tage im zweiten Durchgang

<i>M. persicae</i> / Topf	<i>C. carnea</i> /m ²	<i>M. persicae</i> nach 4 Tagen	<i>M. persicae</i> nach 7 Tagen	<i>M. persicae</i> nach 10 Tagen	<i>M. persicae</i> nach 14 Tagen	<i>M. persicae</i> nach 18 Tagen
3	1	3,2bc	4,3b	8,6bc	17,9b	49,8ab
3	5	3,2bc	2,4b	5,7c	13,2bcd	20,6cd
3	25	2,2bc	2,4b	4,2c	5,5cd	15,5d
3	50	1,4c	1,4b	1,9c	3,5d	3,1d
3	Spruzit	2,8bc	2,5b	5,9c	17,0bc	13,9d
10	5	8,8a	16,2a	16,6a	59,5a	74,8a
3	0	4,4b	3,1b	14,2ab	16,4bc	45,4bc

Erneute Ausbringung von *C. carnea* und Spruzit nach 14 Tagen. Unterschiedliche Buchstaben in einer Spalte bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede für diesen Boniturtermin (ANOVA, Tukey-HSD, $\alpha \leq 0,05$) n = 20

3.12 Vergleich unterschiedlicher Belichtungssysteme auf die Entwicklung von Blattläusen und die Parasitierungsleistung durch Schlupfwespen an Petersilie

Da sowohl Temperatur wie auch Luftfeuchte einen entscheidenden Einfluß auf Schädlinge und Nützlinge haben, wurde mit dem Temperatur- und Luftfeuchtlogger von Conrad TFD128 in den Varianten mit der Belichtungsstärke 35 μmol die Temperatur und die relative Luftfeuchte in den Versuchskäfigen gemessen. In der Variante Son-T fiel der Logger leider aus, so dass nur die beiden LED-Lampentypen miteinander verglichen werden können. Die Temperatur lag in der Variante Valoya fast durchgehend höher, meist im Bereich von 1-2 °C. Beispielhaft sind in Abb. 50 und Abb. 51 die Temperaturtagesverläufe vom 6.2. und vom 13.2.2013 dargestellt.

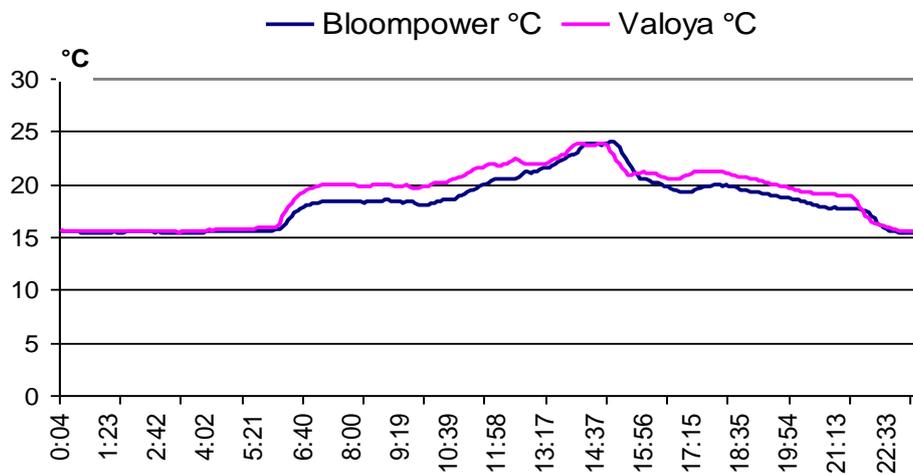


Abb. 50: Temperaturverlauf in °C am 6.2.2013 in den Varianten Bloompower und Valoya jeweils bei einer Belichtungsstärke von 35 μmol

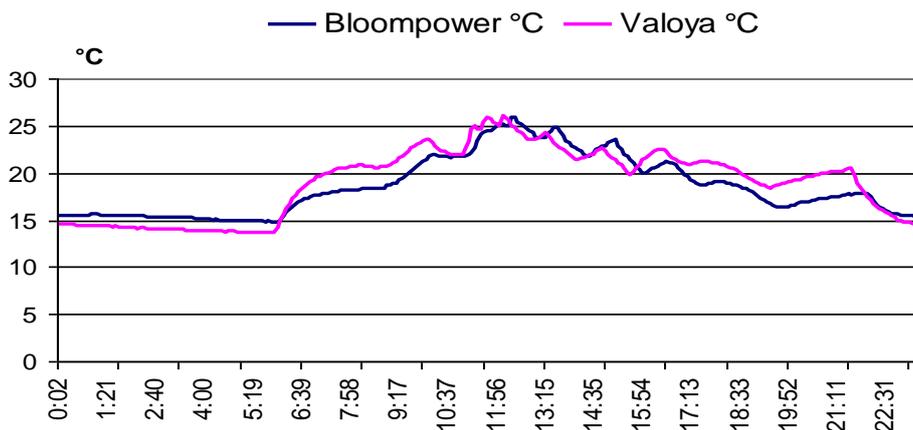


Abb. 51: Temperaturverlauf in °C am 13.2.2013 in den Varianten Bloompower und Valoya jeweils bei einer Belichtungsstärke von 35 μmol

Die relative Luftfeuchte war am Beispieltag 6.12. in Variante Valoya niedriger als unter der Bloompower LED-Leuchte, am 13.2. wechselten sich beide Varianten mit der höheren Luftfeuchte ab. Am 6.2.12 schwankte die rLF beider Varianten zwischen 39 und 61 %, am 13.2. lagen die höchsten Luftfeuchtwerte ebenfalls bei 61 %, diese fielen aber um die Mittagszeit bis unter 30 % ab (

Abb. 52 und

Abb. 53).

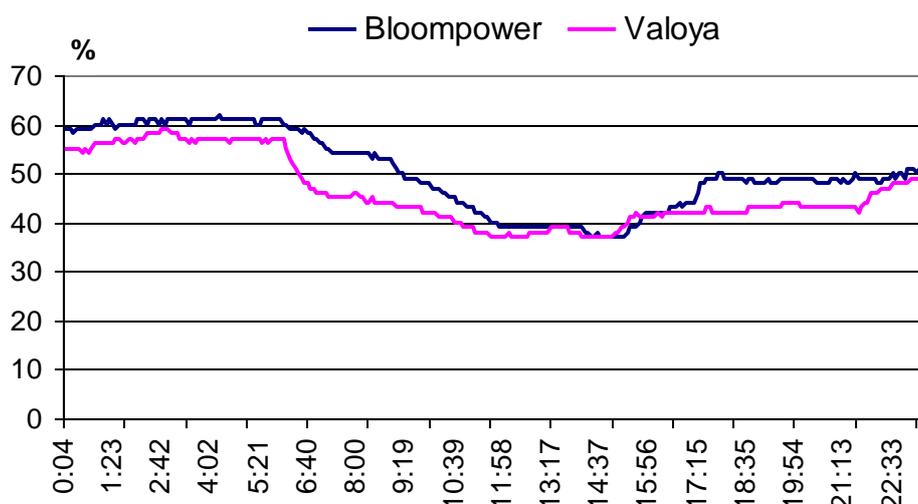


Abb. 52: Relative Luftfeuchte in % am 6.2.2013 in den Varianten Bloompower und Valoya jeweils bei einer Belichtungsstärke von 35 μmol

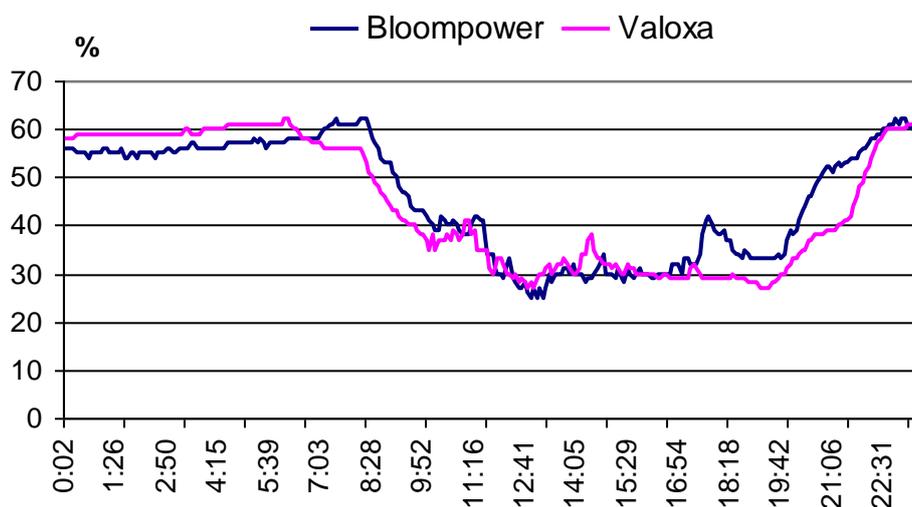


Abb. 53: Relative Luftfeuchte in % am 13.2.2013 in den Varianten Bloompower und Valoya jeweils bei einer Belichtungsstärke von 35 μmol

In allen Versuchspartzen stieg die Anzahl der Blattläuse auf der Petersilie an. Die mittlere Anzahl Blattläuse von 10 Töpfen pro Variante ist in Abb. 54 dargestellt. Ein besonders massiver Anstieg fand in den Son-T-Varianten statt und unter diesen besonders in den geringeren Belichtungsstärken 75 und 35 μmol . Die geringste Anzahl von Blattläusen ergab sich in den Valoya-Varianten 35 und 120 μmol . Die Bloompower belichteten Varianten lagen zwischen Son-T und Valoya. Bei keiner Variante zeigt sich ein deutlicher Bekämpfungseffekt der Blattläuse durch die Schlupfwespen an. Dennoch wurden bereits ab dem 1. Boniturtermin parasitierte Blattläuse gefunden. Über den gesamten Versuchsverlauf fand eine sehr starke Parasitierung der Blattläuse statt. Zum 3. Boniturtermin schwankte die Anzahl mumifizierter Blattläuse von 10 Töpfen/Variante zwischen 6 und 18 Mumien (Tab. 39). Weder eine Lampenvariante noch eine Belichtungsstärke erzielte durchgehend die höchsten Mumienzahlen. In den beiden Varianten Son-T 75 und 35 μmol waren die höchsten Blattlauszahlen zur Abschlußbonitur und die höchste Anzahl Mumien.

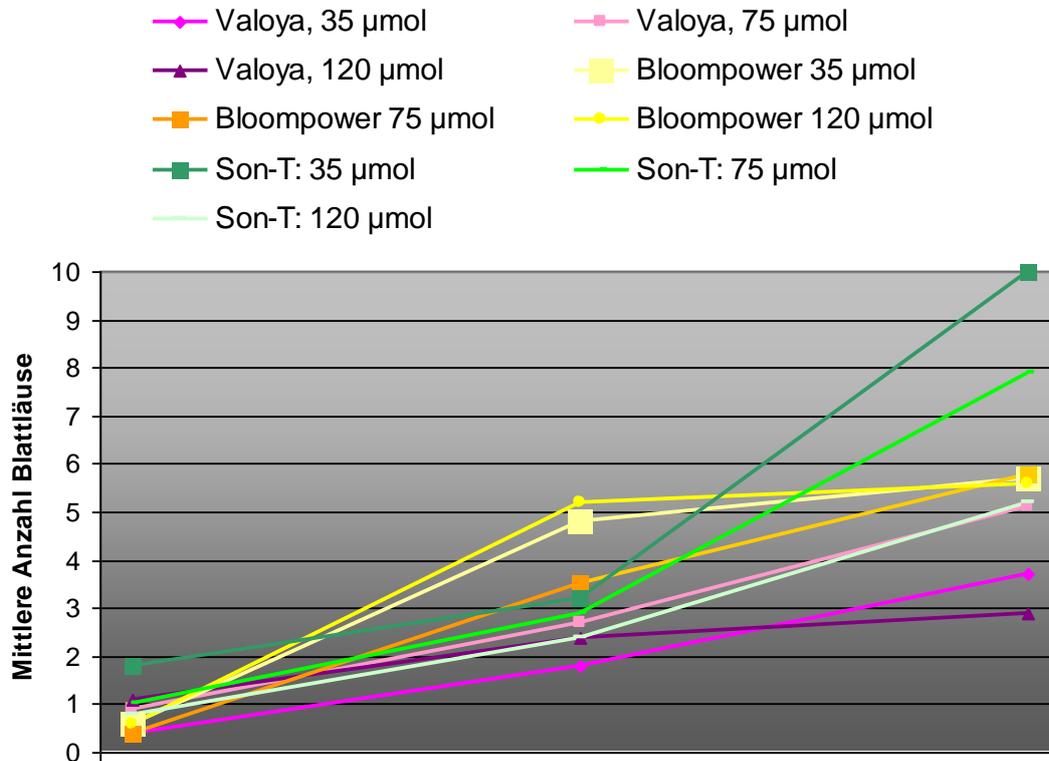


Abb. 54: Mittlere Anzahl Blattläuse bei 10 Töpfen pro Variante in den geprüften Belichtungssystemen zu drei Boniturterminen (12.2., 19.2. und 26.2.13), Geisenheim, 2013

Tab. 39: Anzahl mumifizierter Blattläuse pro Parzelle in den geprüften Belichtungssystemen zu drei Boniturterminen (12.2., 19.2. und 26.2.13), Geisenheim, 2013

Anzahl mumifizierter Blattläuse/Parzelle (= 10 Töpfe)			
	1. Bonitur:	2. Bonitur:	3. Bonitur:
	12.2.13	19.2.13	26.2.13
LED: Valoya, 35µmo	2	2	10
LED: Valoya 75 µmol	2	5	14
LED: Valoya 120 µmol	1	4	8
LED: Bloompower White 35 µmol	0	2	7
LED: Bloompower White 75 µmol	1	5	6
LED: Bloompower White 120 µmol	2	2	12
SON-T: 35 µmol	2	6	18
SON-T: 75 µmol	3	9	15
SON-T: 120 µmol	1	7	9

Bei der Einteilung der gemessenen Blattlauszahlen in Befallsklassen, zeigte sich zur Abschlußbonitur am 26.2.2013, 21 Tage nach Versuchsbeginn, der größte Anteil befallener Töpfe in der Variante SONT-T, 35 µmol. Der Anteil stark befallener Töpfe sank mit zunehmender Belichtungsintensität. Diese Tendenz war in den beiden LED-Varianten genau gegenläufig. Bei der Variante Valoya war der größte Anteil nicht befallener Töpfe in der geringsten Belichtungsstärke ebenso wie bei Variante Bloompower (Abb. 55). Davon ausgehend, dass der geringe Befall der Befallsklasse 1-4 Blattläuse/Topf zu einem deutlich wahrnehmbaren Befall im Endverkauf führen kann, befanden sich demnach nur in den Varianten Valoya 120 µmol und Bloompower waren vermarktungsfähige Töpfe.

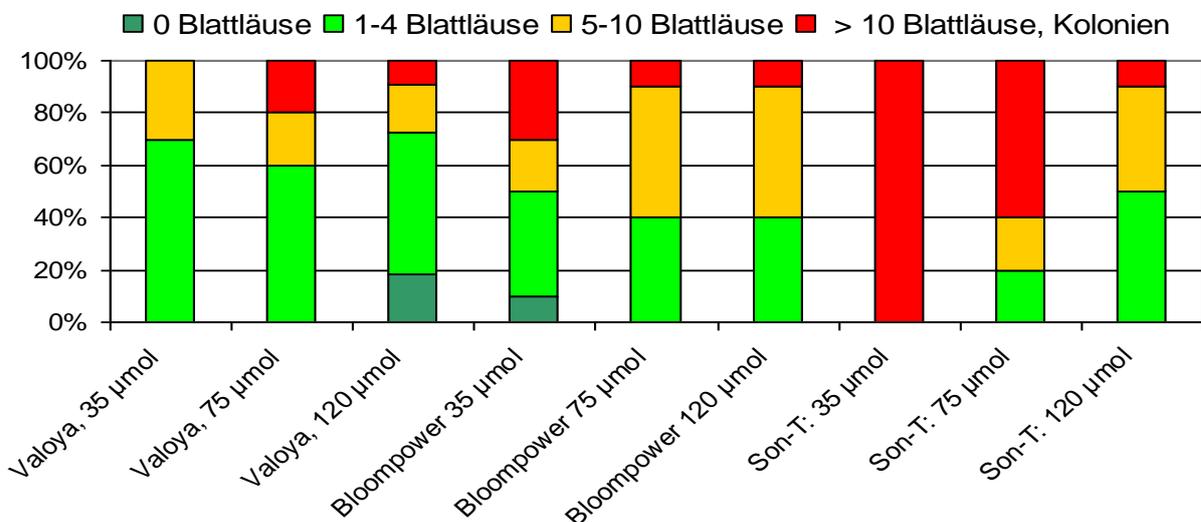


Abb. 55: Anteil Töpfe pro Variante in den jeweiligen Blattlausbefallsklassen zur Abschlußbonitur. Einfluss verschiedener Belichtungssysteme, Geisenheim, 2013

3.13 Einfluss einer Glas-Folie-Kombination zur Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von Blattläusen an Petersilie und die Parasitierungsleistung durch Schlupfwespen

Die Anzahl Blattläuse an den bonitierten Petersilienpflanzen lag im 1. Versuchsdurchgang bis zum 3. Boniturtermin auf einem sehr geringen Niveau und stieg ab dem 14.5. stark an. Zum letzten Boniturtermin war der Befall in allen Varianten gleich stark (> 20 Blattläuse/Topf, bzw. Kolonien). Der Anstieg der Blattlauspopulation unter der Solarglasbedachung war verzögert (Abb. 56).

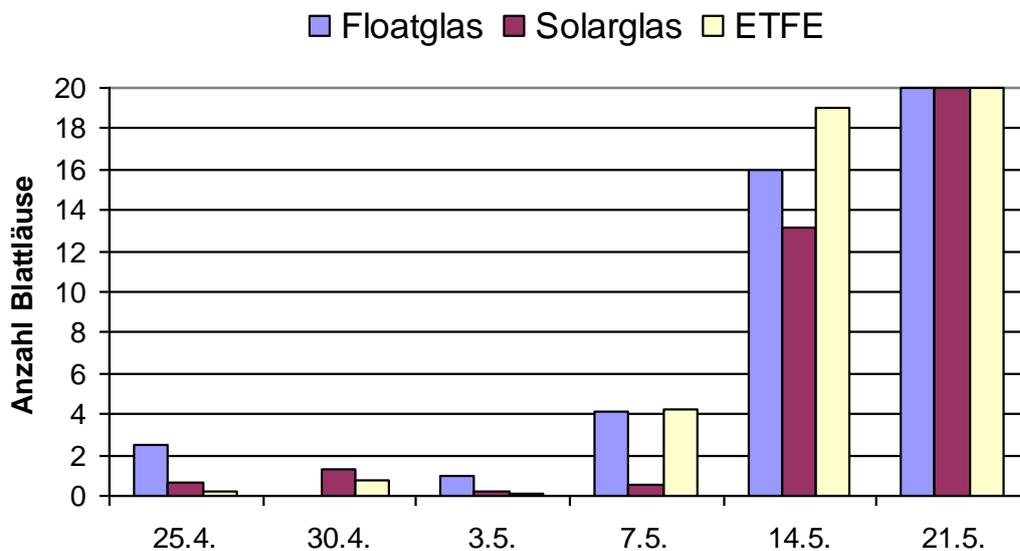


Abb. 56: Mittlere Anzahl Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie pro Variante, bei unterschiedlichen Bedachungen, 1. Versuchsdurchgang 2013, > 20 keine Einzelzählung mehr, meist Kolonien

Im 1. Versuchsdurchgang war die Parasitierungsrate durch die Schlupfwespen sehr gering. Zur 3. Bonitur (7 Tage nach dem 1. Schlupfwespeneinsatz) wurde die erste Mumie in Variante Floatglas gefunden, zu Versuchsende lag die maximale Mumienzahl bei sieben. Während unter ETFE-Bedachung zu den beiden letzten Boniturterminen je 3 Mumien an der Petersilie zu finden waren, gab es unter Solarglasbedachung keinerlei Mumien (Abb. 57).

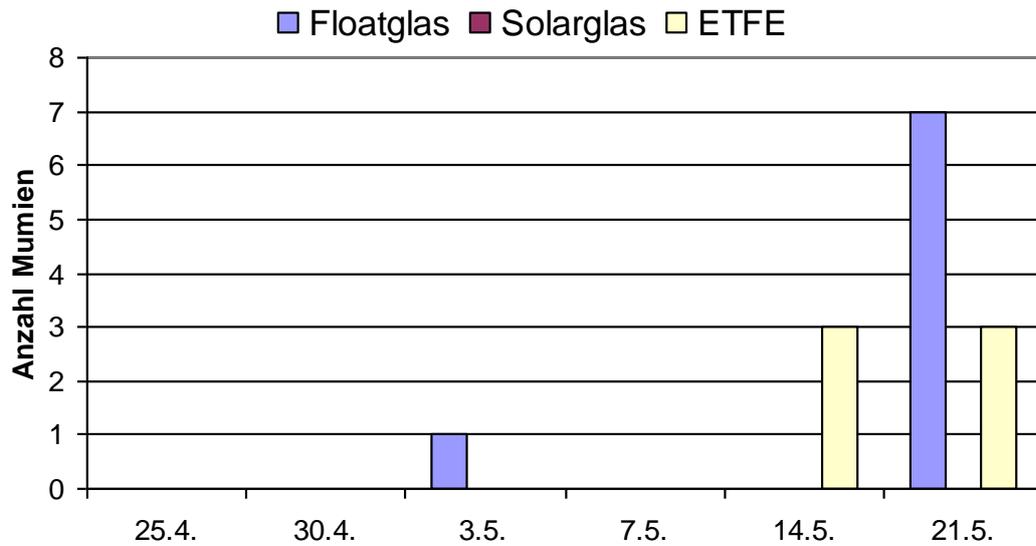


Abb. 57: Anzahl mumifizierter Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie pro Variante, bei unterschiedlichen Bedachungen, 1. Versuchsdurchgang 2013

Aufgrund extremer Hitze musste der 2. Durchgang am 21.6.13 abgebrochen werden. Eine Auswertung der Blattlausanzahl konnte nicht mehr durchgeführt werden. Da aber die mumifizierten Blattläuse an den eingetrockneten Pflanzen noch gut sichtbar waren, wurden diese letztmalig ausgezählt (Abb. 57). Neben einer starken Zunahme der Blattläuse, lag die Parasitierungsrate der Schlupfwespen sehr hoch. Bereits fünf Tage nach dem Aussetzen der Schlupfwespen (21.6.) konnten in der Floatglasvariante die ersten Mumien entdeckt werden. In allen Varianten stieg die Mumienzahl deutlich an, in Variante ETFE am stärksten (20 Mumien bei 10 Töpfen), gefolgt von Variante Solarglas (19 Mumien) und der Floatglasvariante mit der geringsten Mumienanzahl von 10 auf 10 bonitierten Töpfen. Die mittlere Anzahl an Blattläusen pro Topf lag im ETFE-Versuchshaus mit 15,2 über den anderen Varianten.

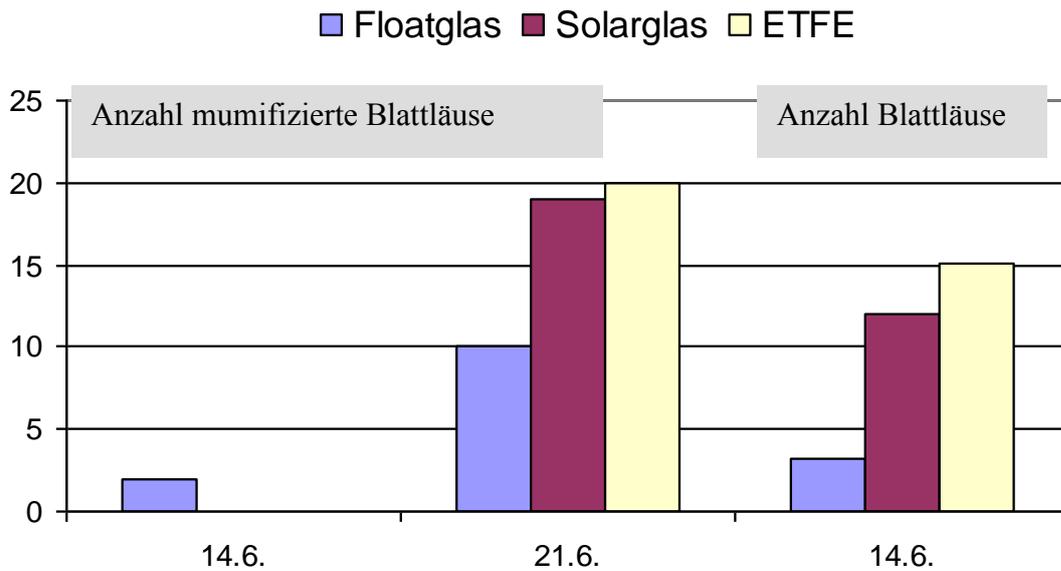


Abb. 58: Mittlere Anzahl Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie pro Variante zu einem Boniturtermin (14.6.13) und Anzahl mumifizierter Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie/Variante zu zwei Boniturterminen (14.6. und 21.6.), bei unterschiedlichen Bedachungen, 1. Versuch

Deutlich aussagekräftiger verlief der 3. Versuchsdurchgang, in dem in den beiden Häusern Solarglas und Floatglas deutlich mehr Blattläuse zu finden waren als in der Variante ETFE. Bei statistischer Verrechnung der Blattlauszahlen zur Abschlußbonitur ergibt sich ein nachweisbarer Unterschied in den Blattlauszahlen.

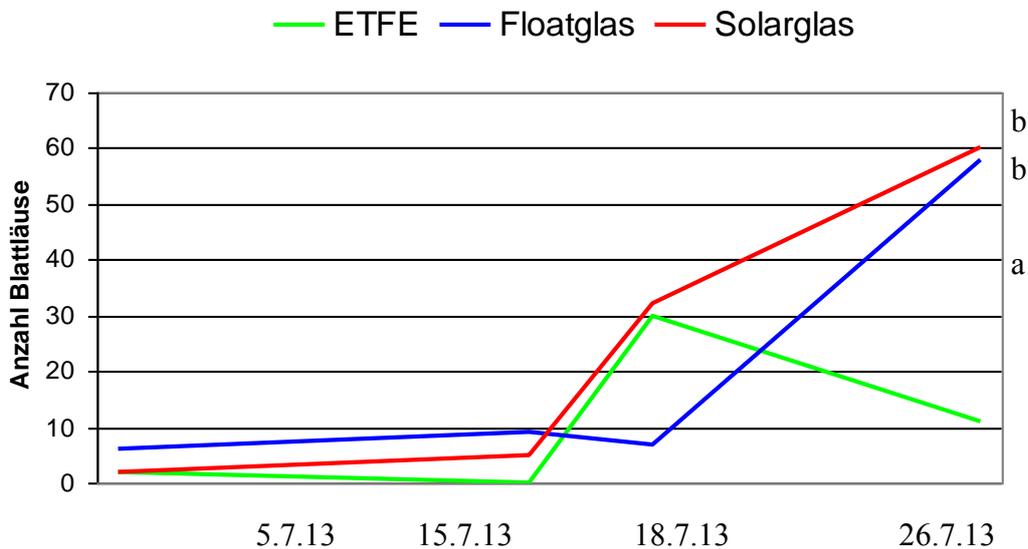


Abb. 59: Anzahl Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie pro Variante zu vier Boniturterminen bei drei unterschiedlichen Bedachungsmaterialien der Versuchsgewächshäuser am INRES-Gartenbau Versuchsdurchgang 3, 2013, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$

Die Anzahl mumifizierter Blattläuse war insgesamt sehr gering und lässt fast auf keinen Regulierungseffekt – auch nicht in der Variante ETFE – schließen (Tab. 40). Keinerlei Mumien wurden unter Floatglas gefunden, die meisten unter Solarglas, allerdings erst zur letzten Bonitur.

Tab. 40: Anzahl mumifizierter Blattläuse an 10 Töpfen Petersilie pro Variante zu vier Boniturterminen bei drei unterschiedlichen Bedachungsmaterialien der Versuchsgewächshäuser am INRES-Gartenbau Versuchsdurchgang 3, 2013

	05.07.13	15.07.13	18.07.13	26.07.13
ETFE	0	0	1	5
Floatglas	0	0	0	0
Solarglas	0	0	2	7

Die Ermittlung des Frischgewichtes pro Topf wurde in den Versuchsvarianten zur Abschlußbonitur vorgenommen (Abb. 60). Aufgrund der Hitze konnte im 2. Durchgang keine Frischmassebestimmung stattfinden. In dem 1. und 3. Versuche schwankte das Frischgewicht der Töpfe stark. Die höchste Biomasse erzielten jeweils die Töpfe der Floatglasvariante.

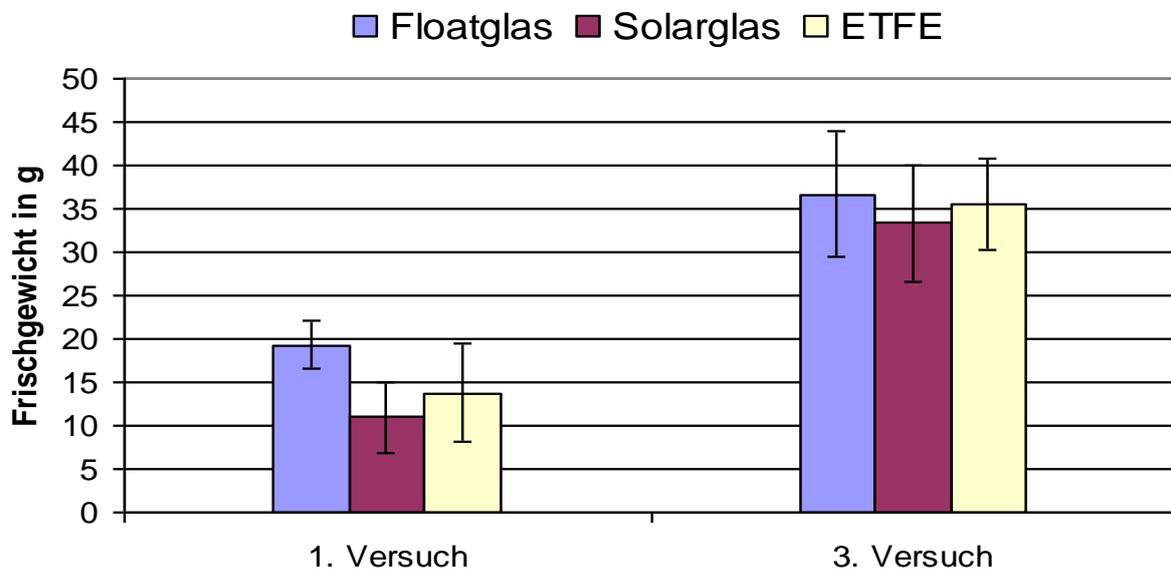


Abb. 60: Durchschnittliches Frischgewicht an Petersilie in g (n= 10) und Standardabweichung bei unterschiedlicher Bedachung im 1. und 2. Versuchsdurchgängen 2013

Die Temperaturmessungen in den drei Häusern ergaben sehr ähnliche Werte in den drei Häusern. Beispielhaft ist die Temperatur von Versuchsdurchgang 3 in

Abb. 61 dargestellt. Die relative Luftfeuchte unterschied sich in den Häusern allerdings massiv wie aus Abb. 62 zu entnehmen ist.

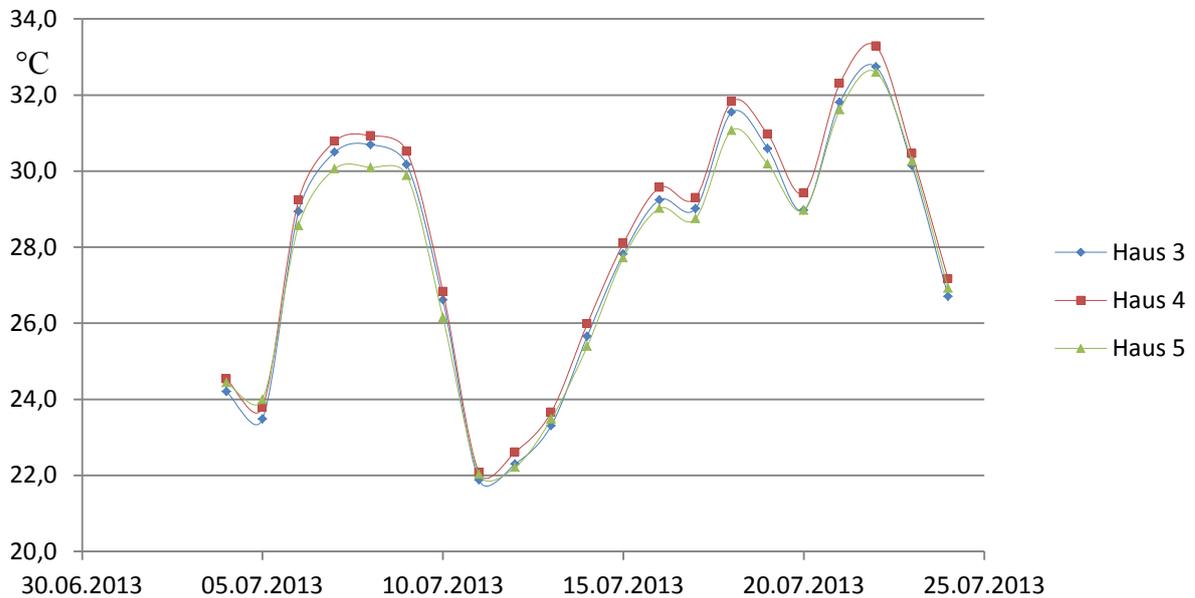


Abb. 61: Temperaturverlauf in den drei Strahlungskammern des INRES-Gartenbau im Versuchsdurchgang 3, 4.7. – 25.7.2013, Haus 3 = ETFE-Folie, Haus 4 = Gartenfloatglas, Haus 5 = Solarglas

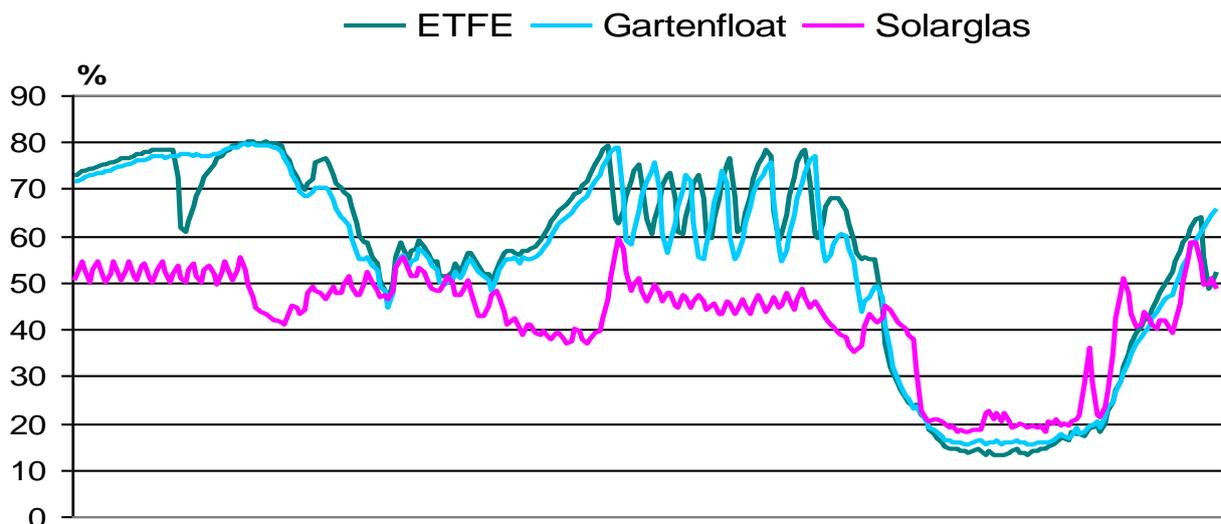


Abb. 62: Relative Luftfeuchte in % in den drei Strahlungskammern des INRES-Gartenbau am 06. und 07.07.2013

3.14 Vergleichende Herdbehandlung mit *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* bei Befall mit *A. fabae* und *A. gossypii* an Petersilie

Im ersten Versuchsdurchgang wurde nur mit der Schwarzen Bohnenlaus *A. fabae* gearbeitet, die in Kolonien auftritt und im Topfkrauteranbau ein hohes Schadpotential hat. Zum ersten Boniturtermin, am 3. Tage nach der Blattlausinfektion, war die Anzahl *A. fabae* in der Kontrollparzelle bereits deutlich gestiegen (Abb. 63). Ein Bekämpfungserfolg wurde nur der Variante 1, *Chrysoperla carnea* deutlich, welcher bis zum 3. Boniturtermin anhielt. Von der 4. Bonitur an, 15 Tage nach Einsatz der Florfliegen, nahm die Blattlauszahl stetig zu. Die Variante *Aphidoletes aphidimyza* zeigte einen permanenten Anstieg der Blattlauszahl, ähnlich dem der Kontrollparzelle. Zum 3. Boniturtermin traten die ersten Larven von Aphidoletes auf, allerdings bei einem mittlerweile hohen Blattlausbefall von durchschnittlich 2,6 Blattläusen auf 10 Töpfen. Eine Reduktion der Blattläuse konnte nicht beobachtet werden.

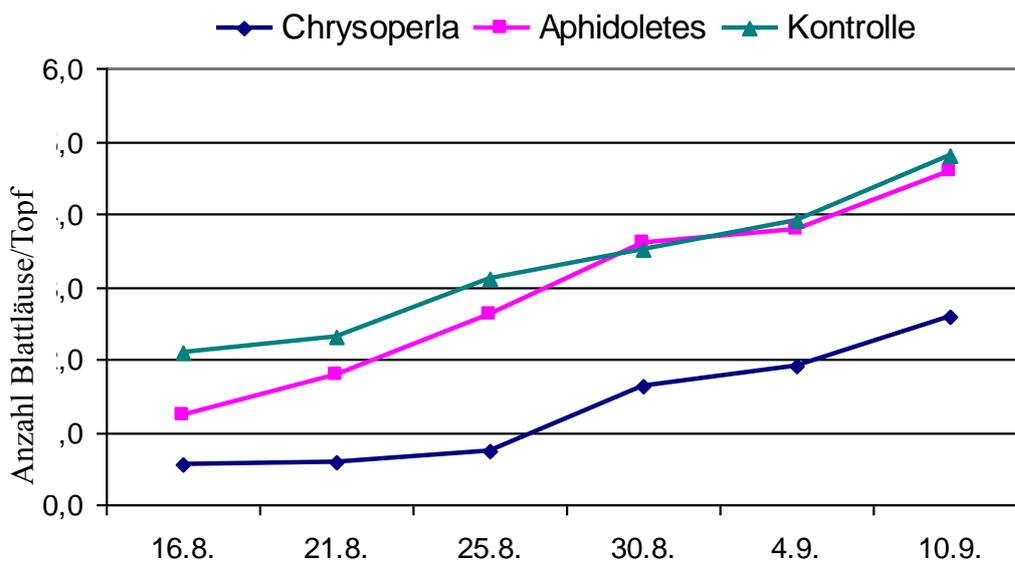


Abb. 63: Durchschnittliche Anzahl *A. fabae*/10 Töpfen in den Varianten *Chrysoperla carnea*, *Aphidoletesaphidimyza* und in der Kontrolle, Versuchsdurchgang 1, 2012

Die starke Streuung der Blattlauszahlen auf den untersuchten Töpfen ist in den Boxplots 1-4 zu sehen (Abb. 64). Ab Boniturtermin sind die ersten Töpfe mit auffallend hohen Befallszahlen zu sehen, ab Bonitur 5 auch in Variante 1.

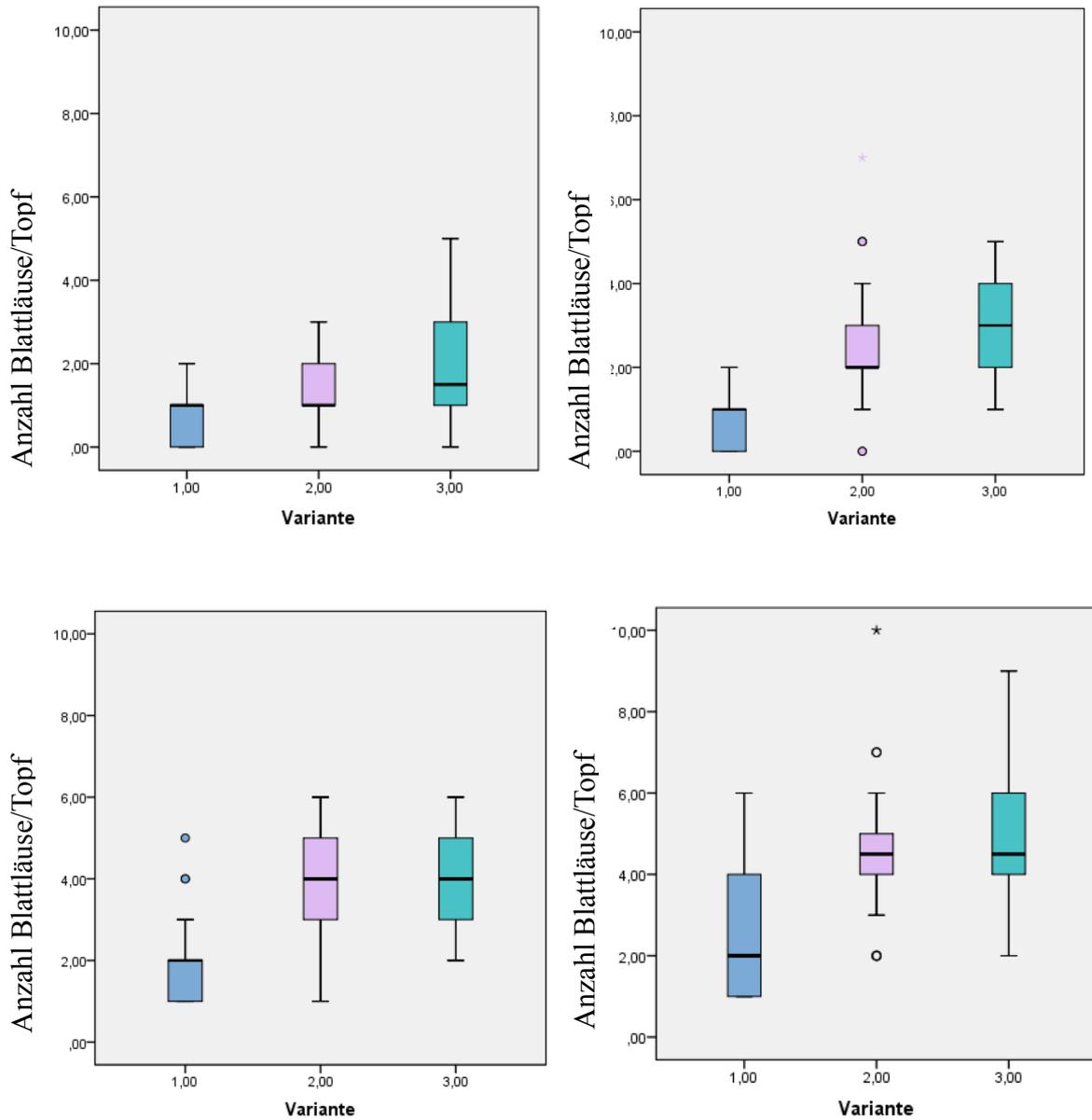


Abb. 64: Streuung der Anzahl *A. fabae* pro Topf (n=30) in den Varianten *Chrysoperla carnea* (1), *Aphidoletes aphidimyza* (2), Kontrolle (3), Boniturtermine 1, 3, 5 und 6, Versuchsdurchgang 1, 2012

Im zweiten Versuchsdurchgang wurden die beiden Arten *A. fabae* (Schwarze Bohnenlaus) und *A. gossypii* (Gurkenlaus) in der gleichen Stärke wie in Durchgang 1 eingesetzt. Die Auszählung von *A. fabae* zeigte bei Variante 1, *Chrysoperla carnea*, einen anfänglichen Regulierungserfolg bis zum 3. Boniturtermin, mit anschließenden Blattlauszahlen auf einem deutlich niedrigeren Niveau, im Vergleich zu beiden anderen Varianten. In der Variante *Aphidoletes aphidimyza* waren keine Effekte des Prädatoreneinsatzes auf die Schwarze Bohnenlaus (Abb. 65). Die durchschnittliche Anzahl von *A. fabae* pro Topf lag im 2. Durchgang unter dem des 1. Versuchsdurchganges.

Keine Unterschiede zwischen den Varianten ergab sich für *A. gossypii* (Abb. 66). Zum letzten Boniturtermin waren alle Töpfe massiv mit Blattläusen befallen und eine exakte Auszählung nicht mehr möglich (Anzahl Blattläuse > 20). Die Streuung der Blattlauszahlen war auch in diesem Versuchsdurchgang ähnlich hoch wie im 1. Durchgang. Da dieses Phänomen die meisten Versuchsanlagen belastete, wird für Durchgang 2 auf eine Darstellung verzichtet.

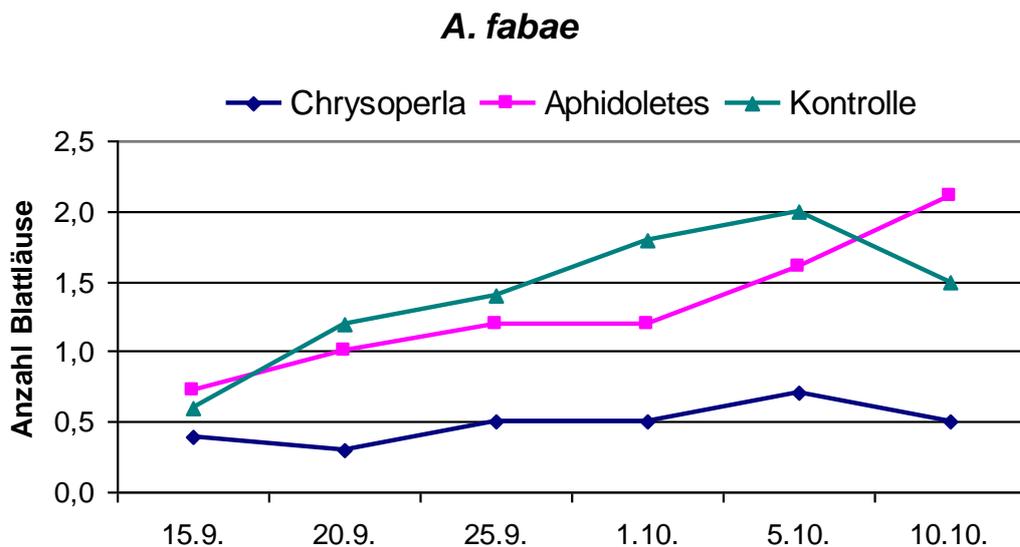


Abb. 65: Durchschnittliche Anzahl *A. fabae*/10 Töpfen in den Varianten *Chrysoperla carnea*, *Aphidoletes aphidimyza* und in der Kontrolle, Versuchsdurchgang 2, 2012

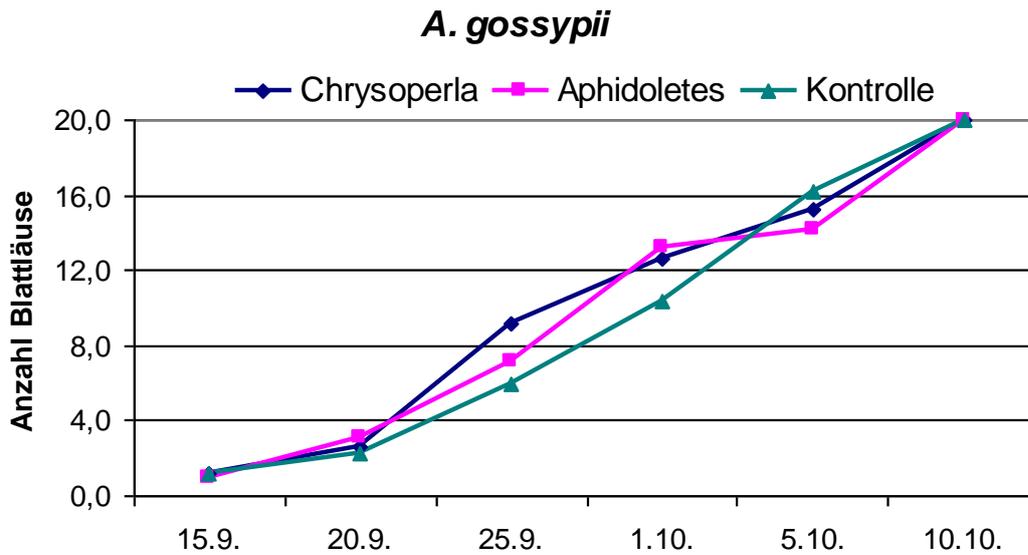


Abb. 66: Durchschnittliche Anzahl *A. gossypii*/10 Töpfen in den Varianten *Chrysoperla carnea*, *Aphidoletes aphidimyza* und in der Kontrolle, Versuchsdurchgang 2, 2012

Zu den einzelnen Boniturterminen wurden die *Chrysoperla*-Larven, die an den 10 Bonitурpflanzen/Parzelle ausgezählt und die Pflanzen auf Larven von *Aphidoletes aphidimyza* untersucht. In beiden Versuchsdurchgängen konnten nur zu den ersten drei Boniturterminen Florfliegenlarven gefunden werden, demnach bis circa 10 Tage nach dem Aussetzen von *Chrysoperla carnea*. Dies entspricht der zu erwartenden Dauer des Larvenstadiums. Nach 10 Tagen müssten demnach nochmals Larven ausgebracht werden. Die ersten Gallmückenlarven wurden in der 3. Bonitur, zehn Tage nach Ausbringen der Puppen gefunden. Im ersten Versuchsdurchgang war die Anzahl *Aphidoletes*-Larven deutlich höher (bis 15 Larven bei n=30) als im 2. Durchgang (maximal 8 Larven). Damit wird deutlich, dass nur von *Chrysoperla carnea* eine Sofortbekämpfungswirkung zu erwarten ist und sich in der Zeit zwischen Aussetzen der Puppen und Aktivität der Larven, besonders im Falle von *A. gossypii* die Blattlauspopulation extrem weiterentwickelt. Die Ergebnisse zeigten auch eine stärkere Entwicklung von *Aphidoletes* im Versuchszeitraum 15.8.- 10.9., im Vergleich zum späteren Termin 14.9. – 10.10. (Abb. 67 und Abb. 68).

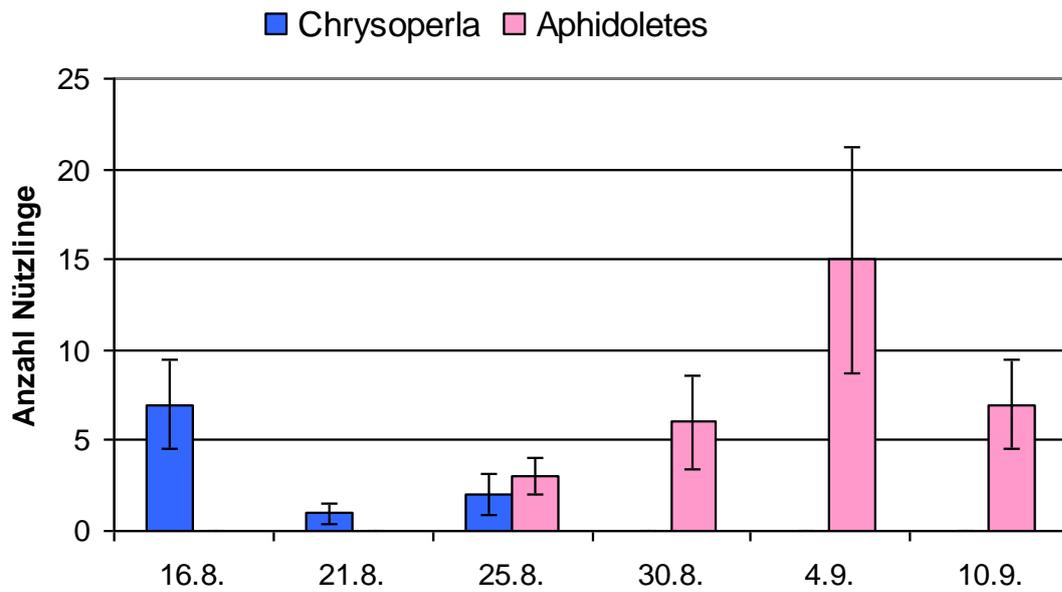


Abb. 67: Gesamtzahl Larven von *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* in drei Wiederholungen (n=30), mit STABW, Versuchsdurchgang 1, 2012

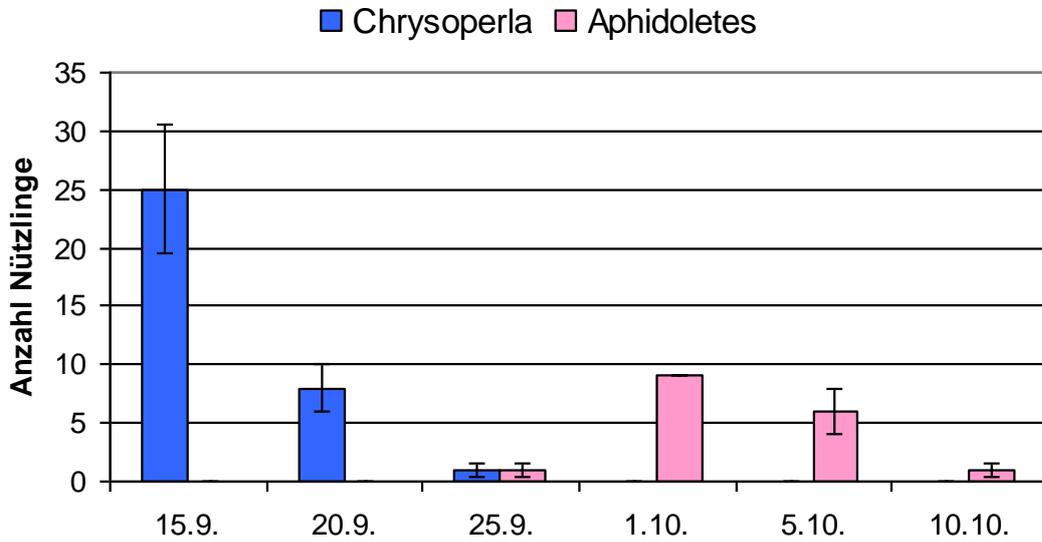


Abb. 68: Gesamtzahl Larven von *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* in 3 Wiederholungen (n=30), mit STABW, Versuchsdurchgang 2, 2012

3.15 Regulierung von *A. fabae* durch verschiedene Schlupfwespenarten

Zum Einsatztermin der Schlupfwespen wurde die erste Blattlausbonitur durchgeführt. Zu diesem Termin waren auf den zehn Boniturtöpfen in allen Varianten nur wenige Blattläuse zu finden, maximal fünf auf zehn Töpfen. In den Varianten *L. testaceipes* 3 Tiere/Parzelle, *L. testaceipes* 6 Tiere/Parzelle und *A. ervi* 3 Tiere/Parzelle stiegen die Anzahl der Blattläuse über den gesamten Versuchszeitraum nicht an. Auffallend wenige Blattläuse waren in der Variante *A. colemani* mit 3 Tieren/Parzelle. In allen anderen Varianten, einschließlich der Kontrollparzelle, nahm die Blattlauszahl massiv zu, ohne einen Hinweis auf einen Regulierungserfolg durch die Schlupfwespen, so auch in der Variante *A. colemani* 6 Tiere/Parzelle (Abb. 69). Die Bekämpfung von *A. fabae* durch *L. testaceipes* und *A. ervi* wird damit sehr deutlich. Die Aufwandmenge von 3 Tieren/0,57 m² zeigte gute Effekte. Interessant war die teilweise sehr inhomogene Verteilung der Blattläuse auf den Töpfen, in Abb. 70 dargestellt als Standardabweichung für die Arten ohne Bekämpfungserfolg und die Kontrolle, welche auf eine geringe Mobilität von *A. fabae* schließen lässt.

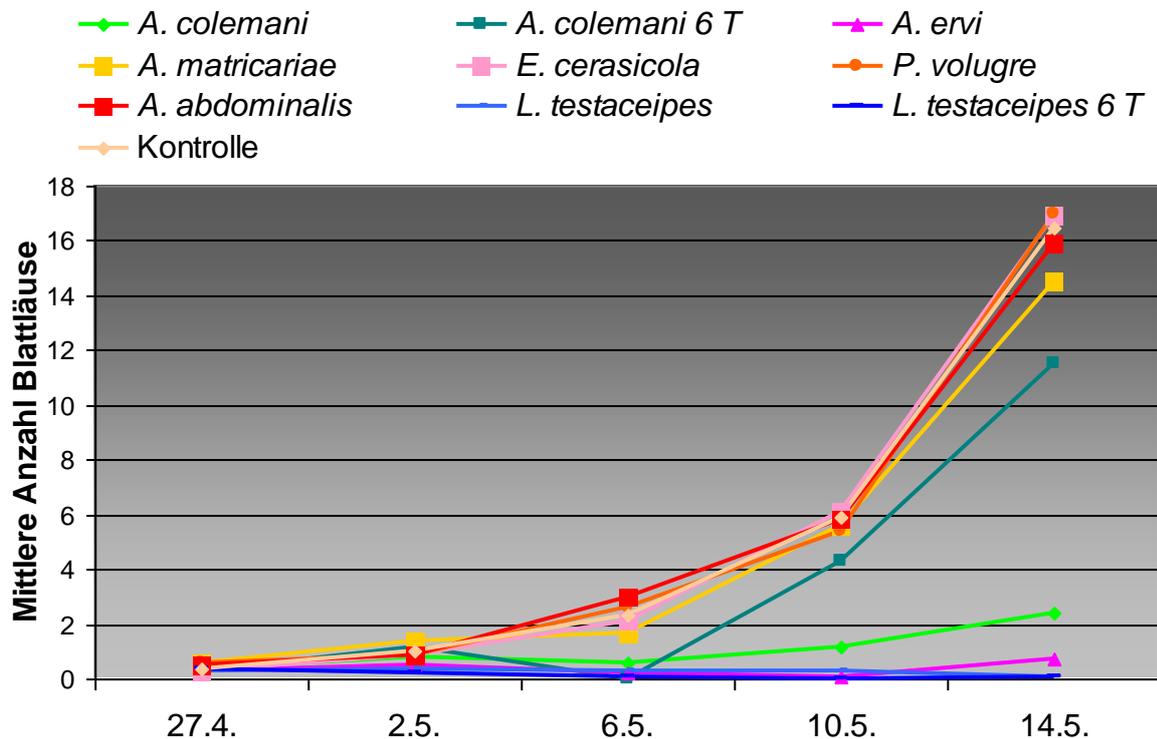


Abb. 69: Mittlere Anzahl *A. fabae* auf 10 Töpfen pro Variante mit unterschiedlichen Schlupfwespenarten. 6 T = 6 Schlupfwespen/Parzelle, ansonsten 3 Tiere/Parzelle, Klein-Altendorf, 2013

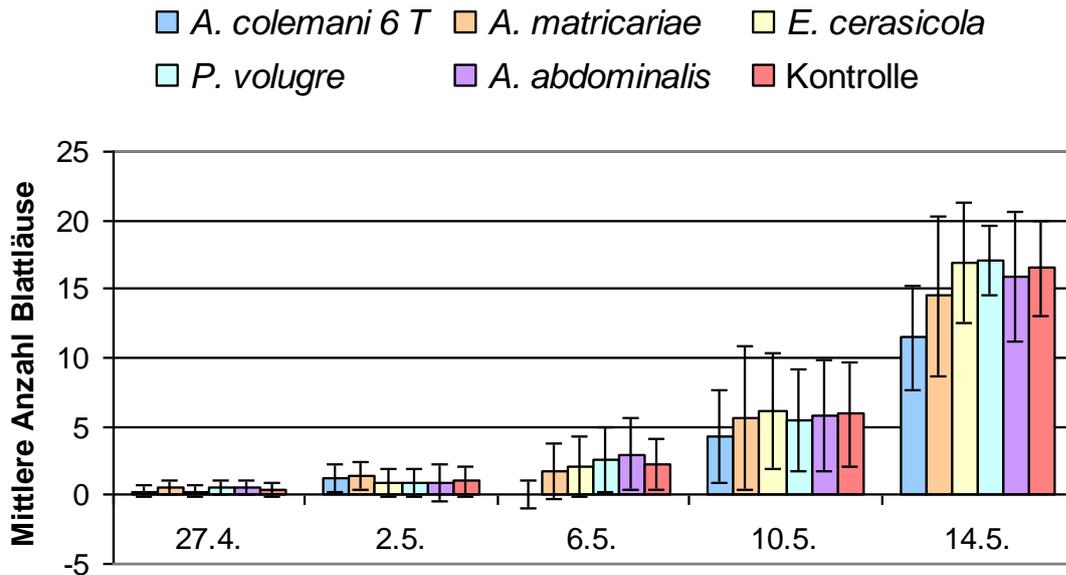


Abb. 70: Mittlere Anzahl *A. fabae* auf 10 Töpfen pro Variante mit unterschiedlichen Schlupfwespenarten. 6 T = 6 Schlupfwespen/Parzelle, ansonsten 3 Tiere/Parzelle, Darstellung der Standardabweichung, CKA 2013

Die ersten mumifizierten Blattläuse waren zum zweiten Boniturtermin, sechs Tage nach dem Einsatz der Schlupfwespen, in den Varianten *A. colemani*, *A. ervi*, *A. matricariae* und den beiden *L. testaceipes* Varianten zu sehen. *A. abdominalis* erreichte zwar in der Summe die höchste Anzahl an Mumien, schien aber verzögert zu parasitieren und konnte wahrscheinlich aus diesem Grunde keine Bekämpfung der Blattläuse erreichen. Ein ähnliches Bild ergab sich für *A. matricariae*. Keine Mumien wurden von *E. cerasicola* gefunden. Da sich die durch *E. cerasicola* parasitierten Blattläuse tendenziell zurückziehen, würde das die geringe Auffindrate der Mumien erklären. In den Käfigen mit *P. volugre* konnten bis auf zwei Mumien keine mumifizierten Blattläuse gefunden werden (Tab. 41). Überraschend war die Parasitierung von *A. fabae* durch *Aphidius ervi*. In den Untersuchungen von Viridaxis wurde diese Art nicht als Parasitoid von *A. fabae* identifiziert.

Tab. 41: Anzahl mumifizierter Blattläuse auf 10 Estragonpflanzen pro Variante an fünf Boniturterminen 2013

Anzahl mumifizierter Blattläuse	27.4.	2.5.	6.5.	10.5.	14.5.	Gesamt
<i>A. colemani</i>	0	2	11	1	3	17
<i>A. colemani</i> 6 Tiere	0	0	5	2	8	15
<i>A. ervi</i>	0	5	1	0	1	7
<i>A. matricariae</i>	0	2	10	3	12	30
<i>E. cerasicola</i>	0	0	0	0	0	0
<i>P. volugre</i>	0	0	0	2	0	2
<i>A. abdominalis</i>	0	0	12	5	18	35
<i>L. testaceipes</i>	0	2	3	0	0	5
<i>L. testaceipes</i> 6 Tiere	0	1	5	1	0	7
Kontrolle	0	0	0	0	0	0

3.16 Systemvergleich Offene Zucht / BasilProtect®

1. Versuchsdurchgang:

In KW 40 wurde in der Offenen Zucht das zweite Mal *A. ervi* und *A. colemani* eingesetzt, in der der Variante BasilProtect® wurde bis dahin ein Röhrchen aufgehängt. In dieser Woche zeigte die Petersilie die ersten Laubblätter und es erfolgte die 1. Bonitur. Im Haus BasilProtect® wurden alle 10 Töpfe/Tisch in Befallsklasse „0 Blattläuse“ und „0 Mumien“ eingeteilt. Ebenso wurden in dem Haus Offene Zucht keine Blattläuse an den Bonitурpflanzen gefunden (Tab. 42). An den Banker Plants zeigten sich noch keine Parasitierungen der Getreideläuse. In der KW 41 konnten ebenfalls weder Blattläuse noch Mumien an den bonitierten Töpfen gefunden werden. An den Banker Plants waren vereinzelt erste Mumien zu sehen (3. Woche nach dem 1. Schlupfwespeneinsatz). Über den gesamten Versuchsverlauf nahm die Mumienanzahl an den Banker Plants nicht deutlich zu und zeigte damit eine eher geringe Parasitierungsaktivität in den Banker Plants. Aufgrund der vereinzelt gefundenen mumifizierten Blattläuse, kann aber davon aufgegangen werden, dass die offene Zucht funktionierte und Schlupfwespen im Gewächshaus waren. Die Verteilung der Kultursätze innerhalb des Boniturzeitraumes ist in Abb. 71 dargestellt.

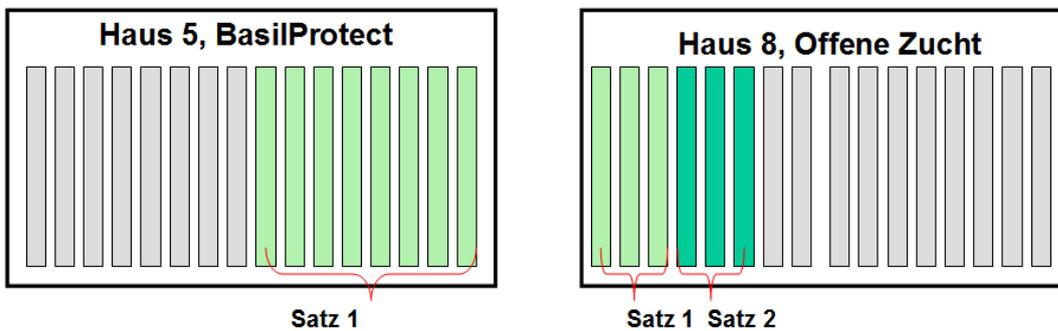
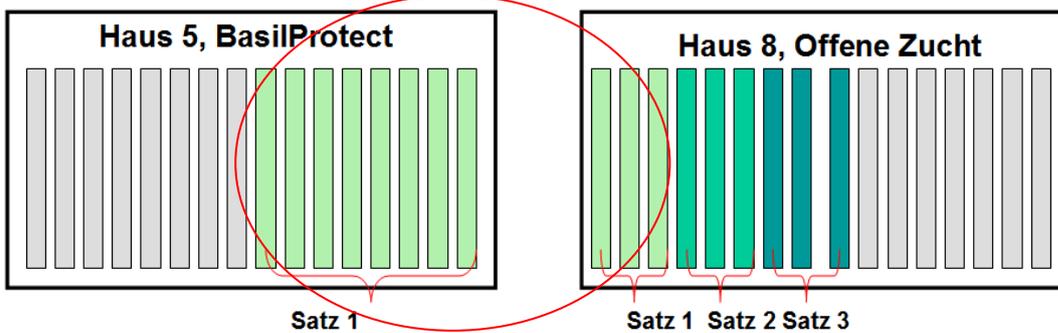
KW 40, 41**KW 42, 43****KW 44, 45**

Abb. 71: Satzweise Produktion von Topfpetersilie im 1. Versuchsdurchgang 2012, Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect© rot eingekreist die verkaufsfertigen Sätze

Tab. 42: Boniturergebnisse aus KW 40 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 1, 2012. Dargestellt ist die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsklassen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	0
Tisch 4	10	0	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	0
Tisch 6	10	0	0	0	0
Tisch 7	10	0	0	0	0
Tisch 8	10	0	0	0	0

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	0

BasilProtect

KW 40

Offene Zucht

Tab. 43: Boniturergebnisse aus KW 41 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 1, 2012. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsklassen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	0
Tisch 4	10	0	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	0
Tisch 6	10	0	0	0	0
Tisch 7	10	0	0	0	0
Tisch 8	10	0	0	0	0

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	0

BasilProtect

KW 41

Offene Zucht

In Kalenderwoche 42 (Bonitur 15.10.12) wurden an den Petersiliepflanzen die ersten Blattläuse gefunden (Blattlausart: *Myzus persicae*). In beiden Varianten wurden jeweils an zwei Tischen ein Topf mit 1-4 Blattläusen bonitiert (Tab. 44). Nur im Haus BasilProtect[®] waren mumifizierte Blattläuse an den Petersilienpflanzen zu sehen. Eine leichte Zunahme des Blattlausbefalls ergab sich in KW 43 in beiden Häusern (Tab. 45). In der Offenen Zucht wurden die ersten Blattlausmumien an den Petersilienpflanzen gefunden. Die Petersilie in Haus 5 und die des ersten Satzes in Haus 8 waren in KW 44 verkaufsfertig (Tab. 46). Der Befall an Blattläusen war deutlich höher, es wurden jedoch wenige parasitierte Blattläuse gefunden. Der 3. Satz in der Variante Offen Zucht war in KW 44 noch im 1. Laubblattstadium, zeigte aber schon einen ersten Blattlausbefall. Neben der Art *Myzus persicae* wurde auch *Aphis gossypii* gefunden.

Tab. 44: Boniturergebnisse aus KW 42 im Haus BasilProtect[®] und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 1, 2012. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsklassen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	9	1	0	0	1
Tisch 4	9	1	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	1
Tisch 6	10	0	0	0	0
Tisch 7	10	0	0	0	0
Tisch 8	10	0	0	0	0

BasilProtect

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	9	1	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	9	1	0	0	0
Tisch 4	10	0	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	0
Tisch 6	10	0	0	0	0

KW 42

Offene Zucht

Tab. 45: Boniturergebnisse aus KW 43 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 1, 2012. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsstufen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	10	0	0	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	1
Tisch 4	8	1	0	1	1
Tisch 5	10	0	0	0	1
Tisch 6	10	0	0	0	0
Tisch 7	10	0	0	0	1
Tisch 8	9	1	0	0	0

BasilProtect

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	8	1	1	0	0
Tisch 3	10	0	0	0	1
Tisch 4	9	1	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	0
Tisch 6	10	0	0	0	0

KW 43

Offene Zucht

Tab. 46: Boniturergebnisse aus KW 44 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 1, 2012. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsstufen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	7	3	0	0	0
Tisch 2	9	1	0	0	1
Tisch 3	10	0	0	0	0
Tisch 4	8	1	0	1	0
Tisch 5	8	2	0	0	1
Tisch 6	9	1	0	0	0
Tisch 7	8	0	1	1	0
Tisch 8	10	0	0	0	0

BasilProtect

KW 44

Offene Zucht

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe					mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall	0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	10	0	0	0	0
Tisch 2	8	1	1	0	0
Tisch 3	9	0	1	0	0
Tisch 4	9	1	0	0	0
Tisch 5	10	0	0	0	0
Tisch 6	10	0	0	0	0
Tisch 7	7	3	0	0	0
Tisch 8	9	1	0	0	0

Einen vergleichenden Überblick der Befallsituation in KW 45 ist der Abb. 72 zu entnehmen. Die verkaufsfertigen Pflanzen aus KW 44 waren in KW 45 deutlich überständig, dennoch wurde in dieser Woche der Befallsverlauf bonitiert, um die Auswirkungen eines überständigen Pflanzensatzes zu verdeutlichen. Es zeigte sich, dass der Blattlausbefall aus den älteren Sätzen in der Variante Offene Zucht überwandern auf die neuen Satz und somit eine Infektionsquelle darstellt.

Zwischen den beiden geprüften Systemen Offene Zucht und BasilProtect© ist kein deutlicher Unterschied zu erkennen. Beide Systeme schafften es nicht den Blattlausbefall bis zur Verkaufsreife der Pflanzen vollständig unter Kontrolle zu halten. Wird davon ausgegangen, dass die Befallsstufe 1- 4 Blattläuse/Topf im Endverkauf schon als problematisch einzustufen ist, da von diesem geringen Befall möglicherweise eine starke Vermehrung bis in den Endverkaufsbereich oder bis hin zum Kunden ausgehen kann, ergibt sich für beide Varianten in KW 44 ein nichtvermarktungsfähiger Anteil von 13,7 % (BasilProtect©) und 10 % (Offene Zucht).

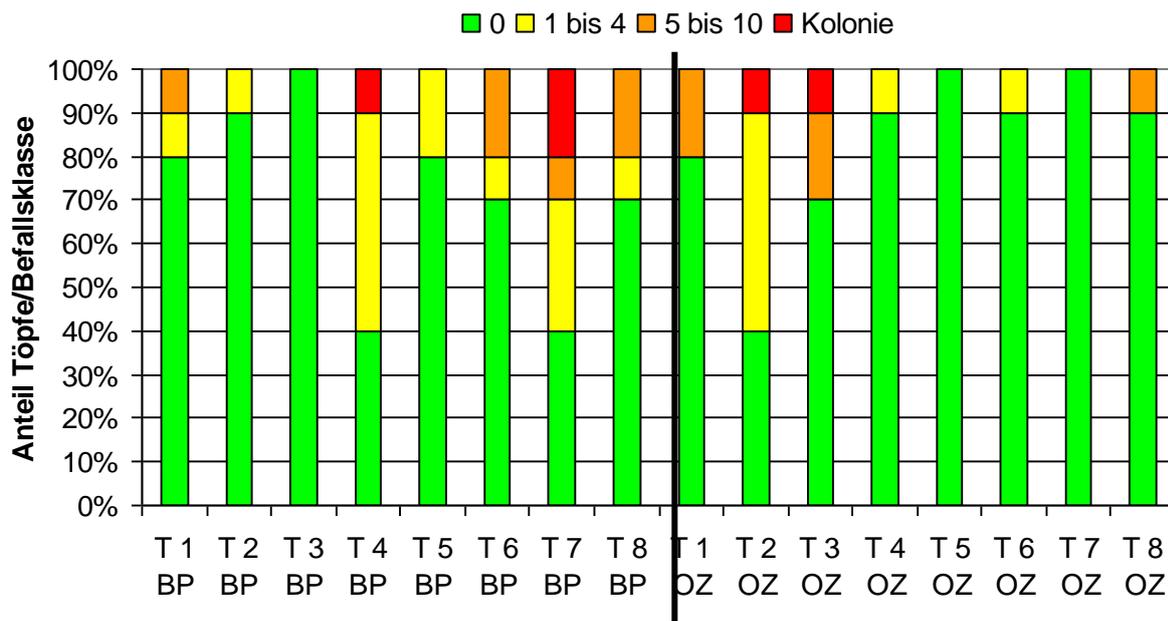


Abb. 72: Anteil bonitierter Töpfe in den Befallsklassen 0 Blattläuse, 1-4 Blattläuse, 5-10 Blattläuse und Blattlauskolonie zur Bewertung des Blattlausbefalls im Haus BasilProtect© (BP) und im Haus Offene Zucht (OZ) in KW 45 im Versuchsdurchgang 1, 2012

Ergebnisse 2. Versuchsdurchgang

Die Petersilientöpfe wurden als Keimpflanzen in KW 10 geliefert, in KW 12 konnte die erste Bonitur durchgeführt werden. Abb. 73 zeigt die Verteilung der Sätze zu den einzelnen Boniturterminen im Zeitraum KW 12- KW 22.

Bis in KW 14 wurden an keinen Pflanzen Blattläuse oder Mumien gefunden. An den Banker Plants wurden die ersten mumifizierte Blattläuse in KW 13 entdeckt. Die Parasitierung der Getreideläuse der Banker Plants nahm ab KW 16 extrem zu und war von diesem Zeitpunkt an sehr stark. In der Kalenderwoche 17 wurden in den Getreideblattlauskolonien der Banker Plants die ersten Larven von *Aphidolotes aphidimyza* gefunden, die aus dem ersten Einsatztermin in KW 11 stammen müssen und die ersten Mumien an der Petersilie.

In KW 14 wurden Blattläuse der Art *Aphis gossypii* gefunden im späteren Verlauf noch *Aulacorthum solani* und *Myzus persicae*. Die ersten Blattläuse waren anfangs nur in den älteren Petersilientöpfen von Satz 1 in beiden Häusern zusehen. Damit zeigten beide Systeme Lücken in der frühen Befallregulierung (Abb. 74). Die Pflanzen des 1. Satzes waren in KW 15 leicht überständig und mit Blattläusen befallen, ebenso wie die Pflanzen des 2. Satzes. Mumien wurden nur sehr vereinzelt im 1. Satz gefunden (Tab. 47). Nachdem Satz 1 in KW 16 abgeräumt wurde, stand der neue Satz 3 ab KW 17 neben befallenen Töpfen, die ein Infektionspotential für die neuen Töpfe darstellten (Abb. 75).

KW 12, 13, 14, 15

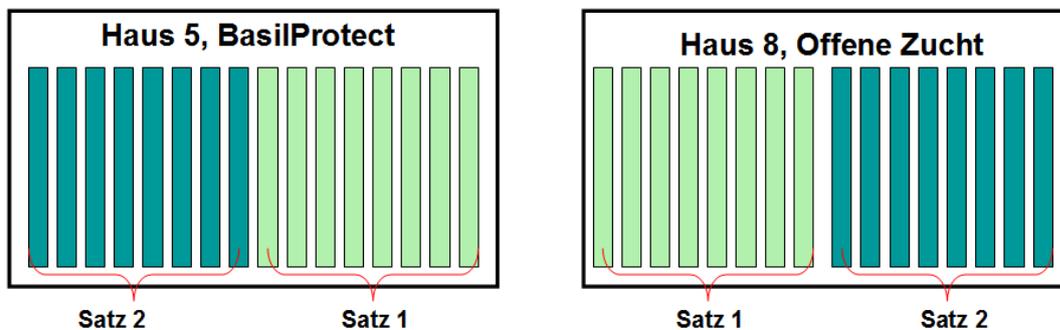


Abb. 73: Satzweise Produktion von Topfpetersilie im 2. Versuchsdurchgang 2013, KW 12,13,14,15, Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect©

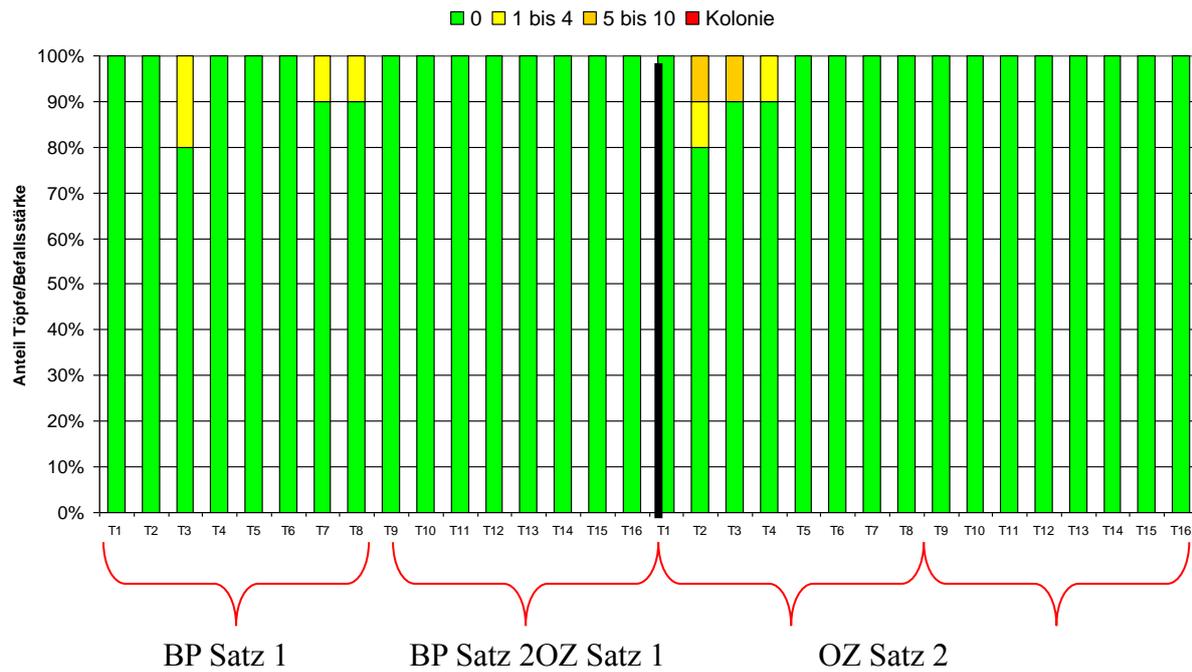


Abb. 74: Anteil bonitierter Töpfe in den Befallsstufen 0 Blattläuse, 1-4 Blattläuse, 5-10 Blattläuse und Blattlauskolonie zur Bewertung des Blattlausbefalls im Haus BasilProtect© (BP) und im Haus Offene Zucht (OZ) in KW 14 im Versuchsdurchgang2, 2013

Tab. 47: Boniturergebnisse aus KW 15 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 2, 2013. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsstufen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe						mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall		0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	BP	9	1	0	0	0
Tisch 2	BP	7	1	2	0	0
Tisch 3	BP	10	0	0	0	1
Tisch 4	BP	7	3	0	0	0
Tisch 5	BP	8	2	0	0	0
Tisch 6	BP	8	1	1	0	1
Tisch 7	BP	6	3	1	0	0
Tisch 8	BP	8	1	1	0	0
Tisch 9	BP	10	0	0	0	0
Tisch 10	BP	10	0	0	0	0
Tisch 11	BP	9	1	0	0	0
Tisch 12	BP	9	1	0	0	0
Tisch 13	BP	9	0	1	0	0
Tisch 14	BP	8	2	0	0	0
Tisch 15	BP	9	1	0	0	0
Tisch 16	BP	10	0	0	0	0
Tisch 1	OZ	7	1	2	0	0
Tisch 2	OZ	6	3	1	0	0
Tisch 3	OZ	8	1	1	0	0
Tisch 4	OZ	9	1	0	0	1
Tisch 5	OZ	8	2	0	0	0
Tisch 6	OZ	10	0	0	0	0
Tisch 7	OZ	9	1	0	0	0
Tisch 8	OZ	8	2	0	0	0
Tisch 9	OZ	9	1	0	0	0
Tisch 10	OZ	10	0	0	0	0
Tisch 11	OZ	10	0	0	0	0
Tisch 12	OZ	9	1	0	0	0
Tisch 13	OZ	9	1	0	0	0
Tisch 14	OZ	10	0	0	0	0
Tisch 15	OZ	8	2	0	0	0
Tisch 16	OZ	10	0	0	0	0

KW 16

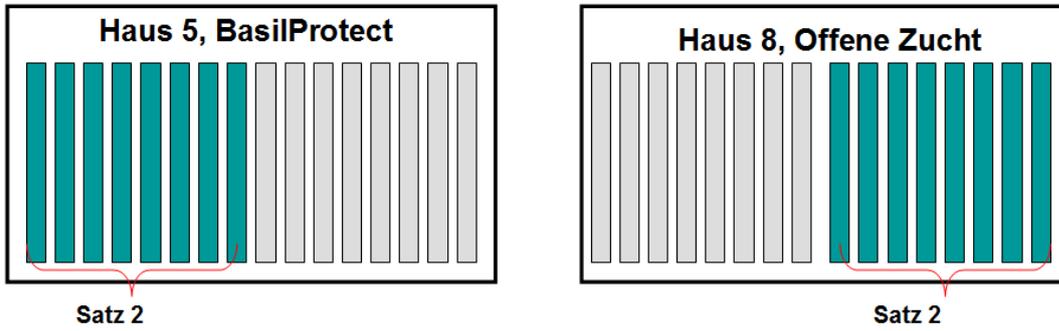


Abb. 75: In KW 16 wird Satz 1 geräumt, Topfpetersilie im 2. Versuchsdurchgang, 2013, Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect©

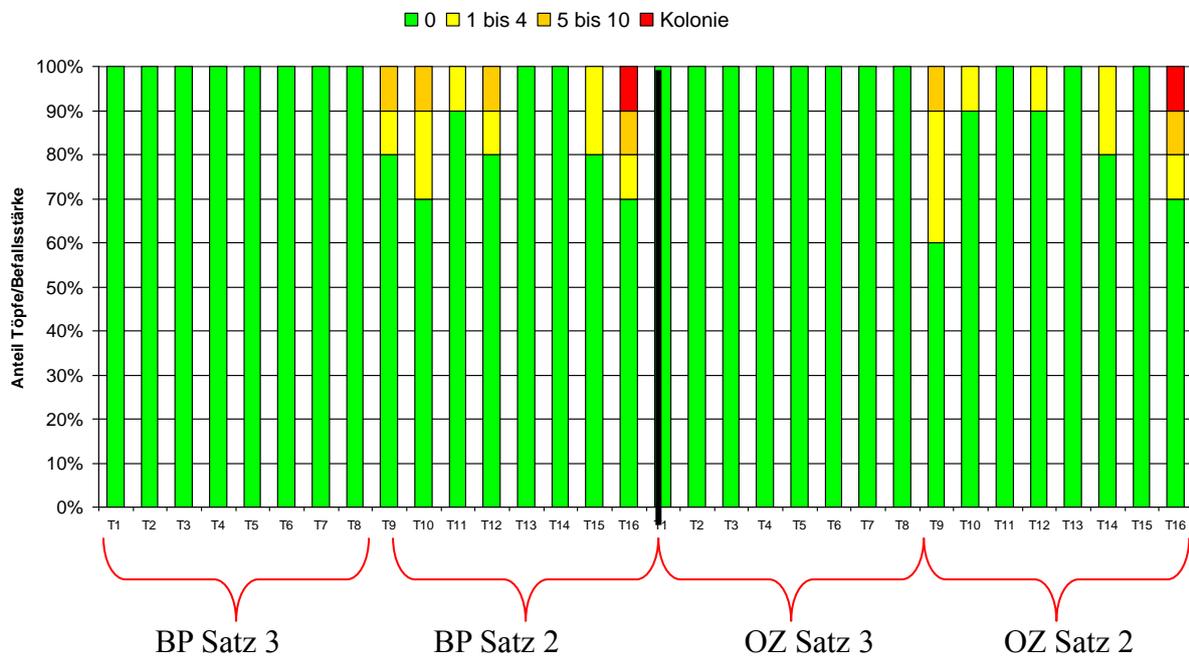


Abb. 76: Anteil bonitierter Töpfe in den Befallsstärken 0 Blattläuse, 1-4 Blattläuse, 5-10 Blattläuse und Blattlauskolonie zur Bewertung des Blattlausbefalls im Haus BasilProtect© (BP) und im Haus Offene Zucht (OZ) in KW 17 im Versuchsdurchgang 2, 2013

Der Befall mit Blattläusen nahm ab KW 19 in beiden Häusern drastisch zu (Abb. 78). Unterschiede zwischen den Systemen waren nicht erkennbar. Es schien in Satz 2 eine Schadschwelle überschritten, bei der die Parasitoiden alleine nicht mehr ausreichend effektiv waren.

KW 17, 18, 19

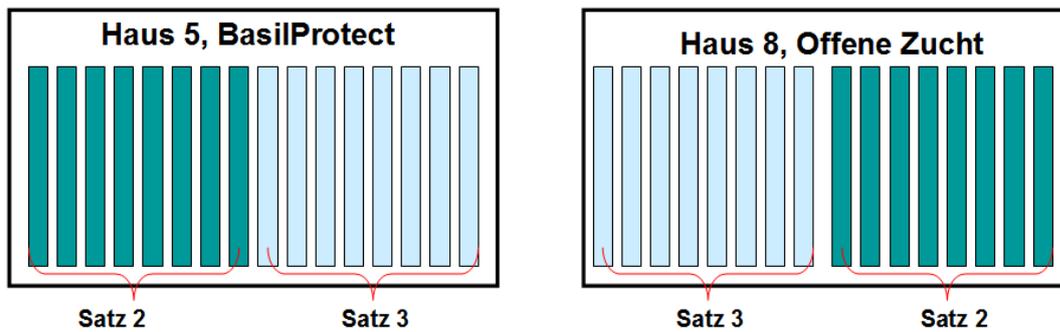


Abb. 77: In KW 17, 18, 19 stehen Satz 2 und 3 in den Versuchshäusern, Topfpetersilie im 2. Versuchsdurchgang, 2013, Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect©

Aufgrund des hohen Befalls war die Mehrzahl der Töpfe von Satz 2 einer Befallsklasse zuzuordnen und damit nur bedingt bis nicht mehr vermarktungsfähig (Abb. 78). Ein deutlicher Anstieg der Mumienzahl war nicht zu verzeichnen, auch wenn die Banker Plants in Variante Offene Zucht noch sehr voll mit Mumien waren. Zum Ende von KW 19 wurde Satz 2 geräumt. In KW 20-22 waren in beiden Häusern nur noch jeweils 8 Tische mit Satz 3 belegt (Abb. 79). Der Blattlausbefall war in beiden Häusern vorhanden, allerdings wieder auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Zu Versuchsabschluß war dennoch der Großteil der Töpfe nicht mehr vermarktungsfähig (Tab. 48).

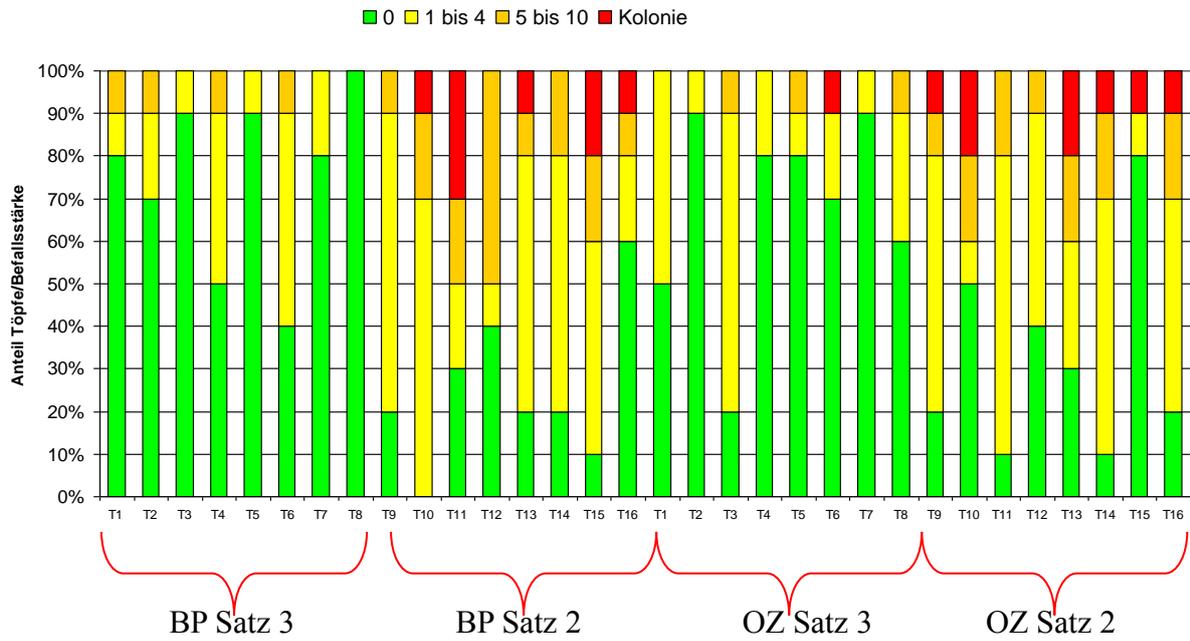


Abb. 78: Anteil bonitierter Töpfe in den Befallsstufen 0 Blattläuse, 1-4 Blattläuse, 5-10 Blattläuse und Blattlauskolonie zur Bewertung des Blattlausbefalls im Haus BasilProtect© (BP) und im Haus Offene Zucht (OZ) in KW 19 im Versuchsdurchgang 2, 2013

KW 20,21,22

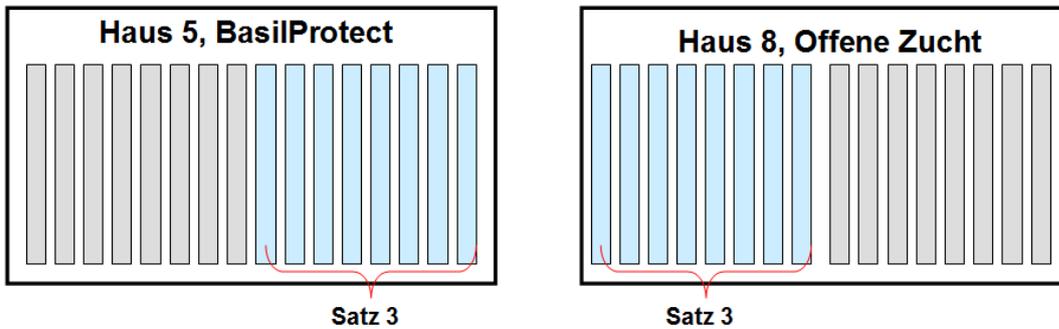


Abb. 79: Satzweise Produktion von Topfpetersilie im 2. Versuchsdurchgang 2013, KW 20-22 mit nur noch einem Satz pro Haus, Systemvergleich Offene Zucht und BasilProtect©

Tab. 48: Boniturergebnisse aus KW 22 im Haus BasilProtect® und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 2, 2013. Dargestellt sind die Anzahl Töpfe in den jeweiligen Befallsklassen Blattläuse und Mumien

Anzahl Töpfe pro Tisch in der jeweiligen Befallsstufe						mumifizierte Blattläuse
Blattlausbefall		0	1 bis 4	5 bis 10	Kolonie	
Tisch 1	BP	1	4	4	1	2
Tisch 2	BP	0	6	2	2	0
Tisch 3	BP	0	2	6	2	0
Tisch 4	BP	0	8	2	0	0
Tisch 5	BP	1	3	5	1	1
Tisch 6	BP	0	4	6	0	0
Tisch 7	BP	0	6	2	2	0
Tisch 8	BP	0	7	3	0	0
Tisch 1	OZ	0	2	5	2	0
Tisch 2	OZ	0	8	1	1	1
Tisch 3	OZ	2	5	4	1	1
Tisch 4	OZ	0	5	5	0	2
Tisch 5	OZ	0	2	4	4	0
Tisch 6	OZ	1	4	5	0	0
Tisch 7	OZ	0	7	3	0	0
Tisch 8	OZ	0	2	5	3	0

Während des 2. Versuchsdurchganges wurden wenige parasitierte Blattläuse auf den Bonitурpflanzen gefunden (Tab. 49). Im Haus BasilProtect® konnten Rückschlüsse auf die Funktionstüchtigkeit der Maßnahme nur anhand der Blattlauszahlen getroffen werden. In der Variante Offene Zucht gab die Parasitierung der Blattläuse auf den Banker Plants ein Hinweis auf die Wirksamkeit. Zudem waren die Larven der Räuberischen Gallmücke deutlich zu sehen. Von der Getreidezucht wurden immer wieder Mumien abgenommen und die Schlupfwespen in Eppendorfröhrchen erfolgreich ausgebrütet, um die Vitalität der Schlupfwespenpuppen zu testen.

Tab. 49: Summe mumifizierter Blattläuse/Schlupfwespenmumien an den bonitierten Petersilientöpfen im Haus BasilProtect© und im Haus Offene Zucht im Versuchsdurchgang 2, 2013. Mumifizierte Blattläuse und Gallmückenlarven an den Banker Plants (+ = vorhanden)

KW	Parasitierte Blattläuse			Gallmückenlarven		
	BP	OZ	Banker P	BP	OZ	Banker P
13 **	0	0	+	0	0	0
14 **	0	0	+	0	0	0
15 **	7	4	+	0	0	0
16 *	3	5	+++	0	0	0
17 **	25	12	+++	0	0	+
18 **	5	13	+++	0	0	+
19 **	31	24	+++	0	0	+
20 *	2	8	+++	0	2	+
21 *	16	9	+++	0	0	+
22 *	3	12	+++	0	0	+

** 2 Sätze pro Haus = 160 Boniturlpflanzen, * 1 Satz pro Haus = 80 Boniturlpflanzen

Der Temperaturverlauf war im 1. Durchgang in beiden Häusern nahezu identisch (Abb. 80) und dürfte damit keinen Einfluss auf das Versuchsergebnis gehabt haben. Ab ca. 26.10. wird an den Minimaltemperaturen in beiden Häusern die Zuschaltung der Heizung ab 16 °C deutlich. Die Außentemperaturen sind in Abb. 81 dargestellt. Die Minimaltemperatur fiel erst gegen 10.10.12 in Richtung null °C, bis dahin fand der erste Zuflug der Blattläuse von außen statt und damit ein Erstbefall.

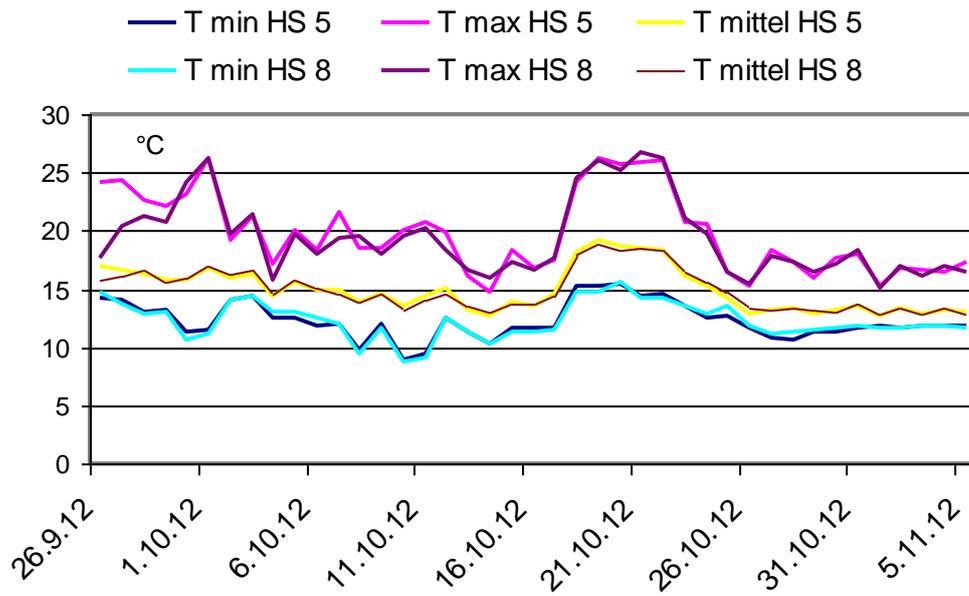


Abb. 80: Temperatur min/max/mittel in °C in den Versuchshäusern 5 und 8, Durchgang 1,, Versuchszentrum für Gartenbau Köln-Auweiler, 2012

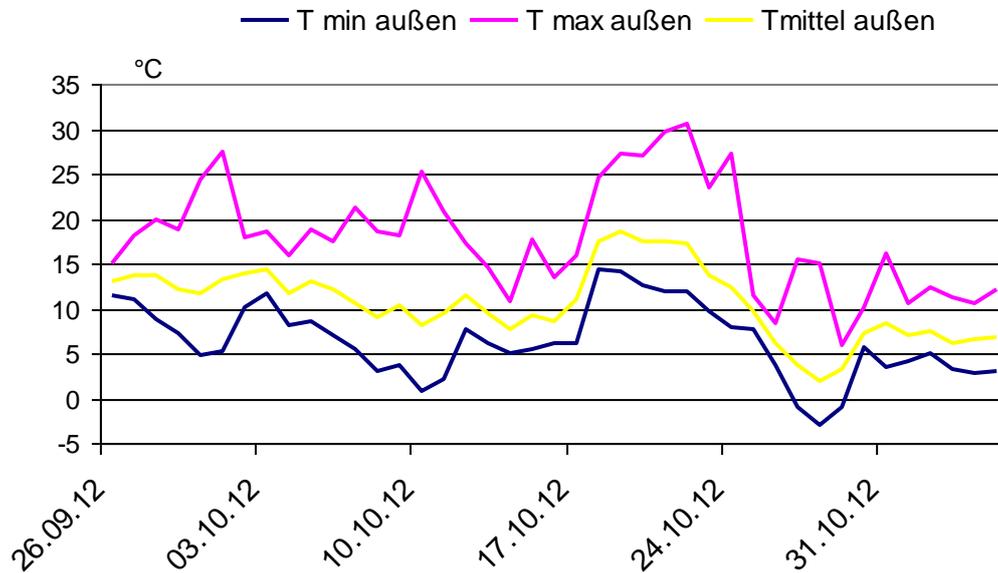


Abb. 81: Außentemperatur min/max/mittel in °C während des Versuchsdurchgang 1 im Versuchszentrum für Gartenbau Köln-Auweiler, 2012

Auch im 2. Versuchsdurchgang waren die klimatischen Bedingungen in den Versuchshäusern sehr ähnlich (

Abb. 82), zeigen die Heizperiode bis 8.4. und starke Temperaturspitzen über 25 °C ab Mitte April. Bis Anfang April war die Lüftung in beiden Häusern fast durchgehend geschlossen, so dass eigentlich kein Zuflug von außen hätte stattfinden können. Trotzdem kam es in der KW 14 (2.-5.4.2013) zum ersten Blattlausbefall in beiden Häusern. Die Außentemperatur zeigte zu diesem Zeitpunkt schon erste Wärmepicks über 15 °C. ein Verlauf der relativen Luftfeucht in beiden Versuchshäusern während des 2. Durchgangs ist in

Abb. 84 dargestellt. In beiden Häusern herrschten ähnliche Luftfeuchten, bis auf einen Ausreißer in Haus 8 Mitte April, welcher eher technischer Natur bedingt zu sein schien. Die Luftfeuchte sank selten unter 40 %, bewegt sicher eher auf einem hohen Niveau von 70 – 90 % im Mittel. Für die Schlupfwespen ergaben sich insgesamt günstige Bedingungen.

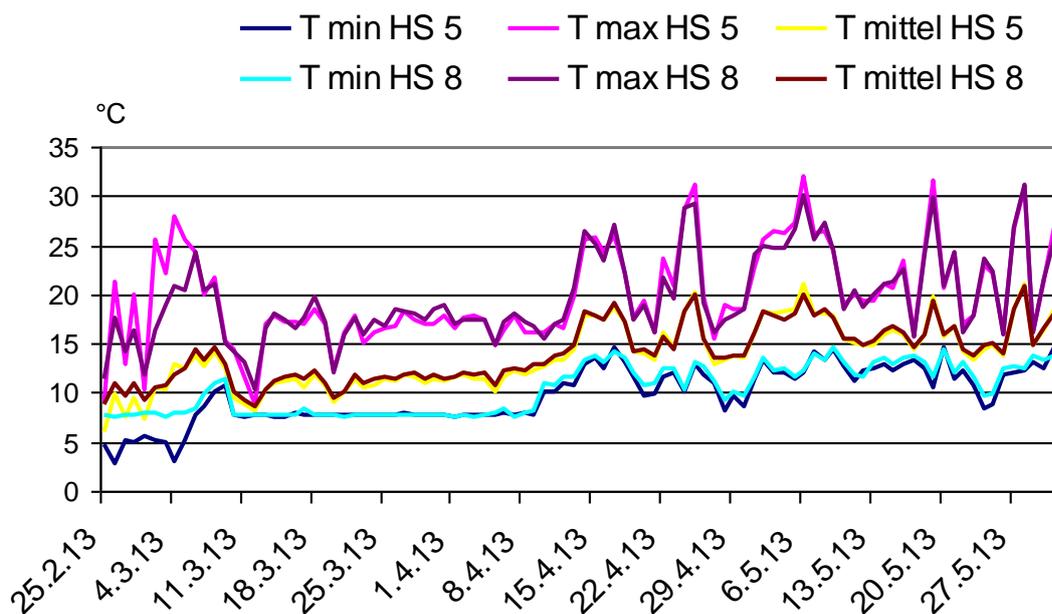


Abb. 82: Temperatur min/max/mittel in °C in den Versuchshäusern 5 und 8, Durchgang 2, Versuchszentrum für Gartenbau Köln-Auweiler, 2012

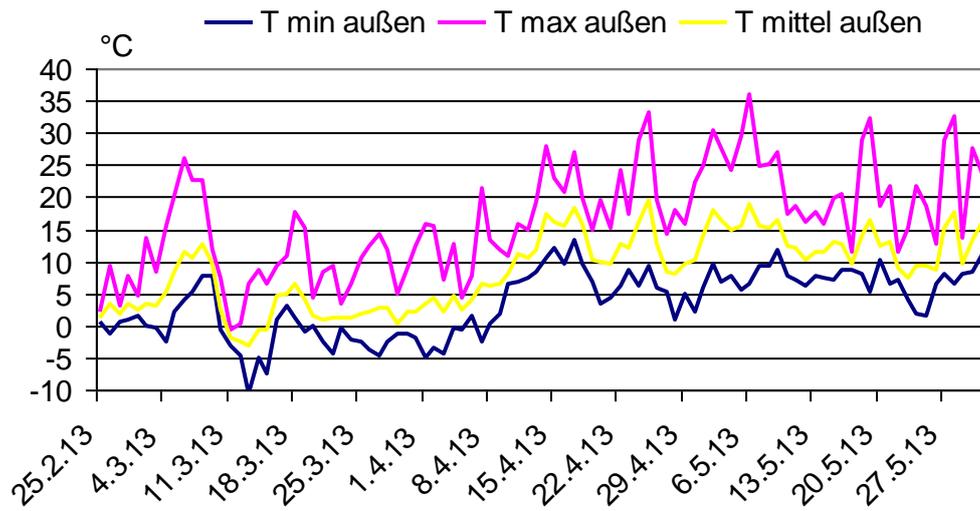


Abb. 83: Außentemperatur min/max/mittel in °C während des Versuchsdurchgang 2 im Versuchszentrum für Gartenbau Köln-Auweiler, 2012

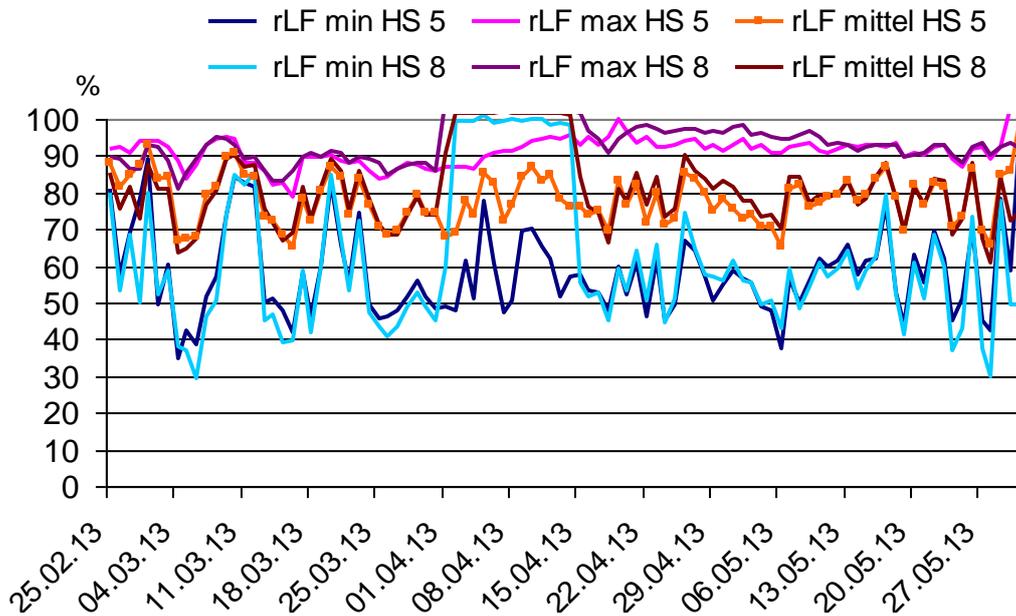


Abb. 84: Relative Luftfeuchte in % min/max/mittel in den Versuchshäusern 5 und 8, Durchgang 2, Versuchszentrum für Gartenbau Köln-Auweiler, 2012

3.17 Prüfung der Effizienz der Raubmilben *Hypoaspis miles* und *Macrocheles robustulus* gegen Trauermücken (Sciaridae) im Versuchsanbau von *Petroselinum crispum*

In dem Versuch zur Untersuchung der Effizienz der beiden Raubmilben *Macrocheles robustulus* und *Hypoaspis miles* konnten keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Sowohl im untereinander, als auch im Vergleich zu mit *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) behandelten sowie unbehandelten Kontrollparzellen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der mit Gelbtafeln gefangenen Trauermücken festgestellt werden (Tab. 50).

Tab. 50: Anzahl gefangener Trauermücken (Sciaridae) pro Versuchsparzelle mit unterschiedlicher Pflanzenschutzbehandlung

Behandlung	Anzahl Trauermücken nach:			
	7 Tagen	14 Tagen	21 Tagen	28 Tagen
B.t.i.	114,38 ns	103,75	122,88	116,63
<i>Hypoaspis miles</i>	117,75	127,13	172,63	162,75
<i>Macrocheles robustulus</i>	93,25	98,75	168,50	168,25
Kontrolle	128,13	140,13	175,63	148,38

Pflanzenschutzanwendung nach 0 und 14 Tagen, jeweils 250 Raubmilben * m² bzw. 3,5 g Bti * m². ns: Ergebnisse statistisch nicht signifikant (Tukey-Test $\alpha \leq 0,05$), n = 8

In der Kontrollvariante wurden dabei bis 21 Tage nach Versuchsbeginn und damit auch der ersten Pflanzenschutzbehandlung, bzw. 7 Tage nach der zweiten Pflanzenschutzbehandlung die meisten Trauermücken gezählt. Nach 28 Tagen reduzierte sich die die Anzahl der Trauermücken in allen Varianten, außer in der mit *M. robustulus* behandelten (Abb. 85). In den mit B.t.i. behandelten Parzellen wurden nach der zweiten Pflanzenschutzbehandlung nach 21 und 28 Tagen die wenigsten Trauermücken gezählt. *M. robustulus* zeigte zunächst die geringste Anzahl Trauermücken pro Parzelle, die zweite Ausbringung zeigte jedoch nur mäßigen Bekämpfungserfolg und nach 28 Tagen waren in dieser Variante die meisten Trauermücken zu finden. Insgesamt wurden sehr hohe Trauermückenzahlen gemessen, die in keiner Variante reduziert werden konnten.

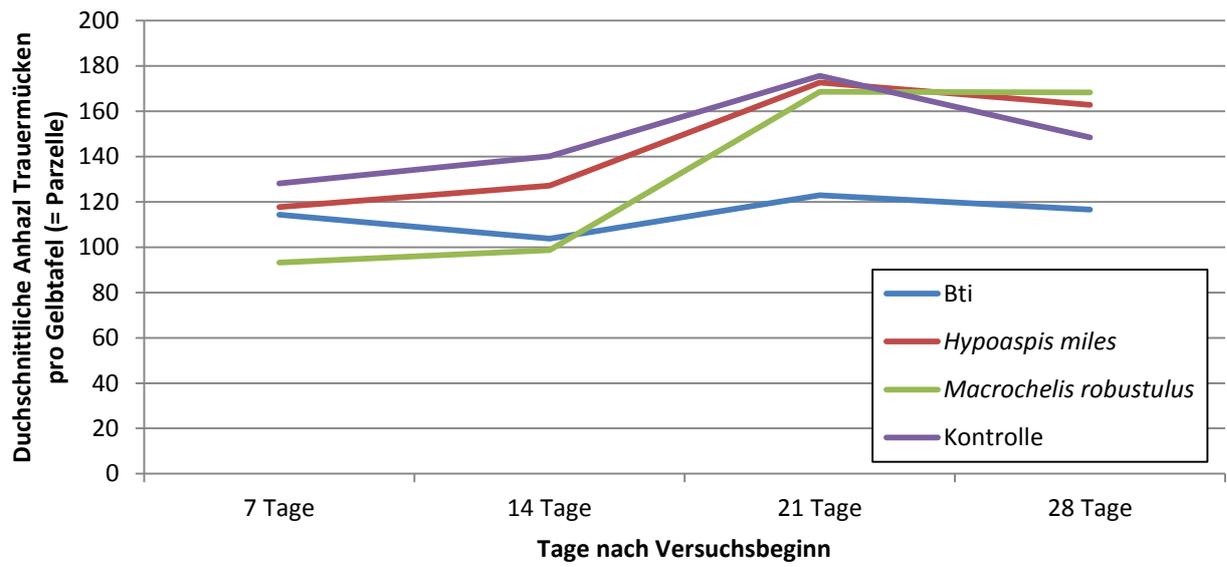


Abb. 85: Verlauf des Befalls von *Petroselinum crispum* mit Trauermücken über 28 Tage in eingenetzten Parzellen im Gewächshaus. Pflanzenschutzanwendung nach 0 und 14 Tagen: Raubmilben = 250/ m², Bti (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) = 3,5 g/m²

3.18 Einfluss von Temperatur und Tageslichtlänge auf die Entwicklung von *Frankliniella occidentalis* und *Neoseiulus cucumeris* an *Petroselinum crispum* und *Ocimum basilicum*

In Biotests zeigte die Tageslänge einen geringeren Einfluss auf die Nachkommenproduktion von *F. occidentalis* als die Temperatur. Im ersten Durchgang auf Blättern von *O. basilicum* ‚Genoveser‘ bekam ein adulten Weibchen über 14 Tage bei 15 °C und sechszehnstündiger Tageslichtlänge durchschnittlich 5,1 Nachkommen (Tab. 51). Bei Reduktion der Tageslänge auf acht Stunden blieb dieser Wert mit 5,7 fast unverändert. Im Gegensatz dazu führte eine Anhebung der Temperatur auf 25 °C bei achttündiger Beleuchtung zu einer Erhöhung der Nachkommenzahl um 20% auf 7,15 Nachkommen * ♀⁻¹. Ein leicht reduzierter Wert von 6,4 Nachkommen wurde bei sechzehnständiger Beleuchtung erreicht. Bei einer Wechseltemperatur von 25 °C während des sechszehnstündigen Tages und 10 °C in der Nacht kam es zu einer starken Reduktion der Nachkommenschaft auf lediglich 2,9 Nachkommen pro Weibchen (Tab. 51). Bei 10 °C wurden über den gesamten Versuchszeitraum keine Nachkommen gefunden, so dass diese Varianten nicht mehr aufgeführt sind.

Tab. 51: Anzahl *F. occidentalis* pro Petrischale auf Blättern von *O. basilicum* ‚Genoveser‘ nach 14 Tagen bei verschiedenen Temperaturen und Tageslängen, mit und ohne Raubmilben

#	Temperatur [°C]	Belichtungszeit [h]	<i>Neoseiulus cucumeris</i> Raubmilben	<i>F. occidentalis</i> /Petrischale
1	15	8	-	5,70 ab
2		16	-	5,10 ab
3	25	8	-	7,15 a
4		8	+	1,44 ab
5		16	-	6,40 ab
6	25 / 10 *	16	+	0,20 b
7		16	-	2,90 ab
8		16	+	1,56 ab

* Wechseltemperatur: 25 °C tagsüber / 10 °C nachts. n = 10-20. Verschiedene Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-HSD, $\alpha \leq 0,05$)

Die Fraßleistung der Raubmilbe *N. cucumeris* auf Blättern von *O. basilicum* zeigte im Biotest eine stärkere Abhängigkeit von der Tageslichtlänge (Abb. 86). Bei 25 °C konnten sie in der Variante mit 16 stündiger Beleuchtung die Thripszahl auf 0,2 Nachkommen pro Weibchen reduzieren. Bei verkürzter Tageslichtlänge von 8 h zeigte sich eine geringere Fraßleistung, die in einem 80%ig höheren Thripsbefall von 1,44 Stück pro Schale mündete. Bei der Wechseltemperatur von 25 °C tagsüber und 10 °C in der Nacht reduzierte sich auch die Fraßleistung der Raubmilben stark. Die Abnahme zur Variante ohne Raubmilben betrug mit durchschnittlich 0,64 Nachkommen pro Petrischale lediglich ca. 50 % (statistisch nicht signifikant), während sie bei durchgehend 25 °C zwischen 79 % (8 h) und 97 % (16 h) lag (Abb. 86).

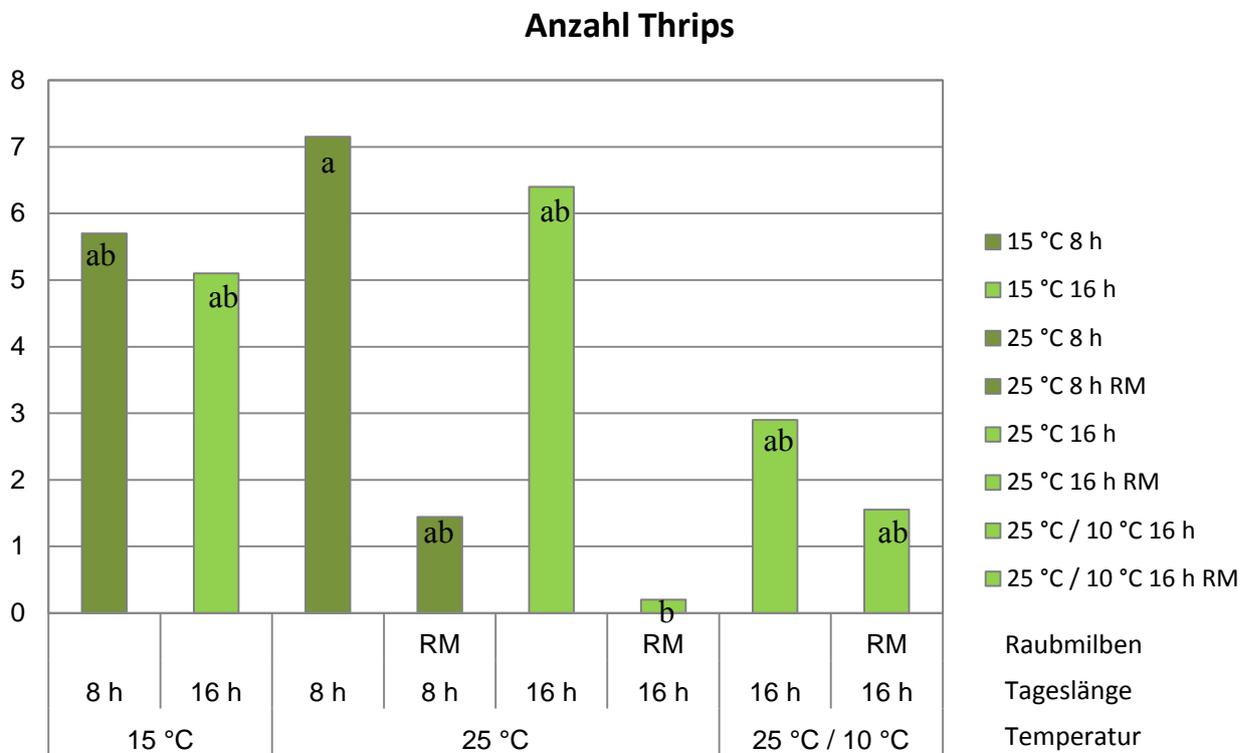


Abb. 86: Anzahl *F. occidentalis* pro Petrischale auf Blättern von *Ocimum basilicum* ‚Genoveser‘ nach 14 Tagen bei verschiedenen Temperaturen (15 °C, 25 °C, sowie Wechseltemperatur 25 °C Tages- und 10 °C Nachttemperatur), verschiedenen Tageslichtlängen (8 h und 18 h), mit und ohne *Neoseiulus cucumeris*-Raubmilben (RM). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10-20

Auf Blättern der Art *P. crispum* zeigte sich grundsätzlich ein reduzierter Thripsbefall und erneut ein geringerer Lichtlängen- und höherer Temperatureinfluss. Auch hier sind während des gesamten Versuchszeitraums in den Varianten bei 10 °C keine Thripsnachkommen gefunden worden, so dass diese Varianten hier nicht weiter vorgestellt werden.

Bei 15 °C und 16 stündiger Beleuchtung betrug die Nachkommenzahl 2,8 Nymphen pro Weibchen. Bei reduzierter Lichtlänge zeigte sich eine leichte Reduktion dieses Wertes auf 2,3, statistisch jedoch nicht signifikant (Tab. 52). Bei 25 °C wurden bei langer Belichtungsdauer über 40 % mehr Nachkommen als in der zehn Grad kälteren Variante gezählt. Bei achtstündiger Beleuchtung war die Nachkommenzahl mit 4,1 pro Weibchen nur sehr leicht reduziert. Bei der 25 °C/10 °C-Wechseltemperatur zeigte sich erneut ein stärkerer Einfluss der Temperatur, so dass sich die Anzahl an Nachkommen auf 1,3 pro Schale reduzierte.

Tab. 52: Anzahl *F. occidentalis* pro Petrischale auf Blättern von *P. crispum* nach 14 Tagen bei verschiedenen Temperaturen und Tageslichtlängen, mit und ohne Raubmilben.

#	Temperatur [°C]	Belichtungszeit [h]	<i>Neoseiulus cucumeris</i> Raubmilben	<i>F. occidentalis</i> /Petrischale
1	15	8	-	2,30 ab
2		16	-	2,80 ab
3	25	8	-	4,10 ab
4		8	+	1,22 ab
5		16	-	4,85 a
6		16	+	0,60 b
7	25 / 10 *	16	-	0,64 ab
8		16	+	1,30 ab

* Wechseltemperatur: 25 °C tagsüber / 10 °C nachts. n = 10-20, Verschiede Buchstaben bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey-HSD, $\alpha \leq 0,05$)

Auch auf *P. crispum* zeigte die Raubmilbe *N. cucumeris* eine stärkere Beeinflussung durch die unterschiedlichen Tageslängen, als ihre Beute die Thripse (Abb. 87).

Bei 25 °C und achtstündiger Beleuchtung reduzierte *N. cucumeris* den Befall mit *F. occidentalis* um 70 % auf 1,22 Nachkommen pro Schale. Bei einer Tageslichtlänge von 16 Stunden war die Fraßleistung höher, so dass die Anzahl der Nachkommen von 4,85 um 88% auf 0,6 reduziert wurde. Bei der Variante mit Wechseltemperaturen zeigte sich ein statistisch nicht signifikanter Anstieg der Anzahl Thripse pro Schale auf 1,3 (Tab. 52).

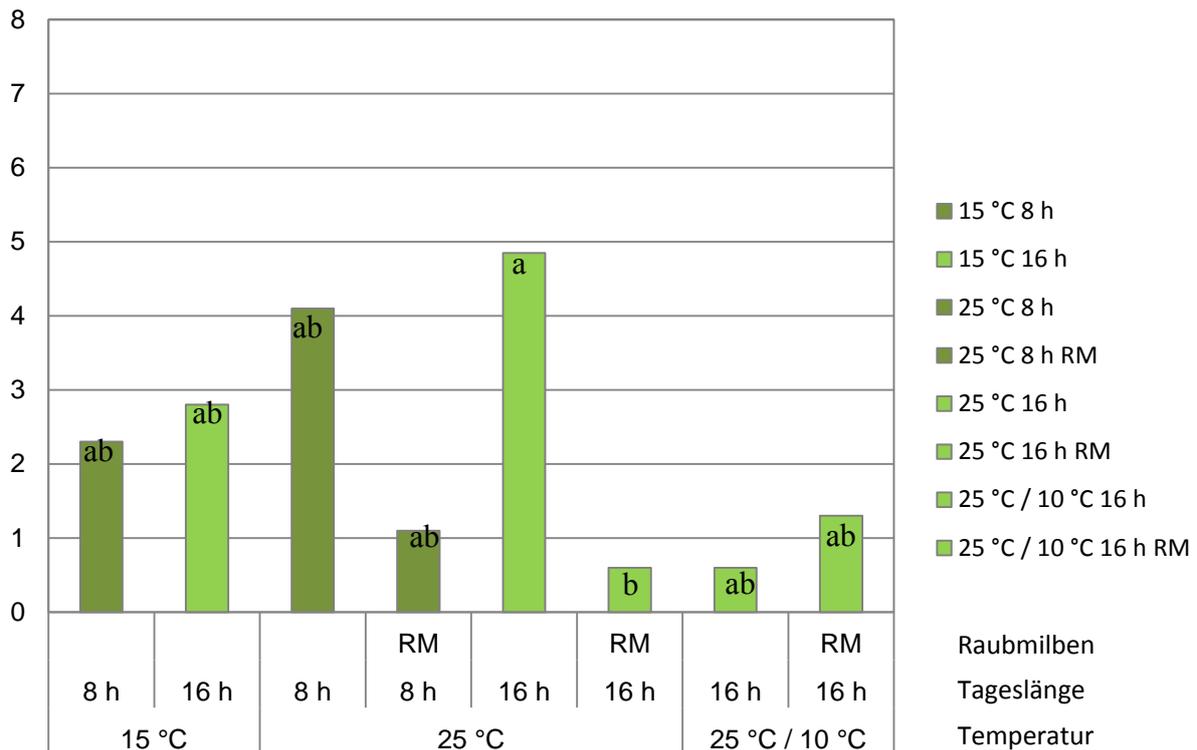


Abb. 87: Anzahl *F. occidentalis* pro Petrischale auf Blättern von *Petroselinum crispum* nach 14 Tagen bei verschiedenen Temperaturen (15 °C, 25 °C, sowie Wechseltemperatur 25 °C Tages- und 10 °C Nachttemperatur), verschiedenen Tageslichtlängen (8 h und 16 h), mit und ohne *Neoseiulus cucumeris*-Raubmilben (RM). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA, Tukey HSD $\alpha \leq 0,05$)

Auf Ganzpflanzen der Art *O. basilicum*, die auf Grund des geringen Einflusses der Tageslichtlänge auf das Populationswachstum, der sich in den vorangegangenen Biotests gezeigt hat und ausschließlich bei 16 stündiger Beleuchtung durchgeführt wurden, konnte der starke Temperatureinfluss weiter verifiziert werden. (Abb. 88).

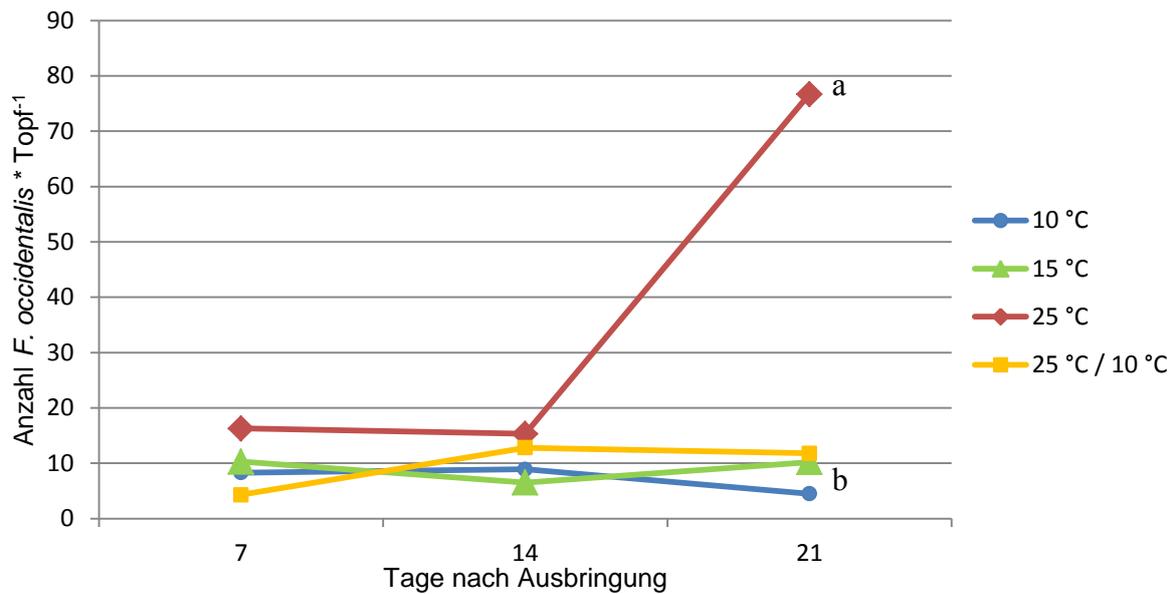


Abb. 88: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf Basilikumpflanzen in Klimakammern bei unterschiedlichen Temperaturen. Belichtung konstant 16 h * Tag⁻¹. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede nach 21 Tagen (ANOVA, Tukey HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10

Bei 10 °C entwickelte sich die Thripspopulation über den gesamten Versuchszeitraum von 21 Tagen am langsamsten (Tab. 53). Nach 7 Tagen waren durchschnittlich 8,3, *F. occidentalis* pro Pflanze zu finden. Nach 14 Tagen waren es mit 8,9 unwesentlich mehr und nach 21 Tagen ging die Population auf durchschnittlich 4,5 Tiere pro Pflanze zurück. Bei 15 °C lag die Endgröße der Population mit 10,2 Thripsen pro Pflanze um 55 % höher. Bei 25 °C entwickelten sich die Tiere mit Abstand am besten, so dass an allen drei Boniturterminen jeweils der signifikant höchste Wert gezählt wurde. Nach 21 Tagen betrug der durchschnittliche Befall pro Pflanze 76,7 *F. occidentalis*. In der Variante mit Wechseltemperaturen von 10 °C in der Nacht reduzierte sich der Befall um 75 % auf 11,8 Tiere/Pflanze (Tab. 53).

Tab. 53: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf Basilikumpflanzen in Klimakammern bei unterschiedlichen Temperaturen

#	Temperatur [°C]	<i>F. occidentalis</i> nach 7 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 14 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 21 Tagen
1	10	8,3 bc	8,9 bc	4,5 b
2	15	10,3 b	6,5 c	10,2 b
3	25	16,3 a	15,3 a	76,7 a
4	25 / 10 *	4,3 c	12,8 ab	11,8 b

* 25 °C Tages- und 10 °C Nachttemperatur, Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10. Belichtung konstant 16 h * Tag⁻¹

Auf *P. crispum*-Ganzpflanzen zeigte sich in den Klimakammern eine ähnliche Populationsentwicklung der *F. occidentalis*, dabei war auch in diesem Fall die Anzahl Thripse pro Pflanze durchgehend geringer als auf *O. basilicum* (Abb. 89).

Bei 10 °C betrug der Befall nach 21 Tagen durchschnittlich 5,9 Thripse pro Pflanze *P. crispum* (Tab. 54). Bei 15 °C zeigte sich ein höheres Populationswachstum, so dass 44 % mehr *F. occidentalis* (10,0) pro Pflanze gezählt wurden. Bei 25 °C war auch an Petersilie die Entwicklung der Thrips am stärksten, so dass nach 7, 14 und 21 Tagen die jeweils höchsten Populationsgrößen pro Pflanze in dieser Variante gemessen wurden: 14,6, 26,9 und 25,9 *F. occidentalis*. In der Variante mit einer Nachttemperatur von 10 °C wurde der niedrigste Wert an *F. occidentalis* (5,7) gemessen, 88 % weniger als in der reinen 25 °C-Variante (Tab. 54).

Tab. 54: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf *P. crispum*-Ganzpflanzen in Klimakammern bei unterschiedlichen Temperaturen

#	Temperatur [°C]	<i>F. occidentalis</i> nach 7 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 14 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 21 Tagen
1	10	2,4 c	3,1 b	5,9 b
2	15	8,1 b	4,3 b	10,0 b
3	25	14,6 a	26,9 a	25,9 a
4	25 / 10 *	7,6 b	9,0 b	5,7 b

* 25 °C Tages- und 10 °C Nachttemperatur. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10. Belichtung konstant 16 h * Tag⁻¹

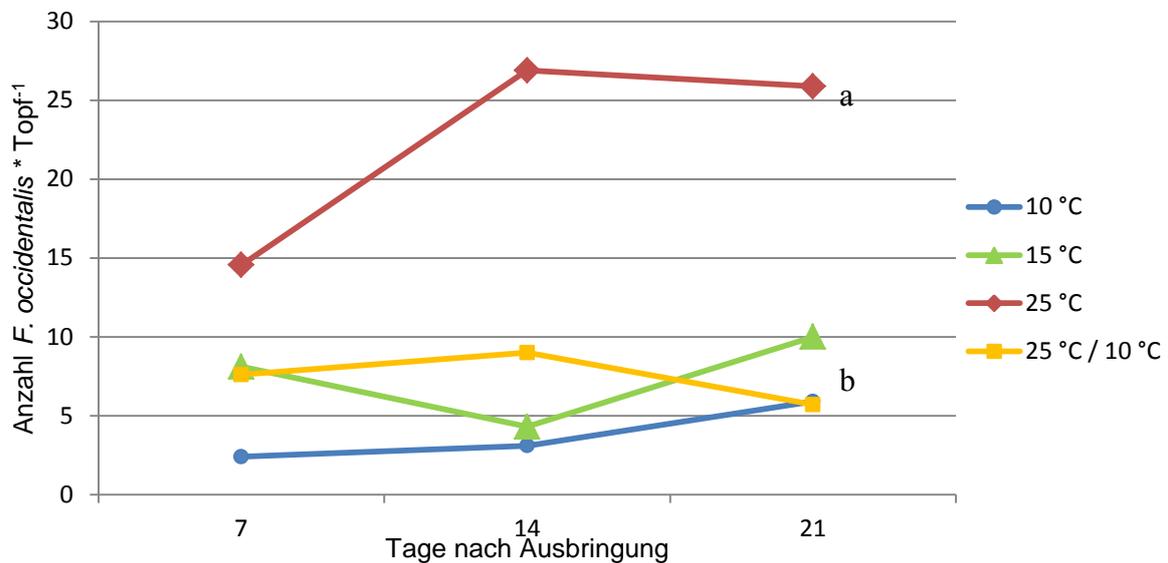


Abb. 89: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf Petersilienpflanzen in Klimakammern bei unterschiedlichen Temperaturen. Belichtung konstant 16 h/Tag. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede nach 21 Tagen (ANOVA, Tukey HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10

Auf *O. basilicum*-Ganzpflanzen zeigte sich in Klimakammern eine starke Reduktion der Population von *F. occidentalis* auf *O. basilicum* durch den Einsatz des Prädators *N. cucumeris* (Abb. 90).

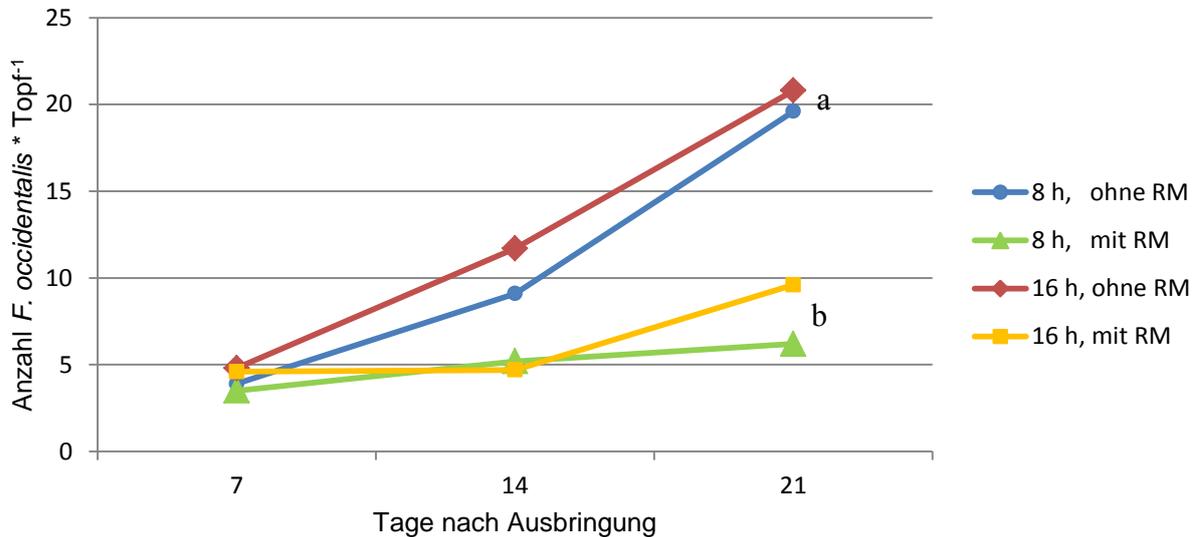


Abb. 90: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf Basilikumpflanzen in Klimakammern bei unterschiedlichen Tageslichtlängen (8 & 16 h), mit und ohne *Neoseiulus cucumeris*-Raubmilben (RM). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede nach 21 Tagen (ANOVA, Tukey HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10

Bei sowohl 8- als auch bei 16 stündiger Beleuchtung reduzierte sich Anzahl der Thripse pro Pflanze nach 14 Tagen signifikant (Tab. 55). Bei 8 stündiger Tageslichtlänge betrug die Reduktion durch den Nützlingseinsatz zu diesem Termin ca. 43 %, so dass ohne Raubmilben 9,1 und mit Raubmilben 5,2 Schädlinge pro Pflanze gemessen wurden. Bei längerer Belichtungszeit erhöhte sich die Effektivität des Nützlings, so dass der Befall mit *F. occidentalis* von 11,7 um 60 % auf 4,7 Tieren pro Pflanze reduziert wurde. Nach 21 Tagen betrug der Befall bei 8 stündiger Belichtungszeit ohne Raubmilbeneinsatz 19,6 Tiere pro Pflanze und reduzierte sich durch den Nützlingseinsatz auf 6,2 Tiere pro Pflanze. Bei sechzehnständiger Tageslichtlänge befanden sich durchschnittlich 20,8 *F. occidentalis* auf jeder Pflanze, in der Variante mit Prädatoreneinsatz 9,6 Tiere.

Tab. 55: Populationsentwicklung von *F. occidentalis* auf *O. basilicum* in Klimakammern bei unterschiedlichen Tageslichtlängen, mit und ohne *Neoseiulus cucumeris*-Raubmilben

Tageslänge [h]	<i>N. cucumeris</i> Raubmilben	<i>F. occidentalis</i> nach 7 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 14 Tagen	<i>F. occidentalis</i> nach 21 Tagen
8	-	3,9 ns*	9,1 a	19,6 a
8	+	3,5	5,2 b	6,2 b
16	-	4,8	11,7 a	20,8 a
16	+	4,6	4,7 b	9,6 b

* nicht signifikant, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (ANOVA Tukey-HSD $\alpha \leq 0,05$) n = 10, Temperatur konstant 25 °C

3.19 Evaluierung des Einsatzes von *Neoseiulus cucumeris* und *Amblydromalus limonicus* gegen *Frankliniella occidentalis* im Petersilienanbau im Winter im Gewächshaus

Im ersten Durchgang zeigte sich für beide verwendeten Raubmilbenarten eine signifikante Reduktion des Thripsbefalls im 1 monatigen Versuchslauf (Abb. 91).

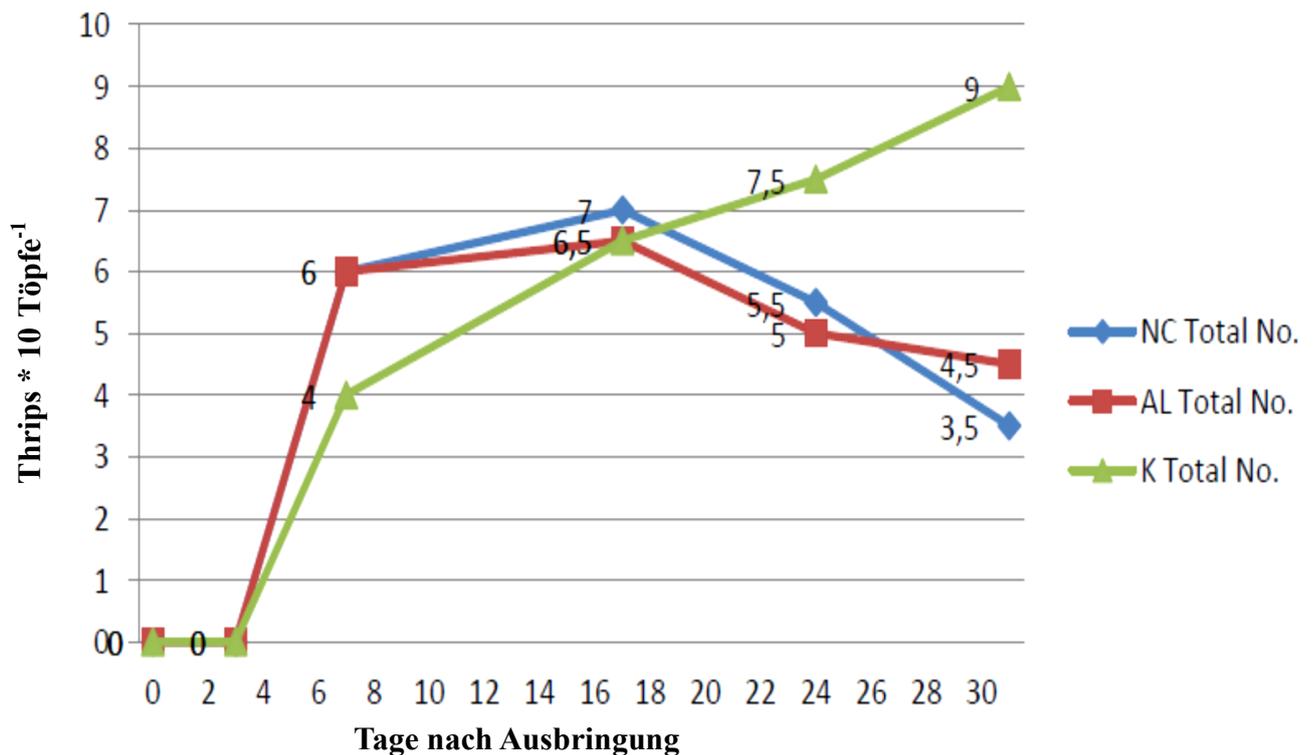


Abb. 91: Entwicklung der Thripspopulation auf *P. crispum*-Töpfen im ersten Durchgang. NC: *Neoseiulus cucumeris*, AL: *Amblyseius limonicus*, K: Kontrolle (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Zwischen den beiden Raubmilbenvarianten mit *A. limonicus* und *N. cucumeris* zeigten sich nur geringe Unterschiede im Bekämpfungserfolg. In den ersten 14 Tagen des Versuches war noch kein Bekämpfungserfolg festzustellen, nach sieben Tagen lag der Befall in der Kontrollvariante mit 4 Thrips * 10 Pflanzen⁻¹ sogar leicht unter dem Befall in den Raubmilbenvarianten mit je 6 Thrips (Abb. 91). Nach 14 Tagen war der Befall in allen Varianten etwa gleich stark (6,5 bzw. 7 Thrips) und ab dem dritten Boniturtermin nach 24 Tagen konnte eine Reduktion des Befalls durch die Raubmilben festgestellt werden. Nach 30 Tagen konnten in der mit *A. limonicus* behandelten Variante 4,5 Thrips gezählt werden, halb so viele wie in der Kontrollvariante. Die *N. cucumeris*-Variante lag mit 3,5 Thrips noch einmal leicht unter diesem Wert.

Auffällig war die hohe Zahl der Töpfe ohne Thripsbefall, die einen wichtigen Wert in der Praxis darstellen, welche in beiden Raubmilbenvarianten im Vergleich zur Kontrolle im Laufe des Experimentes stark zugenommen hat (Abb. 92).

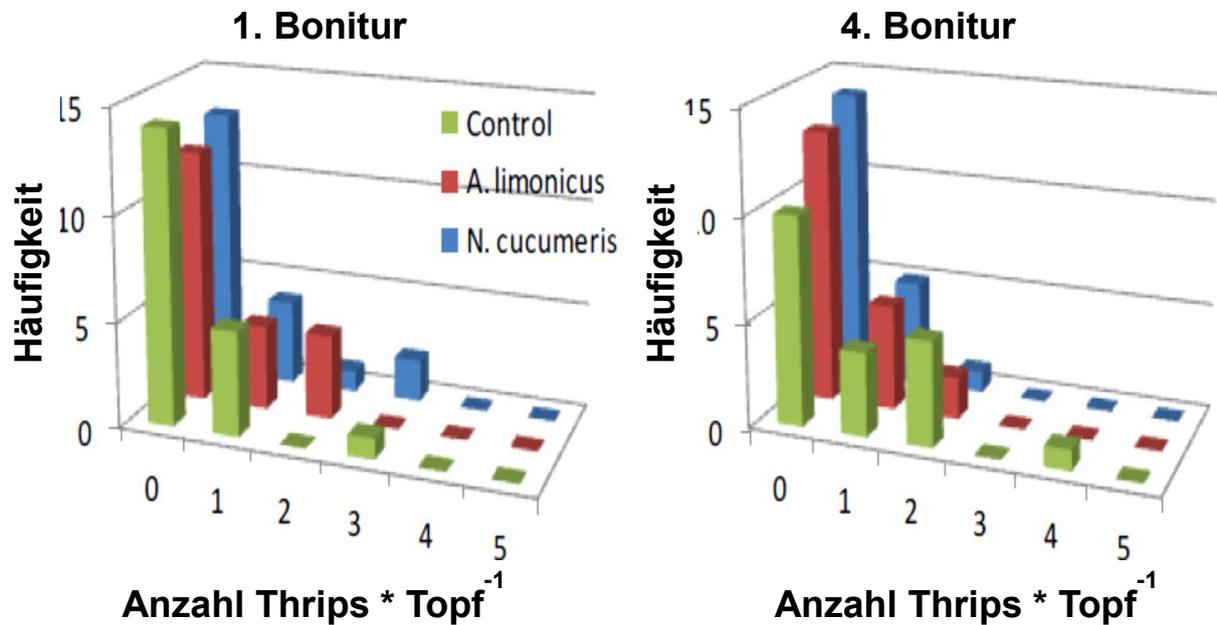


Abb. 92: Vergleich der Verteilung der Häufigkeiten verschieden stark mit *F. occidentalis* befallener Töpfe *P. crispum* bei der ersten und vierten Bonitur des ersten Durchganges mit *A. limonicus* und *N. cucumeris*-Raubmilben sowie einer unbehandelten Kontrolle. n = 20 (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Im zweiten Durchgang mit doppelt so hoher Ausgangsdichte des Befalls bei gleichbleibender Nützlingsdichte entwickelten sich die *F. occidentalis* wesentlich stärker als im ersten Durchgang. Die Raubmilben hatten dabei große Schwierigkeiten, dieses rasche Populationswachstum einzudämmen (Abb. 93).

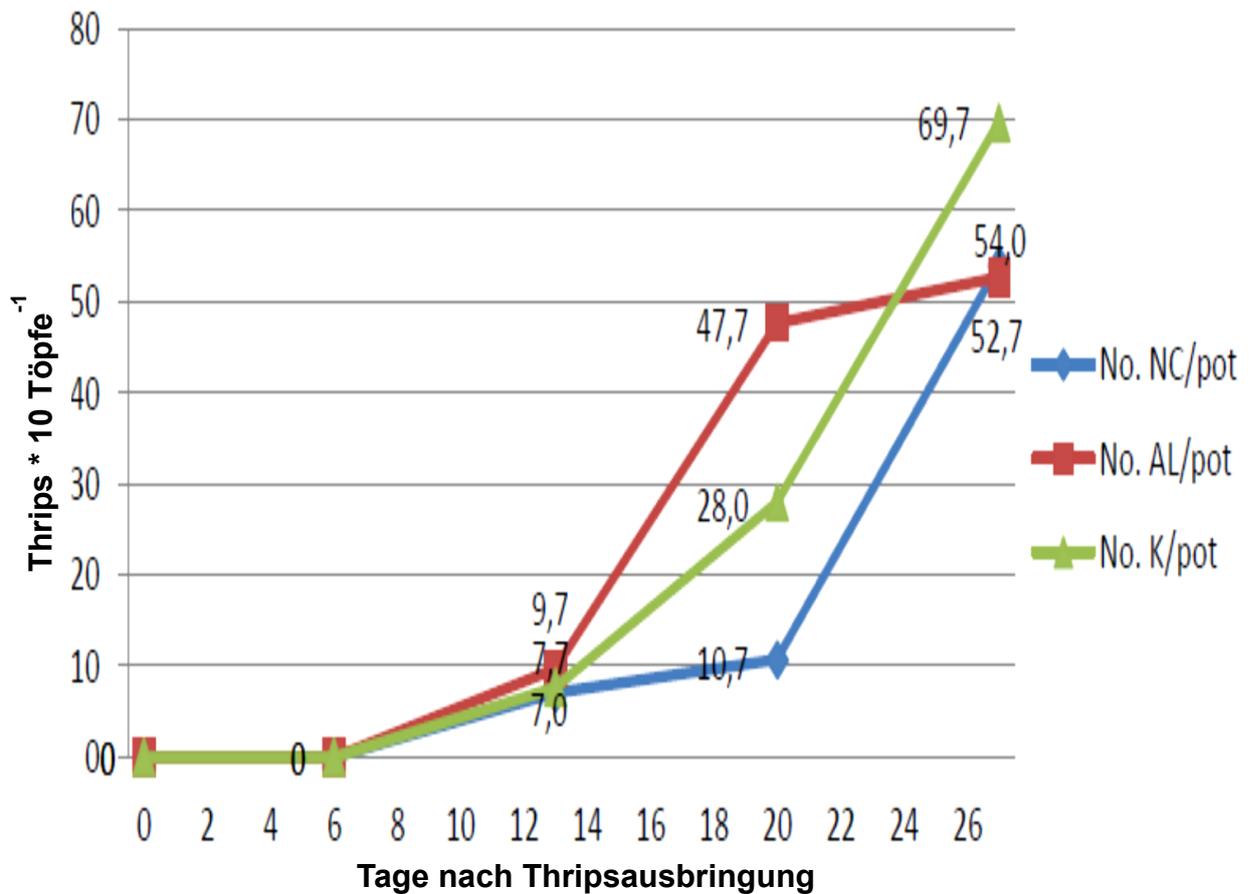


Abb. 93: Entwicklung der Thripspopulation auf *P. crispum*-Töpfen im zweiten Durchgang. NC: *Neoseiulus cucumeris*, AL: *Amblyseius limonicus*, K: Kontrolle (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Nach 13 Tagen konnte noch kein Unterschied der Größe der Thripspopulationen zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden. In der Kontrollvariante fanden sich durchschnittlich 7,7 *F. occidentalis*, in der mit *N. cucumeris* behandelten 7,0 und in der *A. limonicus*-Variante 9,7. Nach 20 Tagen zeigte sich eine stärkere Differenzierung zwischen den Varianten, sowie ein starker Anstieg der Populationsgröße insbesondere in der *A. limonicus*-Variante mit 47,7 Thrips * 10 Pflanzen⁻¹. In der Kontrollvariante wurden zu diesem Termin 28 Thripse gezählt und die mit *N. cucumeris* behandelten Pflanzen wiesen den geringsten Befall von 10,7 Thrips auf. Nach 26 Tagen konnte insbesondere für die beiden Varianten mit bislang geringerem Befall eine sehr starke Populationsentwicklung von *F. occidentalis* gemessen werden, so dass alle drei Varianten einen ähnlichen Befall aufwiesen. In der Kontrollvariante zeigte sich der stärkste Thripsbefall mit 69,7 Tieren. Beide Raubmilbenvarianten lagen mit 52,7 (*A. limonicus*) und 54 (*N. cucumeris*) ca. 15 % darunter. Auf Grund des hohen Befalls und der starken Blattschäden, die zu einer Verkaufsunfähigkeit der Pflanzen führen würden, wurde der Durchgang nach 26 Tagen nicht weiter fortgesetzt.

Bei der Betrachtung der Befallsstärke einzelner Töpfe fällt im Vergleich zum ersten Durchgang die breitere Verteilung der Werte und der insgesamt stärkere Befall auf (Abb. 94). Auch hier waren in beiden mit Raubmilben behandelten Varianten wesentlich mehr befallsfreie und mit ein bis zwei *F. occidentalis* besetzte Töpfe zu finden, obwohl der Gesamtbefall ähnlich war.

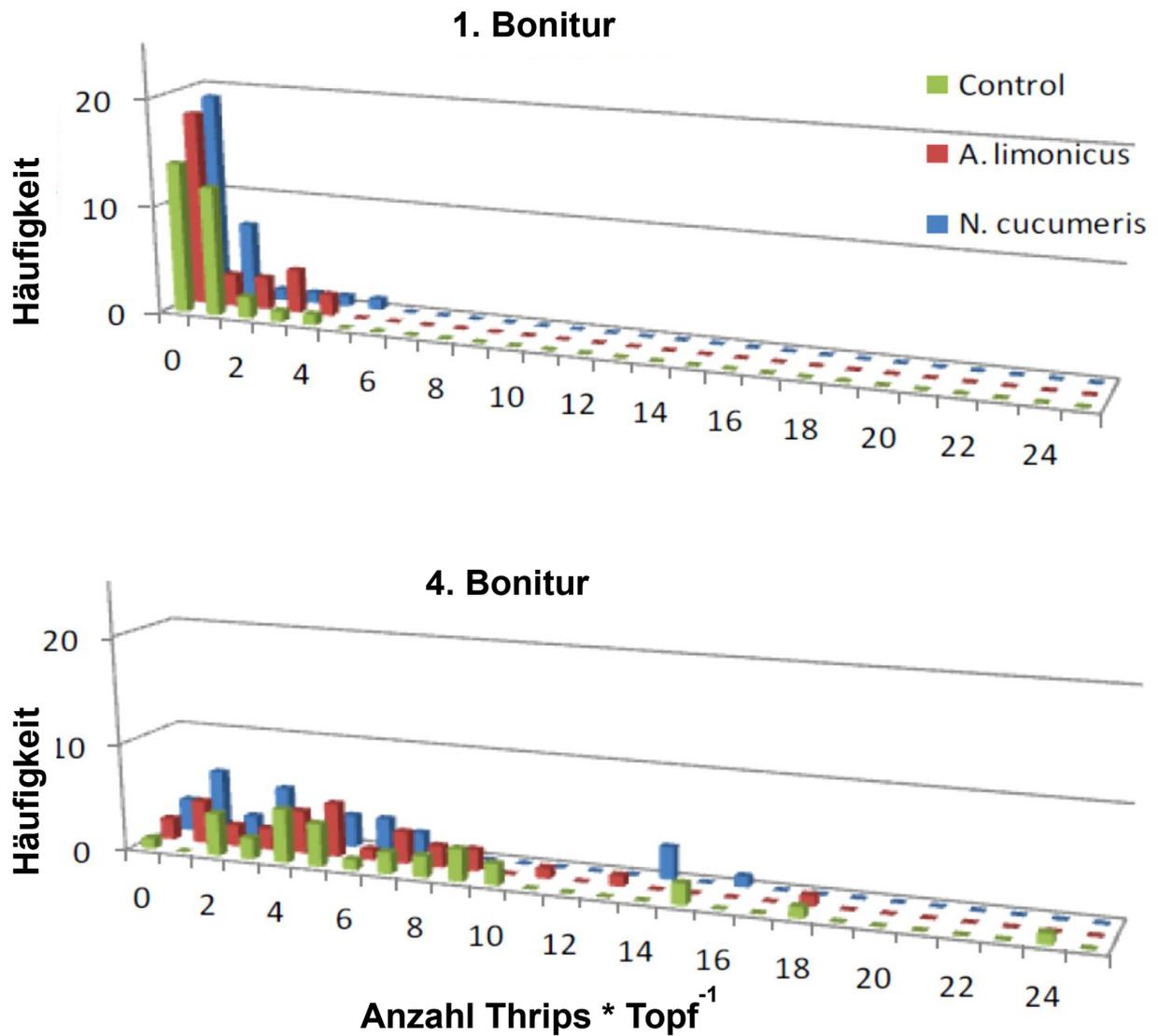


Abb. 94: Vergleich der Verteilung der Häufigkeiten verschieden stark mit *F. occidentalis* befallener Töpfe *P. crispum* bei der ersten und vierten Bonitur des zweiten Durchganges mit *A. limonicus* und *N. cucumeris*-Raubmilben sowie einer unbehandelten Kontrolle. n = 20 (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Im dritten Durchgang mit erhöhter Raubmilbendichte zeigte sich eine deutliche Reduktion des Thripsbefalls in beiden Nützlingsvarianten. *N. cucumeris* konnte *F. occidentalis* besser regulieren als *N. cucumeris* (Abb. 95).

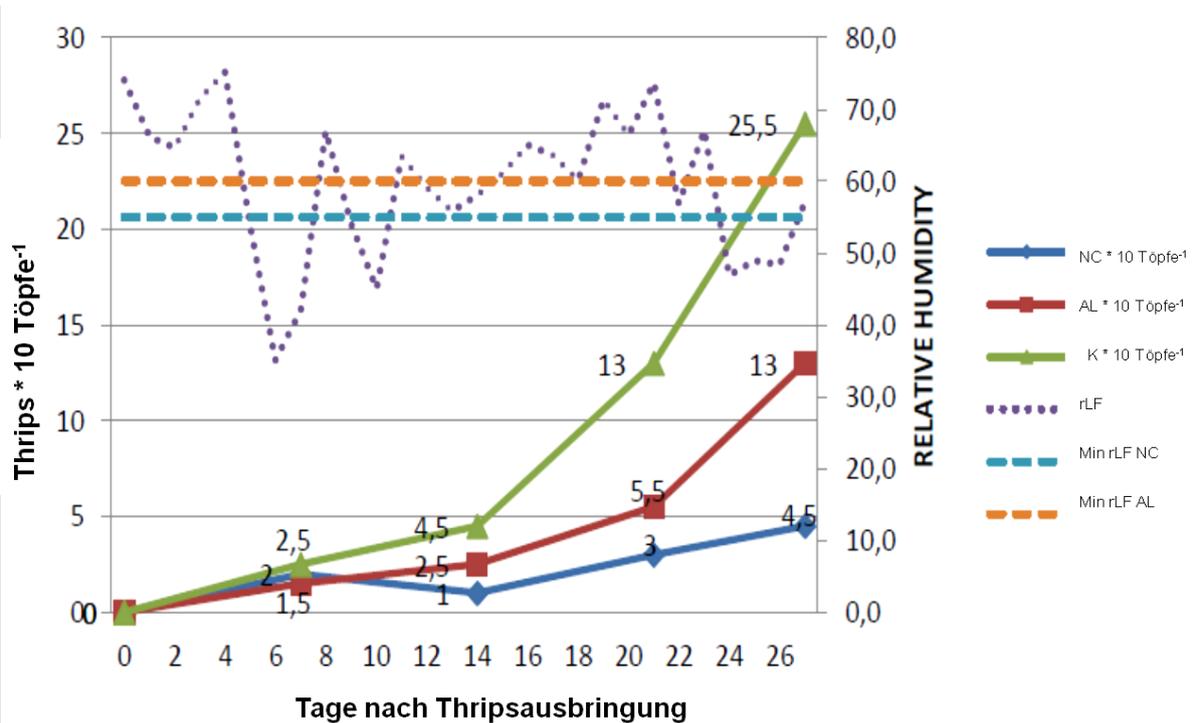


Abb. 95: Entwicklung der Thripspopulation auf *P. crispum*-Töpfen im zweiten Durchgang. NC: *Neoseiulus cucumeris*, AL: *Amblyseius limonicus*, K: Kontrolle, rLF: relative Luftfeuchte, Min rLF NC: Grenzwert für NC (55 %, SHIPP & VAN HOUTEN 1997), Min rLF AL: Grenzwert für AL (60 %, MCMURTRY & SCRIVEN 1965) (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

Nach sieben Tagen lag der Befall zwischen 1,5 (*A. limonicus*) und 2,5 (Kontrolle) Thrips * 10 Töpfe⁻¹ (Abb. 95). Nach 14 Tagen war eine erste Tendenz erkennbar: In der *N. cucumeris*-Variante war der Befall mit 1 Thrips am geringsten, *A. cucumeris* zeigte mit 2,5 Thrips einen erhöhten Wert und in der unbehandelten Kontrollvariante ließen sich 4,5 Thrips finden. Am dritten Boniturtermin nach 21 Tagen hatte sich die Population in der Kontrolle auf durchschnittlich 13 *F. occidentalis* * 10 Töpfe⁻¹ fast verdreifacht. In der mit *A. limonicus* behandelten Variante waren 5,5 Thrips zu finden, *N. limonicus* konnte die Thripspopulation am besten regulieren, so dass sich nur 3 Tiere pro zehn Töpfe fanden. Nach 26 Tagen zeigten sich in der Kontrollvariante durchschnittlich 25,5 Thrips, die Raubmilben reduzierten diesen Wert um ca. 50 % (*A. limonicus*) und 82 % (*N. cucumeris*) auf 13 und 4,5 *F. occidentalis* * 10 Töpfe (Abb. 95).

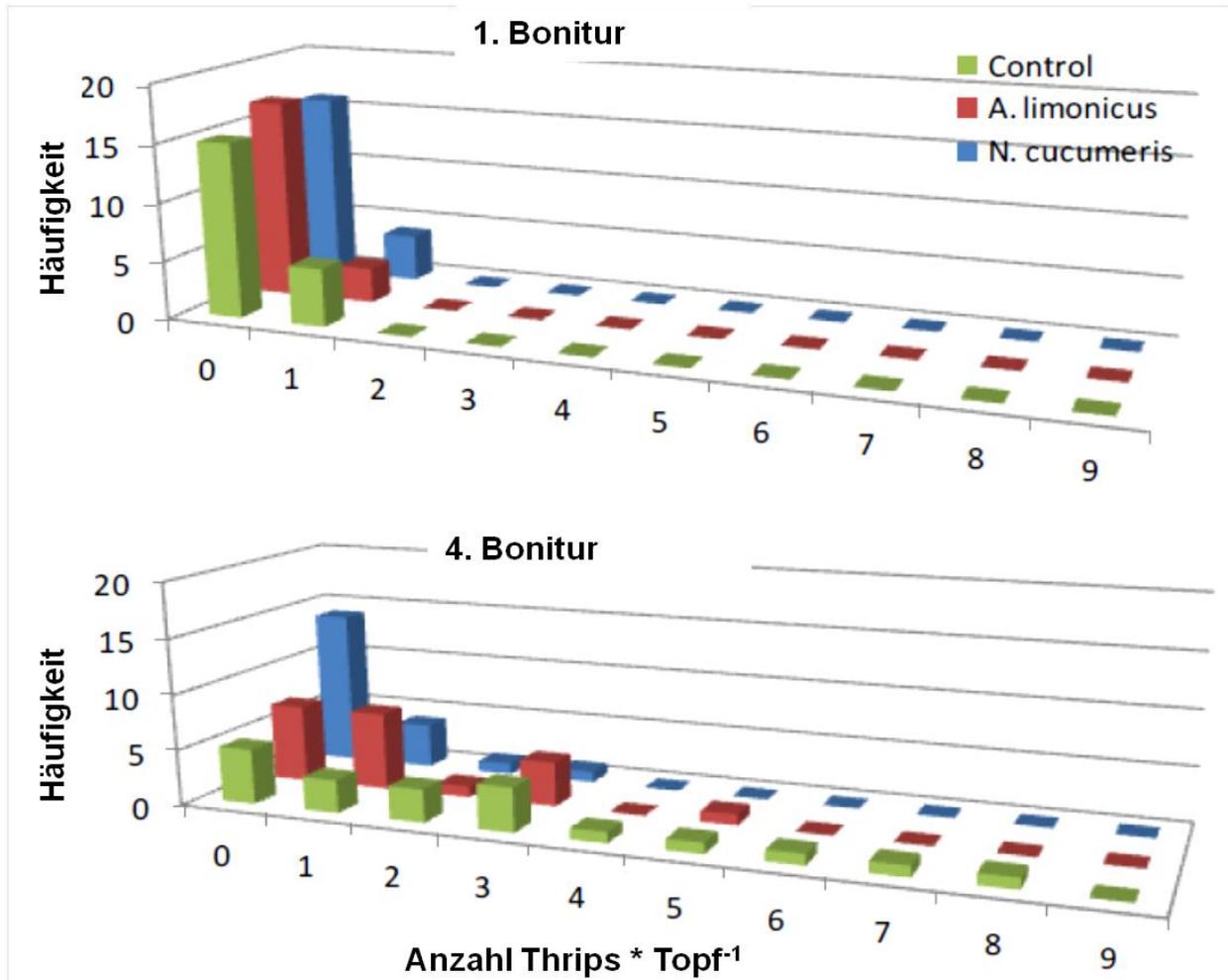


Abb. 96: Vergleich der Verteilung der Häufigkeiten verschieden stark mit *F. occidentalis* befallener Töpfe *P. crispum* bei der ersten und vierten Bonitur des dritten Durchganges mit *A. limonicus* und *N. cucumeris*-Raubmilben sowie einer unbehandelten Kontrolle. n = 20 (verändert nach AMONGERO NORIEGA 2013)

In der Häufigkeitsverteilung sieht man die große Zahl befallsfreier Töpfe in der mit *N. cucumeris* behandelten Variante am vierten Boniturtermin nach 26 Tagen, fast dreimal so viele wie in der Kontrollvariante (Abb. 96). Insgesamt zeigt sich eine weniger breite Streuung als im zweiten Durchgang, auf Grund des geringeren individuellen Befalls einzelner Töpfe. Stärkerer Befall mit mehr als fünf *F. occidentalis* wurde nur in der Kontrollvariante festgestellt.

3.20 Einsatz von *Chrysoperla carnea* – Florfliegenlarven zur Akutbehandlung gegen den Kalifornischen Blüenthrips (*Frankliniella occidentalis*) in Topfpetersilie

Durchgang 1

Der Ausgangsbefall zum Behandlungstermin war in den einzelnen Varianten unterschiedlich. Gemittelt über die Wiederholungen waren in Variante 1 durchschnittlich 46 Thripse auf 10 Töpfen, in der 2. Variante 65 Thripse und in Variante 3 wurden im Mittel 64 Thripse/10 Töpfe gefunden. Auffällig war der inhomogene Ausgangsbefall in den einzelnen Wiederholungen (Abb. 97).

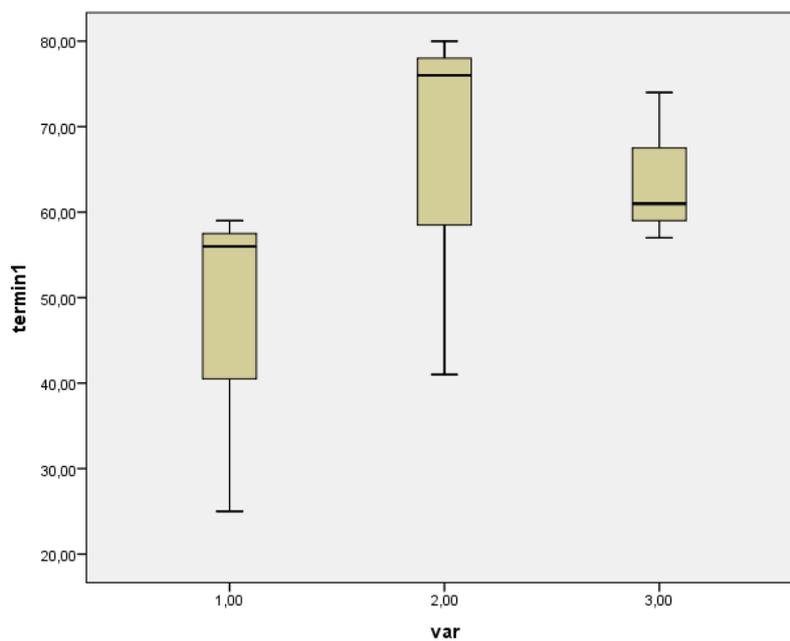


Abb. 97: Verteilung des Ausgangsbefallswerte (Anzahl Thrips/10 Töpfe) in drei Wiederholungen pro Variante, Boniturtermin 1 im Versuchsdurchgang 1, 1= 20 *Chrysoperla*/m², 2 = 50 *Chrysoperla*, 3 = 200 *Chrysoperla*/m²

Die weiteren Boniturtermine waren am 13.2.13 (fünf Tage nach Ausbringung der *Chrysoperla*-Larven) und am 18.2.13 (zehn Tage nach Ausbringung). Der Versuch wurde nach zehn Tagen abgebrochen, da von einer Abwanderung der *Chrysoperla carnea* als adulte Insekten auszugehen war.

Im Ergebnis zeigten zum 2. Boniturtermin alle Varianten einen Rückgang der Thripszahlen. Der Bekämpfungserfolg fiel in den Varianten 2 (50 *Chrysoperla*/m²) und Variante 3 (200 *Chrysoperla*/m²) sehr deutlich aus. In Variante 3 konnte die Anzahl Thrips/10 Töpfe von 64 auf 1 reduziert werden. Zum 3. Boniturtermin war in den Varianten 1 und 3 wieder eine Zunahme der Thripszahlen zu verzeichnen. Da mit der Verteilung der Versuchspartellen auf

den Gewächshaustischen keine echten Wiederholungen angelegt werden konnte, kann die varianzanalytische Verrechnung der Mittelwerte nur als Hinweis gewertet werden.

Tab. 56: Anzahl Thrips/10 Töpfe in den einzelnen Versuchsvarianten zu drei Boniturterminen im ersten Versuchsdurchgang, Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$, ns = nicht signifikant

	20 <i>Chrysoperla</i> /m ²	50 <i>Chrysoperla</i> /m ²	200 <i>Chrysoperla</i> /m ²
Ausgangsbefall	46,0 ns	64,0 ns	65,0 ns
Bonitur 1			
Boniturtermin 2	35,0 b	12,6 a	1,3 a
Boniturtermin 3	49,0 b	10,6 a	18,6 a

Die Anzahl der wieder gefundenen *Chrysoperla*-Larven war zu beiden Boniturterminen in allen Varianten sehr gering. Es wurde im Mittel der 10 Töpfe nie mehr als eine Larve gefunden.

Deutlich wurde damit im 1. Durchgang ein starker kurzfristiger Regulierungserfolg bei Einsatz von 50 und 200 *Chrysoperla*-Larven/m², der möglicherweise durch eine zweite Ausbringung von Florfliegenlarven hätte verlängert werden können.

Durchgang 2

Im zweiten Durchgang konnte mit einem relativ einheitlichen mittleren Ausgangsbefall gearbeitet werden. Dieser lag in Variante 1 bei 29 Thrips/10 Töpfen, in Variante 2 bei 31 Thripsen und in Variante 3 bei durchschnittlich 24 Thrips/10 Töpfe. Abb. 98 zeigt jedoch die starken Schwankungen in den einzelnen Wiederholungen. Zum 2. Boniturtermin (sechs Tage nach Ausbringung) am 18.3. zeigte sich in allen Varianten ein deutlicher Rückgang der Thripszahlen, gefolgt von einem Anstieg zum letzten Boniturtermin, zehn Tage nach der Ausbringung.

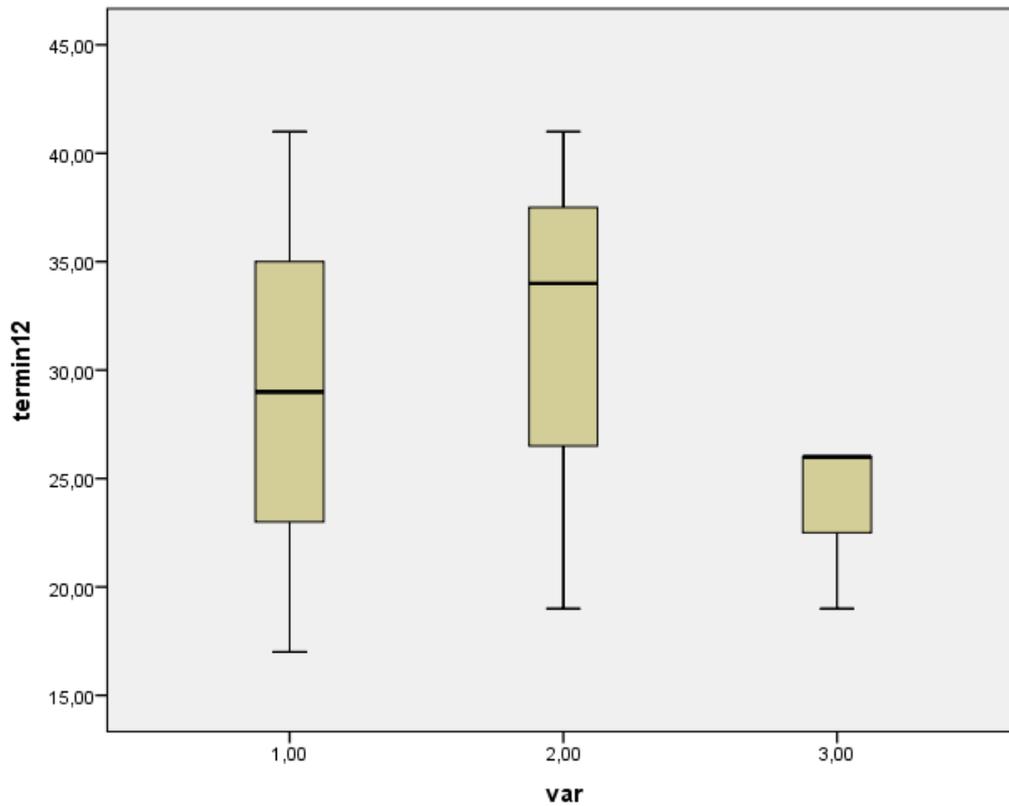


Abb. 98: Verteilung des Ausgangsbefallswerte (Anzahl Thrips/10 Töpfe) in drei Wiederholungen pro Variante, Boniturtermin 1 im Versuchsdurchgang 2, 1= 20 *Chrysoperla*/m², 2 = 50 *Chrysoperla*, 3 = 200 *Chrysoperla*/m²

Die Ausbringung der *Chrysoperla*-Larven bewirkte in allen Varianten einen deutlichen Rückgang der Thrips auf den Petersilienpflanzen. Dieser war bei Variante 2 und 3 wie auch im ersten Durchgang sechs Tage nach der Ausbringung absicherbar stärker. Nach zehn Tagen stieg die Thripszahl wieder an (

Abb. 99).

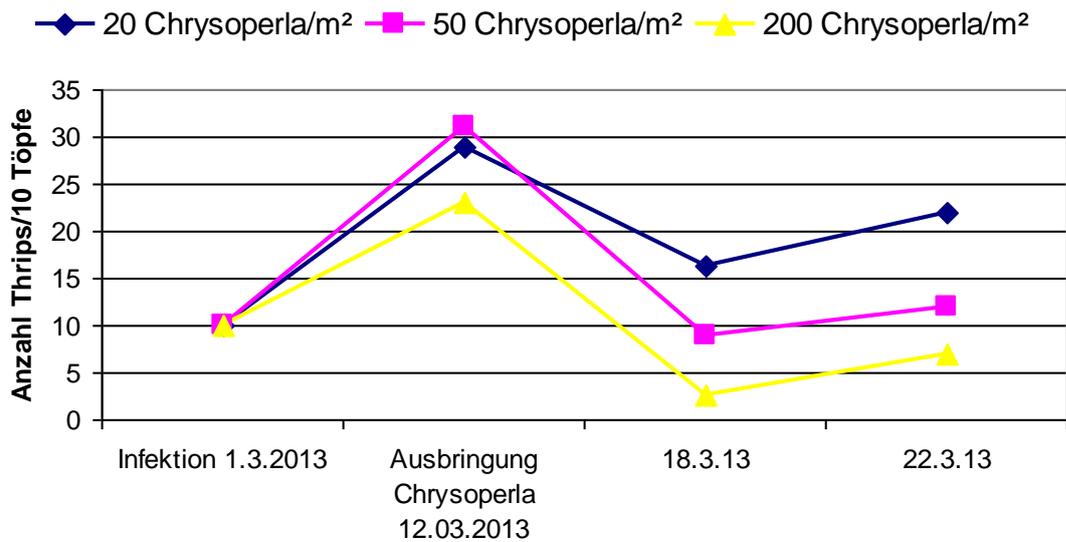


Abb. 99: Mittlere Anzahl Thrips/10 Töpfe zu vier Terminen im Versuchsdurchgang 2

Tab. 57: Anzahl Thrips/10 Töpfe in den einzelnen Versuchsvarianten zu drei Boniturterminen im zweiten Versuchsdurchgang, Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p < 0,05$, ns = nicht signifikant

	20 <i>Chrysoperla</i> /m ²	50 <i>Chrysoperla</i> /m ²	200 <i>Chrysoperla</i> /m ²
Ausgangsbefall			
Bonitur 1	29,0 ns	31,3 ns	23,7 ns
Boniturtermin 2	16,3 b	9,0 a	1,3 a
Boniturtermin 3	22,0 b	12,0 b	7,0 a

Die Anzahl der wieder gefundenen *Chrysoperla*-Larven war zu beiden Boniturterminen in allen Varianten sehr gering. 6 Tage nach der Ausbringung waren allerdings noch mehr Larven zu finden (Abb. 100). Im 2. Durchgang konnte der kurzfristige Regulierungserfolg bei Einsatz von 50 und 200 *Chrysoperla*-Larven/m² bestätigt werden.

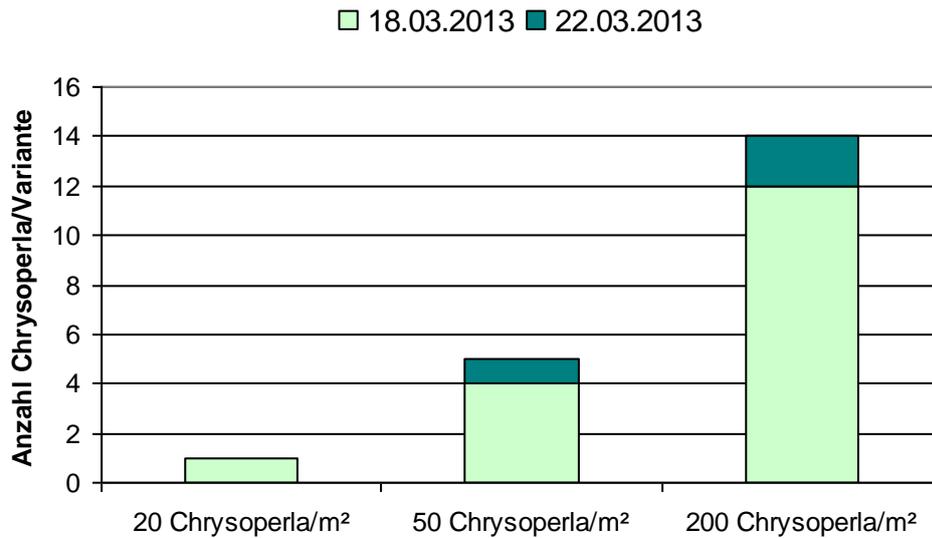


Abb. 100: Gesamtzahl der wieder gefundenen Larven von *Chrysoperla carnea* zu zwei Boniturterminen im 2. Versuchsdurchgang

Durchgang 3

Im dritten Versuchsdurchgang wurde zu Versuchsbeginn jeder Topf mit einer Thripslarve belegt (13.5.13, Keimblattstadium der Pflanzen). Die erste Bonitur erfolgte dann am 22.5. und zeigte einen sehr starken und inhomogenen Ausgangsbefall (Abb. 101).

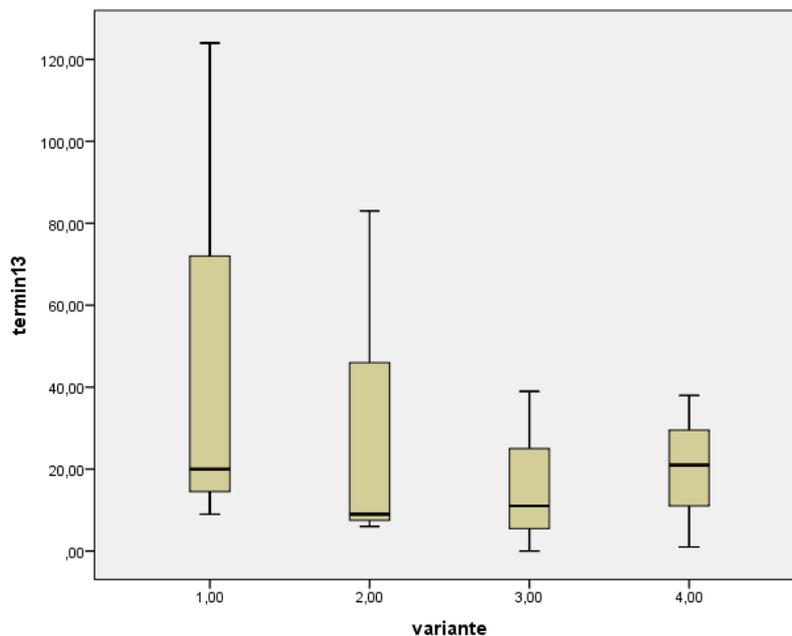


Abb. 101: Verteilung des Ausgangsbefallswerte (Anzahl Thrips/10 Töpfe) in drei Wiederholungen pro Variante, Boniturtermin 1 im Versuchsdurchgang 3, = 200 *Chrysoperla*, 4 = NeemAzal T/S

Die erste Ausbringung von *Chrysoperla carnea* erfolgte einen Tag nach der Ausgangsbonitur am 23.5. Nach fünf Tagen am 28.5. zeigte die Bonitur einen deutlichen Rückgang der Thripszahlen in allen Varianten, allerdings ohne signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Der geringste Rückgang wurde bei der Varianten 3 (200 *Chrysoperla/m*²) ermittelt. Es ist davon auszugehen, dass der Kannibalismus der Larven bei einer massiven Überschwemmung deutliche Effekte zeigte. Ebenfalls einen unbefriedigenden Bekämpfungserfolg wies das Mittel NeemAzal T/S (Abb. 102, Tab.58) auf. Auf Grund des hohen Thripsbefalls zu diesem Boniturtermin wurde sieben Tage nach der ersten Ausbringung eine erneute Behandlung vorgenommen und nach fünf Tagen der Behandlungserfolg ermittelt.

Keine der geprüften *Chrysoperla*-Mengen schaffte es nach der 2. Behandlung die Thripse vollständig zu bekämpfen. In Variante 2 (50 *Chrysoperla/m*²) kam es sogar wieder zu einem leichten Anstieg. Die Variante 4 (NAT) zeigte ebenfalls keinen vollständigen Bekämpfungserfolg, allerdings die niedrigste Thripsanzahl zur Endbonitur. Nach der 2. Behandlung kam es bei den NAT-behandelten Töpfen zu extrem phytotoxischen Reaktionen (Abb. 104). *Chrysoperla*-Larven konnten zum letzten Boniturtermin nur in Variante 3 sehr vereinzelt noch gefunden werden.

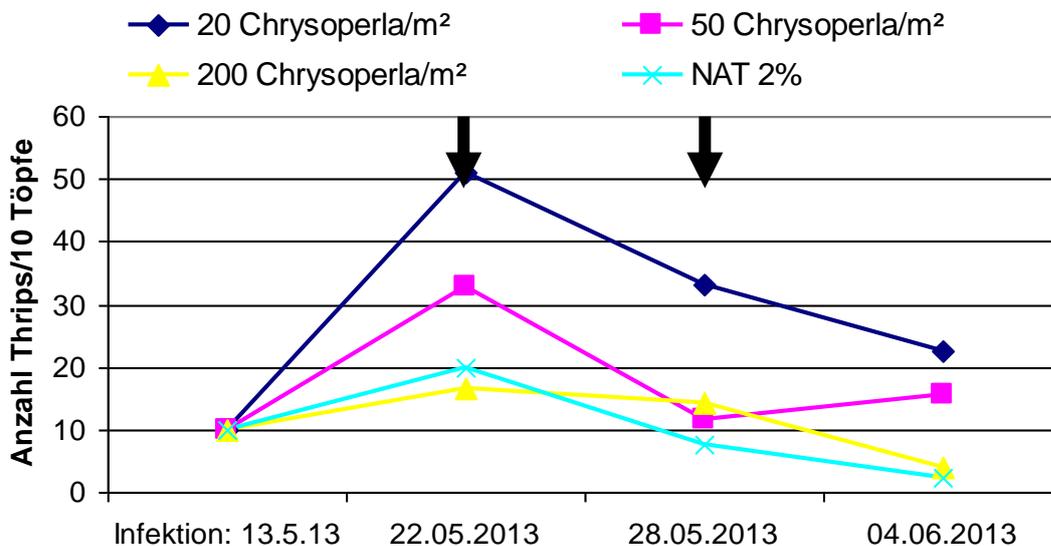


Abb. 102: Mittlere Anzahl Thrips/10 Töpfe zu 4 Terminen im Versuchsdurchgang 3, schwarze Pfeile: Ausbringung *Chrysoperla*-Larven und NeemAzal T/S Behandlung (NAT)

Tab. 58: Anzahl Thrips/10 Töpfe in den einzelnen Versuchsvarianten zu drei Boniturterminen im dritten Versuchsdurchgang, Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Tukey $p < 0,05$, ns = nicht signifikant

	20 <i>Chrysoperla/m²</i>	50 <i>Chrysoperla/m²</i>	200 <i>Chrysoperla/m²</i>	NeemAzal
Ausgangsbefall Bonitur 1	51,0 ns	32,7 ns	16,7 ns	20,0 ns
Boniturtermin 2	33,0 ns	11,7 a	14,3 a	7,0 ns
Boniturtermin 3	22,7 ns	15,7 ns	4,0 ns	2,3 ns

Besonders auffallend war die große Streuung der einzelnen Boniturwerte in den unterschiedlichen Wiederholungen von Variante 1 und 2. Ein klares Bild ergab sich für die Varianten 3 und 4 (Abb. 103).

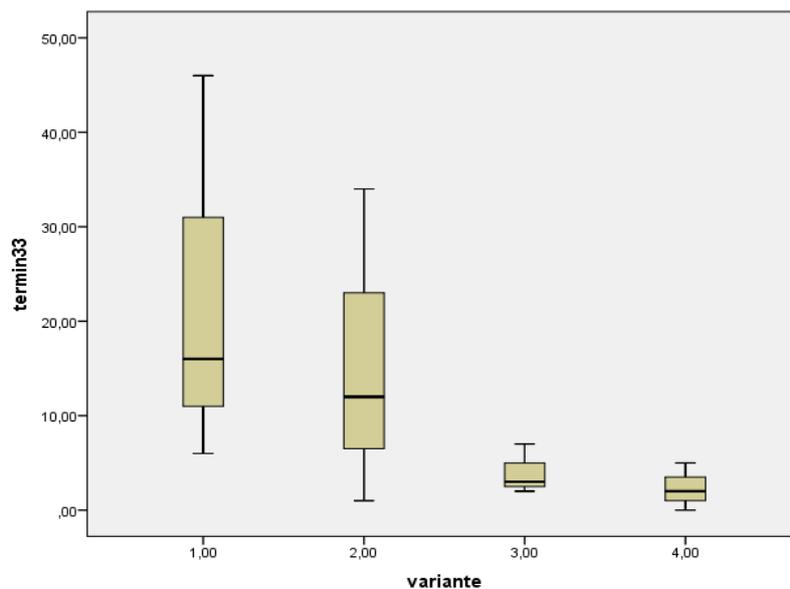


Abb. 103: Verteilung des Ausgangsbefallswerte (Anzahl Thrips/10 Töpfe) in drei Wiederholungen pro Variante, Endbonitur im Versuchsdurchgang 3



Abb. 104: Blattdeformationen durch die Behandlung mit NeemAzal T/S (2 %)

Ein klarer kurzfristige Regulierungserfolg kann ich diesem 3. Versuchsdurchgang nicht repliziert werden. Auch die Behandlung mit NeemAzal konnte den Thripsbefall an Petersilie nicht vollständig bekämpfen und führte zu starken Schädigungen der Blätter.

Beispielhaft sind im Folgenden die Klimadaten des Gewächshauses während des Versuchsdurchganges 2 (DG2) und Durchgang 3 (DG3) dargestellt. Anhand der Verlaufskurven wird deutlich, dass sich in der modernen Gewächshausanlage in Klein-Altendorf starke Schwankungen der Temperatur und der Luftfeuchte ergaben, was bei der Entwicklungsdynamik der Schädlinge sowie Fraßleistung und Entwicklungsverlauf der Florfliegen berücksichtigt werden muss. Die relative Luftfeuchte sank teilweise unter 20 % ab, ging aber selten über 70 %. Die Temperatur sank in DG2 bis auf 10 °C ab, ging aber nur an zwei Tagen über 30 °C.

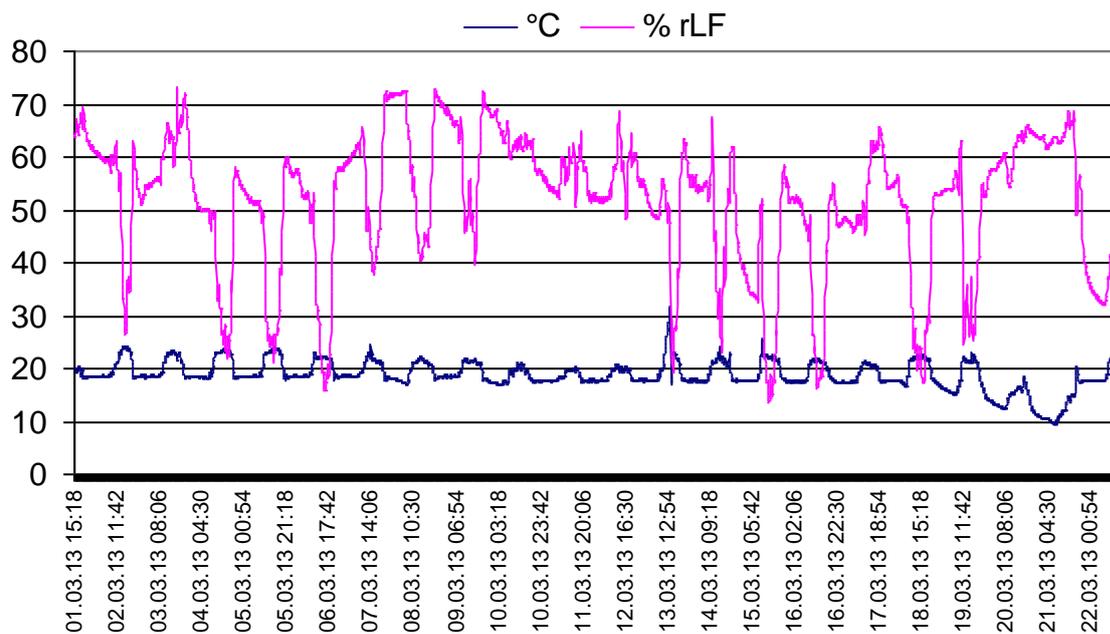


Abb. 105: Temperaturverlauf (°C) und relative Luftfeuchte (%) im Forschungsgewächshaus Campus Klein-Altendorf, Versuchsdurchgang 2

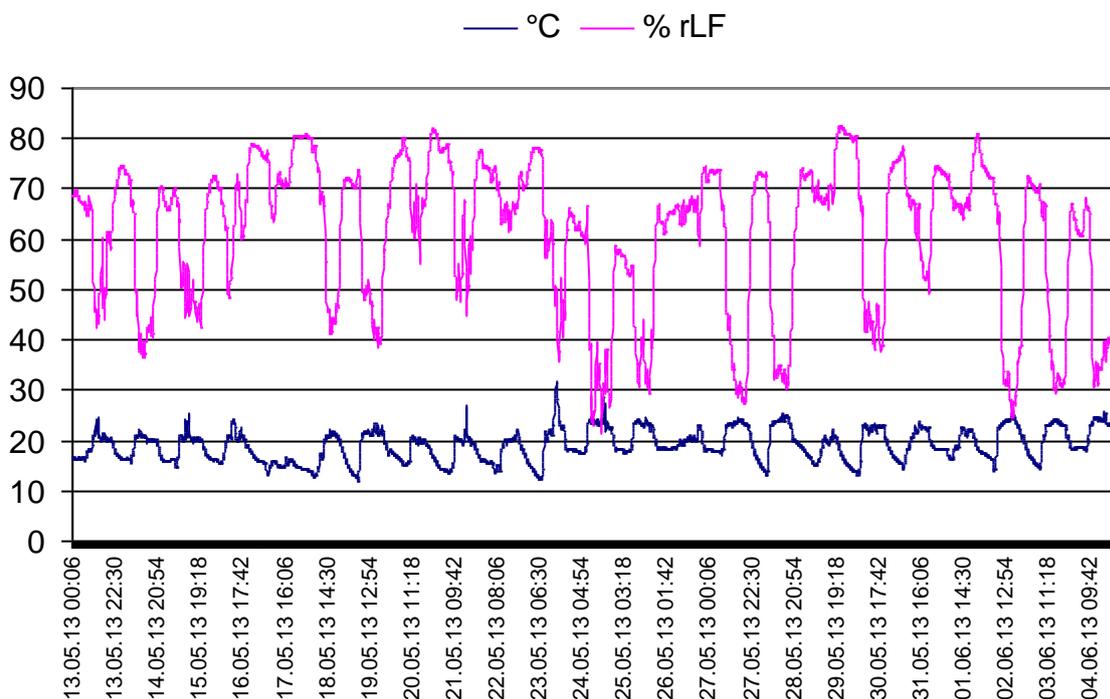


Abb. 106: Temperaturverlauf (°C) und relative Luftfeuchte (%) im Forschungsgewächshaus Campus Klein-Altendorf, Versuchsdurchgang 3

3.21 Tauchbehandlung – ein Verfahren zur Behandlung von Stecklingsmaterial in Pflanzenschutzmitteln bei Befall mit Kalifornischem Blüenthrrips (*Frankliniella occidentalis*)

Eine Übersicht der durchgeführten Versuche mit den jeweiligen Varianten gibt Tab. 59. Die Bewertung „Beste Variante“ beschreibt in Kürze die Variante mit dem höchsten Wirkungsgrad.

Tab. 59: Übersicht der Versuche zur Stecklingsbehandlung, 2012-2013, Produkt, Konzentration, Tauchzeit in Minuten = min

<i>Kultur</i>	<i>Standort</i>	<i>Varianten</i>	„Beste Variante“
Pfefferminze	Campus Klein-Altendorf	unbehandelte Kontrolle	NeemAzal 0,5 %
		NeemAzal/TS, 0,5 %, 1 min	
		NeemAzal/TS, 0,1 %, 1 min	
		Neudosan, 5 %, 1 min	
		Neudosan, 2 %, 1 min	
Thymian	Campus Klein-Altendorf	unbehandelte Kontrolle	NeemAzal 2,0 %
		Wasser Kontrolle	
		Quassia MD, 0,0018%	
		Neudosan, 3,0 %	
		NeemAzal T/S, 2,0 %	
		Tauchzeit: 1 Minute	
Grüne Minze	Gartenbauzentrum Köln-Auweiler	Unbehandelte Kontrolle	Neudosan 2% 5min
		Wasser Kontrolle, 1 min	NeemAzal 2%, 1min
		NeemAzal T/S, 0,6 %, 1 min	
		NeemAzal T/S, 2 %, 5 min	
		NeemAzal T/S, 3 %, 1 min	
		Quassia, 0,0003%, 1 min	
		Quassia, 0,0012%, 1 min	
		Quassia, 0,0012%, 5 min	
		Quassia, 0,0018%, 1 min	
		Neudosan, 0,1%, 1 min	
		Neudosan, 0,5%, 1 min	
		Neudosan, 0,5%, 5 min	
		Neudosan, 2 %, 1 min	
		Nematoden (<i>Steinernema feltiae</i>)	
		25. Mio, 1 min	

3.22 Stecklingsbehandlung von Pfefferminze (*Mentha x piperita*)

Die wöchentliche Auszählung der Gelbtafeln zeigte die ersten adulten Thripse 22 Tage nach der Behandlung. Da die Versuchspartellen mit einem feinmaschigen Netz (Filbio, Maschenweite 0,5 x 0,5 mm) voneinander getrennt waren, konnten die adulten Thripse auf den Gelbtafeln nur über die Stecklinge in die Zelte eingebracht worden sein. Die höchste Anzahl Thripse befand sich in der Variante Neudosan 5 % (21 Thripse). Zur Abschlußbonitur war die Anzahl Thripse auf den Gelbtafeln etwas geringer und die höchste Anzahl auf der Gelbtafel der unbehandelten Kontrollvariante. In der Variante NeemAzal T/S 0,5 % waren über den gesamten Boniturzeitraum keine Thripse an den Gelbtafeln zu finden (Abb. 80).

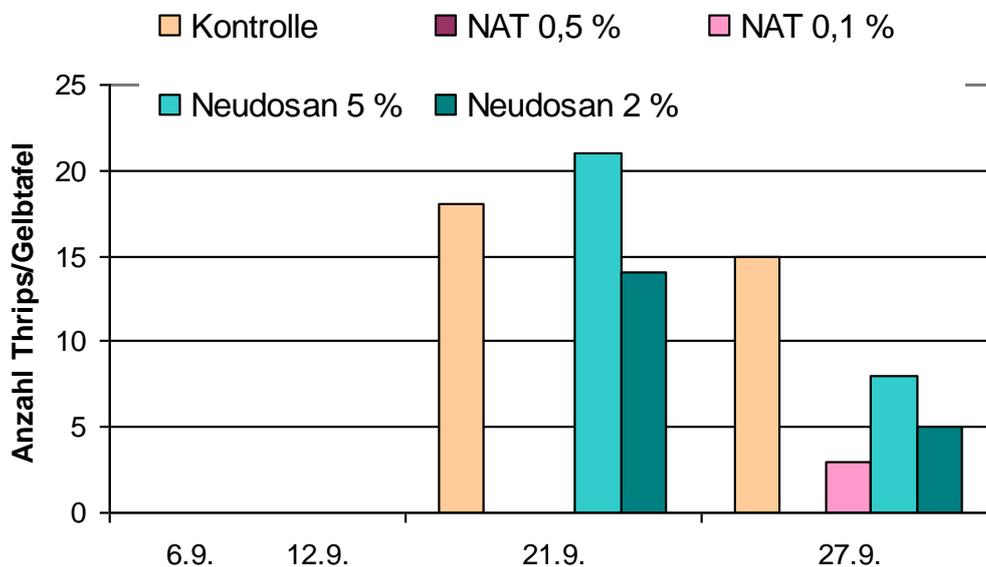


Abb. 107: Anzahl Thripse/Gelbtafel in den abgenetzten Vermehrungspartellen der Pfefferminze nach der Tauchbehandlung der Stecklinge mit Neudosan und NeemAzal T/S in unterschiedlichen Konzentrationen und einer unbehandelten Kontrolle zu vier Boniturterminen 2012

Die Auszählung der Thripse, Larven und adulte Tiere zur Abschlußbonitur, spiegelt das Ergebnis der Gelbtafeln nicht ganz wieder. Mit dem Auszählen der Individuen auf dem Pflanzenmaterial lässt sich eine genauere Aussage über die Befallssituation treffen. Abb. 108 zeigt die gesamte Anzahl an adulten Thrips und Larven auf den 54 Stecklingen pro Parzelle. Auffällig war die ungleichmäßige Verteilung der Thripse auf den Stecklingen, dargestellt im Boxplot. Die höchste Anzahl an Thrips ergab sich in der unbehandelten Kontrolle mit 88 Individuen/54 Stecklingen. Einen guten Behandlungserfolg zeigte die NeemAzal-Behandlung mit 0,5 %iger Tauchbrühe. Hier wurden auf 54 Stecklingen nach drei Wochen nur 12 Thripse gefunden.

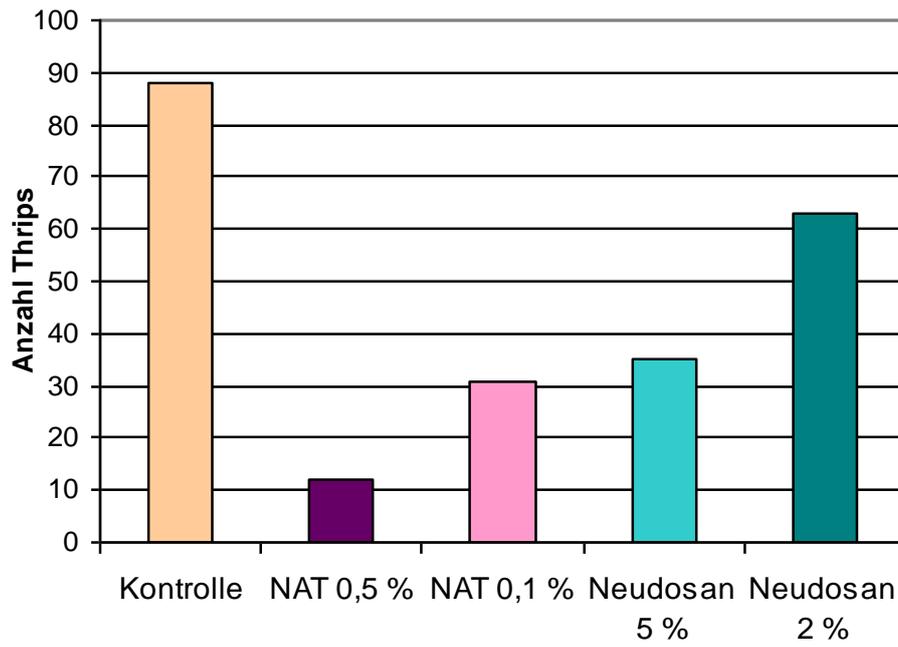


Abb. 108: Anzahl Thripse von 54 Stecklingen pro Variante der Pfefferminze nach der Tauchbehandlung der Stecklinge mit Neudosan und NeemAzal T/S in unterschiedlichen Konzentrationen und einer unbehandelten Kontrolle zur Abschlußbonitur nach 22 Tagen

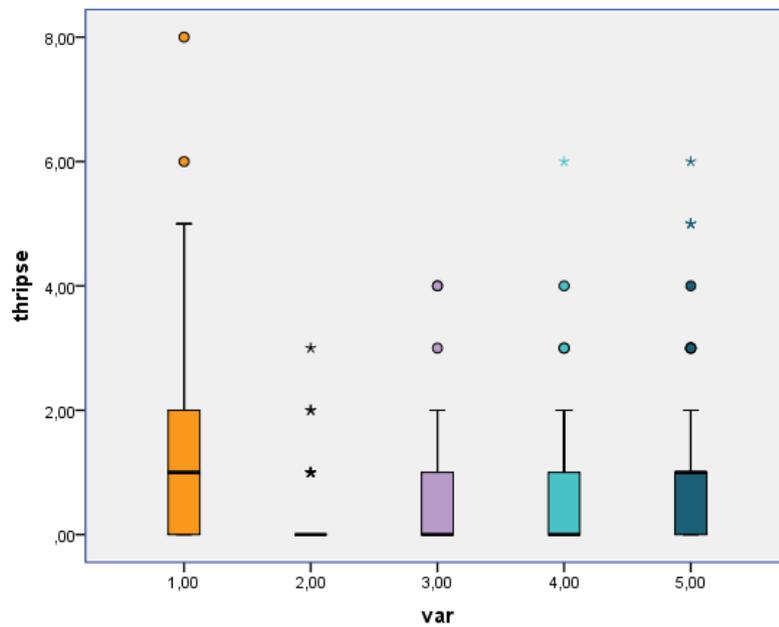


Abb. 109: Streuung der Thripsanzahlen bei 54 Stecklingen pro Variante

Die Tauchbehandlung von Pfefferminzstecklingen gegen Thripsbefall zeigte demnach nur in der Variante NeemAzal T/S bei einer Konzentration von 0,5 % einen deutlichen Effekt. Dieser kann möglicherweise durch eine höhere Konzentration von Neem verbessert werden. Durch die Tauchbehandlung entstanden keine phytotoxischen Schäden an den Stecklingen.

3.23 Stecklingsbehandlung von Thymian (*Thymus vulgaris*)

Die Auszählung der Thripse an den Thymianstecklingen zeigte insgesamt ein geringes Befallsniveau. In der unbehandelten Kontrolle konnten an 100 Stecklingen 12 Thripslarven gefunden werden, in der Variante Neudosan waren es 13 Thripse. Den geringsten Befall hatten die Stecklinge der NeemAzal-Variante mit nur 1 Thripslarve/100 Stecklingen (Abb. 110). In der Wasser-Behandlung waren ebenfalls weniger Thripse zu finden, als in der Kontrolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Larven, die bereits an den geschnittenen Stecklingen waren, durch das Tauchen abgewaschen wurden.

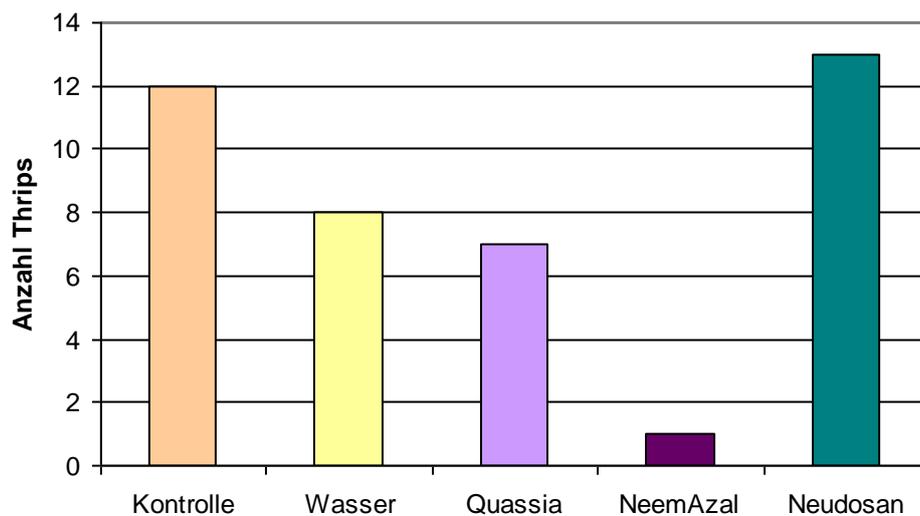


Abb. 110: Anzahl Thripse bei 100 Stecklingen pro Variante von Thymian nach der Tauchbehandlung der Stecklinge mit Neudosan, Quassia, NeemAzal T/S, Wasser und einer unbehandelten Kontrolle zur Abschlußbonitur nach 20 Tagen



Abb. 111: Thymianstecklinge nach der Tauchbehandlung in den Anzuchtplatten, Campus Klein-Altendorf, 2013 (Photo: Lignau/Scherer)

Die Tauchbehandlung zeigte demnach nur in der Variante NeemAzal T/S eine deutliche Reduktion der Thripse an Thymianstecklingen. Die Verträglichkeit der Mittel und der Behandlung war bei Thymian gut.

3.24 Stecklingsbehandlung von Grüner Minze (*Mentha spicata*)

Zur Abschlußbonitur, 10 Tage nach der Behandlung, erreichten die Varianten Neudosan 2 % bei fünf Minuten Tauchdauer und NeemAzal, 2 % bei einer Minute Tauchdauer, die besten Ergebnisse mit null Thripsen auf den Stecklingen (Abb. 112). Bei allen Varianten wurde eine verbesserte Wirkung mit steigender Konzentration und Tauchdauer erkennbar. Die zwei völlig unbehandelten Kontrollen zeigten einen massiven Thripsbefall auf den Stecklingen (> 90 Thripslarven). In der Wasserbehandlung stieg die Anzahl der Thrips deutlich weniger an.

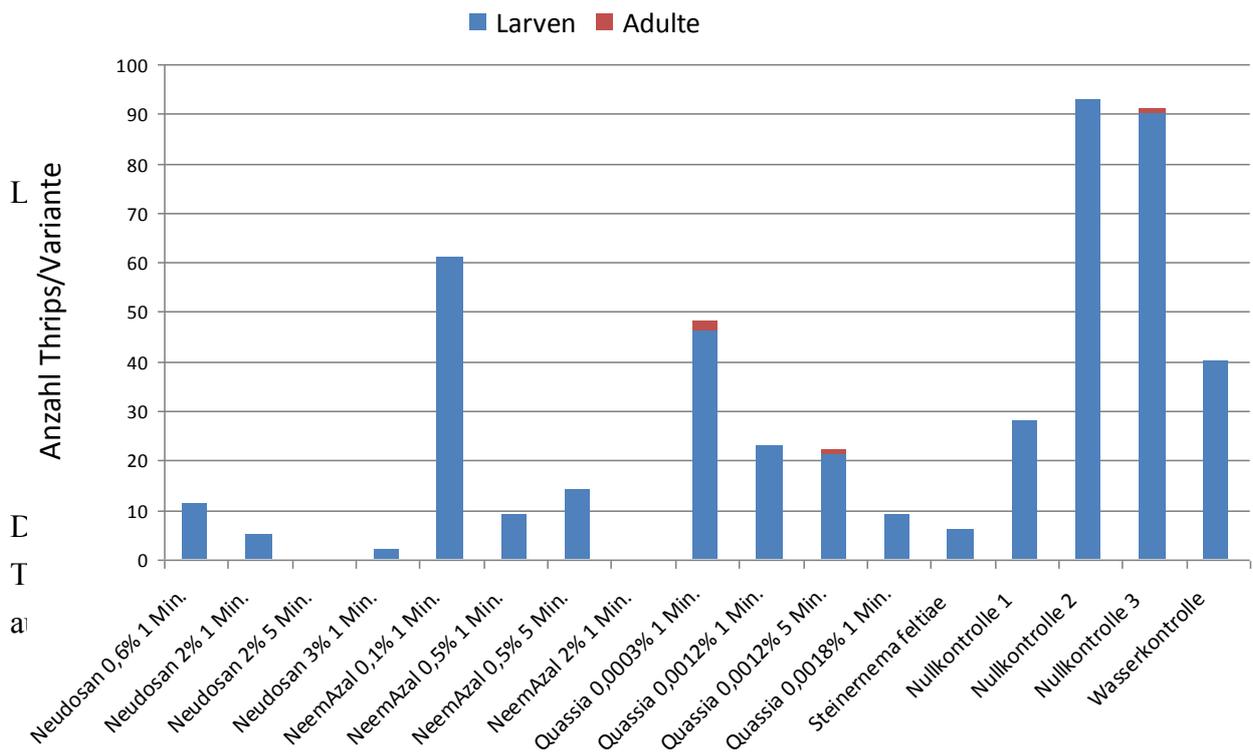


Abb. 112: Gesamtzahl Larven und adulte Thrips pro Variante, Boniturtermin 14 Tage nach der Behandlung, Versuche zur Stecklingsbehandlung von Grüner Minze, 2013

3.25 Testung geeigneter Monitoringverfahren für Betriebe zur frühzeitigen Erkennung von Thrips an Petersilie

In allen Versuchsdurchgängen fand eine Etablierung und Ausbreitung von *Frankliniella occidentalis* in der Petersilie statt. Eingesetzt wurden adulte Thrips, die ersten Larven konnten gut in der Variante Ausklopfen der Pflanzen beobachtet werden und traten sechs bis neun Tage nach dem Einsatz der Adulten auf.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass mit dem Ausklopfen der Pflanzen deutlich früher festgestellt werden konnte, ob sich Thrips im Bestand befinden, als mit allen anderen geprüften Methoden. Zwischen den farbigen Klebetafeln war nur im 2. Durchgang eine höhere Fangquote bei den Blautafeln zu sehen und die Kombination der Blautafeln mit dem Pheromon ThriPher brachte keine Erhöhung der Fangquote. Die Auszählung der Thrips wurde auf den Gelbetafeln als einfacher empfunden. Das Auszählen der Thrips auf den Blättern stellte sich in insgesamt als schwierig, wenig effektiv und extrem zeitaufwendig heraus. Adulte Thrips lassen sich aufgrund ihrer Mobilität schlecht erfassen, so dass zuverlässig nur die Larven gezählt werden. Der Probenumfang von 50 Blättern pro Parzelle könnte bei der stark inhomogenen Verteilung der Thrips im Bestand zu gering sein. In den drei Versuchsdurchgängen wurden nur an wenigen Terminen Thripse auf den Blättern gefunden: Durchgang 1 zum letzten Boniturtermin ein Thrips im Mittel der 150 Blättern (50 Blätter pro Variante x 3 Wiederholungen), im 2. Durchgang keine Thripse und im 3. Durchgang maximal fünf Thripse.

Im ersten Versuchsdurchgang kam es zum 1., 2. und 5. Boniturtermin zu signifikant höheren Thripszahlen in der Variante Ausklopfen im Vergleich zu den anderen Varianten. Zudem wurde durch das Ausklopfen der Pflanzen der Thripsbefall 2 Wochen früher erkannt, als in den anderen Varianten. Auf den Klebetafeln waren ab dem 3. Boniturtermin adulte Thrips zu finden.

Auch im 2. Durchgang wurde mit dem Ausklopfen früh ein Befall festgestellt, welcher zum Boniturtermin 1,3 und 4 absicherbar am höchsten lag. In diesem Durchgang wurde auf den Blautafeln mehr Thrips gefangen, als auf den gelben Tafeln. Zur Abschlußbonitur wurde im Mittel der Wiederholungen von 10 Pflanzen 21 Thrips geklopft.

Mit 25 Thripsen zum letzten Boniturtermin, kam es in Durchgang 3 zu einem starken Anstieg der Thripszahlen in dem Versuch. Diesmal wurde auf einer Blautafel der erste Thrips entdeckt, im weiteren Versuchsverlauf war es aber wieder das Ausklopfen der Pflanzen, mit dem ein Thripsbefall festgestellt werden konnte, der zudem ein hohes Befallsniveau signalisierte. Mit den Monitoringmaßnahmen gelang es nicht, den Thripsbefall zu reduzieren.

Am Ende des 2. und 3. Versuchsdurchganges wurden in jeder Parzelle 10 Pflanzen ausgeklopft. Davon ausgehend, dass mit dem Ausklopfen der Pflanzen die genaueste Angabe

zur tatsächlichen Thripsbefallssituation gewonnen werden kann, sollte dieser Wert zur vergleichenden Übersicht des Befalls in den Parzellen dienen. Dabei zeigten sich enorme Schwankungen zwischen den Wiederholungen einer Variante, allerdings ähnlich gelagerte Mittelwerte (Tab.2). Auffallend war der hohe Anteil an Larven, die bei dem Ausklopfen mitgezählt wurden. Im Vergleich des Ausklopfens mit der Versuchsvariante wurde deutlich, dass zum letzten Boniturtermin im 2. Versuchsdurchgang auf den Blautafeln 12 adulte Thrips gefangen wurden und beim Ausklopfen von 10 Pflanzen nochmals 27 Thrips dazu kamen, von denen 19 Larven waren.

Tab. 60: Anzahl Thrips nach Ausklopfen von 10 Töpfen Petersilie der Versuchsvarianten zur Abschlußbonitur, in kleinen Buchstaben die Anzahl an Larven von der Gesamtzahl. Versuchsdurchgang 2 und 3

Varianten	Anzahl Thrips *	
	Versuchsdurchgang 2	Versuchsdurchgang 3
Gelbtafeln	20 /16	28 /24
Blautafeln	27 /19	22 /18
Zählung auf dem Blatt	18 /12	31 /27
Ausklopfen	21 /16	25 /17
ThriPher+Blautafel	16 /11	

* Mittel der 3 Wiederholungen

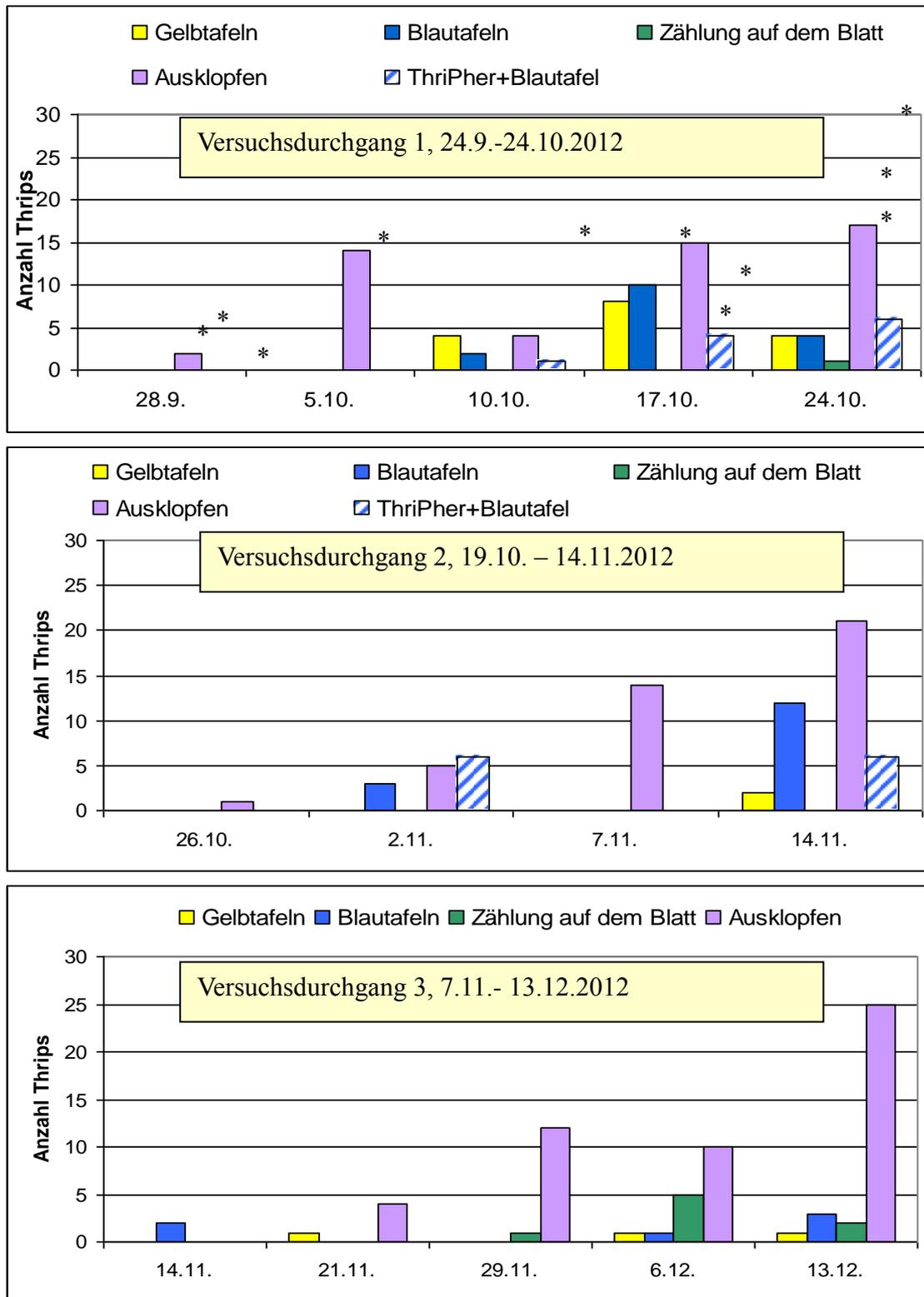


Abb. 113: Mittlere Anzahl Thrips (*F. occidentalis*) aus 3 Wiederholungen/Variante auf 2 Gelb oder Blautafeln je Parzelle, 10 bonitierten Pflanzen in den Varianten Blattzählung (50 Blätter/Parzelle) und Ausklopfen, bei Topfpetersilie, Versuchsdurchgang 1-3, 2012, *kennzeichnet signifikante Unterschiede, Tukey $p \leq 0,05$

3.26 Untersuchung zum Flug- und Aktionsradius von *Macrolophus pygmaeus* im Gewächshaus.

Zur Untersuchung der Aktivität und Ausbreitung wurden die Individuen von *M. pygmaeus* auf den einzelnen Pflanzen der Arten *Salvia officinalis* und *Borago officinalis* im Gewächshaus erfasst. Im ersten Durchgang war hierbei jede zweite *B. officinalis* mit sterilisierten Ephestia-Eiern als künstliche Zufütterung belegt.

Kurz nach Ausbringung lässt sich ein rascher Abfall der Raubwanzenzahl auf der Ausgangspflanze *S. officinalis* feststellen (Abb. 114). Nach zehn Tagen befanden sich zunächst gleichbleibend zwei Individuen auf der Pflanze. Gleichzeitig konnte eine starke Zunahme der Tiere im Bestand *B. officinalis* festgestellt werden, die zunächst am 12. Tag ihr Maximum mit über sechs Individuen erreichte. Anschließend nahm die Anzahl der gefundenen Individuen ab und folgte dem abfallenden Temperaturverlauf (Abb. 114). Am 25. Boniturtag konnten die ersten Nymphen der F1-Generation gezählt werden, die sich entwickelt hatten, worauf die Population im Gewächshaus schlagartig stark anstieg.

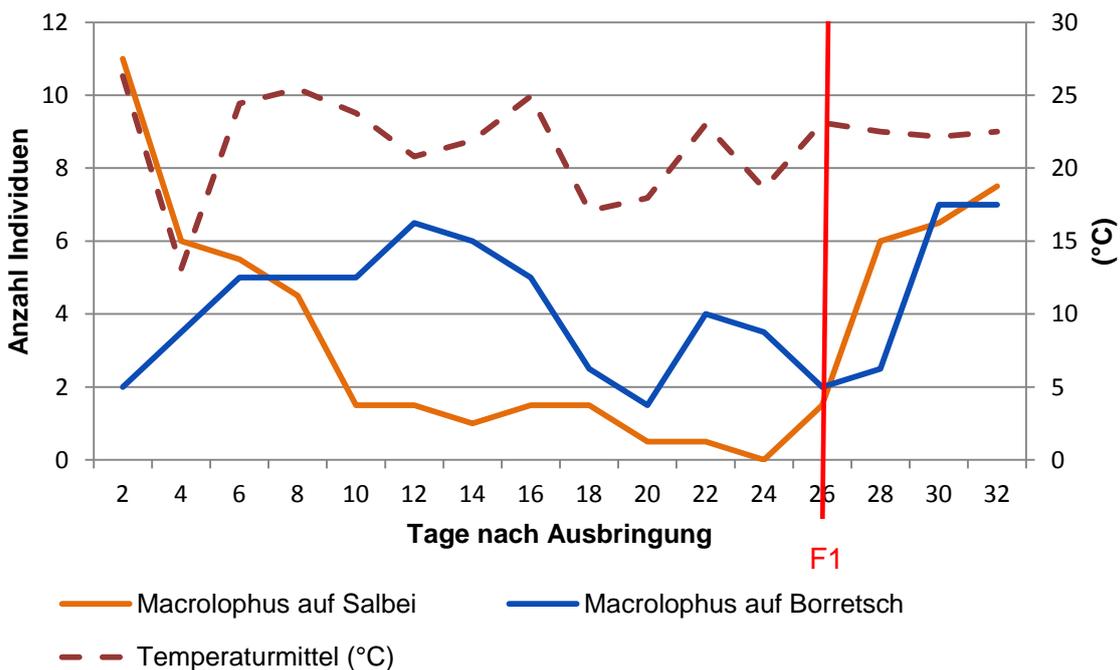


Abb. 114: Anzahl *M. pygmaeus* auf *Salvia officinalis* und *Borago officinalis* bei Zugabe von sterilisierten Ephestia-Eiern als Futter. Mittelwerte aus Kabinen 1 + 2. Die rote Linie kennzeichnet den ersten Fund von F1-Larven (nach MATRAY 2012)

So lässt sich nach einer Etablierungszeit von 26 Tagen feststellen, dass sich die erste Nachkommengeneration entwickelt hat. Auf *B. officinalis* erfolgte der erste Schlupf zwei Tage später, entwickelte sich dann aber sehr ähnlich wie die Entwicklung auf *S. officinalis* (Abb.

114). Durchschnittlich fanden sich so am 32. Tag nach Freilassung sechs Larven auf *S. officinalis* und 7,5 Larven auf *B. officinalis*.

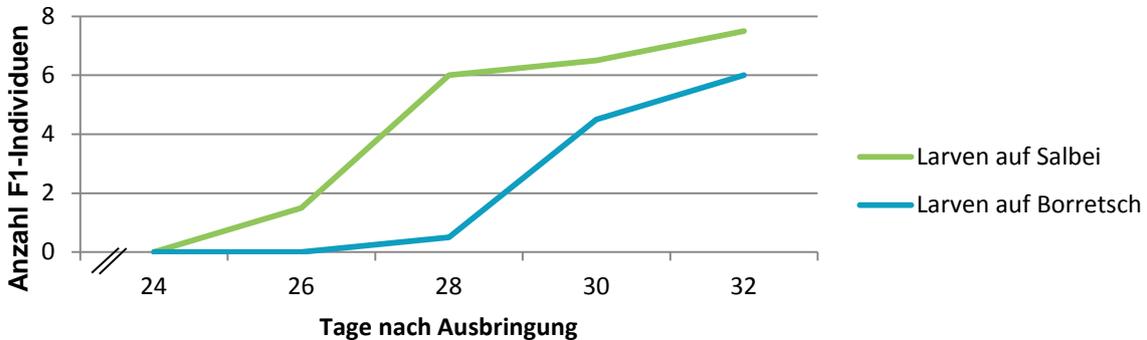


Abb. 115: Etablierungszeit von *M. pygmaeus* auf *Salvia officinalis* und *Borago officinalis* bei der Zugabe von sterilisierten *Ephestia*-Eiern als Futter. Erfasst wurden nur die F1-Larven. Mittelwert aus Kabinen 1 + 2 (nach MATRAY 2012)

Zur Feststellung der Aktivität der *M. pygmaeus* bei ihrer Futtersuche wurde die Anzahl der Tiere auf Pflanzen mit und ohne Futterzugabe gezählt. Hierbei zeigten sich grundsätzlich über den gesamten Zeitraum mehr Tiere auf Futterpflanzen, als auf Nicht-Futterpflanzen, was für eine aktive Nahrungssuche spricht (Abb. 116).

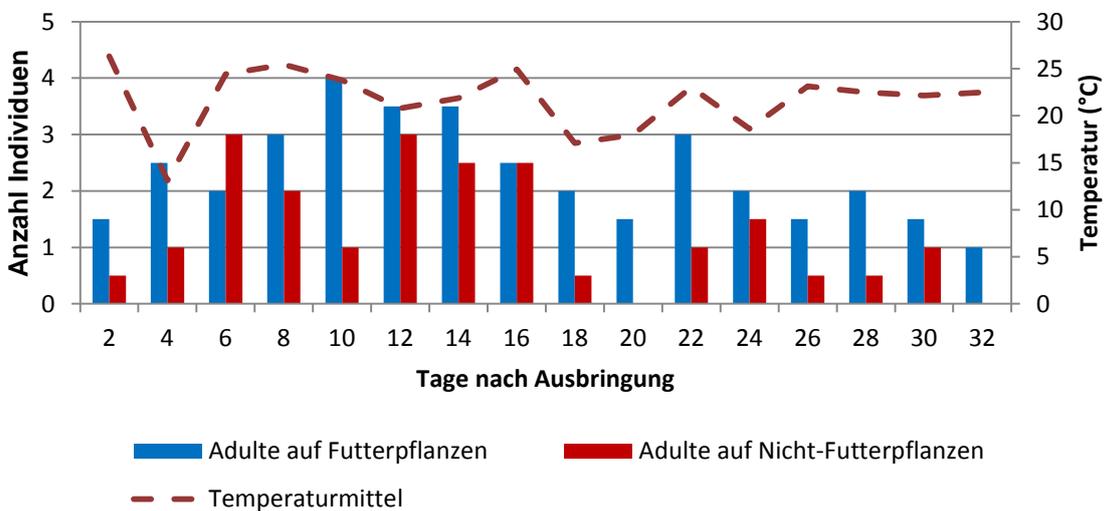


Abb. 116: Futtersuchaktivität von *M. pygmaeus* auf Borretschpflanzen mit und ohne sterilisierten *Ephestia*-Eiern als Futter. Mittelwert aus Kabinen 1 & 2 (nach MATRAY 2012)

Zu Beginn des Experimentes bis zum 14. Bonitурtag wurden die meisten *M. pygmaeus* auf Pflanzen der inneren beiden *B. officinalis*-Ringe (Abstand 1 m und 2,5 m zur Ausgangspflanze) wiedergefunden (Abb. 117). Bereits am vierten Tag nach der Ausbringung konnten Raubwanzen auch auf Pflanzen des äußersten Ringes (6,6 m) wiedergefunden werden, hatten sich also über die gesamte Kammergröße von ca. 90 m² ausgebreitet. Ab Tag 12 nach Ausbringung fanden sich bereits viele Tiere auf Pflanzen des 5 m entfernten Ringes. In den folgenden Tagen kam es insgesamt zu einer Abnahme des *M. pygmaeus*-Fundes auf den Pflanzen, was sich mit der niedrigeren Temperatur und damit verringerten Aktivität der Insekten erklärt (Abb. 114).

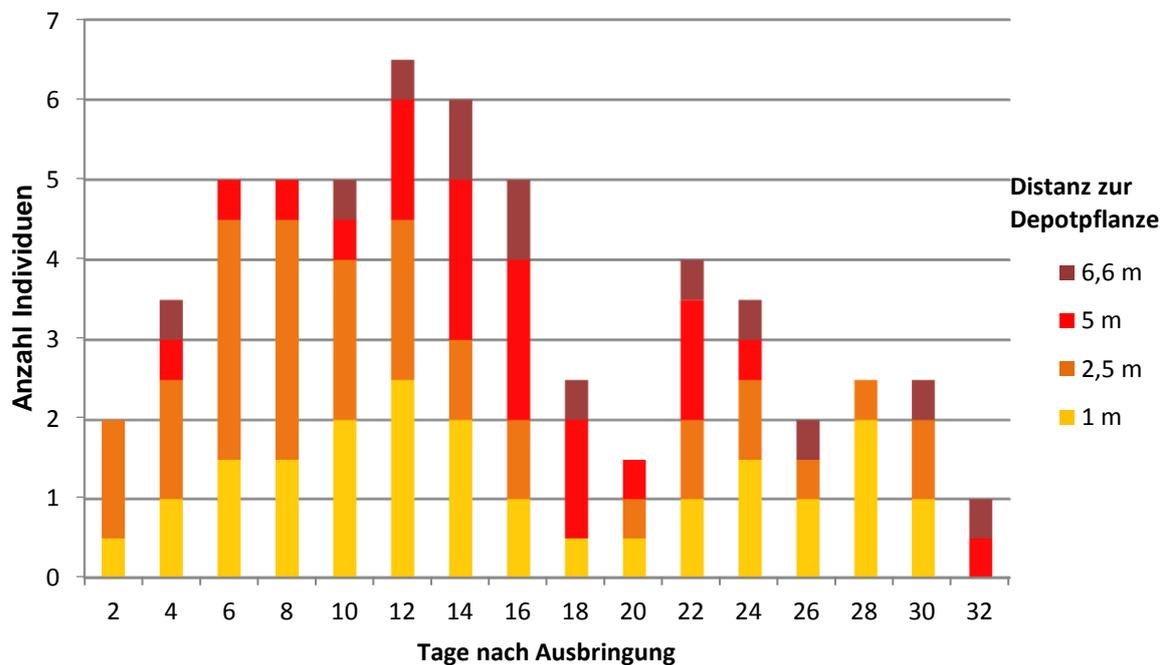


Abb. 117: Aktionsradius von *M. pygmaeus* im ersten Monat nach der Ausbringung im Gewächshaus mit sterilisierten *Ephestia*-Eiern als Futter (nach MATRAY 2012)

Im zweiten Durchgang wurde in Kabine 1, wie bereits im ersten Durchgang, mit sterilisierten Eiern von *Ephestia kuehniella* zugefüttert, während in Kabine 2 lebende Blattläuse auf den Pflanzen als Futterquelle für die Raubwanzen dienten.

Auch hier zeigte sich, dass die Anzahl der Individuen, die auf den Pflanzen gefunden wurden, dem Temperaturverlauf im Gewächshaus folgte. Auf den Pflanzen mit Blattlausbefall konnten wesentlich mehr Tiere gefunden werden, als in der künstlich zugefütterten Kabine. Da dort nur jede zweite Pflanze mit Futter belegt war, sich der Blattlausbefall aber auf allen Pflanzen ausbreitete, ist zur besseren Vergleichbarkeit die Anzahl der Individuen *M. pygmaeus* pro Futterpflanze angegeben (Abb. 118).

Zunächst ließen sich in der *Ephestia*-Variante bis zum 6. Tag mehr Tiere pro Futterpflanzen finden, anschließend verlief der Verlauf der Anzahl gezählter Tiere jedoch sehr ähnlich. Auf Grund der höheren Temperatur ließen sich im zweiten Durchgang bereits nach 16 Tagen die ersten Larven der F1-Generation in beiden Kammern finden, so dass es zu einem raschen Anstieg der Individuenzahl kam (Abb. 118).

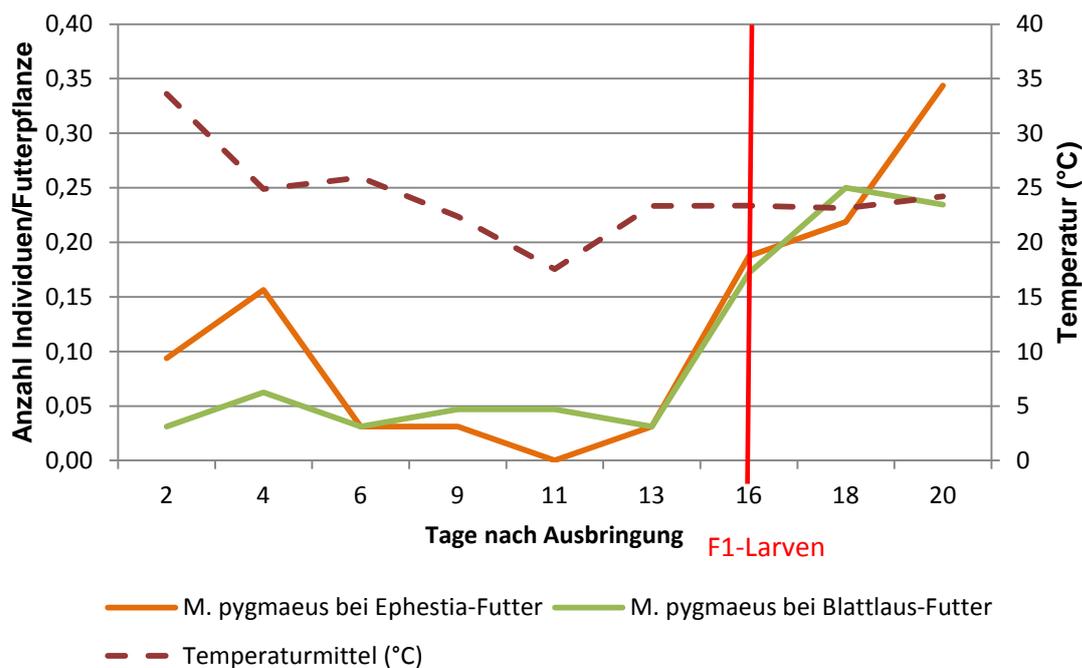


Abb. 118: Anzahl *M. pygmaeus* pro Futterpflanze *Borago officinalis* im Kammervergleich mit sterilisierten *Ephestia*-Eiern oder lebenden Blattläusen als Futter. Die rote Linie kennzeichnet den ersten Fund von F1-Larven (nach MATRAY 2012)

Nach einer rascheren Entwicklungszeit stieg auch die Anzahl der Nachkommen im zweiten Durchgang schneller an (Abb. 119). So fanden sich nach 16 Tagen fünf *M. pygmaeus* in der Ephestia-Variante auf *S. officinalis*, bei Versuchsende mit 20 Stück bereits doppelt so viele Tiere. Auf *B. officinalis* fanden sich in der Zeit keine Raubwanzen. In der zweiten Kammer mit Blattlausfutter fanden sich nach 16 Tagen ebenfalls fünf *M. pygmaeus*-Larven auf *S. officinalis*, acht Stück nach 18 Tagen und fünf Tiere nach 20 Tagen. Auf *B. officinalis* befanden sich nach 16 Tagen vier F1-Raubwanzen, nach 20 Tagen waren es bereits neun Tiere.

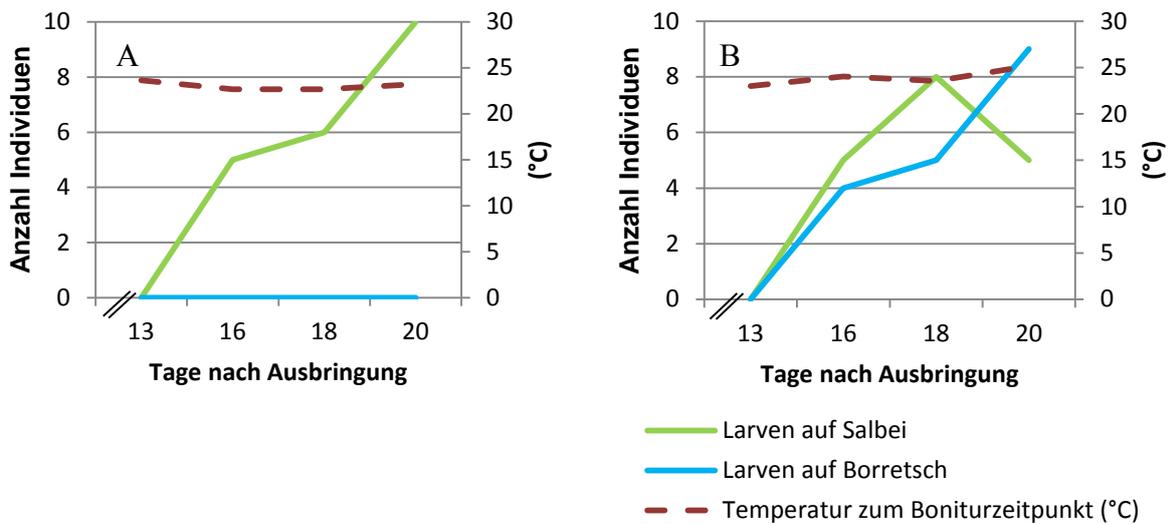


Abb. 119: Etablierungszeit von *M. pygmaeus* auf *Salvia officinalis* und *Borago officinalis* bei der Zugabe von A) sterilisierten Ephestia-Eiern bzw. B) lebenden Blattläusen als Futter. Erfasst wurden nur die F1-Larven (nach MATRAY 2012)

Insgesamt wurden im zweiten Durchgang weniger *M. pygmaeus* gefunden als im ersten Durchgang. So zeigte sich auch bei den Untersuchungen zum Aktionsradius in Kabine 2 mit Blattlauszufütterung kein so differenzierter Bewegungsverlauf als zuvor (Abb. 120). Auffällig ist auch hier, dass sich die Raubwanzen relativ schnell im Gewächshaus verbreiten und obwohl nach zwei Tagen noch keine Tiere auf den *B. officinalis*-Pflanzen gefunden wurden, hatten sie sich an Tag vier bereits im Haus verteilt und waren auch auf Pflanzen des dritten Ringes mit einer Entfernung von 5 m zur Ausgangspflanze zu finden. Insgesamt fanden sie sich später allerdings vermehrt in den inneren Ringen zwischen 1 m und 2,5 m von der Ausgangspflanze entfernt wieder.

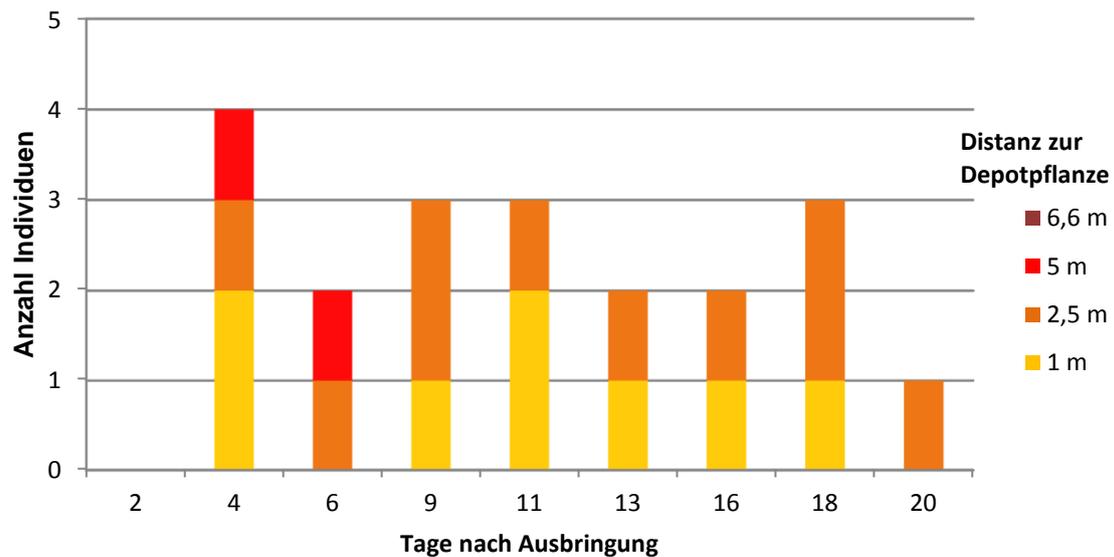


Abb. 120: Aktionsradius von *M. pygmaeus* über 20 Tage nach der Ausbringung im Gewächshaus mit lebenden Blattläusen als Futter (nach MATRAY 2012)

3.27 Untersuchung zur ganzjährigen Etablierung von *Macrolophus pygmaeus* in einem Topfkräuterbetrieb

Zur Untersuchung der Möglichkeit zur ganzjährigen Etablierung der Raubwanze *M. pygmaeus* wurden die Tiere zunächst in Käfigen mit repräsentativen Pflanzen aus dem laufenden Betrieb ausgebracht. Dort konnte ihre Entwicklung von Dezember bis Februar beobachtet werden, bevor die Tiere in das komplette Gewächshaus freigelassen wurden.

Zunächst wurde dabei die Anzahl der adulten und juvenilen Tiere auf den Pflanzen erfasst (Abb. 121). Dabei zeigte sich bereits nach einem Monat erste F-1 Nachkommen in beiden Käfigen ($5,5$ & $1,5 \cdot \text{Pflanze}^{-1}$). In Käfig 1 blieb die Anzahl juveniler Raubwanzen danach stabil, während in Kabine 2 die Anzahl Mitte Februar auf über sechs Tiere anstieg. Ein starker Anstieg der Anzahl der Adulten konnte schließlich Ende Januar festgestellt werden.

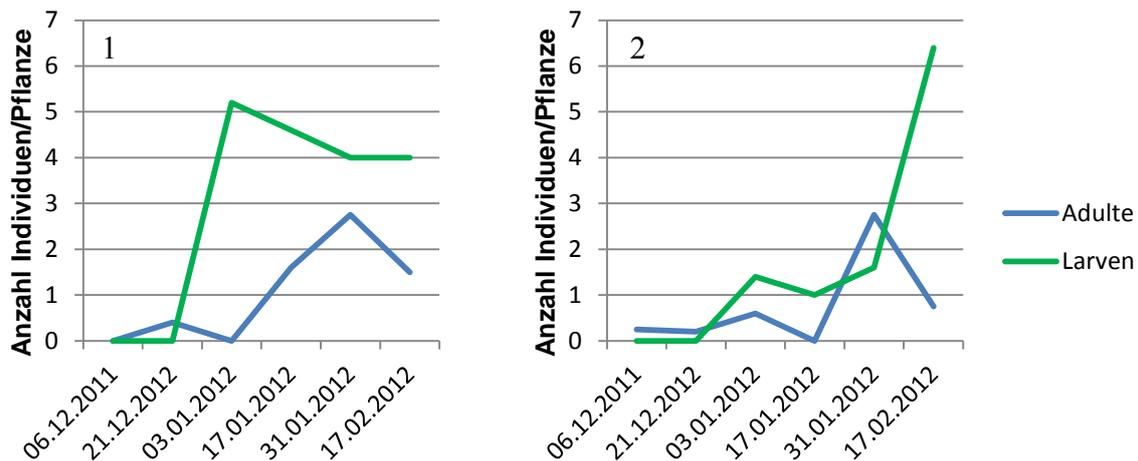


Abb. 121: Anzahl der *Macrolophus pygmaeus* pro Pflanze in Netzkäfig 1 und 2 im Gewächshaus (nach MATRAY 2012)

Die Verteilung der *M. pygmaeus*-Nachkommen auf den Pflanzen zeigte eine große Übereinstimmung der Präferenz der Raubmilben in beiden Netzkäfigen (Abb. 122). Die meisten Larven fanden sich in beiden Käfigen auf hochstämmigen, blühenden *O. basilicum* ($8,2$ *M. pygmaeus* in Netzkäfig 1 und $3,5$ in Netzkäfig 2), sowie auf *Mentha arvensis*, ‚Banana‘ ($6,8$ bzw. $3,1$), gefolgt von *M. suaveolens* var. *variegata* ($4,0$ bzw. $3,5$). Die geringsten Larvenzahlen waren auf *Salvia elegans* ($2,8$ bzw. $1,0$) und schließlich auf *O. basilicum* ‚Genoveser‘ ($0,3$ bzw. $1,4$) zu finden. Die drei geringer belegten Pflanzen zeigten einen höheren Blattlaus- (Ananassalbei) bzw. Thripsbefall (Basilikum ‚Genoveser‘), die mit einem schlechteren Gesamtpflanzenzustand einhergingen. Die nicht blühende Ananasminze stellte sich als sinnvolle Depotpflanze für *M. pygmaeus* heraus und wurde auf Grund ihrer

Kompaktheit der Basilikumampel als Depot- und Bonitурpflanze nach dem Öffnen der Käfige im gesamten Gewächshaus vorgezogen.

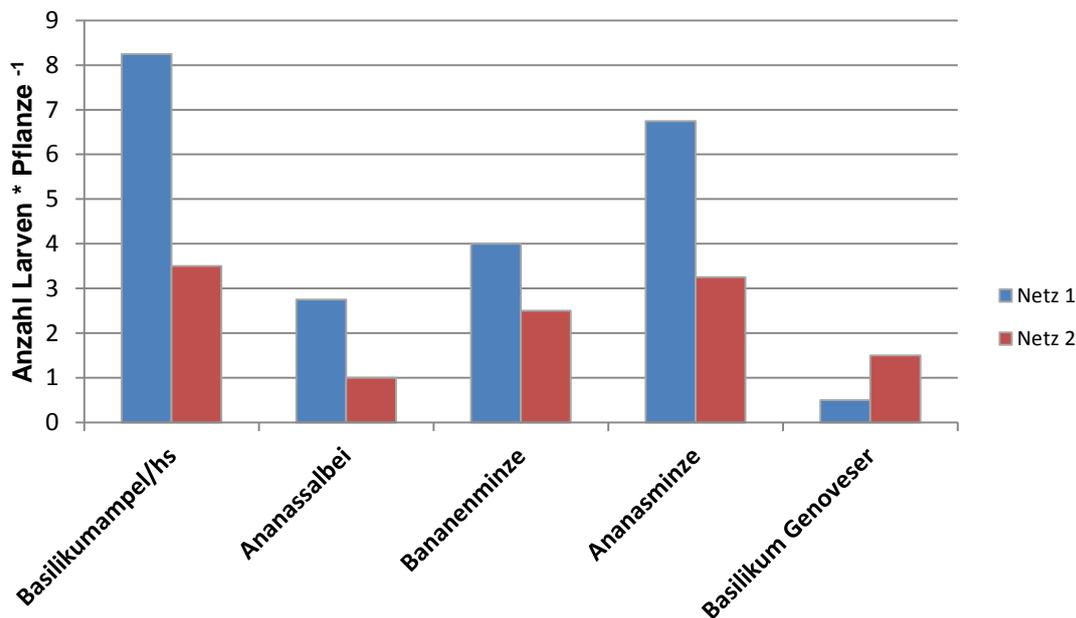


Abb. 122: Anzahl *M. pygmaeus*-Larven pro Pflanze im Zeitraum von 03.01.2012 bis 17.02.2013 in Netzkäfigen 1 und 2 im Gewächshaus. hs = Hochstamm (nach MATRAY 2012)

Auf *O. basilicum*, *M. arvensis* zeigte sich über den Verlauf des Versuches ein ähnlicher Verlauf der Anzahl adulter *M. pygmaeus*, die auf den Pflanzen aus dem Netzkäfig vor und nach Öffnung gefunden wurden (Abb. 123 A). Nachdem zunächst kein Tier gefunden wurde, zeigte sich ab Anfang Januar ein Anstieg, der auf *M. arvensis* Ende Januar und auf *O. basilicum* zur Öffnung des Netzes Mitte Februar einen Höhepunkt hatte. Danach fiel die Anzahl der Tiere auf den Versuchspflanzen wie erwartet ab, als sich die Raubwanzen im Gewächshaus verteilen konnten. Ein leichter Anstieg zeigte sich auf *O. basilicum* noch einmal Ende Mai. Auf *S. elegans* waren kontinuierlich weniger Adulte zu finden, bis Mitte Januar gar keine und kurz nach der Öffnung der Netze ab Anfang März ebenfalls nicht mehr.

Die Entwicklung der Anzahl juveniler *M. pygmaeus* auf den Versuchspflanzen zeigte sich weniger gleichmäßig verteilt (Abb. 123 B). Zunächst kam es zu einem raschen Anstieg der Larvenzahlen auf *M. arvensis* Anfang Januar auf 12 Tiere. Anschließend fiel dieser Wert auf zwei Larven bei und nach Öffnung der Käfige Mitte bis Ende Februar, bevor Anfang April erneut zwölf Larven zu finden waren. Anschließend fiel dieser Wert wieder auf 3 Tiere ab. Bei *O. basilicum* zeigte sich zunächst ein relativ gleichmäßiger Anstieg der Larvenzahlen bis zur Öffnung des Käfigs Mitte Februar auf 13 Tiere. Nach einem Einbruch der Larvenzahl auf allen Pflanzenarten bis Ende März, stieg die Larvenzahl nochmals auf 14 Tiere an. Anschließend kam es auch hier zu einem starken Abfall der Larvenzahlen. Auf *S. elegans* zeigten sich auch weniger Larven als auf den anderen Arten. Der Verlauf der Verteilung folgte

aber auch auf dieser Pflanze mit zwei Maximalwerten Ende Januar und Ende März und zwischenzeitlichem Einbruch der Larvenzahlen dem Muster, das bereits auf den anderen Pflanzen beobachtet wurde.

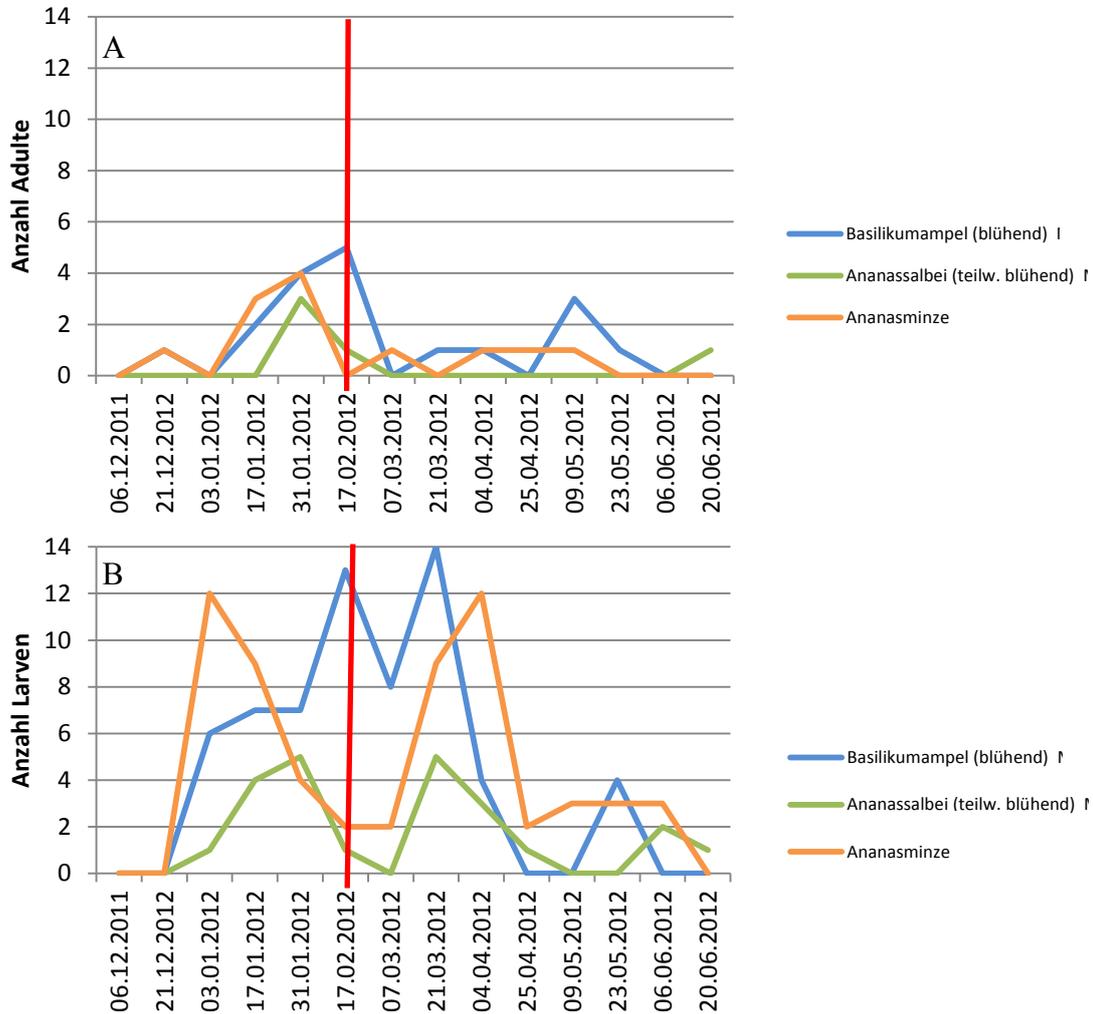


Abb. 123: Vergleich der Entwicklung der Anzahl adulter (A) und juveniler (B) *M. pygmaus* auf drei Ausgangspflanzen vor und nach Öffnung der Netzkäfige (roter Strich) (nach MATRAY 2012)

Anhand der regelmäßig durchgeführten Bonituren zuvor gekennzeichnete *M. arvensis*-Pflanzen, die regelmäßig im Gewächshaus verteilt waren, konnte die Ausbreitung der adulten Raubwanzen und die Etablierungsphase nach Öffnung der Netzkäfige beobachtet werden (Abb. 125).

Im ersten Monat nach Öffnung der Netzkäfige wurden nur wenige adulte *M. pygmaeus* im Gewächshaus gefunden: auf der Warmhausseite, etwa auf der Hälfte zwischen beiden Käfigen (

Abb. 125 A). Im zweiten Monat nach Öffnung fanden sich viele adulte Tiere in der Nähe des ehemaligen Netzkäfigs 1. Im dritten Monat fanden sich wieder weniger adulte Raubwanzen an einer Bonitурpflanze in der Nähe von Käfig 1. Im vierten Monat wurden adulte *M. pygmaeus* schließlich im ganzen Gewächshaus verteilt, vermehrt auch auf der Kaltseite gefunden.

Im ersten Monat nach der Öffnung fanden sich viele Raubmilbenlarven in der Nähe der Käfige, insbesondere des ehemaligen Netzkäfigs 1, was zeigt, dass die Adulten zunächst diese Pflanzen kurz nach Netzöffnung besiedelten (

Abb. 125 B). Im zweiten Monat zeigten sie sich verteilt im gesamten Warmhausbereich mit einer größeren Ansammlung auf einer Bonitурpflanze in der Nähe von Käfig 1. Im dritten Monat waren die Larven in der Nähe der beiden ehemaligen Netzkäfige, sowie auf einer Bonitурpflanze im Kalthausbereich zu finden. Auch bei den juvenilen *M. pygmaeus* zeigte sich eine vermehrte Verteilung über das gesamte Gewächshaus im vierten Monat.

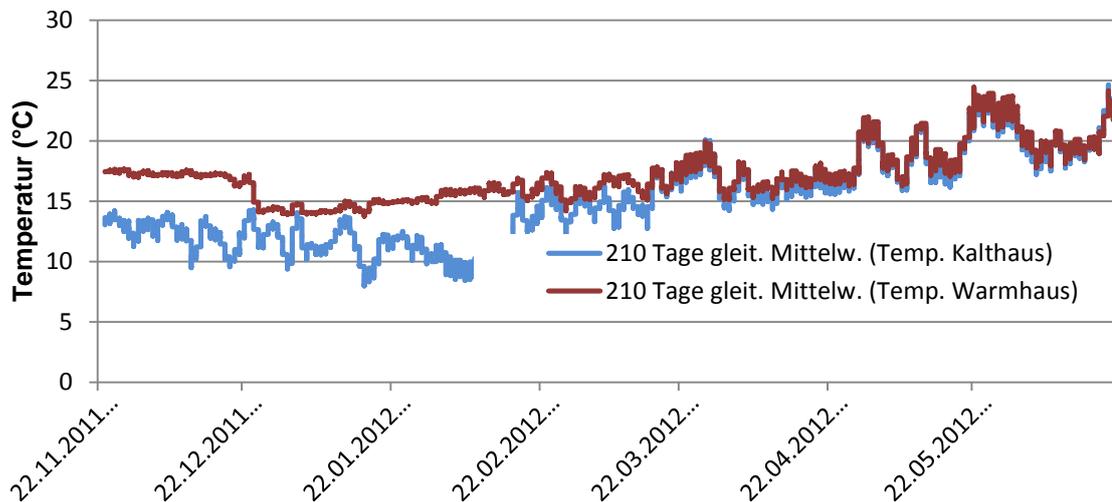


Abb. 124: Temperaturverlauf im Gewächshaus des Kräuterbetriebes 'Radicula' über den gesamten Versuchszeitraum vom 22.11.2011 bis 20.06.2012 (nach MATRAY 2012)

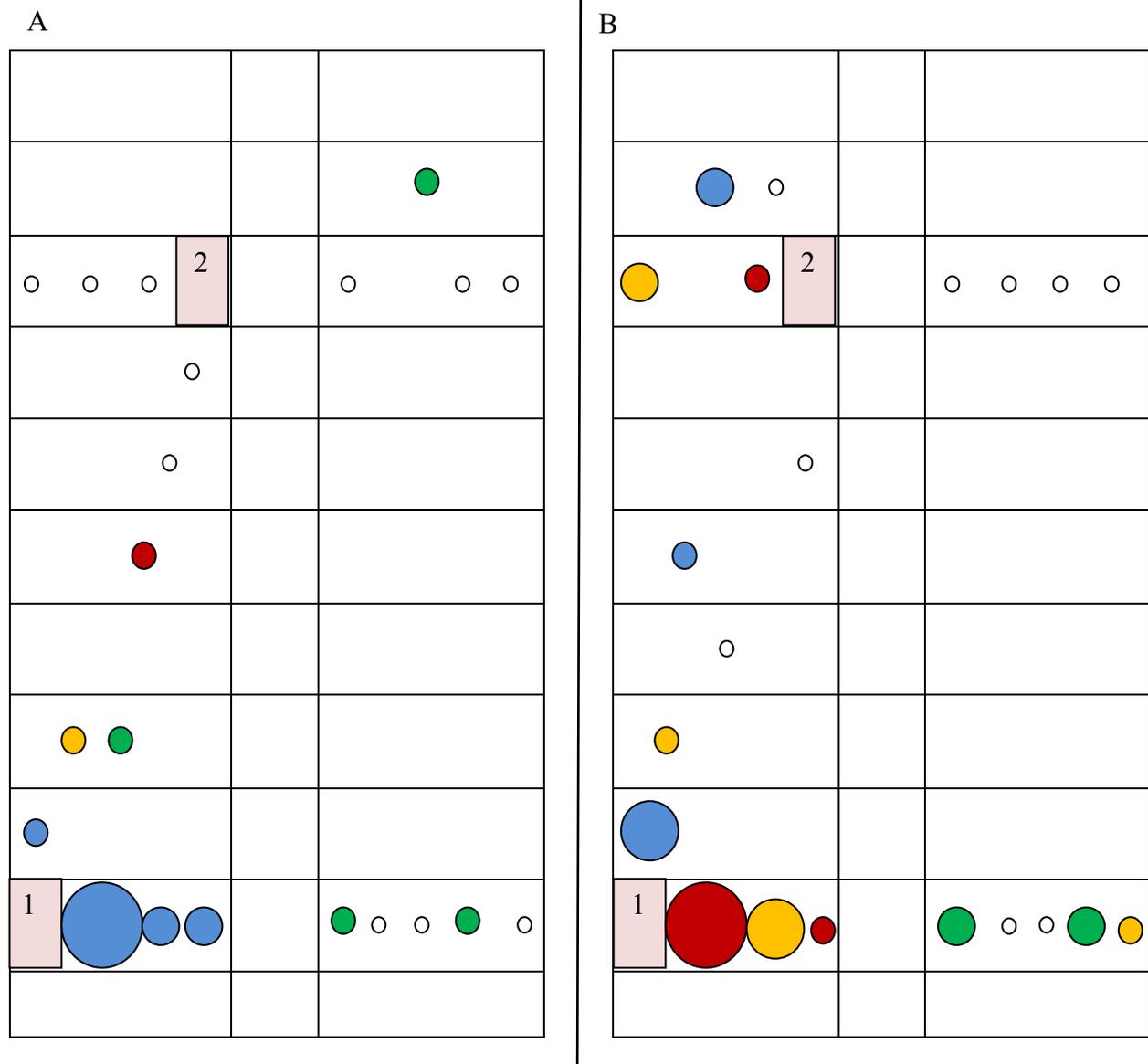


Abb. 125: Schematische Ausbreitung der adulten (A) und juvenilen (B) *M. pygmaeus* nach Öffnung der Netzkäfige vom 22.02.2012 bis 20.06.2012 im Gewächshaus (nach MATRAY 2012)

Legende

Farbe der Kreise: Erstmaliges Auftreten	Größe der Kreise: Gesamtanzahl
	 0 gefundene <i>M. pygmaeus</i>
	 1-2
	 3-5
	 5-10
	 10-13
	 Ehemalige Netze

3.28 Trauermückenmonitoring

3.29 Gelbtafeluntersuchungen

Die Untersuchungen wurden in beiden Häusern (Warmhaus+Kalthaus) vom 26.1. – 21.6.2012 durchgeführt. Vom 21.6. – 14.11.2012 wurde nur noch das Warmhaus beprobt. Die erste Auszählung der Gelbtafeln fand am 3.2.12 statt, 12 Tage nach dem Anbringen der Tafeln. Im Warmhaus war zu diesem Zeitpunkt schon ein deutlicher Befall festzustellen. Auf den meisten Tafeln waren > 300 Mücken (im Maximum 724 Mücken). Im Eingangsbereich des Hauses wurden auf den Neusaaten (Tisch 2) auch schon größere Mengen an Trauermücken gefangen. Im Kalthaus war zu diesem Zeitpunkt ebenfalls ein Befall festzustellen, allerdings auf deutlich geringerem Niveau (leichter bis mittlerer Befall).

Diese Situation war für den kompletten Untersuchungszeitraum typisch. Im Warmhaus lag der Befall größtenteils über 300 Mücken/Tafel, nur frische Neusaaten bildeten Ausnahmen, wurden aber von Nachbartischen schnell infiziert. Hauptkultur war Basilikum in diesem Haus. Aus dem Warmhaus heraus wurde das Kalthaus mit infiziert. Das Befallsniveau stieg deutlich Ende Februar an und nahm ab Mitte März, mit intensiverer Lüftung, leicht ab. Zu diesem Zeitpunkt war der Abverkauf der Pflanzen schnell, die Standzeiten entsprechend kürzer. Ab Mai stieg der Befall wieder deutlich an. Auffallend im Haus, war das aufgrund des hochsaisonbedingten Produktionsstresses, überständige Pflanzen auf den Tischen verblieben und intensiver Basilikum auch in diesem Haus produziert wurden. Ende Juli war in beiden Häusern ein sehr hoher Trauermückenbefall und in beiden Häusern Tische mit länger stehenden Kulturen (Stecklinge oder Basilikum-Großcontainer) zu finden (Tab. 61). Mitte Juli kam es aufgrund einer möglichen Rückstandsproblematik des Pflanzenstärkungsmittels ViCare zu einem fast kompletten Räumen der Häuser und Grundreinigung der Produktionsflächen. Gelbtafeln wurden nun nur noch im Warmhaus aufgehängt.

Trauermückenlarven wurden im Warmhaus durchgehend gefunden, meist in den verkaufsfertigen Töpfen. Da nur eine qualitative Befallseinschätzung vorgenommen wurde, lässt sich das genaue Befallsniveau der Larven nicht darstellen und auch keine Populationsdynamik ableiten. Beim Austopfen der Pflanzen, waren die Larven meist direkt am Substratboden sichtbar. Die Töpfe waren sehr gleichmäßig befallen, was sich möglicherweise aus dem hohen Befallsdruck ergibt (Tab. 61). Im Kalthaus wurden zum Boniturtermin 17.2.12 Larven in älteren Stevia-Pflanzen gefunden. In Tab. 62 ist der Durchschnitt aller Tische im Kalthaus dargestellt und in Tab. 63 die Befallssituation im Warmhaus.

Tab. 61: Gelbtafelänge in zwei Produktionsgewächshäusern, 2012. Warmhaus: über Winter durchgehend geheizt und mit Töpfen belegt. Kalthaus: Zum Untersuchungszeitpunkt nicht mehr beheizt, ohne Töpfe über Winter.

Auswertung der Gelbtafeln am 3.2.2012:																	
Warmhaus	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300 Basilikum > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300 Basilikum > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300 Basilikum > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300 Basilikum > 300 Petersilie: 278</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum > 300 Basilikum > 300</td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Basilikum: 192 Basilikum: 147</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tisch 8</td> <td style="text-align: center;">Tisch 7</td> <td style="text-align: center;">Tisch 6</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tisch 5</td> <td style="text-align: center;">Tisch 4</td> <td style="text-align: center;">Tisch 3</td> <td style="text-align: center;">Tisch 2</td> </tr> </table>	Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300 Petersilie: 278	Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum: 192 Basilikum: 147	Tisch 8	Tisch 7	Tisch 6	Tisch 5		Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2
Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300 Petersilie: 278	Basilikum > 300	Basilikum > 300 Basilikum > 300	Basilikum: 192 Basilikum: 147										
Tisch 8	Tisch 7	Tisch 6	Tisch 5		Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2										
Kalthaus	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Petersilie 134 Minze 108</td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Petersilie 75 Petersilie 97</td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Petersilie 140 90</td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Melisse: 91 Majoran: 62</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tisch 4</td> <td style="text-align: center;">Tisch 3</td> <td style="text-align: center;">Tisch 2</td> <td style="text-align: center;">Tisch 1</td> </tr> </table>	Petersilie 134 Minze 108	Petersilie 75 Petersilie 97	Petersilie 140 90	Melisse: 91 Majoran: 62	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1								
Petersilie 134 Minze 108	Petersilie 75 Petersilie 97	Petersilie 140 90	Melisse: 91 Majoran: 62														
Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1														
Auswertung der Gelbtafeln am 17.2.2012:																	
Warmhaus	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 248</td> <td style="background-color: white; color: black; text-align: center;"></td> <td style="background-color: orange; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 250</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tisch 8</td> <td style="text-align: center;">Tisch 7</td> <td style="text-align: center;">Tisch 6</td> <td style="text-align: center;">Tisch 5</td> <td style="text-align: center;">Tisch 4</td> <td style="text-align: center;">Tisch 3</td> <td style="text-align: center;">Tisch 2</td> </tr> </table>	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 248		Basilikum: > 300 Basilikum: > 250	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300	Tisch 8	Tisch 7	Tisch 6	Tisch 5	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2		
Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 248		Basilikum: > 300 Basilikum: > 250	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300 Basilikum: > 300. > 300											
Tisch 8	Tisch 7	Tisch 6	Tisch 5	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2											
Kalthaus	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Minze: > 300 Petersilie: > 253</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Petersilie: > 300 Petersilie: > 500</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Petersilie: > 300 Petersilie: > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Petersilie: > 300 Petersilie: > 300</td> <td style="background-color: red; color: black; text-align: center;">Melisse: > 300 Majoran: > 300</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tisch 7</td> <td style="text-align: center;">Tisch 4</td> <td style="text-align: center;">Tisch 3</td> <td style="text-align: center;">Tisch 2</td> <td style="text-align: center;">Tisch 1</td> </tr> </table>	Minze: > 300 Petersilie: > 253	Petersilie: > 300 Petersilie: > 500	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Melisse: > 300 Majoran: > 300	Tisch 7	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1						
Minze: > 300 Petersilie: > 253	Petersilie: > 300 Petersilie: > 500	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Melisse: > 300 Majoran: > 300													
Tisch 7	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1													

Auswertung der Gelbtafeln am 2.3.2012:

Warmhaus	Basilikum: > 300	Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500
	Tisch 16	Tisch 14	Tisch 13	Tisch 6	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2
Kalthaus	Dill: > 300	Petersilie: > 300	Dill: > 300	Petersilie: > 300	Koriander: > 200	Petersilie > 200	Melisse: > 300
	Melisse: 144	Petersilie: > 300	Koriander 185		Stevia: > 300		
	Tisch 18	Tisch 15	Tisch 13	Tisch 7	Tisch 4	Tisch 2	Tisch 1

Auswertung der Gelbtafeln am 14.3.2012.

Warmhaus	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500	Basilikum: > 200	Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 200	Basilikum: > 200 Basilikum: > 200
	Tisch 20	Tisch 17	Tisch 16	Tisch 14	Tisch 13	Tisch 7	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2
Kalthaus	Petersilie 170	Kerbel 57	Salbei 210	Koriander 82	Koriander 82	Petersilie 168	Minze 65	Petersilie 137	
	Petersilie 192	Kerbel 112	Petersilie: 142	Koriander 203	Petersilie: 136		Stevia 75	Petersilie 62	
	Tisch 21	Tisch 18	Tisch 15	Tisch 13	Tisch 7	Tisch 5	Tisch 4	Tisch 2	

Auswertung der Gelbtafeln am 26.3.2012.

Warmhaus

Basilikum: >
300
Basilikum: >
300

Basilikum: >
300
Basilikum: >
300

Basilikum: >
300
Basilikum: >
300

Tisch 12

Tisch 6

Tisch 3

Kalthaus

Petersilie: >
300
Salbei: > 300

Thymian: >
300
Thymian: >
300

Basilikum: >
300
Basilikum: >
300

Basilikum: >
300
Basilikum: >
300

Tisch 26

Tisch 17

Tisch 3

Auswertung der Gelbtafeln am 4.5.2012:

Warmhaus

Basilikum: >
500
Basilikum: >
500

Basilikum: >
500
Basilikum: >
500

Basilikum: >
500
Basilikum: >
500

Tisch 12

Tisch 6

Tisch 3

Kalthaus

Thymian,
Estragon,
Majoran \geq
500

Petersilie: >
500
Salbei: > 500

Rosmarin: >
500

Thymian: >
500
Thymian: >
500

Estragon: >
500

Salbei: > 500

Basilikum: >
500
Basilikum: >
500

Basilikum: >
500

Tisch 30

Tisch 26

Tisch 23

Tisch 17

Tisch 11

Tisch 10

Tisch 6

Tisch 3

Auswertung der Gelbtafeln am 1.6.2012:

Warmhaus	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500		Basilikum: > 500 Basilikum: > 300		Basilikum: > 500 Basilikum: > 500
	Tisch 26	Tisch 24	Tisch 21	Tisch 20		Tisch 4		Tisch 2
Kalthaus	Thymian, Estragon, Majoran: 250-300		Dill 250-300 Dill 250		Blatt- koriander 230 Ampfer 250		Petersilie 250 Petersilie 250	
	Tisch 31		Tisch 12		Tisch 8		Tisch 5	

Auswertung der Gelbtafeln am 21.6.2012:

Warmhaus	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500		Basilikum: > 500 Basilikum: > 500		Basilikum: > 500 Basilikum: > 500
	Tisch 28	Tisch 13		Tisch 8		Tisch 6
Kalthaus	Thymian, Estragon, Majoran ≥ 500		Basilikum: > 500 Basilikum: > 500		Basilikum: > 500 Dill: > 500	Bohnenkraut: > 500 Bohnenkraut: > 500
	Tisch 29		Tisch 19		Tisch 12	Tisch 9

Auswertung der Gelbtafeln am 23.7.2012.

Rucola: > 500 Rucola: > 500	Basilikum: > 500 Basilikum: > 500		Majoran: > 500 Thymian: > 500		Basilikum: > 500 Basilikum: > 500
Tisch 23	Tisch 21		Tisch 14		Tisch 3

Auswertung der Gelbtafeln am 18.8.2012.

Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300		Gemischt: 250 Gemischt: 250	Estragon: 250 Estragon: 250	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300
Tisch 32	Tisch 18		Tisch 14	Tisch 10	Tisch 8

Auswertung der Gelbtafeln am 30.8.2012:

Petersilie: > 300 Petersilie: > 300		Thymian: > 300 Majoran: > 300	Estragon: 250 Estragon: > 300	Ampfer: 150 Oregano: 250		Basilikum: 250 Basilikum: 250
Tisch 30		Tisch 21	Tisch 10	Tisch 6		Tisch 2

Auswertung der Gelbtafeln am 12.9.2012:

Petersilie: > 300 Petersilie: > 300		Suerampfer: > 300 Sauerampfer: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300
Tisch 31		Tisch 21	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1

Auswertung der Gelbtafeln am 28.9.2012:

Blattkoriander: 241 Thymian: > 300	Minze: > 300 Minze: > 300	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300
Tisch 31	Tisch 24	Tisch 11	Tisch 7	Tisch 5	Tisch 3	Tisch 2

Auswertung der Gelbtafeln am 15.10.2012:

Majoran; 71 Majoran 43	Thymian: > 300 Thymian: > 300	Minze: 65 Minze: 38	Salbei: 180 Bohnenkraut: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300			
Tisch 30	Tisch 27	Tisch 23	Tisch 13	Tisch 8	Tisch 7	Tisch 2	Tisch 1

Auswertung der Gelbtafeln am 29.10.2012:

Lavendel: 112 Lavendel: 284	Ampfer: 275 Salbei: 220	Basilikum: > 250 Basilikum: > 250	Petersilie: 261 Petersilie: 179	Basilikum: > 300 Basilikum: > 250	Basilikum: > 250 Basilikum: > 250	Basilikum: 152 Basilikum: > 300
Tisch 16	Tisch 12	Tisch 7	Tisch 4	Tisch 3	Tisch 2	Tisch 1

Auswertung der Gelbtafeln am 14.11.2012:

Minze: 231 Minze: 250	Rosmarin: 285 Rosmarin: 299		Petersilie: 150 Dill: 259	Petersilie: > 300 Petersilie: > 300		Basilikum: > 300 Basilikum: > 300	Basilikum: > 300 Basilikum: > 300
Tisch 24	Tisch 22		Tisch 11	Tisch 7		Tisch 2	Tisch 1

Tab. 62: Auftreten von Trauermückenlarven in den untersuchten Töpfen, im Mittel aller Tische, Warmhaus, 2012 (KW= Kalenderwoche)

Boniturtermin:	26.1.	3.2.	17.2.	2.3.	14.3.	26.3.	4.5.	1.6.
Laven an Messpunkten vorhanden?	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Betroffene Messpunkte	T 5, T 4, T 7, T 8: Basilikum, KW 50 mit starkem Pythium-Befall	T 5, T 7, T 8: Basilikum aus KW 50 mit starkem Pythium-Befall, T 6: Basilikum KW 1 mit Punktdüngung	T 6: Basilikum, Aussaat KW 2, Punktdüngung, T 1: Basilikum, Aussaat KW 3	T 7: Basilikum verkaufsfertig, T 2, T 13: Basilikum	T3: Basilikum, Saat KW 12, T 6: Basilikum, Saat KW 13	T 21: Basilikum verkaufsfertig, T 26: Basilikum, Aussaat KW 18, T 20: Basilikum fast verkaufsfertig	T 12, T6: Basilikum	T 6: Basilikum, T 28: Basilikum verkaufsfertig
Boniturtermin:	9.7.	3.8.	30.8.	12.9.	28.9.	15.10		
Laven an Messpunkten vorhanden?	ja	ja	ja	ja	ja	ja		
Betroffene Messpunkte	T 1: Basilikum, T 14: Majoran, Aussaat KW 25	T 8, T 32: Petersilie, T10: Estragon	T: 21: Sauerampfer, T 31: Petersilie	T 5: Basilikum mit Falschem Mehltau, T 18: Petersilie	T 2, T 7: Basilikum mit vereinzelt Symptomen von F. Mehltau	T 2, T 7: Basilikum		

Tab. 63 Auftreten von Trauermückenlarven in den untersuchten Töpfen, im Mittel aller Tische, Kalthaus, 2012 (KW= Kalenderwoche)

Boniturtermin:	24.1.	3.2.	17.2.	2.3.	14.3.	26.3.	4.5.	1.6.
Larven an Messpunkten gefunden?	nein	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja
Betroffene Messpunkte			Tisch 4: älterer Stevia-Bestand	Tisch 4: Stevia Tisch 3: Petersilie, Aussaat KW 3, verkaufsfertig	Tisch 11: Estragon, ältere Pflanzen		Tisch 11 Estragon, Tisch 6: Basilikum, Tisch 17: Thymian, verkaufsfertig	Tisch 9: Bohnenkraut, verkaufsfertig, Tisch 19: Basilikum

3.30 Substratuntersuchung

Aus dem jeweils aktuell für die Aussaaten verwendeten Substrat wurde eine Probe entnommen, durchmischt und damit jeweils vier Töpfe (12 cm) gefüllt. Die Töpfe wurden im Gewächshaus auf Topfuntersetzer gesetzt, angegossen und mit Plexiglasröhren und Gazetop abgedeckt (Abb. 126). In die Röhren wurde jeweils eine Gelbtafel (7,5 x 10 cm) gesteckt. Die Auszählung der adulten Trauermücken auf den Gelbtafeln erfolgte über einen Zeitraum von vier Wochen, wobei die Gelbtafeln nicht getauscht wurden. Der letzte Zähltermin stellt somit die Gesamtsumme an Trauermücken pro Tafel und pro Topf dar.



Abb. 126: Substratbebrütung zur Feststellung eines Trauermückenbefalls

Probennahme 1:

Dargestellt sind in Abb. 127 die Anzahl adulter Trauermücken auf den Gelbtafeln bei wöchentlicher Auszählung zu unterschiedlichen Probenahmen und die Gesamtzahl an Trauermücken pro Gelbtafel zum letzten Boniturtermin bei den vier angesetzten Töpfen. Zu Beginn der Nutzung des Big-Bale Anfang Januar konnten keine Trauermücken in den angebrüteten Töpfen gefunden werden. Dies änderte sich massiv zu den späteren Beprobungen. Bereits zur 2. Probennahme am 17.1.12 befanden sich in dem Substrat Trauermücken, es wurden auf einer Gelbtafel maximal fünf Adulte abgefangen. Zu diesem Zeitpunkt wurde in der Beprobung der Töpfe auf den Kulturtischen bereits Trauermücken festgestellt. Das Substrat musste aufgrund der sehr geringen Außentemperaturen im Gewächshaus mit dem Trauermückenbefall zwischengelagert werden.

Die nächste Probennahme war am 22.3., zu diesem Zeitpunkt waren die Aussaatrhythmen schnell, der Substratverbrauch entsprechend hoch und das Substrat zur Aussaat offen im Gewächshaus - bei hohem Trauermückenbefall !- gelagert. Es hat demnach eine Besiedelung des offenen Substrates mit Trauermücken aus dem Gewächshaus heraus stattgefunden. Auf einer Gelbtafel befanden sich zu Ende der 4. Woche 12 adulte Trauermücken. Eine ähnliche Situation ergab sich auch zu den nächsten drei Beprobungen. Aufgrund des befallenen Substrates wurden in den Bebrütungen hohe Trauermückenzahlen festgestellt. Da nicht alle adulten Trauermücken durch die Gelbtafeln gefangen werden, ergibt sich innerhalb der Substratbebrütung eine gewisse Populationsdynamik, welche in ansteigenden Fangzahlen ab Woche 3 der Bebrütung sichtbar wird. Eine Aussage zum Befall des Substrates ab Werk kann anhand der Untersuchungen nicht getroffen werden, da die Substratprobe immer vom Lagerplatz des offenen Substrates im Gewächshaus erfolgte.

In Abb. 128 ist die mittlere Gesamtzahl Trauermücken auf den Gelbtafeln dargestellt. Die Standardabweichung zeigt die großen Unterschiede in der Trauermückenbelastung der jeweils vier Töpfe und damit die Schwierigkeit mit einem relativ kleinen Probenumfang Befallsherde aufzuspüren.

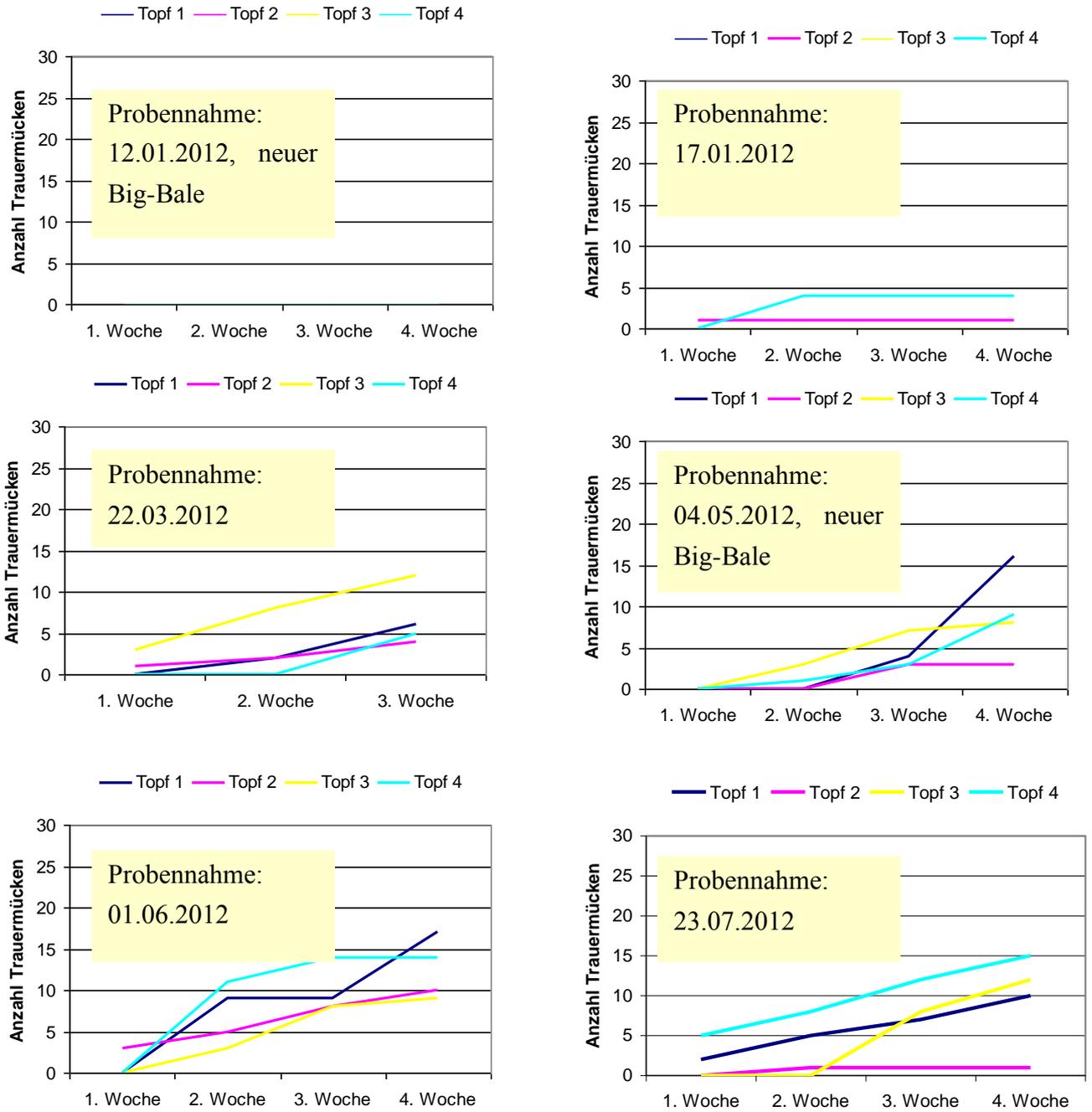


Abb. 127: Anzahl Trauermücken/Gelbtafel bei jeweils 4 Töpfen pro Probennahmetermin der Substratuntersuchungsreihe im Praxisbetrieb, 2012

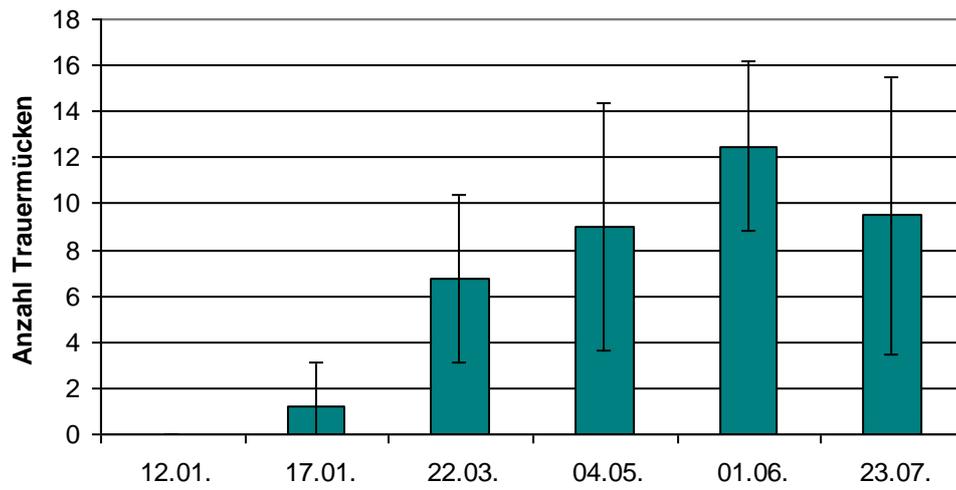


Abb. 128: Gesamtzahl Trauermücken nach 4 Wochen und Standardabweichung bei jeweils 4 Töpfen pro Probennahmetermin, Substratuntersuchungsreihe 2012

3.31 Nematodenuntersuchungen

In Abb. 129 wird die Menge an aufgefangener Nematodenlösung in 17 Töpfen aufgezeigt. Diese lag bei der ersten Beprobung durchschnittlich bei 28 ml (Min.: 24, Max.: 37) beim 2. Termin bei 45 ml (Min.: 37, Max.: 77). Die Streuung der Messwerte zeigt, dass die Verteilgenauigkeit durch das Gießen eher ungenau war, folglich die Töpfe unterschiedliche Mengen an Nematodenlösung abbekamen. Zudem schwankte die Nematodenlösungsmenge zwischen den beiden Terminen im Schnitt sehr stark.

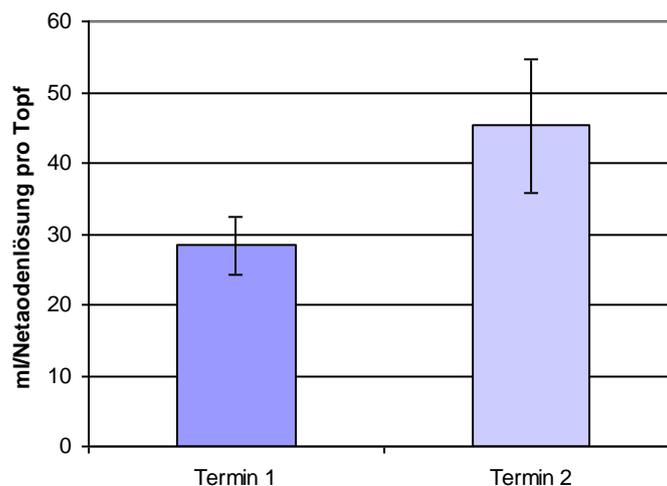


Abb. 129: Nematodenlösung in ml pro Aussaatpotf, dargestellt ist der Mittelwert und die Standardabweichung von 17 Töpfen. Nematodenuntersuchungsreihe 2012

Untersuchung Vitalität:

Um die Konzentration an vitalen Nematoden in der Gießbrühe zu testen, wurden wir zuvor über Petrischalen auf den Töpfen, beim Applikationsvorgang Nematodenlösung aufgefangen. Die Probenahmen fanden ebenfalls am 2.7. und am 23.7.2012 statt. Nach dem ersten Termin wurden vier Probengefäße beim Pflanzenschutzdienst auf die Anzahl lebendiger Nematoden in jeweils 1ml Lösung ausgezählt. Die Lösungen wurden in Zylindern angesetzt und nach einem Tag 10 ml mit einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Anschließend wurde 1 ml in eine Zählkammer gefüllt und die lebenden Nematoden unter einem Stereomikroskop ausgezählt.

Für jeweils 4 Proben wurde die in 1 ml ausgezählte Nematodenmenge auf die tatsächlich ausgebrachte Lösungsmenge pro Topf hochgerechnet (Abb. 129). Das errechnete Ergebnis pro Topf wurde dann auf einen m^2 hochgerechnet, davon ausgehend, dass 65 Töpfe/ m^2 diese Nematodenmenge abbekommen hätten. Zielgröße war die Ausbringung von 0,5 – 1 Million Nematoden/ m^2 . Die Zielgröße wird zum Probenstermin 1 bei einem Topf deutlich unterschritten mit nur 0,36 Mio. Nematoden/ m^2 und nur von Topf 4 erreicht (mit 0,7 Mio. Nematoden). Damit liegt der Großteil der Töpfe unter bis knapp im Zielbereich. Ein anderes

Bild ergab sich für den 2. Probennahmetermin. Hier lag ebenfalls eine Probe unterhalb des Zielbereiches, der Großteil aber deutlich über 0,5 Millionen. Auffallend war bei diesem Termin die stark schwankenden Nematodenzahlen, die auf eine ungleichmäßige Applikationsmenge schließen lassen. Zu beiden Untersuchungsterminen konnten nur wenige abgestorbene Nematoden in den Zählkammern festgestellt werden.

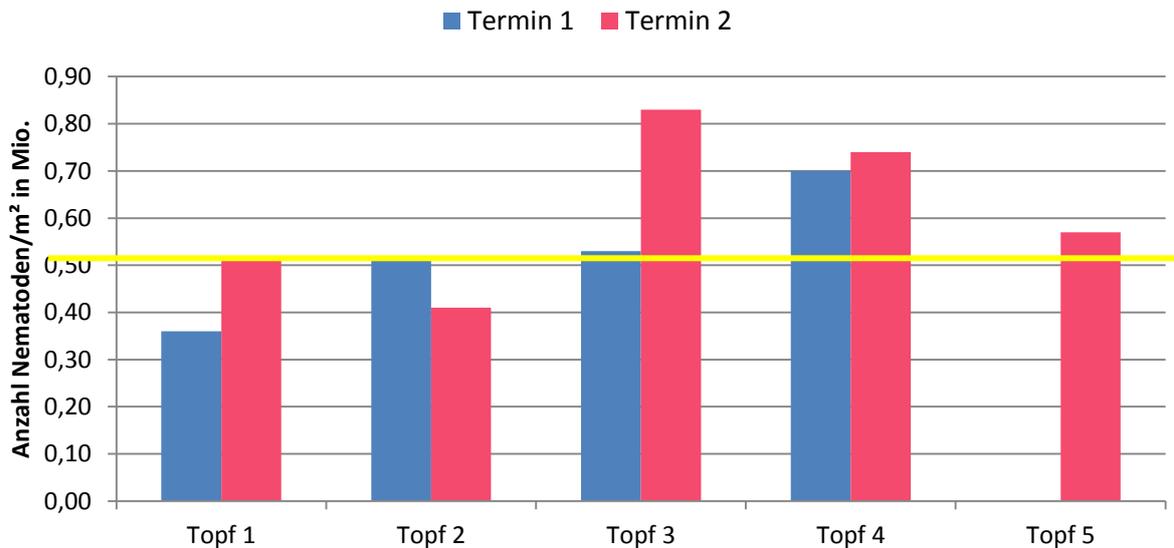


Abb. 130: Anzahl Nematoden/m² in Millionen, hochgerechnet von der Anzahl Nematoden pro Topf, bei 65 Töpfen m² zur Aussaat, gelbe Linie: Mindestausbringungsmenge. Nematodenuntersuchungsreihe 2012

4. Diskussion

4.1 Blattläuse

Verringerte Temperaturen (auf 10 °C und darunter) wie sie im Winter und Frühjahr in der Produktion von Topfkräutern im Gewächshaus vorkommen (Abb. 124) zeigten einen eindeutigen negativen Einfluss auf die Entwicklung und Vermehrung des bedeutenden Schädlings *M. persicae* auf der weitverbreiteten Kräuterpflanze *P. crispum*. Diese ist eine der bedeutendsten Topfkräuterkulturen in Deutschland (AMI, 2013). Dieser Einfluss ergibt sich insbesondere aus der Tatsache, dass Blattläuse als ektothermische Organismen besonders stark dem Einfluss der Temperatur auf Stoffwechselprozesse ausgesetzt sind (IRLICH ET AL. 2009). Obwohl es zu einer deutlichen Reduktion des Populationswachstum unter diesen klimatisch ungünstigeren Bedingungen kommt, kommt die Blattlausentwicklung nicht zum Erliegen, eine Fortpflanzung von *M. persicae* ist bei sogar unter 5 °C noch möglich (BARLOW 1962). Blattläuse sind darüber hinaus in der Lage sich im Laufe weniger Generationen an veränderte Klimabedingungen anzupassen und verringertes Populationswachstum zu kompensieren. ALFORD ET AL. (2012b) zeigten, dass *M. persicae* bereits nach Anpassung über nur eine Generation in der Lage waren sich bei Temperaturen bis zu 0 °C zu bewegen, während die Bewegungsfähigkeit ohne Akklimatisierung (20 °C bis 25 °C) der Blattläuse bereits bei 12,5 °C endete. Ebenso ließ sich die minimale Temperatur, die zum Tode von 50% der Versuchstiere (LLT₅₀ = Low LethalTemperature) der verwendeten *M. persicae* führt, durch eine Anpassung an 10 °C über eine Generation von -11,9 °C bis -12,9 °C (konstante Haltung der Tiere bei zuvor 20 °C) signifikant auf -13,3 bis -16,2 °C senken (ALFORD ET AL. 2012a). Die in den Versuchen gezeigte Verdopplung der Generationsdauer T_d von *M. persicae* auf *P. crispum* bei einer Reduktion der Temperatur von 25 °C auf 15 °C stellt somit zwar den starken Einfluss der Temperatur auf die Populationsentwicklung der Blattläuse dar, allerdings reicht die metabolische Beeinträchtigung nicht aus, um den Blattlausbefall im Winter im Gewächshaus vollständig zu stoppen. Die absolute Anzahl der über die Generationsdauer abgesetzten Nymphen variierte zwischen den einzelnen Temperaturvarianten hierbei kaum, was jedoch auf Grund der längeren Entwicklungszeit dennoch zu einer Reduzierung der intrinsischen Wachstumsrate r_m führte. So ist auch unter kühleren Bedingungen im Gewächshaus mit einem Blattlausbefall zu rechnen. Ein effektiver Nützlingseinsatz muss demnach auch bei niedrigen Temperaturen möglich sein um einem explosiven Populationswachstum bei rasch ansteigenden Temperaturen, einhergehend mit hohem Schadpotential, entgegenzuwirken.

Eine von 16 Stunden auf 11 Stunden reduzierte Tageslichtlänge zeigte im Versuch keinen signifikanten Einfluss auf die Populationsentwicklung von *M. persicae* auf *P. crispum*. Erst eine weitere Reduzierung auf lediglich sechs Stunden Belichtung pro Tag, bei ansonsten gleichbleibenden Klimabedingungen und einer Temperatur von 21 °C zeigte eine signifikante Reduzierung der intrinsischen Wachstumsrate der Blattlauspopulation. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Versuchen, die bei Temperaturen zwischen 18 °C und 24 °C ebenfalls nur geringe Unterschiede der Populationsentwicklung bei einer Reduzierung der Photoperiode bei verschiedenen Blattlausarten feststellen konnten (WYATT & BROWN 1977, SHU-SHENG & HUGHES 1987, ALDYHIM & KHALIL 1993). KODET ET AL. (1982) wiesen für die Blattlaus *Acyrtosiphon kondoi* bei 20 °C und 25 °C keinen Einfluss einer Reduzierung der Tageslichtlänge von 16 auf 12 bzw. 8 Stunden nach. Bei geringeren Temperaturen von 10 bzw. 15 °C war die Entwicklung der Blattläuse bei reduzierter Photoperiode jedoch langsamer als bei sechzehnständiger Beleuchtung. Dies ist zum Teil der Umstellung auf die Produktion alater Blattläuse geschuldet, die bei niedrigen Temperaturen und verkürzter Photoperiode vermehrt gebildet werden (AN ET AL. 2012), als Reaktion auf saisonale Klimaveränderungen (BRAENDLE ET AL. 2006).

Die Blattmorphologie von *P. crispum* zeigte bei den durchgeführten Versuchen keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung von *M. persicae*. Zwar konnte beobachtet werden, dass sich die Blattläuse auf krausen Blättern häufiger auf der Oberseite aufhielten als auf glatter Petersilie, allerdings führte dieses Verstecken in der Blattstruktur zu keiner signifikanten Änderung des r_m -Wertes. Dies deckt sich mit Untersuchungen, bei denen kein signifikanter Einfluss verschiedener Klone der BOHNE *Pisum sativum* mit unterschiedlicher Blattmorphologie auf die Populationsentwicklung der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* festgestellt wurde (LEGRAND & BARBOSA 2000, BUCHMAN & CUDDINGTON 2009). Hierbei zeigten sich nur im Zusammenspiel mit weiteren Klimafaktoren, wie der Temperatur Einflüsse auf den r_m -Wert der Blattläuse, insbesondere unter Stresssituationen. Somit scheint die Blattmorphologie alleine kein ausschlaggebender Faktor für die Populationsentwicklung von Blattläusen zu sein.

Im Versuch zur Wirtspflanzenpräferenz von *M. persicae* mit verschiedenen zur Verfügung gestellten Topfkräutern zeigte sich hingegen ein Unterschied in der Entwicklung der Blattlauspopulationen auf den vier verschiedenen Arten. Auf Grund der vorangegangenen Ergebnisse wurde die grundsätzliche Blattmorphologie nicht weiter betrachtet und die Pflanzen bezüglich ihrer Blattbehaarung und des Gehaltes sekundärer Inhaltsstoffe ausgewählt. Die gesamten, bzw. ausgewählte, ätherische Öle der Pflanzen *O. basilicum* und *Menta spp.* sind erfolgreich gegen Schadarthropoden eingesetzt worden (KLINGAUF ET AL. 1983, CHOI ET AL. 2004, DIGILIO ET AL. 2008, EL-HOSARY 2011). *M. spicata* zeichnet sich darüber hinaus neben *B. officinalis* durch ihre relativ dichte Blattbehaarung aus. Der signifikant stärkste Befall mit Blattläusen zeigte sich auf den glattblättrigen Pflanzen der Art

P. crispum, welche nur sehr geringe Anteile ätherischer Öle enthält (WIEMER 2009). Bereits nach sieben Tagen ließ sich eine eindeutige Präferenz von *M. persicae* für diese Pflanzen erkennen. Bezüglich der qualitativen Einteilung des Befalls in die Klassen 0-3 (siehe

Tab. 8), waren die Unterschiede zwischen den anderen drei Arten gering, in absoluten Zahlen zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede. Dies bedeutet ein größeres Infektionsrisiko für weitere Pflanzen im Gewächshaus und lässt darauf schließen, dass der Befall über mehrere Generationen auch qualitativ höher sein wird. Die wenigsten Blattläuse waren über den gesamten Versuchszeitraum auf dem glattblättrigen *O. basilicum* zu finden, gefolgt von der haarigen *M. spicata*. Der zweithöchste Absolutbefall zeigte sich im Versuch auf den haarigen Blättern der Pflanze *B. officinalis*. Wie erwartet besteht eine starke Abhängigkeit der Populationsentwicklung von der Wirtspflanzenart. Auf den Pflanzen mit höherem Anteil ätherischer Öle (*O. basilicum* und *M. spicata*) war der Blattlausbefall am geringsten, die beiden unbehaarten Pflanzen (*P. crispum* und *O. basilicum*) fanden sich auf den entgegengesetzten Enden des Spektrums des absoluten Befalles. Dies zeigt einen starken Einfluss der sekundären Inhaltsstoffe auf die Populationsentwicklung der Blattläuse.

Ocimum basilicum gehört zum Wirtspflanzenspektrum der polyphagen Grüngelckten Kartoffellaus (*A. solani*) und kommt in unterschiedlichen Sorten mit teilweise stark variabler Inhaltsstoffzusammensetzung vor, die sich in zwei verschiedene Chemotypen einteilen lassen: Zum einen den mittelländischen Typ mit Linalool als Hauptkomponente des ätherischen Öles, zum anderen der sogenannte Typ Reunion mit hohem Gehalt an Estragol (KRÜGER 2009). Die Ergebnisse des Versuches zur Entwicklung von *A. solani* auf Blättern der unterschiedlichen Basilikumsorten ‚Feronia‘, ‚Lhasa‘ und ‚Wild Magic‘ (Reunion) sowie ‚Ajaka‘, und ‚Dark Lady‘ (mittelländischer Typ) sowie ‚Wild Red‘ (Typ unbekannt) zeigten signifikante Unterschiede in der Mortalitätsrate, sowie Unterschiede in der Anzahl der abgelegten Nymphen * ♀⁻¹ (Zusammensetzung der ätherischen Öle siehe Abb. 9). Die Sorten ‚Wild Magic‘, ‚Feronia‘ und ‚Lhasa‘ mit den höchsten Gehalten an Estragol zeigten die höchsten Mortalitätsraten und dementsprechend die geringsten Nachkommenzahlen. Im Mittelfeld lagen die beiden Sorten ‚Ajaka‘ und ‚Dark Lady‘. Die signifikant geringste Mortalitätsrate zeigte *A. solani* auf der Sorte ‚Wild Red‘, auf der auch die meisten Nachkommen abgesetzt wurden. Leider stand für die anschließende Untersuchung der Zusammensetzung des ätherischen Öles, sowie des Einflusses des reinen ätherischen Öles auf *A. solani* nicht genug Pflanzenmaterial dieser Sorte zur Verfügung.

HUIGNARD ET AL. (2008) zeigten eine neurotoxische Wirkung des ätherischen Öles von *O. basilicum* durch eine Verringerung der Rate und Stärke des Aktionspotential, sowie einer verkürzten Nachhyperpolarisationsszeit der Neuronen. Die Autoren führen dies auf ein Zusammenspiel der beiden Stoffe Estragol und Linalool zurück. Weitere Ergebnisse zur insektiziden Wirkung von reinem Estragol sind Mangelware (MARCUS & LICHTENSTEIN 1979,

OKUNADE& OLAIFA1987). Linalool zeigte in einem Auswahlversuch einen abstoßenden Effekt auf *M. persicae*, nicht jedoch auf die Zwiebelblattlaus *Neotoxoptera formosana* (HORI 1998). In eigenen Versuchen mit 1 µl bzw. 2 µl extrahierten ätherischen Öles der zuvor als Ganzpflanze verwendeten Sorten von *O. basilicum* in Biotests konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede in der Mortalitätsrate der verwendeten *A. solani* festgestellt werden. Die Fruchtbarkeit unterschied sich zwischen den einzelnen Sorten jedoch signifikant. Die meisten Nachkommen wurden in der Variante mit 2 µl des Öles von ‚Dark Lady‘ abgesetzt, die wenigsten fanden sich bei ‚Feronia‘ und ‚Wild Magic‘, unerwartet jedoch in der 1 µl-Variante. Dies könnte an der geringen Konzentration der Öle mit hoher Flüchtigkeit gelegen haben. HORI (1998) zeigte bei den stark repellent wirkenden Ölen von *Thymus vulgaris* und *Rosmarinus officinalis* eine starke Konzentrationsabhängigkeit der Wirkung auf *M. persicae*, sowie bei der Nutzung des ätherischen Öles von *O. basilicum* (Sorte nicht angegeben) keine abstoßende Wirkung auch bei der hohen Konzentration von 10 µl. Bei der Untersuchung der Einzelkomponenten konnte die Wirkung von Linalool ebenfalls erst bei hoher Konzentration festgestellt werden, so dass von einem Zusammenspiel der Komponenten des ätherischen Öles für die vollständige insektizide bzw. repellente Wirkung auszugehen ist. Versuche mit wiederholter Anwendung von Azadirachtin, dem Hauptbestandteil und primären insektiziden Wirkstoff des Neemöls, aus dem Samen des Neembaumes *Azadirachta indica* (STONE 1992), führten zu einer multiplen erworbenen Resistenz der Blattlaus *M. persicae* im Laufe mehrerer Generationen. Bei der Verwendung des Öles einem Komponentenmix blieb diese Selektion aus (FENG & ISMAN 1995). Insgesamt konnte ein insektizider und fruchtbarkeithemmender Einfluss der ätherischen Öle von *O. basilicum* auf *A. solani* gezeigt werden und obwohl die Blattläuse zuvor auf der Sorte ‚Genoveser‘ dieser Art angezogen worden sind. Eine eindeutige Zuordnung der Wirkstoffe ließ sich hierbei nicht durchführen, es ist davon auszugehen, dass eine Kombination der Einzelkomponenten für die Wirkung verantwortlich ist. Weitere Versuche mit Wirkstoffmischungen und weiteren (erhöhten) Wirkstoffkonzentrationen sind also erforderlich um genauere Aussagen zur chemischen Wirksamkeit treffen zu können.

4.2 Schlupfwespen

Alle drei untersuchten Schlupfwespenarten zeigten in Experimenten in Petrischalen in Klimakammern eine signifikante Reaktion auf die Belichtung während ihrer vierstündigen Ovipositionszeit. Dunkelheit führte zu einer Abnahme der parasitierungsrate (PR, Anzahl parasitierter Blattläuse/Ausgangsanzahl Blattläuse), sowohl bei 20 °C als auch bei 10 °C im Vergleich zu einer Beleuchtung von 3000 lx. Die verwendeten *Aphidius*-Arten *A. colemani* und *A. matricariae* zeigten bei Dunkelheit keine signifikanten Unterschiede der PR zwischen den beiden Temperaturen (6,0 - 15,5 %). Dies zeigt, dass eine Parasitierung der Blattläuse bei Dunkelheit zwar möglich ist, Licht allerdings einen essentiellen Faktor für eine erfolgreiche Bekämpfung darstellt. Die erwartungsgemäß geringere PR bei 10 °C im Vergleich zu 20 °C begründet sich in der Tatsache, dass Insekten als ektothermische Organismen in ihrem Metabolismus stark von der Umgebungstemperatur abhängen (IRLICH ET AL. 2009). CAMPBELL ET AL. zeigten bereits 1974 für mehrere Schlupfwespenarten eine verlängerte Beschäftigungszeit der Tiere pro Blattlaus (*handling time*), eine verringerte Angriffsrate und einen insgesamt schwächeren Parasitismus bei niedriger Temperatur als dem Optimum, welches nach ZAMANI ET AL. (2006, 2007) für verschiedene Blattlausparasitoide bei ca. 25 °C liegt. Der minimale Grenzwert für eine erfolgreiche Parasitierung liegt für *Aphidius* zwischen 6 °C und 7 °C (BYEON ET AL. 2011, berechnet aus BERNAL & GONZALES 1993 und ZAMANI 2007). Dies lässt den Schluss zu, dass Temperaturen von 10 °C und darunter zu gering sind, um eine erfolgreiche Bekämpfung von Blattläusen sicherzustellen.

Die starke Reduktion der Parasitierungsrate, insbesondere bei 20 °C, zeigt, dass visuelle Reize bei der Wirtsfindung der Schlupfwespen eine große Rolle spielt. Dies deckt sich mit Versuchen von HE ET AL. (2004), bei denen die Parasitierungsleistung von *A. ervi* gegen die Blattlaus *A. pisum* von belichteter zu unbelichteter Variante um 60 % reduziert wurde. Der Einfluss der Belichtung auf die Parasitierungsleistung von Schlupfwespen ist jedoch von der Art abhängig. In einem Versuch mit drei verschiedenen Schlupfwespenarten zeigten MICHAUD & MACKAUER (1994), dass *A. ervi*, *A. pisivorus* und *A. smithii* gelbe Klone von *Macrosiphum creeli* gegenüber Pinken an Hand der Farbe bevorzugten. Dass die Farbe des Wirtes ein wichtiges visuelles Merkmal zur Akzeptanz durch die Schlupfwespe ist offenbarte auch ein Versuch von BATTAGLIA ET AL (2000). Dabei wurden künstliche Farbpigmente, die dem reflektieren Farbspektrum ihres natürlichen Wirtes *A. pisum* entsprachen, von *A. ervi* akzeptiert und lösten eine Ovipositionsversuch aus. Die Angriffsrate sank bei Reduzierung der Lichtstärke von 4.500 lx auf 3.000 lx, bzw. 1.000 lx dabei signifikant ab. Darüber hinaus konnte eine Angriffsreaktion von *A. ervi* gegenüber künstlichen Blattläusen bei Dunkelheit durch Exuvien und Siphonensekret als Kairomonquellen auch bei Dunkelheit ausgelöst werden. Dies zeigt, dass die Wirtsfindung und -akzeptanz seitens der Schlupfwespen durch eine Kombination von semiochemischen und physikalischen Reizen ausgelöst wird und

erklärt die hier gezeigte Reduktion der Parasitierungsleistung. Weitere Versuche sind jedoch notwendig um den genauen Einfluss der einzelnen Faktoren sowie ihre Schwellenwerte zu untersuchen.

In Versuch 1 parasitierte *E. cerasicola* bei 10 °C lediglich 4 % der angebotenen *M. persicae* bei 0 lx, jedoch 50 % bei 3.000 lx. Damit war dies die einzige Art, die in der geringen Temperaturvariante eine relativ hohe Parasitierungsleistung zeigte, die bei Dunkelheit jedoch signifikant reduziert wurde. In Versuch 2 parasitierte *E. cerasicola* in Dunkelheit bei 20 °C mehr Blattläuse als die beiden *Aphidius* Arten, allerdings zeigten sich hier keine signifikanten Unterschiede zwischen heller und dunkler Variante. Die Stärke der Reaktion der Schlupfwespenarten auf die abiotischen Faktoren Licht und Temperatur scheint also je nach Art zu variieren. Dies deckt sich mit Ergebnissen von MICHAUD & MACKAUER (1994), bei denen von drei Schlupfwespenarten lediglich *A. ervi* eine Reduktion der Parasitierungsleistung in Dunkelheit zeigte. In Versuch 2 lag der Median der Anzahl parasitierter Blattläuse von *E. cerasicola* in allen drei suboptimalen Varianten mit reduzierter Temperatur bzw. Belichtung über den beiden *Aphidius* spp. In Versuch 1 lag die Parasitierungsleistung von *E. cerasicola* bei 10 °C und 3.000 lx signifikant höher als bei den anderen beiden Arten. Dies zeigt, dass *E. cerasicola* tendenziell weniger stark auf eine negative Veränderung der Faktoren Licht und Temperatur reagiert. Insgesamt war die Parasitierungsleistung dieser Schlupfwespe über die Versuche am inkonsistentesten. Dies liegt zum Teil auch daran, dass von *E. cerasicola* parasitierte Blattläuse dazu tendieren abzuwandern und sich vor der Mumifizierung zu verstecken (THIELEMANS ET AL. 2012) und so vermehrt auf dem feuchten Agar ertrunken sind. Auch KHUDR ET AL. (2013) zeigten, dass der Genotyp eines Parasitoiden einen Einfluss auf den Ort der Mumifikation des Wirtes hat. Im Topfkräuteranbau könnte diese Eigenschaft von *E. colemani* jedoch ein positives Merkmal darstellen, da eventuell auf der Pflanze vorhandene Mumien vom Konsumenten nicht gefunden werden und die Akzeptanz des Produktes so nicht schmälern.

Insgesamt fiel während der Versuche eine hohe Variabilität der Anzahl parasitierter Blattläuse pro Schlupfwespe über alle drei Arten auf. Dies liegt zum Teil daran, dass das Versuchsdesign sich an Praxisbedingungen orientierte, so dass Schalen ohne Parasitierung nicht aus dem Versuch entfernt und voll verrechnet wurden. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass die Parasitierungsleistung einer Schlupfwespenart große Differenzen aufweisen kann. So kommt es in verschiedenen Studien zur Eiablageleistung der Schlupfwespe *A. asychis*, bei gleicher Temperatur und jeweils mit *A. gossypii* im zweiten Larvenstadium als potentiellem Wirt, zu Unterschieden von über 100 % (BYEON ET AL. 2011). Trotz der relativ hohen Variabilität ließ sich ein signifikanter Einfluss der abiotischen Faktoren Licht und Temperatur auf die Parasitierungsleistung aller drei getesteten Schlupfwespenarten jedoch direkt ausmachen.

Die Mumifizierung der Blattläuse dauerte bei 10 °C wesentlich länger als bei 20 °C. Dies ist direkt auf die verringerte Entwicklungsgeschwindigkeit der Schlupfwespenlarve

zurückzuführen (BYEON ET AL. 2011), die auch für die höhere Variation in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Schlupfwespenlarven von Ei zur Puppe bei 10 °C verantwortlich ist. Zwischen den unterschiedlichen Belichtungsvarianten bei gleicher Temperatur ließ sich wie erwartet kein Unterschied im Zeitpunkt der Mumifizierung und damit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Larve feststellen.

In Gewächshausversuchen zeigten sich nach 14 Tagen signifikante Unterschiede in der Effektivität von *A. matricariae* gegen *M. persicae* auf *P. crispum*-Pflanzen bei unterschiedlichen Tageslängen. In mit Schlupfwespen behandelten Parzellen mit künstlich auf 8h:16h L:D reduzierter Tageslänge zeigte sich zunächst kein signifikanter Unterschied der Blattlausanzahl zu den Parzellen mit 16h:8h. Eine signifikant verstärkte Blattlausvermehrung unter der längeren Photoperiode in der unbehandelten Kontrollvariante zeigte allerdings eine signifikant schwächere Regulierung des Blattlausbefalls durch *A. matricariae* bei 8:16h L:D. Zum Einfluss der Tageslichtlänge auf die Prädationsleistung von Parasitoiden liegen nur wenige Ergebnisse vor. ZILAHİ-BALOGH ET AL. (2006, 2009) zeigten eine Reduktion der Parasitierungsleistung der Schlupfwespe *Encarsia formosa* gegen die Gewächshaus-Weiße Fliege *Trialeurodes vaporariorum* bei von 16h:8h auf 8h:16h reduzierter Photoperiode bei 24 °C in Laborversuchen. Der Effekt verstärkte sich bei reduzierter Lichtintensität während der Photoperiode, die verwendet wurde um Winterbedingungen zu simulieren. MAEDA ET AL. (2000) diskutieren als Ursache, dass tagsüber, d.h. während der Photoperiode vermehrt flüchtige Stoffe von den mit Blattläusen befallenen Pflanzen abgegeben werden, wodurch verstärkt Parasitoide angelockt werden (DU ET AL. 1998, POWELL ET AL. 1998). Zusätzlich zur verringerten Parasitierung beginnen bei kürzerer Photoperiode die Schlupfwespen damit in einen Zustand der Diapause überzugehen (CHRISTIANSEN-WENIGER & HARDIE 1999). Dieser Dormanzzustand wird von Insekten zur Überdauerung des Winters eingenommen (TAUBER & TAUBER 1976). Ausschlaggebend dafür sind in erster Linie niedrige Temperaturen, in einem schwächeren Ausmaß auch verkürzte Tageslichtlängen (BRODEUR & MCNEIL 1989).

Einsatz von Schlupfwespen gegen *Aphis fabae*

In der Versuchsreihe konnte die gute Wirksamkeit von *Lysiphlebus testaceipes* gegen die Schwarze Bohnenlaus *A. fabae* gezeigt werden. Mit 3 Tieren/0,5 m² war die Aufwandmenge deutlich höher als die von Nützlingsanbietern empfohlenen 2 Tiere/m². Die Frage der minimalen Aufwandmenge müsste in Exaktversuchen weiter untersucht werden. Ein guter Bekämpfungserfolg wurde in der durchgeführten Versuchsanlage mit *A. ervi* erreicht (3 Tiere/0,5 m²), die eigentlich nicht für eine Parasitierung von *A. fabae* bekannt ist. Bei allen anderen Schlupfwespenarten zeigte sich kein ausreichender Bekämpfungserfolg, auch wenn die teilweise Parasitierungsrate hoch war (*A. abdominalis*, *A. matricariae*, *A. colemani*). Hohe Parasitierungsraten von *A. matricariae* bei *A. fabae* bestätigen TAHIRIET AL.. (2007) Bei *Praon volugre* und *Ephedrus cerasicola* wurden keine bis sehr wenige mumifizierte Blattläuse gefunden, was bei der Parsitierung durch *E. cerasicola* auch an der Tendenz zum Verstecken der Blattläuse liegen kann. Die Schlupfwespenmischung BasilProtect bietet ohne *L. testaceipes* keinen ausreichenden präventiven Schutz gegen *A. fabae*. Diese Art sollte bei der Verwendung des kommerziellen Mixes zusätzlich eingesetzt werden. MEDRZYCI ET AL. (2002) beschäftigten sich mit dem Suchverhalten von *L. testaceipes* und zeigten in ihren Untersuchungen die Wahrnehmung bereits parasitierter Blattläuse über olfaktometrische Impulse, die daraus hohe positive Auffindrate unparasitierter Blattläuse und das Vermeiden von Hyperparasitierungen. *L. testaceipes* wird als sehr effektiver Parasitoid von *A. gossypii* beschrieben, einem sehr problematischen Schädling in der Topfkräuterproduktion. VÖLKL (2009) beschreibt in seinen Untersuchungen hohe Parasitierungsraten von *A. fabae* durch die Schlupfwespenart *Lysiphlebus fabarum*, unter anderem an *Vicia faba* aber auch an anderen Kulturen im Freiland und im geschützten Anbau. Weiterführende Untersuchungen könnten auch für den Topfkräuterbereich Potentiale aufzeigen.

Systemvergleich Offene Zucht/Schlupfwespenmix

Das herkömmliche System der Offenen Zucht wurde mit dem kommerziellen Schlupfwespenmixprodukt BasilProtect[®] bei Topfpetersilie einmal unter Herbst und im zweiten Versuchsdurchgang unter Frühjahrsbedingungen verglichen. Beide Verfahren sollten sich im präventiven Einsatz unter praxisnahen Produktionsbedingungen gegen Blattlausbefall beweisen. Im Herbst gelang eine Etablierung der Offenen Zucht (Banker Plants) nur zögerlich, während im Frühjahr sehr schnell eine gut funktionierende Offene Zucht aufgebaut werden konnte. Beeindruckend einfach war im Vergleich zur Offenen Zucht die Ausbringung der BasilProtect-Röhrchen.

In den Varianten der Offenen Zucht konnte anhand der Parasitierungen der Getreideblattläuse auf den Banker Plants die Aktivität der Schlupfwespen beobachtet werden. In der BasilProtect[®] Variante war eine Erfolgskontrolle an anhand der Blattlausmumien vergleichsweise schwierig. In beiden Versuchsdurchgängen wurden insgesamt an den Bonitурpflanzen wenige mumifizierte Blattläuse gefunden. Kontrollgröße zur Beurteilung der Wirksamkeit beider Systeme war daher die Anzahl Blattläuse/Topf. Beide Systeme wurden jeweils in einem kompletten Gewächshaus geprüft. Der Blattlauszuflug von außen war geschätztermaßen gleich. In beiden Versuchsdurchgängen kam es nach 3-4 Wochen zum ersten Blattlausbefall. Der Befallsverlauf war in beiden Systemen sehr ähnlich, so dass nicht von einem Vorteil eines Systems gesprochen werden kann. Ab einer bestimmten Befallsgrenze waren beide Systeme überfordert. Dieser Zeitpunkt ging oft mit überständigen Töpfen einher, so dass bei einem zügigen Abverkauf der Petersilie weniger Befallsprobleme aufgetreten wären. Damit kommt dem Betriebsmanagement eine wichtige Bedeutung zu! Deutlich wurde die Problematik der satzweisen Produktion im Topfkräuteranbau. Ältere Sätze mit Blattlausbefall infizieren die nachfolgenden jüngeren Sätze. Die Blattlausbekämpfungsstrategie muss demnach an kritischen Punkten (z.B. ältere Beständen, längere Kultur dauern, kulturgemischte Produktionseinheiten) intensiviert werden.

Da beide Systeme sich in der Wirksamkeit nicht deutlich voneinander unterschieden, müssen die Punkte Wirtschaftlichkeit und Handhabung der Systeme abgewogen werden. Ruisinger stellte 2011 eine Kostengegenüberstellung von Offener Zucht und BasilProtect[®] vor. Demnach war die Offene Zucht deutlich kostengünstiger als der regelmäßige Schlupfwespeninsatz oder BasilProtect[®] (Viridaxis-System).

Im Laufe der Versuchsarbeiten wurde von Beratungsseite angeregt, die Banker Plants der Offenen Zucht nicht mit einzelnen Schlupfwespenarten oder dem *A. ervi/A. colemani*-Mix aufzubauen, sondern mit dem Produkt Bass zu etablieren, um so alle sechs Schlupfwespenarten frühzeitig und präventiv zu etablieren. Zu dieser Fragestellung wurde daher an der Hochschule Geisenheim, im Institut für Phytomedizin (Prof. Dr. Annette Reineke) von Magdalena Poloczec eine B.Sc. Thesis angefertigt:

„Vergleich von kommerziell verfügbaren Schlupfwespenmix-Produkten gegen Blattläuse“



Referentin: Prof. Dr. Annette Reineke,

Korreferentin: Dipl.-Ing. Hanna Blum

Vorgelegt von: Magdalena Poloczek

Die Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Vergleich von kommerziell verfügbaren Schlupfwespenmix-Produkten gegen Blattläuse“ entstand im Rahmen des praxisorientierten Forschungsvorhabens an der Universität Bonn in Kooperation mit der Hochschule Geisenheim. Sie ist eine experimentelle Arbeit und beschäftigt sich mit dem Einsatz des Nützlings Schlupfwespe gegen den Schädling Blattlaus an der Kultur Petersilie im Gewächshaus. Die Versuche wurden im Phytomedizin-Gewächshaus der Hochschule Geisenheim durchgeführt.

Versuchsfragen: Für die Bearbeitung der Thesis wurden folgende Versuchsfragen gestellt:

- Stellt der Einsatz von BasilProtect eine wirksame Alternative zu dem herkömmlichen Verfahren der Offenen Zucht dar?
- Wie unterscheiden sich die Systeme „Offene Zucht klassisch“ von der „Offenen Zucht mit BasilProtect“?
- Lässt sich das Produkt BasilProtect überhaupt auf einer Offenen Zucht etablieren?

Es geht demnach um den Vergleich der kommerziellen Offenen Zucht mit der Lausmixbox von Katz Biotech mit einer Offenen Zucht aus dem Produkt BasilProtect von der Firma Viridaxis. Ziel ist es, die Nullhypothese (=Die klassische Offene Zucht funktioniert genauso wie die Offene Zucht mit BasilProtect) zu widerlegen. Damit sollen Erkenntnisse für eine gute Blattlausbekämpfung mit Schlupfwespen gewonnen werden.

Es wurden mehrere Teilbereiche untersucht. Zuerst wurde das Produkt BasilProtect genauer unter die Lupe genommen, wie sich das Produkt zusammensetzt. Dann ging es in erster Linie um den Vergleich der Offenen Zuchten.

Tab. 1: Übersicht über die zwei Versuchsvarianten mit den jeweiligen Merkmalen

Variante	Versuchsglied	GWH-Kabine	Parasitoide (= Schlupfwespen)	Lieferform
Klassische Offene Zucht	VG 1	E 10 Offene Zucht auf Tisch V	<i>Aphidius ervi</i> <i>A. colemani</i>	Tütchen mit jeweils 100 Mumien
Offene Zucht mit BasilProtect	VG 2	E 11 Offene Zucht auf Tisch XI	<i>Aphidius ervi</i> , <i>A. colemani</i> , <i>A. matricariae</i> , <i>Ephedrus cerasicola</i> , <i>Praon volucre</i> , <i>Aphelinus abdominalis</i>	BasilProtect-Röhrchen mit einer Mischung aus insgesamt ca. 300 Mumien

Im Versuchsaufbau gab es zwei Varianten. Im Versuchsglied 1 (VG 1) wurden die Weizenpflanzen mit *Aphidius colemani* und *A. ervi* beimpft (=klassische Offene Zucht). Im Versuchsglied 2 (VG 2) diente BasilProtect als Schlupfwespeneinsatz mit den darin enthaltenen sechs verschiedenen Schlupfwespenarten (=Offene Zucht mit BasilProtect). Standort waren zwei Kabinen des Phytomedizin-Gewächshauses der Hochschule Geisenheim. VG1 wurde in der Kabine E10 untergebracht, VG 2 in Kabine E11.

Versuchsmethodik: Versuchsbeginn war am Freitag, den 26.04.2013 in der 16. Kalenderwoche (KW 16). Das Versuchsende fiel mit der letzten Bonitur auf den 14.05.2013 in KW 20. Die Offenen Zuchten wurden in KW 13 parallel gestartet mit standardisierten Bedingungen, wobei Lausmixboxen der Nützlingsfirma Katz Biotech verwendet wurden. Eine Lausmixbox bestand aus 1.000 Getreideblattläusen der Gattung *Rhopalosiphum padi* und *Sitobion avenae* auf Getreidepflanzen, geliefert in einer Plastikbox. Die Getreidepflanzen wurden in zwei Stücke geteilt und jeweils in Erde gesetzt. Jede Woche wurde montags neuer Weizen in Töpfe ausgesät. Drei Tage später wurden diese neben den bestehenden Weizen gestellt, damit die Getreideläuse auf die jungen Weizenpflanzen übersiedeln können und neues Futter bekommen.

In KW 14 wurden die Parasitoide (=Schlupfwespen) in die Offenen Zuchten gebracht. Die Herkunft der Schlupfwespen war von Katz Biotech. Für VG 1 wurden 2 Tütchen mit jeweils 100 Tieren (*Aphidius ervi* und *A. colemani*) an einem Stab befestigt in die Weizenpflanzen gesetzt (in Kabine E10 auf Tisch V). Für VG 2 wurde ein BasilProtect-Röhrchen an einem Stab in die Weizenpflanzen gesetzt (in Kabine E11 auf Tisch XI).

Als sich die Offenen Zuchten etabliert hatten, kamen die Kulturpflanzen (=Petersilie) in KW 15 in die Gewächshauskabinen. Die glatte Petersilie der Sorte 'Gigante d'Italia' wurde in Bonn ausgesät (Saatgut von GHG Saaten, Aussattermin: 25.3.2013 = KW 13). Es wurden

Plastiktöpfe mit einem Durchmesser von 11 cm verwendet. Das Substrat war „Bio Potgrond 1“ von Klasmann-Deilmann. Noch in Bonn wurde als Pflanzenschutz eine zweimalige Behandlung mit *Bacillus thuringiensis* gegen Trauermücken durchgeführt. Außerdem wurden *Chrysoperla*-Larven gegen Blattläuse eingesetzt. Als die Petersilientöpfe aus Bonn geliefert wurden, waren die Samen noch nicht aufgelaufen. Deswegen kamen sie Topf an Topf auf die Tische. Die Bewässerung erfolgte anfangs per Hand mit dem Gießgerät über Kopf. In KW 16 wurden die Töpfe dann auf Abstand gestellt und zwar auf fünf Tischen pro Gewächshauskabine mit 40 Töpfen pro Tisch. Die Petersilienpflanzen waren hier etwa im Zweiblattstadium und zum Teil auch schon größer. Ab diesem Zeitpunkt wurde automatisch bewässert mittels Anstaubewässerung. Die Zeitschaltuhr war auf eine 15-minütige Bewässerung eingestellt, sie lief täglich morgens von 8 bis 8:15 Uhr. Die Soll-Klimadaten sahen folgendermaßen aus: Die Heizung war auf 18 °C eingestellt, die Lüftung ging ab 20 °C auf. Das Assimilationslicht ging ab 20 kLux an in dem Zeitraum von 6 bis 22 Uhr. Zu Versuchsbeginn (in KW 16) wurde auf jeden dritten Petersilientopf der Schädling Blattlaus (*Myzus persicae*) gesetzt. Sie wurden als Einheit von 1.000 Stück von Katz Biotech geliefert. Als Versuchsorganismen wurden Blattläuse im gleichen Entwicklungsstadium (nicht zu kleine Läuse) herausgesucht und die restlichen Läuse kamen in einen Zuchtraum. Die Blattläuse auf den Petersilienpflanzen hatten nun die Möglichkeit, sich zu entwickeln und eventuell eine Population aufzubauen. Weil die Offenen Zuchten mit den Schlupfwespen auch schon im Bestand waren, konnten nun die Nützlinge mit ihrer Arbeit beginnen. Die Schlupfwespen verteilten sich in den Gewächshauskabinen und suchten die Schädlinge, um sie zu parasitieren. Dabei legte das Schlupfwespen-Weibchen jeweils ein Ei in eine Blattlaus. Aus dem Ei schlüpfte eine Larve, die sich innerhalb der Laus entwickelte und diese von innen aussaugte. Dabei verhärtete sich die Hülle der Laus und wurde zur Mumie. Schließlich schlüpfte die adulte Schlupfwespe aus der Mumie. Sie begann wieder durch den Bestand zu fliegen, um sich dann ihr neues Opfer zu suchen. Somit vermehrten sich die Schlupfwespen und die Blattläuse wurden dezimiert.

Nach Versuchsbeginn wurden wöchentlich Bonituren durchgeführt. Zum einen wurden die Offenen Zuchten mit den Weizenpflanzen bonitiert, indem die darauf sitzenden Getreideläuse, die schon parasitierten, aber noch lebenden Läuse und die bereits mumifizierten Läuse gezählt wurden. Zum anderen wurde überprüft, wie sich die Schädlinge und Nützlinge auf den Petersilienpflanzen entwickeln, indem die Anzahl der Läuse und Mumien gezählt wurde.

Ergebnisse: In einem Vorversuch wurde das Produkt BasilProtect und seine Zusammensetzung genauer unter die Lupe genommen. Es ist ein Schlupfwespenmix aus sechs verschiedenen Schlupfwespenarten von der belgischen Firma Viridaxis. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus dem Inhalt eines BasilProtect-Röhrchens. In der Mischung sind die verschiedenen Schlupfwespen-Gattungen an ihrem unterschiedlichen Aussehen der Mumien zu erkennen.

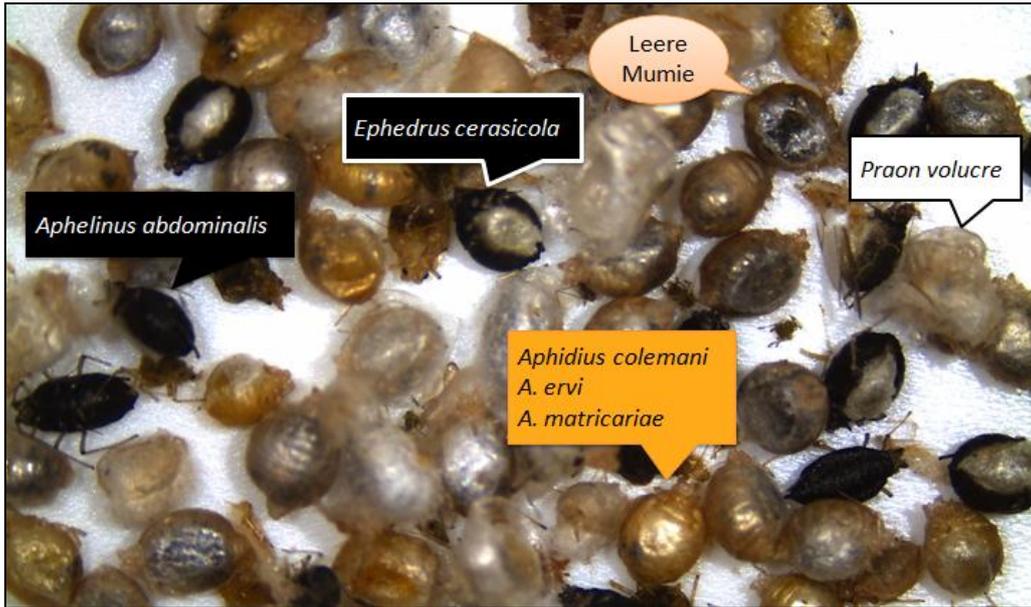


Abb. 131: Inhalt von BasilProtect - Mischung aus 6 verschiedenen Schlupfwespen-Arten bzw. deren Mumien

In dem Hauptversuch ging es in erster Linie um den Vergleich der Offenen Zuchten. Bei einer visuellen Begutachtung zu Beginn der Offenen Zuchten gab es in beiden VG eine stabile Getreidelausentwicklung, allerdings waren in der Offenen Zucht mit BasilProtect (=VG2) tendenziell weniger Läuse (etwa 25 Läuse pro Weizenblatt, während in VG1 etwa 40 Läuse pro Blatt zu beobachten waren). In beiden Offenen Zuchten waren parasitierte Läuse und auch schon Mumien sichtbar. In VG2 gab es die verschiedenen Mumien, am deutlichsten waren die weißen, flaumigen Mumien der Gattung *Praon* zu finden.

Bei der Bonitur der Weizenpflanzen der Offenen Zuchten wurde die prozentuale Verteilung des Parasitierungsgrades der Getreideblattläuse betrachtet. Innerhalb der klassischen Offenen Zucht (=VG1) gab es im Zeitverlauf eine Zunahme des Anteils an Parasitierungen durch die Schlupfwespen, am Tag 19 nach Versuchsbeginn waren 6 % der Getreideläuse parasitiert und 8% waren schon zu Mumien geworden. In der Offenen Zucht mit BasilProtect (=VG2) gab es insgesamt höhere Parasitierungsraten. Zum letzten Boniturtermin am Tag 19 hat der Parasitierungsgrad enorm zugenommen. Es waren 8 % der Getreideläuse parasitiert und 51% waren schon zu Mumien geworden, es lebten also nur noch zwei Fünftel der Läuse. Im Versuchszeitraum hat die Parasitierungsrate also enorm zugenommen. Im Vergleich zur klassischen Offenen Zucht gibt es bei der Offenen Zucht mit BasilProtect deutlich mehr Parasitierungen.

Die bei den Bonituren der Petersilienpflanzen gezählten Blattläuse und Mumien sind im Verlauf des Versuchszeitraumes mehr geworden. Bei den Blattläusen hat sich eine kleine Population entwickelt. Diese Läuse konnten von den Schlupfwespen parasitiert werden. In der

klassischen Offenen Zucht (=VG1) gab es anfangs kaum Mumien (am Tag 6 keine einzige und am Tag 13 gerade einmal eine), doch zuletzt gab es insgesamt 32 Mumien. Dies waren mehr Parasitierungen als in der Offenen Zucht mit BasilProtect (=VG2), wo es am letzten Termin nur 17 Mumien gab.

Bei der Ausbreitung der Schlupfwespen innerhalb der Gewächshauskabinen lässt sich eine Tendenz beobachten. In der Kabine E10 mit der klassischen Offenen Zucht (=VG1) befanden sich die Weizenpflanzen mit den Getreideläusen und Schlupfwespen auf dem Tisch V, also in der Mitte zwischen Tisch IV und VI. An diesen angrenzenden Tischen mit den Petersilientöpfen waren tendenziell mehr Mumien zu finden. Das könnte daran liegen, dass die Schlupfwespen dorthin einen kürzeren Weg hatten. Auch in der Kabine E11 mit der Offenen Zucht mit BasilProtect (=VG2) waren tendenziell mehr Mumien in der Nähe der Offenen Zucht zu finden. Das Ziel der experimentellen Versuche war es, die Aussage „Die klassische Offene Zucht funktioniert genauso wie die Offene Zucht mit „BasilProtect“ (=Nullhypothese) zu widerlegen. Um signifikante Unterschiede im Zeitverlauf feststellen zu können, wurden die in den Bonituren gesammelten Daten statistisch mit dem Computerprogramm „Statistica“ ausgewertet. Bei der Auswertung der Daten zu den Blattläusen *Myzus persicae* konnten keine signifikanten Unterschiede im Zeitverlauf bei der Entwicklung der Blattlauspopulation innerhalb der unterschiedlichen VG's festgestellt werden. Auch bei den Daten zu den Mumien gab es zuerst keine signifikanten Unterschiede (an Tag 6 und Tag 13). Einzig am Tag 20 gab es eine marginale Signifikanz, d.h. es ist kurz davor signifikant zu sein. Deshalb kann von einem deutlichen Unterschied gesprochen werden. Wenn überhaupt, funktioniert die klassische Offene Zucht ein bisschen besser, weil es hier am Tag 20 einige wenige mehr Mumien gab. Mit der statistischen Auswertung kann die Nullhypothese „Die klassische Offene Zucht funktioniert genauso wie die Offene Zucht mit BasilProtect“ so gut wie nicht widerlegt werden. Nur beim letzten Test gab es fast einen signifikanten Unterschied, so dass vermutlich die klassische Offene Zucht einen größeren Effekt zeigt als die Offene Zucht mit BasilProtect.

Fazit: Der Vergleich der kommerziellen Offenen Zucht von Katz Biotech mit einer Offenen Zucht aus dem Produkt BasilProtect von der Firma Viridaxis lässt keine eindeutige Präferenz für ein Verfahren erkennen, beide ermöglichen eine gute Blattlausbekämpfung mit Schlupfwespen.

In einem weiteren Test an der Universität Bonn wurde am Campus Klein-Altendorf untersucht, ob die einzelnen Schlupfwespenarten des BasilProtect©-Mixes und die Art *Lysiphlebus testaceipes* auf den Banker Plants der Offenen Zucht Getreideläuse parasitieren. Dazu wurde in 5 Liter Containern Getreide ausgesät und Getreideläuse (*Sitobion avenae*) eingesetzt. Die Banker Plants wurden am 11.4.13 mit den Getreideblattläusen belegt und die Container anschließend im Gewächshaus unter Gazeabnetzungen voneinander getrennt aufgestellt. Am 19.4 erfolgte der Einsatz der Schlupfwespen auf die Banker Plants. Um

Effekte zusehen, wurde eine hohe Anzahl Schlupfwespen ausgebracht und pro Banker Plant 6 Schlupfwespenweibchen und 2 Schlupfwespenmännchen einer Art ausgesetzt. Bei *Aphelinus abdominalis* konnten die Geschlechter nicht unterschieden werden, daher wurden in dieser Variante 12 Schlupfwespen ausgebracht. Im Folgenden wurde beobachtet, ob und wann Parasitierungen der Getreideläuse auf den Banker Plants stattfanden (Tab. 64). Dabei wurden die Mumien nicht ausgezählt, sondern das Auftreten der Mumien in Klassen nach DASSONVILLE ET AL. (2012) eingeteilt.

Tab. 64: Stärke der Parasitierung der Getreideblattläuse (*Sitobion avenae*) durch verschiedene Schlupfwespenarten an Banker Plant, nach Boniturschema Viridaxis, CKA, 2013

	Bonitur 1	Bonitur 2	Bonitur 3	Bonitur 4	Bonitur 5
	23.4.13	26.4.13	30.4.13	6.5.13	10.5.13
<i>Aphidius colemani</i>	0	0	0	3	3
<i>Aphidius ervi</i>	2	3	3	3	3
<i>Aphidius matricariae</i>	0	0	0	0	0
<i>Ephedrus cerasicola</i>	0	2	3	3	3
<i>Praon volucre</i>	0	0	1	1	2
<i>Aphelinus abdominalis</i>	0	0	0	0	0
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	0	2	3	3	3

Während die Parasitierung durch *A. ervi* sehr zügig und effektiv verlief, zeigten sich in den Käfigen mit den Schlupfwespenarten *A. matricariae* und *Aphelinus abdominalis* keinerlei mumifizierte Blattläuse.

Neben *A. ervi* wurden viele Mumien in den Varianten *L. testaceipes* und *E. cerasicola* gefunden. Eher zögerlich verlief die Parasitierung durch *A. colemani* in den ersten 10 Tagen, zum Abschluss der Testreihe waren jedoch viele mumifizierte Blattläuse zusehen. Geringe Mumienzahlen wurden an der Banker Plant mit *Praon volugre* gefunden. Die beste Etablierung und stärkste Parasitierung der Getreideläuse fand demnach bei *A. ervi*, *E. cerasicola* und *Lysiphlebus testaceipes* statt. In weiteren müsste deren Verhalten in der Offenen Zucht geprüft werden.

4.3 *Chrysoperla carnea*

Die durchgeführten Biotests in Klimakammern ergaben signifikante Unterschiede der Fraßleistung von *C. carnea*-Larven bei der Fütterung mit *M. persicae*. Dabei zeigte sich, dass die Anzahl gefressener Blattläuse pro Florfliegenlarve bei verkürzter Tageslichtlänge auf 8h:16h L:D im Vergleich zu 16h:8h signifikant reduziert wurde. Dies lässt sich durch die grundsätzliche Tag- bzw. Dämmerungsaktivität der Prädatoren erklären (HOFMANN ET AL. 1994). So konnte bei abnehmender Photoperiode eine längere Entwicklungszeit, sowie ein geringeres Larvengewicht während der Entwicklung von *C. carnea* beobachtet werden (FUJIWARA & NOMURA 1999, EL-TAHEIF ET AL. 2008). In den durchgeführten Versuchen zeigte sich, dass eine hohe Fraßleistung auch bei niedrigen Temperaturen gegeben ist. Dies deckt sich mit Untersuchungen von KAZEMI & MEHRJENAD (2011), bei denen ein erhöhter Fraß der als Futter angebotenen Blattflöhe *Agonoscena cyphonopistae* von *C. carnea* mit sinkender Temperatur beobachtet wurde. Der Nützlingsproduzent SAUTTER & STEPPER (2013) gibt eine kritische Nutzungstemperatur von $< 5\text{ °C}$ an, Studien nennen als Entwicklungsminima Temperaturen von 8-10 °C (KAZEMI & MEHRJENAD 2011).

Im Gewächshaus zeigten sich nach 14 Tagen signifikante Unterschiede in der Effektivität von *C. carnea* gegen *M. persicae* auf *P. crispum*-Pflanzen bei unterschiedlichen Tageslichtlängen. In den mit Florfliegenlarven behandelten Parzellen zeigte sich zunächst kein Unterschied in der absoluten Blattlauszahl in den beiden Varianten mit 16h:8h L:D und mit künstlich auf 8h:16h reduzierter Photoperiode. Die bei kürzerer Belichtung signifikant reduzierte Blattlauszahl in der Kontrollvariante zeigt jedoch einen großen Einfluss der Tageslichtlänge auf die Effektivität der Behandlung mit *C. carnea*. Der Einfluss war nach 7 Tagen noch nicht evident, da *C. carnea* die höchste Fraßleistung erst im dritten und letzten Larvenstadium erreicht (ŞENGONCA & GROOTERHORST 1985, BALASUBRAMANI & SWAMIAPPAN 1994), die Ausbringung in der Praxis aber im zweiten Larvenstadium erfolgt (SAUTTER & STEPPER 2013).

„Überschwemmung“

In Gewächshausversuchen konnte die Bedeutung einer ausreichend großen Ausbringungsmenge von *C. carnea* zur erfolgreichen Bekämpfung von *M. persicae* im Gewächshaus gezeigt werden. Kommerzielle Nützlingsproduzenten geben hierzu unterschiedliche Empfehlungen zwischen 5 und 50 Larven/m², einmalig oder mit Wiederholung nach 14-21 Tagen an (KATZ BIOTECH AG 2013, KOPPERT BV 2013a, SAUTTER & STEPPER 2013). Die Nutzung von weniger als fünf *C. carnea*-Larven/m² zeigte sich in beiden Versuchen als nicht ausreichend und erlaubte den Blattläusen eine quasi unbeeinträchtigte Populationsentwicklung. Im ersten Versuch zeigte die Variante mit fünf Larven/m² ebenfalls bereits nach 12 Tagen eine unbefriedigende Bekämpfungsleistung, die sich von der Variante mit nur einer Larve kaum unterschied. Die Varianten mit 25 und 50 Larven/m² zeigten im ersten Durchgang bis 14 Tage nach Ausbringung eine gleichmäßige, gute Bekämpfungsleistung. Nach 14 Tagen und einem starken Blattläuseinflug in das Gewächshaus konnten auch hier keine ausreichende Bekämpfung mehr gewährleistet werden. Der sehr starke Befall mit 10 Blattläusen/Pflanze konnte mit fünf Larven in keinem Fall ausreichend bekämpft werden, so dass es zu einem extrem starken Populationswachstum kommen konnte. Im zweiten Durchgang zeigte langfristig lediglich die Variante mit 50 *C. carnea*/m² einen ausreichenden Bekämpfungserfolg. Kurzfristig zeigte sich auch hier ab sieben Tage nach Ausbringung eine Aufteilung des Behandlungserfolges, mit der besten Reduktion durch 25-50 Larven/m², die bei 25 Larven jedoch nach 14 Tagen rasch abnahm. Insgesamt zeigte sich, dass eine Wiederholung der Pflanzenschutzmaßnahme bei akutem Befall häufiger als nach den empfohlenen 14-21 Tagen durchgeführt werden muss, um eine ausreichende Leistung zu erreichen. Ähnliches gilt für eine chemische Behandlung mit Pyrethrinen, die im Versuch zwar eine Direktwirkung zeigte, diese aber nicht sehr lange anhält. Der klassische Ansatz mit fünf *C. carnea*/m² ist ebenfalls nicht ausreichend, zumal eine präventive Ausbringung auf Grund des im Vergleich zu anderen Nützlingen begrenzten Suchverhaltens unnötig erscheint (WIETHOFF 2005).

Vergleich *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza*

In den vorgestellten beiden Versuchsdurchgängen zur Effektivität von *Chrysoperla carnea* und *Aphidoletes aphidimyza* konnte nur bei den Florfliegenlarven eine Sofortwirkung gegen die Blattlaus *A. fabae* beobachtet werden. Dieser Bekämpfungseffekt hielt bei *Chrysoperla carnea* bis ca. 10 Tage nach dem Einsatz an. Zur nachhaltigen Bekämpfung müsste spätestens nach 10 Tagen der nächste Einsatz folgen. Die Anzahl von 50 *Chrysoperla*-Larven/m² zeigte keinen vollständigen Bekämpfungserfolg gegen *A. fabae*. Erstaunlicherweise konnte die Populationsentwicklung von *A. gossypii* nicht durch den Einsatz der Florfliegenlarven aufgehalten werden. Der kurative Einsatz der Gallmücken *Aphidoletes aphidimyza* war auch bei hoher Aufwandmenge nicht erfolgreich. Die ersten Gallmückenlarven konnten bei der Bonitur 10 Tage nach Aussetzen der Puppen gefunden werden, so dass zwar von einer erfolgreichen Etablierung der Gallmücken im Bestand gesprochen werden kann, ohne jedoch einen Regulierungseffekt zu sehen.

Allgemeine Untersuchungen:

Untersuchungen zu unterschiedlichen Gewächshausbedachungsmaterialien

Die durchgeführten Versuche zur Populationsentwicklung von *Myzus persicae* und die Parasitierungsleistung von *A. colemani* unter den verschiedenen Bedachungsmaterialien der Strahlungskammern des INRES-Gartenbau in Bonn haben Screening Charakter und lassen keine eindeutigen Rückschlüsse zu. Die Versuche waren sehr stark geprägt von den äußeren Witterungseinflüssen, die relativ ungefiltert auf Pflanzen, Schädlinge und Nützlinge in den Häusern trafen. Da die Darstellung der Klimata in den Gewächshäusern starke Unterschiede, vor allem in der relativen Luftfeuchte, aufwies und die Versuche erste Ergebnisse zeigten, beziehungsweise den methodischen Umgang mit der Versuchsfrage klären konnten, sollten Einflüsse intensiver untersucht werden.

Untersuchungen zu unterschiedlichen Belichtungssystemen

In dem vorliegenden Versuch wurden zwei verschiedene LED-Lampentypen im Vergleich zur einer Natriumhochdrucklampe getestet und der Einfluss auf die Blattlausentwicklung und deren Parasitierung durch Schlupfwespen untersucht. In den Varianten Natriumhochdrucklampen wurden höhere Blattlauszahlen festgestellt und mehr Parasitierungen gefunden. Die Daten weichen jedoch nur geringfügig von den LED-Varianten ab und können nicht statistisch abgesichert werden. Um deutliche Effekte zu beweisen, müssten weitere Versuche angelegt werden. Alleine aus dieser Versuchsanlage können keine gesicherten Ergebnisse abgeleitet werden.

In wenigen Publikationen lassen sich Hinweise auf Effekte unterschiedlicher Lichtspektren und Belichtungsstärken auf Blattläuse oder Schlupfwespen finden. Zudem müssten Auswirkungen unterschiedlicher Lichtspektren auf die Pflanze und damit – in tritrophischen Systemen gedacht – auch auf Schädling und Nützling. JOHANSEN (2011) beschreibt Untersuchungen, die zeigen, dass UV-Licht im Bereich zwischen 280 und 390 nm wichtig

für das Flugverhalten von parasitierenden Hymenoptera sei. Das Such- und Orientierungsverhalten wird entscheidend vom Vorhandensein des UV-Lichtanteils beeinflusst. Die Rezeptoren von *Myzus persicae* sind nach JOHANSEN diese Rezeptoren auf die Wellenlängen 330-340 nm (UV-A), 490 nm (Blau) und 530 nm (Grün) spezialisiert. NISHIZAWA ET AL. (2012) beschreibt in seinem Versuch die Wirkung von UV-blockierenden Folien auf Insekten. Einige Insektenarten wie Schwebfliege, Zikade, Fliegen, Weiße Fliege und Blattläuse wurden durch reduziertes UV-A Licht beeinflusst. Die stärksten Effekte zeigten sich bei Blattläusen, deren Vermehrung unter der UV-blockierenden Folie deutlich reduziert war. Um weitere Informationen zur Versuchsthematik zu erhalten, wurde an der Hochschule Geisenheim, im Fachbereich Phytomedizin, im Rahmen einer B.Sc. Thesis eine ausführliche Wiederholung des Versuches durchgeführt, dessen Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst sind:

„Untersuchung zur Populationsentwicklung von Blattläusen und Parasitierungsleistung von Schlupfwespen unter verschiedenen Belichtungsquellen bei Petersilie“



Referentin: Prof. Dr. Annette Reineke,

Korreferentin: Dipl.-Ing. Hanna Blum

Vorgelegt von: Barbara Kiesgen

Hochschule Geisenheim

Versuchsfragen:

- Wie entwickelt sich eine Blattlauspopulation (*Myzus persicae*) unter Natriumdampflampen und 2 LED Varianten mit verschiedenen Lichtspektren?
- Wie wird die Parasitierungsleistung von Schlupfwespen (*Aphidius colemani*) durch verschiedene Beleuchtungen beeinflusst?
- Welchen Einfluss haben unterschiedliche Lichtspektren auf *Myzus persicae* und *Aphidius colemani*?

Tab. 65 Versuchsvarianten

	Variante	Lichtstärke (Elektronenflussdichte)	Charakteristik
VG 1	LED Valoya	35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	kein UV-Anteil, Grün-Gelbanteil 25%, Rotbereich 62%, Blauanteil 13%, 192Watt
VG 2	LED Valoya	75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
VG 3	LED Valoya	120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
VG 4	LED Bloompower white	35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	UV-Anteil 1%, Rot-Orangeanteil 71%, Blauanteil 16%, Grün-Gelbanteil 7%, 125Watt
VG 5	LED Bloompower white	75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
VG 6	LED Bloompower white	120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
VG 7	Natriumdampflampe Son-T	35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	Energieintensiv, hohe Wärmestrahlung, breites Lichtspektrum, starker Infrarotanteil, 400Watt
VG 8	Natriumdampflampe Son-T	75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	
VG 9	Natriumdampflampe Son-T	120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	

Versuchsmethodik:

Versuchszeitraum: 11.03.-01.04.2013

Schädling: Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*)

Nützling: Schlupfwespenart (*Aphidius colemani*)

Versuchspflanzen: 270 Petersilie, Sorte 'Einfacher Schnitt'

Versuchsvarianten (siehe oben) mit jeweils 30 Pflanzen, besetzt mit jeweils einer Blattlaus/Pflanze und 3 weiblichen und 2 männlichen Schlupfwespen/Variante. Besetzt am Versuchsbeginn. Besetzt am 7. Tag mit 3 weiblichen und 2 männlichen Schlupfwespen/Variante. Bonitur nach 7 Tagen, 14 Tagen, 21 Tagen. Der Versuch wurde am 21. Tag aufgrund der hohen Blattlauspopulation bei allen Varianten abgebrochen.

Ergebnisse:

Die Blattlauspopulation entwickelte sich bei allen Varianten ab dem 2. Boniturtermin gut. Die stärkste Populationsdynamik wurde bei Valoya registriert, die geringste bei Bloompower. Bei niedrigen Lichtstärken war die Vermehrung der Läuse stärker, als bei hohen. Die Versuchsverrechnung ergab für den 21. Versuchstag nur teilweise signifikante Ergebnisse.

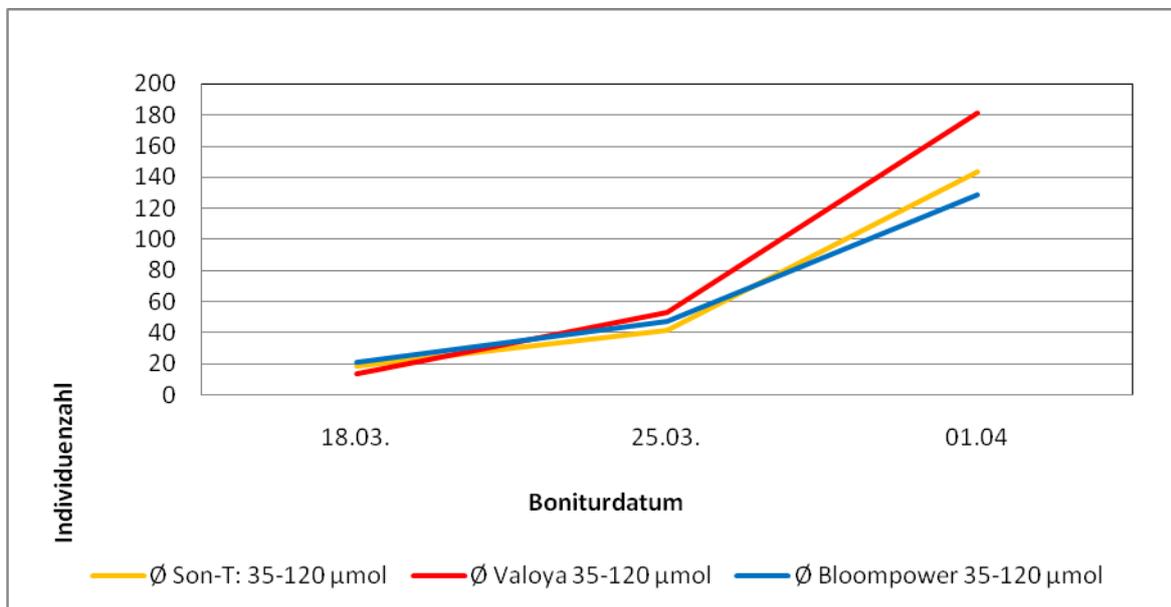


Abb. 132: Durchschnittliche Anzahl der bei den Boniturterminen (bei 30 Pflanzen)

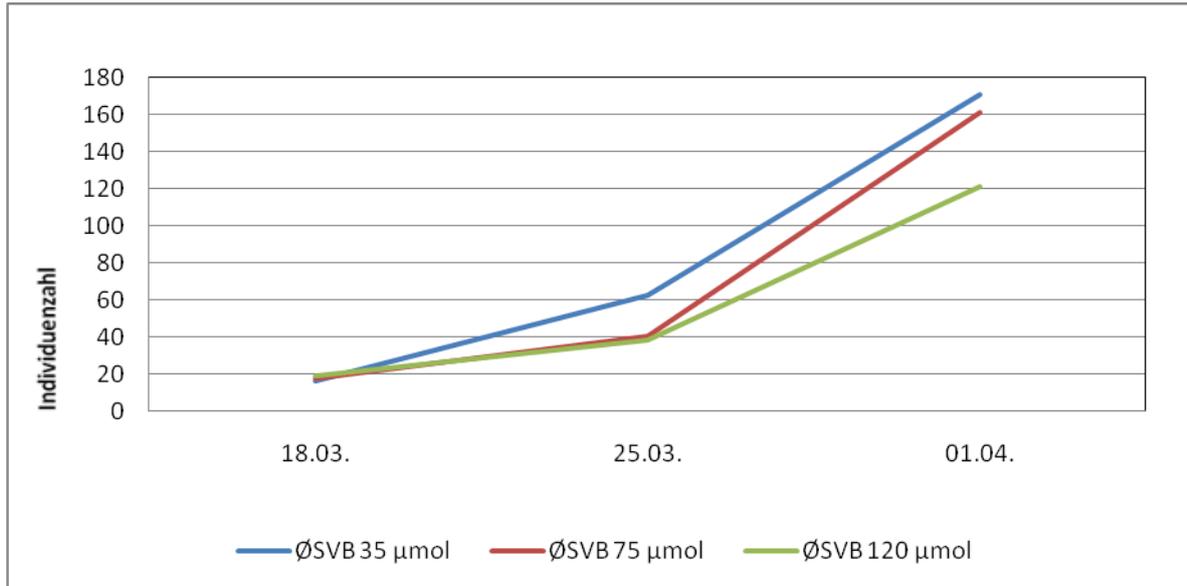


Abb. 133: Durchschnittliche Anzahl der bei den Boniturterminen (bei 30 Pflanzen) registrierten Blattläuse nach Lichtstärken

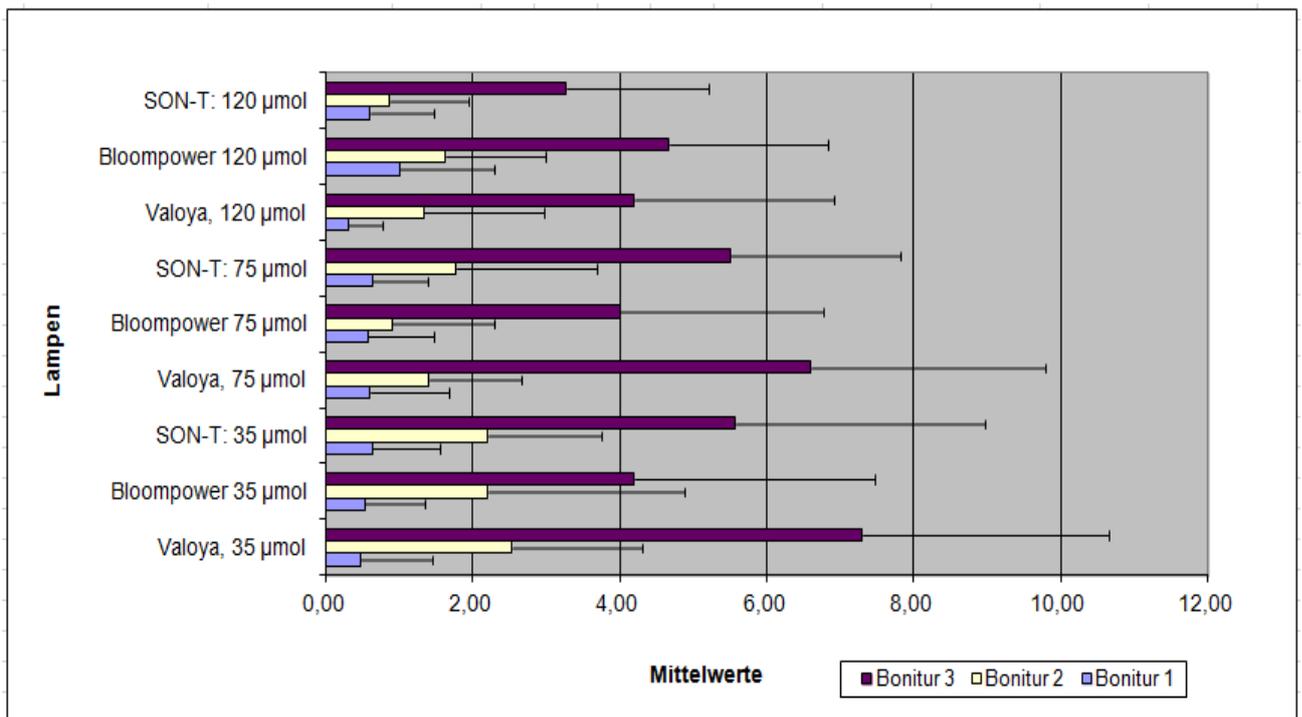


Abb. 134: Entwicklung der Blattlauspopulation unter den Verschieden Lampenarten und der unterschiedlichen Lichtstärken über den gesamten Versuchszeitraum (Mittelwerte mit Standardabweichung)

Die Parasitierungsleistung der Schlupfwespen war insgesamt niedrig, nur bei den Varianten 75 und 120 µmol/m²s der Natriumdampfampe konnten parasitierte Mumien registriert werden.

Diskussion:

Der Versuch hat den Vorversuch der Uni Bonn bestätigt, dass die Vermehrung von *Myzus persicae* durch niedrige Lichtstärken begünstigt wird. Es erscheint sinnvoll den Versuch mit anderen Wirtspflanzen (weniger krautiger Wuchs, längere Kulturdauer) ohne natürliche Beleuchtung zu wiederholen. Es könnte interessante Ergebnisse bringen, wenn sich die Lichtspektren vor allem im UV-Bereich noch stärker unterscheiden. Bei einer Wiederholung des Versuchs sollte man die Blattläuse auf weniger Pflanzen verteilen und über eine „Offene Zucht“ für die Schlupfwespen nachdenken, um diesen gegenüber den Blattläusen einen Entwicklungsvorsprung zu geben.

4.4 Trauermücken

Monitoring

Das Monitoring der adulten Trauermücken mit Gelbtafeln sowie die Untersuchung der Töpfe nach Larven zeigten einen permanenten Befall in beiden untersuchten Häusern.

Die Ausgangssituation in dem Warmhaus war für die Entwicklung der Trauermücken sehr günstig:

- durchgehende Produktion mit schwerpunktmäßig Basilikum,
- stark verlangsamtes Wachstum über Winter,
- *Pythium*-Befall in einzelnen Sätzen, die nicht direkt geräumt wurden.

Somit startete das Warmhaus mit einem starken Ausgangsbefall in die neue Saison. Im folgenden Verlauf war die satzweise Produktion der Topfkräuter auf Nachbartischen ungünstig, die Lagerung des Aussaatsubstrates im Warmhaus und der Transport von angekeimten Töpfen aus dem Warmhaus in die anderen Produktionsgewächshäuser. Im Warmhaus konnte der Befall trotz Behandlungsmaßnahmen nicht nachhaltig gedrückt werden. Aufgrund des starken Zufluges der Mücken konnte der Bekämpfungserfolg der durchgeführten Maßnahmen nicht beurteilt werden. Im Kalthaus, in dem die Produktion über November/Dezember ausgesetzt wurde, herrschte ein insgesamt trockeneres Produktionsklima, mit besserer Lüftungsmöglichkeit und hoher Lichteinstrahlung. Der Befall blieb deutlich unter dem des Warmhauses. Zu einem Befallshöhepunkt kam es, als die Basilikumproduktion in das Kalthaus ausgedehnt wurde, die Töpfe allerdings weiter im Warmhaus ausgesät wurden.

Mit einem Monitoring kann der Befallsverlauf in den Gewächshäusern gut abgebildet werden und Rückschlüsse auf mögliche Eintragsherde gezogen werden. Die regelmäßige Durchführung von Befallsuntersuchungen ist sehr zeitaufwendig und auch nur bei einer turnusmäßigen Durchführung mit einem sinnvollen Stichprobenumfang aussagekräftig. Bei einer Tischgröße von 10 m² sind zwei Gelbtafeln (7,5 x 20 cm) ausreichend, die direkt über dem Pflanzenbestand angebracht sind und alle zwei bis drei Wochen gewechselt werden müssen. Sollen durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen mit Gelbtafeln überprüft werden, sollten diese nach zehn Tagen ausgetauscht werden.

Die Substratuntersuchungen zeigen den Befall des Substrates zur Aussaat. Aufgrund der offenen Lagerung im mit Trauermücken befallenen Gewächshaus, konnte das Substrat von adulten Trauermücken besiedelt werden. Bei offener Gewächshauslüftung fand der Befall des Substrates auch bei Lagerung des Substrates außerhalb des Gewächshauses statt. Die Substratbebrütungen ergaben auf einzelnen Gelbtafeln bis zu 17 adulte Trauermücken in einem Zeitraum von vier Wochen ausgehend von einem 12er Topf mit Substrat befüllt. Mit

dem Bebrütungsverfahren können mit wenig Aufwand Substrate untersucht werden. LEHNHOF (2005) führte in seinen Untersuchungen die Substratbebrütung in Weckgläsern mit der jeweiligen Substratprobe eingehängter Gelbtafel und Abnetzung bei Zimmertemperatur (20-25 °C) durch. Die Auszählung der Trauermücken auf den Gelbtafeln erfolgte nach 28 Tagen. NEUBAUER(2013) verwendete einfache Kunststoffbecher, die mit Substratkomponenten gefüllt und mit Trauermückeneiern infiziert, dunkel bei 22 °C aufbewahrt wurden. Nach 28 Tagen konnten die ersten Mücken an den Gelbtafeln festgestellt werden. KOLLER (2004) empfiehlt einen Substrattestung der einzelnen Gebinde, nach dem Schema: Substrat direkt nach dem Öffnen des Substratsackes entnehmen, in eine Saatschale füllen, eine Gelbtafel auf die Saatschale legen, alle mit einem feinmaschigen Netz abdecken und bei Zimmertemperatur aufbewahren. Dabei muss das Substrat ausreichend feucht sein. Nach 3-4 Wochen können die Gelbtafeln ausgezählt werden. Die Untersuchungen von GERLACH (2008) zeigen, dass die Ausgangsbelastung im gelieferten Substrat eher als gering einzustufen ist und Kontaminationen erst im Betrieb entstehen. Allen voran wird die Eiablage von Trauermücken durch kleinste Löcher in den gelagerten Bales oder Säcken benannt, zu vermuten ist aber auch die Eiablage in frisch befüllte und besäte Töpfe durch Zuflug adulter Mücken.

Die Ergebnisse unterstreichen die große Bedeutung der präventiven Behandlung von Trauermückenlarven direkt zur Aussaat. Die Untersuchungen zeigen zudem, dass eine abgeschlossene Substratlagerung extrem wichtig ist, um einen Erstbefall mit Trauermücken zu unterbinden (Zuflug aus den Produktionsräumen oder natürliche Freilandverdriftung). Da die vollständige Regulierung des Schädling für viele Betriebe schwierig ist, sollte jede mögliche Maßnahme getroffen werden, die eine Ausbreitung verhindert. Zudem sollte für das Anzuchtsubstrat ein Behandlungsplan, ähnlich dem der Töpfe, eingehalten werden (Nematoden, Bodenraubmilben) und verstärkt auf Betriebshygiene geachtet werden.

Die Nematodenuntersuchungen zur Ausbringungsmenge und Nematodenanzahl in der ausgebrachten Lösung zeigte große Schwankungen sowohl in der Verteilgenauigkeit, wie auch in der Nematodenaufwandmenge. Aus dieser Tatsache könnte sich eine Lücke in der Trauermückenbekämpfung ergeben. Da die Wirksamkeit aller Regulierungsmaßnahmen bei sehr starkem Befall abnimmt, sollte gerade auf die frühe Regulierung der Larven zur Aussaat viel Wert gelegt werden.

Einsatz der Raubmilben *Hypoaspis miles* und *Macrocheles robustulus* gegen Trauermücken (Sciaridae)

Die Untersuchungen zum Einsatz der Effizienz der beiden Raubmilben gegen Trauermücken zeigten keine signifikanten Erfolge. In den ersten 21 Tagen war die Anzahl der Trauermücken in den mit Raubmilben bestückten Parzellen leicht niedriger als in der Kontrollvariante, nach 28 Tagen sank die Anzahl der Trauermücken in den unbehandelten Kontrollen, statistisch jedoch nicht signifikant. Keine der beiden Raubmilben zeigte in der Bekämpfung der

Trauermücken zufriedenstellende Wirkungen. *M. robustulus* war zunächst in der Lage die Trauermückenanzahl leicht zu reduzieren, die zweite Ausbringung zeigte hingegen keinen ausgewiesenen Bekämpfungserfolg. Ein starker Temperatureinfluss kann ausgeschlossen werden, da die Trauermücken und die Raubmilben die gleichen Wärmebedürfnisse haben (YDERGAARD ET AL. 1997, MESSELINK & VAN HOLSTEIN-SAJ 2008). Die Einsatzmenge von 250 Milben pro m² entsprach praxisüblichen Werten gegen einen akuten Trauermückenbefall (KOLLER 2004). Der in zwei Durchgängen mit jeweils vier Wiederholungen durchgeführte Versuch zeigt die Schwierigkeiten in der Bekämpfung von Trauermücken im Gewächshaus. Eine einzelne Bekämpfungsmethode ist gegen einen stärkeren Befall mit Trauermücken nicht ausreichend, auch hier muss frühzeitig und am besten mit einem Mix mehrerer Bekämpfungsmethoden gleichzeitig gegen die Schädlinge vorgegangen werden.

4.5 *Frankliniella occidentalis*

Einfluss niedriger Temperaturen und verkürzter Tageslichtlängen auf *F. occidentalis* und Raubmilben

In durchgeführten Biotests und auf Ganzpflanzen zeigte sich in Klimakammern ein signifikanter Einfluss der Temperatur auf die Populationsentwicklung von *F. occidentalis*. Bei 10 °C konnten über die gesamte Versuchsdauer sowohl auf *P. crispum*, als auch auf *O. basilicum* keine Nachkommen gezählt werden, so dass diese Temperaturvariante nicht weiter berücksichtigt wurde. Der Grund dafür ist die starke Verlangsamung der Individualentwicklung, Studien haben gezeigt, dass bei 10 °C die Entwicklung der Thrips vom Ei bis zum Schlupf über 30 Tage dauert und damit mehr als dreimal so lang wie bei 15 °C (MCDONALD ET AL. 1998). Die minimale Temperatur bei der die Entwicklung von *F. occidentalis* möglich ist, liegt demnach zwischen 8 und 11 °C (VAN RIJN ET AL. 1995, KATAYAMA 1997, MCDONALD ET AL. 1998). Bei 15 °C war der Befall sowohl auf *P. crispum* als auch auf *O. basilicum* geringer als bei 25 °C. Dies deckt sich mit den Angaben weiterer Studien, die neben einer starken Temperaturabhängigkeit der Entwicklung von *F. occidentalis* eine optimale Temperatur für den Schädling zwischen 25 und 30 °C feststellten (KATAYAMA 1997, MCDONALD ET AL. 1998, CHAISUEKUL & RILEY 2005, REITZ 2008). So kommt es neben einer rascheren Individualentwicklung auch zu einer höheren Ovipositionsrate bei höheren Temperaturen (CHAISUEKUL & RILEY 2005). Insgesamt zeigte sich auf *O. basilicum* ein stärkerer Befall als auf *P. crispum*. Auffällig ist die geringe Populationsentwicklung von *F. occidentalis* bei einer Wechseltemperatur von 25 °C tagsüber und 10 °C in der Nacht, bei einer Photoperiode von 16h:8h L:D. Es zeigt sich, dass bereits wenige Stunden mit stark reduzierter Temperatur zu einer stark verringerten Entwicklung der Thrips führen können. Diese Entwicklungsverzögerung resultiert hierbei nicht aus einer reproduktiven Diapause, da *F. occidentalis* eine solche im Gegensatz zu anderen Thripidae nicht eingeht (MURAI 1988, NAKAO 1994, ISHIDA ET AL. 2003).

Die räuberische Milbe *N. cucumeris* zeigte im Gegensatz zu *F. occidentalis* eine Reaktion auf die verkürzte Photoperiode, sowohl auf *P. crispum* als auch auf *O. basilicum*. Eine Reduktion der Anzahl *F. occidentalis* pro Pflanze wurde durch die Behandlung mit *N. cucumeris* bei 25 °C sowohl bei acht- als auch bei sechszehnstündiger Beleuchtung erzielt. In Biotests zeigte sich jedoch eine geringere Wirksamkeit des Nützlings bei kürzerer Photoperiode. Nur wenige Studien sind bislang über den qualitativen oder quantitativen Einfluss der Belichtung auf die Reproduktion bzw. Aktivität von Raubmilben durchgeführt worden (EL-BANHAWY 1976, 1977). MOREWOOD & GILKESON (1991) zeigten, dass *N. cucumeris* bei Nachttemperaturen über 21 °C auch bei langer Dunkelperiode nicht in eine Diapause gehen, so dass dies als Grund für die schwächere Schädlingskontrolle nicht in Frage kommt. Allerdings konnte gezeigt werden, dass *N. cucumeris* ausschließlich während der Photoperiode Eier ablegt und es bei

niedriger Lichtintensität und kurzer Tageslichtlänge (8h:16h L:D) zu einer Reduktion der Ovipositionsstärke kommt (ZILAHİ-BALOGH ET AL. 2007). Dies könnte die reduzierte Wirksamkeit des Nützlings bei kürzerer Tageslichtlänge erklären und bedeutet für die Nutzung im Gewächshaus bei geringer Lichtintensität und Tageslichtlänge ein geringeres Populationswachstum und damit geringere *N. cucumeris*-Zahlen, d.h. eine geringere Bekämpfungsleistung. Allerdings ist der Einfluss gering, auch die Raubmilben reagierten im Ganzpflanzenversuch stärker auf verringerte Temperaturen. Bei Wechseltemperaturen von 10 °C in der Nacht und 25 °C während der Photophase, war *N. cucumeris* nicht in der Lage die geringe Zahl *F. occidentalis* weiter zu reduzieren. Auf *P. crispum* befanden sich nach 14 Tagen in der behandelten Variante sogar mehr Thrips als in der unbehandelten, statistisch jedoch nicht signifikant. Dies liegt zum Teil daran, dass sich *N. cucumeris* primär von L₁-Larven von *F. occidentalis* ernährt, diese aber auf Grund der durch die geringe Nachttemperatur verlangsamten Entwicklung der Thrips kaum zur Verfügung standen (SHIPP & WHITFIELD 1991). Dazu kommt eine mittlere Lebensdauer von 10 Tagen für *N. cucumeris* wenn ihnen kein Futter zur Verfügung steht, so dass davon auszugehen ist, dass zumindest einige Raubmilben während des Versuches verhungert sind (DE COURCY WILLIAMS ET AL. 2004). Verringerte Temperaturen führen darüber hinaus zu einer verminderten Prädationsleistung, dies ist bei Wechseltemperaturen besonders relevant, da *N. cucumeris* sowohl tagsüber als auch nachts jagen (ZILAHİ-BALOGH ET AL. 2007).

Gewächshausversuche mit verschiedenen Aufwandmengen der Raubmilben *N. cucumeris* und *A. limonicus* gegen unterschiedliche Befallsstärken von *P. crispum* mit *F. occidentalis* zeigten signifikante Bekämpfungserfolge. Gegen einen Ausgangsbefall von 35 Thrips/m² wurden zunächst die kurativen Nützlingsmengen von je 150 Raubmilben/m² eingesetzt, die den Thripsbefall signifikant einschränkten. Die gleiche Einsatzmenge zeigte sich in Einsatz gegen eine doppelt so hohe Ausgangspopulation an *F. occidentalis*, die einen zu spät erkannten Thripsbefall simulierten, als nicht ausreichend und keine der beiden Raubmilbenarten war in der Lage die Thripszahl signifikant zu reduzieren. Trotzdem stieg die Anzahl an Töpfen ohne oder mit nur einer gefundenen *F. occidentalis* in den mit Raubmilben behandelten Varianten. Empfehlungen von Produzentenseite liegen bei Einsatzmengen zwischen 50-100/m², alle ein oder zwei Wochen (SYNGENTA 2013) Der Pflanzenschutzdienst Hamburg empfiehlt die Ausbringung von 50 alle zwei, bzw. 100 *N. cucumeris*/m² alle vier Wochen bei Befallsbeginn (GÖTTE 2012). DE COURCY WILLIAMS (2001) erreichte eine effektive Thripsreduktion in Alpenveilchen (*Cyclamens* pp.) durch eine biologische Bekämpfung mit 200 *N. cucumeris*/m² pro Woche. Eine signifikante Reduktion des frühzeitig festgestellten *F. occidentalis*-Befalls konnte mit der kurativen Ausbringmenge in den hier dargestellten Versuchen nach 22 Tagen festgestellt werden. Dies deckt sich zeitlich mit aus der Literatur zu entnehmenden Werten. ARTHURS ET AL. (2009) zeigte signifikante Reduktionen des Chilithrips *Scirtothrips dorsalis* durch den Einsatz der Raubmilben *N. cucumeris* und

Amblyseius swirskii nach 28 Tagen. Ein Einsatz von *N. cucumeris* gegen *F. occidentalis* auf Tomaten führte bei SHIPP & WANG (2003) erst nach fünf Wochen zu einem Behandlungserfolg. In der dritten Variante mit hoher Ausbringungsmenge (250 Raubmilben/m²) gegen einen reduzierten (frühzeitig entdeckten) Ausgangsbefall (20 *F. occidentalis*, war *N. cucumeris* in der Lage, den Schädlingsdruck trotz erhöhter Temperaturen auf dem gleichen Niveau wie in Durchgang 1 zu halten. Dies war möglich, obwohl in der Kontrollvariante ein 2,5fach erhöhter Befall erreicht wurde. *A. limonicus* reduzierte den Thripsbefall ebenfalls signifikant, jedoch nicht so stark wie *N. cucumeris*, obwohl in Vergleichsstudien zwischen den beiden Arten eine höhere Nahrungsaufnahme, sowie stärkere Oviposition von *A. limonicus* gegenüber *N. cucumeris* festgestellt wurde (VAN HOUTEN ET AL. 1995a, MESSELINK ET AL. 2006). Dies könnte an der niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit liegen, die im Laufe des Versuches mehrfach unter die Grenzwerte für beide Raubmilbenarten fiel. Dieser liegt bei *A. limonicus* allerdings niedriger als bei *N. cucumeris* (MCMURTRY & SCRIVEN 1965, SHIPP & VAN HOUTEN 1997). VAN DRIESCHE ET AL. (2005) zeigte bei Erhöhung der ausgebrachten Nützlingsmenge von 53 auf 190 *N. cucumeris*/m² pro Woche eine Reduktion der Larvenzahl von *F. occidentalis* von 50-70 %.

Es zeigte sich, dass beide Raubmilben in der Lage sind, die Anzahl an *F. occidentalis* zu reduzieren, solange sie frühzeitig und in entsprechend hoher Dosis ausgebracht werden. Da allerdings auch schon geringe Thripszahlen zu großen Schäden führen können, ist eine alleinige Raubmilbenausbringung nicht ausreichend, insbesondere, wenn keine optimalen Klimabedingungen vorliegen. Die in der Literatur als besser zur Thripsbekämpfung geeignet bezeichnete Raubmilbe *A. limonicus* erwies sich modernen *N. cucumeris*-Stämmen gegenüber nicht als vorteilhaft.

„Überschwemmung“

Mit einer „Überschwemmung“ von *Chrysoperla*-Larven bei akutem Thripsbefall in Topfpetersilie, lässt sich eine Population von *F. occidentalis* bei Larvenmengen von *Chrysoperla carnea* > 20 Tiere/m² dezimieren, bei Aufwandmengen über 50 bis 200 Larven sogar deutlich reduzieren. Je nach Dynamik des Thripsbefalls fällt die Wirkung mehr oder weniger zufrieden stellend aus. Damit ist die Anwendung deutlich risikobehaftet. Eine komplette Bekämpfung der Thripse konnte in keiner Versuchsanlage erreicht werden. Die Effekte waren eher kurzfristig und legen eine Mehrfachausbringung (maximal in wöchentlichem Abstand) nahe. Dabei spielt auch der Ausgangsbefall im Bestand eine wichtige Rolle, der wiederum schwer zu ermitteln ist (keine homogene Verteilung der Thripse im Bestand).

Das vergleichsweise eingesetzte Insektizid NeemAzal T/S konnte 2%ig bei zweimaliger Applikation ebenfalls keine vollständige Bekämpfung erzielen. Bei hohen Aufwandmengen von *Chrysoperla*-Larven muss mit einem starken Kannibalismus der Larven gerechnet

werden. Inwieweit genügend Larven zur Bekämpfung der Thripse verbleiben, lässt sich anhand der Versuche nicht beziffern. Die Versuche zeigen, dass grundsätzlich eine Wirkung sowohl bei *Chrysoperla carnea* wie auch bei NeemAzal gegeben ist. Es muss nun über eine Verfeinerung der Applikationsstrategie nachgedacht werden und diese wirtschaftlich beurteilt werden.

Stecklingsbehandlung

In drei Versuchsreihen zur Tauchbehandlung von Stecklingen wurde geprüft, ob eine Übertragung von Thripsen von den Mutterpflanzen in die Anzucht zu vermeiden ist. Mit der Tauchbehandlung sollen möglichst geringe Aufwandmengen an Pflanzenschutzmitteln genutzt werden und eine optimale Benetzung aller Pflanzenteile erreicht werden. Neben dem Effekt des Abwaschens der Larven an den Stecklingen, wird mit der Behandlung versucht, die leicht ins Blattgewebe versenkten Thripseier zu schädigen und eine nachgelagerte Infektion der Anzuchten über Eier zu verhindern. Geprüft wurden die Substanzen NeemAzal T/S, Neudosan, Quassiaextrakt und der Einsatz von insektenpathogenen Nematoden (*Steinernema feltiae*). Versuchskulturen waren Thymian, Pfefferminze und Grüne Minze. **NeemAzal T/S** zeigte in allen Versuchsanlagen die beste Wirkung und konnte teilweise komplett thripsfreie Stecklingsanzuchten bewirken. Die Wirkung von Neudosan war nicht eindeutig positiv zu bewerten. Die Tauchdauer lag meist bei 1 Minute, teilweise bis zu 5 Minuten. Bei den Mittelkonzentrationen wurden die für eine Spritzapplikation empfohlenen Mengen eingesetzt. In der ersten Versuchsreihe wurde die Konzentration von NeemAzal stark gesenkt, basierend auf Erfahrungen von BARBI und RICHTER (2009), da Blattschäden befürchtet wurden. Phytotoxische Schäden blieben allerdings komplett aus. Im Falle von NeemAzal könnte mit einer **Konzentration von 2 %** gearbeitet werden, bei einer **Tauchdauer von 1 Minute**. Der Abwascheffekt der Thrips durch das Tauchen, wurde in den reduzierten Thripszahlen bei der Varianten Wasser deutlich. Der Effekt war allerdings nicht ausreichend und hatte keinen Einfluss auf die Eier der Thrips. Basierend auf den Versuchen kann keine Aussage zu den Effekten der Behandlung auf andere Schaderreger, allen voran Blattläuse und Zikaden getroffen werden, da diese nicht konkret mit beobachtet wurden.

Eine Stecklingsbehandlung mit NeemAzal T/S könnte als weiterer Baustein in der Thripsregulierung empfohlen werden. Dazu muss allerdings immer die Zulassungssituation mit dem zuständigen Pflanzenschutzdienst abgeklärt sein. Zum besseren Handling der Tauchbehandlung könnte das Stecklingsmaterial nach dem Schneiden in einem Gazesack in die Pflanzenschutzbrühe getaucht werden. Es muss darauf geachtet werden, dass sich die Stecklinge in der Brühe nicht zu dicht lagern, damit alle Pflanzenteile ausreichend benetzt werden. Unklar ist, ob Tauchdauern über 5 Minuten die Stecklinge schädigen und ob die Spritzbrühe über einen längeren Zeitraum genutzt werden kann. Zur Stabilität von dem Neem-Wirkstoff Azadirachtin in der Spritzbrühe wurden keine Untersuchungen angestellt.

BARBI und RICHTER beschreiben Erfahrungen mit der Tauchbehandlung von Poinsettienstecklingen gegen die Weiße Fliege. Bei den geprüften Mitteln wurde jeweils von Spritzkonzentrationen ausgegangen und eine Tauchdauer von 1 Minute gewählt. Unter den Prüfsubstanzen waren folgende Mittel, die für den ökologischen Anbau verwertbar sind:

Neudosan, mit 1 % und 4 %

Nematoden, mit 2500/ml und 5000/ml

NeemAzal T/S, mit 0,5 % und 2,5%

sowie entomopathogene Pilze (Mycotal), wobei diese Mittel keine Zulassung zur Anwendung in Deutschland besitzen. Keine Wirksamkeit und zudem Pflanzenschäden zeigte das Mittel Neudosan. NeemAzal T/S schnitt sehr gut ab.

Im BÖL-Vorhaben zur Zikadenregulierung an Arznei- und Gewürzpflanzen (<http://orgprints.org/20471/>) wurde eine Tauchbehandlung von Rosmarinjungpflanzen in Anzuchtpaletten vor dem Topfen geprüft. Die verwendeten Mittel waren Quassia und NeemAzal T/S, mit den Aufwandmengen 6 g Quassin/ha, bei einem Wasseraufwand von 600 l/ha + 0,3 % S-Forte und einer Tauchdauer von 2 Minuten (entspricht: 22,2 g Quassia MD auf 20 l). Und 3 l/ha NeemAzal T/S, bei einem Wasseraufwand von 600 l/ha + 0,3 % S-Forte (entspricht 100 ml NAT auf 20 l) bei ebenfalls 2 Minuten Tauchdauer. Dabei wurden die Rosmarinstecklinge in den Anzuchtplatten im Spätsommer angewurzelt und dann die gesamte Platte getaucht. Diese Behandlung wurde 3 x vor Winter durchgeführt, um so eine Ausbreitung der Zikaden über Winter zu verhindern und im Frühjahr zikadenfreies Topfmaterial zu haben. Die Paletten standen nach der letzten Behandlung unter einem Kulturschutznetz. In der Kontrolle und Quassia-Variante konnten über den gesamten Versuchszeitraum und zur Abschlußbonitur im Frühjahr vereinzelt Zikadenlarven festgestellt werden, während die NeemAzal T/S-Variante komplett zikadenfrei war. Die Tauchbehandlung von vegetativem Vermehrungsmaterial ist ansonsten nur gegen pilzliche Schaderreger bekannt, teilweise nachgewiesenermaßen auch wirksam. Zur Erzeugung von ökologischem Rebpfanzgut wurden mit einer Tauchbehandlung der Mittel Kaliumpermanganat, Schwefelkalk, Biozell 2000, Wofa stetil und Menno-Florades eine phytosanitäre Wirkung nachgewiesen und diese positiv gegen Befall mit Botrytis und anderen rindenbesiedelnden Pilzen geprüft. Der Einsatz von chemischen Fungiziden zur Stecklingsgesundheit ist weiterhin im konventionellen Zierpflanzenanbau bekannt.

Monitoringverfahren

Für die Bekämpfung von Thrips mit Nützlingen ist die frühzeitige Erkennung des Schädling im Bestand sehr wichtig, um mit dem Nützlingseinsatz bei einem geringen Befall starten zu können. Aus diesem Grunde wurden Monitoringverfahren bei *F. occidentalis* geprüft. Üblicherweise werden Klebetafeln in den Betrieben zur Kontrolle eines Thripsbefalls verwendet. Die Tafeln sind einfach zu installieren und geben bei regelmäßiger Auswertung

und Austausch einen Hinweis auf das Auftreten der Schaderreger. Erfasst werden die adulten Insekten. Zur Auswahl geeigneter Bekämpfungsmaßnahmen ist das Verfahren daher nur bedingt empfehlenswert, da sich aus den Fangzahlen schlecht populationsdynamische Entwicklungen ableiten lassen. Blautafeln werden zum Monitoring von *Frankliniella occidentalis* (und anderen Thripsarten) von verschiedenen Nützlingsanbietern mittlerweile günstig angeboten. CHANG-CHI CHUET AL. (2000) fassen in ihrem Übersichtartikel eine Reihe an wissenschaftlichen Untersuchungen zusammen, die ebenfalls eine hohe Attraktivität blauer (und weißer) Klebetafeln für Thripse belegen. Der hohe spektrale Reflexionsgrad der Tafeln im Bereich von 400 – 480 nm scheint dabei für Thripse besonders attraktiv zu sein. Die Firma Koppert empfiehlt den Einsatz von fünf kleinen Leimtafeln (25 x 10 cm) pro 1.000 m² zu Monitoring-Zwecken und eine Tafel pro 20 m² bei der Schädlingskontrolle in Befallsherden. KÖHLER & HANKE (2007) plädieren für zwei bis drei Tafeln der Größe 25 x 40 cm je 20 m²-Tisch bei Befallsdruck.

KÖHLER und HANKE (2007) haben in ihren Untersuchungen zum Nützlichenseinsatz in Topfkräutern anhand von Blautafelfängen kulturspezifische Anfälligkeiten von Kräuterarten beschrieben und Grenzdichten erarbeitet, die als Richtwert für einen Einsatz von Weichwanzen als biologische Gegenspieler genommen werden können (Blautafelwerte: Tab. 66). In den vorliegenden Versuchen wurden die Pflanzen nur zur Bonitur bewegt. Bei häufigerem Bewegen der Pflanzen, eventuell auch Einsatz eines Streichelwagens mit mechanischem Berührungszreiz, könnte dies ein Auffliegen der Thripse bedeuten und eine höhere Fangrate bewirken.

Tab. 66: Untersuchung zur Anfälligkeit von Topfkräutern für Thripse (KÖHLER UND HANKE 2007)

	Blautafelwert (20m ²), ab dem Schäden auftreten
Majoran	35
Oregano	35
Salbei	60
Thymian	50
Basilikum	20
Minze	20
Petersilie	10
Bohnenkraut	10
Melisse	8
Liebstock	5
Estragon	5
Kerbel	10

Mit dem Einsatz des Pheromons ThriPher konnte keine verstärkte Anlockung adulter Thrips aus dem Bestand, auf die Blautafeln erzielt werden. Bei dem Lockstoff des Produktes ThriPher von BioBest, handelt es sich um ein Aggregationspheromon, welche von beiden Geschlechtern produziert werden und zur geschlechtsunspezifischen Anziehung von Spezies derselben Art führt. Männliche und weibliche Thripse werden an die Lockstoffkapseln angezogen und kommen damit aus dem Bestand heraus. In vielen Veröffentlichungen ist nachzulesen, dass mit den Lockstoffen Thrips verstärkt aus dem Bestand heraus, an die Blautafeln gezogen werden, bzw. sich im oberen Pflanzenteil aufhalten und dadurch effektiver mit Pflanzenschutzmitteln zu treffen sind. Verschiedene Nützlingsfirmen bieten pheromonhaltige Lockstoffe zur Erhöhung der Fangzahlen der Klebetafeln an. Nach Angaben von Biobest lockt ThriPher über einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen weibliche und männliche Thrips an. Da der Lockstoff spezifisch für *Frankliniella occidentalis* entwickelt wurde, bleiben andere Thripsarten oder Nützlinge unbeeinflusst. Vom Hersteller wurde berichtet, dass besonders höhere Temperaturen $> 20\text{ °C}$ die Ausbreitung des Pheromons begünstigen und die Effektivität steigern können. Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen konnte keine effizientere Kontrolle der Thrips durch einen Anlockungseffekt beobachtet werden. Auszählen und Ausklopfen der Thrips von den Pflanzen sind für die Praxis die aufwendigsten Monitoringverfahren. Mit dem Auszählen konnte in der vorliegenden Versuchsreihe erst sehr spät ein Thripsbefall festgestellt werden, während das Ausklopfen der Pflanzen in ein weißes Gefäß oder auf ein Rasterpapier das eindeutig erfolgreichste Verfahren war.

Das Ausklopfen der Pflanzen hat den Vorteil einer gesamten Untersuchung des Schädlingsaufkommens auf der Pflanze, da bei dem Ausklopfen auch Blattläuse, Raupen und Zikaden, sogar Trauermücken mit ausgeschüttelt werden. Je mehr Pflanzen untersucht werden, desto genauer ist die Aussage zum Befall. In der Praxis sollte die Anzahl Pflanzen an der Produktionsfläche, der Artenvielfalt und dem Produktionszeitraum ausgerichtet werden. Die meisten Schadinsekten sind gerade bei geringem Befall sehr inhomogen auf den Pflanzen verteilt und daher schwer zu finden.

4.6 *Macrolophus pygmaeus*

In Gewächshausversuchen wurden die Aktivität und der Aktionsradius von *M. pygmaeus*, sowie ihre Eignung als polyphager Räuber in warmen Sommermonaten im Gewächshaus untersucht. Als Wirtspflanzen waren *S. officinalis* und *B. officinalis* ausgewählt worden, auf deren haarigen Blättern sich die Raubwanze gut etablieren lässt und signifikant mehr Eier ablegt als an anderen Pflanzen, womit sie als potentielle Depotpflanzen im Gewächshaus geeignet sind (KÖHLER & HANKE 2005, 2007). Darüber hinaus kommen sie im Topfkräuteranbau häufig vor und müssen nicht extra angezogen und aufgestellt werden.

Es lässt sich feststellen, dass der Fund der Raubwanzen auf den Pflanzen temperaturabhängig war. Bei niedrigeren Temperaturen sank die Aktivität der Tiere und sie waren auf den Pflanzen nicht mehr zu entdecken. Die Temperaturuntergrenzen liegen bei 10-15 °C, eine räuberische Aktivität beginnt bereits unter 15 °C, höhere Temperaturen von 16-25 °C sind hier optimaler (WHEELER 2001, HILLERT ET AL. 2002). Insgesamt wurden auf Pflanzen, die mit sterilisierten *E. kuehniella*-Eiern belegt waren mehr *M. pygmaeus* gefunden, als auf Pflanzen ohne Futter. Dies deutet auf eine aktive Futtersuche der Raubwanzen hin. INGEGUS ET AL. (2011) zeigten darüber hinaus, dass Futter auf den Wirtspflanzen essentiell für die Entwicklung von *M. pygmaeus* zum adulten Tier ist.

Im ersten Durchgang zeigte *M. pygmaeus* eine Etablierungszeit von 26 Tagen auf der Ausgangspflanze *S. officinalis* und 28 Tage auf *B. officinalis*, was einer Ausbreitungszeit von zwei Tagen entspricht und die von KÖHLER & HANKE (2005, 2007) beschriebene gute Eignung dieser Pflanzen als Depotpflanzen bestätigt. Ab dem ersten Tag, an dem F₁-Larven von *M. pygmaeus* gefunden worden ließ sich darüber hinaus ein sofortiger, rascher Anstieg der Wanzenzahlen im Gewächshaus feststellen, so dass man von einer erfolgreichen Etablierung sprechen kann.

Im zweiten Durchgang war die Etablierung durch die höheren Temperaturen um zehn Tage (38 %) beschleunigt. Zwar konnten nach zwei Tagen bei der Bonitur keine *M. pygmaeus* entdeckt werden, dies lag aber an den zu Versuchsbeginn sehr hohen Temperaturen von über 30 °C und starker Einstrahlung. PERDIKIS ET AL. (1999, 2004) zeigten, dass das Entwicklungsoptimum der Tiere bei 30 °C liegt. Darüber hinaus sind *M. pygmaeus* häufig nachtaktiv, so dass von reduzierter Aktivität bei starker Einstrahlung auszugehen ist. Bei Temperaturen über 30 °C konnte eine verkürzte Lebenserwartung der Raubwanzen, sowie verringerte Eiablagezahlen festgestellt werden (TER HORST 2000, PERDIKIS & LYKOURESSIS 2000, 2003).

Im zweiten Durchgang konnten über die gesamte Versuchslaufzeit keine F₁-Larven auf den mit *E. kuehniella* belegten *B. officinalis*-Pflanzen gefunden werden. Auf den von *A. pisum* befallenen Pflanzen zeigte sich jedoch eine gegenüber der Ausgangspflanze um einen Tag

verkürzte Etablierungszeit. Dementsprechend lässt sich schlussfolgern, dass sich *M. pygmaeus* auf Pflanzen mit Blattläusen schneller etabliert als bei künstlicher Zufütterung.

Macrolophus pygmaeus im Winter

In einem weiteren Versuch wurde die Eignung von *M. pygmaeus* zur ganzjährigen Etablierung auch in den Wintermonaten im laufenden Topfkräuterbetrieb untersucht. (Nov. 2011 – Feb. 2012). Hier konnte eine erfolgreiche Ansiedlung festgestellt werden. Auffällig war eine verzögerte Entwicklung der Larvenzahlen in dem näher an der Außenwand des Gewächshauses stehenden Netzes. Dies lässt sich wahrscheinlich durch die thermisch ungünstigere Positionierung des Netzkäfigs erklären und zeigt die im vorherigen Versuch gezeigte Bedeutung der Temperatur für die Entwicklungsgeschwindigkeit der Raubmilben. Erste Larven konnten bei den verhältnismäßig geringen Temperaturen von 14-16 °C nach 40 Tagen aufgefunden werden. KÖHLER & HANKE (2007) zeigten eine Etablierungszeit von *M. pygmaeus* von fünf Wochen und empfehlen daher eine rechtzeitige, präventative Ausbringung im Gewächshaus. In den Netzkäfigen wurden die meisten Larven auf *O. basilicum*-Hochstämmen und *M. suaveolens* var. *Variegata* (Ananasminze) gefunden. Erstere stand in der Blüte und bot damit Pollen als zusätzliches Futterangebot, welches von den Raubmilben verwertet werden konnte (PERDIKIS & LYKOURESSIS 2000, WACHMANN ET AL. 2004, VANDEKERKHOVE & DE CLERCQ 2010). Jedoch war sie wesentlich voluminöser (ca. 5-mal), als die behaarte *M. suaveolens*, so dass die relative *M. pygmaeus*-Zahl im Verhältnis zur Größe geringer ausfällt. Dies bestätigt den erfolgreichen vorherigen Versuch und damit auch die Ergebnisse von KÖHLER & HANKE (2007), dass haarige Pflanzen von *M. pygmaeus* als Depotpflanzen bevorzugt werden, wenn ein ausreichendes Futterangebot besteht (LYKOURESSIS ET AL. 2001).

Nach Öffnung der Netze dauerte es erneut ca. 4 Wochen, bis Larven von *M. pygmaeus* auf den markierten *M. suaveolens*-Pflanzen zu finden waren, was die bisherigen gemessenen Etablierungszeiten stützt. Eine Ausbreitung erfolgte zunächst im beheizten Teil des Gewächshauses (Warmhaus) in der Nähe der Käfige und breitete sich anschließend auch ins Kalthaus aus. Die komplette Verteilung im gesamten Gewächshaus (ca. 700 m²) dauerte von den beiden Ausgangspunkten etwa 3,5 Monate. Es zeigte sich, dass es wie auch im vorhergehenden Modellversuch zu einer relativ langsamen Ausbreitung auf Grund eines reichlichen Futterangebotes in der Nähe der Ausbringungspflanzen kam. Eine stärkere Verteilung der Raubmilben im Gewächshaus bereits bei Ausbringung, würde diese Etablierungszeit wahrscheinlich verringern. Mit speziellen Ausbringsystemen können bis zu doppelt so schnelle Etablierungszeiten erreicht werden (SCHOLZ-DÖBELIN 2011).

5. Zusammenfassung

Auch wenn der Nützlingseinsatz als zentrales Element des biologischen Pflanzenschutzes in anderen gartenbaulichen Sparten ein weit entwickeltes System ist, sind die Strategien nicht problemlos auf die Topfkräuterproduktion übertragbar. In einem zweijährigen Vorhaben wurden daher Grundlagen des Nützlingseinsatzes im ökologischen Topfkräuteranbau erarbeitet und deren Umsetzung unter praxisnahen Bedingungen geprüft.

Die meist polyphagen Problemschädlinge, die auf Topfkräutern vorkommen, sind häufig die gleichen wie auch in anderen Kulturen, dennoch funktionieren bereits etablierte Nützlingskonzepte im Topfkräuteranbau oftmals nicht zufriedenstellend. Gründe können in kulturspezifischen Anbauverfahren liegen, ungünstigen Klimabedingungen während der Winterproduktion, dem extrem hohen Artenspektrum oder den aromabildenden sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, welche oft als chemische Signalstoffe auf Insekten wirken. Dazu kommen extrem kurze wie auch extrem lange Kulturstandzeiten und die speziellen Herausforderungen im Betriebsmanagement. Diese Gründe betreffen sowohl die Schadinsekten als auch die Nützlinge sowie die durchgeführten Monitoringsmaßnahmen im Betrieb.

Für die Topfkräuterproduktion liegen nicht ausreichend wissenschaftliche Grundlagen und praxisnahe Versuche vor, um effektive und effiziente Managementstrategien entwickeln und diese in der Praxis etablieren zu können. Der Fokus dieser Arbeit lag daher darin, den Einfluss der biotischen und abiotischen Besonderheiten der Topfkräuterproduktion auf Modellschädlinge unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen und damit wissenschaftlich fundierte Grundlagen zu schaffen.

Dafür wurden zunächst mit der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) und dem Kalifornischen Blütenthrips (*Frankliniella occidentalis*) entsprechende Modellschädlinge ausgewählt. Sie zeichnen sich durch große Schäden in der Topfkräuterproduktion aus und stellen auf Grund multipler Resistenzen gegen chemische Pflanzenschutzmittel im ökologischen wie auch im integrierten Anbau wichtige Problemschädlinge dar. In einem ersten Schritt wurde in Laboruntersuchungen die Entwicklung der Insekten unter Beeinflussung der erwähnten Einflussfaktoren untersucht und diese Ergebnisse auf Versuche an ganzen Pflanzen und schließlich auf Gewächshausversuche unter semirealistischen Bedingungen übertragen.

Zur Bekämpfung der Schädlinge wurden ausschließlich kommerziell erhältliche Nützlinge verwendet, die in marktüblicher Weise direkt vom Produzenten bezogen wurden. Zunächst erfolgten für die Nützlinge Laboruntersuchungen der Bekämpfungsleistung unter dem Einfluss spezieller abiotischen und biotischen Faktoren. Anschließend wurden Praxisuntersuchungen zum Nützlingseinsatz im Gewächshaus durchgeführt.

Bei *M. persicae* zeigte sich ein starker Temperatureinfluss auf die Populationsentwicklung. Deutlich wurde jedoch, dass *M. persicae* auch bei niedrigen Temperaturen von unter 15 °C eine nicht zu vernachlässigende Gefahr im Gewächshaus darstellen kann. Zwar sank die individuelle Entwicklungsgeschwindigkeit der Blattläuse bei geringeren Temperaturen, während die Nachkommenzahl aber nur in einem geringeren Maße beeinflusst wurde. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die Populationsentwicklung bei 16 stündiger Beleuchtung signifikant höher ist, als bei auf 11 Stunden reduzierter Photoperiode. Eine weitere Reduktion der Tageslichtlänge zeigte jedoch keinen signifikanten Einfluss mehr, was bedeutet, dass *M. persicae* auch bei sehr kurzen Tagen im Winter ausreichend Licht für eine Ausbreitung im Gewächshaus erhält.

Ein Einfluss der Blattmorphologie von glatter bzw. krauser Petersilie (*Petroselinum crispum*) auf die individuelle Entwicklung der Blattläuse konnte nicht nachgewiesen werden. Eine schlechtere biologische Bekämpfbarkeit auf krauser Petersilie ist daher lediglich von der Suchleistung des Nützlings abhängig, der eventuell versteckt sitzende Blattläuse nicht erreicht.

Verschiedene Basilikumsorten mit unterschiedlicher Zusammensetzung ihrer ätherischen Öle zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der Blattlaus *Aulacorthum solani*. Auf Sorten des Chemotyps „Reunion“, der sich durch erhöhten Gehalt an Eugenol auszeichnet, zeigten die Blattläuse eine höhere Mortalitätsrate als auf anderen Sorten. In Laboruntersuchungen mit den reinen ätherischen Ölen, konnten diese Ergebnisse nur teilweise bestätigt werden. Es ist daher von einer Kombinationswirkung der Bestandteile des ätherischen Öles auszugehen, deren genaue Wirkweise weiter untersucht werden muss.

Die zur Bekämpfung der Blattlaus *M. persicae* verwendeten Schlupfwespenarten reagierten unterschiedlich stark auf suboptimale Klimabedingungen. Einen sehr starken Einfluss zeigte die Temperatur, bei 10 °C wurden kaum Eier abgelegt und die Entwicklung der Tiere war stark verlangsamt. Eine Bekämpfung im Gewächshaus ist bei diesen Temperaturen nicht mehr möglich. Es war jedoch auffällig, dass die Schlupfwespenart *Ephedrus cerasicola* zwar insgesamt eine inkonsistentere Ovipositionsleistung während der Versuche zeigte, jedoch bei verringerter Temperatur und Dunkelheit besser abschnitt als *Aphidius colemani* und *A. matricariae*. *E. cerasicola* zeichnete sich darüber hinaus dadurch aus, dass sich die von ihnen parasitierten Blattläuse vor Verpuppung der Schlupfwespenlarven verstecken. Dies bietet insbesondere im Topfkräuteranbau den Vorteil, dass die Pflanzen optisch frei von Mumien sind, die dem Konsumenten missfallen könnten. Bei Laboruntersuchungen legten alle drei Arten während einer 4 stündigen Ovipositionszeit bei Dunkelheit wesentlich weniger Eier als mit 3.000 lx Beleuchtung. Dies deutete auf eine optische Komponente bei der Suche nach einem geeigneten Wirt hin. Unter Gewächshausbedingungen zeigte *A. matricariae* eine signifikant bessere Bekämpfungsleistung gegen *M. persicae* bei 16 stündiger Beleuchtung als bei 8 stündiger Beleuchtung. Der Erfolg eines Schlupfwespeneinsatzes hängt also neben der Wirtsspezifizierung primär von der Temperatur ab. Eine zusätzliche Beleuchtung im Winter

ist neben den pflanzenbaulichen Effekten, demnach nicht zu vernachlässigen, da sie den Nützlingseinsatz signifikant unterstützt. Bei der Wahl des Parasitoiden spielt seine Adaption an die Klimabedingungen eine große Rolle, da signifikante Unterschiede zwischen den Arten vorliegen. Hier könnte sich eine entsprechende Züchtung oder Suche nach weiteren möglichen Nützlingsarten als hilfreich erweisen. Verschiedene Schlupfwespenarten wurden weiterhin zur Regulierung von *Aphis fabae* geprüft. Diese im Topfkräuterbereich problematische Blattlausart konnte erfolgreich mit der Schlupfwespe *Lysiphlebus testaceipes* auf Estragon (*Artemisia dracuncululus*) bekämpft werden. Von besonderem Interesse war die Beurteilung des kommerziell erhältlichen Schlupfwespenmix BasilProtect[®], welcher speziell für die Topfkräuterproduktion zusammengestellt wurde. Dieser wurde mit dem herkömmlichen Verfahren der präventiven Blattlausbekämpfung mit einer Offenen Zucht verglichen und zeigte die gleiche Effektivität bei deutlich geringerem Arbeitsaufwand. Um diese Ergebnisse weiter zu untermauern, wurde mit der Hochschule Geisenheim im Rahmen einer B.Sc. Thesis eine Etablierung der Offenen Zucht mit der neuartigen Zusammenstellung von Schlupfwespen untersucht und als geeignetes Verfahren befunden.

Neben Parasitoiden wurden auch Prädatoren gegen Blattläuse eingesetzt. Hier sind insbesondere die Larven der Florfliege (*Chrysoperla carnea*) zu nennen. Diese zeigten bei 16 stündiger Beleuchtung sowohl in Petrischalen in Laborversuchen als auch im Gewächshaus eine signifikant stärkere Blattlausbekämpfung als bei 8 stündiger Beleuchtung. Auch bei diesem Nützling ist auf eine ausreichende Zusatzbeleuchtung im Winter zu achten, um ein effektives Schädlingsmanagement betreiben zu können. Niedrige Temperaturen von bis zu 10 °C hingegen zeigten kaum Einfluss auf die Fraßleistung der Larven. Untersuchungen zur benötigten Ausbringung zeigten sehr deutlich, dass geringe Mengen unter 25 Tieren/m² keine ausreichende Blattlausbekämpfung im Gewächshaus gewährleisten können. Die Effekte großer Ausbringungsmengen waren dabei langsamer als chemische Pflanzenschutzmittel und große Ausgangsbefallsmengen konnten nicht ausreichend schnell bekämpft werden, so dass eine frühzeitige Ausbringung immens wichtig ist. Es konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass eine vierzehntägige Ausbringung der Nützlinge nicht ausreichend ist und *C. carnea* in kürzeren Intervallen im Gewächshaus verteilt werden muss. Eine Herdbehandlung mit dem Prädatoren *Aphidoletes aphidimyza* war bei Petersilie nicht erfolgreich, da die Entwicklung der räuberischen Gallmücke zu langsam verlief.

Um den Einfluss einer kombinierten Glas-Folie-Gewächshausbedachung auf die Entwicklung von *Myzus persicae* zu prüfen, konnten im Rahmen des Projektes nur erste Tastversuche durchgeführt werden, die allerdings auf Effekte der veränderten Gewächshausklimaführung hinwiesen. Auch die Versuche zur Populationsentwicklung von *Myzus persicae* unter einer Zusatzbelichtung mit LED-Lampen konnte nicht abschließend bearbeitet werden. Allerdings konnten innerhalb des Vorhabens wichtige methodische Ansätze zur Untersuchung dieser modernen Produktionsverfahren von Gewächshauskulturen generiert und erste

Versuchsergebnisse gewonnen werden, welche die Bedeutung dieser Produktionsfaktoren auf die Schädling-Nützling-Beziehung darlegten.

Der Kalifornische Blütenthrips *F. occidentalis* zeigte sowohl in Labor- als auch in Ganzpflanzenuntersuchungen eine sehr starke Abhängigkeit der Populationsentwicklung von der Umgebungstemperatur. Bei 25 °C wurden signifikant mehr Nachkommen gezählt als bei 15 °C und bei 10 °C konnten über den kompletten Versuchszeitraum keine Nachkommen gezählt werden. Auch eine Abkühlung in der Nacht auf 10 °C bei einer Tagestemperatur von 25 °C, zeigte bereits eine sehr starke Reduktion der Nachkommenzahl. In Gewächshausversuchen konnte gezeigt werden, dass *F. occidentalis* sehr schnell auf steigende Temperaturen reagiert und sich die Population rasch vergrößerte. Die Photoperiode hatte hingegen keinen Einfluss auf die Populationsentwicklung der Thripse.

Die zum Pflanzenschutz eingesetzten Raubmilben *Neoseiulus cucumeris* zeigten jedoch eine verminderte Fraßleistung bei von 16 auf 8 Stunden reduzierter Tageslichtlänge. Somit ist für einen erfolgreichen Nützlingseinsatz eine entsprechende Zusatzbeleuchtung im Winter bzw. Frühjahr sehr hilfreich, zumal *F. occidentalis* bereits früh im Jahr ein starkes Problem darstellen kann, wenn er im Gewächshaus überwintern konnte und sich mit den ersten erhöhten Temperaturen rasch vermehrt. In Gewächshausversuchen zeigte die erst kürzlich ins Nützlingssortiment aufgenommene Raubmilbe *Amblyseius limonicus*, die in der Literatur als deutlich effektiver in der Thripsbekämpfung beschrieben wird als *N. cucumeris*, nicht als vorteilhaft. Beide Raubmilben waren in der Lage, die Thripspopulation zwischen Oktober und März signifikant zu reduzieren. Hier zeigte sich, dass eine frühzeitige Ausbringung in ausreichender Menge insbesondere bei wärmeren Temperaturen unabdingbar ist, um eine ausreichende Schädlingsbekämpfung sicherzustellen. Der Einsatz des Prädatoren *Chrysoperla carnea* zur Regulierung des Thripsbefalls in Petersilie konnte schon bei Einsatzmengen ab 20 Tiere/m² deutliche Effekte erzielen. Diese waren allerdings zu kurzfristig, um diese kostenintensive Maßnahme als favorisierten Baustein einer Thripsregulierung zu empfehlen. Eine interessante Maßnahme zur Thripsregulierung stellte allerdings das Verfahren der Stecklingstauchbehandlung dar. Bei generativ vermehrten Kräuterarten kann durch das Tauchen der Stecklinge in Pflanzenschutzmittellösungen ein Erstbefall verhindert werden. Zu diesem Themenkomplex wurde im Rahmen des Vorhabens eine Diplomarbeit an der Hochschule Weihenstephan angefertigt.

Ein wichtiger Faktor in der Regulierung des Kalifornischen Blütenthrips *F. occidentalis* an Petersilie stellt die frühzeitige Erkennung des Schaderregers dar. Die Testung unterschiedlicher Monitoringverfahren zeigte, dass mit dem Ausklopfen der Pflanzen, im Vergleich zum herkömmlichen Monitoring über Klebetafeln, weitaus früher Thripse gefunden wurden. Regulierungsmaßnahmen könnten somit bei einem deutlich niedrigeren Befallsniveau angesetzt werden, was wiederum zu einer Effizienzsteigerung der Maßnahmen führt.

Da sich Blattläuse und Thripse sehr schnell fortpflanzen und immens große Populationen in kurzer Zeit aufbauen können, ist eine frühzeitige Bekämpfung extrem wichtig. Insbesondere im biologischen Pflanzenschutz, muss frühzeitig eingegriffen werden. Um bereits erste in ein Gewächshaus eindringende Schädlinge zu bekämpfen, bietet sich eine dauerhafte Etablierung von polyphagen Nützlingen im Gewächshaus an. Bei Parasitoiden kann dies im Sommer über die Offene Zucht erfolgen. Eine Ansiedlung polyphager Prädatoren findet zurzeit in Gewächshäusern selten statt. Als geeigneter Antagonist kann die Raubwanze *Macrolophus pygmaeus* verwendet werden, die im Gegensatz zu *Orius laevigatus* keine Diapause unter Kurztagbedingungen eingeht. Zur Untersuchung, ob sich die Raubwanzen in Topfkräuterbetrieben ganzjährig etablieren lassen, wurde zunächst die Eignung von Borretsch (*Borago officinalis*) als mögliche Depotpflanze untersucht. Eine Nutzung von definierten Depotpflanzen bietet den Vorteil, dass Tiere gezielt im Gewächshaus gehalten und vermehrt werden können, ohne im Rahmen des satzweisen Verkaufes der Pflanzen mit abgegeben zu werden. Borretsch kommt häufig im Kräuterbetrieb vor und hat haarige Blätter, die von *M. pygmaeus* zur Eiablage bevorzugt werden. Versuche im Gewächshaus haben gezeigt, dass sich *B. officinalis* sehr gut als Depotpflanze eignet. Weitere Versuche in einem Topfkräuter produzierenden Betrieb zeigten, dass sich *M. pygmaeus* in wenigen Wochen im Gewächshaus ansiedeln lässt und ganzjährig etabliert werden kann. Somit kann dieser Nützlichling ein hilfreicher Baustein eines ganzheitlichen Nützlingsmanagements darstellen.

Es lässt sich festhalten, dass die untersuchten Schädlinge von niedrigen Temperaturen und verkürzter Tageslichtlänge, wie sie im Winter im Gewächshaus vorkommen können, in ihrer Populationsentwicklung beeinträchtigt werden. Dennoch findet auch unter widrigen klimatischen Bedingungen eine Vermehrung statt, dementsprechend muss eine passende Regulierungsstrategie ausgelegt werden. Da bereits wenige Blattläuse oder Thrips ausreichen, um bei besseren klimatischen Bedingungen rasch eine neue Population aufzubauen, ist jedoch auch in der kühlen Jahreszeit eine Bekämpfung notwendig. Die Nützlinge haben meist höhere Ansprüche an das Klima als die Schädlinge, so dass hier optimierend eingegriffen werden sollte. Eine Zusatzbeleuchtung zur Verlängerung der Tageslichtlänge verstärkt sowohl die Wirkung von Schlupfwesen und *C. carnea*-Larven gegen Blattläuse, als auch die Fraßleistung der tagaktiven Raubmilben, die zur Bekämpfung des Kalifornischen Blütenthrips eingesetzt werden. Erhöhte Temperaturen beschleunigen die Individualentwicklung der Tiere, so dass insbesondere Schlupfwespen, die sich einzeln in Blattläusen vom Ei zum Imago entwickeln, von einer Beheizung profitieren.

Der Befall mit Trauermücken stellt im ökologischen Anbau eine besondere Herausforderung dar. Um in einer Analyse der Produktionsabläufe die Infektionspunkte sowie Ausbreitungs- und Vermehrungsquellen näher zu beschreiben, wurde in einem Praxisbetrieb ein Monitoring des Schaderregers durchgeführt. Deutlich wurde die Übertragung der Trauermücken durch eine frühe Basilikumproduktion unter, für den Schädling günstigen Klimabedingungen: warm, feucht, wenig Licht. Ausgehend von diesen Überwinterungsproduktionsstätten erfolgt eine

Verbreitung im ganzen Betrieb. Die praxisüblichen Regulierungsmaßnahmen haben nachfolgend bei hohem Befall aufgrund des hohen Vermehrungspotentials der Trauermücken nur geringe Effekte.

Der Einfluss ätherischer Öle im Topfkräuteranbau auf Insekten ist nicht zu unterschätzen. Bereits verschiedene Arten von *O. basilicum* hemmten die Blattlausentwicklung in den durchgeführten Versuchen signifikant unterschiedlich. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um den Einfluss der einzelnen Inhaltsstoffkomponenten genauer zu untersuchen und Strategien für den Topfkräuteranbau zu entwickeln.

In dem Vorhaben konnten durch zahlreiche Versuchsarbeiten und intensiven Kontakt mit Praxis und Beratung Impulse für eine Optimierung des Nützlingseinsatzes in der Topfkräuterproduktion geliefert werden.

6. Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Der Nützlingseinsatz stellt ein attraktives Verfahren zur Schädlingsregulierung in der ökologischen und integrierten Topfkräuterproduktion dar. Ein erfolgreicher Einsatz von Nützlingen hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab, die immer betriebsspezifisch analysiert und angepasst werden müssen. Die Betriebe in Nordrhein-Westfalen haben die Möglichkeit, mit engagierten Fachberatungsteams der Landwirtschaftskammer zur Produktion und zum Pflanzenschutz sowie den Öko-Beratungsteams gemeinsam Konzepte für einen Nützlingseinsatz zu entwickeln. Die langjährige Fachkenntnis der Beratung und die Möglichkeit zu einer längerfristigen Betreuung von Betrieben, stellen eine günstige Voraussetzung für die Entwicklung von Nützlingsstrategien dar. Nützlingsmaßnahmen können von Beratungsseite begleitet und die Effektivität im Vergleich zu anderen Betrieben eingestuft werden.

Ziel dieses Vorhabens war, die gemeinsame Beratungsarbeit mit Fakten und Kenngrößen zu unterstützen. Die Kenntnis um die biologischen Grundlagen zu den Schaderregern und den Nützlingen kann wichtige Anhaltspunkte bei der Auswahl und der Bewertung von Regulierungsmaßnahmen geben. Die Testung neuer Nützlinge oder neuer Produkte unter Versuchsbedingungen sollen neue Impulse bieten, aber auch Informationen zum Potential der Maßnahmen.

Die Versuchsergebnisse werden auf CD an die Beratungsteams weitergereicht und im persönlichen Gespräch diskutiert. Weitere Interessierte haben die Möglichkeit, den Abschlussbericht nach dessen Veröffentlichung einzulesen oder über die Projektleitung zu beziehen.

Nach Projektabschluss sind Treffen mit Nützlingsanbietern geplant, um die Projektergebnisse unter den speziellen Bedingungen der Topfkräuterproduktion zu diskutieren.

In praxisnahen Veröffentlichungen sollen einzelne Strategiebausteine vorgestellt und bewertet werden. Die Projektarbeiten werden zudem Gegenstand von Informationsveranstaltung sein (Trauermückentag, Februar 2014).

Praxisbetrieben sollen besonders mit den Arbeiten zum Monitoring Methoden an die Hand gegeben werden, den Schädlingsdruck zu erfassen und zu bewerten.

In studentischen Arbeiten an der Universität Bonn werden einzelne Fragestellungen zum Nützlingseinsatz in der Topfkräuterproduktion fortgeführt. Die Untersuchungen zum Einfluss ätherischer Öle auf die Entwicklung von *Aulacorthum solani* werden derzeit in der M.Sc. Thesis beschrieben und der Einfluss der Blattlausentwicklung unter neuartigen Gewächshausbedachungsmaterialien wird 2014 in einer B.Sc. Thesis intensiver geprüft.

7. Literaturverzeichnis

- ALBERT R. (2010): Erfahrungen mit biologischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Gartenbau. *Journal für Kulturpflanzen* 62(3): 84-88.
- ALBERT, R., HASSAN, S.A., STEPHAN, D. UND JEHL, J. (2010): Bekämpfung von Schädlingen unter Glas, im Wintergarten und am Blumenfenster. In: *Biologischer Pflanzenschutz*. aid Heft 1030/2010, 10. Auflage, aid Infodienst, Bonn, 43-79.
- ALDYHIM, Y.N. UND KHALIL, A.F. (1993): Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. *Entomol. Exp. Appl.* 67: 167-172.
- ALFORD, L., BLACKBURN, T.M. UND BAKE, J.S. (2012): Effect of latitude and acclimatization on the lethal temperatures of the peach-potato aphid *Myzus persicae*. *Agr. Forest Entomol.* 14:69-79.
- ALFORD, L., HUGHES, G.E., BLACKBURN, T.M. UND BALE, J.S. (2012): Walking speed adaption ability of *Myzus persicae* to different temperature conditions. *B. Entomol. Res.* 102(3): 303-313.
- AMONGERO NORIEGA, C.M. (2013): Evaluation of the use of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as biological agents for the control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on *Petroselinum crispum* as a plant-model of potted herbs during wintertime. Diplomarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- AN, C., FEI, X., CHEN, W. UND ZHAO, Z. (2012): The integrative effects of population density, photoperiod, temperature, and host plant on the induction of alate aphids in *Schizaphis graminum*. *Arch. Insect Biochem.* 79: 198-206.
- ARTHURS, S., MCKENZIE, C.L., CHEN, J., DOGRAMACI, M., BRENNAN, M., HOUBEN, K. UND OSBORNE, L. (2009): Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swiskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. *Biol. Control* 49(1): 91-96.
- ATTEYYAT, M., ABU-ROMMAN, S., ABU-DARWISH, M. UND GHABEISH, I. (2012): Impact of flavonoids against woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and its sole parasitoid, *Aphelinus mali* (Hald.). *J. Agr. Sci.* 4(2): 227-236.
- BAEZ, I., REITZ, S.R., FUNDERBURK, J.E. UND OLSON, S.M. (2011): Variation within and between *Frankliniella* thrips species in host plant utilization. *J. Insect Sci.* 11: 41. Online unter: <http://www.insectscience.org/11.41>.
- BALASUBRAMANI, V. UND SWAMIAPPAN, M. (1994): Development and feeding potential of the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph. (Neur. Chrysopidae) on different insect pests of cotton. *Anz. Schadlingskde. Pfl. Umwelt.* 67(8): 165-167.
- BARBOSA, L.R., AUAD, A.M. UND FREITAS, S. (2000): Predatory capacity of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) in hydroponic lettuce plants. *Revista de Agricultura (Piracicaba)* 2000 Vol. 75 No. 3 pp. 349-358.
- BARLOW, C.A. (1962): The influence of temperature on the growth of experimental populations of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Aphididae). *Can. J. Zool.* 40(2): 145-156.

- BATTAGLIA, D., POPPY, G., POWELL, W., ROMANO, A., TRANFAGLIA, A. und PENNACCHIO, F. (2000): Physical and chemical cues influencing the oviposition behavior of *Aphidius ervi*. *Entomol. Exp. Appl.* 94: 219-277.
- BENNETT, R.N. und WALLSGROVE, R.M. (1994): Tansley Review No. 72. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New. Phytol.* 127(4): 617-633.
- BERNAL, J. und GONZALEZ, D. (1993): Temperature requirements of four parasites of the russian wheat aphid *Diuraphis noxia*. *Entomol. Exp. Appl.* 69: 173-182.
- BIRCH, L.C. (1948): The intrinsic rate of increase of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- BLACKMAN, R.L. und EASTOP, V.F. (2000): *Aphids on the world's crops: an identification and information guide*. 2. Auflage, John Wiley & Sons Inc, New York.
- BMELV (2011): *Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland*. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster Hiltrup.
- BMELV (2013): *Der Gartenbau in Deutschland – Daten und Fakten*. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Bonn.
- BOLVIN, G., HANCE, T. und BRODEUR, J. (2012): Aphid parasitoids in biological control. *Can. J. Plant Sci.* 92(1): 1-12.
- BÖLV (2013): *Zahlen – Daten – Fakten – Die Bio-Branche 2013*. Hrsg.: Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW), Berlin.
- Braendle, C., Davis, K.G., Briesson, J.A. und Stern, D.L. (2006): Wing dimorphism in aphids. *Heredity* 97:192-199.
- BRODEUR, J. und MCNEIL, J.N. (1989): Biotic and abiotic factors involved in diapause induction of the parasitoid, *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *J. Insect Physiol.* 35(12): 969-974.
- BUCHMAN, N. und CUDDINGTON, K. (2009): Influences of pea morphology and interacting factors on pea aphid (Homoptera: Aphididae) reproduction. *Environ. Entomol.* 38(4): 962-970.
- BYEON, Y.W., TUDA, M., TAKAGI, M., KIM, J.H. und CHOI, M.Y. (2011): Life history parameters and temperature requirements for development of an aphid parasitoid *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environ. Entomol.* 40(2): 431-440.
- CAMPBELL, A., FRAZER, B.D., GILBERT, N., GUITIERREZ, A.P. und MACKAUER, M. (1974): Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11(2): 431-438.
- CHAIB, I. (2010): Saponins as insecticides: a review. *Tunis. J. Plant Prot.* 5(1): 39-.
- CHAI SUEKUL, C. und RILEY, D.G. (2005): Host plant, temperature, and photoperiod effects on ovipositional preference of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 98(6): 2107-2113.
- CHANG-CHI, C., PINTER, P.J., HENNEBERRY, T.J., UMEDA, K., NATWICK, E.T., WEI, Y.-A., REDDY, V. R. und SHREPATIS, M. (2000): Use of CC Traps with Different Trap Base Colors for Silverleaf Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae), Thrips (Thysanoptera: Thripidae), and Leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae), *Journal of Economic Entomology*, 93 (4): 1329-1337.

- CHOI, W.I., LEE, S.G., PARK, H.M. und AHN, Y.J. (2004): Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 97(2): 553-558.
- CHRISTIANSEN-WENIGER, P. und HARDIE, J. (1999): Environmental and physiological factors for diapause induction and termination in the aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *J. Insect Physiol.* 45: 357-364.
- DASSONVILLE, N., THIELEMANS, T., RUISINGER, M. und ROSEMEYER, V. (2012): Preventive controls of aphids in ornamental plants with complementary parasitoids. *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University* 77(4): 533-540.
- DE COURCY WILLIAMS, M.E. (2001): Biological control of thrips on ornamental crops: Interactions between the predatory mite *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on cyclamen. *Biocontrol Sci. Technol.* 11(1): 41-55.
- DE COURCY WILLIAMS, M.E., KRAVAR-GARDE, L., FENLON, J.S. und SUNDERLAND, K.D. (2004): Phytoseiid mites in protected crops: the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acar.* 32(1): 1-13.
- DE LOACH, C.J. (1974): Rate of increase of populations of cabbage, green peach, and turnip aphids at constant temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 67(3): 332-340.
- DETZEL, P. und PIROWITZ, L. (2005): Trauermücken in Bio-Topfkräutern, *Zeitschrift Gemüse*, 5/2005, S. 20 + 21.
- DEVONSHIRE, A.L., FIELD, L.M., FOSTER, S.P., MOORES, G.D., WILLIAMSON, M.S. und BLACKMAN, R.L. (1998): The evolution of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Mysus persicae*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 353(1376): 1677-1684.
- DIGILIO, M.C., MANCINI, E., VOTO, E. und DE FEO, V. (2008): Insecticide activity of mediterranean essential oils. *J. Plant Interact.* 3(1): 17-23.
- DU, Y., POPPY, G.M. und POWELL, W. (1996): Relative importance of semiochemicals from first and second trophic levels in host foraging behavior of *Aphidius ervi*. *J. Chem. Ecol.* 22(9): 1591-1605.
- DU, Y., POPPY, G.M., POWELL, W., PICKETT, J.A., WADHAMS, L.J. und WOODCOCK, C.M. (1998): Identification of semiochemicals released during aphid feeding that attract parasitoid *Aphidius ervi*. *J. Chem. Ecol.* 24(8): 1355-1368.
- DUDEN: Die neue deutsche Rechtschreibung. 23. Auflage, 2004, Dudenverlag, Mannheim u.a..
- EGGLETON, P. und GASTON, K.J. (1990): „Parasitoid“ species and assemblages: convenient definitions or misleading compromises? *Oikos* 59(3): 417-421.
- EL-BANHAWY, E.M. (1976): Biology of the predacious mite *Amblyseius brazilli* (Phytoseiidae: Mesostigmata) under different photoperiod, light intensity and temperature regimes. *Anais Soc. Entomol. Brasil* 5(1): 86-94.
- EL-BANHAWY, E.M. (1977): Effect of photoperiod, light intensity and temperature on the development and reproduction of the predacious mite *Amblyseius brazilli* (Phytoseiidae: Mesostigmata). *Rev. Bras. Biol.* 37(3): 579-583.
- EL-HOSARY, R.A. (2011): Evaluation of some essential oils against *Sesamia cretica* Led. under field conditions. *J. Amer. Science* 7: 563-568.

- EL-TAEIF, H.A., EL-GHARIANI, I.M. und BATAW, A.A. (2008): Some biological data on the predator Green Lacewing *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae). Egypt. J. Biol. Pest Co. 18(1): 243-248.
- FENG, R. und ISMAN, M.B. (1995): Selection for resistance to azadirachtin in the green peach aphid, *Myzus persicae*. Experientia 51: 831-833.
- FRANCIS, F., HAUBRUGE, E. und GASPAR, C. (2000): Influence of host plants on specialist/generalist aphids and on the development of *Adialia bipunctata* (Coleoptera: Ciccinellidae). Eur. J. Entomol. 97(4): 481-485.
- FUJIWARA, C. und NOMURA, M. (1999): Effects of photoperiod and temperature on larval development of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 43(4): 175-179.
- GERLACH, W. (2008): Verhalten von Trauermücken bei der Produktion von Bio-Topfkräutern. Informationsdienst Weihenstephan, Oktober, 2008.
- GROOS, U. (2011): Kräutertag – Einführung und Situation. Vortrag: Kräutertag des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen (LLH), Geisenheim, 10.02.2011.
- GUERRIERI, E., PENNACCHIO, F. und TREMBLAY, E. (1993): Flight behavior of the aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera, Braconidae) in response to plant and host volatiles. Eur. J. Entomol. 90(4): 415-421.
- HACK, H., BLEIHOLDER, H., BUHR, L., MEIER, U., SCHNOCK-FRICKE, U., WEBER, E. und WITZENBERGER, A. (1992): Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen – Erweiterte BBCH-Skala – Allgemein. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 44: 265-270.
- HARBORNE, J.B. (1990): Role of secondary metabolites in chemical defense mechanisms in plants. In: Bioactive compounds from plants. Ciba Foundation Symposium 154, Wiley, Chichester, 126-139.
- HASSAN, S.A., ALBERT, R. und ROST, W.M. (1993): Pflanzenschutz mit Nützlingen: im Freiland und unter Glas. 1. Auflage, Eugen Ulmer GmbH und Co., Stuttgart .
- HATANO, E., KUNERT, G., MICHAUD, J.P. und WEISSER, W.W. (2008): Chemical cues mediating aphid location by natural enemies. Eur. J. Entomol. 105(5): 797-806.
- HE, X.Z., WANG, Q. und TEULON, D.A.J. (2004): Emergence, sexual maturation and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). N. Z. Plant Protect-SE. 57: 214-220.
- HENRY, C.S., BROOKS, S.J., THIERRY, D., DUELLI, P. und JOHNSON, J.B. (2001): The common green lacewing (*Chrysoperla carnea* s. lat.) and the sibling species problem. In: McEven P, New T, Whittington A (Hrsg.) Lacewings in the crop environment, 1. Auflage, Cambridge University Press, Cambridge, 29-42.
- HEUVELINK, E., BAKKER, M.J., HOGENDONK, L., JANSE, J., KAARSEMAKER, R. und MAASWINKEL, R. (2006): Horticultural lighting in the Netherlands: new developments. Acta Hort. 711: 25-34.
- HILLERT, O., JÄCKEL, B. und PLATE, H.P. (2002): *Macrolophus pygmaeus* (Rambur 1839) (Heteroptera, Miridae) – ein interessanter Nützlich im biologischen Pflanzenschutz. Gesunde Pflanzen 54(3-4): 66-73.
- HOFFMANN, G.M., NIENHAUS, F., POEHLING, H.M., SCHÖNBECK, F., WELTZIEN, H.C. und WILBERT, H. (1994): Lehrbuch der Phytomedizin. 3. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.

- HOFVANG, T. und HAGVAR, E.B. (1986): Oviposition behavior of *Ephedrus cerasicola* (Hym.: Aphidiidae) parasitizing different instars of its aphid host. *Entomophaga* 31(3): 261-267.
- HOMMES, M. und TER HORST, S. (2002): Development and life-span of *Macrolophus pygmaeus* Rambur at different temperatures and influence of host plants and prey. *Bull. IOBC/wprs* 25(1): 103-106.
- HOOPERBRUGGE, H., VAN HOUTEN, Y., KNAPP, M. und BOLCKMANS, K. (2011): Biological control of thrips and whiteflies on strawberries with *Ampblydromalus limonicus* and *Amblyseius swirskii*. *Bull. IOBC/wprs*: 68:59-63.
- HORI, M. (1998): Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a greenhouse. *J. Chem. Ecol.* 24(9): 1425-1432.
- HUIGNARD, J., LAPIED, B., DUGRAVOT, S., MAGNIN-ROBERT, M. und KETOH, G.K. (2008): Modes d'action neurotoxiques des dérivés soufrés et de certaines huiles essentielles et risques liés à leur utilisation. In: Renault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C (Hrsg.) *Biopesticides d'Origine Végétale*. 2. Auflage, Lavoisier Tech & Doc, Paris 219-231.
- INGEGUS, B.L., PANSA, M.G. und TAVELLA, L. (2011): Plant preference in the zoophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biol. Control* 58(3): 174-181.
- IRLICH U.M., TERBLANCHE, J.S., BLACKBURN, T.M., und CHOWN, S.L. (2009): Insect rate-temperature relationships: environmental variation and the metabolic theory of ecology. *Am. Nat.* 174(6): 819-835.
- ISHIDA, H., MURAI, T., SONODA, S., YOSHIDA, H., IZUMI, Y. und TSUMUKI, H. (2003): Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Appl. Entomol. Zool* 38(1): 65-68.
- ISIK, M. und GÖRÜR, G. (2009): Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae). *Mun. Ent. Zool.* 4(2): 424-431.
- JÄCKEL, B., ALT, S. und BALDER, H. (2011): Untersuchungen zum Einfluss von Temperatur und Licht auf die Fröbleistung von *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839) (Heteroptera: Miridae) an verschiedenen Weiße Fliege-Arten. *Gesunde Pflanz.* 62(3-4): 133-138.
- JANDRICIC, S.E., WRAIGHT, S.P., BENNETT, K.C. und SANDERSON, J.P. (2010): Developmental times and life table statistics of *Aulacorthum solani* (Homoptera: Aphididae) at six constant temperatures, with recommendations on the application of temperature-dependent development models. *Environ. Entomol.* 39(5): 1631-1642.
- JENSEN, S.E. (2000): Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integr. Pest Manage. Rev.* 5(2): 131-146.
- JOHANSEN, N.S., VÄNNINEN, I., PINTO, D.M., NISSINEN, A.I. und SHIPP, L. (2011): In the light of new greenhouse technologies: 2. Direct effects of artificial light on arthropods and integrated pest management in greenhouse crops. *Ann. Appl. Biol.* 159(1): 1-27.
- KATAYAMA, H. (1997): Effect of temperature on development and oviposition of Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 41: 225-231.
- KAZEMI, F. und MEHRNEJAD, M.R. (2011): Seasonal occurrence and biological parameters of the common green lacewing predators of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Homoptera: Psyllidae). *Eur. J. Entomol.* 108: 63-70.
- KENNEDY, J.S., EASTOP, V.S. und DAY, M.F. (1962): A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. 1. Auflage, Commonwealth Institute of Entomology, London.

- KHUDR, M.S., OLDEKOP, J.A., SHUKER, D.M. und PREZIOSI, R.F. (2013): Parasitoid wasps influence where aphids die via an interspecific indirect genetic effect. *Biol. Lett.* 9(3) DOI: 10.1098/rsbl.2012.1151.
- KIESGEN, B. (2013): Untersuchung zur Populationsentwicklung von Blattläusen und Parasitierungsleistung von Schlupfwespen unter verschiedenen Belichtungsquellen bei Petersilie Hochschule Geisenheim University, B.Sc. Thesis.
- KIRK, W.D.J. (1995): Feeding behavior and nutritional requirements. In: Parker BL, Skinner M, Lewis T (Hrsg.) *Thrips biology and management*. Plenum Press, New York, 21-30.
- KLINGAUF, F., BESTMANN, H.J., VOSTROWSKY, O. und MICHAELIS, K. (1983): Wirkung von ätherischen Ölen auf Schadinsekten. *Mitt. Deutsch. Ges. Allg. Angew. Etn.* 4: 123-126.
- KLINGAUF, F., BESTMANN, H.J., VOSTROWSKY, O. und MICHAELIS, TH. (1983): Wirkung von ätherischen Ölen auf Schadinsekten. *Mitt. Deutsch. Ges. Allg. Angew. Etn.* 4: 123-126.
- KLOSS, M. und W. SCHORN (2013): LED-Belichtung im Gartenbau, Tagungsunterlagen des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, veröffentlicht in Hortigate.
- KNAPP, M., VAN HOUTEN, Y., HOOGERBRUGGE, H. und BOCKMANS, K. (2013): *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytosiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. *Acarologia* 53(2): 191-202.
- KODET, R.T., NIELSEN, M.W. und KUEHL, R.O. (1982): Effect of temperature and photoperiod on the biology of the blue alfalfa aphid, *Acyrtosiphon kondoi* Shinji. US Dept. of Agriculture, Agricultural Research Service, 1982.
- KOEHLER, H.H. (1999): Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). *Agric. Ecosyst. Environ.* 74(1-3): 395-410.
- KÖHLER, G. und HANKE, D. (2005): Prüfung der Weichwanzenarten *Dicyphus errans* und *Macrolophus pygmaeus* zur biologischen Bekämpfung von schädigenden Minierfliegen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 6/2005, Dresden.
- KÖHLER, G. und HANKE, D. (2007): Nützlingseinsatz in Topfkräutern: Entwicklung von Strategien zum biologischen Pflanzenschutz mit Weichwanzenarten im Anbau von frischen Kräutern im Gewächshaus. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 23/2007, Dresden.
- KOLLER, M. (2004): Trauermücken – Empfehlungen zur Regulierung. Merkblatt 1335, FiBL Schweiz. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1335-trauermuecken.pdf>
- KRÜGER, H. (2009): Ätherische Öle – Variabilität in Arznei- und Gewürzpflanzen. *Julius-Kühn Archiv* 422: 70-76.
- KÜEHN, A. (2000): Sørgemyg. *Gartner Tidende* 116 (1), S. 10.
- KUHLMANN, F. (2009): The influence of ultraviolet radiation on plant-insect interactions, Dissertation, Universität Erlangen
- KUOAMÉ, K.L. und MACKAUER, M. (1991): Influence of aphid size, age and behavior on host choice by the parasitoid wasp *Ephedrus californicus*: a test of host size models. *Oecologia* 88(2): 197-203.
- LAMB, R.J. und POINTING, P.J. (1972): Sexual morph determination in the aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect Physiol.* 18(10): 2029-2042.

- LEGRAND, A. und BARBOSA, P. (2000): Pea aphid (Homoptera: Aphididae) fecundity, rate of increase, and within-plant distribution unaffected by plant morphology. *Environ. Entomol.* 29(5): 987-993.
- LI, C., ROITBERG, B.D. und MACKAUER, M. (1992): The search pattern of a parasitoid wasp, *Aphelinus asychis*, for its host. *Oikos* 65(2): 207-212.
- LIU, G. (1939): Some extracts from the history of entomology in China. *Psyche* 46(1): 23-28.
- LO PINTO, M., WAJNBERG, E., COLAZZA, S., CURTY, C. und FAUVERGUE, X. (2004): Olfactory response of two aphid parasitoids, *Lysiphlebus testaceipes* and *Aphidius colemani*, to aphid-infested plants from a distance. *Entomol. Exp. Appl.* 110(2): 159-164.
- LYKOURISSIS, D.P., PERDIKIS, D.CH. und MICHALAKI, M. (2001): Nymphal development and survival of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) on two eggplant varieties as affected by temperature and presence/absence of prey. *Biol. Control* 20(3): 222-227.
- MAEDA, T., TAKABAYASHI, J., YANO, S. und TAKAFUJI, A. (2000): Effects of light on the tritrophic interaction between kidney bean plants, two-spotted spider mites and predatory mites, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 24(5): 415-425.
- MARCUS, C. und LICHTENSTEIN, E.P. (1979): Biologically active components of anise: toxicity and interactions with insecticides in insects. *J. Agric. Food. Chem.* 27(6): 1217-1233.
- MÁTRAY, S. (2013:) Kennzahlen zum Einsatz der Raubwanze *Macrolophus pygmaeus* im Topfkräuteranbau - Untersuchungen zur Etablierung und Ausbreitung im Pflanzenbestand. Diplomarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- MCDONALD, J.R., BALE, J.S. und WALTERS, K.F.A. (1998): Effect of temperature on development of the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: thripidae). *Eur. J. Entomol.* 95: 301-306.
- MCMURTRY, J.A. und SCRIVEN, G.T. (1965): Life-history studies of *Amblyseius limonicus* with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 58(1): 106-111.
- MEDRZYCKI, P., ESARI, M.C. und AINI, S. (2002): *Lysiphlebus testaceipes* on *Aphis gossypii*: studies on remote host discrimination, *Bulletin of Insectology* 55 (1-2): 29-33.
- MESSELINK, G.J. und VON HOLSTEIN-SAJ, R. (2008): Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *Bull. IOBC/wprs* 32: 135-138.
- MESSELINK, G.J., VAN STEENPAAL, S.E.F. und RAMAKERS, P.M.J. (2006): Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. *Biocontrol* 51(6): 753-768.
- MEYER, U., BLUM, H., GÄRBER, U., HOMMES, M., PUDE, R. und GABLER, J. (2010): Praxisleitfaden Krankheiten und Schädlinge im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. DPG Selbstverlag, Braunschweig.
- MICHAUD, J.P. und MACKAUER, M. (1994): The use of visual cues in host evaluation by aphidiid wasps. I. Comparison between three *Aphidius* parasitoids of the pea aphid. *Entomol. Exp. Appl.* 70: 273-383.
- MICHAUD, J.P. und MACKAUER, M. (1995): The use of visual cues in host evaluation by aphidiid wasps. II. Comparison between *Ephedrus californicus*, *Monoctonus paulensis*, and *Praon pequodorum*. *Entomol. Exp. Appl.* 74: 267-275.
- MOE, R., GRIMSTAD, S.O. und GIESLEROD, H.R. (2006): The use of artificial light in year round production of greenhouse crops in Norway. *Acta Hort.* 711: 35-42.

- MOREWOOD, W.D. und GILKESON, L.A. (1991:): Diapause induction in the thrips predator *Ambyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) under greenhouse conditions. *Entomophaga* 36(2): 253-263.
- MOUND, L.A. und TEULON, D.A.J. (1995): Thysanoptera as phytophagous opportunists. In: Parker BL, Skinner M, Lewis T (Hrsg.) *Thrips biology and management*. Plenum Press, New York, 3-19.
- MURAI, T. (1988): Studies on the ecology and control of flower thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom). *Bull. Shimane Agric. Exp. Stn.* 23: 1-73.
- NADEEM, S., HAMED, M., NADEEM, M.K., HASNAN, M., ATTA, B.M., SAEED, N.A. und ASHFAQ, M. (2012): Comparative study of the development and reproductive characteristics of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) at different rearing temperatures. *J. Anim. Plant Sci.* 22(2): 399-402.
- NAKAO, S. (1993:): Effects of temperature and photoperiod on wing form determination and reproduction of *Thrips nigropilosus* Uzel (Thysanoptera: Thripidae). *Appl. Entomol. Zool.* 28(4): 463-472.
- NAULT, L.R., EDWARDS, L.J. und STYER, W.E. (1973): Aphid alarm pheromones: secretion and reception. *Environ. Entomol.* 2(1): 101-105.
- NEUBAUER, CH. (2013): Trauermücken in Topfkräutern. Warum Bio-Substrate problematisch sind. *Zeitschrift Gemüse*, 2/2013, S. 26-28
- NISHIZAWA, T., SHISHIDO, Y., SASAKI, B., SATO, C., HANAWA, Y. und MATSUMURA, K. (2012): Effects of Specific UV-Blocking on Plant Growth and Insect Control; Yamagata University, ISHS, *Acta Horticulturae* 927.
- NOBLE, M.D. (1958): A Simplified Clip Cage for Aphid Investigations. *The Canadian Entomologist* 90(12): [760](#).
- OKUNADE, A.L. und OLAIFA, J.I. (1987): Estragole: An acute toxic principle from the volatile oil of the leaves of *Clausena anisata*. *J. Nat. Prod.* 50(5): 990-991.
- PAREJA, M., MORALES, M.C.B., CLARK, S.J., BIRKETT, M.A. und POWELL, W. (2007): Response of the aphid parasitoid *Aphidius funebris* to volatiles from undamaged and aphid-infested *Centaurea nigra*. *J. Chem. Ecol.* 33(4): 695-710.
- PATTERSON, R. und RAMIREZ, R. (2012): Beneficials: Predatory mites. Fact Sheet Series: Beneficial Insects, ENT-164-12PR, Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory.
- PERDIKIS, D.CH. und LYKOURESSIS, D.P. (2000): Effects of various items, host plants, and temperatures on the development and survival of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Biol. Control* 17(1): 55-60.
- PERDIKIS, D.CH. und LYKOURESSIS, D.P. (2003): *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) as a factor inhibiting the survival and population increase of the predator *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) on cucumber. *Eur. J. Entomol.* 100(4): 501-508.
- PERDIKIS, D.CH., LYKOURESSIS, D.P. und ECONOMOU, L.P. (1999): The influence of temperature, photoperiod and plant type on the predation rate of *Macrolophus pygmaeus* on *Myzus persicae*. *Biocontrol* 44(3): 281-289.
- PERDIKIS, D.CH., LYKOURESSIS, D.P. und ECONOMOU, L.P. (2004): Influence of the light-dark phase, host plant, temperature, and their interactions on the predation rate in an insect predator. *Environ. Entomol.* 33(5): 1137-1144.

- POWELL, W., PENNACCHIO, F., POPPY, G.M. und TREMBLAY, E. (1998): Strategies involved in the location of hosts by the parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Biol. Control* 11(2): 104-112.
- POWELL, W. und ZHANG, Z.L. (1983): The reaction of two cereal aphid parasitoids, *Aphidius uzbeckistanicus* and *A. ervi* to host aphids and their food plants. *Physiol. Entomol.* 8: 439-443.
- PREUSS, K.L. (2012): Einfluss ätherischer Öle aus Petersilie (*Petroselinum crispum* Mill.) und Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) auf die Entwicklung relevanter Blattlausarten. Diplomarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Ramsey, J.S., Wilson, A.C.C., de Vos, M., Sun, Q., Tamborindeguy, C., Winfield, A., Malloch, G., Smith, D., Fenton, B., Gray, S.M. und Jander, G. (2007): Genomic resources for *Myzus persicae*: EST sequencing, SNP identification and microarray design. *BMC Genomics* 8(1): 423.
- REHMAN, A. und POWELL, W. (2010): Host selection behavior of aphid parasitoids (Aphidiidae: Hymenoptera). *J. Plant. Breed. Crop. Sci.* 2(10): 299-311.
- REITZ, S.R. (2008): Comparative bionics of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella tritici*. *Fla. Entomol.* 91(3): 474-476.
- REITZ, S.R. (2009): Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. *Fla. Entomol.* 92(1): 7-13.
- REMAUDIÈRE, G. und REMAUDIÈRE, M. (1997): Catalogue des Aphididae du monde. 1. Auflage, INRA, Paris.
- RENAULT-ROGER, C. (2013): Essential oils in insect control. In: Ramawaat KP, Mérillon JM (Hrsg.) *Natural Products – Phytochemistry, botany and metabolism of alkaloids, phenolics and terpenes*. Springer, Berlin-Heidelberg 4087-4107.
- RICHTER, E. (2009): Nützlingseinsatz im Zierpflanzenbau unter Glas. *DPG Spectrum Phytomedizin*.
http://dpg.phytomedizin.org/fileadmin/daten/04_Verlag/02_SP/07_Nuetzl/0294-sp-2009-Nuetzl-3.pdf
- SABELIS, M.W. und VAN RIJN, P.C.J. (1997): Predation by insects and mites. In: Lewis T (1997) *Thrips as crop pests*. CAB International, London, 259-354.
- SATAR, S., KERSTING, U. und UYGUN, N. (2008): Effect of temperature on population parameters of *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on pepper. *J. Plant Dis. Protect.* 115(2): 69-74.
- SCHILCHER, H. (2008): Kleines Heilkräuter Lexikon. 5. Auflage, Hädecke, Weil der Stadt.
- SCHMIDT, U. und SEIFRIED, CH. (2011): Die räuberische Gallmücke. *Fachzeitschrift Gemüse*, 7/2011, S. 16.
- SCHOLZ-DÖBELIN, H. (2009): Nützlingseinsatz bei Gewächshauskulturen. In: George E, Eghbal R (Hrsg.) *Ökologischer Gemüsebau – Handbuch für Beratung und Praxis*. 2. Auflage, Bioland Verlags GmbH, Mainz, 106-115.
- SCHOLZ-DÖBELIN, H. (2011): Macrolophus in Tomaten: Verbesserte Entwicklung durch Mini-Airbug. Vortrag: 20. Arbeitstagung Biologische Schädlingsbekämpfung im Gartenbau, Forschungsanstalt Geisenheim, 30.11.2011 – 01.12.2011.

- ŞENONCA, Ç. und GROOTERHORST, A. (1985): The feeding activity of *Chrysoperla carnea* (Stephens) on *Barathra brassicae* L. and *Spodoptera littoralis* (Boisd.). J. Appl. Entomol. 100(1):219-223.
- SHIPP, J.L. und VAN HOUTEN (1997): Influence of temperature and vapor pressure deficit on survival of the predatory mite *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 26(1): 106-113.
- SHIPP, J.L. und WANG, K. (2003): Evaluation of *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomatoes. Biol. Control 28(3): 271-281.
- SHIPP, J.L. und WHITFIELD, G.H. (1991): Functional response of the predatory mite, *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Environ. Entomol. 20(2): 694-699.
- SHOCKLEY CRUZ, M. und LINDNER, R. (2011): Insect Vision: Ultraviolet, Color, and LED Light, Publication of University of Georgia Department of Entomology, November 2011.
- SHU-SHENG, L. und HUGHES, R.D. (1987): The influence of temperature and photoperiod on the development, survival and reproduction of the sowthistle-aphid, *Hyperomyzus lactucae*. Entomol. Exp. Appl. 43(1): 31-38.
- SILVA, A.X., JANDER, G., SAMANIEGO, H., RAMSEY, J.S. und FIGUEROA, C.C. (2012): Insecticide resistance mechanisms in the green peach aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) I: A transcriptomic survey. PloS One 7(6): e36366, doi:10.1371/journal.pone.0036366.
- STOERCK, A., POPPY, G.M., VAN EMDEN, H.F. und POWELL, W. (2000): The role of plant chemical cues in determining host preference in the generalist aphid parasitoid *Aphidius colemani*. Entomol. Exp. Appl. 97(1) : 41-46.
- STONE, R. (1992): A biopesticidal tree begins to blossom: neem seed oil has insect toxicologists buzzing about its potential as a source of natural insecticides. Science 255(5048): 1071-1071.
- SUCK, H.B., SEO, M.J., KANG, E.J., YOON, K.S., YU, Y.M., YASUNAGA-AOKI, C. und YOUN, Y.N. (2012): Laboratory studies of *Aphelinus asychis*, as a potential biological control agent for *Myzus persicae*. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 57(2): 431-439.
- TAHRIRI, S., TALEBI, A., FATHIPOUR, Y. und ZAMANI, A.A. (2007): Host stage preference, functional response and mutual interference of *Aphidius matricariae* (Hym.: Braconidae: Aphidiinae) on *Aphis fabae* (Hom.: Aphididae), Entomological Science, Volume 10, Issue 4, pages 323–331.
- TAUBER, M.J. und TAUBER, C.A. (1976): Insect seasonality: diapause maintenance, termination and postdiapause development. Annu. Rev. Entomol. 21: 81-107
- TER HORST, S. (2000): Einfluss verschiedener Temperaturen, Wirtspflanzen und Beutetiere auf die Entwicklung von *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Heteroptera: Miridae). Diplomarbeit an der Leibniz Universität Hannover.
- THIELEMANS, T., DASSONVILLE, N., GOSSET, V. und ROSEMEYER, V. (2012): A mix of six parasitoids for aphid control below observation threshold. Book of Abstracts, ISHS Symposium on Horticulture in Europe, Angers, France, 1- 5 July 2012: 177.
- TOMMASINI, M.G. und MAINI, S. (1995): *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. Wageningen Agric. Univ. Papers 95(1): 1-42.

- TORKEY, H.M., ABOU-YOUSEF, H.M., ABDEL AZEIZ, A.Z. und HODA, E.A.F. (2009): Insecticidal effect of cucurbitacin E glycoside isolate from *Citrullus colocynthis* against *Aphis craccivora*. Aust. J. Basic Appl. Sci. 3(4): 4060-4066.
- VAN DRIESCHE, R.G., LYON, S., STANEK, E.J., XU, B. und NUNN, C. (2005): Evaluation of efficacy of *Neoseiulus cucumeris* for control of western flower thrips in spring bedding crops. Biol. Control 36(2): 203-215.
- VAN HOUTEN, Y.M., VAN RIJN, P.C.J., TANIGOSHI, L.K., VAN STRATUM, P. und BRUIN, J. (1995): Preselection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. Entomol. Exp. Appl. 74(3): 225-234.
- VAN HOUTEN, Y.M., VAN STRATUM, P., BRUIN, J. und VEERMAN, A. (1995): Selection for non-diapause in *Amblyseius cucumeris* and *Amplyseius barkeri* and exploration of the effectiveness of selected strains for thrips control. Entomol. Exp. Appl. 77(3): 289-295.
- VAN RIJN, P.C.J., MOLLEMA, C. und STEENHUIS-BROERS, G.M. (1995): Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. Bull. Entomol. Res. 85(2): 285-297.
- Van Schelt, J., Klapwijk, J., Milder, S., Douma, J. und Van der Pas, R. (1993): *Cursus Entomologie*, Koppert Biological Systems, 48-53.
- VAN STEENIS, M.J. (1993): Intrinsic rate of increase of *Aphidius colemani* Vier. (Hym., Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glov. (Hom., Aphididae), at different temperatures. J. Appl. Ent. 116(1-5): 192-198.
- VAN STEENIS, M.J. und EL-KHAWASS (1995): Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. Entomol. Exp. Appl. 76(2): 121-131.
- VANDEKERKHOVE, B. und DE CLERCQ, P. (2010): Pollen as an alternative or supplementary food for the mired predator *Macrolophus pygmaeus*. Biol. Control 53(2): 238-242.
- VET, L.E.M. und DICKE, M. (1992): Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. Annu. Rev. Entomol. 37(1): 141-172.
- VINSON, S.B. (1976): Host selection by insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 21(1): 109-133.
- VÖLK, W. und STECHMANN, D.-H. (2009): Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Aphididae): the influence of host plant and habitat. Journal of applied entomology, Volume 122, Issue 1-5, pages 201–206.
- WACHMANN, E., MELBER, A. und DECKERT, J. (2004): Wanzen Band 2: Cimicomorpha: Microphysidae (Flechtenwanzen), Miridae (Weichwanzen). 1. Auflage, Goecke & Evers, Keltern.
- WHALON, M.E. und SMILOWITZ, Z. (1979): The interaction of temperature and biotype on development of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.). Am. Potato J. 56(12): 591-596.
- WHALON, M.E., MOTA-SANCHEZ, D. und HOLLINGWORTH, R.M. (2008): Analysis of global pesticide resistance in arthropods. In: Whalon ME, Mota Sanchez D, Hollingworth RM (Hrsg.) Global pesticide resistance in arthropods. CAB, Cambridge, 5-31.
- WHEELER, A.G. (2001): Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae) – Pests, predators, opportunists. 1. Auflage, Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- WIEMER, J. (2009): Ätherische Öle in Kräutern und Gewürzen – Wirkung auf den menschlichen Organismus und Lebensmittel. 1. Auflage, Diplomica Verlag GmbH, Hamburg.

WIETHOFF, J. (2005:) Einsatz von Nützlingskombinationen gegen Blattläuse und Thripse im Gemüsebau unter Glas. Dissertation an der Universität Hannover.

WYATT, I.J. und BROWN, S.J. (1977): The influence of light intensity, daylength and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. *J. Appl. Ecol.* 14: 391-399.

WYATT, I.J. und WHITE, P.F. (1977): Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and tetranychid mites. *J. Appl. Ecol.* 14: 757-766.

ZAMANI, A.A., TALEBI, A., FATHIPOOUR, Y. und BANIAMERI, V. (2006): Effect of temperature on life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), on the cotton aphid. *J. Pest Sci.* 79: 183-188.

ZAMANI, A.A., TALEBI, A., FATHIPOOUR, Y. und BANIAMERI, V. (2007): Effect of temperature on life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), two parasitoids of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 36: 263-271.

ZILAHY-BALOGH, G.M.G., SHIPP, J.L., CLOUTIER, C. und BRODEUR, J. (2006): Influence of light intensity, photoperiod, and temperature on the efficacy of two Aphelinid parasitoids of the greenhouse whitefly. *Environ. Entomol.* 35: 581-589.

ZILAHY-BALOGH, G.M.G., SHIPP, J.L., CLOUTIER, C. und BRODEUR, J. (2007): Predation by *Neoseiulus cucumeris* on western flower thrips and its oviposition on greenhouse cucumber under winter vs. summer conditions in a temperate climate. *Biol. Control* 40(2): 160-167.

ZILAHY-BALOGH, G.M.G., SHIPP, J.L., CLOUTIER, C. und BRODEUR, J. (2009): Comparison of searching behavior of two aphelinid parasitoids of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* under summer vs. winter conditions in a temperate climate. *J. Insect Behav.* 22(2): 134-147.

Internetquellen:

AMI (2013): Analyse des GfK Haushaltspanels <http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-gartenbau/ami-meldungen-gartenbau/meldungen-single-ansicht/article/umsatz-mit-frischen-kuechenkraeutern-legte-in-deutschland-2012-weiter-zu.html>, zuletzt aufgerufen 01.08.2013.

KOPPERT (2013): MIRICAL <http://www.koppertbio.de/schaedlinge/raupe-schmetterling-und-motte/biologische-produkte-zur-bekaempfung-von-raupen/detail/mirical-3/> zuletzt aufgerufen: 01.08.2013

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2012): „Vi-Care“ darf nicht mehr als Pflanzenstärkungsmittel in Verkehr gebracht werden. http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2012/Verbot_ViCare.html zuletzt aufgerufen 01.08.2013

HORTIGATE unter: www.hortigate.de

BMELV (2013): Ökobarometer 2013. Repräsentative Bevölkerungsumfrage im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Bonn. http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Oekobarometer_2013.pdf?__blob=publicationFile zuletzt aufgerufen: 20.09.2013.

- BVL (2012): „Vi-Care“ darf nicht mehr als Pflanzenstärkungsmittel in Verkehr gebracht werden. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL).
: http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2012/Verbot_ViCare.html
zuletzt aufgerufen: 01.08.2013.
- BVL (2013): Zugelassene Pflanzenschutzmittel - Auswahl für den ökologischen Landbau nach der Verordnung (EG) Nr. 834/2007. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL).
http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/psm_oekoliste-DE.pdf?__blob=publicationFile
zuletzt aufgerufen: 04.09.2013.
- FH WEIHENSTEPHAN (2013): Küchenkräuter frisch auf den Tisch. FH Weihenstephan Forschungsanstalt für Gartenbau, Freising.
<http://www.infoblaetter.fagw.info/img/frischkraeuter.pdf>
zuletzt aufgerufen: 02.10.2013.
- GÖTTE, E. (2012): Thripsbekämpfung in Topfpflanzen. Hinweise für den Zierpflanzenanbau Nr. 5. Pflanzenschutzdienst Hamburg. 25.05.2013.
<http://pflanzenschutz.hamburg.de/contentblob/3435050/data/hinweis-zieba-5-12.pdf> zuletzt aufgerufen: 01.10.2013.
- KATZ BIOTECH AG (2013): Anwendungshinweise: Florfliege *Chrysoperla carnea* gegen Blattläuse. <http://www.katzbiotech.de/dokus/florfliegen.pdf>
zuletzt aufgerufen: 06.09.2013.
- KOPPERT, B.V. (2013): MIRICAL. <http://www.koppertbio.de/schaedlinge/raupe-schmetterling-und-motte/biologische-produkte-zur-bekaempfung-von-raupen/detail/mirical-3/>
zuletzt aufgerufen: 01.08.2013.
- KOPPERT, B.V. (2013): THRIPEX. <http://www.koppertbio.de/schaedlinge/thrips/thrips-de/detail/thripex-3/>
zuletzt aufgerufen: 05.08.2013.
- KOPPERT, B.V. (2013): LIMONICA. <http://www.koppertbio.de/schaedlinge/thrips/thrips-de/detail/limonica-2/>
zuletzt aufgerufen: 10.10.2013.
- KOPPERT, B.V. (2013): MACRO-Mite. <http://www.koppertbio.de/schaedlinge/thrips/thrips-de/detail/macro-mite-6/>
zuletzt aufgerufen: 09.09.2013.
- LI, T. (1995): University of Florida book of insect records, Chapter 6, shortest generation time. http://entnemdept.ifas.ufl.edu/walker/ufbir/files/pdf/UFBIR_Chapter06.pdf
zuletzt aufgerufen: 10.09.2013
- PFLANZENSCHUTZDIENST HAMBURG (2013): Pflanzenschutzmaßnahmen in Frischen Kräutern 2013. <http://pflanzenschutz.hamburg.de/contentblob/2865306/data/frische-kraeuter.pdf>
zuletzt aufgerufen: 30.09.2013
- SAUTTER & STEPPER GMBH (2013): *Chrysoperla carnea*.
<http://www.nuetzlinge.de/produkte/freiland/chrysoperla-carnea/>
zuletzt aufgerufen: 04.08.2013.
- SAUTTER & STEPPER GMBH (2013): Der Einsatz von Nützlingen im Gartenbau.
<http://www.youblisher.com/p/33512-Biologischer-Pflanzenschutz-mit-Nuetzlingen/>
zuletzt aufgerufen: 23.08.2013.

SYNGENTA BIOLINE LTD (2013): Amblyline cu - *Amblyseius* (*Neoseiulus*) *cucumeris* - Thrips control – Technical sheet.

<http://www.syngenta.com/global/bioline/SiteCollectionDocuments/Products/B5%20-%20Amblyseius%20cucumeris.pdf>

zuletzt aufgerufen: 30.09.2013.

VIRIDAXIS, S.A. (2013): Praon und andere Schlupfwespen.

<http://www.viridaxis.com/de/praoon-andere-schlupfwespen>

zuletzt aufgerufen: 12.10.2013.

Gesetze und Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische / biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen / biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91. In: Amtsblatt L 189/1 vom 20.07.2007.

8. Konsequenzen für evtl. weitere Forschungsaktivitäten

Im Vergleich zu anderen Gartenbausparten, haben sich bislang wenige Forschungsaktivitäten und praxisorientierte Projektarbeiten, speziell mit der Produktion von Topfkräutern beschäftigt. Diese Situation ist generell aus dem Bereich der Arznei- und Gewürzpflanzen bekannt, da diese Kulturen sich ebenfalls als Nischenprodukte innerhalb der ackerbaulichen Landwirtschaft, beziehungsweise der nachwachsenden Rohstoffe, verstehen. Im Arzneipflanzenbereich ist es die hohe Wertschöpfung der Produkte, die für weitergehende Forschungsaktivitäten spricht. Im Topfkräuterbereich ist es der permanente Marktzuwachs, besonders der ökologischen Topfkräuterproduktion, welcher weiterführende Forschungsaktivitäten gesamtgesellschaftlich rechtfertigt und thematisch verlockt.

In erster Linie ist für den Bereich der Topfkräuterproduktion eine Status-Quo-Analyse der auftretenden Schaderreger und des dazugehörigen Schadmaßes dringend erforderlich. Dies betrifft ebenso das Vorkommen pilzlicher, viroser, bakteriöser und abiotischer Schadursachen. Weitere Forschungsaktivitäten sollten sich verstärkt um die Bedeutung der sekundären Pflanzenstoffe, als chemische Signalstoffe für Schadinsekten und Nützlinge kümmern. Deren artspezifische Interaktion mit Schädlingen und Nützlingen in tritrophischen Systemen ist bislang wenig erforscht. Die Attraktivität verschiedener Basilikumsorten für Blattläuse zeigte die sensiblen Reaktionen von Insekten auf ätherische Öle, die sich in der Auswahl bestimmter Nahrungs- oder Vermehrungsrefugien widerspiegeln.

Um den Nützlingsmanagementgedanken weiter zu präzisieren, müssen die durchgeführten Untersuchungen unter Praxissituation wiederholt werden und relevante Einflussfaktoren bestimmt und eingebunden werden. Dazu gehört beispielsweise auch die verfahrenstechnische

Ausbringung von Schädlingen im großflächigen Anbau, ohne eine Verschmutzung durch Nützlingsbegleitstoffe, wie Vermiculite oder Spreu.

Da sich das Projekt schwerpunktmäßig mit den einzelnen Bausteinen der Bekämpfung von Schaderregern beschäftigte, müssten in weiteren Forschungsvorhaben verstärkt kombinierte Systeme geprüft werden.

Von besonderem Interesse sind neuartige Produktionsverfahren im modernen geschützten Anbau. Beispielsweise wurden in den vorliegenden Arbeiten Untersuchungen zu Effekten einer LED-Belichtung durchgeführt. Diese müssten intensiver bearbeitet und unter Berücksichtigung weiterer Schädling-Nützling-Beziehungen angestellt werden.

Die Nützlingsproduzenten versuchen mit neuen Produkten noch intensiver auf die Problemfälle in der Produktion einzugehen. Wie am Beispiel der Untersuchungen zu BasilProtect oder der Raubmilbe *A. limonicus* geschehen, müssen neue Produkte auf den Zielkulturen getestet werden und unter den kulturspezifischen Produktionsbedingungen auf ihre Potentiale geprüft werden. Praxistests müssen wissenschaftlich untermauert und fachlich betreut werden. Von besonderem Interesse ist hier beispielsweise der Einsatz von verschiedenen *Chrysoperla*-Arten, mit höherer Fraßleistung als *Chrysoperla carnea*. Diese könnten zur Herdbehandlung gegen Blattläuse und Thrips eingesetzt werden, um bei hohem Befall so bezeichnete „Korrekturbehandlungen“ mit Pflanzenschutzmitteln zur Reduktion des Befalls auf ein für den Nützlingeinsatz realistisches Maß zu senken.

Das Trauermückenmonitoring hat die Bedeutung von betriebsspezifischen Untersuchungen des Schaderregerbefalls gezeigt. Diese Untersuchungen sollten intensiviert werden und die vielfältigen Einflußfaktoren wissenschaftlich bewertet werden. Das Betriebsmanagement stellt sich in zunehmendem Maße als wichtige Erfolgsgröße in der Produktion heraus. Dies sollte mit wissenschaftlich Daten untermauert und da durch sichtbar gemacht werden.

9. Liste über Veröffentlichungen

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden praxisorientierten Veröffentlichungen erstellt, Versuchsergebnisse in Vorträgen dargestellt und für die Praxis aufbereitet. Die wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse finden sich in einer Promotion wieder, mehreren studentischen Abschlussarbeiten sowie zwei wissenschaftlichen Publikationen.

Studentische Abschlußarbeiten:

Silvia Matray, 2012: Kennzahlen zum Einsatz der Raubwanze *Macrolophus pygmaeus* im Topfkräuteranbau-Untersuchungen zur Etablierung und Ausbreitung im Pflanzenbestand. Masterarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät.

Kim Larissa Preuß, 2012: Einfluss ätherischer Öle aus Petersilie (*Petroselinum crispum* Mill.) und Basilikum (*Ocimum basilicum* L.) auf die Entwicklung relevanter Blattlausarten. Bachelorarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät.

Carla María Amongero Noriega, 2013: Evaluation of the use of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as biological agents for the control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on *Petroselinum crispum* as a plant-model of potted herbs during wintertime. Bachelorarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät.

Sebastian Zahn, 2013: Anpassung eines statischen Olfaktometers zur Testung der Reaktionen von *Aulacorthum solani* auf verschiedene Komponenten des Ätherischen Öles von Basilikum (*Ocimum basilicum* L.). Bachelorarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät.

Barbara Kiesgen, 2013: Untersuchung zur Populationsentwicklung von Blattläusen und Parasitierungsleistung von Schlupfwespen unter verschiedenen Belichtungsquellen bei Petersilie. Bachelorarbeit, Hochschule Geisenheim.

Magdalena Poloczec, 2013: Vergleich von kommerziell verfügbaren Schlupfwespenmix-Produkten gegen Blattläuse. Bachelorarbeit, Hochschule Geisenheim.

Stephanie Hemmer, 2013: Regulierung des kalifornischen Blüenthrrips in der Stecklingsproduktion von Topfkräutern durch Tauchbehandlung mit natürlichen Schädlings-

bekämpfungsmitteln am Beispiel der grünen Minze. Diplomarbeit, Hochschule Weihenstephan.

Promotion:

Dennis Hehn, 2013: Ausgewählte Einflussfaktoren auf den Nützlingseinsatz gegen Thrips und Blattläuse im ökologischen Topfkräuteranbau unter Glas. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät. – In Vorbereitung.

Praxisnahe Veröffentlichungen, Vorträge und Präsentationen:

- Postervorführung und Bestimmungsübungen von Schädlingen und Nützlingen am Blütenfest in Meckenheim, April 2012
- Bestimmungsübungen, Vorstellung der Versuchsarbeiten im Forschungsgewächshaus des CKA, Tag der offenen Tür, Campus Klein-Altendorf, Juni 2013
- Vorstellung der Versuchsarbeiten anlässlich der Auszeichnung „Ort des Fortschritts“, Campus Klein-Altendorf, Juni 2013
- Vorträge zum Themenkomplex Nützlingseinsatz anlässlich des Campus-Tag, Campus Klein-Altendorf, 2012
- Vorstellung der Versuchsergebnisse, Mithilfe bei Bestimmungsübungen, Beraterschulung Biologischer Pflanzenschutz des Pflanzenschutzdienstes der Landwirtschaftskammer NRW
- Veranstaltung des „Blattlaustages“, gemeinsam mit Versuchszentrum Gartenbau, Köln-Straelen, Dezember, 2012
- Vorstellung der Versuchsergebnisse anlässlich des Bundesseminares ökologischer Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, 2013 (Veranstalter: Ökoplant e.V.)
- Vorstellung der Versuchsarbeiten zum Einfluss ätherischer Öle auf die Entwicklung von *Aulacorthum solani*., Sitzung der Arbeitsgruppe Arzneipflanzen der Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller FAH e.V., Ranis, Juli, 2013
-

Wissenschaftliche Veröffentlichungen:

Success of parasitization of three aphid parasitoids depends highly on light and temperature, eingereicht: 2013. HEHNEN, D., BLUM, H., KRASKA, T. UND PUDE, R.

Life cycle parameters of aphids and predators on basil depend on plant variety differing in their essential oil composition, 2013. In Vorbereitung. PREUSS, K.L., HEHNEN, D., BLUM, H., KRASKA, T. UND PUDE, R.

10. Kurzfassung

Der ökologische Topfkräuteranbau ist ein in Deutschland rasch an Bedeutung gewinnender Markt mit interessanten Marktzuwächsen in den letzten Jahren.

Die Produktion findet häufig in hochspezialisierten Betrieben statt, die ganzjährig Topfkräuter kultivieren. Hierbei wird vermehrt auf biologische Pflanzenschutzmaßnahmen zurückgegriffen, da die Pflanzen teilweise nur sehr kurze Kulturdauern aufweisen und die Wartezeiten chemischer Pflanzenschutzmittel beachtet werden müssen. Es stehen nur wenige genehmigte Pflanzenschutzmittel zur Verfügung und die Ansprüche des Marktes und der Endverbraucher an die Qualität der Pflanzen sind hoch. So müssen die Pflanzen beispielsweise komplett frei von Schädlingen und Schäden sein. Dies erfordert einen rigorosen Pflanzenschutz.

Der Fokus dieser Arbeit lag daher darin, den Einfluss der biotischen und abiotischen Besonderheiten des Topfkräuteranbaues auf Modellschädlinge und –nützlinge unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen, um eine wissenschaftliche Grundlage für einen erfolgreichen Nützlingseinsatz zu schaffen. Dafür wurden die Entwicklung von Blattläusen (*Myzus persicae*) und Thrips (*Frankliniella occidentalis*) unter dem Einfluss der besonderen Bedingungen des Topfkräuteranbaus zunächst in Labor- und anschließend in Modellversuchen an Ganzpflanzen untersucht. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde der Einsatz kommerziell erhältlicher Nützlinge gegen die Schädlinge in Laborversuchen und im Gewächshaus erforscht.

Es lässt sich festhalten, dass die untersuchten Schädlinge von niedrigen Temperaturen und verkürzter Tageslichtlänge, wie sie im Winter im Gewächshaus vorkommen können, in ihrer Populationsentwicklung beeinträchtigt werden. Jedoch nicht in einem Maße, als dass dies zu ihrer Bekämpfung genutzt werden könnte. Da bereits wenige Blattläuse oder Thrips ausreichen um bei besseren klimatischen Bedingungen rasch eine neue Population aufzubauen, ist jedoch auch in der kühlen Jahreszeit eine Bekämpfung notwendig. Die Nützlinge haben meist höhere Ansprüche an das Klima als die Schädlinge, so dass hier optimierend eingegriffen werden sollte. Eine Zusatzbeleuchtung zur Verlängerung der Tageslichtlänge verstärkt sowohl die Wirkung von Schlupfwesen und *C. carnea*-Larven gegen Blattläuse, als auch die Fraßleistung der tagaktiven Raubmilben, die zur Bekämpfung des Kalifornischen Blüenthrips eingesetzt werden. Erhöhte Temperaturen beschleunigen die Individualentwicklung der Tiere, so dass insbesondere Schlupfwesen, die sich einzeln in Blattläusen vom Ei zum Imago entwickeln, von einer Beheizung profitieren.

Es konnte gezeigt werden, dass eine rechtzeitige Ausbringung einer ausreichend großen Menge an Nützlingen entscheidend für den Erfolg einer Pflanzenschutzmaßnahme ist. Die untersuchten Insekten Blattläuse und Thrips sind auf Grund ihrer parthenogenen

Fortpflanzung in der Lage sehr schnell große Populationen aufzubauen. Daher können bereits die ersten Tage des Befalls entscheidend für einen erfolgreichen Pflanzenschutzinsatz sein. Eine Ansiedlung von polyphagen Prädatoren wie *Macrolophus pygmaeus* ist darum von Vorteil. Mit der richtigen Depotpflanze, etwa Borretsch (*Borago officinalis*), kann diese Raubwanze ganzjährig im Gewächshaus etabliert werden, wie Untersuchungen im Forschungsgewächshaus und einem Topfkräuterbetrieb gezeigt haben.

Der Einfluss ätherischer Öle im Topfkräuteranbau auf Insekten muss berücksichtigt werden, bereits verschiedene Arten von *O. basilicum* hemmten die Blattlausentwicklung in den durchgeführten Versuchen signifikant unterschiedlich. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf um den Einfluss der einzelnen Inhaltsstoffkomponenten genauer zu untersuchen und Strategien für den Topfkräuteranbau zu entwickeln. Zur frühen Erkennung der Schädlinge wurden passende Monitoringverfahren geprüft. In verschiedenen Modell- und Praxisuntersuchungen konnten Einsatzstrategien zur Blattlaus-, Thrips- und Trauermückenbekämpfung vergleichend untersucht und bewertet werden.

Abstract

The growing of organic potted herbs is a fast growing market in Germany. Potted herbs are sold year-round in supermarkets on a big scale and the segment of herb specialties is a growing economical factor. Production takes place in highly specialized businesses, which grow the plants all year long. Biological pest management is carried out on a big scale, because the plants are partly grown in very short cycles which leave no room for the waiting period after using chemical treatments. Pest control has to be vigorous, because even small amounts of pest insects can lead to drastic economical losses. The quality of the herbs is expected to be very high with no visual damage or signs of pests, because the plants are sold in total directly to the customer and are eaten mainly unprocessed and raw. Even though the pest occurring in the growing of potted herb cultures are mainly identical to the ones in other greenhouse cultures, the biological pest management has not been as successful, because of the special circumstances in these cultures. The year-round production exposed the plants to shorter day lengths and decreased temperatures in the wintertime. Potted herbs are mainly grown in greenhouses with many different species and varieties which can influence the abundance of pests and beneficials. Herbs are mainly bought for their seasoning value, yet the high amount of secondary metabolites can make biological pest control more difficult.

To date there is not enough basic scientific data and too few practical experiments to develop and establish efficient pest management strategies in potted herb cultures. The main focus of this study was to investigate the effects of the specific biotic and abiotic factors in the production of potted herb cultures on model pest and beneficial organisms under controlled conditions. Therefore the effects of the specific conditions on the development of aphids (*Myzus persicae*) and thrips (*Frankliniella occidentalis*) were studied, at first in a laboratory,

then in trials on whole plants. The results from these trials were transferred to laboratory and greenhouse trials on the efficacy of commercial beneficial under these specific conditions. The results show that the studied pest insects were confined in their development by the low temperatures and decreased day lengths, yet not enough for them to be efficiently controlled. The fact that even very few individual pest aphids or thrips can multiply rapidly enough to account for severe damage when climatic factors change in their favor, leads to a need for pest control in the colder seasons as well. Unfortunately, the beneficial insects often require better climatic conditions than the pests. This leads to the need of changing the climate in favor of them. Lengthening of the photoperiod with artificial lighting showed to be effective in strengthening the pest control efficacy of parasitoid wasps and *C. carnea*-larvae against aphids and predatory acari which are used against the western flower thrips. Increased temperatures also increase the development speed of individual beneficials, so especially parasitoid wasps, which develop inside an aphid from egg to imago, benefit largely from greenhouse heating. These adapted parameters were tested in combined strategies with different lighting conditions and light transmitting greenhouse covers to further identify their influence on pest insect and beneficial development.

It could be shown, that accurate timing and sufficient release rates of beneficial insects are necessary for successful pest control, as especially thrips and aphids are able to multiply extremely fast due to their ability of parthenogenic reproduction. Therefore plant protection during the first few days of pest infection is extremely important.

Hence it can be important to establish a polyphagous predator in the greenhouse year-round. *Macrolophus pygmaeus* is a good candidate to be used in potted herb cultures. Experiments were set in research greenhouses and actual herb producing companies, which showed that the mired predator can be established well in a few weeks when the right depot plants are present to promote *M. pygmaeus* reproduction, for example borage (*Borago officinalis*).

The influence of essential oils on insects in the production of potted herb cultures proved to be quite relevant. Different varieties of *O. basilicum* showed significant differences in mortality when feeding on varieties with different essential oil content and composition. Here is still more need for scientific research, to study the influence of single compounds and mixtures of different essential oil components and to develop strategies for the use in pest management in potted herb cultures.

To detect the pests in a very early stage, suitable techniques for monitoring were tested.

Pest management strategies against aphids, thrips and fungus gnats were compared and evaluated.

11. Danksagung

Das umfangreiche Versuchsprogramm konnte nur Dank der großen und unermüdlichen Unterstützung unserer Kolleginnen und Kollegen am Campus Klein-Altendorf und den studentischen Hilfskräften bewältigt werden. **Herzlichen Dank an Euch!**

Martin Herbener und seinem Team vom Versuchszentrum Köln-Auweiler ebenfalls ein herzliches Dankeschön für die Kooperation und die freundschaftliche Zusammenarbeit.

Der INRES-Phytomedizin herzlichen Dank für Beherbergung unserer Zuchten und Versuche, für die Nutzung der Instituteinrichtungen und die freundliche Unterstützung. Dem JKI (Herrn Dr. Schliephake) besten Dank für die Insekten und ätherischen Öle (Herr Dr. Krüger). Ebenfalls bedanken wir uns beim JKI Dossenheim, der Arbeitsgruppe von Herrn Dr. Gross, für die sehr interessante gemeinsame Arbeit. Bei Frau Prof. Dr. Reineke (Hochschule Geisenheim) und Frau Prof. Dr. Zange (Hochschule Weihenstephan) möchten wir uns für die Übernahme von studentischen Abschlussarbeiten zu Themenbereichen aus dem Projekt heraus bedanken.

Den Beraterinnen und Beratern des Pflanzenschutzdienstes der Landwirtschaftskammer NRW, vor allem Marion Ruisinger, und des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH), danken wir besonders herzlich für die fachliche Unterstützung, den inhaltlichen Austausch und die vielen Ideen.

Das Vorhaben wäre nicht ohne die große Unterstützung von Doris Betz von der Firma Koppert und der Firma Viridaxis (Viola Rosemeyer, Nicolas Dassonville) möglich gewesen, die unsere Arbeiten mit unzähligen Nützlingsspenden ermöglicht haben und mit viel Fachwissen bereicherten. Herzlichen Dank!

Auch für die Saatgutspenden der GHG Saatzucht Aschersleben und das Kultursubstrat der Firma Floragardein herzliches Dankeschön!

An all die Topfkräuterbetriebe, die uns mit Versuchsmöglichkeiten, Tipps und Erfahrungen unterstützt haben und unsere langwierigen Monitoringarbeiten ertragen haben – besten Dank! Wir wünschen Euch viel Erfolg mit der ökologischen Topfkräuterproduktion und wenig Schaderegerbefall.

Dem Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“ des MKULNV danken wir für die Förderung des Vorhabens und die engagierte Projektbetreuung durch Herrn Dr. Busenkell.

Die Projektbearbeitenden Hanna Blum und Dennis Hehnen