

Siegfried Keller | Hannes Baur
mit Zeichnungen von Armin Coray

SCHLUPF WESPEN

Ihre geheimnisvolle Welt
beobachten und verstehen



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN

Haupt

Siegfried Keller | Hannes Baur
mit Zeichnungen von Armin Coray

SCHLUPE WESPEN

Ihre geheimnisvolle Welt
beobachten und verstehen

Naturhistorisches Museum Bern

Haupt Verlag

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	7
Einleitung	9
I WAS SIND SCHLUPFWESPEN?	13
1.1 Die Evolution der Hautflügler (Hymenoptera)	14
1.2 Morphologie und Bestimmung	17
1.3 Anatomie	20
1.4 Fortpflanzung und Entwicklungsstadien	22
1.5 Die parasitische Lebensweise der Schlupfwespen oder: Was sind Parasitoide?	28
1.6 Wie Schlupfwespen ihre Wirte finden	37
1.7 Wie Schlupfwespen ihre Wirte überwältigen	38
1.8 Wie Wirte sich gegen Schlupfwespen wehren	41
2 PORTRÄTS EINIGER FAMILIEN DER SCHLUPFWESPEN	45
2.1 Ceraphronidae	47
2.2 Megaspilidae	49
2.3 Gasteruptiidae (Gicht- oder Schmalbauchwespen)	51
2.4 Chalcididae	57
2.5 Eurytomidae	61
2.6 Leucospidae	69
2.7 Pteromalidae	73
2.8 Torymidae	85
2.9 Ormyridae	91
2.10 Pirenidae	95
2.11 Aphelinidae	101
2.12 Encyrtidae	107
2.13 Eulophidae	111
2.14 Trichogrammatidae	127
2.15 Mymaridae (Zergwespen)	131
2.16 Cynipidae (Gallwespen)	135
2.17 Figitidae	145
2.18 Platygasteridae	151
2.19 Scelionidae	161
2.20 Ichneumonidae (Darwinwespen)	165
2.21 Braconidae (Brackwespen)	181

3	BIOLOGISCHE SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG	189
3.1	Beispiele	193
3.2	Gesetzliche Vorschriften	198
4	ÖKOSYSTEMLEISTUNG	199
5	WO LASSEN SICH SCHLUPFWESPEN BEOBACHTEN?	203
5.1	Nisthilfen für Wildbienen	204
5.2	Totholz	210
5.3	Blütenknospen von Disteln und ihren Verwandten	216
5.4	Brennnesselbestände	219
5.5	Eichen	225
6	GLOSSAR	227
7	LITERATURVERZEICHNIS	229
8	VERDANKUNGEN	235
9	REGISTER	236

VORWORT

Geht man aufmerksam im Wald oder Feld spazieren, fällt einem sicherlich gelegentlich auf, dass die Blätter von Bäumen, Sträuchern oder Blumen und Kräutern an- oder sogar bis auf Reste der Blattnerven aufgeessen worden sind. Diese Schäden sind zurückzuführen auf die Fraßaktivität der Larven der vielen verschiedenen pflanzenfressenden (= herbivoren) Insektenarten, die unsere heimischen Pflanzen befallen. Warum aber werden die Pflanzen nicht vollkommen aufgeessen? Oder überspitzt formuliert: Warum ist die Welt überhaupt noch grün? Sicherlich kennt fast jeder die Marienkäfer, die als Blattlaus-Vertilger eine große Rolle dabei spielen, dass die Blattlauspopulationen nicht überhandnehmen. Neben dieser großen und diversen Gruppe der Räuber, deren Rolle im Naturhaushalt offenbar ist, gibt es jedoch eine weitere und sehr wichtige Gruppe von natürlichen Gegenspielern der herbivoren Insekten: die parasitoiden Arten. Ein Parasitoid ist «ein Organismus, der sich auf oder in einem anderen Einzelorganismus («Wirt») entwickelt, ihm Nahrung entzieht und ihn als direkte oder indirekte Folge dieser Entwicklung tötet» (Eggleton & Gaston 1990). Diese beiden Gruppen von natürlichen Gegenspielern verhindern, dass sich die herbivoren Insektenarten ungestört vermehren können, und tragen somit dazu bei, dass eine natürliche Kontrolle dieser Populationen möglich ist. Die parasitoide Lebensweise ist offenbar ein Erfolgsmodell, denn sie hat sich in vielen verschiedenen Insektenordnungen entwickelt, so z. B. bei Käfern, Fliegen, Fächerflüglern oder auch bei Köcherfliegen. Am artenreichsten innerhalb der Parasitoiden ist ohne Zweifel die Ordnung Hautflügler, die eine unfassbare Vielfalt an Lebensweisen entwickelt haben. So spielen sie auch eine große Rolle bei der biologischen Schädlingsbekämpfung: Einige Schlupfwespenarten können massenvermehrt werden und sind in

Gewächshäusern zur Kontrolle z.B. von Weißen Fliegen verfügbar. Auch in der klassischen biologischen Kontrollstrategie, bei der Parasitoide aus den Ursprungsländern in die Länder nachgeführt werden, in der sich eine Herbivorenart massenvermehrt, sind Schlupfwespen aufgrund ihrer Wirtsspezialisation sehr erfolgreich einsetzbar.

Im deutschen Sprachgebrauch werden die verschiedenen Familien innerhalb der Hautflügler oft einfach als Schlupfwespen zusammengefasst. Dieser Begriff spiegelt allerdings nicht die taxonomische Einordnung und Diversität der Familien und Arten wider, subsumiert der Begriff doch z.B. Brackwespen, Erzwespen, Zehrwespen, Gallwespen und Gichtwespen. Viele Arten sind winzig klein und mit den Augen kaum zu sehen; gleichzeitig existieren für viele Arten noch erhebliche Wissenslücken zu den speziellen Wirtsbeziehungen.

Es ist daher sehr zu begrüßen, dass die Autoren mit dem vorliegenden Buch die Bedeutung der Schlupfwespen zusammenfassend und reich bebildert beschreiben. Sie schließen damit eine große Lücke, kann sich der Leser doch einen umfassenden Überblick über diese faszinierenden Insekten und ihre spezielle Lebensweise verschaffen. Vielleicht tragen die präzisen Informationen und die beeindruckenden Bilder ja auch dazu bei, dass der eine oder die andere angeregt wird, sich mit diesen besonderen Insektenarten näher zu beschäftigen.

Göttingen, Juli 2024
Prof. i. R. Dr. Stefan Vidal
Department für Nutzpflanzenwissenschaften
Abteilung Agrarentomologie
Georg-August-Universität Göttingen

EINLEITUNG

Wer an Wespen denkt, dem kommen vor allem die gelb-schwarz gefärbten Tiere in den Sinn, die eine Grillparty oder das Essen im Freien vermiesen können. In Mitteleuropa sind dafür aber nur zwei Arten verantwortlich: die Deutsche und die Gemeine Wespe. Zudem haftet an ihnen und einigen ihrer nächsten Verwandten der Ruf, sie seien aggressiv und gefährlich. Diese tatsächlichen und angeblichen Eigenschaften haben das Ansehen einer riesigen Insektengemeinschaft in Verruf gebracht. Diesen schlechten Ruf der Wespen zu korrigieren, ist ein wesentliches Anliegen dieses Buches.

Die Wespen bilden zusammen mit den Bienen und Ameisen die Ordnung Hautflügler (Hymenoptera). Weltweit sind über 150 000 Arten bekannt. Mehr bekannte Arten weisen nur die Käfer (Coleoptera) auf. Im Gegensatz aber zu den Käfern sind die Hautflügler schlecht erforscht. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass nur ein Bruchteil der Hautflügler bekannt ist, sie schätzen ihre Artenzahl auf 500 000–1 000 000, davon über 90 % Schlupfwespen (Forbes et al. 2018). Der Hauptgrund für diese Diskrepanz ist die Größe. Bei den Hautflüglern gibt es außerordentlich viele winzig kleine Arten, die schon aus diesem Grund der Aufmerksamkeit entgehen. Dazu kommt, dass sie vorwiegend andere Insekten parasitieren und auch wegen dieser Lebensweise selten sind. Ein anderer Ansatz geht davon aus, dass rund 20 % der Insekten parasitische Hautflügler sind (Godfray 1994).

Über den Ursprung der Hautflügler ist wenig bekannt, da nur größere Arten als Versteinerungen erhalten geblieben sind. Dagegen gibt es zahlreiche Funde von Wespen, auch winzige, die in Bernstein eingeschlossen sind. Als besonders reichhaltig erweist sich Bernstein aus Myanmar und China, der während der Kreidezeit (vor 145–66 Mio.

Jahren) gebildet wurde. Die Tiere, die damals im Harz von Pflanzen ertranken, sind derart gut erhalten, dass sie detailliert beschrieben und klassifiziert werden können (Lepeco et al. 2022).

Hinter der deutschen Bezeichnung «Wespen» steckt alles andere als ein einheitlicher Insektentyp. Neben reinen Pflanzenfressern gibt es welche, die andere Insekten parasitieren oder sich räuberisch von anderen Insekten oder Spinnen ernähren. Auch ist die Formen- und Farbenvielfalt sehr ausgeprägt und reicht von eintönigem Schwarz bis zum vielfarbigen Schillern der Goldwespen. Unter den Hautflüglern findet sich auch das kleinste bekannte Insekt, eine Zwergwespe mit einer Körperlänge von rund 0,14 mm, der größte Hautflügler ist eine nordamerikanische Riesenschlupfwespe mit rund 170 mm Länge, also rund 1200-mal größer. Die große Mehrheit der Hautflügler lebt als Einzelgänger (solitär), eine Minderheit ist staatenbildend (sozial). Von den solitären Hautflüglern lebt die große Mehrheit parasitisch von anderen Insekten oder Spinnen. Dies ist von großer ökonomischer und ökologischer Bedeutung, sind sie doch zusammen mit anderen insektenfressenden Organismen, den sogenannten Entomophagen, dafür verantwortlich, dass pflanzenfressende (phytophage) Insekten sich nicht beliebig vermehren können.

Wespen besiedeln unterschiedlichste Lebensräume und haben verschiedene Beziehungen zu den Menschen. Wie eingangs erwähnt, können sie lästig werden oder als Untermieter in menschlichen Behausungen leben. Was aber besonders wichtig ist: Unzählige Arten sind als Helfer der Menschen tätig, indem sie meist unbemerkt land- und forstwirtschaftliche Kulturen vor Schädlingen schützen. Diese Fähigkeit weiß auch der Mensch zu nutzen, indem er parasitische Wespen gezielt zur Schädlingsbekämpfung einsetzt. Mit diesem Buch sollen deshalb die kaum bekannten Schlupfwespen einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Der Text behandelt auch Besonderheiten, die sich bei Schlupfwespen entwickelt haben: Das sind neben anatomischen Anpassungen vor allem Bereiche der Fortpflanzung wie die verschiedenen Arten der Parasitierung und der Symbiose mit Viren und Mikroorganismen. Die zahlreichen Fotos belegen das vielseitige Erscheinungsbild der Wespen, aber auch spezielle Verhaltensweisen, von denen einige nicht bekannt waren oder zumindest noch nicht dokumentiert wurden. Ergänzt wird das Buch mit Hinweisen, wo sich Schlupfwespen und ihre Opfer in ihrem natürlichen Lebensraum beobachten lassen.

Anmerkungen zu den Fotos von Siegfried Keller

Die Mehrheit der Aufnahmen entstand zwischen 1970 und 2005, in einer Zeit also, als digitale Aufnahmetechniken noch unbekannt waren oder allenfalls in den Anfängen steckten. Das Problem damals war das Licht. Die üblichen Diapositivfilme hatten eine Empfindlichkeit im Bereich von 100 ISO. Trotz Verwendung eines Blitzlichtes konnte nur eine geringe Schärfentiefe erzielt werden. Und nach 36 Bildern war ein Filmwechsel nötig – meistens im spannendsten Moment. Bei den modernen Kameras sind Empfindlichkeit, Auflösungsvermögen und Speicherkapazität keine Probleme mehr. Ferner ermöglichen sie Serienaufnahmen und ultrakurze Belichtungszeiten. Das Tüpfelchen auf dem i aber ist das *focus stacking*, mit dem das Schärfentiefen-Problem gelöst ist und das unglaublich schöne Insektenfotos erlaubt – allerdings nur von bewegungslosen Tieren.

Für die damaligen Aufnahmen verwendete ich Spiegelreflexkameras der Marke Pentax, hauptsächlich Pentax ME und Pentax MZ-M. Als Objektive dienten zwei Novoflex-Objektivköpfe mit den Brennweiten 105 mm und 60 mm, die auf ein Novoflex-Balgenreät, später auf einem Pentax-Balgenreät montiert waren. Kleinstinsekten von ca. 1–4 mm Länge fotografierte ich mit einem Zeiss Luminar-Lupenobjektiv, das mit einem eigens angefertigten Adapter ebenfalls auf die Balgenreäte geschraubt werden konnte. Der Filmtransport erfolgte anfänglich manuell, später automatisch. Für die Beleuchtung verwendete ich anfänglich ein normales Blitzgerät, wegen der störenden Schlagschatten stellte ich aber bald auf einen Ringblitz um. Als Standardfilm diente der Kodachrome 21. Speziell für Kleininsekten verwendete ich wegen der höheren Empfindlichkeit gelegentlich Ektachrome-Filme. Dazwischen experimentierte ich auch mit anderem Filmmaterial. Für die neueren digitalen Fotos verwendete ich eine Canon EOS 60D mit oder ohne Blitz.

Praktisch alle Aufnahmen entstanden im Freiland ohne Stativ oder anderes störendes Zubehör. Ausnahmsweise sammelte ich Schlupfwespen und ihre Wirte ein, um sie zu Hause in einer umgebungsgerechten Arena beim Parasitierungsvorgang fotografieren zu können. Bei den Aufnahmen ging es mir weniger um die Darstellung der Tiere per se, sondern um die Dokumentation von Lebens- und Verhaltensweisen. In meiner insektenfotografischen Tätigkeit nehmen deshalb Bilder von parasitischen und räuberischen Insekten eine zentrale Rolle ein. Besonders faszinierten mich die parasitischen und räuberischen Wespen mit ihrer Formen- und Verhaltensvielfalt. Wichtig ist mir, darauf hinzuweisen, dass alle fotografierten Insekten nach dem «Shooting» ihr gewohntes Leben fortsetzen konnten und dass kein Insekt durch meine Tätigkeit körperlichen Schaden nahm. Ausnahmen bildeten einzig einige aufgeschnittene Gallen. Das hat den Nachteil, dass von den fotografierten Wespen keine Belegexemplare für eine taxonomische Bestimmung existieren. Die Identifizierung musste deshalb anhand der Fotos erfolgen, was sich oftmals als schwierig erwies und in vielen Fällen nicht bis auf Artniveau möglich war (siehe auch Kapitel 8 «Verdankungen»).

Die Dias sind im Bildarchiv der ETH-Bibliothek deponiert und in digitaler Form zugänglich (E-Pics Tiere, Pflanzen und Biotope).

I | WAS SIND SCHLUPFWESPEN?

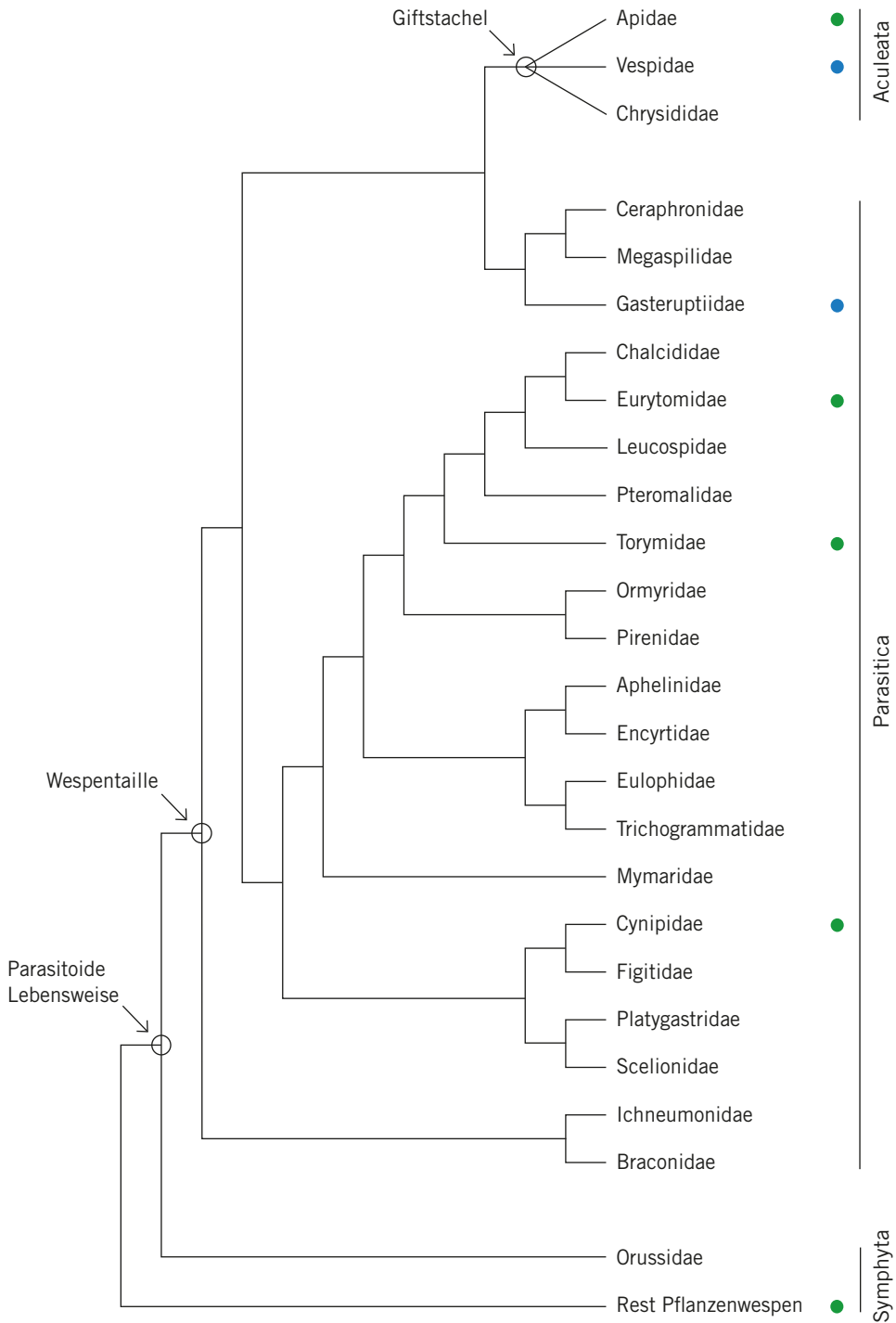
1.1 | Die Evolution der Hautflügler (Hymenoptera)

Die Hautflügler sind eine Ordnung innerhalb der holometabolen Insekten, die ca. 85 % aller Insekten ausmachen und auch die artenreichen Käfer, Schmetterlinge, Fliegen und Mücken, Netzflügler, Köcherfliegen etc. enthalten. Es sind die Insekten mit einer vollkommenen Entwicklung, die über Ei, Larve, Puppe zum adulten Insekt erfolgt. Die Metamorphose gilt als eine der wichtigsten Innovationen in der Evolution der Insekten (Grimaldi & Engel 2005).

Die Hautflügler sind in Übereinstimmung mit allen moderneren molekulargenetischen Studien (Peters et al. 2014, siehe auch Zhang et al. 2024) an der Basis der Holometabola zu finden. Es sind die nächsten Verwandten, im Fachjargon die Schwestergruppe, zu einem Zweig im holometabolen Stammbaum, der alle anderen Ordnungen enthält. Sie gelten als sogenanntes Monophylum bzw. als monophyletisch, also als eine natürliche Gruppe, die auf einen nur ihnen gemeinsamen Vorfahren zurückzuführen ist. Dieser ist wohl bereits im geologischen Zeitalter des Perm vor 300–250 Mio. Jahren entstanden (Misof et al. 2014), also deutlich vor den Protagonisten im Film Jurassic Park. Die Entwicklung der Hautflügler ist seit der Trias (250–200 Mio. Jahre) durch Fossilien im Gestein und Bernstein gut belegt (Grimaldi & Engel 2005).

Im Bauplan sind Hautflügler noch recht ursprüngliche Insekten, mit beißenden Mundwerkzeugen und zwei Paar häutigen Flügeln, daher auch der Name «Hautflügler». Aber genau dort befindet sich eines der wichtigsten Merkmale in stammesgeschichtlicher Hinsicht. Es sind spezielle Häkchen am Vorderrand des Hinterflügels, die Hamuli (siehe auch «Morphologie»). Diese sind eine sogenannte Synapomorphie, also ein Merkmal, das nur die Hautflügler besitzen und sie als monophyletisch ausweisen. Das ist so bedeutsam, dass die International Society of Hymenopterists (ISH) ihren Newsletter «Hamuli» getauft hat!

Stammbaum der Hautflügler, stark vereinfacht nach Blaimer et al. (2023) bzw. Cruaud et al. (2024; Erzwespen). Bei den Schlupfwespen (Parasitica) sind nur die Familien enthalten, die im Buch näher vorgestellt werden. Ein grüner Punkt bezeichnet diejenigen Gruppen, bei denen zumindest einige Vertreter sekundär wieder zu phytophager Lebensweise übergegangen sind. Ein blauer Punkt markiert den sekundären Übergang zu räuberischer Lebensweise.

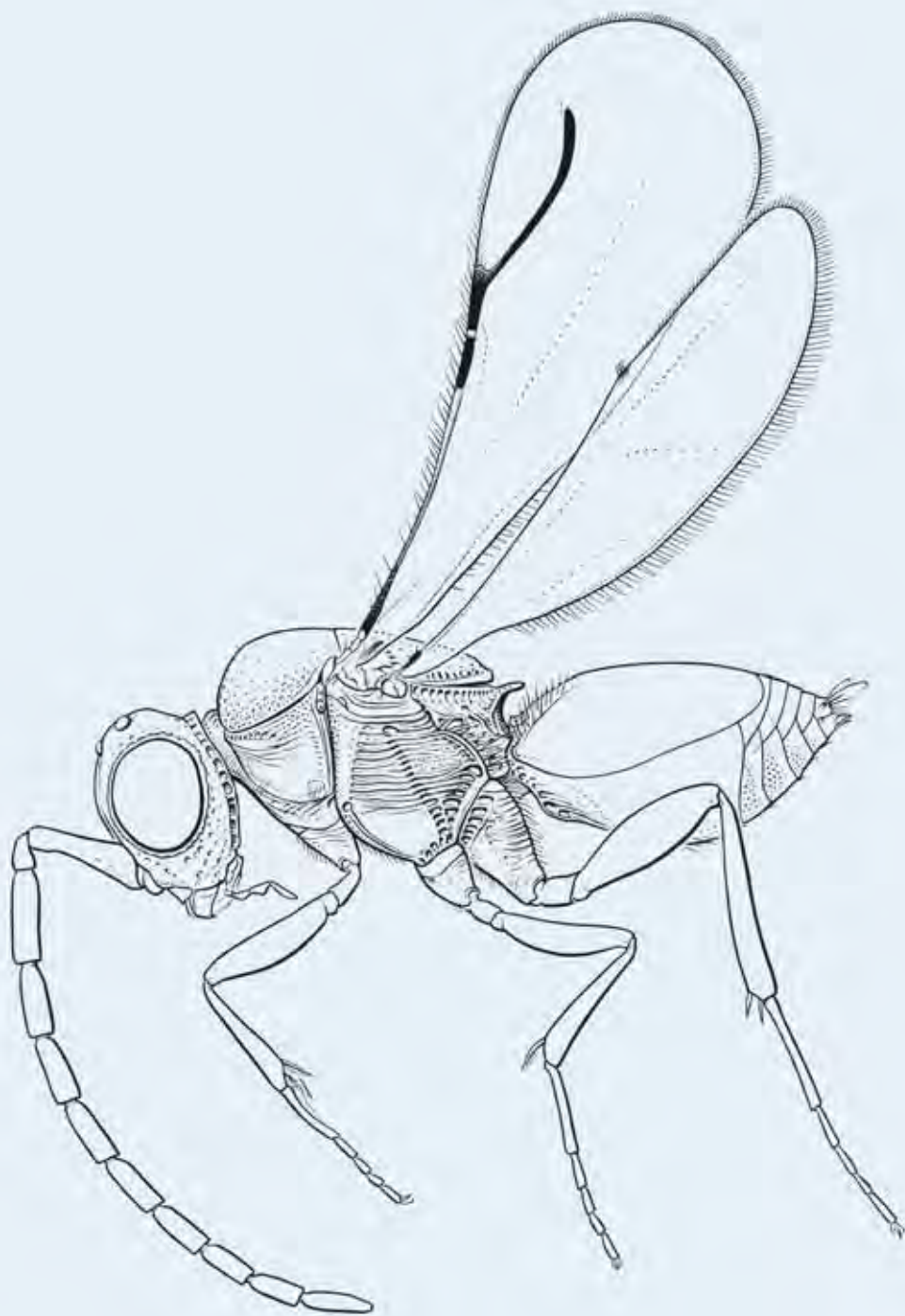


Innerhalb der Hautflügler ist es zu weiteren Innovationen hinsichtlich Morphologie und Verhalten gekommen, welche im stark vereinfachten Stammbaum nach Blaimer et al. (2023) bzw. Cruaud et al. (2024; Erzwespen) dargestellt sind (Abb. S. 15). Das Diagramm gibt nur eine von diversen neueren Stammbaumhypothesen wieder (siehe Diskussion in Zhang et al. 2024). Aus den ursprünglichen, rein pflanzenfressenden Hautflüglern, den Pflanzenwespen (Symphyta), ist ein Zweig, die Familie Orussidae, zu parasitoider Lebensweise übergegangen. Davon abgetrennt hat sich eine Gruppe, die Taillenwespen (Apocrita), aus der sich später alle übrigen Hautflüglerfamilien entwickelt haben. An deren Basis ist es jedoch zur Entwicklung der Wespentaille gekommen (siehe auch Abschnitt «Morphologie»). Diese erlaubt in erster Linie eine weit größere Beweglichkeit, was bei der Ablage von Eiern in agile Wirte von großem Vorteil ist. Man denke hier nur an die akrobatischen Verrenkungen einer Riesenschlupfwespe (*Rhyssa persuasoria*, Ichneumonidae) bei der Eiablage. Erst später ist es dann bei den Stechimmen (Aculeata) zur Umwandlung des Legebohrers in einen Giftstachel gekommen. Was im Stammbaum nun übrig bleibt, sind die Schlupfwespen (Parasitica), denen dieses Buch gewidmet ist. Diese sind kein Monophylum, haben also keinen nur ihnen gemeinsamen Vorfahren. Man sagt, sie seien ein Paraphylum bzw. paraphyletisch. Dies wird deutlich im Stammbaum, wo der Zweig mit den Ceraphronidae, Megaspilidae und Gasteruptiidae – obwohl noch im Besitz eines Legebohrers – näher mit den Stechimmen verwandt ist als mit irgendeinem der übrigen Schlupfwespen.

Der Stammbaum zeigt schließlich auf, dass die parasitoide Lebensweise, also das Schmarotzen an anderen Insekten und Spinnentieren, ein Erfolgsmodell geworden ist, das vom weitaus größten Teil der Arten übernommen wurde. Dennoch sind bei einigen Familien gewisse Gruppen sekundär wieder zu pflanzenfressender Ernährung übergegangen, wobei – mit Ausnahme der Gallwespen (Cynipidae) – dies oft nur für einen Bruchteil der Arten gilt. Einige weitere Familien, auch bei den Stechimmen, sind zu kleptoparasitischer oder räuberischer Lebensweise übergegangen.

2 | PORTRÄTS EINIGER FAMILIEN DER SCHLUPFWESPEN

Nachfolgend werden Beispiele von Familien der Schlupfwespen vorgestellt. Zu Beginn jeder Familie werden Artenzahlen für die Familien genannt. Diese stammen aus neusten Untersuchungen. Obwohl sie einzelne Länder betreffen, sollten die Zahlen repräsentativ für die Anzahl *bekannter* Arten in Nord- und Mitteleuropa sein. Die Zahl der noch *unbekannten* Arten schwankt jedoch sehr stark. Während bei einigen Familien nur noch wenige neue Arten zu erwarten sind (z. B. Gasteruptiidae), könnte bei einigen Erz- und Zehrwespen der Anteil unbekannter Arten ein Mehrfaches der bekannten Zahlen betragen (z. B. Platygasteridae, Eurytomidae). Dieser Umstand wird u. a. von Baur (2016), Baur & Ungricht (2019a, 2019b), Haas et al. (2021) und Klopstein et al. (2019) ausführlicher behandelt.



Ceraphron sp., Männchen,
Größe = 1,85 mm

Überfamilie Ceraphronoidea

Diese Überfamilie besteht aus zwei sehr ähnlichen Familien, den Ceraphronidae und den Megaspilidae. Weltweit sind rund 600 Arten beschrieben, viele sind aber noch unbekannt (van Noort & Broad 2024). Sie haben eine Körperlänge von 0,5 bis 3 mm und sind meistens schwarz, gelegentlich mit Braun- oder Gelbtönen. Die beiden Familien unterscheiden sich hauptsächlich bei den Fühlern und dem stark reduzierten Flügelgeäder, einmal ohne und einmal mit Flügelmal. Der Legebohrer ist immer verborgen.

2.1| Ceraphronidae

Anzahl Arten: Großbritannien 28 (Broad & Livermore 2014)

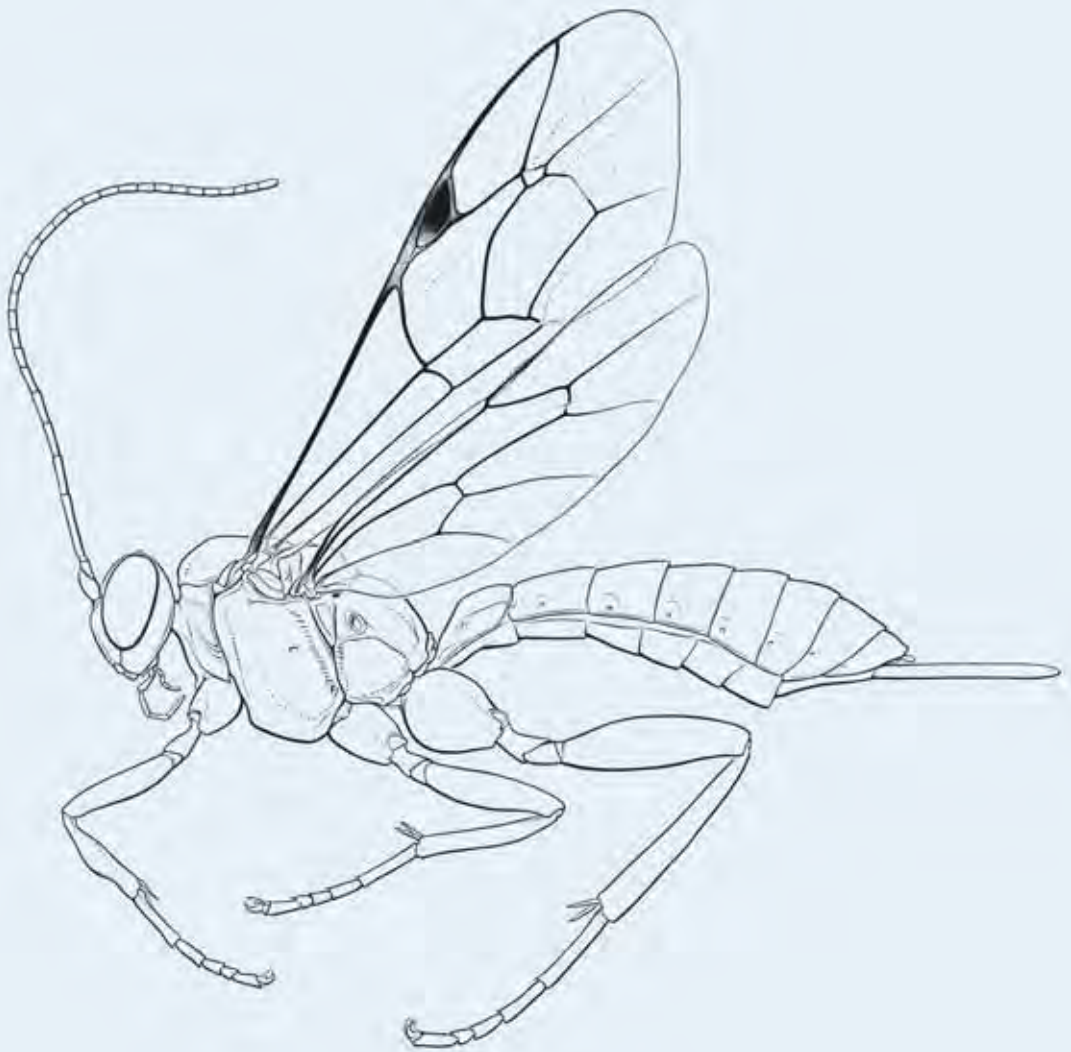
Die Antennen setzen tief am Kopf an, sind gekniet, haben einen langen Schaft. Die Körperlänge ist 0,5–2 mm. Die Weibchen haben 7–8 Geißelglieder, die Männchen jeweils eins mehr. Die Füße sind fünfgliedrig. Im Vorderflügel ist nur eine Ader sichtbar, welche sich im letzten Teil geschwungen in die Flügelfläche erstreckt. Das Flügelmal fehlt. Viele Arten sind kurzflügelig oder flügellos. Das Metasoma ist an der Basis abrupt verschmälert.

Ein Teil der Ceraphronidae sind Primärparasitoide, viele Arten jedoch sind Sekundärparasitoide (Hyperparasitoide) von Ichneumonidae, Braconidae und einigen anderen Familien. Relativ gut erforscht ist die Gattung *Aphanogmus*. Die meisten ihrer Arten parasitieren Larven von Blattlauswespen der Gattung *Aphidius* innerhalb von Blattläusen. Die Eiablage erfolgt erst, wenn die *Aphidius*-Larve ausgewachsen ist und den Verpuppungskokon gebildet hat und damit die Blattlaus «mumifiziert» ist. Nach drei Larvenstadien verpuppt sich die *Aphanogmus*-Larve innerhalb der Blattlausmumie. Einige *Aphanogmus*-Arten sind Primärparasitoide von Gallmückenlarven (Abb. unten links und unten rechts), die sich von Rost- oder Schimmelpilzen ernähren und keine Gallen bilden.

Eine *Aphanogmus*-Art parasitiert Gallmückenlarven, die sich von Rostpilzen ernähren.

Eine andere *Aphanogmus*-Art parasitiert Gallmückenlarven im Pilzgeflecht auf einer Galle der Schwammgallwespe (*Biorhiza pallida*).





Pimpla flavicoxis, Weibchen,
Größe = 10,3 mm

Überfamilie Ichneumonoidea

Die Überfamilie besteht aus zwei sehr artenreichen Familien, den Darwinwespen und den Brackwespen. Sie umfassen weltweit über 44 000 beschriebene Arten, unzählige weitere harren noch ihrer Entdeckung (Broad et al. 2018). Es handelt sich mehrheitlich um größere bis sehr große Wespen mit schlankem Körper und schwarzer Grundfarbe, Körperlänge von 1 bis 100 (170) mm (einschließlich eines über körperlängen Legebohrers). Die Fühler sind ungekniet und haben meist 16 und mehr Geißelglieder. Die Vorderflügel haben ein verzweigtes Geäder mit mehr als einer Flügelzelle und einem Flügelmal. Der Körper ist meist schwarz, oft mit gelblicher oder rötlicher Zeichnung. Viele Arten haben einen vorstehenden Legebohrer, oft ist dieser aber auch verborgen.

2.20 | Ichneumonidae (Darwinwespen)

Anzahl Arten: Deutschland 3644 (Riedel et al. 2021)

Die früher als «Echte Schlupfwespen» bezeichnete Familie gilt als die artenreichste der Hautflügler. Es sind schlanke Wespen mit Körperlängen zwischen 2 und 100 mm, oft einheitlich dunkel gefärbt oder mit schwarz-weißer oder schwarz-gelber Musterung. Die Füße sind fünfgliedrig. Das Flügelgeäder ist für Schlupfwespen recht umfangreich und variiert nur sehr wenig, nur bei kleinen Arten ist es etwas reduziert. Auffallend ist die große, rautenförmige Zelle unter dem Flügelmal; bei den Braconidae ist diese unterteilt.

Sie parasitieren nur die Larven von holometabolen Insekten; einige Arten parasitieren Spinnen und ihre Gelege. Unter ihren Wirten sind Schmetterlings- und Blattwespenraupen sowie Käfer gut vertreten.

Riesenschlupfwespe (*Rhyssa persuasoria*)

Mit einer Länge bis zu 85 mm, wobei der Legebohrer etwa die Hälfte ausmacht, ist die schlanke, schwarz-weiß gemusterte Riesenschlupfwespe eine imposante Erscheinung. Sie lebt vorwiegend als solitärer Parasitoid der Riesenholzwespe (*Uroceras gigas*) und kann oft zusammen mit dem Wirt angetroffen werden. Allerdings ist ihr natürliches Vorkommen auf Europa beschränkt. In Nordamerika treten andere, sehr ähnlich aussehende

Rhyssa-Arten an ihre Stelle. Spannend an diesen Wespen ist einerseits, wie sie ihre Opfer aufspüren, und andererseits, wie sie ihre Opfer in 1–3 cm Holztiefe lokalisieren und mit einem Ei belegen können. Obwohl nicht alle Details bekannt sind, kann man davon ausgehen, dass die Schlupfwespen auf größere Distanzen von Stoffen angelockt werden, die von einem kranken oder gefällten Baum ausgehen. Die Nahorientierung erfolgt durch Duftstoffe, die von der Holzwespenlarve selbst, aber auch von ihrem Kot und vom symbiotischen Pilz ausgehen (Spradbery 1970). Ist eine Wespe in der Nähe eines möglichen Wirtes gelandet, schreitet sie das Holzstück ab, stets mit den sehr empfindlichen Fühlern den Untergrund abtastend. Haben diese verdächtige Reize wahrgenommen, platziert sie den Legebohrer mitsamt der Legebohrerscheide an die verdächtige Stelle und verharrt kurze Zeit regungslos (Abb. oben). An den Spitzen von Legebohrer und Bohrerscheide befinden sich ebenfalls sehr empfindliche Sinnesorgane, die offenbar in der Lage sind, andere Signale als die Fühler wahrzunehmen. Weisen die Signale nicht auf einen Wirt hin, sucht die Wespe weiter, andernfalls beginnt sie, ihren Legebohrer einzustechen (Abb. unten). Zur genauen Lokalisierung im Holz braucht die Schlupfwespe wiederum ihren Legebohrer mit den empfindlichen Sinnesorganen. Trifft die Wespe nicht genau auf ihr Opfer, ist sie in der Lage, die Richtung des Legebohrers im Holz zu ändern. Trotzdem sind meist mehrere Probebohrungen nötig, um das Opfer aufzuspüren, das schließlich mit einem Ei belegt wird. Gleichzeitig wird das Opfer mit einer Gifteinjektion gelähmt. Dies ist wichtig, denn die ausschlüpfende Parasitoidenlarve saugt sich außen an der Haut fest. Würde sich die Holzwespenlarve weiter durch das Holz bohren, würde sie ihren Feind abstreifen. Die ersten drei Larvenstadien der Schlupfwespe ernähren sich vom Blut ihres Wirtes, das letzte Larvenstadium frisst anschließend den Rest des Opfers. Die Entwicklung der *Rhyssa*-Larve dauert je nach Temperatur 1–2 Monate. Die Verpuppung erfolgt entweder sofort oder erst im folgenden Frühjahr.

Obwohl Riesenschlupfwespen auch in Höhenlagen bis unterhalb der Waldgrenze recht verbreitet sind, braucht es doch etwas Glück, um ihnen zu begegnen. Am ehesten Erfolg hat man, wenn man an frisch gefällten und ungeschälten Stämmen von Nadelbäumen nach ihnen sucht. Hat man die Schlupfwespen einmal gefunden, so lassen sie sich leicht bei der Suche nach einem Wirt beobachten oder wenn sie ihren Legebohrer mühsam bis gut 3 cm tief ins Holz bohren, was bis zu 30 Minuten oder länger dauert.

Die Riesenschlupfwespe hat einen bemerkenswerten Feind aus der eigenen Verwandtschaft: *Pseudorhyssa nigricornis*. Die Art lebt von den gleichen Wirten wie *Rhyssa*. Ihr Legebohrer ist aber zu schwach, um Holz durchbohren zu können. Um trotzdem an ihr Ziel zu gelangen, benutzt sie die Bohrlöcher von *Rhyssa*. Wie sie die findet und ihren eigenen Legebohrer in die nur Bruchteile von Millimetern messenden Einstiche einführen kann, ist bemerkenswert.

Die Riesenschlupfwespe auf der Suche nach einem Wirt. Mit Antennen und Legebohrer inspiziert sie ein Stück Fichtenholz.

Hat sie ein Wirtsinsekt aufgespürt, bohrt sie den Legebohrer ins Holz.





Dolichomitus spp.

Die Wespen dieser Gattung weisen ebenfalls eine stattliche Größe und oft einen imposanten Legebohrer auf, der mehr als Körperlänge erreichen kann. Die Art *Dolichomitus imperator* wird wie *Rhyssa persuasoria* auf Deutsch ebenfalls als Riesenschlupfwespe bezeichnet. Die meisten *Dolichomitus*-Arten sind solitäre Ektoparasitoide von Bockkäferlarven oder -puppen, die in Laub- oder Nadelholz leben. Die beiden abgebildeten Arten zeigen ein unterschiedliches Eilegeverhalten. Die eine Art, *Dolichomitus imperator* (Abb. oben), sticht senkrecht ins Holz. In der ersten Phase des Einstichs platziert die Wespe die Spitze des Legebohrers zwischen den auf dem Holz anliegenden Fühlerspitzen, die mithilfe zahlreicher empfindlicher Sinnesorgane das Opfer im Innern des Holzes lokalisiert haben (Abb. oben links). Wie bei verwandten Arten wird der Legebohrer dabei durch die Hüften der Hinterbeine sowie durch die Legebohrerscheide stabilisiert. Letztere löst sich bei beginnendem Einstich ins Holz. Beim Stechvorgang spielen die Anatomie und die Funktion des Bohrers eine wichtige Rolle. Dieser besteht aus drei Teilen: der oberen Valve und den beiden unteren Valven. Letztere sind so miteinander verbunden, dass sie abwechselnd Millimeter um Millimeter eingestochen

Dolichomitus imperator. Zu Beginn des Einstichs wird der Legebohrer mit den Hinterhüften stabilisiert.

Langsam wird der Legebohrer ins Holz eingestochen, die Scheide des Legebohrers hat sich gelöst und weist senkrecht nach oben.



werden können, ohne sich voneinander zu lösen (Zwakhals 2010). Die beiden Hälften umschließen gleichzeitig den Eilegekanal. Manche *Dolichomitus*-Arten drehen sich während des Einstechens, was als zusätzliche Einbohrhilfe verstanden werden kann.

Die andere *Dolichomitus*-Art (Abb. oben) weist einen Legebohrer auf, der fast doppelte Körperlänge erreicht. Sie parasitiert unter anderem Puppen des Fichtensplintbocks (*Tetropium castaneum*). Bevor sich die ausgewachsenen Bockkäferlarven dieser Art verpuppen, bohren sie einen senkrechten, 2–4 cm tiefen Gang ins Holz, der am Ende einen rechtwinkligen Knick aufweist. Nach diesem Knick wird die Puppenwiege angelegt. Die Wespe hat zwei Probleme: Das erste Problem besteht darin, die Spitze des überlangen Legebohrers in die Öffnung des Fraßganges der Bockkäferlarve zu kriegen. Obwohl die Spitze des Legebohrers mit empfindlichen Sinnesorganen versehen ist, braucht es mehrere Anläufe, bis sich der Erfolg einstellt. Ist es so weit, schreitet die Wespe rückwärts und

schiebt den Legebohrer immer tiefer in den Fraßgang des Bockkäfers. Um ihr Ziel zu erreichen, zögert sie auch nicht, gänzlich in den Fraßgang einzudringen (Abb. oben rechts). Das zweite Problem stellt sich beim Knick des Fraßganges, hinter dem die ausgewachsene Larve oder die Puppe liegt. Offensichtlich gelingt es der Wespe, auch dieses Hindernis zu überwinden.

Diese *Dolichomitus*-Art versucht, ihren überlangen Legebohrer in den Fraßgang einer Bockkäferlarve einzuführen.

Reicht der Legebohrer nicht, schreitet die Wespe rückwärtsgehend in den Fraßgang des Wirtes.

Dahinter steckt eine Meisterleistung der Natur, die einen Legebohrer entwickelt hat, der ein Optimum aus Stabilität und Flexibilität aufweist. Dies kann als Anpassung an die Verteidigungsstrategie des Bockkäfers verstanden werden. Diese besteht darin, sich tief ins Holz einzubohren und vor der Puppenwiege zusätzlich noch einen rechtwinkligen Knick einzubauen.

Gelis melanocephalus

Unter den Darwinwespen gibt es zahlreiche Arten, die Spinnen oder ihre Gelege parasitieren. Dazu gehören einige *Gelis*-Arten. Während die Männchen geflügelt sind, gibt es Arten mit ungeflügelten Weibchen. Dazu gehört die hier vorgestellte *Gelis melanocephalus*. Die etwa 5 mm lange Wespe sieht daher einer Roten Gartenameise täuschend ähnlich, möglicherweise handelt es sich um eine Form von Mimikry, gelten doch Ameisen als eher wehrhafte Tiere. Die Wirte von *Gelis melanocephalus* sind die Gelege von Streckerspinnen (Tetragnatidae). Mit ihren langen, sensiblen Fühlern spürt sie die an der Unterseite von Grasblättern befestigten Eikokons auf. Diese enthalten einige Dutzend Spinneneier, die von einer dichten Schicht von Spinnenseide umhüllt sind. Doch diese bietet keinen Schutz vor der Wespe. Mit ihrem kräftigen Legebohrer durchstößt sie das Gewebe und legt 1–2 Eier zwischen die Spinneneier (Abb. oben). Die nach wenigen Tagen ausschlüpfenden Wespenlarven beginnen nun, ein Spinnenei nach dem anderen zu verzehren, eine Lebensweise, wie sie für räuberische Insekten typisch ist. Sind sie ausgewachsen, verpuppen sie sich im Eikokon der Spinne. Wenn sie im Schutz der dichten Lage von Spinnenseide ihre Entwicklung vollendet haben, gelangen die Wespen durch ein selbst gefertigtes Loch ins Freie. Normalerweise verzehren die Wespenlarven nicht alle Spinneneier, sodass immer noch einige Jungspinnen schlüpfen.

Ungeklärt ist die Frage, wie die ungeflügelten *Gelis*-Weibchen in der ihnen zur Verfügung stehenden relativ kurzen Lebenszeit genügend Spinnengelege finden, um die Erhaltung der Art zu sichern. Dazu muss man sich vorstellen, dass die Spinnengelege über eine größere Fläche verstreut und in einer meist dichten Vegetation versteckt sind. Man kann nur darüber spekulieren, dass sie über äußerst sensible Sinnesorgane verfügen, die in der Lage sind, die Spinnengelege über größere Distanzen zu lokalisieren.

Die Gattung *Gelis* ist sehr artenreich. Neben ungeflügelten kommen auch geflügelte Arten vor. Jede Art hat ihre bevorzugten Wirte. Darunter gibt es Arten, die Schädlinge wie das Getreidehähnchen parasitieren, was allerdings nur dann möglich ist, wenn keine Insektizide angewendet werden.

Gelis-Wespen sind nicht die einzigen Darwinwespen, die Gelege von Spinnen parasitieren. Vertreter der Gattung *Agasthenes* belegen ebenfalls Eikokons von Spinnen, wo sich ihr Nachwuchs im Schutze des dichten Gewebes von Spinnenseide entwickeln kann (Abb. unten).

Gelis melanocephalus bei der Eiablage in das Gelege einer Streckerspinne.

Agasthenes varitarsus bei der Eiablage in ein Spinnengelege.



- Abdomen (= Hinterleib) 17
abdominalis, *Aphelinus* **100**
acasta, *Melittobia* 208
Acer pseudoplatanus 138
acerinus, *Dichatomus* 64f, 122, **123**, 138
aceris, *Pediaspis* 64, 138
Achroia grisella 178
acrobates, *Telenomus* 161f, **162**
Acyrtosiphon pisum 146
Adalia bipunctata 187, **188**
aeneus, *Brassicogethes* 176
aeneus, *Meligethes* 176
Agasthenes sp. 170, **171**
Aglais io 219
Aglais urticae 219
Ahornblattlaus 182, 184, **184**
Ahorngallwespe 64, 65, **65**, 122, 138, **139**
Aleiodes cruentus **180**
Aleochara sp. 30, **30**
Aleyrodidae 101
Alloxysta sp. 146, **147**, 220, **221**
Alloxysta victrix 146
alternaris, *Itopectis* 112
Ameisen 17, 27, 42, 182, 184, **184**, 185, 220, **220**
Anagrus breviphragma 132
Anagrus sp. 132, **132**
Anagrus lopezi 196f, **197**, 201
Anania hortulata 224, **224**
Anaphes flavipes 131
Ancistrocerus sp. 209, **209**, 214, **214**
Andricus curvator **225**
Andricus sp. 225
Anellus, Anelli (= Ringglied/-er) 57
angelicae, *Trioxys* 184
annulatus, *Scambus* 112
Anobiidae 81
Anobium punctatum 213, 214
antagonistische Koevolution 44
Antenne (= Fühler) 17
Aphanogmus sp. 47, **47**
Aphelinus abdominalis **100**
Aphelinus asychis 102, **103**, **104**
Aphelinus mali 101
Aphidiinae 23, **24**, 43, 49, 82, 145, 146, 181, 220
aphidimyza, *Aphidoletes* 98, **99**, 220
aphidis, *Pachyneuron* 82, **83**
Aphidius ervi 224
Aphidius sp. 25, 47, 49, 146, 224
Aphidoletes aphidimyza 98, **99**, 220
Aphis fabae 43, 182, 224
Aphis fabae cirsiacanthoides 182
Aphis urticae 219, **220**, 224
Apoanagyrus lopezi 196f, **197**, 201
Aprostocetus sp. **31**
Araniella sp. **172**
ariantes, *Syrphophagus* 108f, **109**, 220f, **121**
arsames, *Aulogymnus* 120, **121**
arundinis, *Torymus* 86, **87f**, 88
Asaphes vulgaris 82
Aschgraue Höckereule 108
Asobara tabida 128
asparagi, *Crioceris* 114
Aspicerinae 148
assectator, *Gasteruption* **50**, 52, **53 ff**, 54
assimilis, *Ceutorhynchus* 74, 156
asychis, *Aphelinus* 102, **103**, **104**
ater, *Xorides* 174
augustus, *Xylophrurus* 206, **206**
Aulogymnus arsames 120, **121**
Aulogymnus skianeuros 120, **121**
Australische Wollschildlaus 191
Autoparasitismus 101
Bakterien 23, 25, 42f, 128, 142, 190
Baldachinspinne **173**
balteatus, *Episyrphus* 38
Bathytrix maculatus 112
bedeguaris, *Torymus* **84**, Umschlag-
Rückseite
Berg-Ahorn 138
Bethyidae 29
biguttata, *Sycophila* 64, **64**
Binsenschmuckzikade 132
Biorhiza pallida 88, 120, **121**, 136, **137**, 225f
bipunctata, *Adalia* 187, **188**
blancardella, *Phyllonorycter* 116
Blattläuse 27, 41ff, 82, 98, 101f, 146, 181ff, 192, 198, 219ff, 224
Blattlausmumien **24**, 47, 82, 182, **183**
Blattlauswespen 23f, **24**, 43, 47, 49, 82, 145ff, 181f, **183f**, 187, 220, **220**, 224
Blattschneiderbiene 58
Blutlaus 101
Bohrfliegen 61, 63, **63**, 85, 93, 216, **216**
Borkenkäfer 66, 78, 210f
bostrichorum, *Coeloides* **211**
Brachymeria minuta **56**
Bracon sp. 218, **218**
brassicae, *Brevicoryne* 182
brassicae, *Dasineura* 156, **156**
brassicae, *Trichogramma* **126**, 127, 193, **195**
Brassicogethes aeneus 176
Brassicogethes viridescens 176
Brennnesselblattfloh 108
Brennnesselgallmücke 86, **87**, 222, **222**, **244**
Brevicoryne brassicae 182
breviphragma, *Anagrus* 132
Brotkäfer 81
Brust (= Thorax) 17, 18
cacaeciae, *Trichogramma* 127, 193
cagnagella, *Yponomeuta* 175
Callaspidia sp. 148, **148 f**
Campopleginae **26**
canescens, *Venturia* 178, **179**
cardinalis, *Rodolia* 191
cardui, *Lysiphlebus* 184
carnosum, *Microlophium* 219, 224
carpenteri, *Dendrocerus* 49, **49**
Cassava 196
castaneum, *Tetropium* 169
cautella, *Ephestia* 178
Cecidomyiidae 95, 97f, 216, 220
Cecidostiba fasciata 80, **80**
Ceraphron sp. **46**
Ceraphronoidea **46**, 47
cerasi, *Rhagoletis* 42
Ceratopogonidae **28**
cessator, *Ichneumon* **223**
Ceutorhynchus assimilis 74, 156
Chalcidoidea **56**, 57
chalybeus, *Macroglenes* 97f, **97**
Charipinae 146
Cheipachus quadrum 78, **79**, **211**
chloromerus, *Torymus* 85f, **86**, 217
Chrysis ignita **205**
Chrysis indigotea **214**
Chrysocharis sp. 116, **118**
Cicadella viridis 132
cingulum, *Macrocentrus* 224, **224**
Cirsium spp. 61, 184, 216f
clavicornis, *Monosapygia* 204, **205**
Coccinella septempunctata 187, **188**, 224
coccinellae, *Dinocampus* **33**, 187, **188**
Coeloides bostrichorum **211**
coeruleus, *Tetrastichus* 114, **115**
confinis, *Torymus* 86, **87**, 222, **222**
congregata, *Cotesia* 41
Conostigmus sp. **48**
Contarinia pisi 97
Contarinia tritici 158
Copidosoma floridanum 107

- Copidosoma truncatellum* (= *truncatellus*) 35, 107f, **108**
- Cotesia congregata* 41
- Cotesia glomerata* **33**, 185, **186**
- Cotesia* sp. **31**
- Crataegus* sp. 89
- Crioceris asparagi* 114
- Crioceris duodecimpunctata* 114
- cruentus*, *Aleiodes* **180**
- curtus*, *Lemophagus* 112
- curvator*, *Andricus* **225**
- cyanea*, *Trichrysis* 204, **205**
- Cynipoidea **134**, 135
- Dasineura brassicae* 156, **156**
- Dasineura urticae* 86, **87**, 222, **222**, **244**
- Dattelmotte 178
- Dendrocerus carpenteri* 49, **49**
- dendrolimi*, *Trichogramma* 127, 193
- Deuteragenia variegata* 209, **209**
- Diaetiella rapae* 182, **183**
- Diaparsis* sp. 112
- Dichotomus acerinus* 64f, 122, **123**, 138
- Dicopomorpha echmepterygis* 131
- Dinocampus coccinellae* **33**, 187, **188**
- Diplazon* sp. 38, **39**
- Diplolepis rosae* **134**, 136, 142, **143**
- Disteln 61, 216ff, **216**
- distinguendus*, *Lariophagus* 81, **83**
- Dolichomitus imperator* 168, **168**, 212
- Dolichomitus* sp. 168f, **169**, 212, **212**
- domator*, *Stenarella* **214**, 215
- dominula*, *Polistes* **223**
- Dörrobstmotte 178
- dorsigera*, *Leucospis* 70, **71**, 206f, **207**, 215
- Drepanosiphum platanoidis* 182
- druparum*, *Torymus* 89, **89**
- Dryinidae 29
- duodecimpunctata*, *Crioceris* 114
- echmepterygis*, *Dicopomorpha* 131
- Echthrus* sp. **212**
- Eichengallwespen 67, 80, 120
- Eichenlinsengallwespe 88, 141, **141**, 226
- ekebladella*, *Tischeria* 116
- Ektoparasitoide 119, 227
- elevatus*, *Pteromalus* **217**
- Encaria formosa* 101
- Encarsia perniciosi* 36
- Endoparasitoide 119, 227
- Energieumsetzung 35
- Entomophthora* sp. 89
- Ephestia cautella* 178
- Ephestia kuehniella* 178, 194
- Epidinocarsis lopezi* 196f, **197**, 201
- Episyrphus balteatus* 38
- Erbsenblattlaus 102, **103**, 146
- Erbsengallmücke 97f
- erdosi*, *Proscotogaster* 154f, **155**, 157
- Eriosoma lanigerum* 101
- error*, *Euxestonotus* 158
- ervi*, *Aphidius* 224
- Erzwespen **56**, 57
- Eschenbastkäfer 66
- Eulenfalter 33, 107f, 128, 163
- Eulendraupe 30, 107f
- Eulophus larvarum* 124
- Eulophus ramicornis* 124
- Euplectrus* sp. **26**
- Eurytoma* sp. **60**, 61, **62**, 63, 66, **66**, 207, **207**, **211**, 217, **217**
- Eurytoma tibialis* 63, **63**
- Euxestonotus error* 158
- evanescens*, *Trichogramma* 127, 193
- Evanioidea **50**, 51
- evonymella*, *Yponomeuta* 175
- exarator*, *Spathius* **213**, 214
- fabae cirsiacanthoides*, *Aphis* 182
- fabae*, *Aphis* 43, 182, 224
- fabarum*, *Lysiphlebus* 43, 224
- Fanghafte 30
- fasciata*, *Cecidostiba* **80**, **80**
- Fichtensplintbock 169
- figulus*, *Trypoxylon* 209, **209**
- flavicoxis*, *Pimpla* **164**
- flavipes*, *Anaphes* 131
- flexuosa*, *Microlasioptera* 154f, **155**
- floridanum*, *Copidosoma* 107
- Flügelmal (= Pterostigma) 17, **19**, 228
- formosa*, *Encaria* 101
- formosum*, *Pachyneuron* 74, **75**
- fraxini*, *Leperisinus* 66
- Fühler (= Antenne) 17
- Gallbildung 135f
- Galleria mellonella* 178
- Gallwespenartige **134**, 135
- Gaster 18, **19**, 227
- Gasteruptionidae 16f, 33, 45, 51, 206, 215
- Gasteruption assectator* **50**, 52, **53ff**, 54
- Gasteruption jaculator* 52, **53**, 215
- Gastrancistrus* sp. 95, 98f, **99**
- Geißel **19**, 227
- Gelbe Weizengallmücke 158, 159
- Gelis melanocephalus* 170, **171**
- Gelis* sp. 27, 112, 170
- Gespinstmotten 175f
- Getreidehähnchen 111, 131, 170
- Gichtwespen 34, 51, 206, 215
- Gift 32, 39f, 49, 82, 125
- Giftstachel 16, 18
- gigas*, *Leucospis* **68**
- gigas*, *Urocera* 165
- Giraudiella inclusa* 86
- glomerata*, *Cotesia* **33**, 185, **186**
- Gnitzen **28**
- graminea*, *Pirene* 97
- granarius*, *Sitophilus* 81
- grisella*, *Achroia* 178
- Große Brennnesselblattlaus 99, **99**, 146, **147**, 219ff, **220f**, 224, **224**
- Hamiltonella* sp. 43
- Hamuli 17, **19**
- heterocerus*, *Tersilochus* 25, **25**, 176f, **177**
- Heterogamie 136
- Hinterflügel 17, **19**
- Hinterleib (= Abdomen) 17, 18
- Holzwürmer 81, 210
- hortulata*, *Anania* 224, **224**
- host feeding 27, 29, **29**, 81, 102, **104**, 114, **115**
- Hyalopterus pruni* 102
- Icerya purchasi* 191
- Ichneumon cessator* **223**
- Ichneumonoidea **164**, 165
- ignita*, *Chrysis* **205**
- Immunsystem 21, 32, 34, 39f, 42, 178, 187
- imperator*, *Dolichomitus* 168, **168**, 212
- inclusa*, *Giraudiella* 86
- indigotea*, *Chrysis* **214**
- Inostemma mosellanae* 158
- Inostemma piricola* 152, **153**
- Inostemma* sp. 152, 218, **218**, 226, **226**
- interpunctella*, *Plodia* 178
- interstitialis*, *Phradis* 176, **177**
- io*, *Aglais* 219
- Ips typographus* 66, 78
- Isodontia mexicana* 209, **209**
- Isostasius punctiger* 158, **159**
- Itoplectis alternaris* 112
- Itoplectis maculator* 112
- jaculator*, *Gasteruption* 52, **53**, 215
- Kirschenfruchtfliege 42
- Kleiner Fuchs 26, **26**, 162, 219, 222f, **223**
- Kleptoparasitismus 33, 206
- Kohlschotengallmücke 156, **156**, 157
- Kohlschotenrüsselkäfer 156
- Kohlschotenrüssler 74, 157
- Kohlweißling 33, **33**, 41, 185, **186**, 187
- Kohlweißlingstötter 185, 187, **188**
- Konkurrenz 176ff

Kornkäfer 81
 Kratzdistel 61, 63, 85f, 184, 216ff
kuehniella, *Ephestia* 178, 194
 Kurzflügelkäfer 30, **30**
 Lagererzwespe 81f
lanigerum, *Eriosoma* 101
Lariophagus distinguendus 81, **83**
Lariophagus rufipes 208, **208**
larvarum, *Eulophus* 124
Lasioderma serricorne 81
Lasius niger 184
 Legebohrer (= Ovipositor) 16, 18, **19**
Lemophagus curtus 112
Leperisinus fraxini 66
 Lepidoptera 34, 107, 216
Leptacis sp. 152, **152**
Leptacis tipulae 152, **152**, 158
 Lernfähigkeit 36
leucarthos, *Necremnus* 111ff, **112f**
Leucospis dorsigera 70, **71**, 206 f,
207, 215
Leucospis gigas **68**
lichenis, *Oulema* 111
 Linsengallwespe 93
Liotryphon sp. **214**, 215
lopezi, *Anagyrus* 196 f, **197**, 201
lopezi, *Apoanagyrus* 196 f, **197**, 201
lopezi, *Epidinocarsis* 196 f, **197**, 201
 Luzerneblattläuse 146
Lysiphlebus cardui 184
Lysiphlebus fabarum 43, 224
Macrocentrus cingulum 224, **224**
Macrocentrus sp. 218, **218**
Macroglenes chalybeus 97 f, **97**
Macroglenes penetrans **94**, 95, **96**,
 158, 201
Macroglenes sp. 29, **29**, 95 f, **96**
maculator, *Itopectis* 112
maculatus, *Bathythrix* 112
 Maiszünsler 94, 127, 193
malella, *Phyllonorycter* 116
mali, *Aphelinus* 101
Manduca sexta 41
manihoti, *Phaenacoccus* 196
 Maniok 196
 Maniokschmierlaus 196 f, **197**, 201
 Mantispidae 30
 Marienkäfertöter 187, **188**
 Megachilidae 58, 69
 Mehliges Zwetschgenblattlaus 102
 Mehliges Kohlblattlaus 83, 146, **147**,
 182f, **183**
 Mehlmotte 36, 178 f, 194
melanocephalus, *Gelis* 170, **171**

melanopus, *Oulema* 111
Meligethes aeneus 176
Melittobia acasta 208
mellonella, *Galleria* 178
Mesopolobus sericeus 80 f, **80**
 Mesosoma 18, **19**, 227
 Metasoma 18, **19**, 227
mexicana, *Isodontia* 209, **209**
Microlasioptera flexuosa 154 f, **155**
Microlophium carnosum 219, 224
microptera, *Trichomalopsis* 112
Microterys sp. **106**
 Miniaturisierung 132
 Minierfliege 33, 219
 Miniermotte 26, 116
minuta, *Brachymeria* **56**
Monosapygia clavicornis 204, **205**
morionellus, *Phradis* 176
mosellana, *Sitodiplosis* 95, 158, 201
mosellanae, *Inostemma* 158
 Nagekäfer 210, 213 f
Nasonia vitripennis 76 f, **76f**
Necremnus leucarthos 111ff, **112f**
neoaphidis, *Pandora* **24**, 224, **224**
Neochalcis osmicida 58, **59**
 Nervensystem 127
Neuroterus numismalis 67, **67**, 120,
121, 226
Neuroterus quercusbaccarum 88, **88**,
 93, **93**, 141, 226
ni, *Trichoplusia* 108
niger, *Lasius* 184
nigricornis, *Pseudorhyssa* 166
nigrita, *Tetragnatha* 172, **172**
 Noctuidae 107
notatus, *Sympiesis* **110**
nubilalis, *Ostrinia* 193
numismalis, *Neuroterus* 67, **67**, 120,
121, 226
 Ölkäfer 30
Omphale sp. 124, **124**
 Orangerote Weizengallmücke 95,
 158 f, 201
orientalis, *Pteroptrix* 101
Ormyrus pomaceus 93, **93**
Ormyrus sp. **90**, **92**, 93
 Orussidae 15, 16, 28
osmicida, *Neochalcis* 58, **59**
Ostrinia nubilalis 193
Oulema lichenis 111
Oulema melanopus 111
Oulema spp. 111, 131
 Ovipositor (= Legebohrer) 16, 18, **19**

Pachyneuron aphidis 82, **83**
Pachyneuron formosum 74, **75**
pallida, *Biorhiza* 88, 120, **121**, 136,
137, 225 f
Pandora neoaphidis **24**, 224, **224**
paniceum, *Stegobium* 81
Pediaspis aceris 64, 138
 Pedicellus (= Wendeglied) **19**
penetrans, *Macroglenes* **94**, 95, **96**,
 158, 201
perfectus, *Trichomalus* 74, **74**
perniciosi, *Encarsia* 36
perniciosi, *Prospaltella* 36
persuasoria, *Rhyssa* 16, 28, **28**, 165,
167, 168
 Petiolus (= Stielchen) 18, **19**
 Pfennig-Gallwespe 67, **67**, 120, **121**, 226
Phaenacoccus manihoti 196
Phaenoglyphis sp. 146, **147**
Phradis interstitialis 176, **177**
Phradis morionellus 176
Phyllonorycter blancardella 116
Phyllonorycter malella 116
Piestopleura sp. 158
Pimpla flavicoxis **164**
Pimpla turionellae 116, 174, 175, **175**
Pirene graminea 97
piricala, *Inostemma* 152, **153**
pisi, *Contarinia* 97
pisum, *Acyrtosiphon* 146
platanoidis, *Drepanosiphum* 182
Platygaster tisas (= *Prosectogaster* t.) 156,
156, 157, **157**
Platygaster tuberosula 158, **159**
 Platygastroidea **150**, 151
Plodia interpunctella 178
Poemenia sp. 206, **206**
Polistes dominula **223**
 Polydnaviren 21, 40, 178, 187
 Polyembryonie 108, 228
Polynema sp. **130**
Polysphincta 38, 172, **173**
pomaceus, *Ormyrus* 93, **93**
praecatorius, *Xorides* **174**, 213
pronomus, *Tamarixia* 220f, **221**
Prosectogaster erdosi 154 f, **155**, 157
Prosectogaster tisas 156, **156**, 157, **157**
Prospaltella perniciosi 36
pruni, *Hyalopterus* 102
pseudoplatanus, *Acer* 138
Pseudorhyssa nigricornis 166
Pteromalus elevatus **217**
Pteromalus vopiscus **72**
Pteroptrix orientalis 101
 Pterostigma (= Flügelmal) 17, **19**, 228
 Ptinidae 213

- punctatum*, *Anobium* 213, 214
punctiger, *Isostasius* 158, **159**
purchasi, *Icerya* 191
- quadrum*, *Cheipachus* 78, **79, 211**
quercusbaccarum, *Neuroterus* 88, **88**,
93, **93**, 141, 226
- ramicornis*, *Eulophus* 124
rapae, *Diaeretiella* 182, **183**
rapae, *Trybliographa* **144**, 145
Rapsglanzkäfer 25, 176f
Rapsglanzkäferlarve **25**, **177**
Reiskorngallmücke 86
Reiskorn-Schilfgallmücke 25, **25**, 154f,
155, 157
Rhagoletis cerasi 42
rhanis, *Synopeas* 222, **222**
Rhimphoctona sp. **212**
Rhopalicus sp. **29**
Rhyssa persuasoria 16, 28, **28**, 165,
167, 168
Riesenholzwespe 165
Riesenschlupfwespen 16, 28, 165f,
167 f, 168
Ringglied (= Anellus) 57
Rodolia cardinalis 191
rosae, *Diplolepis* **134**, 136, 142, **143**
Rosengallwespe 136, 142, **143**
Rübsenblattwespe 30, **30**
rufipes, *Lariophagus* 208, **208**
- Scambus annulatus* 112
Scapus (= Schaft) 17, **19**
Scelio cf. *vulgaris* **160**
Schaft (= Scapus) 17, **19**
Schilfgallmücke 25, **25**, 154f, **155**, 157
Schmarotzerfliege 29f, **30**
Schwammgallen 88, 120, **121**, 136,
137, 225f
Schwammgallwespe 88, 120, **121**, 136,
137, 225f
Schwarze Bohnenblattlaus 43, 224
Schwebfliegen 74, 82, 220
Schwebfliegenlarven 39, **39**, 148, **148**
Schwebfliegenpuppen 74, **75**
seitneri, *Tomicobia* 210
septempunctata, *Coccinella* 187, **188**, 224
sericeicornis, *Sympiesis* 116
sericeus, *Mesopolobus* 80f, **80**
serricorne, *Lasioderma* 81
sexta, *Manduca* 41
Siebenpunkt-Marienkäfer 187, **188**, 224
Sitodiplosis mosellana 95, 158, 201
Sitophilus granarius 81
skianeuros, *Aulogymnus* 120, **121**
Spargelhähnchen 114
- Spathius exarator* **213**, 214
Spezialisierung 34f
Stahlblauer Grillenjäger 209, **209**
Stegobium paniceum 81
Stenarella domator **214**, 215
Stielchen (= Petiolus) 18, **19**
Streckerspinnen 170, **170**, 172, **172**
stylata, *Urophora* 63, 216, **216**
Superdiapause 96, 98
Sycophila biguttata 64, **64**
Symbionten 43f
Symbiose mit Bakterien 42
Symbiose mit Viren 10, 178, 187
Sympiesis notatus **110**
Sympiesis sericeicornis 116
Sympiesis sp. 116, **117**
Synergus sp. **225**, 226
Synopeas rhanis 222, **222**
Synopeas sp. **150**, 152, **152**
Syrphidae 38, 145, 220
Syrphophagus ariantes 108f, **109**,
220f, **121**
- Tabakkäfer 81
Tabakschwärmer 41
tabida, *Asobara* 128
Tachinidae 29, 222
Tamarixia pronomus 220f, **221**
Telenomus acrobates 161f, **162**
Telenomus sp. **Cover**, 162, 163, **163**
Tephritidae 61, 85, 93, 216
Tersilochus heterocerus 25, **25**, 176f, **177**
Tetragnatha nigrita 172, **172**
Tetragnatidae 170
Tetrastichus coeruleus 114, **115**
Tetropium castaneum 169
Therioaphis trifolii 146
Thorax (= Brust) 17, 18
tibialis, *Eurytoma* 63, **63**
tipulae, *Leptacis* 152, **152**, 158
Tischeria ekebladella 116
tisias, *Prosactogaster* 156, **156**, 157, **157**
Tomicobia seitneri 210
Torymus arundinis 86, **87 f**, 88
Torymus bedeguaris **84**, **Umschlag-**
Rückseite
Torymus chloromerus 85f, **86**, 217
Torymus confinis 86, **87**, 222, **222**
Torymus druparum 89, **89**
Torymus sp. 25, **25**, 88, 217
Traubenkirschen-Gespinstmotte 175
Trichogramma brassicae **126**, 127,
193, **195**
Trichogramma cacaeciae 127, 193
Trichogramma dendrolimi 127, 193
Trichogramma evanescens 127, 193
Trichogramma sp. 23, 33, **33**, 35f, 127,
128, **129**, 193, 194, 222, **223**
- Trichomalopsis microptera* 112
Trichomalus perfectus 74, **74**
Trichoplusia ni 108
Trichrysis cyanea 204, **205**
trifolii, *Therioaphis* 146
Trioxys angelicae 184
Trioza urticae 108, 220
tritici, *Contarinia* 158
tritrophische Interaktion 37
truncatellum (= *truncatellus*),
Copidosoma 35, 107f, **108**
Trybliographa rapae **144**, 145
Trypoxylon figulus 209, **209**
tuberosula, *Platygaster* 158, **159**
turionellae, *Pimpla* 116, 174, 175, **175**
typographus, *Ips* 66, 78
- Uroceras gigas* 165
Urophora stylata 63, 216, **216**
urticae, *Aglais* 219
urticae, *Dasineura* 86, **87**, 222, **222**, **244**
urticae, *Trioza* 108, 220
urticata, *Aphis* 219, **220**, 224
- variegata*, *Deuteragenia* 209, **209**
Venturia canescens 178, **179**
Verhaltensänderungen 34
victrix, *Alloxysta* 146
viridescens, *Brassicogethes* 176
viridis, *Cicadella* 132
vitripennis, *Nasonia* 76f, **76 f**
vopiscus, *Pteromalus* **72**
Vorderflügel 17, **19**
vulgaris, *Scelio*, cf. **160**
- Wachsmotten 178
Weißdorn 89
Weiße Fliegen 198
Wendeglied (= Pedicellus) **19**
Wolbachia 43, 128, 142
- Xorides ater* 174
Xorides praecatorius **174**, 213
Xorides spp. 174, **212**
Xylophrurus augustus 206, **206**
- Yponomeuta cagnagella* 175
Yponomeuta evonymella 175
Yponomeutidae 175
- Zehrwespen **150**, 151
Zikadenwespen 29
Zweipunkt-Marienkäfer **32**, 187f, **188**
Zwergzikaden 132
zytoplasmatische Inkompatibilität 42,
128

Siegfried Keller (*1943) studierte Agrarwissenschaften an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich und doktorierte am dortigen Entomologischen Institut. Bis zu seiner Pensionierung forschte er an der Eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope Zürich-Reckenholz im Bereich biologische Schädlingsbekämpfung. Er war Lehrbeauftragter an der ETH Zürich und Gastdozent an der BOKU Wien.

Hannes Baur (*1964). Ausbildung zum Primarlehrer in Bern. Ab 1991 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Naturhistorischen Museum Bern, ab 2016 Kurator Entomologie im Bereich Forschung (Taxonomie), Sammlungsbetreuung und Öffentlichkeitsarbeit. Diverse wissenschaftliche Publikationen, u.a. über Heuschrecken, Erzwespen und Morphometrie. Als Dozent der Universität Bern leitet er Exkursionen und Kurse.

Armin Coray (*1955) ist wissenschaftlicher Zeichner. Seit 1979 ist er freier Mitarbeiter am Naturhistorischen Museum Basel. Er war Dozent für Tuschzeichnen an den Kunsthochschulen von Zürich (1986–2020) und Luzern (2007–2021). Er hält Vorträge, ist an Ausstellungen beteiligt und Autor diverser entomologischer Publikationen. 2018 verlieh ihm die Universität Basel den Titel eines Ehrendoktors.

1. Auflage: 2025

ISBN 978-3-258-08378-0

Umschlaggestaltung, Gestaltung und Satz: pooldesign.ch

Lektorat: Grit Zacharias, D-Leipzig

Fotografien: Siegfried Keller

Illustrationen: Armin Coray

Umschlagabbildungen

Vorne: *Telenomus* sp. parasitiert das Ei eines Eulenfalters.

Hinten: *Torymus bedeguaris* (Zeichnung: Armin Coray)

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2025 Haupt Verlag, Bern

Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlags ist unzulässig.

Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Weise für das Training von Technologien oder Systemen der künstlichen Intelligenz verwendet oder vervielfältigt werden. Die Verwendung der Inhalte für das Text- und Data-Mining ist untersagt.

Wir drucken mit mineralölfreien Farben und verwenden FSC®-zertifiziertes Papier.

FSC® sichert die Nutzung der Wälder gemäß sozialen, ökonomischen und ökologischen Kriterien.

Gedruckt in der Tschechischen Republik

Diese Publikation ist in der Deutschen Nationalbibliografie verzeichnet.

Mehr Informationen dazu finden Sie unter <http://dnb.dnb.de>.

Der Haupt Verlag wird vom Bundesamt für Kultur für die Jahre 2021–2025 unterstützt.

Wir verlegen mit Freude und großem Engagement unsere Bücher. Daher freuen wir uns immer über Anregungen zum Programm und schätzen Hinweise auf Fehler im Buch, sollten uns welche unterlaufen sein. Falls Sie regelmäßig Informationen über die aktuellen Titel im Bereich Natur & Garten erhalten möchten, folgen Sie uns über Social Media oder bleiben Sie via Newsletter auf dem neuesten Stand.

Haupt Verlag AG

Falkenplatz 14

3012 Bern

SCHWEIZ

herstellung@haupt.ch

www.haupt.ch

Verantwortlich in der EU (GPSR):

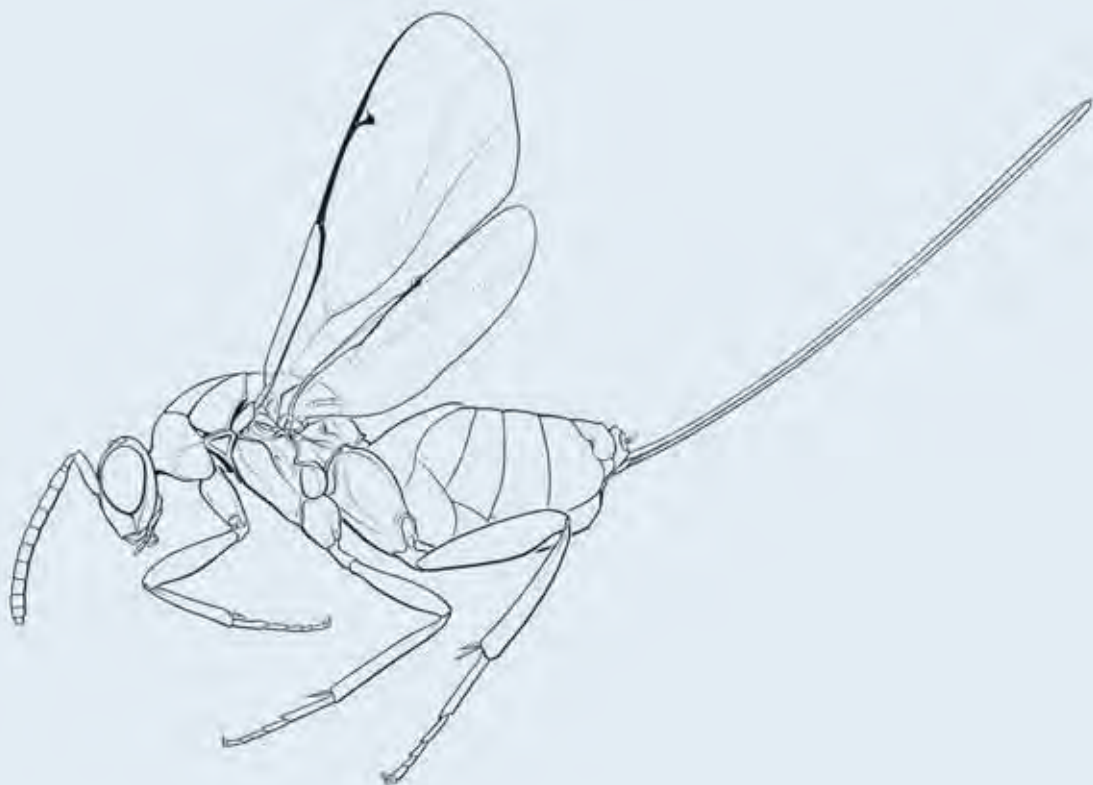
Brockhaus Kommissionsgeschäft GmbH

Kreidlerstr. 9

70806 Kornwestheim

DEUTSCHLAND

haupt@brocom.de



Schlupfwespen haben sich auf ein Leben als todbringende Parasiten, sogenannte Parasitoide, spezialisiert. Als solche sind sie wichtige Gegenspieler von anderen Insekten und von Spinnentieren. Sie sind entscheidend für die Regulierung pflanzenfressender Insekten, darin eingeschlossen Schädlinge in der Land- und Forstwirtschaft. Zu den Schlupfwespen gehören die kleinsten Insekten mit einer Körperlänge von 0,14 mm, aber auch «Riesen» mit bis zu 170 mm Länge.

Siegfried Keller und Hannes Baur geben eine Übersicht über die wichtigsten Schlupfwespenfamilien, welche mit wissenschaftlichen Zeichnungen illustriert und durch die Beschreibung typischer Vertreter ergänzt werden. Anhand zahlreicher Beispiele erläutern sie, was die Schlupfwespen zu den erfolgreichsten Insekten gemacht hat: ihre spezielle Fortpflanzungsart, ihre hohe Anpassungsfähigkeit und nicht zuletzt ihre Symbiose mit Viren und Bakterien.

240 Farbfotos zeigen nicht nur das stark unterschiedliche Aussehen dieser Wespen, sondern geben auch einen Einblick in viele noch nie dokumentierte Verhaltensweisen. Beispiele zu ihrer Anwendung als Schädlingsbekämpfer sowie Hinweise, wo sich Schlupfwespen am besten beobachten lassen, ergänzen das Buch.

ISBN 978-3-258-08378-0



9 783258 083780