

Präferenz der Hainbuchen-Schwebfliege *Episyrphus balteatus* DEGEER (Diptera: Syrphidae) gegenüber verschiedenen Blütenmerkmalen mit Blick auf die Optimierung der biologischen Schädlingsbekämpfung

Verona Kuchenbuch & Rainer Meyhöfer

Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz

Abstract: The Marmalade Hoverfly, *Episyrphus balteatus* DEGEER (Diptera: Syrphidae), is an important antagonist of various aphid species. In order to enhance their presence in the agricultural landscape or in the greenhouse it is suggested to supplement adults with nectar and pollen, which they need as essential energy source and for egg production. Using selected flowers and/or flower dummies can be a well-directed improvement of any food supply. However, to focus on the hoverflies requirements, it is necessary to know their preferences for selected flower attributes.

Therefore, the preferences of male and female Marmalade Hoverflies to different colours, forms and attributes of flowers were evaluated in laboratory studies. Two different flower dummies were offered to individual hoverflies in a cage and their behaviour was recorded and analysed with a video surveillance system.

A preference of yellow compared to light yellow or white and a preference of a radial symmetric shape compared to an oblong shape were observed. Furthermore, a preference of nectar patterns and sugared water respectively was noticed compared to the control dummy.

Key words: *Episyrphus balteatus*, Blattlausbekämpfung, Gewächshaus, Blütenattrappen, Nahrung, Nektar, Pollen

V. Kuchenbuch, Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Herrenhäuser Str. 2, D-30419 Hannover,
E-Mail: kuchenbuch@ipp.uni-hannover.de

Einleitung

Die Larven von *Episyrphus balteatus* sind sowohl im Freiland als auch im biologischen Pflanzenschutz unter Glas wichtige Gegenspieler verschiedener Blattlausarten (PONTIN & al. 2006). Der gezielte Einsatz kann aber nur erfolgreich sein, wenn nicht nur für die Larven, sondern auch für die adulten Schwebfliegen ein ausreichendes Nahrungsangebot vorliegt. Dabei sind Nektar und Pollen von besonderer Bedeutung für die Fruchtbarkeit und Lebenserwartung.

Im Freiland können essentielle Ressourcen durch die Anlage von Blühstreifen bereitgestellt werden, um adulte Schwebfliegen anzulocken oder davon abzuhalten abzuwandern (SCHNEIDER 1969). Kommerziell erhältliche Blühstreifen-Mischungen verfolgen allerdings oft unterschiedliche ökologische und ökonomische Ziele und können u.U. zusätzliche Schädlinge anlocken (WINKLER 2005). Zur gezielten Förderung von Schwebfliegen sind diese daher nur begrenzt nutzbar. Es sollte vielmehr ein Blühstreifen speziell auf die spezifischen Bedürfnisse der Schwebfliegen zugeschnitten werden.

Im Gewächshaus hingegen werden Eier im Überschwemmungsverfahren ausgebracht. Die Larvalentwicklung ist i.d.R. durch das Beuteangebot gesichert, aber es gibt meist kein oder nur ein ungenügendes Nahrungsangebot für die Adulten. Deshalb verlassen Adulte, wenn möglich, das Gewächshaus oder aber es kommt zu einer verringerten Lebenserwartung und Eiablageaktivität. Eine Etablierung von Antagonisten ist unmöglich und zieht ein regelmäßiges Zukaufen nach sich, um eine dauerhafte biologische Schädlingsbekämpfung zu sichern.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der biologischen Schädlingsbekämpfung im Freiland und unter Glas könnte der gezielte Einsatz von ausgewählten Blütenpflanzen und/oder künstlichen Blüten darstellen. Zur Optimierung dieses Systems ist es nötig das Nahrungs-Suchverhalten von *E. balteatus* besser zu verstehen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Präferenz von adulten *E. balteatus* für Farbe, Form und künstliche Blütenmerkmale analysiert.

Material und Methoden

Alle Versuche wurden in Flugkäfigen mit den Maßen 80 x 50 x 60 cm in einer Klimakammer bei einer Temperatur von $24,25 \pm 1,01$ °C, einer mittleren, relativen Luftfeuchte von $52,51 \pm 3,68$ % und einer Beleuchtungsdauer von 16:8 h (L:D) durchgeführt. Die Untersuchungen wurden an *E. balteatus* vorgenommen, die als Puppen von einem kommerziellen Zuchtbetrieb geliefert wurden. Sie wurden bis Versuchsbeginn mit Saccharose und Pollen gefüttert, um eine normale Entwicklung zu gewährleisten.

Auf zwei als Hintergrund dienenden 20×30 cm großen schwarzen PE-Folien wurden mittig 150 cm^2 große Farbfolien aus $140 \mu\text{m}$ dickem PVC (Firma Plastoreg Smidt GmbH & Co. KG) platziert. Die Schwebfliegen wurden zu Beginn des siebenstündigen Versuchs auf eine Plattform gesetzt. Das Verhalten der Schwebfliegen an den Attrappen wurde mithilfe der Videoüberwachungsanlage iGuard (V2.20, IDS GmbH) aufgenommen und ausgewertet. Die Schwebfliegen wurden individuell getestet, um Interaktionen auszuschließen. In jedem Versuch wurden mindestens 24 Weibchen und Männchen im Alter von 1 bis 28 Tagen getestet.

In zwei Vorversuchen wurde zunächst eine geeignete Grundfarbe und -form der Attrappe ermittelt. Am besten geeignet war eine gelbe radiärsymmetrische Blütenattrappe ohne Blütenmerkmale, die bei allen Versuchen genutzt wurde, um den Einfluss künstlicher Blütenmerkmale auf die Attraktivität einer Blütenattrappe zu untersuchen. Diese wurde zusammen mit einer Attrappe, die mindestens eines der folgenden Blütenmerkmale besaß, angeboten: 12 Nektarmale, ein orangefarbener Mittelpunkt und ca. 0,1 ml einer 10%igen Zuckerlösung. Im weiteren Versuchsverlauf wurde die attraktivste Blütenattrappe aus allen Versuchen mit einer rechteckigen oder einer weißen Blütenattrappe, jeweils mit Blütenmerkmalen, verglichen. In dieser Versuchsreihe sollte der Einfluss der Farbe bzw. Form auf das Präferenzverhalten untersucht werden. Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS 14.0. Unter der Annahme, dass beide Blütenattrappen eine gleiche Attraktivität besitzen, wurde die Anzahl der Tiere, die sich beim ersten Kontakt für die eine oder die andere Attrappe entschieden haben, mit einem Binominal-Test analysiert.

Ergebnisse

Im ersten Versuch wurde die Attraktivität einer gelben radiärsymmetrischen Blütenattrappe mit und ohne Nektarmale verglichen. Im Gegensatz zu den Männchen ($p = 0,263$), die ein indifferentes Verhalten zeigten, bevorzugten *E. balteatus* Weibchen für den ersten Kontakt mit einer Blütenattrappe signifikant die Attrappe mit gegenüber der ohne Nektarmale. ($p = 0,031$) (Abb. 1).

Wurde die Blütenattrappe ohne zusammen mit einer Blütenattrappe mit Mittelpunkt angeboten, zeigte sich weder beim Erstbesuch der Männchen ($p = 1,000$) noch beim Erstbesuch der Weibchen ($8/12$, $p = 0,388$) eine Präferenz für eine der beiden Attrappen. Wurden aber beide Blütenmerkmale, d.h. Nektarmale und Mittelpunkt, kombiniert auf einer Attrappe angeboten, so präferierten Männchen signifikant die Attrappe mit gegenüber der Attrappe ohne Blütenmerkmale ($17/23$, $p = 0,035$). Bei den Weibchen hingegen zeigte sich keine Präferenz, d.h. 9 von 22 Individuen besuchten zuerst die Attrappe mit und 13 die ohne Blütenmerkmale ($p = 0,523$). Wurde zusätzlich zu Nektarmalen und Mittelpunkt noch Zuckerlösung angeboten, so bevorzugten Männchen ($18/22$) und Weibchen ($20/26$) für den Erstbesuch signifikant die Attrappe mit gegenüber der Attrappe ohne Blütenmerkmale ($p = 0,004$ bzw. $p = 0,009$) (Abb. 1).

Abschließend wurde die Blütenattrappe mit der stärksten Signalwirkung, d.h. mit allen Blütenmerkmalen, einer weißen radiärsymmetrischen Blütenattrappe mit den gleichen Blütenmerkmalen gegenübergestellt. Es zeigte sich bei beiden Geschlechtern ($p = 0,012$ (Männchen), $p < 0,001$ (Weibchen)) eine deutliche Bevorzugung der gelben gegenüber der weißen Blütenattrappe. Im Vergleich der gelben radiärsymmetrischen Blütenattrappe mit einer gelben rechteckigen Fläche zeigten Männchen keine Präferenz ($11/17$, $p = 0,332$). Im Gegensatz dazu bevorzugten Weibchen ($20/24$) beim Erstbesuch die radiärsymmetrische signifikant gegenüber der rechteckigen Form ($p = 0,002$) (Abb.2).

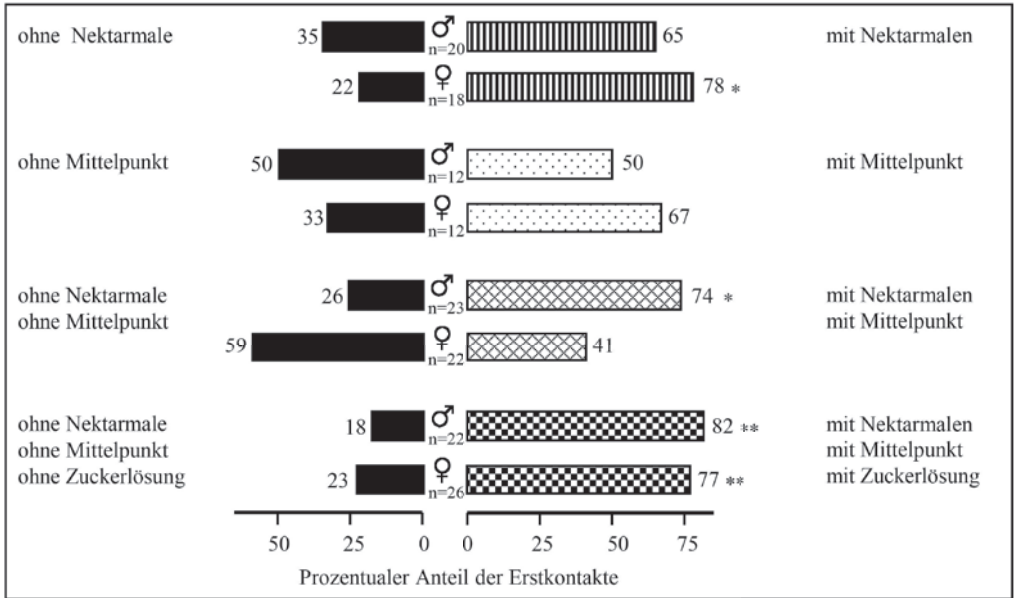


Abb. 1: Verhalten von *E. balteatus* in Wahlversuchen mit zwei verschiedenen Blütenattrappen. Quantifiziert wurde der erste Kontakt mit einer der beiden Blütenattrappen. Angeboten wurden gelbe radiärsymmetrische Blütenattrappen mit und ohne verschiedene Blütenmerkmale (Nektarmale, Mittelpunkt, Zuckerlösung) (*, ** = signifikanter Unterschied, Binomial-Test).

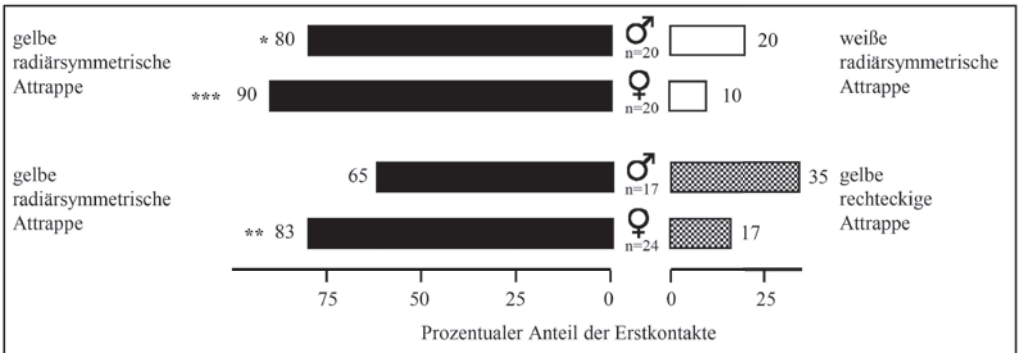


Abb. 2: Verhalten von *E. balteatus* in Wahlversuchen mit zwei verschiedenen Blütenattrappen. Quantifiziert wurde der erste Kontakt mit einer der beiden Blütenattrappen. Angeboten wurden Attrappen mit Nektarmalen, Mittelpunkt und Zuckerlösung, die sich entweder in ihrer Farbe oder in ihrer Form unterschieden. (*, ** = signifikanter Unterschied, Binomial-Test).

Diskussion

Bei der Analyse von Verhaltensreaktionen blütenbesuchender Insekten kann man nach KNOLL (1921) zwei verschiedene Phasen unterscheiden. Blütenbesucher werden durch die Fernwirkung einer Blüte, die durch ihre Farbe und teilweise durch ihren Duft entsteht, zu einem Anflug veranlasst. Die Entscheidung, ob die angeflogene Blüte auch besucht wird, wird durch die Nahwirkung der Blüte, also mittels ihrer Form, ihrem Duft und ihrer Blütenmale, beeinflusst (HESS 1990).

Im Folgenden wird zunächst auf die Ergebnisse zur Präferenz gegenüber Farben, die bei einer Blüte bzw. Blütenattrappe besonders wichtig sind, eingegangen. die bei einer Blüte bzw. einer Blütenattrappe besonders wichtig ist, um die Schwebfliegen im Freiland an die Agrarfläche zu locken bzw. ihnen im Gewächshaus die Plätze mit Nahrung zu weisen. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Versuche, die für die Nahwirkung und damit für den Erfolg der Versorgung mit Nahrung eine Rolle spielen, besprochen.

Bei der Fernorientierung spielt bei Syrphiden einzig das Sehen eine Rolle; dabei sind Größe und Farbe der Blüte entscheidend (KUGLER 1970, RÖDER 1994). Die in den Vorversuchen ermittelte gelbe (kräftige) Farbe ist nicht nur gegenüber Hellgelb attraktiver, sondern wird auch gegenüber Weiß präferiert. Verschiedene Autoren (KUGLER 1950, LUNAU 1990, SUTHERLAND & al. 1999, SSYMANK, 2001) kamen in ihren Untersuchungen zu ähnlichen Ergebnissen. Die Präferenz für die gelbe Farbe entwickelte sich im Laufe der Evolution aus der Farbe der Pollen. Diese kommt durch eingelagerte Flavonoide, die das Erbgut vor UV-Strahlen schützen sollen, zustande. Es entwickelte sich bei Bestäubern, die durch Pollen eine Belohnung erhalten, eine angeborene Antwort auf die Antherenfarbe als Futtersignal (LUNAU 1996). Die Präferenz von sattem gegenüber ungesättigtem Gelb mag darin begründet liegen, dass Pollen und auch Pollenmale sich mit einem kräftigeren Farbton von der Blüte abheben (KUGLER 1970).

In der Nahwirkung erst erhält die Form eine entscheidende Bedeutung (KUGLER 1970, HESS 1990), in dem sie den Insekten hilft, die Blüte von der Umgebung zu unterscheiden. Dabei ist insbesondere die Konturstärke von Bedeutung, die umso größer ist, je stärker die Blüte gespalten ist (DAFNI & al. 1997). Dipteren können Formen zwar unterscheiden, entwickelten im Gegensatz zu vielen anderen Insekten aber keine generellen Präferenzen für reich gegliederte Formen (KUGLER 1970). Ebenso wie der Hummelschweber (*Usia bicolor*) scheint *E. balteatus* mit einer Präferenz für konturreichere Formen eine Ausnahme innerhalb der Dipteren zu sein (JOHNSON & DAFNI 1998).

Im Nahbereich werden Blütenmale von Pflanzen eingesetzt, um Bestäubern den Weg zum Nektar bzw. verborgenen Pollen zu weisen (LUNAU 1996). Die Präferenz für solche Male ist bei verschiedenen blütenbesuchenden Insekten, u.a. Hummeln, nachgewiesen worden (KUGLER 1970). Es ist daher nicht verwunderlich, dass *E. balteatus* positiv auf Nektarmale reagiert.

Obwohl von vielen Blütenbesuchern ebenso Blütenkronen mit einem hohen Farbkontrast bevorzugt werden (KUGLER 1970), konnte dieses Verhalten bei *E. balteatus* nicht festgestellt werden. Blütenattrappen mit einem Mittelpunkt, d.h mit einem Farbkontrast zwischen Blütenboden und Blütenblättern, waren gleich attraktiv wie Attrappen ohne Mittelpunkt für Schwebfliegen Weibchen und Männchen. Der farbige Mittelpunkt als einziger Farbkontrast auf der Attrappe hat ihre Attraktivität nicht erhöht.

Männchen zeigten keine klaren Präferenzen für eine Attrappe mit oder ohne Nektarmale bzw. Mittelpunkt. Erst die Kombination beider Merkmale scheint für die Männchen die Attraktivität der Attrappe zu steigern. Bei den Weibchen hingegen wurde die Präferenz für die Nektarmale durch das Vorhandensein des Mittelpunktes abgeschwächt. Es ist anzunehmen, dass *E. balteatus*, wie auch einige andere Schwebfliegenarten (SSYMANK 2001), rotinsensitiv ist und rote bzw. orangefarbene Pollen daher unattraktiv sind (WACHT & LUNAU 1997). Die Male, die Bestäuber zu Nektar oder Pollen hinführen und in diesem Fall auf den orangefarbenen Mittelpunkt zeigen, führen die Weibchen, für die Pollen wichtiger ist als für Männchen, also zu einem unattraktiven Ziel. Für die Männchen, die primär nach einer Nahrungsquelle suchen, wird es mit Blütenmerkmalen jedoch einfacher Nahrung zu finden.

Die Präferenz beider Geschlechter für die Blütenattrappe mit allen Blütenmerkmalen lässt sich über die Zuckerlösung erklären. SUTHERLAND & al. (1999) konnten zeigen, dass *E. balteatus* die Attrappen mit der am höchsten konzentrierten Zuckerlösung präferierten, auf alle Fälle aber eine Attrappe mit Zuckerlösung einer Attrappe ohne vorzogen. Im Gegensatz zu diesen Versuchen sind die hier gezeigten Ergebnisse aber nicht auf einen Lerneffekt zurückzuführen, da es sich um den ersten Kontakt der Schwebfliegen mit den Blütenattrappen handelt. Es ist daher davon auszugehen, dass *E. balteatus* eine angeborene Präferenz für Nektar hat.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen über die Präferenzen von *E. balteatus* bezüglich Blütenfarbe, -form und -merkmalen, ergeben sich viele Ansatzpunkte, um Schwebfliegen im Freiland gezielt zu manipulieren, d.h. anzulocken. Darüber hinaus bietet sich im Gewächshaus die Möglichkeit, adulte *E. balteatus* gezielt mit Futter zu versorgen, um eine normale Entwicklung und somit eine dauerhafte biologische Schädlingsbekämpfung zu gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- DAFNI, A., LEHRER, M. & KEVAN, P. G. (1997): Spatial flower parameters and insect spatial vision – Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society **72**: 239-282.
- HESS, D. (1990): Die Blüte: eine Einführung in Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüten. 2. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 458
- JOHNSON, S.D. & DAFNI, A. (1998): Response of bee-flies to the shape and pattern of model flowers: implications for floral evolution in a mediterranean herb – Functional Ecology **12** (2): 289-297.
- KNOLL, F. (1921): Insekten und Blumen – Abhandlungen der zool.- botan. Gesellschaft, Wien: **645**.
- KUGLER, H. (1950): Der Blütenbesuch der Schlammsfliege (*Eristalomyia tenax*) – Zeitschrift für vergleichende Physiologie **32**: 328-347.
- KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. 2. Aufl. – Fischer, Stuttgart: 345
- LUNAU, K. (1990): Colour saturation triggers innate reactions to flower signals: Flower dummy experiments with bumblebees – Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural and Behavioral Physiology **166** (6): 827-834.
- LUNAU, K. (1996): Signalling functions of floral colour patterns for insect flower visitors – Zoologischer Anzeiger **235**: 11-30.
- PONTIN, D.R., WADE, M.R., KEHRLI, P. & WRATTEN, S.D. (2006): Attractiveness of single and multiple species flower patches to beneficial insects in agroecosystems – Annals of Applied Biology **148**: 39-47.
- RÖDER, G. (1994): Biologie der Schwebfliegen Deutschlands (Diptera: Syrphidae). – Bauer Verlag, Keltern-Weiler: 575
- SCHNEIDER, F. (1969): Bionomics and Physiology of Aphidophagous Syrphidae. – Annual Review of Entomology **14**: 103-106.
- SSYMANK, A. (2001): Vegetation und blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft: – Bundesamt für Naturschutz, Münster: 513
- SUTHERLAND, J.P., SULLIVAN, M.S. & POPPY, G.M. (1999): The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly, *Episyrphus balteatus* – Entomologia Experimentalis et Applicata **93**: 157-164.
- WACHT, S. & LUNAU, K. (1997): Signalfunktion von Pollen – Biologie in unserer Zeit **27** (3): 169-181.
- WINKLER, K. (2005): Assessing the risks and benefits of flowering field edges – PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands: 118.