

Auswirkungen dreier Wildkrautarten als Begleitpflanzungen in einem Kohlrabifeld auf räuberische Coccinelliden und Blattläuse

(Effects of three weeds on the populations of predatory coccinellids and aphids in a kohlrabi field)

Von Joachim Kranz¹, Nedret Tort² und Cetin Sengonca¹;

¹Institut für Pflanzenkrankheiten, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn;

²Dept. of Biology, Faculty of Science, Ege University, Bornova-Izmir/Turkey

Zusammenfassung: In der anwendungsorientierten entomologischen Forschung werden Untersuchungen zu olfaktorischen Reaktionen von Parasitoiden und vermehrt auch Räubern immer bedeutender. Hierbei werden u.a. die Reaktionen von Nutzarthropoden auf Kairomone unterschiedlichsten Ursprungs überprüft, darunter auf Duftstoffe, die von Pflanzen emittiert werden. Basierend auf Ergebnissen von Laborversuchen mit einem vierarmigen Olfaktometer wurde im Sommer 1999 die Attraktivität der Wildkräuter Beifuss *Artemisia vulgaris* L., Rainfarn *Tanacetum vulgare* L. und Brennessel *Urtica dioica* L. in einem Kohlrabifeld untersucht. Dabei wurden die Populationsdichten aller Coccinelliden-Entwicklungsstadien auf Kohlrabipflanzen in den drei Wildkraut-Varianten sowie in einer Kontrolle ermittelt. Die Wildkräuter führten an fast allen Boniturterminen zu deutlich höheren Populationen adulter Coccinelliden auf den angrenzenden Kohlrabipflanzen gegenüber denjenigen der Kontrolle. Teilweise war die Dichte der Adulten in den Wildkraut-Varianten fast dreimal so hoch. Ähnlich verhielt es sich bei den Larven, während diese Differenzen bei Eiern und Puppen generell niedriger ausfielen. Hingegen traten nur geringe Unterschiede zwischen den drei Wildkraut-Varianten auf. Bei Betrachtung der Mittelwerte über den gesamten Boniturzeitraum ergaben sich für die Adulten der Coccinelliden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten und der Kontrolle, wobei *Coccinella septempunctata* L. in allen Varianten als häufigste Art auftrat, gefolgt von *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) und *Adalia bipunctata* (L.). Auch die Ermittlung der Populationsdichten der auf den Kohlrabipflanzen vorhandenen Aphiden ergab deutliche Unterschiede zwischen Varianten und Kontrolle. Bei Begleitpflanzung mit den drei Wildkräutern konnten im Vergleich zur Kontrolle zwischen Ende Mai und Anfang Juli statistisch signifikante Reduktionen der Aphidenpopulationen registriert werden. Die fast ausschließlich festzustellenden Blattlausarten

Summary: Investigations dealing with the olfactory reactions of parasitoids and predators have become more and more important for practical entomological research. One aim is to observe the reactions of beneficial arthropods to kairomones of different origin, for example to odours emitted by plants. Based on results of laboratory studies with a four-armed olfactometer, the attractiveness of the weeds wormwood *Artemisia vulgaris* L., tansy *Tanacetum vulgare* L. and stinging nettle *Urtica dioica* L. was examined in a kohlrabi field in summer 1999. Thereby the population densities of all developmental stages of coccinellids were recorded on kohlrabi plants in the three weed plots as well as in a control. The weeds clearly maintained higher population levels of adult coccinellids on the adjacent kohlrabi plants on most of the monitoring dates as compared with the control. As a result, the population densities of the adults in the weed plots were almost three times as high. The densities of the larvae showed similar tendencies, but these differences were smaller for the eggs and pupae. However the differences between the three weed varieties were very low. Significant differences were found between the varieties and control when mean numbers of adult coccinellids were compared for the whole monitoring time. *Coccinella septempunctata* L. was the most abundant species in all the plots, followed by *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) and *Adalia bipunctata* (L.). The aphid population on kohlrabi plants was also clearly different between the varieties and control. The adjacent planted weeds seemed to reduce significantly the aphid population from the end of May and the beginning of July. The most important aphid species were *Brevicoryne brassicae* (L.) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). The results of this research are discussed because of their application for the biological control of pests and as a possibility for habitat manipulation in agroecosystems.

waren *Brevicoryne brassicae* (L.) und *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in ihrer Bedeutung für die biologische Schädlingsbekämpfung und der hierzu notwendigen Habitatmanipulation von Agrarökosystemen diskutiert.

1 Einleitung

Neben Parasitoiden zeigen auch räuberisch lebende Insekten ein gerichtetes Verhalten auf unterschiedliche olfaktorische Reize (McEwen et al. 1993), darunter auf die von Beuteobjekten emittierten Kairomone (Sengonca & Liu 1994; Sengonca et al. 1995) oder solche, die von den Futterpflanzen der Beuteindividuen abgegeben werden (Dickens 1999). Ein derartiges Verhalten wird u. a. für Coccinelliden beschrieben (Ninkovic et al. 2001). Daneben scheint die Habitatfindung von Insekten (Vet & Dicke 1992), auch die von Prädatoren (Trefas et al. 2001), durch olfaktorische Stimuli beeinflusst zu werden. Entsprechend erhalten derartige auf Nutzarthropoden wirkende Attraktantien eine immer größere Bedeutung als Methoden einer umweltfreundlichen Schädlingsbekämpfung (Carter & Dixon 1984), in der es ein grundsätzliches Ziel ist, das Verhältnis Schädling-Nützling im Sinne der natürlichen Begrenzung von Schadorganismen zu optimieren (Van Emden 1988). Hierzu sind alle Maßnahmen geeignet, die durch Habitatmanipulation eine Schonung und Förderung von Nützlingen bewirken und deren Populationsdichte in Kulturpflanzenbeständen erhöhen (Landis et al. 2000). Insbesondere Begleit- und Unterpflanzungen ermöglichen diesen Effekt, was als Folge zu einer Reduktion von Schädlingspopulationen führen kann (Coll & Bottrell 1995; Wyss 1995; Nunnenmacher 1998).

Trotz der Feststellungen, dass Begleitpflanzen eine Populationserhöhung von polyphagen Prädatoren bewirken können, fehlen weitgehend Literaturhinweise, ob auch die von diesen Pflanzen ausgehenden olfaktorischen Reize eine Attraktionswirkung auf diese Räuber ausüben, was im Gegensatz zu Versuchen mit Parasitoiden steht (Udayagiri 1996). Die in diesem Zusammenhang im Labor mit einem Olfaktometer durchgeführten Untersuchungen konnten bereits zeigen, dass die Wildkräuter Beifuss *Artemisia vulgaris* L., Rainfarn *Tanacetum vulgare* L. und Brennessel *Urtica dioica* L. eine hohe Attraktionswirkung auf Coccinelliden und Chrysopiden ausüben können (Kranz & Sengonca 2002). Erste Freilanduntersuchungen mit diesen olfaktorisch attraktiven Pflanzen führten zu erhöhten Populationsdichten polyphager Prädatoren in den entsprechenden Pflanzenbeständen (Kranz & Sengonca 2001) sowie in angrenzenden Salatkulturen (Sengonca & Kranz 2002).

Ziel dieser Arbeit war es daher zu ermitteln, ob die Wildkrautarten *A. vulgaris*, *T. vulgare* und *U. dioica* mit ihnen im Labor ermittelten hohem olfaktorischen Attraktionspotential auch in Kohlrabibeständen eine erhöhte Population räuberischer Coccinelliden bewirken können und ob dies im Sinne der biologischen Schädlingsbekämpfung zu einer Reduzierung von Blattlauspopulationen führen kann.

2 Material und Methoden

Grundlage für die in dieser Arbeit beschriebenen Feldversuche mit den mehrjährigen Wildkrautarten *A. vulgaris*, *T. vulgare* und *U. dioica* waren Untersuchungen mit einem vierarmigen Olfaktometer (Sengonca & Kranz 2001) zur Ermittlung der olfaktorischen Attraktivität diverser Pflanzenarten auf Nützlinge. Die hier verwendeten Pflanzenarten erwiesen sich dabei als besonders attraktiv für Adulte verschiedener polyphager Prädatoren (Kranz & Sengonca 2002). Im Sommer 1999 wurden daher die drei mehrjährigen Stauden als Begleitpflanzungen in Kohlrabikulturen auf das von unterschiedlichen Grünflächen umgebende Versuchsgelände des Institutes für Pflanzenkrankheiten in Bonn-Poppelsdorf ausgepflanzt. Die Wildkräuter wurden aus im Vorjahr gesammeltem Saatgut angezogen und zusammen mit den im Frühbeet herangezogenen etwa 10 cm großen Kohlrabipflanzen (Sorte „Korist K 1“) Ende April ausgepflanzt. Die Versuchfläche war nach der im Gemüsebau üblichen Praxis vorbereitet. Der Pflanzabstand betrug sowohl zwischen den Pflanzen als auch den Reihen jeweils 30 cm. Insgesamt wurden 20 Reihen Kohlrabi mit einer Reihenlänge von je 50 m angelegt. Dieses Gesamtareal war in drei gleichgroße Varianten mit jeweils einer der Wildkrautarten als streifenförmige Begleitpflanzung eingeteilt, wobei die Distanz zwischen zwei Varianten 6 m betrug. Pro Variante wurden neun 1*0,3 m große Parzellen mit den jeweiligen Wildkräutern in die Kohlrabireihen gepflanzt, und zwar je drei in die fünfte, zehnte und 15. Reihe. Der Abstand zwischen den Parzellen einer Wildkraut-Variante in den Reihen betrug 2 m. Zudem befand sich an den beiden Kopfabschnitten der Kohlrabireihen ein 8 m langer Bereich ohne Wildkräuter. Die Versuchfläche war beidseitig von Getreidefeldern (Weizen, Roggen) umgeben. Die Kontrolle umfasste ebenfalls 20 Reihen, bei einer Reihenlänge von 10 m und befand sich getrennt von den Versuchspartellen an anderer Stelle des Versuchsfel-

des. Im Untersuchungszeitraum erfolgten keine Düngungs- oder Pflanzenschutzmaßnahmen, einzig stark wachsende Unkräuter wie Weißer Gänsefuß *Chenopodium album* L. und die Franzosenkräuter *Galinsoga* spp. wurden mechanisch bekämpft. An sehr trockenen und heißen Tagen erfolgte zudem eine künstliche Bewässerung von Kohlrabi- und Begleitpflanzen.

In den Versuchen wurden die Populationsdichten der Coccinelliden mit allen Entwicklungsstadien durch visuelle Bonitur ermittelt. Als weiterer Parameter für die Auswirkungen von Begleitpflanzungen erfolgte eine Untersuchung des Befalls der Kohlrabipflanzen mit Blattlausarten. Die Bonitur fand an zwölf Terminen von Mitte Mai bis Anfang September in möglichst wöchentlichem Abstand statt. Pro Variante wurden 30 Kohlrabipflanzen mit Farbstäben markiert und in fünf Gruppen mit jeweils sechs Pflanzen eingeteilt. Diese befanden sich in Umgebung der ersten und dritten Wildkrautparzellen der fünften Kohlrabi-Reihe in gleichem Abstand zueinander und zu den Parzellen. Gleichmaßen wurde im Bereich der zweiten Parzelle in der zehnten Reihe sowie in der Umgebung der ersten und dritten Parzelle der fünfzehnten Reihe verfahren. Die 30 Pflanzen der Kontrolle befanden sich ebenfalls in gleichem Abstand zueinander. Jede der markierten Kohlrabipflanzen wurde vollständig auf die oben angeführten Nützlinge und Schädlinge abgesucht.

Die statistische Berechnung erfolgte mit dem Programm SigmaStat. Die Rangsummen-Varianzanalyse nach Kruskal-Wallis sowie der Dunnett-Test dienten zum Vergleich der Populationsdichten der Coccinelliden-Stadien in den

einzelnen Wildkrautvarianten mit denjenigen der Kontrolle, der Tukey-Test zur Überprüfung der Unterschiede der Blattlauspopulationen zwischen Varianten und Kontrolle. Beim Vergleich der Mittelwerte aus Varianten und Kontrolle über den Gesamtzeitraum wurde Dunnett's Test verwendet. Als Maßgabe für eine statistische Signifikanz galt in allen Tests $p \leq 0.05$.

3 Ergebnisse

3.1 Populationsverlauf der Coccinelliden

Während des Boniturzeitraumes konnte für alle Entwicklungsstadien der untersuchten Coccinelliden eine höhere Populationsdichte in den drei Wildkraut-Varianten gegenüber der Kontrolle beobachtet werden (Abb. 1). Hingegen blieben die Schwankungen zwischen den drei Varianten gering. Bei den Eiern war der Unterschied zwischen den Varianten und der Kontrolle allerdings nicht so deutlich, bei jeweils zurückgehenden Zahlen ab Mitte Juni. In allen Varianten konnten ab Anfang Juli keine Coccinelliden-Eier mehr festgestellt werden. Nachdem in den Wildkraut-Varianten bereits am ersten Boniturtermin Eier registriert wurden, traten diese in der Kontrolle erst eine Woche später auf. Die Höchstwerte konnten mit 0,27 Eier/Pflanze in der Variante *A. vulgaris* Anfang Juni ermittelt werden.

Einen deutlicheren Anstieg bis Ende Mai und einen starken Rückgang ab Ende Juni hatte hingegen der Populationsverlauf bei den Larven (Abb. 1). Hier war der Unterschied zwischen Kontrolle und Varianten zudem viel ausgeprägter, zumindest bis Ende Juni. Ab Ende Juli

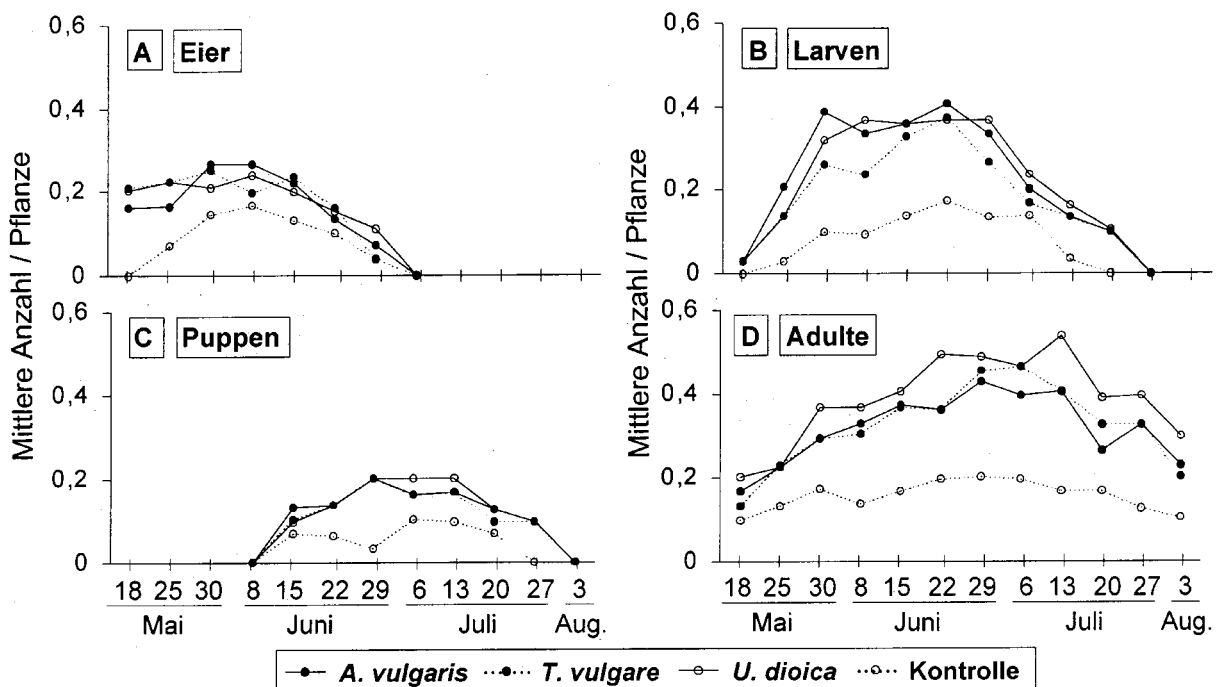


Abb. 1 Populationsverlauf der Eier (A), Larven (B), Puppen (C) und Adulten (D) von Coccinelliden pro Kohlrabipflanze in den Wildkraut-Varianten *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Urtica dioica* sowie in der Kontrolle im Versuchsjahr 1999

wurden keine Larven mehr festgestellt. Auch hier blieben, ähnlich wie bei den Eiern, die Differenzen zwischen den einzelnen Wildkraut-Varianten untereinander geringer. Der Höchstwert im Populationsverlauf der Larven wurde am 22. Juni mit 0,41 Larven/Pflanze in der Variante *A. vulgaris* erreicht. In der Kontrolle betrug der Wert am selben Termin 0,17 Larven/Pflanze. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch weder bei Eiern noch Larven an einem der Boniturtermine festgestellt werden. Bei den Puppen waren die Unterschiede zwischen den drei Varianten und der Kontrolle wiederum etwas geringer, bei auch insgesamt niedrigeren Populationsdichten (Abb. 1), mit Maximalwerten von etwa 0,2 Puppen pro Pflanze in den drei Wildkraut-Varianten und 0,1 Puppen/Pflanze in der Kontrolle. Die ersten Coccinelliden-Puppen traten ab Mitte Juni auf, die Höchstwerte im Verlauf der Untersuchung wurden in allen Varianten und der Kontrolle Anfang Juli erreicht. Gegen Ende des Boniturzeitraums fiel die Zahl der Puppen wieder deutlich ab. Auch hier wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet.

Unter allen vier Coccinelliden-Entwicklungsstadien konnte der auffälligste Unterschied zwischen Wildkraut-Varianten und Kontrolle bei den Populationsdichten der adulten Prädatoren festgestellt werden, zumal diese Differenz fast über den gesamten Untersuchungszeitraum annähernd gleich blieb. Teilweise war die Zahl der in den Varianten ermittelten adulten Coccinelliden fast dreimal so hoch wie in der Kontrolle, so beispielsweise am 13. Juli mit 0,54 Adulte/Pflanze in der Variante mit *U. dioica* und 0,17 Adulte/Pflanze in der Kontrolle. Zwischen den

drei Varianten gab es wiederum kaum Differenzen. Insgesamt betrachtet verlief die Entwicklung bei den Adulten sowohl in den Varianten als auch der Kontrolle sehr viel gleichmäßiger.

Die Anteile der Entwicklungsstadien Larve, Puppe und Adulte in den Wildkraut-Varianten sowie in der Kontrolle an den einzelnen Terminen verdeutlichen ebenfalls diese Tendenzen (Abb. 2). Die Gesamtzahl aller drei Stadien sowie die jeweiligen Anteile waren an allen Terminen in den drei Varianten höher als in der Kontrolle, bei wiederum nur geringfügigen Unterschieden zwischen den Varianten.

Über den gesamten Boniturzeitraum war die mittlere Anzahl adulter Coccinelliden pro Kohlrabi-Pflanze in den Wildkraut-Varianten signifikant höher als in der Kontrolle (Dunnnett's Test, $p \leq 0.05$), während die Unterschiede zwischen den drei Varianten mit Beifuß, Rainfarn und Brennessel geringer blieben und nicht signifikant waren (Abb. 3). Als häufigste Art trat in allen Varianten und der Kontrolle *C. septempunctata* auf, gefolgt von *P. quatuordecimpunctata* und *A. bipunctata*, weitere Arten kamen nur in Einzelexemplaren vor.

3.2 Populationsverlauf der Blattläuse

Die Wildkräuter führten in den Begleitpflanzungsvarianten zu einem deutlich geringeren Blattlausbefall gegenüber der Kontrolle, insbesondere zum Zeitpunkt der höchsten Populationsdichte Ende Juni (Abb. 4). Zu diesem Zeitpunkt war die Zahl der Aphiden in der Kontrolle um ein Drittel höher als in den Varianten. Insgesamt traten an allen Boniturterminen zwischen Ende Mai und

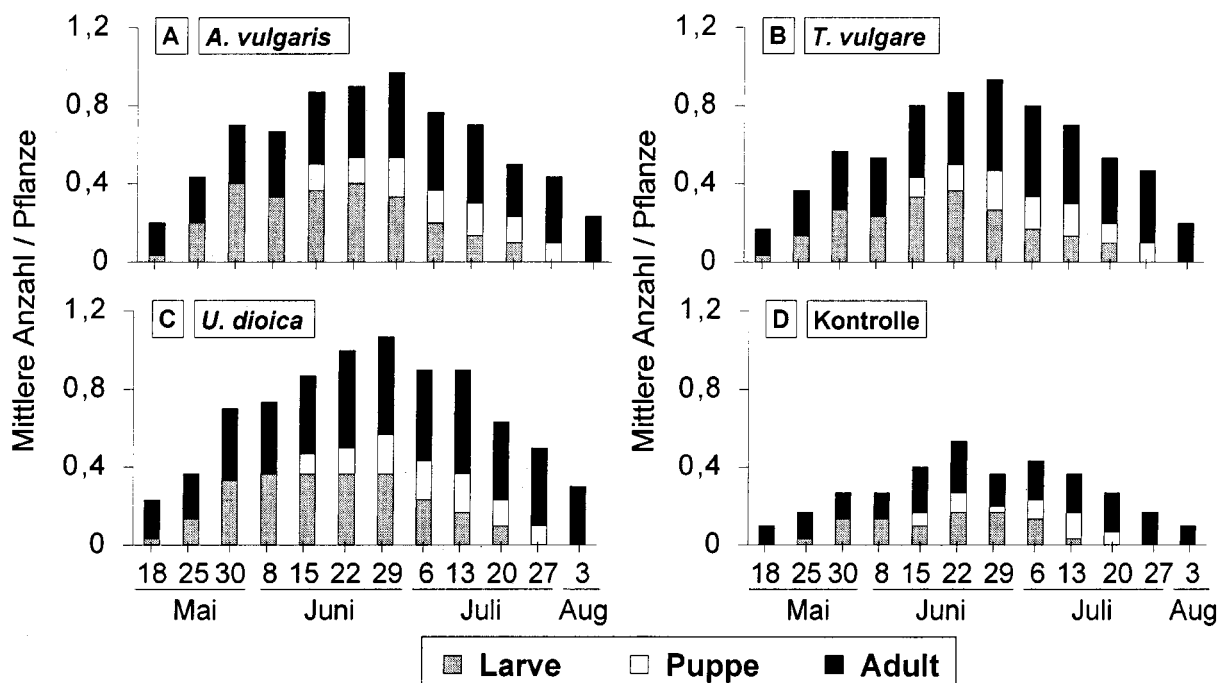


Abb. 2

Populationsanteile von Larven, Puppen und adulten Coccinelliden pro Kohlrabipflanze in den Wildkraut-Varianten *Artemisia vulgaris* (A), *Tanacetum vulgare* (B) und *Urtica dioica* (C) sowie in der Kontrolle (D) an den einzelnen Boniturterminen im Versuchsjahr 1999

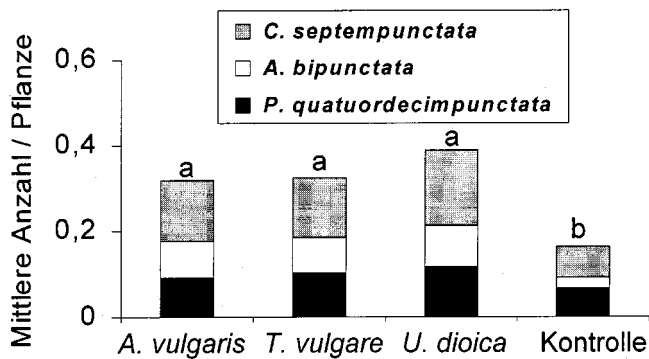


Abb. 3
Mittlere Anzahl der drei Coccinelliden-Arten *Coccinella septempunctata*, *Adalia bipunctata* und *Propylea quatuordecimpunctata* pro Kohlrabipflanze in den Wildkraut-Varianten *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Urtica dioica* sowie in der Kontrolle im Versuchsjahr 1999 [Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich signifikant bei $p \leq 0.05$ (Dunnnett's Test)]

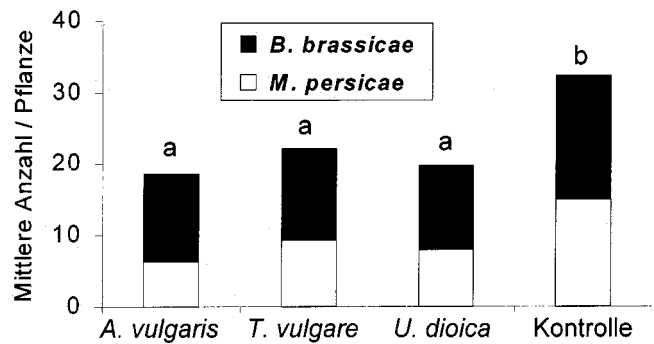


Abb. 5
Mittlere Anzahl der Aphiden-Arten *Brevicoryne brassicae* und *Myzus persicae* pro Kohlrabipflanze in den Wildkraut-Varianten *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Urtica dioica* sowie in der Kontrolle im Versuchsjahr 1999 [Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich signifikant bei $p \leq 0.05$ (Dunnnett's Test)]

Anfang Juli signifikant (Tukey-Test, $p \leq 0,05$) mehr Blattläuse auf den Kohlrabipflanzen der Kontrolle als auf denjenigen der drei Varianten auf. Hier hatten die Populationsdichten der Aphiden fast gleiche Größenordnungen. Grundsätzlich nahm der Populationsverlauf in allen Varianten sowie der Kontrolle eine ähnliche Entwicklung, mit einem allmählichen Anstieg bis Ende Juni und einem anschließenden deutlichen Rückgang. Gegen Anfang und Ende der Untersuchung konnten zudem in den Varianten und in der Kontrolle fast gleich hohe Blattlausdichten registriert werden.

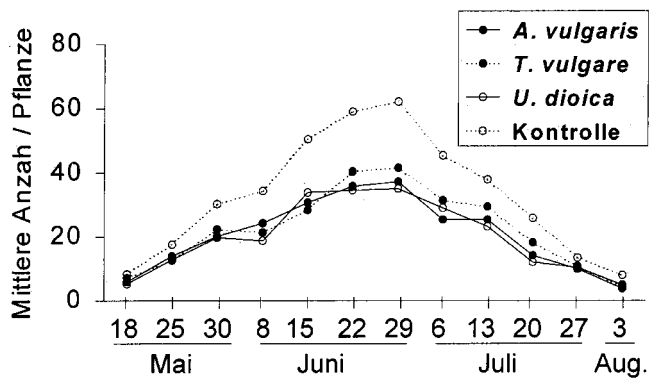


Abb. 4
Populationsverlauf der Aphiden in den Wildkrautvarianten *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Urtica dioica* sowie in der Kontrolle im Versuchsjahr 1999

Die auf den Kohlrabipflanzen festgestellte Aphidenpopulation bestand fast ausschließlich aus den Arten *Brevicoryne brassicae* (L.) und *Myzus persicae* (Sulzer). Wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist, konnte zudem festgestellt werden, dass die Zahl der Blattläuse pro Kohlrabipflanze, gemittelt über den gesamten Boniturzeitraum, in allen Varianten signifikant niedriger als in der Kontrolle blieb (Dunnnett's Test, $p \leq 0,05$). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten trat auch bei Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraums nicht auf.

4 Diskussion

Die Möglichkeit, durch Erweiterung der Habitatvielfalt die Wirksamkeit natürlicher Feinde von Schadarthropoden im Sinne der biologischen Schädlingsbekämpfung zu erhöhen, wird in der Literatur kontrovers diskutiert (Russell 1989; Andow 1991). Insgesamt betrachtet überwiegen jedoch die positiven, z.B. nützlingsfördernden Effekte von Unter- oder Begleitpflanzung mit diversen Pflanzenarten (Glen 2000). Verantwortlich hierfür können verschiedene Faktoren sein, darunter u.a. auch olfaktorisch wirkende Reize unterschiedlichen Ursprungs. Die Ergebnisse mit dieser Arbeit bestätigen diese Aussage insofern, da Korrelationen zwischen Laborergebnissen zur olfaktorischen Attraktionswirkung von Pflanzen auf Prädatoren (Kranz & Sengonca 2002) und erhöhten Populationsdichten dieser Nützlinge im Freiland bei Begleitpflanzung mit diesen Pflanzen festgestellt werden konnten. Die drei mehrjährigen Stauden Beifuß, Rainfarn und Brennessel wiesen nicht nur selbst einen vergleichsweise hohen Bestand an Prädatoren auf (Kranz & Sengonca 2001), sondern bewirkten auch auf angrenzenden Salatpflanzen erhöhte Populationen der entsprechenden Arten (Sengonca & Kranz 2002). Als Ergebnis der vorliegenden Untersuchung konnte eine derartige nützlingsfördernde Wirkung von Wildkräutern auch in Kohlrabi-Kulturen ermittelt werden.

Alle festgestellten Coccinelliden-Arten waren in den Wildkraut-Varianten im Vergleich zur Kontrolle in höheren Populationsdichten vertreten, wobei gerade auch eine Art wie *A. bipunctata*, die sonst eher in Gehölzen anzutreffen ist, durch die Begleitpflanzungen im Bestand gefördert wurde. Allerdings gibt diesbezüglich schon Honěk (1981) an, dass *A. bipunctata* in Beständen von Beifuß und Brennessel häufiger als andere Coccinelliden-Arten vorkommt. Insgesamt betrachtet war die festgestellte Populationsdichte der Marienkäfer vergleichsweise hoch (Basedow 1982; Lapchin et al. 1987), was möglicherweise auf das versuchsbedingte genaue Absuchen der Kohlrabipflanzen zurückzuführen war (Bechinski &

Pedigo 1982). Daneben konnte der hohe Bestand eine Folge der Vielfalt der auf dem Versuchsfeld angebauten Kulturen sowie der reichhaltigen Habitatausstattung in der Umgebung gewesen sein. Dennoch ist anzunehmen, dass die Coccinelliden in der Kohlrabikultur durch die Begleitpflanzung mit Wildkräutern zusätzlich signifikant gefördert wurden. Andererseits gibt Smith (1976) für Rosenkohl, ebenfalls bei Wildkrautbegleitung, nur einen sehr geringen Bestand an Coccinelliden an.

Dass verschiedene Wildkrautarten Nützlinge in unterschiedlicher Dichte anziehen können, haben bereits Schmid (1992) und Frei & Manhart (1992) in ihren Untersuchungen verdeutlichen können. Vor allem der Brennessel kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu, was Perrin (1975) und Montserrat & Marin (1994) ebenfalls belegt haben. Die Begleitpflanzungen mit diesen Arten führten im Vergleich zur Kontrolle zu erhöhten Populationsdichten aller Coccinellidenstadien. Während diese bei Larven und Puppen und insbesondere bei den Eiern allerdings eher gering ausfielen, gab es deutliche Unterschiede bei den adulten Coccinelliden. Die beobachtete Abfolge im Auftreten der einzelnen Entwicklungsstadien entsprach dabei weitgehend Angaben aus der Literatur (Basedow 1982).

Die einzigen auf den Kohlrabi-Pflanzen häufiger festgestellten Blattlausarten waren *B. brassicae* und *M. persicae*, was typisch für den Anbau von Kohlsorten in Mitteleuropa ist. Beide Arten können durch erhöhte Nützlingspopulation bei Vorhandensein begleitender Wildkräuter stärker im Bestand begrenzt werden (Smith 1976). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass in den Varianten die Populationen der Blattläuse im Vergleich zur Kontrolle signifikant niedriger waren. Beide Arten wurden in den Wildkraut-Varianten gleichermaßen deutlich reduziert, was gegenteilig zu den Beobachtungen von Costello & Altieri (1995) ist, die einen stärkeren Einfluss auf *M. persicae* ermitteln konnten. Der parallele Verlauf der Populationsentwicklungen der adulten Coccinelliden und Aphiden sowie das zeitliche Aufeinanderfolgen im Auftreten der einzelnen Entwicklungsstadien stimmen mit der Untersuchungen von Honěk (1980) überein, wonach die Abundanz der Adulten und der Start ihrer Reproduktionsphase von der Dichte der Aphiden abhängt. Durch die Wildkräuter kam es zudem zu keiner zusätzlichen Bestandsförderung der untersuchten Schadorganismen (Lethmeyer 2000). Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit die von Russell (1989) vorgestellte „enemies hypothesis“, nach der die schädlingbegrenzende Wirkung von Nützlingen in Habitaten, die durch höhere Diversität der Vegetation gekennzeichnet sind, größer als in Monokulturen ist (Risch et al. 1983). Hierbei korreliert die Abundanz der Räuber umgekehrt zu derjenigen der Beuteindividuen (Andow & Risch 1985).

Die in den Wildkrautvarianten beobachteten erhöhten Nützlingspopulationen, hier die der Coccinelliden, kön-

nen durch verschiedene Faktoren bewirkt worden sein. Neben einer optischen Attraktion (Agee et al. 1990) dürften vor allem die durch die Wildkräuter bereitgestellten Zusatzressourcen (Pollen, Phytophagen) und Deckungsmöglichkeiten hierfür verantwortlich gewesen sein (Klinger 1987). Daneben wird die von den Wildkräutern ausgehende olfaktorische Attraktionswirkung eine gewisse Rolle gespielt haben, worauf zumindest die Korrelation der Freilandergebnisse mit den vorangegangenen Laboruntersuchungen (Kranz & Sengonca 2002) hinzudeuten scheint.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung, dass Wildkräuter als Begleitpflanzung die Populationen von räuberischen Coccinelliden auch in angrenzenden Kulturen erhöhen können. Dies kann wiederum eine Reduktion von Schadarthropoden, im vorliegenden Fall Blattläuse, zur Folge haben. Das Einbringen von Pflanzen, die auf Nützlinge u. a. olfaktorisch attraktiv wirken, bedeutet letztlich nicht nur eine interessante Möglichkeit zur Habitatmanipulation von Agrarökosystemen (Landis et al. 2000) mit nicht unerheblicher Bedeutung für die biologische Schädlingsbekämpfung (Pickett & Bugg 1998), sondern erhöht insgesamt die ökologische Bedeutung des Lebensraumes „Agrarlandschaft“ (Nentwig 2000).

5 Literatur

- Agee, R.A., E.R. Mitchell & R.V. Flanders (1990): Spectral sensitivity of the compound eye of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Ann. Ent. Soc. America* **83**, 817–819.
- Andow, D.A. (1991): Vegetational diversity and arthropod population response. *Ann. Rev. Entomol.* **36**, 561–586.
- Andow, D.A. & S.J. Risch (1985): Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *J. Appl. Ecol.* **22**, 357–372.
- Basedow, T. (1982): Untersuchungen zur Populationsdynamik des Siebenpunkt-Marienkäfers *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) auf Getreidefeldern in Schleswig-Holstein von 1976–1979. *Z. ang. Ent.* **94**, 66–82.
- Bechinski, E.J. & L.P. Pedigo (1982): Evaluation of methods for sampling predatory arthropods in soybeans. *Environ. Entomol.* **11**, 756–761.
- Carter, M.C. & A.F.G. Dixon (1984): Honeydew: an arrestment stimulus for coccinellids. *Ecol. Entomol.* **9**, 383–387.
- Coll, M. & D.G. Bottrell (1995): Predator-prey association in mono- and dicultures: Effect of maize and bean vegetation. *Agric. Ecosyst. Environ.* **54**, 139–149.
- Costello, M.J. & M.A. Altieri (1995): Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**, 187–196.
- Dickens, J.C. (1999): Predator-prey interactions: olfactory adaptations of generalist and specialist predators. *Agric. Forest Entom.* **1**, 47–54.
- Frei, G. & C. Manhart (1992): Nützlinge und Schädlinge an künstlich angelegten Ackerkrautstreifen in Getreidefeldern. *Agrarökologie* **4**, 1–140.
- Glen, D.M. (2000): The effects of cultural measures on cereal pests and their role in integrated pest management. *Integrated Pest Management Reviews* **5**, 25–40.

- Honek, A. (1980): Population density of aphids at the time of settling and ovariole maturation in *Coccinella septempunctata* (Col.: Coccinellidae). *Entomophaga* **25**, 427–430.
- Honek, A. (1981): Aphidophagous Coccinellidae (Coleoptera) and Chrysopidae (Neuroptera) on three weeds: factors determining the composition of populations. *Acta Entomol. Bohemoslov.* **78**, 303–310.
- Klinger, K. (1987): Auswirkungen eingesäter Randstreifen an einem Winterweizen-Feld auf die Raubarthropodenfauna und den Getreideblattlausbefall. *J. Appl. Entomol.* **104**, 47–58.
- Kranz, J. & C. Sengonca (2001): Attraktivität ausgewählter Pflanzenarten auf *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) im Freiland. *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* (Gießen) (im Druck).
- Kranz, J. & C. Sengonca (2002): Attractiveness of different plant species to beneficial arthropods in a four-armed olfactometer (in preparation).
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr (2000): Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* **45**, 175–201.
- Lapchin, L., A. Ferran, G. Iperiti, J.M. Rabasse, J.P. Lyon (1987): Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) and syrphids (Diptera: Syrphidae) as predators of aphids in cereal crops: a comparison of sampling methods. *Can. Ent.* **119**, 815–822.
- Lethmeyer, C. (2000): Herbivore – Förderung von Schädlingen. In: Nentwig, W. (ed.) *Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft: Ackerkrautstreifen, Buntbrache, Feldränder*. vaö-Verlag Agrarökologie, Bern, Hannover, 127–135.
- McEwen, P.K., S. Clow, M.A. Jervis & N.A.C. Kidd (1993): Alteration in searching behaviour of adult female Green Lacewings *Chrysoperla carnea* (Neur.: Chrysopidae) following contact with honeydew of the Black Scale *Saissetia oleae* (Hom.: Coccidae) and solutions containing acetylated L-tryptophan. *Entomophaga* **38**, 347–354.
- Montserrat, V.J. & F. Marin (1994): Plant substrate specificity of Iberian Chrysopidae (Insecta: Neuroptera). *Acta Oecologica* **15**, 119–131.
- Nentwig, W. (2000): Die Bedeutung von Streifenförmigen Kulturen in der Kulturlandschaft. In: Nentwig, W. (ed.) *Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft: Ackerkrautstreifen, Buntbrache, Feldränder*. vaö-Verlag Agrarökologie, Bern, Hannover, 11–40.
- Ninkovic, V., S. Al Abassi & J. Petersson (2001): The influence of aphid-induced plant volatiles on Ladybird Beetle searching behaviour. *Biol. Control* **21**, 191–195.
- Nunnenmacher, L. (1998): Blattläuse auf Kopfsalat und deren Kontrolle durch gezielte Beeinflussung der Lebensgrundlage ihrer Prädatoren. *Bayreuther Forum Ökologie* **61**, 1–148.
- Perrin, R.M. (1975): The role of the perennial stinging nettle, *Urtica dioica*, as a reservoir of beneficial natural enemies. *Ann. Appl. Biol.* **81**, 289–297.
- Pickett, H. & R.L. Bugg (1998): *Enhancing Biological Control*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 422 pp.
- Risch, S.J., D. Andow & M.A. Altieri (1983): Agroecosystems diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. *Environ. Entomol.* **12**, 625–629.
- Russell, E.P. (1989): Enemies hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environ. Entomol.* **18**, 590–599.
- Schmid, A. (1992): Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkräutern für aphidophage Marienkäfer (Coleoptera, Coccinellidae). *Agrarökologie* **5**, 1–122.
- Sengonca, C. & J. Kranz (2001): A modified four-armed olfactometer for determining olfactory reactions of beneficial arthropods. *J. Pest Science* **74**, 127–132.
- Sengonca, C. & J. Kranz (2002): Attractiveness of three weed species to four polyphagous predators and their influence on the aphid populations in adjacent lettuce cultivations. *Basic Appl. Ecol.* (in print).
- Sengonca, C. & B. Liu (1994): Responses of the different instar predator, *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), to the kairomones produced by the prey and non-prey insects as well as the predator itself. *J. Plant Diseases. Protec.* **101**, 173–177.
- Sengonca, C., Y.K. Kotikal & M. Schade (1995): Olfactory reactions of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col., Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neur., Chrysopidae) in relation to period of starvation. *Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* **69**, 9–12.
- Smith, J.G. (1976): Influence of crop background on natural enemies of aphids on Brussel sprouts. *Ann. Appl. Biol.* **83**, 15–29.
- Trefas, H., Canning, H., McKinley, R.G., Armstrong, G. & G. Bujaki (2001): Preliminary experiments on the olfactory responses of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) to intact plants. *Agric. Forest Entomol.* **3**, 71–76.
- Udayagiri, S. (1996): Behavioural manipulation of natural enemies: potential use in insect-pest management. *Agric. Zool. Rev.* **7**, 181–216.
- Van Emden, H.F. (1988): The potential for managing indigenous natural enemies of aphids on field crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B* **318**, 183–201.
- Vet, L.M. & M. Dicke (1992): Ecology of infochemicals use by natural enemies in a tritrophic context. *Ann. Rev. Entomol.* **37**, 141–172.
- Wyss, E. (1995): The effects of weed strips on aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomol. Exp. Appl.* **75**, 43–49.
- Anschrift der Verfasser:* Dipl.-Biol. Joachim Kranz und Prof. Dr. Cetin Sengonca, Abteilung Entomologie und Pflanzenschutz, Institut für Pflanzenkrankheiten der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nussallee 9, D-53115 Bonn, Germany. Doz. Dr. Nedret Tort, Botany Section, Dep. of Biology, Faculty of Science, Ege University, TR-35100 Bornova-Izmir, Turkey.