

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Hopfenforschung, Hüll, Wolnzach

Untersuchungen zur Effektivität des Freiland-Nützlingseinsatzes gegen *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Homoptera: Aphididae) in der Sonderkultur Hopfen

Investigations on the efficacy of the field release of beneficials to control *Phorodon humuli* (Schrank, 1801) (Homoptera: Aphididae) in the special crop hops

Von Florian Weihrauch

Zusammenfassung

Zur Bekämpfung des wichtigsten Schädling der Sonderkultur Hopfen im Anbaugebiet Hallertau, der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* (Schrank), ist derzeit noch keine Alternative zum regelmäßigen Insektizideinsatz in Sicht, die den Landwirten alljährlich eine zumindest quantitativ adäquate Ernte sichern könnte. Resistenzprobleme und der öffentliche Druck nach umweltschonenderen Pflanzenschutzmaßnahmen sind in erster Linie der Anlass dafür, dass auch im Hopfenbau im Rahmen eines integrierten Pflanzenschutzkonzeptes nach alternativen Lösungswegen gesucht wird. Ein möglicher Baustein eines derartigen Konzeptes ist die Massenfreilassung gezüchteter Nützlingsorganismen zu einem frühen Zeitpunkt der Populationsentwicklung der Blattläuse, um den Aufbau der Schädlingspopulation unter Kontrolle zu halten.

In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb während dreier Saisonen die Wirkung von Freilassungen des Marienkäfers *Coccinella septempunctata* Linnaeus, der Blattlauswespe *Aphidius matricariae* Haliday sowie der Schwebfliege *Episyrphus balteatus* (DeGeer) auf die Populationsdichten der Hopfenblattlaus untersucht. In keinem Fall konnte eine Auswirkung der eingesetzten Prädatoren und Parasitoide auf die Populationsentwicklung der Blattläuse erzielt werden. Es gelang auch nicht, die freigelassenen Nützlinge bei späteren Bonituren wieder an den Hopfenpflanzen nachzuweisen. Unter Berücksichtigung der Kosten und des Aufwandes des Nützlingseinsatzes sowie der außergewöhnlichen Bedingungen in dieser Raumkultur legen die Ergebnisse nahe, dass die inundative Ausbringung der untersuchten Nützlingsarten kein probates Mittel zur Bekämpfung der Hopfenblattlaus darstellt.

Stichwörter: Hopfen, *Humulus lupulus*, Hopfenblattlaus, *Phorodon humuli*, Aphididae, biologische Kontrolle, Nützlinge, Freiland-Einsatz, *Coccinella septempunctata*, *Episyrphus balteatus*, *Aphidius matricariae*

Summary

The damson-hop aphid *Phorodon humuli* (Schrank) is the most important hop pest in the Hallertau hop-growing region. The aphid can cause serious losses of yield and can damage the quality of the harvested cones. Historically, hop farmers have had no alternative other than to apply insecticides at regular intervals

against this pest. This reliance on insecticides has stimulated the development and selection of aphid genotypes resistant to those compounds. Environmentally more compatible methods of plant protection are being demanded by the public and are needed to break the cycle of selection for insecticide-resistant strains. This paper presents the results of experiments comparing the impact of early mass releases of three species of beneficial insects against the damson-hop aphid. If successful, this strategy would provide a building block for the development of integrated pest management on hops. The efficacy of releases of two species of predators, the ladybird *Coccinella septempunctata* Linnaeus and the syrphid fly *Episyrphus balteatus* (DeGeer), and a parasitoid wasp, *Aphidius matricariae* Haliday, were investigated for three years. No effect on the development of aphid populations was detectable in the treated plots and none of the beneficials was recovered from the hop plants when they were monitored post-release. Considering specific features associated with the cultivation of the hop crop as well as the labour and expenses for a mass release, it is concluded that in existing hop yards it is unlikely to control *P. humuli* successfully by the use of the above-mentioned antagonists.

Key words: Hops, *Humulus lupulus*, damson-hop aphid, *Phorodon humuli*, Aphididae, biological control, beneficial insects, field release, *Coccinella septempunctata*, *Episyrphus balteatus*, *Aphidius matricariae*

1 Einleitung

Im größten zusammenhängenden Hopfenanbaugebiet der Welt, der mitten im Herzen von Bayern gelegenen Hallertau, wurde trotz eines kontinuierlichen Rückganges der Anbaufläche in der letzten Dekade des 20. Jahrhunderts im Jahre 1999 noch auf einer Fläche von knapp 15 000 ha Hopfen angebaut. Die entsprechend hohe wirtschaftliche Bedeutung wie auch ein enormer, traditionell bedingter soziokultureller Stellenwert des Hopfenbaues nicht nur für die Region, sondern für ganz Bayern ist hinreichend bekannt und erfährt in der Öffentlichkeit auch die entsprechende Akzeptanz.

Die Sonderkultur Hopfen wird in der Hallertau alljährlich regelmäßig von zwei Hauptschädlingen bedroht, der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* (Schrank) und der Gemeinen Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch, die beide ohne entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen zu totalem Ernteausfall führen kön-

nen. Bislang ist dabei besonders bei der Bekämpfung der Hopfenblattlaus noch keine Alternative zum Insektizideinsatz in Sicht, die dem Landwirt eine zumindest quantitativ adäquate Ernte gewährleistet. Dieses Defizit ist zusammen mit der hinlänglich bekannten Resistenzproblematik und dem öffentlichen Druck nach umweltschonendem Pflanzenschutz Anlass genug, intensiv nach alternativen Lösungsansätzen zu suchen. Aus diesen Gründen wird am Institut für Hopfenforschung der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau seit etwa 1990 gezielt nach neuen Wegen und Möglichkeiten der praktischen Anwendbarkeit biologischer Methoden geforscht (z. B. BENKER, 1999; HIRSCHBERGER und KREMHELLER, 1993). In diesem Rahmen wurden auch die in vorliegender Arbeit vorgestellten Untersuchungen zum gezielten Einsatz von Nützlingen gegen die Hopfenblattlaus durchgeführt.

Die Kontrolle von Schädlingen durch Nutzarthropoden ist, wie in anderen Kulturen, auch im Hopfenbau schon seit langem ein Thema. So bezeichnet bereits ESCHERICH (1916) die Marienkäfer und die Larven verschiedener Arten von Schwebfliegen als Hauptfeinde der Hopfenblattlaus, die sich das „nützliche Verteilungswerk teilen“. ZATTLER (1936) beschreibt die Zusammenhänge zwischen der Populationsentwicklung der Blattläuse und ihren natürlichen Gegenspielern, die unter günstigen Witterungsbedingungen „ein zunächst starkes Auftreten der Blattläuse im Frühjahr bald wieder zum Erlöschen bringen“ und warnt ausdrücklich vor einer Störung dieser Lebensgemeinschaft durch den Einsatz „ungeeigneter Spritzmittel“, die sich schädigend auf die Nützlinge auswirken und somit eine Blattlaus-Massenentwicklung begünstigen. In mehreren später entstandenen Publikationen wird auf die Rolle von Nutzarthropoden bei der Blattlausbekämpfung genauer eingegangen. Zusammenfassend ist dabei, auch nach eigenen Erfahrungen, die größte Bedeutung den Marienkäfern (Coccinellidae), den Florfliegen (Chrysopidae), räuberischen Gallmückenlarven (Cecidomyiidae) und den Larven mehrerer Schwebfliegenarten (Syrphidae) beizumessen (z. B. BENKER, 1999; CAMPBELL, 1978; CAMPBELL und CONE, 1994; ZELÉNY, 1978; ZELÉNY et al., 1981). Eine wichtige Rolle im Nützlingsspektrum am Hopfen spielen daneben die Blumenwanzen (Anthocoridae), wie auch AVELING (1981) und CAMPBELL (1978) unterstreichen. BUXTON und MADGE (1977) und CAMPBELL (1978) betrachten zudem den Gemeinen Ohrwurm *Forficula auricularia* Linnaeus (Forficulidae) als wichtiges Regulativ für Blattläuse am Hopfen.

Der Grundgedanke zu vorliegender Arbeit bestand schließlich aus der Fragestellung, ob es möglich ist, durch den gezielten, massenhaften Freilandeinsatz von Nutzarthropoden die Antagonistendichte an den Hopfenpflanzen so zu erhöhen, dass die Populationsentwicklung der Hopfenblattläuse bei möglichst praxisnahen Bedingungen unter Kontrolle gehalten werden kann. Eine frühzeitige Ausbringung bereits bei Befallsbeginn sollte gewährleisten, dass die Antagonisten die sich normalerweise an der Pflanze schnell aufbauenden Blattlauszahlen so weit limitieren, dass die Schädlingsdichte ein tolerierbares Niveau nicht übersteigt. Dieser Einsatz sollte praktisch dem natürlichen Verlauf der Nutzarthropodenentwicklung am Hopfen vorgeifen, der normalerweise erst mit einiger Verzögerung als positive Rückkopplung der Schädlingsdichte folgt. Als einzusetzende Nützlinge wurden zunächst der Siebenpunkt-Marienkäfer *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coccinellidae) sowie die Blattlauswespe *Aphidius matricariae* Haliday (Aphidiidae) festgelegt. Die beiden blattlausspezifischen Antagonisten kommen auch natürlicherweise im Hopfen vor und sind kommerziell leicht erhältlich. Im dritten Versuchsjahr 1996 wurden zudem Larven der Gemeinen Winterschwebfliege *Episyrphus balteatus* (DeGeer) (Syrphidae) als weiterem Prädatoren eingesetzt.

2 Zur Bionomie der Hopfenblattlaus *Phorodon humuli* (Schrank)

Als ein Vertreter der Familie der Röhrenläuse (Aphididae) gehört *P. humuli* zu den wirtswechselnden Blattlausarten, wobei die Migration für die Männchen obligat und für die Weibchen witterungsabhängig fakultativ ist. In Mitteleuropa und vergleichbaren Breiten wird der vollständige Wirtswechsel mit Eiablage allerdings normalerweise regelmäßig durchgeführt (HORNUNG, 1973b, 1975). Daneben muss *P. humuli* als ausgeprägter Wirtsspezialist gelten, für den als Primär- oder Winterwirt ausschließlich einige *Prunus*-Arten (Rosaceae) in Frage kommen: die Schlehe (*P. spinosa* Linnaeus) sowie Unterarten der „Sammelart“ *P. domestica* Linnaeus, wie Pflaume und Zwetschge (EPPLER, 1986). Als einziger natürlicher Sekundär- oder Sommerwirt der Art kommt in Europa der Hopfen (*Humulus lupulus* Linnaeus) (Cannabaceae) in Betracht (BORN, 1968; EPPLER, 1986; HORNUNG, 1975).

P. humuli überwintert auf dem Primärwirt im Eistadium, aus dem etwa ab Ende März mit dem Austrieb der Wirtspflanze die Stammutter (Fundatrix) schlüpft. Aus diesem ungeflügelten Weibchen entstehen durchschnittlich etwa vier Generationen weiblicher Nachkommen (Fundatrigenien) auf dem Winterwirt, wobei witterungsabhängig mit jeder Generation ein größerer Prozentsatz geflügelter Morphen entsteht, die dann etwa ab Mitte Mai den Befallsflug zum Hopfen durchführen. Nach der Landung auf dem Hopfen setzen diese in der Hallertau vulgo als „Aphisfliegen“ bezeichneten Morphen Larven ab, die zu ungeflügelten Weibchen (Exsules) heranwachsen und sich durch eine hohe Vermehrungsrate auszeichnen. BORN (1968) ermittelte eine durchschnittliche Nachkommenschaft von 30 parthenogenetisch erzeugten Larven pro Individuum. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Exsules ist dabei abhängig von Umweltfaktoren, hauptsächlich der Temperatur; bei einer Lebensdauer von etwa zwei bis vier Wochen entwickeln sich in passenden Jahren mehr als zehn Generationen auf dem Hopfen und es kommt zum gefürchteten Massenbefall.

Einige Autoren berichten, dass sich im Laufe der Exsules-Populationsentwicklung auf dem Hopfen im Sommer auch eine geflügelte Zwischengeneration ausbilden kann, die Befallsflüge vom Hopfen zum Hopfen durchführt, um dort wiederum vivipar ungeflügelte Larven abzusetzen (HORNUNG, 1973b; KIRSCHNER, 1932; KOLBE, 1966). Die Existenz dieser „sommergeflügelten“ Morphe wird von CAMPBELL (1985, pers. Mitt. 1999) und ZOHREN (1970) allerdings stark angezweifelt und als höchstens sehr selten auftretendes Phänomen bezeichnet.

Gegen Ende August entwickeln sich in den Blattlauskolonien schließlich wieder die ersten geflügelten Tiere, die den Rückflug zum Winterwirt durchführen. Zuerst entstehen geflügelte Weibchen (Gynoparae), denen im Abstand von etwa zwei bis drei Wochen männliche Tiere folgen. Der Flug der Gynoparae erfolgt nach BORN (1968) etwa von Ende August bis Anfang Oktober, der Flug der Männchen etwa von Mitte September bis Mitte November. Nach Untersuchungen von LÖSEL et al. (1996) und eigenen, unveröffentlichten Ergebnissen des Hopfenforschungsinstitutes Hüll an vier Standorten in der Hallertau wurde von 1992 bis 1996 das früheste Auftreten gynoparer Weibchen am 3. September beobachtet; die Flugzeit der Gynoparae erstreckte sich maximal bis zum 14. Oktober. Das früheste Auftreten wirtswechselnder Männchen wurde am 15. September registriert; der Flug der Männchen brach dann alljährlich mit dem Einsetzen der ersten Nachtfröste um den 20. Oktober ab. Die auf dem Winterwirt gelandeten Gynoparae setzen schließlich Larven ab, aus denen ungeflügelte, geschlechtsreife Weibchen (Oviparae) entstehen. Die Oviparae werden von den später am Winterwirt eintreffenden geflügelten Männchen begattet und legen die Winter-

eier an der Basis der Blattachselknospen ab (HORNUNG, 1973a), wo schließlich im nächsten Frühjahr die Fundatrices schlüpfen und sich der Entwicklungszyklus somit schließt. Die Eier unbegatteter Weibchen sterben ab (ZOHREN, 1970).

3 Methodik

Die Versuche erfolgten in den Vegetationsperioden 1994, 1995 und 1996 in privaten, praxisüblich von den Landwirten bewirtschafteten Hopfengärten der Hallertau. Dabei handelte es sich 1994 und 1995 um den Standort Wolfsberg bei Pfaffenhofen a. d. Ilm (MTB 7434/SO; 500 m ü. NN) sowie 1996 um den Standort Gebrontshausen bei Wolnzach (MTB 7335/SO; 450 m ü. NN). Der Versuchsgarten Wolfsberg war bei einer Gesamtgröße von ca. 0,8 ha mit ca. 1560 Stöcken der Bittersorte „Hallertauer Magnum“ bepflanzt, der Versuchsgarten Gebrontshausen bestand bei einer Gesamtgröße von ca. 0,5 ha aus ca. 1100 Stöcken der Aromasorte „Hallertauer Tradition“. Da aus dem perennierenden Hopfenstock die oberirdischen Teile der Pflanze alljährlich in Form von normalerweise zwei „Aufleitungen“ pro Stock an Drähten bis auf die Gerüsthöhe von 7 Metern nach oben wachsen, werden im weiteren Verlauf des Textes in der Regel diese Aufleitungen als Bezugsgröße angegeben. In den Gärten wurden Versuchspartellen angelegt, die pro Versuchsglied zwei Wiederholungen mit einer Größe von je ca. 385 m² und 152 Aufleitungen (Wolfsberg) bzw. einer Größe von je ca. 270 m² und 120 Aufleitungen (Gebrontshausen) umfassten. Die flächenscharfe Abgrenzung der Versuchspartellen wurde durch die Behandlung des Restgartens mit einem systemischen Insektizid (Confidor, Wirkstoff Imidacloprid) im Anstreichverfahren gewährleistet. Alle übrigen Pflanzenschutzmaßnahmen, die zur Bekämpfung des Echten Mehltaus *Sphaerotheca humuli* (de Candolle) Burrill und der Hopfenperonospora *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) Wilson nötig waren, wurden von den Landwirten nach Absprache im kompletten Garten mit möglichst nützlingsschonend eingestuftem Fungiziden praxisüblich durchgeführt. Auf den Einsatz von Akariziden zur Bekämpfung der Gemeinen Spinnmilbe *T. urticae* konnte während der Dauer der Versuche in beiden Gärten verzichtet werden. Am Standort Wolfsberg wurden 1994 und 1995 die beiden blattlausspezifischen Antagonisten *C. septempunctata* und *A. matricariae* gemeinsam eingesetzt. Den beiden Wiederholungen der Antagonisten-Partellen wurden zwei Insektizid-unbehandelte Nullpartellen ohne Nützlingseinsatz gegenübergestellt, wobei die Lage der Partellen im Garten der Form einer Würfel-Vier entsprach, d. h. mög-

lichst weit auseinander liegende Partellen bei gleichzeitigem Ausschalten von randlichen Einflüssen. Im Versuchsjahr 1996 wurden in Gebrontshausen ebenfalls zwei blattlausspezifische Prädatoren eingesetzt: Neben *C. septempunctata* wurden in getrennten Partellen noch Larven von *E. balteatus* ausgebracht, so dass dieser Versuch mit den beiden Null-Partellen aus insgesamt sechs Partellen bestand, die jeweils durch einige Insektizid-behandelte Hopfenstöcke voneinander getrennt waren. Die Daten zu den Nützlingseinsätzen können Tabelle 1 entnommen werden.

Die Bezugsquellen der Nützlinge waren für *A. matricariae* die Firma Neudorff, Emmerthal, und für *C. septempunctata* und *E. balteatus* die Firma Nützlingszuchten Dr. Peter Katz, Welzheim. Die Schwebfliegenlarven wurden vom Züchter für die Versuche kostenlos zur Verfügung gestellt. 1994 kamen zudem noch etwa 5000 Marienkäfer-Eier aus eigener Zucht zum Einsatz.

Der Einsatz von *A. matricariae* erfolgte dadurch, dass die geöffneten Plastik-Versandflaschen mit einem Bindfaden in etwa 2 m Höhe in geschützter Lage unter Blättern an den Hopfenreben befestigt wurden. Pro Ausbringungstermin wurden 1994 zehn und 1995 zwölf Flaschen mit einem Inhalt von je 500 Tieren gleichmäßig über die beiden Partellen verteilt. Im ersten Versuchsjahr 1994 wurden verschiedene Formen der Ausbringung der Marienkäfer-Eier an den Pflanzen getestet. Dabei wurden zum einen komplette Gelege von etwa 30 bis 60 Eiern mit Stücken aus dem Eiablagesubstrat (Zellstofftücher oder schwarze Plastikfolie) mit Heftklammern an der Blattunterseite befestigt. Eine weitere untersuchte Methode war das Abfüllen von vereinzelt in Buchweizen-Spelzen gelieferten Eiern in Teefilter aus Zellstoff, die anschließend mit Heftklammern um die Reben befestigt wurden. Beide Methoden erwiesen sich als äußerst zeitaufwendig und unpraktikabel. Im Versuchsjahr 1995 wurden die Marienkäfer-Eier daraufhin auf Wunsch komplett vereinzelt in Buchweizenspelzen in Plastikboxen geliefert. Die Ausbringung erfolgte in der Weise, dass eine Person von jeder Aufleitung der Partelle ein Blatt abpflückte, das dann umgedreht in Form einer geöffneten Hand geschützt unter ein zweites Blatt zwischen Rebe und Aufleitungsdraht in Brusthöhe festgeklemmt wurde. In die konkave, umgedrehte Blattunterseite wurde anschließend von einer zweiten Person mit einem Suppenlöffel aus der Versandbox das entsprechende Aliquot der Spelzen mit den Marienkäfer-Eiern gegeben, wobei darauf geachtet wurde, dass die Verteilung der Eier möglichst homogen war.

Die Ausbringung der Schwebfliegen-Larven erfolgte nach Absprache mit dem Züchter auf die Weise, dass in der Zucht mit Eiern belegte, etwa 20 cm lange Ackerbohnen-Triebe verschickt

Tab. 1. Daten zum Nützlingseinsatz gegen *Phorodon humuli*

Nützling	<i>C. septempunctata</i>	<i>A. matricariae</i>	<i>E. balteatus</i>
Einsatz als	Eier	Puppen/Imagines	Larven
Datum und Menge Wolfsberg 1994	24. 05. 94–17. 06. 94: 8000 Stück	01. 06. 94: 5000 Stück 17. 06. 94: 5000 Stück	
Durchschnitt pro Aufleitung Preis pro Stück	ca. 26 Stück ca. DM 0,07	ca. 32 Stück ca. DM 0,04	
Datum und Menge Wolfsberg 1995	24. 05. 95: 4000 Stück 01. 06. 95: 4000 Stück 28. 06. 95: 2000 Stück	24. 05. 95: 6000 Stück 01. 06. 95: 6000 Stück 03. 07. 95: 6000 Stück	
Durchschnitt pro Aufleitung Preis pro Stück	ca. 33 Stück ca. DM 0,07	ca. 60 Stück ca. DM 0,05	
Datum und Menge Gebrontshausen 1996	10. 06. 96: 3000 Stück 20. 06. 96: 7000 Stück 14. 08. 96: 3000 Stück		05. 06. 96: 4000 Stück 19. 06. 96: 4000 Stück 14. 08. 96: 4000 Stück
Durchschnitt pro Aufleitung Preis pro Stück	ca. 54 Stück ca. DM 0,06		ca. 50 Stück ca. DM 0,06

wurden, die sofort nach dem Eintreffen in etwa 2 m Höhe zwischen Aufleitungsdraht und Rebe geklemmt wurden und somit die dann bereits zumeist frisch geschlüpften Larven sofort auf die Hopfenpflanze übersiedeln konnten. Pro Aufleitung wurden vier bis fünf Ackerbohnen-Triebe angebracht, so dass auch hier weitestgehend eine homogene Verteilung der Tiere auf die Pflanzen innerhalb der Versuchspartellen gewährleistet war.

Mit dem Eintreffen der ersten geflügelten Morphen der Hopfenblattlaus in den jeweiligen Gärten wurde mit den Bonituren begonnen, die alljährlich in wöchentlichem Rhythmus bis zur Ernte Anfang September erfolgten. Dabei wurden die Blattlausbonituren stets gemäß der BBA-Richtlinie (KREMHELLER et al., 1981) durchgeführt, d. h., es wurden unter Vermeidung von Randeffekten von 25 zentral in der Parzelle gelegenen Hopfenpflanzen 25 Blätter aus dem oberen, 13 aus dem mittleren und zwölf aus dem unteren Bereich entnommen und die darauf sitzenden lebenden Blattläuse ausgezählt. Bei mehr als 100 Tieren pro Blatt wurde die Zahl geschätzt. Geflügelte Morphen („Aphis-Fliegen“) wurden extra ausgezählt. Nach den Erfahrungen des ersten Versuchsjahres 1994 wurde als Verbesserung 1995 und 1996 auf diesen 50 Blättern pro Parzelle auch das Nützlingsspektrum quantitativ erfasst. Dazu diente ein speziell entwickelter Boniturbogen, der praktisch alle regelmäßig im Hopfen zu findenden Antagonisten in einem Taxon beinhaltet, das mit bloßem Auge schnell ansprechbar ist. Dabei wurden auf den angesprochenen 50 Blättern pro Parzelle alle Antagonisten in jedem Entwicklungsstadium standardisiert erfasst. Daneben wurden mobile und gut flugfähige Tiere, wie Schwebfliegen-Imagines, die bei der Blattnahme vom Blatt fielen oder abflogen, ebenfalls möglichst genau registriert.

4 Ergebnisse

Standort Wolfsberg 1994

Nach dem Beginn des Blattlauszuflugs am 18. 5. konnten die ersten ungeflügelten Blattläuse am 31. 5. gefunden werden. Danach kam es bis Ende Juni in allen vier Versuchspartellen gleichmäßig zu einem exponentiellen Aufbau der Exsules-Popu-

lation bis zu einer maximalen Zahl von durchschnittlich 472 Tieren pro Blatt. Ab Anfang Juli kam es allerdings binnen 14 Tagen zu einem schlagartigen Zusammenbruch der Blattlauspopulation in allen Parzellen, die dann bis zur Ernte am 4. 9. lediglich noch einen Befall auf geringstem Niveau von durchschnittlich unter fünf Tieren pro Blatt aufwiesen. Die Gründe für diesen natürlichen Zusammenbruch sind in einer Verkettung von Umständen zu sehen, deren Auslöser die heiße und niederschlagsarme Witterung dieses Sommers bei gleichzeitig hoher Luftfeuchte in den Nächten war. Die schlechte Wasserversorgung der Hopfenpflanzen führte über einen niedrigen Turgor und Änderungen der Zusammensetzung des Phloemsafte zu einer gravierenden Beeinträchtigung des Ernährungszustandes der Blattläuse. Diese Voraussetzungen resultierten in einem Befall der Tiere mit einem entomophagen Pilz aus der *Verticillium-lecanii*-Gruppe, der letztendlich dazu beitrug, die Population zusammenbrechen zu lassen.

Standort Wolfsberg 1995

Der Blattlauszuflug begann 1995 am 24. 5. und erstreckte sich über vier Wochen, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau als 1994. Die ersten ungeflügelten Morphen wurden am 30. 5. gefunden. Die weitere Entwicklung der Blattlauspopulation war dann praktisch identisch mit den Ergebnissen des Vorjahres: Bis Mitte Juli kam es in allen vier Parzellen zu einem exponentiellen Aufbau der Blattlauspopulation auf allerdings recht unterschiedlichem Niveau. Danach brach die Population dann wiederum binnen 14 Tagen zusammen und blieb ab Anfang August bis zur Ernte am 6. 9. in allen Parzellen bei durchschnittlichen Werten von weniger als fünf Tieren pro Blatt (Abb. 1).

Die 1995 auf den Blättern für die Blattlausbonitur erstmals durchgeführte parallele Nützlingsbonitur ergab hinsichtlich der beiden in den Nützlings-Parzellen eingesetzten Antagonisten in den ersten drei bzw. vier Wochen praktisch keinen Nachweis der ausgebrachten Arten auf den Blättern (Abb. 3 und 4). Erst mit dem Anstieg der gesamten natürlichen Nützlingspopulation konnten auf den Blättern die ersten nennenswerten Zahlen parasitierter Blattläuse bzw. die ersten Larven und Imagines von *C. septempunctata* identifiziert werden (Abb. 2). Die Parasitie-

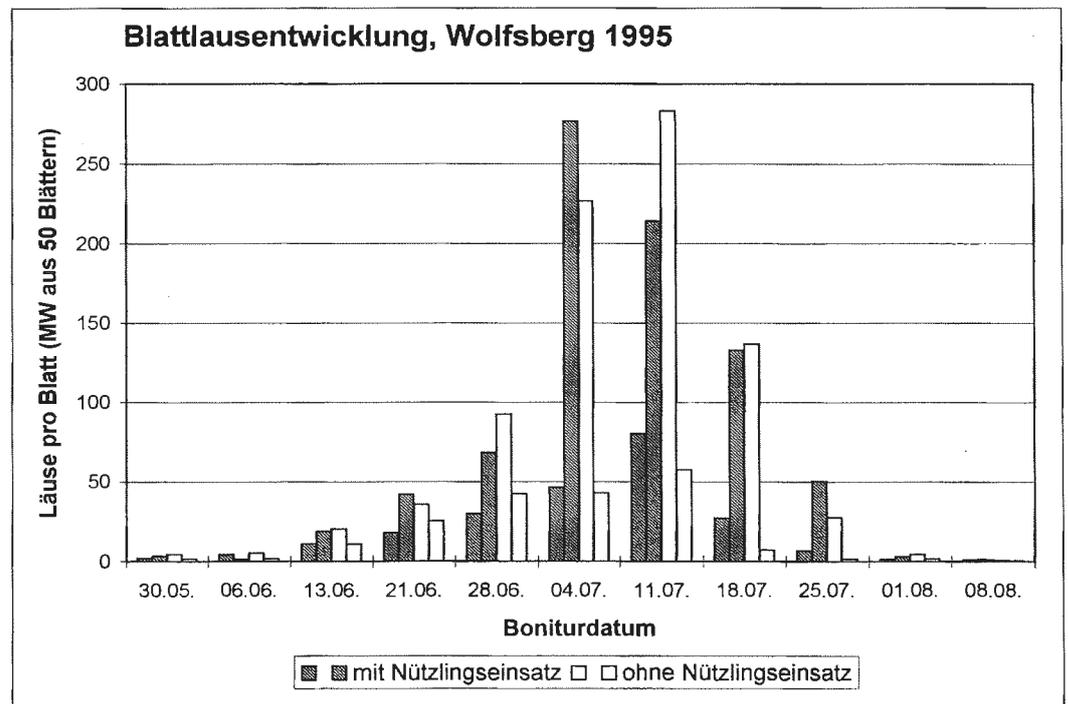


Abb. 1. Blattlausentwicklung in den Versuchspartellen in Wolfsberg 1995.

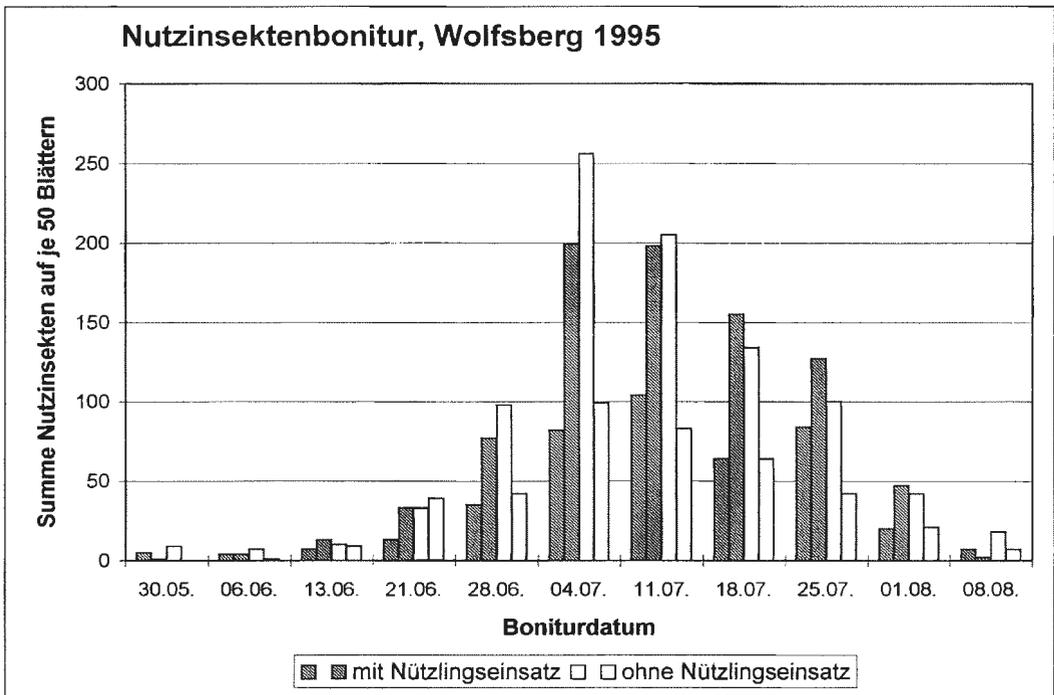


Abb. 2. Boniturergebnisse sämtlicher Nutzinsekten (alle Entwicklungsstadien) auf je 50 Blättern pro Parzelle in Wolfsberg 1995.

rungsraten lagen in allen Parzellen stets unter fünf Prozent und schwankten fast immer zwischen einem und drei Prozent. Vergleicht man die Boniturdaten der Blattläuse in den einzelnen Parzellen über die Saison mit den entsprechenden Werten der Nützlingsbonitur, erhält man in allen Parzellen einen fast identischen Kurvenverlauf, egal, ob Nützlinge eingesetzt wurden oder nicht (Abb. 1 und 2). Aus den einzelnen, parallel ermittelten Blattlaus- und Nützlingszahlen lässt sich allerdings eine hoch signifikante positive Korrelation beider Gruppen ableiten, die ebenfalls unabhängig vom Nützlingseinsatz ist: Der Korrelationskoeffizient r liegt bei den beiden Parzellen mit Nützlingseinsatz bei 0,89666 ($p \leq 0,001$) und bei den beiden Parzellen ohne Nützlingseinsatz bei 0,91578 ($p \leq 0,001$).

Standort Gebrontshausen 1996

Im Jahre 1996 kam es in der gesamten Hallertau zu einem im Sinne von BORN (1968) als „verzettelt“ zu bezeichnenden, langanhaltenden Blattlauszuflug auf niedrigstem Niveau. Im Versuchsgarten Gebrontshausen wurden zwischen dem 24. 5. und dem 19. 6. bei sieben Kontrollgängen lediglich drei geflügelte Morphen der Hopfenblattlaus gefunden. Dennoch konnte am 19. 6. an einzelnen Aufleitungen der erste Befall mit ungeflügelten Blattläusen festgestellt werden, der sich dann während der Monate Juli und August zu einer zwar erkennbaren, aber im Garten doch recht heterogen verteilten Populationsentwicklung der Tiere ausweitete. Gegen Ende der Saison war wie in den Vorjahren wiederum ein Einbruch der Population erkennbar (Abb. 5).

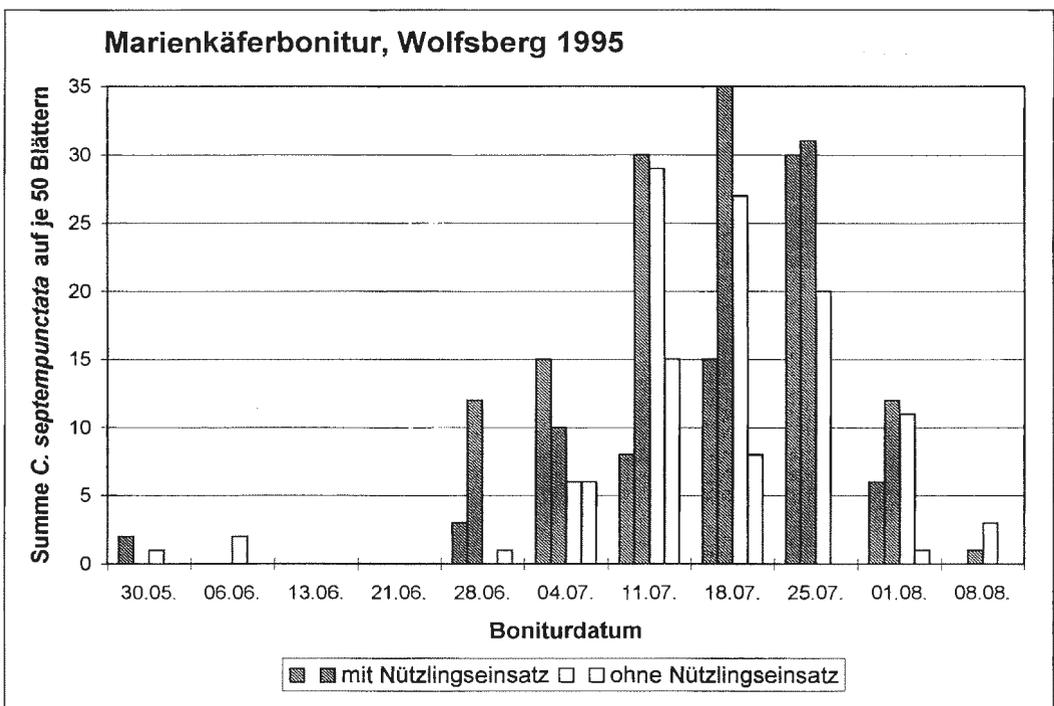
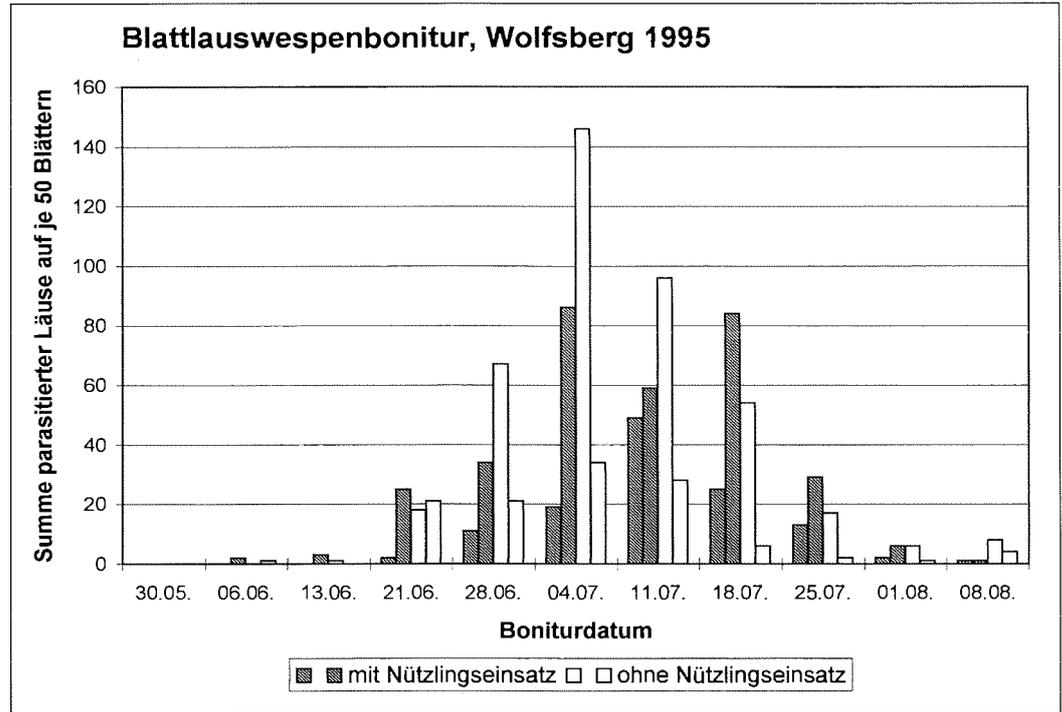


Abb. 3. Boniturergebnisse von *Coccinella septempunctata* (Larven, Puppen, Imagines) auf je 50 Blättern pro Parzelle in Wolfsberg 1995. Einsätze der Art in den Nützlingsparzellen erfolgten am 24. 5. (4000 Stück), 1. 6. (4000 Stück) und 28. 6. (2000 Stück).

Abb. 4. Boniturergebnisse von parasitierten Blattläusen auf je 50 Blättern pro Parzelle in Wolfsberg 1995. Einsätze von *Aphidius matricariae* in den Nützlingsparzellen erfolgten am 24. 5. (6000 Stück), 1. 6. (6000 Stück) und 3. 7. (6000 Stück).



Ähnlich erfolglos wie im Vorjahr gestaltete sich auch die Suche nach den eingesetzten Nützlingen: Bei den wöchentlichen Bonituren konnte über einen Zeitraum von vier Wochen nicht ein Exemplar bzw. ein späteres Entwicklungsstadium der ausgebrachten Antagonisten auf den Blättern gefunden werden. Erst mit dem Anwachsen der natürlichen Nützlingspopulation, das wiederum mit der Populationsentwicklung der Blattläuse einherging, wurden die ersten Larven von *E. balteatus* und *C. septempunctata* gefunden. Im weiteren Verlauf der Schwebfliegen- und Marienkäferentwicklung in den Parzellen muss davon ausgegangen werden, dass die sich ab Mitte Juli aufbauenden Zahlen rein natürlichen Ursprunges waren (Abb. 6 und 7). Eine hoch signifikante positive Korrelation zwischen korrespondierenden

Blattlaus- und Nützlingszahlen konnte 1996 für die beiden Parzellen mit Schwebfliegen-Einsatz nachgewiesen werden ($r=0,68104$, $p \leq 0,001$). Für die Marienkäfer-Parzellen ($r=0,40755$) und die Parzellen ohne Nützlingseinsatz ($r=0,26950$) konnte hingegen keine signifikante Korrelation ermittelt werden.

5 Diskussion

Auch wenn die beschriebenen dreijährigen Versuche wesentlich von den Bemühungen geprägt sind, methodische Probleme der Ausbringungstechnik und der Bonituren zu optimieren sowie die passenden Nützlinge für den Freiland Einsatz zu finden, liefern

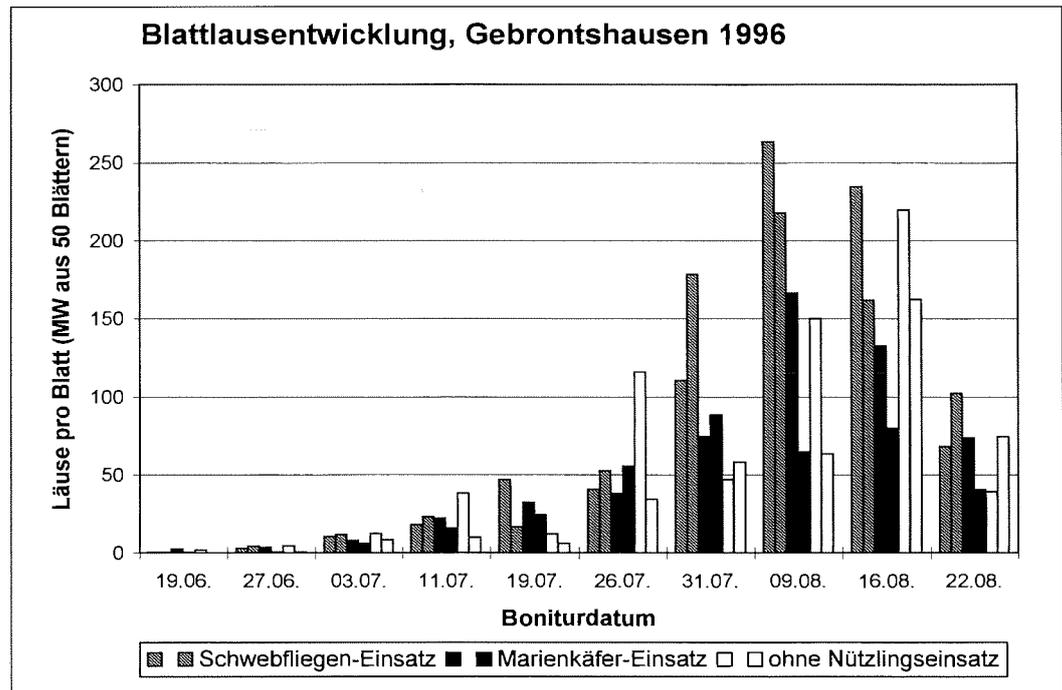


Abb. 5. Blattlausentwicklung in den Versuchspartellen in Gebrontshausen 1996.

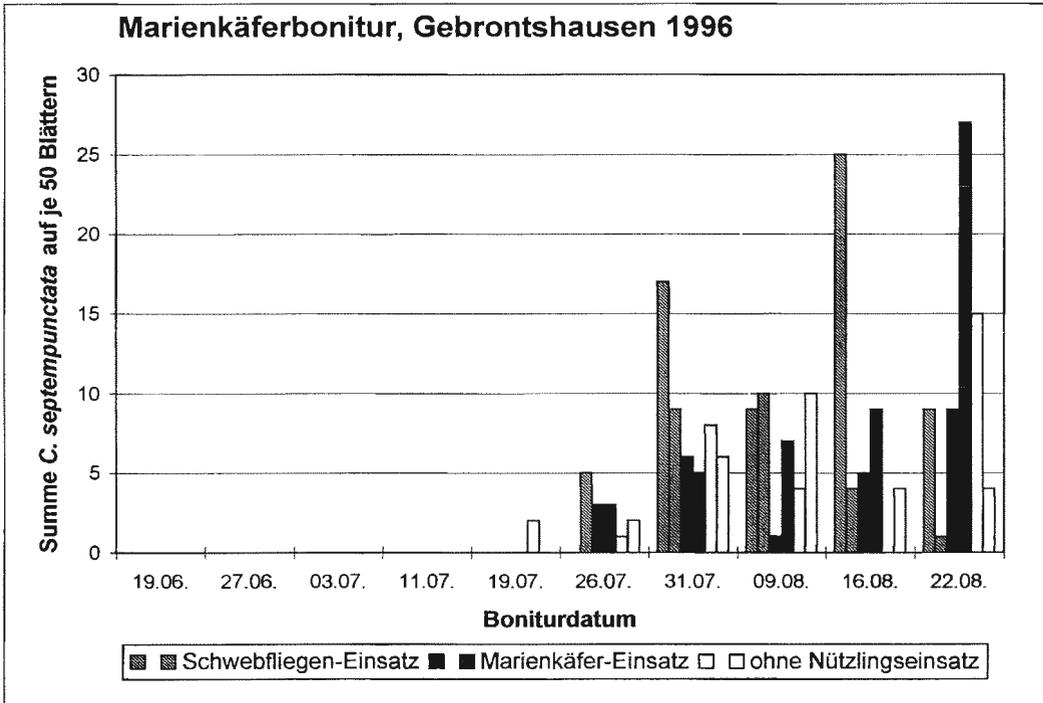


Abb. 6. Boniturergebnisse von *Coccinella septempunctata* (Larven, Puppen, Imagines) auf je 50 Blättern pro Parzelle in Gebrontshausen 1996. Einsätze der Art in den Marienkäferparzellen erfolgten am 10. 6. (3000 Stück), 20. 6. (7000 Stück) und 14. 8. (3000 Stück).

die daraus gewonnenen Resultate doch genügend Anhaltspunkte, um den Freiland Einsatz von Antagonisten gegen die Hopfenblattlaus in der Raumkultur Hopfen auch in Zukunft als nicht praktikabel und ohne Erfolgsaussichten erscheinen zu lassen. Da es im Verlaufe von zwei Saisonen praktisch in keinem Fall gelang, die eingesetzten Arten kurz nach der Freilassung an den Pflanzen wieder nachzuweisen, muss die Etablierung dieser Nützlinge im Hopfengarten in Frage gestellt werden. Die Gründe hierfür könnten mangelnde Vitalität des Nützlingsmaterials, Verluste durch Prädation und Kannibalismus oder auch schlichtweg Verhungern sein. Allerdings wurden die Nützlinge in jedem Fall erst zu einem Zeitpunkt ausgebracht, an dem die Besiedelung der Pflanzen durch die Hopfenblattlaus bereits begonnen hatte und

somit eine Nahrungsgrundlage vorhanden war. Selbst wenn es der Fall war, dass die eingesetzten Nützlinge bei den Bonituren lediglich nicht wieder entdeckt werden konnten, lässt sich anhand der bonitierten Blattlauszahlen in den einzelnen Parzellen kein Einfluss der ausgebrachten Antagonisten auf die Populationsentwicklung der Blattläuse ableiten. Gut aus den Ergebnissen ableiten lässt sich jedoch der parallel zur Populationsentwicklung von *P. humuli* verlaufende Aufbau des natürlich vorkommenden Nützlingsspektrums, das zumindest an einem Standort und in zwei von drei Saisonen in der Lage war, die Blattlauszahlen bis zum Erntezeitpunkt wieder auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß zu drücken. Plakativ ausgedrückt kann demnach die Behauptung aufgestellt werden, dass die eingesetzten Antagonis-

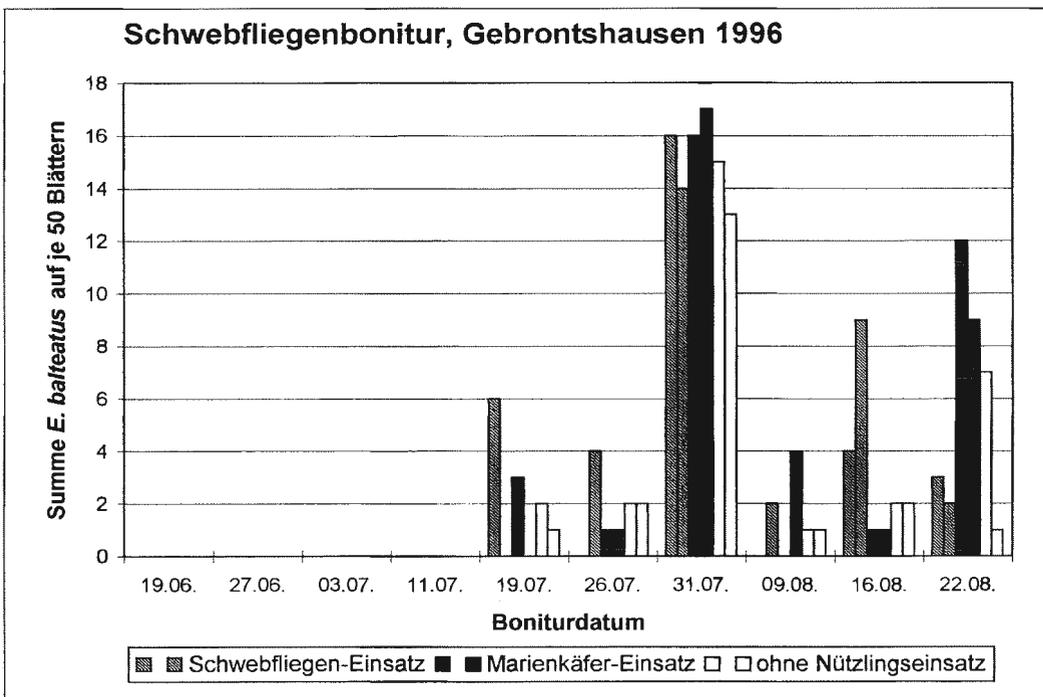


Abb. 7. Boniturergebnisse von *Episyrphus balteatus* (Larven, Puppen, Imagines) auf je 50 Blättern pro Parzelle in Gebrontshausen 1996. Einsätze der Art in den Schwebfliegenparzellen erfolgten am 5. 6. (4000 Stück), 19. 6. (4000 Stück) und 14. 8. (4000 Stück).

ten bestenfalls in der großen Menge der natürlich vorkommenden Nützlinge „verschwinden“, die als Nahrungsopportunisten natürlich stets da zu finden sind, wo auch die entsprechende Beute anzutreffen ist.

Vergleichbare Publikationen zum gezielten Freilandeinsatz von Blattlausantagonisten gegen *P. humuli* sind relativ selten zu finden. MOOSHERR (1994) beschreibt knapp den Einsatz von *A. matricariae*, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Chrysopidae) und *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Cecidomyiidae), ohne dabei nennenswerte Erfolge erzielt zu haben. Auch TROUVÉ et al. (1996, 1997) bewerten das Ergebnis einer Freilassung von *C. carnea* im Hopfen als nicht effizient, da die in drei Schüben eingesetzten 60 Larven pro Aufleitung zu späteren Boniturterminen in keinem Fall mehr nachgewiesen werden konnten. BENKER (1999) hält nach fünfjährigen Erhebungen die biologische Blattlausbekämpfung im Hopfen mit *Orius majusculus* (Reuter) (Anthoridae) für die Praxis als nicht empfehlenswert, da die Wirkungsgrade sehr heterogen und teilweise zu niedrig waren. Ermutigendere Ergebnisse konnte bislang lediglich WEISSENBERGER (1998, 1999) erzielen, der im Elsass mit Freilassungen des in Europa allochthonen, ursprünglich aus China stammenden Marienkäfers *Harmonia axyridis* (Pallas) deutliche Reduktionen der Blattlauszahlen erreichte. Bei WEISSENBERGERS Versuchen ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Blattlausdruck mit maximal 37 Tieren pro Blatt in der unbehandelten Parzelle äußerst niedrig war und die Versuchsglieder mit 15 Aufleitungen pro Wiederholung recht klein angelegt waren. Im französischen Hopfenbau werden für die Zukunft jedoch große Hoffnungen für den biologischen Pflanzenschutz auf den Einsatz einer speziell gezüchteten, flugunfähigen Rasse von *H. axyridis* gesetzt, bei der auch die Imagines auf der Pflanze verbleiben (TROUVÉ et al., l. c.; WEISSENBERGER, l. c.).

Ansatzpunkte für Kritik können sicherlich die Art, das Entwicklungsstadium und die Anzahl der eingesetzten Antagonisten sowie Zeitpunkt und Methoden der Nützlingsfreilassung liefern. So erwies sich der Parasitoid-Einsatz von *A. matricariae* als völlig ineffektiv, was auch durch Literaturangaben unterstrichen wird: Nach COPLAND (1979) haben Blattlauswespen (Aphidiidae) allgemein keinen wesentlichen Einfluss auf die Populationsentwicklung von *P. humuli* und sind zudem häufig von Hyperparasitismus betroffen. Selbst die auf *P. humuli* spezialisierte Blattlauswespe *Trioxys humuli* Mackauer erreicht im Feld keine relevanten Parasitierungsraten (CONRADT, 1990). Die Entscheidung für den Einsatz von *C. septempunctata* und *E. balteatus* ist hingegen aufgrund des häufigen natürlichen Vorkommens der beiden Arten im Hopfen mit der entsprechenden Prädationsleistung als richtig zu bewerten.

Mögliche Kandidaten für weitere Untersuchungen hinsichtlich ihrer Effizienz als Blattlausprädatoren wären sicherlich die problemlos erhältlichen *C. carnea* und *A. aphidimyza*. Der Einsatz der sehr gut zu züchtenden, faunenfremden Art *H. axyridis* wäre allerdings zu Recht umstritten und bedürfte in Deutschland gemäß Bundes-Naturschutzgesetz (BNatSchG § 20 d) ohnehin erst einer grundsätzlichen Prüfung und Genehmigung (FREIER und TRILTSCH, 1995). Die Vorgehensweise, die eingesetzten Prädatoren in einem möglichst frühen Entwicklungsstadium auszubringen, erscheint auch im Nachhinein betrachtet richtig. Zwar sind die Verluste durch Mortalität bei Eiern bzw. gerade schlüpfenden Larven sicherlich deutlich höher als bei älteren, robusteren Larven, wie beispielsweise den von WEISSENBERGER (l. c.) verwendeten L3-Larven von *H. axyridis*; die Transportproblematik, der Kannibalismus der Larven und die leichtere Handhabbarkeit bei der Ausbringung sprechen allerdings zusammen mit der längeren Dauer der Prädation junger Larven für den Einsatz von Eiern. Ein weiteres Problemfeld stellt die Technik der

Ausbringung dar, die sicherlich verbesserungsfähig ist. Dennoch wird sich ein behutsamer, sorgfältiger und zeitintensiver Umgang mit den jeweiligen Antagonisten in keinem Fall vermeiden lassen, was, nüchtern betrachtet, für einen Einsatz durch Landwirte auf größeren Flächen doch als praxisfern bezeichnet werden muss. Neben dem immensen manuellen Arbeitsaufwand, den der biologische Pflanzenschutz durch den Nützlingseinsatz hier verursachen würde, kommt noch die Kostenfrage für das Nützlingsmaterial: Im Falle des geschilderten Einsatzes von etwa 50 Eiern von *C. septempunctata* pro Aufleitung läge der Preis für die Behandlung von einem Hektar bei über 12 000 DM – und die eingesetzte Menge war offensichtlich viel zu gering für die Erzielung eines sichtbaren Effektes. Wenn man all diese Gesichtspunkte zusammenfassend betrachtet, erscheint es jedenfalls sinnvoller, weitere Forschungsarbeit und -gelder in die Förderung und Nutzung des natürlich vorkommenden Spektrums von Nutzarthropoden im Hopfen zu setzen, das über die wenigen von Menschenhand eingebrachten Tiere ohnehin in kürzester Zeit dominiert.

Zwei Punkte müssen noch Erwähnung finden, die für die Effektivität des Nützlingseinsatzes in dieser Raumkultur von wesentlicher Bedeutung sind: Zum einen stellt ein Hopfengarten mit 7 m Gerüsthöhe natürlich auch ein dreidimensionales Gebilde mit allen möglichen mikroklimatisch unterschiedlichen Teilbereichen dar (VAN EIMERN, 1968), die, anders als im Gewächshaus, nicht zu kontrollieren sind. Zum anderen ist auch die enorme Menge an pflanzlichem Material zu berücksichtigen, die den beim Nützlingseinsatz anthropogen zu beeinflussenden Lebensraum bildet und die entsprechende Werte anderer Kulturen bei weitem übertrifft. So liegen die Blattflächen (Ober- und Unterseite) einer ausgewachsenen, erntereifen, dreiebigten Aufleitung je nach Sorte etwa zwischen 8 und 23 m². Dazu kommen die Oberflächen der Haupt- und Seitentriebe mit etwa 1 bis 1,5 m² pro Aufleitung und die Oberfläche der Dolden; die Doldenzahl liegt sorten-, saison- und standortabhängig bei etwa 2300 bis über 10 000 Stück pro Aufleitung, so dass zum Ende der Saison zusätzlich noch eine reine Doldenoberfläche (die Fläche der einzelnen Doldenblätter nicht mitgerechnet) von knapp 5 bis über 14 m² pro Aufleitung entsteht. Bei durchschnittlich 4000 Aufleitungen pro ha kann ein Hektar Kulturhopfen somit einen potentiellen Lebensraum für Arthropoden in der Größe von über 150 000 m² bieten (alle Zahlen, teilweise leicht nach aktuellem Stand modifiziert, nach BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU, 1981, und LÜDERS, 1979).

Die starke positive Korrelation zwischen den Blattlauszahlen und den natürlich vorkommenden Antagonisten ist eine logische Folge des ausgeprägten Nahrungsopportunistismus der meisten Prädatoren. ZELENÝ et al. (1981) ermittelten in böhmischen Hopfengärten ebenfalls eine enge Bindung der Prädatorenpopulationen an den Aufbau der Blattlauspopulation, wobei es erst bei einem Verhältnis von mehr als 50 Läusen pro Blatt zu einer ständigen Kolonisation der Blätter mit Reproduktion kam. Das Antagonistenspektrum im Hopfen besteht in erster Linie aus euryöken Tieren und allgemein blattlausspezifischen Prädatoren mit nur wenigen ausgeprägten Spezialisten. Die Zahl der von 1992 bis 1999 in Hopfengärten der Hallertau durch BENKER und den Verfasser nachgewiesenen Insekten, die als Parasitoide bzw. Prädatoren von Blattläusen und/oder Spinnmilben einzuordnen sind, hat sich mittlerweile auf mindestens 74 verschiedene Taxa summiert (BENKER, 1999, und unveröffentlichte Ergebnisse). Diese Zahl ist ein weiteres Indiz dafür, dass es letztendlich kaum sinnvoll sein kann, noch einzelne Arten von außen in größerer Anzahl in dieses System einzubringen, das ohnehin in vielen Saisonen in der Lage ist, den Blattlausbefall bis zur Ernte auf ein wirtschaftlich verträgliches Maß zu reduzieren. Auch

CAMPBELL (1978) und CAMPBELL und CONE (1994) konnten durch den Einsatz von Ausschlusskäfigen für Blattlaus-Antagonisten an den Hopfenpflanzen eine deutliche Reduktion der Blattlauspopulationen durch die natürlicherweise vorkommende Nützlingsfauna nachweisen. Dem gegenüber stehen allerdings Beobachtungen von EPPLER (1995), der den Prädatoren im Hopfen die Fähigkeit abspricht, die Entwicklung der Blattlauspopulation entscheidend zu beeinflussen, da die Gefräßigkeit der Räuber nicht ausreicht, die mangelnde Synchronisation von Blattlaus und Fraßfeinden und die Reproduktion der Läuse auszugleichen.

Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten muss auch nach Ansicht des Verfassers einschränkend bemerkt werden, dass selbst in Jahren, in denen es dem natürlichen Antagonistenspektrum gelingt, die Blattlauspopulation ab Mitte Juli bis zur Ernte auf ein Niveau zu reduzieren, das zu keiner sichtbaren Schädigung der Pflanzen führt, mit Ertragseinbußen gerechnet werden muss. Eigene, unveröffentlichte Daten liefern Grund zu der Annahme, dass die Saugtätigkeit des Blattlaus-„Peaks“ im Frühsommer zu einer Verkleinerung der Dolden zum Erntezeitpunkt führt, was Ertragsverluste in der Größenordnung von 5–10% bedeuten kann. Qualitativ gesehen führt ein relativ geringer Blattlausbefall im Frühsommer allerdings zu keinen Einbußen; es scheint eher, dass die Produktion der Alpha-Säuren, dem wertbestimmenden Inhaltsstoff des Hopfens, in der Pflanze durch geringen Schädlingsbefall angeregt wird. Die vielen kleinen Verletzungen durch die Saugtätigkeit der Schädlinge stimulieren dabei die Pflanze wahrscheinlich zu einer erhöhten Harzproduktion, wodurch auch der Gehalt an Alpha-Säuren als einem Bestandteil der Weichharz-Fraktion leicht ansteigt. Zur Klärung aller Fragen in diesem Themenkomplex sind jedenfalls noch umfangreiche mehrjährige Untersuchungen mit folgenden Variablen vonnöten: Höhe, Zeitpunkt und Dauer des Schädlingsbefalls, Ertrag und Qualität des Erntegutes, standortbedingte Unterschiede, Kosteneinsparung für Pflanzenschutzmittel sowie die kaum quantifizierbare, volkswirtschaftliche Größe einer verringerten Belastung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft und Artenvielfalt.

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt den folgenden Institutionen und Personen: Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, finanzierte das Forschungsprojekt „Biologische Bekämpfung der Hauptschädlinge des Hopfens“, in dessen Rahmen die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Dr. JOHANN MAIER, Ltd. LD i. R., Au i. d. Hallertau, initiierte das Projekt, das von Ltd. LD BERNHARD ENGELHARD, Hüll, als Projektleiter engagiert geführt wurde. Die Landwirte ALOIS BRUMMER, Gebrontshausen, und ALOIS REISINGER, Wolfsberg, stellten bereitwillig die Versuchsfelder zur Verfügung. OLGA EHRENSTRASSER, Gebrontshausen, und BIRGIT LINSEISEN, Weikenhausen, sowie zahlreiche weitere Mitarbeiter des Hopfenforschungsinstitutes in Hüll waren unentbehrliche Helfer bei den Freilandarbeiten. Dr. PETER KATZ, Welzheim, lieferte unentgeltlich Schwebfliegenlarven. Dr. COLIN A. M. CAMPBELL, East Malling (Kent, UK), gab der englischen Summary sprachlichen Schliff und war bei fachlichen Fragen stets ein hilfsbereiter Diskussionspartner. Besonderen Dank schulde ich Dr. BERND FREIER, Kleinmachnow, und Dr. ANDREAS LANG, München, für die kritische Durchsicht und Kommentierung des Manuskripts.

Literatur

AVELING, C., 1981: The role of *Anthocoris* species (Hemiptera: Anthocoridae) in the integrated control of the damson-hop aphid (*Phorodon humuli*). *Ann. appl. Biol.* **97**, 143–153.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU, 1981: Jahresbericht 1980; Versuchs- und Forschungsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Abschnitt Hopfen und aus dem Hans-Pfälf-Institut für Hopfenforschung in Wolnzach-Hüll. Bayer. Landesanst. f. Bodenkultur u. Pflanzenbau, Informationen u. Hinweise f. d. Fachbereich, Sondernr. **1/1981**.

BENKER, U., 1999: Untersuchungen zur Populationsdynamik von *Tetranychus urticae* Koch und *Phorodon humuli* (Schrank) sowie ihrer biologischen Kontrolle durch *Typhlodromus pyri* Scheuten und *Orius majusculus* (Reuter) in Niedrig- und Hochgerüstanlagen des Hopfens (1993–1997). Diss. Fak. Landwirtschaft. Gartenbau TU München.

BORN, M., 1968: Beiträge zur Bionomie von *Phorodon humuli* (Schrank, 1801). *Arch. Pflanzensch.* **4** (1), 37–52.

BUXTON, J. H., D. S. MADGE, 1977: The food of the European earwig (*Forficula auricularia* L.) in hop gardens. *Entomol. Monthly Mag.* **112**, 231–237.

CAMPBELL, C. A. M., 1978: Regulation of the damson-hop aphid (*Phorodon humuli* (Schrank)) on hops (*Humulus lupulus* L.) by predators. *J. Hortic. Sci.* **53** (3), 235–242.

CAMPBELL, C. A. M., 1985: Has the damson-hop aphid an alate alienicolous morph? *Agric. Ecosyst. Environm.* **12**, 171–180.

CAMPBELL, C. A. M., W. W. CONE, 1994: Influence of Predators on Population Development of *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae) on Hops. *Environm. Entomol.* **23** (6), 1391–1396.

CONRADT, S., 1990: Vorkommen und Bedeutung von *Trioxys humuli* Mack. (Hymenoptera: Aphidiidae) in bayerischen Hopfengärten. Diss. Fak. Landwirtschaft. Gartenbau TU München.

COPLAND, M. J. W., 1979: Hymenoptera in hop gardens, with particular reference to parasitoids associated with the damson-hop aphid *Phorodon humuli*. *Entomol. Exp. Applic.* **25**, 146–152.

EPPLER, A., 1986: Untersuchungen zur Wirtswahl von *Phorodon humuli* Schrk. I. Besiedelte Pflanzenarten. *Anz. Schädlingskde., Pflanzensch., Umweltsch.* **59** (1), 1–8.

EPPLER, A., 1995: Zur Ökologie der Blattläuse an Hopfen und ihre Bedeutung bei der Ausbreitung von Hopfenviren. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **102** (1), 2–15.

ESCHERICH, K., 1916: Hopfenschädlinge. *Z. angew. Entomol.* **3**, 311–313.

FREIER, B., H. TRILTSCH, 1995: *Harmonia axyridis* (Pallas) – ein interessanter Marienkäfer für den biologischen Pflanzenschutz. *Gesunde Pflanzen* **47** (7), 269–271.

HIRSCHBERGER, G., H. T. KREMHELLER, 1993: Biologische Bekämpfung der Roten Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) im Hopfenbau. *Gesunde Pflanzen* **45** (3), 96–98.

HORNUNG, U., 1973a: Zur Biologie der Hopfenblattlaus. I. Die Hopfenblattlaus auf ihrem Winterwirt. *Hopfen-Rundschau* **24** (9), 156–159.

HORNUNG, U., 1973b: Zur Biologie der Hopfenblattlaus. II. Zum Auftreten von „Aphisfliegen“ (Wirtswechsel und Befallsflug; Sommergeflügelte). *Hopfen-Rundschau* **24** (11), 188–192.

HORNUNG, U., 1975: Zum Einfluß der Wirtspflanze auf ihren Parasiten am Beispiel *Humulus lupulus* L. – *Phorodon humuli* Schrank. *Angew. Botanik* **49**, 45–53.

KIRSCHNER, R., 1932: Beiträge zur Biologie von *Phorodon humuli* Schrk. nebst Bemerkungen und Versuchen über das Entstehen von geflügelten Aphiden. (1. Beitrag). *Biol. Zentralbl.* **52** (2), 103–117.

KOLBE, W., 1966: Untersuchungen über die Bekämpfung von Blattläusen und Spinnmilben im Hopfenbau. *Pflanzensch.-Nachr. Bayer* **19**, 189–242.

KREMHELLER, H. T., W. LÜDERS, F. RIEPERT, K. ZÜRN, 1981: Richtlinien für die amtliche Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln, 5-2.5.3, Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen Blattläuse im Hopfenbau. Hrsg.: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig.

LÖSEL, P. M., M. LINDEMANN, J. SCHERKENBECK, C. A. M. CAMPBELL, J. HARDIE, J. A. PICKETT, L. J. WADHAMS, 1996: Effect of primary-host kairomones on the attractiveness of the hop-aphid sex pheromone to *Phorodon humuli* males and gynoparae. *Entomol. Exp. Applic.* **80**, 79–82.

LÜDERS, W., 1979: Erste Erfahrungen mit dem Blattflächenmeßgerät Li-Cor. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **31** (2), 28–30.

MOOSHERR, W., 1994: Gibt es Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz im Hopfenbau? *Brauwelt* **38**, 1893–1895.

TROUVÉ, C., S. LÉDÉÉ, J. BRUN, A. FERRAN, 1996: Lutte biologique contre le puceron du houblon. *Bilan de trois années d'étude dans le nord de la France*. *Phytoma* **486**, 41–44.

TROUVÉ, C., S. LÉDÉÉ, J. BRUN, A. FERRAN, 1997: Biological control of the Damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Homopt., Aphididae). *Entomophaga* **42** (1/2), 59–64.

VAN EIMERN, J., 1968: Klimatische Untersuchungen in einem Hopfengarten. *Hopfen-Rundschau* **19** (23/24), 443–444.

WEISSENBERGER, A., 1998: Rapport houblon 1998. Service Régional de la Protection des Végétaux (SRPV) Alsace, Wiwersheim.

WEISSENBERGER, A., 1999: Biological control of the Damson-hop aphid *Phorodon humuli* Schrank with the ladybird *Harmonia axyridis* Pallas in Alsace: comparison between the natural and the flightless strain. International Hop Growers' Convention (I.H.G.C.), Proceedings of the Scientific Commission, Pulawy, Poland, 27–30 July 1999, 99–103.

ZATTLER, F., 1936: Die Hopfenblattlaus und ihre Bekämpfung. Flugbl. z. Förderg. d. Pflanzenbaues u. Pflanzenschutzes **70** (Hrsg.: Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München).

ZELENÝ, J., 1978: Changes in the distribution of aphidophagous insects of the hop aphid, *Phorodon humuli* (Schr.). Ann. Zool. Écol. anim. **10** (3), 377–380.

ZELENÝ, J., I. HRDÝ, P. K. KALUSHKOV, 1981: Population Dynamics of Aphid and Mite Predators in Hops: Bohemian Hop-growing Area.

IOBC/WPRS-Bull. **1981/IV/3** (Integrated Pest and Diseases Control in Hops, Liblice [Czechoslovakia] 26.–28.08.1980), 87–96.

ZOHREN, E., 1970: Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung von Hopfenschädlingen. Z. angew. Entomol. **65** (4), 412–419.

Zur Veröffentlichung angenommen: 6. Januar 2000

Kontaktanschrift: Florian Weihrauch, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Hopfenforschung, Hüll 5 1/3, D-85283 Wolnzach, E-Mail: Florian.Weihrauch@lbp.bayern.de

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **52** (8), S. 194–196, 2000, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart

Nematoden an Wasserpflanzen

Nematodes in aquatic plants

Von Romeo Herr und Peter Knuth

Zusammenfassung

An der Wasserpflanze *Lagarosiphon cordofanus* (Hydrocharitaceae) traten bei submerser Haltung im Aquarium Triebstauchungen auf. Bei der Suche nach der Ursache dieser Stauchungen wurden an den Triebspitzen der Pflanzen Erdbeerblattälchen (*Aphelenchoides fragariae*) nachgewiesen. An Pflanzen, die nach zweimaliger Behandlung mit Parathion nematodenfrei gemacht wurden, konnten dagegen keine Symptome mehr beobachtet werden. Die Nematoden sind daher die Verursacher der Triebstauchungen. Eine Wärmebehandlung der befallenen Pflanzen (10 Minuten bei 47–48 °C) als mögliche Bekämpfungsmaßnahme wurde von den Pflanzen nicht vertragen.

Stichwörter: *Lagarosiphon cordofanus*, Aquariumpflanzen, *Aphelenchoides fragariae*

Abstract

In the aquatic plant *Lagarosiphon cordofanus* (Hydrocharitaceae) in submersed aquarium culture the symptom of shoot dwarf was observed. On the apical shoots of the plants nematodes (*Aphelenchoides fragariae*) were detected. On plants made nematode-free (application of parathion) no symptoms of shoot dwarf were observed. Therefore, the nematodes are the causal parasite for the symptom. A heat therapy (dipping the plants in water at 47–48 °C for 10 minutes) is not applicable as the plants did not survive that treatment.

Key words: *Lagarosiphon cordofanus*, aquatic plants, *Aphelenchoides fragariae*

Einführung

Lagarosiphon cordofanus (Hydrocharitaceae, Froschbissgewächse) ist eine in Ost- und Südafrika verbreitete Wasserpflanze, die als Zierpflanze in Süßwasseraquarien gehalten werden kann (KASSELMANN, 1999). Unter günstigen Bedingungen wächst die Pflanze zügig, so dass immer neue Seitensprosse oder Kopfstecklinge zu einem attraktiven Bestand im Aquarium gesteckt werden können. Bei einem Pflanzenbestand im eigenen Aquarium fiel immer wieder auf, dass einzelne Pflanzen im Wuchs stagnierten und auffällige Stauchungen im Bereich der Triebspitze zeigten (Abb. 1). Bei Untersuchungen nach den möglichen Ursachen dieser Missbildungen wurden an den gestauchten Trieben pflanzenparasitäre Nematoden der Gattung *Aphelenchoides* gefunden. Im vorliegenden Bericht werden die Nematoden, das Schadsymptom an *L. cordofanus* und eine Möglichkeit der Bekämpfung vorgestellt.

Material und Methoden

1. Mikroskopische Untersuchung missgebildeter Pflanzen

Von den Triebspitzen missgebildeter Pflanzen wurden einige Blättchen und Vegetationskegel auf einem Objektträger freipräpariert und in einem Tropfen Wasser mikroskopisch untersucht.

2. Isolierung der Nematoden

Die zerkleinerten Pflanzen wurden auf einem Sieb in einem wassergefüllten Trichter ausgebreitet. Zur Sauerstoffanreicherung wurden 2 ml 30%iges Wasserstoffperoxid je 1 Liter Wasser