





Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten

bis zum Erwachen der sozialen Instinkte

geschildert von

O. M. Reuter

Vom Verfasser revidierte Übersetzung nach dem schwedischen Manuskript

besorgt von

A. u. M. Buch



Berlin

Verlag von R. Friedländer & Sohn

1913

M. 961

Alle Rechte vorbehalten.



11149

Druck von A. Hopper in Burg b. M.

rcin.org.pl/68

Vorwort.

Das Interesse für die wunderbaren Erscheinungen der Insektenwelt hat sich in letzter Zeit in nicht geringem Grade gesteigert. Zahlreiche Forscher haben das Insektenleben an den verschiedensten Teilen des Erdballs zum Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht. Die Kenntnis auch der Lebensgewohnheiten der Insekten erfährt in der wissenschaftlichen Zoologie eine ständig wachsende Wertschätzung, denn sie gibt uns die Lösung zahlreicher morphologischer Rätsel, die Antwort auf viele phylogenetische Fragen. Die Kenntnis des Insektenlebens hat von Tag zu Tag auch für die biologische Wissenschaft überhaupt immer größere Bedeutung gewonnen, und Wissenschaftszweige, wie die Psychologie und Soziologie, haben ihr ihre Aufmerksamkeit zugewandt. Von hervorragenden Verfassern sind zahlreiche Arbeiten erschienen, die das Sinnen- und Seelenleben der Insekten behandeln, und hierbei hat sich der Gesichtspunkt, aus welchem man dasselbe noch vor einigen Jahrzehnten betrachtete, bedeutend verändert.

Eine zusammenfassende Arbeit über die Lebensgewohnheiten der Insekten — und ganz besonders der solitären — hat jedoch bisher gänzlich gefehlt.

Das vorliegende Buch ist bestimmt, diese Lücke zunächst in bezug auf die solitären Insekten zu füllen, während die Lebensgewohnheiten und Instinkte der sozialen Insekten in einem besonderen Bande behandelt werden sollen, worauf, wenn sich genügend Anklang findet, in einer dritten Arbeit das Sinnen- und Seelenleben der Insekten überhaupt und die zahlreichen Ansätze von wirklicher Intelligenz in ihren Beziehungen zu den Instinkten betrachtet werden sollen.

Ich bin bestrebt gewesen, ein so vollständiges Bild dessen zu geben, was man gegenwärtig über die Lebensgewohnheiten der Insekten und ihre Entwicklungsgeschichte weiß, als es mir irgend möglich war. Ich habe daher nicht nur die wenigen zusammenfassenden Schilderungen benutzt, die in den letzten

Jahren in mehreren Kultursprachen über das Leben einzelner Insektengruppen geschrieben worden sind, sondern habe auch versucht, in den verschiedenen Kapiteln in zusammengedrängter Form möglichst viele der vereinzelt, interessanten Beobachtungen zusammenzustellen und zu gruppieren, die besonders in den beiden letzten Jahrzehnten in vielen Hunderten von Abhandlungen und Artikeln in der nunmehr so reichhaltigen aber vielfach schwer zugänglichen Zeitschriftenliteratur niedergelegt sind und, was die solitären Insekten betrifft, bisher vergebens auf eine solche Zusammenstellung gewartet haben. Ich habe versucht, dieselbe so zu gestalten, daß dem Leser von selbst die allmähliche Entwicklung der komplizierteren Instinkte aus einfacheren einleuchten muß.

Durch ein derartig gesammeltes Material hoffe ich das Buch dem zoologischen Fachmann und allen denjenigen, denen das Seelenleben und die Lebensgewohnheiten der Insekten ein besonderes Interesse er bieten, wertvoll zu machen und außerdem durch die Fülle der außerordentlich fesselnden Einzeltatsachen, auch die gebildeten Leser des großen Publikums zu gewinnen.

Ein Verzeichnis der benutzten Literatur, die, wenn es nur irgend möglich war, stets auf ihre Zuverlässigkeit nachgeprüft worden ist, dürfte dem Forscher willkommen sein.

Helsingfors, April 1913.

O. M. Reuter.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1
Der Körperbau der Insekten wesentlich von dem unserigen verschieden	1
Ihr psychisches Leben unter normalen Verhältnissen auf Reflexe und Instinkte beschränkt	1
Ihre täglichen Lebensgewohnheiten Gegenstand der Darlegung in dieser Arbeit	1
Verbreitung des Insektenlebens auf dem Erdball	2
Viele Arten leben in verschiedenen Entwicklungsstadien in verschiedenen Medien	3
Die Lebensverhältnisse formen die Körperorganisation der Insekten und bilden ihre Instinkte aus, beide Prozesse stehen in nächstem organischen Zusammenhange miteinander, weshalb auch in vielen Fällen sich eine phylogenetische Entwicklung der Instinkte nachweisen läßt	3
Gleichartige Instinkte in weit getrennten Gruppen beruhen auf Konvergenz	4
Erstes Kapitel. Tätigkeit und Ruhe. Lebensdauer	5
Der tägliche Wechsel zwischen Tätigkeit und Ruhe (Schlaf)	5
Tag-, Dämmerungs- und Nachtinsekten	5
Schlafplätze	6
Eigentümliche Stellungen während des Schlafes	6
Dauer des Schlafes	7
Ruhe im Puppenstadium	7
Lethargischer Winter- oder Sommerschlaf	7
Verschiedene Lebensdauer	7
Individuelle Schwankungen in derselben Art	8
Langdauernde Larvenstadien	8
Langdauernde Puppenstadien	9
Verschiedene Lebensdauer bei Imagines	9
Zweites Kapitel. Der Nahrungsinstitut: Plastizität desselben	10
Einteilung der Instinkte: Instinkte, welche die Erhaltung des Individuums oder der Gattung bezwecken	10
Der Nahrungsinstitut	10
In seiner einfachsten Form reine Reflexbewegung, erzeugt durch den Geruchs-, Geschmacks- und Gesichtssinn	11

	Seite
Pantophage, phytophage, sarkophage, nekrophage und coprophage Arten	11
Polyphage und monophage Arten: die Monophagie ein späteres Ent- wicklungsstadium	11
Plastizität des Nahrungsinstitnks	12
Erblichkeit erworbener Eigenschaften	12
Pflanzenfressende Arten werden in Raubinsekten verwandelt	13
Raubinsekten und Aasfresser werden in Pflanzenfresser verwandelt .	15
Aasfresser werden in Raubinsekten verwandelt	16
Übergang zum Parasitismus bei Raubwespen und Bienen	16
Veränderung des Nahrungsinstitnks durch die Metamorphose . . .	16
Ungleiche Nahrungsinstitnkte bei den beiden Geschlechtern derselben Art	17
Drittes Kapitel. Der Nahrungsinstitnk: omnivore und herbivore Insekten	17
Nahrungsinstitnkte pantophager und phytophager Insekten: verschiedene Art und Weise die Pflanzen zu verzehren	18
Holznager	18
Pilzzüchter	19
Xerophagen	21
Nektarsaugende und pollenfressende Insekten. Verschiedener Grad von Geschicklichkeit, sich den Nektar anzueignen	21
Gegenseitige Anpassung der Blüten und ihrer Besucher	22
Anpassungen des Insektenorganismus	23
Gesicht und Geruch als Wegeleiter bei den Blütenbesuchern . . .	24
Viertes Kapitel. Der Nahrungsinstitnk: karnivore Insekten	25
Nekrophagen	25
Raubinsekten und Parasiten	26
Anpassung des Organismus für Raub	27
Beschaffenheit des Raubes	30
Verschiedene Jagdmethoden	31
Hinterhalt	31
Fallen und Fallgruben	33
Fangnetze im Wasser	35
Trichombildung bei Raubinsekten als Lockmittel für die Beute . .	38
Eine Raubfliege als Straßenräuber auf den Wegen der Ameisen . .	39
Fünftes Kapitel. Der Nahrungsinstitnk: Parasitismus .	40
Futterparasiten	40
Parasitenartige Raubinsekten	42
Übergänge zu echtem Parasitismus	43
Echte Parasiten	44
Rückblick	52
Entstehungsursachen des Parasitismus	53
Resultate des Parasitismus: Degeneration des Körperbaus	54

	Seite
Sechstes Kapitel. Der Nahrungsinstinkt: Kommensalismus, Mutualismus	55
Verschiedene Formen von Zusammenleben (Symbiose) verschiedener Arten: Parasitismus, Kommensalismus, Mutualismus	55
Die Unterschiede zwischen diesen Kategorien in der Natur nicht streng begrenzt	55
Beispiele von Symbiose unter nicht in Gemeinschaften lebenden Insekten	56
Symbiose findet sich hauptsächlich unter den sozialen Insekten . .	58
Die Initiative hierzu meistens von solitären Arten ausgehend . . .	58
Siebentes Kapitel. Die Kunst des Essens. Schutz gegen Mitkonsumenten	59
Verschiedene Art und Weise, die Nahrung auszunutzen	59
Instinkte, welche die Methode bestimmen, die Nahrung zu verzehren	60
Schutz gegen Mitkonsumenten	61
Verbergen der Nahrung	62
Beseitigung der Konkurrenten	64
Doppelter Larvenzustand	64
Entwicklung einer einzigen von mehreren in Früchten oder Samen lebenden Larven	66
Achstes Kapitel. Wanderinstinkte im Dienste der Nahrung	66
Ungleiche Fähigkeit, Hunger und Durst zu ertragen	66
Hungerwanderungen	67
Migrationen auf Nadelhölzer behufs Überwinterung	67
Migrationen und wechselnde Generationen der Blattläuse und Gallwespen	68
Wandertrieb der primären Larve gewisser schmarotzenden oder parasitierenden Insekten	76
Aktive Wanderungen	78
Passive Wanderungen (Foresie)	79
Die passiven Wanderungen später entstanden als die aktiven . . .	83
Neuntes Kapitel. Schutz gegen ungünstige Naturverhältnisse. Reinlichkeitsinstinkte	83
Ungünstige Lebensbedingungen	84
Schutz gegen Stürme	84
Schutz gegen Kälte und Nässe	84
Auf Schnee und Eis lebende Insekten	84
Überwinterung in verschiedenen Lebensstadien	85
Aufsuchen geeigneter Winterverstecke	86
Verfertigung von Winterestern	87
Lage des Insekts im Winterschlaf	88
Überwinterung in Klumpen	88
Morphologische Einwirkung der Kälte und Wärme: Saison-dimorphismus. Ungleiche Fähigkeit, Kälte zu ertragen	89

	Seite
Bachmetjevs „kritischer Punkt“ und seine Bedeutung	89
Schutz gegen tropische Hitze	90
Die Verschiedenheit der Instinkte in verschiedenen Generationen .	90
Schutz gegen Feuchtigkeit und Nässe	91
Bedeutung des Coconspinnens	91
Schutz gegen Dürre	93
Schutz gegen zufällig rauhe und kalte Witterung	93
Temperatursinn der Insekten	94
Schutzmittel der Wasserinsekten gegen mangelhafte Luftzufuhr . .	95
Reinlichkeitstrieb	96
Für Insekten schädliche Bakterien und Sporen	96
Verschiedene Reinigungsmethoden	97
Eigentümliches Streichen der Antennen bei Collembola	98
Reinhaltung der Nester	99
Zehntes Kapitel. Schutz gegen Feinde. Passive Schutzmittel	100
Feinde in der Pflanzenwelt	100
Mittel gegen dieselben	101
Ein harter Chitinpanzer oft Schutz gegen giftige Flüssigkeiten und Gase	102
Feinde in der Tierwelt	102
Fähigkeit der Insekten, Verstümmelungen zu ertragen	102
Verschiedene Sinne als Warner	104
Die Schutzmittel hauptsächlich zweierlei Art: passive und aktive .	105
Passive Schutzmittel	105
Vermeiden der Gefahr. Flucht, Lauf und Sprung	105
Autotomie	107
Schutz durch nächtliche Lebensgewohnheiten	108
Insekten im Innern der Pflanzen lebend	109
Gallbildungen	109
Endoparasiten	109
Unterirdische Höhlen	110
Nestbauten	113
Bekleidungen	114
Schützende Farbenähnlichkeit	122
Mimikry nach leblosen Gegenständen oder Pflanzen	123
Scheintod	131
Mimikry nach anderen Insekten	135
Elfte Kapitel. Schutz gegen Feinde. Aktive Schutz- und Verteidigungsmittel	140
Abstoßender Geruch und Geschmack	140
Erguß giftiger Flüssigkeiten	141
Exkrete und Sekrete, die den Feind bestechen	145
Lichtphänomene	145
Vorschieben retraktiler Organe	147

	Seite
Verteidigungsbewegungen	148
Trotzstellungen	148
Elektrische Schläge	149
Verteidigung durch Biß oder Stich	150
Die Schutzmittel effektiv nur gegen nicht typische Feinde der Art .	150
Instinktives Erkennen der Feinde	150
Zwölftes Kapitel. Metamorphoseninstinkte	151
Ametabole, hemimetabole und holometabole Insekten	151
Auftreten neuer Instinkte in verschiedenen Lebensperioden	152
Wanderungen zum Zweck der Verpuppung	152
Schützende und wärmende Cocons	152
Kunstvolle Schmetterlingseococons	154
Verhältnis der Wespencocons zur Beschaffenheit der Lokalität und der Zellwände	155
Beispiele schwerverständlicher Verpuppungsinstante	155
Erleichterung des Austritts der Imago aus dem Cocon oder aus anderen die Puppe schützenden Hüllen	157
Stellung der Puppe im Hinblick auf den Austritt der Imago	157
Den Austritt der Imago betreffende Instinkte und Strukturverhältnisse der Larve und Puppe	157
Austritt der in der Luft lebenden Imago aus im Wasser ruhenden Puppen	163
Dreizehntes Kapitel. Paarungsinstante	165
Auftreten neuer Instinkte nach der Metamorphose zur Imago	165
Der Paarungstrieb und seine Stärke	166
Gegenseitige Neigung gewöhnlich ausgeschlossen	166
Auffressen des Männchens während oder nach der Kopulation	166
Die Annahme einer Geschlechtsauswahl meistens übereilt	167
Völlige Promiscuität allgemein	168
Monogamie selten, Beispiele für diese	168
Das Gesicht als Leiter des Männchens beim Aufsuchen des Weibchens	169
Eigentümliche Beobachtungsstellungen in der Luft	170
Bedeutung der Lufttänze einiger Insekten	171
Lichtphänomene als Lockmittel bei der Paarung	171
Der Geruchssinn als Leiter des Männchens beim Aufsuchen des Weibchens	173
Der Duft der Weibchen spezifisch für verschiedene Arten	175
Duftende Männchen	175
Vaschides' und van Melles Hypothese über die Art und Weise der Verbreitung des Geruchs	177
Bedeutung des Gehörs für die Annäherung der Geschlechter	177
Eigentümliche Erscheinungen beim Paarungsakte	180
Darreichen von Nahrung an das Weibchen während des Paarungsaktes	182
Kampf der Männchen um das Weibchen	183
Tod des Männchens gewöhnlich kurz nach der Paarung	186

	Seite
Vierzehntes Kapitel. Eierlegeinstinkte	186
Der Eierlegeinstinkt vielfach äußerst merkwürdig	186
Der Geruch in den meisten Fällen Leiter des Insekts beim Eierlegen	186
Beginn und Dauer der Legezeit	187
Verschiedene Größe der Eierproduktion	188
Das Eierlegen mitunter vielleicht nur eine reine Reflexbewegung, meistens das Phänomen ziemlich verwickelt	188
Für verschiedene Legeinstinkte speziell geformte Bildung der das Eierlegen besorgenden Organe	190
Einwirkung der Legeinstinkte auf die Struktur der übrigen Organe	191
Beispiele von Beobachtung als Element des Legeinstinkts	193
Instinktive Wahl des Platzes zum Eierlegen	195
Besondere Fürsorge für die Eier	196
Bei verschiedenen Generationen wechselnde Legeinstinkte	198
Fünfzehntes Kapitel. Bestimmung des Geschlechts beim Eierlegen	199
Das Eierlegen Resultat einer Paarung	199
Eine solche jedoch nicht immer notwendig	199
Parthenogenesis und Paedogenesis	199
Polyembryonie	199
Bestimmung des Geschlechts bei der Parthenogenese	200
Epigame Geschlechtsbestimmung ausgeschlossen	201
Unbefruchtete Eier geben bei vielen Akuleaten ausschließlich Männchen	201
Normale Lage der männlichen Zellen bei den Akuleaten	202
Die Fähigkeit, je nach Bedarf männliche oder weibliche Eier zu legen	203
Absperrung des Spermavorrats beim Legen des männlichen Eies, z. B. bei der Biene	204
Sechzehntes Kapitel. Pflege der Eier und Larven	204
Schützen der Eier und Larven durch die Weibchen: Beispiele aus verschiedenen Ordnungen	204
Siebzehntes Kapitel. Vorsorge für die Nahrung der Larven	208
Das bloße Schützen der Eier und Larven durch Bedeckung mit dem mütterlichen Körper wenig kompliziert. Weit verwickelter ist der Instinkt, Futter oder besondere Behausungen zum Schutz für die Larven vorzubereiten	208
Tätigkeit des Insekts hierbei rein instinktiv	208
Gallbildungen	209
Diese ein Resultat des Mutterinstinkts während des Eierlegens selbst	210
Der Mutterinstinkt bei höher stehenden Insekten in andauernder Tätigkeit	211

	Seite
Differenzierung des Mutterinstinkts; Entstehung von Arbeiterkasten	
bei den sozialen Insekten	211
Verschiedenartige Mutterinstinkte bei den Käfern	211
Geeignete Plazierung der Eier	212
Nahrungsbereitung bei von Holz lebenden Käfern	213
Wickelkäfer	214
Nahrungsniederlagen von Blatthornkäfern für die Larven	219
Totengräber	233
Beistand des Männchens bei der Pflege der Larven	233
Pflege der Larven in höchster Entwicklung	234
Achtzehntes Kapitel. Nestbau der Raubwespen	235
Die höchste Form mütterlicher Fürsorge findet sich bei den Akuleaten	235
Ihre stufenweise Entwicklung	235
Das männliche Geschlecht äußerst selten an der Fürsorge für die	
Nachkommenschaft beteiligt	235
Der Grabinstinkt jedoch den Männchen nicht fremd	236
Abstammung der Akuleaten von sog. Schmarotzerwespen	236
Ursache der Notwendigkeit der Larvenpflege	236
Fürsorge der Schmarotzerwespen noch auf die Plazierung des Eies	
auf die künftige Beute beschränkt	237
Übergänge zum Mutterinstinkt der Akuleaten	237
Dieser charakterisiert durch das Ausgraben einer Höhle oder von	
Zellen zur Aufbewahrung der getöteten oder gelähmten Beute .	238
Die einräumige Höhle der erste Schritt zur Baukunst der Akuleaten	241
Ein geschlossener Raum für jedes Ei das Hauptprinzip derselben .	241
Vorteile dieses Prinzips	242
Nestbau der Raubwespen	242
Einfachste Form desselben	242
Einfangen der Beute vor dem Graben der Höhle	242
Verbergen der Beute während des Grabens der Höhle	243
Die Ursache, daß auf diesem Wege keine höhere Architektur erreicht	
worden	244
Ausgraben der Höhle oder des Nestes vor Einbringung des Raubes	244
Übergang von ersterer Methode zur letzteren	245
Auch jetzt anfangs nur eine einfache Höhle, die verschlossen wird	
oder offen bleibt, während das Mutterinsekt auf die Jagd geht	246
Kombination des Hauptganges oder der Röhre mit Seitenkammern,	
sog. Zweigbau	246
Ausgraben des Nestes in der Erde oder in Holz	247
Entstehung des lineären Bautypus	247
Lineärer Bau und Zweigbau mitunter bei derselben Art	248
Verschiedenes Material zum Aufmauern der Scheidewände zwischen	
den Zellen	248
Kombination des Reihen- und Zweigtypus	249
Verschließen der Nester	250
Variationen in bezug auf den Verschlößinstinkt	250

	Seite
Die Körperorganisation verschiedenen Lebensgewohnheiten angepaßt	250
Der Grabeinstinkt vereinigt mit Mauerinstinkt	251
Übergänge zu diesem	251
Freimachung des Mauerinstinkts vom Grabeinstinkt	251
Aufmauern freistehender Zellen	251
Diese Kuchenform bei den Raubwespen oft noch recht zerbrechlich	252
Beispiele festerer Konsistenz	252
Höchste Architekturform der Raubwespen	253
Zeitdauer des Nestbaues	253
Neunzehntes Kapitel. Nestbauten der solitären Faltenwespen	254
Herstammung der Faltenwespen und ihr Unterschied von den Raubwespen	254
Ihr Bauinstinkt beginnt, wo der der Raubwespen endet, der Mauerinstinkt für sie charakteristisch	254
Plastizität desselben	254
Niedriger stehende Bautypen, bei denen der Grabeinstinkt noch vorherrschend ist	255
Entwicklung der Architektur der Faltenwespen	256
Erste Tendenz zur Verfertigung der Papiermasse der sozialen Faltenwespen	257
Schornsteine	258
Zweck derselben	258
Der Schornstein ein Übergang zu den freistehenden Nestern	259
Freistehende, aufgemauerte Zellen und Nester	260
Übergang des Mauerinstinkts bei den sozialen Faltenwespen zur Kartonfabrikation	262
Zwanzigstes Kapitel. Nestbauten der solitären Bienen	262
Herstammung der Bienen	262
Der Nestbauinstinkt zeigt viele Parallelen mit dem der Raub- und der Faltenwespen	263
Der lineäre Bautypus allgemein, besonders bei niedriger stehenden Arten	263
Anfertigungsart des lineären Baues	263
Nestbau der Holzbiene	265
Beispiele für Zweigbaue	266
Lineärer Bautypus mit Zweigbau kombiniert	267
Aufmauern von Schornsteinen	268
Der Mauerinstinkt im allgemeinen nicht so hoch entwickelt wie bei den Faltenwespen	270
Aufmauern freistehender Zellen	271
Nest der sog. Maurerbiene	271
Bedeutung des Kokons	271
Verschiedene Beschaffenheit des Mörtels; Ursache	272

	Seite
Neue Nestbauinstinkte, gewöhnlich im Zusammenhang mit dem Grabeinstinkt stehend	272
Tapezierbiene	272
Das Tapetenmaterial von der Biene selbst produziert	272
Das Tapetenmaterial von außen her geholt	272
Der Tapezierinstinkt im Verein mit dem Mauerinstinkt	273
Verschiedenartige Bauweise der verschiedenen Tapezierbienen	273
Biologische Bedeutung des Tapezierens	277
Harz als Bindemittel beim Tapezieren	278
Zellen aus Harz	278
Zellen aus verfilzten Pflanzenhaaren	278
Filzmasse mit Harz gemischt	279
Der Bauinstinkt bei der Gattung Osmia außerordentlich plastisch	279
Beispiele verschiedenartiger Nester dieser Gattung	280
Andere Gattungen mit schon spezialisierten Instinkten wahrscheinlich von Osmia herstammend	280
Wachsausscheidung Vorbedingung des am höchsten entwickelten Nestbaus	283
Bedeutung der Lage des pollensammelnden Apparates für den Nestbau	283
Einwirkung der Bauart auf die Entwicklung der Zunge	283
Einundzwanzigstes Kapitel. Die Nahrungsversorgung der Nester bei den Raubwespen und den solitären Faltenwespen	284
Versorgung des Nestes mit Nahrung	285
Grundtypus für die verschiedene Art und Weise, den Larven Nahrung zu bringen	285
Die Entwicklung in verschiedenen Richtungen schon vor langer Zeit fixiert	285
Wahl der Beute meist stark spezialisiert	286
Die Spezialisierung allmählich ausgebildet	287
Veränderlichkeit des Nahrunginstinkts	288
Behandlung des Raubes durch die Wespe	288
Fabres Angaben abgelehnt	289
Töten der Beute die ursprünglichste Methode	289
Dabei hauptsächlich der Stachel angewandt	290
Lähmung der Beute eine allmählich erworbene Gewohnheit	290
Hauptzweck derselben die widerstandslose Heimschleppung der Beute	290
Verschiedene Grade von Lähmung	291
Verfahren bei der Lähmung	291
Notwendigkeit einer stärkeren Lähmung in gewissen Fällen	292
Zusammenpressen des Schlundganglions der Beute	292
Bedeutung der Lähmung. Die eingepackte Beute wird unbeweglich gemacht und bleibt dadurch länger am Leben	292
Einige Fälle von außerordentlicher Geschicklichkeit im Lähmen, nach Fabre	293
Entstehung und Entwicklung des Lähmungsinstinkts	296

	Seite
Komplikationen beim Ausführen der Lähmung	297
Der Instinkt der Raubwespe erzeugt und bildet Instinkte bei ihrer Beute aus und umgekehrt. Beide müssen in ihren Beziehungen zueinander studiert werden	299
Der Lähmungsinstinkt bei den Faltenwespen	300
Geeignete Wahl der Beute	301
Heimschaffen der Beute	301
Verstümmelung der Beute zur Erleichterung des Transports oder der Verpackung	302
Verbergen der Beute beim Öffnen des Nestes usw.	303
Schutz des Eies und der jungen Larve gegen ungenügend gelähmte Beute	304
Verschiedene Zeit und Stelle der Plazierung des Eies	305
Das Ei meistens an der Stichstelle oder in der Nähe derselben auf den Raub plaziert	305
Bedeutung der Plazierung des Eies und seiner Erhaltung in einer bestimmten Lage	305
Diese Bedeutung jedoch nicht allgemeingültig	308
Fälle von Erneuerung der Beute während des Wachstums der Larve	309
Inspizierung der Larve und ihres Nahrungsvorrates	310
Derartige Lebensgewohnheiten nicht selten nur eine Konvergenzerscheinung	311
Zweiundzwanzigstes Kapitel. Das Einsammeln von Nektar und Blütenstaub bei Wespen und Bienen	312
Die Imagines von Raubwespen und Faltenwespen nähren sich zum großen Teil von süßen Flüssigkeiten	312
Einige Faltenwespen versehen sogar ihre Nester mit Nektar	312
Honigwespen (solitäre)	312
Soziale nektarsammelnde Faltenwespen	313
Übergangsformen	314
Verproviantieren mit Nektar typisch für die Bienen	314
Herstammung der Bienen von Raubwespen und Anpassung für das Nektarsammeln	314
Übergangsformen	314
Stufenweise Vollendung der Sammelapparate	315
Beinsammler	315
Bauchsammler	317
Nutzen der Lage des pollensammelnden Apparates auf dem Bauche	317
Stufenweise Entwicklung der Zunge	317
Entwicklung spezieller Instinkte beim Pollen- und Nektarsammeln .	318
Die Bedeutung der Bienen für die Befruchtung der Blüten	318
Polytrope und oligotrope Bienen	319
Gefahren für die Bienen beim Blütenbesuch und Mittel, sie zu vermeiden	320
Zeitersparnis bei der Arbeit	321
Hierbei wahrscheinlich auch individuelle Erfahrung tätig	322

	Seite
Zeit der Arbeit	323
Verschiedene Nektarquellen	323
Nähere Beschaffenheit des Nahrungsvorrats	323
Die Sinne als Leiter bei den Blütenbesuchern	324
Dreiundzwanzigstes Kapitel. Schmarotzende Akuleaten	327
Stufenweise Entstehung schmarotzender Lebensgewohnheiten	327
Räuberei von einzelnen Individuen ausgeübt	328
Schmarotzen charakteristisch für die Art	331
Verwandtschaft schmarotzender Arten mit selbstversorgenden und ihre durch das Schmarotzen veränderte Organisation	332
Eine schmarotzende Faltenwespe	332
Schmarotzende Bienen und ihre stufenweise Ausbildung	332
Parasitenbienen	334
Sphecodes	335
Auch die parasitischen Bienen stammen von nahe verwandten Formen ab	336
Charakteristik der Schmarotzerbienen	337
Die „parasitische Methode“ bei den Larven der Parasitenbienen	337
Der Geruch als Wegweiser beim Aufsuchen des Wirtsnestes	338
Schmarotzende soziale Bienen	339
„Parasitische“ Ameisengemeinschaften	339
Die Goldwespen und ihre „parasitischen“ Methoden	340
Vierundzwanzigstes Kapitel. Das Ausbrüten der Akuleaten	342
Verschiedene Bautypen	342
Das Auskriechen aus linear geordneten Zellen	342
Proterandrie und Proterothese	343
Zweck derselben	343
Fünfundzwanzigstes Kapitel. Geselligkeit bei nicht sozialen Arten	344
Auch solitär lebende Insekten erkennen Individuen derselben Art	344
Beispiele von Zusammenhäufung von Individuen, die solchen Arten angehören, zum Zweck eines gemeinsamen Schutzes usw.	345
Geselligkeitstrieb	348
Abnorme Vereinigungen: Hungerwanderungen	348
Wanderzüge der Heuschrecken	349
Wanderzüge der Schmetterlinge und Libellen wahrscheinlich durch andere Umstände verursacht	351
Züge von Schmetterlingen	353
Periodizität in den Wanderungen einiger Schmetterlinge	354
Züge von Libellen	354
Wanderschwärme in anderen Insektenordnungen	355
Ein psychologisches Element in den oben angeführten Wanderungen vorhanden	355

	Seite
Sechszwanzigstes Kapitel. Das Aufdämmern der sozialen Instinkte	356
Das Gefühl der Zusammengehörigkeit Grundbedingung für ein soziales Leben	356
Soziale Insekten	356
Bei Ameisen und Termiten keine solitären Arten; die Entstehung der Gemeinschaften bei ihnen schwerer zu erklären	356
Herstammung der sozialen Faltenwespen und Bienen	356
Neigung zur Geselligkeit schon bei den Raubwespen	357
Desgleichen bei solitären Faltenwespen	359
Anknüpfungspunkte an soziales Leben bei den Bienen	360
Entstehungszeit der sozialen Bienengemeinschaften	363
Übergang von sozialem Leben zu solitärem	365
Unterschied zwischen wirklich sozialen Gemeinschaften und Verbindungen eigentlich solitärer Arten: die Entstehung von Kasten	365
Permanente und annuäre Gemeinschaften	366
Polygyne und monogyne Gemeinschaften	366
Die monogynen und annuären Gemeinschaften aus permanenten und polygynen entwickelt	366
Zusammenleben des Mutterinsekts mit seiner Nachkommenschaft, sowie die Kastenbildung eine Bedingung für die Entstehung der sozialen Gemeinschaft	367

Einleitung.

Die der Insektenwelt angehörigen Geschöpfe, deren Leben wir im folgenden schildern werden, sind in hohem Grade verschieden von dem Typus, zu dem wir uns selbst zählen, dem der Wirbeltiere. Ein festes, oft mehr oder weniger hartes, gegliedertes Hautskelett umschließt die weicheren Gewebe des Körpers. Die Atmung geschieht vermittels eigentümlicher, in allen Teilen des Körpers verzweigter Luftröhren. Das Blut läuft nur teilweise in geschlossenen Bahnen. Der Vermittler des Sinnen- und Seelenlebens, das Nervensystem mit seinen Ganglienknoten, liegt mit Ausnahme des ersten im Kopfe gelegenen Knotens (dem Gehirn) zunächst der Bauchseite des Körpers. Sämtliche Sinnesorgane sind nach einem Plane gebaut, der von dem der unserigen wesentlich verschieden ist, und wenn auch ihre Funktionen, zum Teil wenigstens, denen unserer Sinne analog sind, so ist dies doch nur innerhalb gewisser Grenzen der Fall. Schließlich sei daran erinnert, daß sehr zahlreiche Insekten während ihres Lebens eine vollständige Umwandlung erfahren, die nicht nur ihre äußere Form, sondern auch viele Gewebe des Körpers betrifft, die teilweise aufgelöst und umgestaltet werden.

Eine ausführlichere Charakteristik des Sinnen- und Seelenlebens der Insekten beabsichtige ich, wie aus dem Vorworte dieses Buches hervorgeht, in einer anderen Arbeit zu geben. Hier dagegen soll der Leser ein Bild der Lebensgewohnheiten erhalten, welche die Insekten in ihrem täglichen Leben auszeichnen, gruppiert nach den verschiedenen Aufgaben, denen sie dabei begegnen. Hierbei werden sie hauptsächlich von ihren angeerbten Trieben und Instinkten geleitet, die für alle Individuen derselben Art fast die gleichen sind oder doch nur in geringem Grade variieren. Relativ selten stoßen wir unter normalen Verhältnissen auf Handlungen, welche ihren Grund in individuell erworbener Erfahrung haben und solche fallen in das Gebiet der Intelligenz. Erst dann, wenn die Insekten in ihrem Leben mehr oder weniger unvorhergesehenen Verhältnissen ausgesetzt werden, zeigen mehrere von ihnen Proben eines

Seelenlebens, das sich über das instinktive erhebt und in der oben erwähnten Arbeit werden zahlreiche Beweise hierfür mitgeteilt werden. Aber auch die im Alltagsleben sich offenbarenden Instinkte der Insekten gehören zu den fesselndsten Erscheinungen, die die Naturwissenschaft uns bietet; und schon sie werden zeigen, daß die Insekten keineswegs, wie manche Verfasser glauben, nur automatische Reflexmaschinen sind, sondern daß ihre Instinkte häufig von sehr zusammengesetzter Natur sind.

Die außerordentlich zahlreiche Klasse der Insekten ist überall auf dem Erdball vertreten, wo überhaupt organisches Leben möglich ist. In den wechselreichsten Formen leben sie in der Luft, auf der Erde und im Wasser, und die verschiedenen Lokalitäten haben überall ihre meistens recht artenreiche Fauna. Selbst das Eis der Gletscher und das heiße Wasser der Thermalquellen entbehrt nicht des Insektenlebens. Auf dem ersteren kriechen und springen speziell mehrere Arten der Unterklasse *Apterygota* (*Collembola*), welche eine merkwürdige Fähigkeit besitzen, sich mit der größten Schnelligkeit durch die feinsten Ritzen im Eise auf und ab zu drängen. Bemerkenswert sind auch gewisse auf Schneefeldern herumwandernde flügellose, spinnenähnliche Mücken und Schnabeljungfern (*Boreus*). In heißen Quellen hat man u. a. Fliegenlarven (*Stratiomyidae*) gefunden. Auch wo kein anderes organisches Leben möglich zu sein scheint, wie in den sog. toten Seen in Kalifornien, leben Millionen Larven der Fliegengattung *Ephydra*, die von den Indianern aufgefischt werden und ihnen zur Nahrung dienen. Auffallend ist jedoch die Armut des Meeres an Insekten. Hunderte von Meilen vom Lande entfernt findet man gleichwohl Arten der eigentümlichen flügellosen Halbfüglerfamilie *Halobattidae* auf der Oberfläche des Ozeans herumlaufen; und auf ihr bewegen sich auch mit außerordentlicher Geschwindigkeit gewisse Mücken, *Clunioinae*, eine Unterfamilie der *Chironomidae*, umher, die meistens der Flugfähigkeit ermangeln. Sonst aber bestehen die wirklich marinen Arten nur aus solchen, die an den Ufern leben, die bloß zur Zeit der Flut vom Wasser bedeckt werden. Dies ist mit einigen Käfern der Fall *Aëpus*, *Octebius marinus*, einigen *Pogonus*-, *Bledius*-*Microlymma*-Arten, einigen Arten der Gattung *Diglossa*, sowie den eigentümlichen

Halbflüglergattungen *Aëophilus* und *Orthophrys*. Die Larven der erwähnten *Clunioninae* leben auf Algen, die auf dem Meeresboden wachsen, und eine Art, *Clunio adriaticus*, ist auch als Imago in Kolonien von *Mytilus minimus* unter dem Meeresswasser beobachtet worden. Schließlich trifft man in den zur Zeit der Ebbe zurückbleibenden Wasserpfützen an der Küste Kaliforniens Larven einer dort auf der Wasseroberfläche umherlaufenden, mit nur kurzen und steifen nervenlosen Flügelrudimenten versehenen eigentümlichen Mücke *Erethmoptera browni*. Dagegen weist die Süßwasserfauna eine große Menge Arten auf, obgleich nur eine einzige Gattung, die Mückengattung *Corethra* (während der Larven- und Puppenzeit) die pelagische Region¹⁾ bewohnt.

Mitunter lebt das Insekt während einer Zeit seiner Entwicklung in dem einen Medium, während einer anderen in einem anderen. Dies ist z. B. mit mehreren Mücken und Fliegen ja mitunter mit ganzen Insektenordnungen der Fall, wie den Pelzflüglern, Eintagsfliegen und Wasserjungfern, die als Larven typisch im Wasser leben, als ausgebildete Insekten in der Luft. Stets aber spiegelt sich diese verschiedenartige Lebensweise der Insekten in ihrem Körperbau wieder. Nicht nur die allgemeine Körperform, sondern in ganz speziellem Grade die Bildung der Fortbewegungsorgane wird von dem Medium beeinflusst, in welchem sich das Insekt aufhält. Auch die Art der Lokalität selbst, welche seinen Aufenthaltsort bildet, prägt sich deutlich sowohl in seiner Form als Farbe aus. Schließlich haben auch noch die verschiedenartige Nahrungsweise der Insekten und ihre verschiedenartige Fürsorge für den Fortbestand der Gattung in nicht geringem Grade auf ihre Gestalt eingewirkt, indem erstere hauptsächlich die um den Kopf, letztere die am hinteren Ende des Körpers gelegenen Organe umschufen.

Dieselben Faktoren, welche beim Aufbau der Körperorganisation der Insekten tätig waren, haben somit gleichzeitig und

¹⁾ Wesenberg-Lund hat in einer interessanten Studie über die früheren Stadien der Mückengattungen *Culex*, *Mochlomyx* und *Corethra* Übergänge von litoralen, für atmosphärische Luftatmung gebildeten Tierformen zu in der Tiefe lebenden Arten nachgewiesen, deren Trachealsystem ganz geschlossen, untauglich für jede Aufnahme solcher Luft geworden ist und sich statt dessen zu einem wunderbaren hydrostatischen Apparat ausgebildet hat.

Hand in Hand hiermit auch ihre Instinkte ausgebildet. Die Beschaffenheit der Instinkthandlungen steht nämlich bei den Insekten stets in nächstem Zusammenhange mit der durch die Organisation des Körpers bedingten Fähigkeit, sie auszuführen. Der Instinkt und die Körperorganisation wurden gleichzeitig vererbt, sie beeinflussen einander gegenseitig bei ihrer Ausbildung und sind nicht selten so eng miteinander verbunden, daß der Körper das Material produziert, womit der Instinkt arbeitet.

Tatsächlich kann kein fruchtbringendes Studium der Morphologie des Insektenkörpers stattfinden ohne eingehende Untersuchungen der Ökologie der Arten. Erst seitdem man tiefer in die Lebensweise der Insekten eingedrungen ist, hat man die Bedeutung einer Menge bis dahin unbegreiflicher Gebilde verstehen gelernt, und es scheint fast, als ob jede durch Form oder Bildung mehr in die Augen fallende Borste, Stachel oder Warze auf dem Insektenkörper ihre besondere Aufgabe im Leben des Insektes hätte. Im folgenden werden wir Gelegenheit haben, zahlreiche Beispiele hierfür anzuführen. Aber dieses Studium vermag auch in nicht geringerem Grade als die Morphologie zur Beleuchtung der interessanten Fragen beizutragen, deren Beantwortung sich die Abstammungs- und Entwicklungslehre zur Aufgabe gemacht hat. Auf Grund des nahen Zusammenhanges, in welchem sie zueinander stehen, kann man ebenso gut von einer Morphologie der Instinkte und Lebensgewohnheiten reden, wie von der Morphologie der physischen Organisation.

Diesen Gesichtspunkt werden wir versuchen bei der Schilderung der Lebensgewohnheiten der Insekten festzuhalten. Speziell wo es sich um die Instinkte handelt, welche bei den höher ausgebildeten Insekten den Fortbestand der Gattung zum Zweck haben, wird sich uns Gelegenheit zu Betrachtungen über die phylogenetische Entwicklung der Instinkte bieten. Und wenn wir im übrigen beim Ordnen der Instinkte in verschiedene Kategorien manchmal genötigt sind eine Menge einander analoger Fälle zusammenzustellen, die genetisch nicht zueinander gehören, so ist dies andererseits nur die Folge einer häufig auftretenden Konvergenz, indem gleichartige Instinkte infolge bei ihrer Bildung wirksamer, mehr oder weniger ähnlicher Faktoren nicht selten bei Insekten zur Ausbildung gekommen sind, die einander sehr fern stehen.

Erstes Kapitel.

Tätigkeit und Ruhe. Lebensdauer.

Die Aufgabe der lebenden Organismen ist der Fortbestand und die Fortentwicklung des Lebens, dieser großen, dem Verständnis schwer zugänglichen Erscheinung, in den Verhältnissen angepaßten und gewöhnlich immer vollkommener sich gestaltenden Formen, während die Einzelorganismen selbst erstehen und vergehen.

Keine Aufgabe wird ohne entsprechende Arbeit gelöst, und auch die, wie es scheinen könnte, recht einfache Aufgabe bloß zu existieren, erfordert eine solche. Die ganze Tätigkeit vieler Insekten beschränkt sich im Larvenzustande auf ein gieriges Verzehren der Nahrung, die ihnen oft in reicher Menge auf dem großen Tisch der Natur vorgesetzt ist. Aber auch dieses Fressen und Verdauen der Nahrung ist eine physiologische Arbeit, die Ermüdung hervorruft. Und in unzähligen Fällen kostet es dem Insekt nicht geringe Mühe, für sich und seine Nachkommenschaft die erforderliche Nahrung aufzubringen. Wohl kann z. B. das Flattern des Schmetterlings von der einen Nektarquelle zur anderen als Müßiggängerleben erscheinen, aber wir brauchen uns nur die Tätigkeit der Bienen, Ameisen und Termiten, und die großartigen Ergebnisse derselben ins Gedächtnis zurückzurufen, um zu erkennen, daß auch die Erhaltung des Insektenlebens eine für diese kleinen Geschöpfe häufig nicht geringe Arbeit erfordert.

Wie unser eigenes Leben besteht daher auch das der Insekten aus einem Wechsel von Arbeit und Ruhe. Die Ermüdung fordert auch bei ihnen ihr Recht und erzeugt Schlaf für längere oder kürzere Zeit.

Nach den Tageszeiten, die der Bewegung und Tätigkeit gewidmet sind, teilen wir die Insekten in Tag- und Nachtinsekten. Die meisten gehören der ersteren Kategorie an, gleichwohl sind nicht wenige Arten hauptsächlich oder aus-

schließlich nach Einbruch der Dunkelheit in Bewegung. So z. B. mehrere Raubkäfer, Leuchtwürmer, eine Menge Feldgrillen und besonders die Pelzflügler und Nachtschmetterlinge. Zu diesen gesellen sich noch mehrere kleine Schmetterlinge und Dämmerungsfalter, deren Flug schon gegen Abend beginnt. Alle diese Insekten schlafen während der hellen Tageszeit. Aber auch einige typische Taginsekten machen ziemlich regelmäßig zu den heißesten Stunden des Tages ein Schläfchen. Dies ist nach Friese z. B. bei den Bienen zwischen 2 bis 4 Uhr nachmittags der Fall. Außer diesen regelmäßigen Ruheperioden tritt in der Arbeit vieler Wespen bei trübem Wetter ein Stillstand ein, und häufig genug genügt eine vorüberziehende Wolke, um die Intensität ihrer Tätigkeit herabzusetzen.

Die meisten Insekten wählen während des Ruhens keinen besonderen Schlafplatz, sondern man findet sie dann auf einem Blatte oder einer Blume sitzend, die sie am Tage besucht haben, auf Baumstämmen, Hauswänden u. dgl. Die Insekten, welche eigene Nester haben, übernachten gewöhnlich in diesen. So machen es die sozialen Wespen, und auch die Weibchen der solitären Stachelwespen trifft man oft in der Nacht in den Höhlungen, die sie für ihre Nachkommenschaft graben. Die Männchen hingegen schlafen vielfach, wie auch die heimatlosen Parasitenbienen, in Blüten, besonders in glockenförmigen, welche ihnen ein gewölbtes Dach gegen Regen und Tau erbieten, z. B. der *Campanula*. An vielen Orten — speziell nach Brauns in Südafrika — sind hohle Pflanzenstengel und Samenkapseln nicht selten in der Nacht gefüllt mit größtenteils Männchen mehrerer Bienenarten, Raubwespen und Goldwespen, welche dort gemeinsam Schutz suchen.

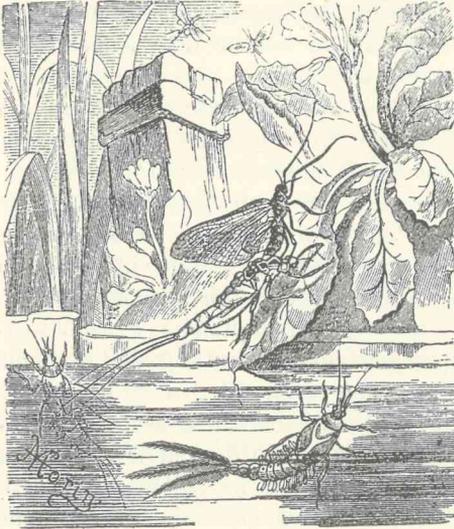
Die Stellung, welche das Insekt im Schlafe einnimmt, ist gewöhnlich dieselbe, welche es sonst beim unbeweglichen Sitzen auszeichnet. Bemerkenswerte Ausnahmen hiervon bilden gewisse Wespen. So erzählt Brauns, daß eine südafrikanische Chrysidide, *Stilbum cyanurum*, schläft, indem sie sich an Baum- oder Kräuterzweigen nur vermittels der Mandibeln festhält, während die Beine dicht und unbeweglich an den in der Luft ausgestreckten Körper gedrückt gehalten werden, und daß auch südafrikanische *Ammophila*-Arten sich ähnlich benehmen, indem sie oft in größerer Menge sich mit den Kiefern an einem und demselben Zweige festhalten.

Die Dauer des Schlafes ist bei verschiedenen Arten beträchtlich verschieden. Für eine ganze Menge Taginsekten wird sie durch den Auf- und Untergang der Sonne bestimmt. Viele Raubwespen begeben sich jedoch schon gegen 5 Uhr nachmittags in ihre Nester zur Ruhe und kommen erst zwischen 9—10 Uhr morgens zur Tagesarbeit hervor, nachdem sie sich in der Mündung der Höhle erst gründlich geputzt haben. Die Bienen sind im allgemeinen viel längere Zeit in Tätigkeit, und Hummeln sieht man mitunter noch an schönen mond hellen Abenden in Bewegung. In Indien gibt es Arten, welche ihre Arbeit weit in die mond hellen Nächte hinein ausdehnen.

Aber außer dem täglichen Schlafe treten im Leben der Insekten, welche eine vollständige Metamorphose durchmachen oder überwintern, auch Perioden langdauernder Ruhe ein. In ihrem Puppenstadium, für welches sie sich gewöhnlich einen verborgenen oder geschützten Platz gewählt oder sich auf andere Weise gegen Schädigungen aller Art sichergestellt haben, hört jede äußere Lebenstätigkeit auf, während im Innern der erwähnte, viele Gewebe umgestaltende histolytische Prozeß fortschreitet. Von verhältnismäßig geringer Bedeutung sind dagegen die Veränderungen in den Geweben während des lethargischen Winterschlafes, auf den wir in einem folgenden Kapitel näher eingehen werden. In den Tropen entspricht diesem Winterschlaf ein ähnlicher lethargischer Zustand in der heißesten Jahreszeit.

Der zwischen Tätigkeit und Ruhe wechselnde, durch keine unvorhergesehenen Hindernisse unterbrochene Lebenslauf zeigt natürlich in bezug auf seine Dauer in einer so außerordentlich artenreichen Gruppe, wie die der Insekten, die mannigfaltigsten Unterschiede. Viele machen ihren ganzen Lebenslauf in weniger als einem Jahre durch, und nicht selten können in dieser Zeit zwei, drei oder mehr Generationen sich ablösen. Mehrere Wespen und Fliegen besitzen eine sehr kurze Larvenperiode und ihre ganze Lebensdauer beträgt nur einige Wochen, wenn die Generation nicht überwintert. Dieselbe Art kann jedoch mitunter, was die Lebensdauer betrifft, bedeutenden Schwankungen unterworfen sein. So reicht die normale Entwicklungszeit vom Ei zur Imago bei einer Biene, *Osmia muraria*, ein Jahr; aber Smith hat Fälle beobachtet, wo es drei Jahre dauerte, ehe die Verpuppung stattfand. Im allgemeinen wird die Entwicklung durch Wärme und ausreichende Nahrung beschleunigt, durch

die entgegengesetzten Umstände verzögert. Die Lebensdauer anderer Insekten beträgt normal eine ganze Reihe von Jahren. Bei den solitär lebenden Arten nimmt dann gewöhnlich das Larvenstadium den Hauptteil dieser Zeit in Anspruch. Besonders langwierig ist dieses Stadium, wenn die Larven in Holz bohrend leben oder eine unterirdische Existenz führen. So z. B. bei gewissen Käferarten der Gruppen *Longicornes* und *Lamellicornes*.



Figur 1.
Eintagsfliege (*Ephemera vulgata*).

Der große Holzbock, *Cerambyx heros* und andere ihm verwandte Arten leben drei bis vier Jahre als Larven und mehrere Maikäfer ebenso lange oder noch länger, der Hirschkäfer wenigstens fünf Jahre. Unter solchen Umständen währt das Leben des ausgebildeten Insekts oft recht kurze Zeit, mitunter nur wenige Stunden, wie es mit den meisten Eintagsfliegen der Fall ist (Fig. 1). In anderen Fällen ist es das ruhende Puppenstadium, welches einen nicht geringen Teil des Insektenlebens in Anspruch

nimmt. Die Puppe gewisser Schmetterlinge, der Spinner (*Bombycidae*), öffnet sich erst nach Verlauf eines oder zweier Jahre, und das merkwürdige dabei ist, daß die Puppenzeit für verschiedene Individuen derselben Art, selbst unter ganz ähnlichen Verhältnissen, in hohem Grade variiert. So fand Frauendorf diese Zeit für *Eriogaster lanestrus* von $5\frac{1}{2}$ Woche bis $5\frac{1}{2}$ Jahre wechselnd. Allen aber laufen nicht nur in bezug auf die Lebensdauer überhaupt, sondern speziell auch auf die Dauer der noch nicht geschlechtsreifen Entwicklungsstadien gewisse Arten der Familie *Cicadidae* den Rang ab; eine derselben, die nordamerikanische *Cicada septemdecim*, lebt im südlichen Teile der Vereinigten Staaten 13 und in den nördlichen Teilen ganze 17 Jahre, bevor sie sich zur Imago entwickelt.

In zahlreichen Fällen ist die Lebensdauer des voll ausgebildeten Insekts, wie schon angedeutet wurde, im Vergleich zu der der Larve recht kurz. Die Paarung geschieht vielfach eine oder einige Stunden nach dem Auskriechen des Insekts aus der Puppe. So kann man die Männchen mehrerer Raubwespenarten, z. B. die Gattung *Scolia*, unruhig auf dem Erdboden, unter welchem die Weibchen noch als Puppen ruhen, hin- und herlaufen und, sobald eines derselben ans Tageslicht kommt, miteinander kämpfen sehen, um es in Besitz zu nehmen. Nach vollzogener Paarung lebt das Männchen gewöhnlich nur kurze Zeit und das Weibchen so lange, bis es seine mütterlichen Pflichten erfüllt hat. Mitunter dauert es jedoch recht lange, bis die Geschlechtsreife eintritt.

Nach Perltz wird die *Blatta orientalis*, falls seine Angabe richtig ist, wenigstens sechs Jahre alt; die Embryonen liegen ein Jahr im eigentümlichen Eisacke, die Verwandlung nimmt drei Jahre in Anspruch, und erst ein Jahr darauf wird das Insekt geschlechtsreif. Als solches würde diese Art dann ein Jahr leben. Meißner hielt eine indische Stabheuschrecke, *Dixippus morosus*, in Gefangenschaft; sie lebte als Imago 15 Monate. Unter den Käfern sind es nur einige der in systematischer Hinsicht am höchsten stehenden Arten, die eine solche Lebensdauer besitzen. So z. B. erzählt Schreiner von dem zur Familie der Blatthörner oder Lamellicornier gehörenden, im südöstlichen Europa lebenden *Lethrus apterus*, daß er nach Beendigung seiner nur sieben Wochen dauernden Entwicklung noch etwa ein Jahr lebt und auch andere Angehörige der Mistkäferfamilie, die für ihre Nachkommenschaft Sorge tragen, tun dieses während einer Zeit von mehreren Monaten.

Erst unter den sozialen Arten jedoch erreicht die Imago ein verhältnismäßig recht bedeutendes Alter. Ganz besonders ist dies mit den geschlechtsreifen Weibchen der Fall. Näheres hierüber wird in den Kapiteln mitgeteilt werden, welche die Honigbienen, die Ameisen und die Termiten berühren.

Zweites Kapitel.

Der Nahrungsinstinkt: Plastizität desselben.

Alles organische Leben äußert sich in Erscheinungen, die sich auf die Erhaltung des einzelnen Individuums, und solchen, die sich auf die Erhaltung der Gattung beziehen. Tatsächlich lassen sich jedoch die Grenzen nicht allzu scharf ziehen, denn alles, was den Fortbestand des Einzelwesens fördert, kommt natürlich auch der Gattung zugute. Der Instinkt z. B., der die primären Larven der Meloïden sich zwecks der Ernährung in die Behausungen der Bienen einnisten läßt, oder der, welcher die Schmetterlingslarve veranlaßt, die künftige Puppe in einen schützenden Kokon einzuhüllen, ist zweifellos ebensowohl in der einen als in der anderen Hinsicht unentbehrlich. Zu Instinkten, die sich in speziellerem Sinne auf den Fortbestand der Gattung beziehen, rechnet man im allgemeinen die, welche in direktem Zusammenhange mit der Fortpflanzung, dem Eierlegen und der Fürsorge für die Nachkommenschaft stehen. Die Erhaltung des Individuums im Kampfe ums Dasein gründet sich dagegen auf Instinkte, die ihm selber genügende Nahrung und ausreichenden Schutz gegen Feinde und ungünstige Witterungsverhältnisse verschaffen. Zu allen diesen Instinkten gesellt sich schließlich noch einer, der soziale Trieb, dank dessen Mitwirkung sie die Vollendung erlangt haben, die uns in den Insektengemeinschaften entgegentritt.

Gleichwie es kaum einen Fleck auf der Erdoberfläche ohne Insektenleben gibt, so findet sich auch nichts Eßbares, das nicht wenigstens einer Insektenart zur Nahrung dienen könnte. Selbst Stoffe, die ganz ungenießbar erscheinen, werden von Insekten angegriffen. Ich habe Säcke mit Salz gesehen, in denen viele Hunderte von Larven der Käsefliege, *Piophilæ casei*, lebten und ihre ganze Umwandlung vom Ei bis zur Puppe durchmachten, und ähnliche Beobachtungen liegen auch aus Deutschland vor. Der für Speisevorräte, Kleider usw. so schädliche kleine kosmopolitische Käfer, *Niptus hololeucus*, nagt unter anderem den Quecksilberbelag der Spiegel ab, und ein anderer nicht weniger verbreiteter Käfer, der allesfressende *Sitodrepa panicea*, verzehrt ohne Schaden unter anderem für uns so giftige Stoffe wie Akonit. Außerdem gibt es eine Menge Arten, die sich von so trockenen

Stoffen nähren, wie alten Büchern, verfaultem Holz, trockenen Häuten und Sehnen, deren Nährwert uns außerordentlich gering erscheint. Die Menge der Nahrung muß in diesen Fällen ersetzen, was ihr an Wert gebriecht.

Die für jede Art geeignete Nahrung wird ihr durch die Sinne angewiesen. Die geeigneten Stoffe haben einen angenehmen, die ungeeigneten einen unangenehmen oder gar keinen Geschmack. Schon der Geruch oder der Anblick der für ein Tier bestimmten Nahrung erweckt sofort seine Begierde, während durch andere Gegenstände nicht dieselbe Wirkung erzeugt wird. Wenn somit der Instinkt, welcher dem Tiere seine Nahrung zuweist, sich kaum von einer einfachen Reflexbewegung unterscheidet, so sind doch manchmal die Instinkte, die mit der Erlangung oder dem Genuß derselben in Verbindung stehen, von mehr oder weniger komplizierter Art.

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Nahrung können die Insekten in drei Hauptgruppen eingeteilt werden: solche, deren Nahrung bald vegetabilisch, bald animalisch ist, Omnivoren (*Pantophaga*), solche, die ausschließlich von vegetabilischer oder animalischer Nahrung leben, Herbivoren (*Phytophaga*) und Karnivoren (*Sarcophaga*). Von den beiden letzteren Gruppen lassen sich weiter unterscheiden solche, die sich nur an eine Pflanzenart oder eine einzige Art Beute halten (*Monophaga*) und solche, die es in dieser Hinsicht nicht so genau nehmen (*Polyphaga*). Schließlich seien noch zwei Gruppen erwähnt: Leichenfresser (*Necrophaga*) und Kotfresser (*Coprophaga*).

Meistens legt das Mutterinsekt sein Ei auf die Nahrung der zukünftigen Larve oder in die Nähe derselben. Ist dieses nicht geschehen, so wird doch die eben ausgekrochene Larve durch ihre Sinne, in den meisten Fällen durch den Geruch, zur Nahrungsquelle hingeleitet. Gelingt ihr dieses nicht, so stirbt sie in vielen Fällen früher oder später an Hunger. Zahlreiche Schmetterlingslarven, die in einer späteren Periode Monophagen sind, nähren sich gleichwohl in den ersten Tagen ihres Lebens ohne Schaden von verschiedenartigen Pflanzen. Allerdings fehlen auch nicht Fälle völlig entgegengesetzter Art, doch spricht der erwähnte Umstand auch für die Richtigkeit der Annahme, daß die Monophagie unter den Insekten ein späteres Entwicklungsstadium bezeichne. Dies gilt in gleichem Grade von den karnivoren als den herbivoren Arten, wovon speziell die Geschichte der Raub-

wespen Zeugnis ablegt. Die monophagen Arten stammen wahrscheinlich ursprünglich von solchen her, welche es mit der Wahl ihrer Nahrung nicht allzu genau nahmen und sich erst im Laufe der Zeiten für eine ganz bestimmte Art von Nahrung spezialisiert haben. Nicht selten haben sich bei diesen Insekten gleichzeitig besondere Apparate entwickelt, die im engsten Zusammenhange mit ihrer Monophagie stehen, worüber weiterhin mehrere Beispiele angeführt werden sollen.

So stark spezialisiert und so wunderbar ganz bestimmten Lebensverhältnissen angepaßt der Nahrungsinstinkt auch in zahlreichen Fällen ist, so zeigt sich doch, daß er vielfach keineswegs so unveränderlich ist, wie es scheinen mag. Nicht nur können typisch streng monophage Arten mitunter — und zwar besonders bei Massenvermehrung — polyphag auftreten, sondern auch pflanzenfressende Arten verwandeln sich in Raubtiere und umgekehrt. Der Nahrungsinstinkt zeigt in derartigen Fällen eine nicht geringe Plastizität.

Die von einer Generation erworbenen Eigenschaften gehen dann auf eine folgende erblich über. So z. B. vermochte (nach Semons) Pictet gewisse Schmetterlingsraupen nur ganz allmählich und mit großer Mühe an eine ihnen fremde und nicht zusagende Nahrung (z. B. Nußblätter statt Eichenblätter) zu gewöhnen; die Nachkommen dieser Tiere nahmen die neue Nahrung, zu deren Annahme sich ihre Eltern nur sehr ungern bequemten, ohne weiteres an¹⁾:

De Rossi hat eine Menge Beispiele hierfür verzeichnet. Einmal hat er unter anderem die Larve eines blatthörnigen Käfers, *Trichius fasciatus*, beobachtet, die normal strenge Vegetarianerin ist, aus Mangel an Nahrung aber zwei Larven eines anderen Käfers, *Pyrochroa coccinea*, auffraß, und Nordström fand, daß die erwähnte Larve unter gleichen Verhältnissen ihre

¹⁾ Daß in der Tat erworbene Eigenschaften erblich sind, wird durch mehrere Beispiele bestätigt. Nach Semons vermochte Schröder den Fortpflanzungsinstinkt eines Weidenblattkäfers insofern erblich abzuändern, als die Nachkommen eine fremde Weidenart mit filzigen Blättern zur Eiablage bevorzugten, nachdem er mehrere Generationen ihrer Vorfahren gezwungen hatte, die Eier an dieser, statt an den normalerweise von der Art bevorzugten glattblättrigen Weiden abzulegen. Ähnliche Erfolge hatte er mit einer erblichen Veränderung der Gespinstbildung bei einer Motte, die er bei der ersten Generation erzwang und die dann bei einem Teil der Nachkommen ohne Zwang wieder auftrat.

eigenen Genossen auffraß. Meißner hat beobachtet, wie eine *Chrysomela varians*, bekanntlich ein gleichfalls einer ausschließlich pflanzenfressenden Familie angehöriger Käfer, nachdem sie sechs Larven geboren hatte — eine derartige Viviparität kommt mitunter bei den Chrysomeliden vor —, zwei derselben verzehrte, und ein anderes Mal sah er den phytophagen Gradflügler *Dixippus morosus* Proben von Kannibalismus zeigen. Auch die Larven gewisser Schnellkäfer, wie des *Agriotes lineatus* und des *A. obscurus* können nach Lampa in der Gefangenschaft Karnivoren werden.

Wenn eine Insektenordnung als streng phytophag betrachtet worden ist, so ist es wohl die der Schmetterlinge, gleichwohl erboten gerade die Larven vieler Schmetterlingsarten Beispiele dafür, welchen Veränderungen die Nahrungsinstinkte unterworfen sind. Bekanntlich leben diese Larven hauptsächlich von Blättern oder Blüten von Pflanzen; werden sie aber in Gefangenschaft gehalten, so geschieht es nicht selten, daß sie einander angreifen, töten und verzehren, auch wenn kein Mangel an Nahrung besteht. Selbst Individuen der eigenen Art werden dann nicht geschont. Die hier mitwirkenden Ursachen sind noch in Dunkel gehüllt, die Tatsache zeigt jedoch, daß der Übergang von vegetabilischer zu animalischer Nahrung zuweilen naheliegt. Die Larven einiger Arten — speziell ist in dieser Hinsicht *Calymnia trapezina* bekannt — suchen auch im Freien andere Larven und Puppen auf und nähren sich von ihnen. Als besonders kannibalisch nennt Lampa die Larven der *Hadena tritici* und *Agrotis segetum*. Soehagen hat ein Verzeichnis über die Larven der von deutschen und französischen Entomologen beobachteten Schmetterlingsarten zusammengestellt, deren erwachende Raubgelüste festgestellt worden sind. Er führt nicht weniger als 75 Arten an, darunter 59 *Macrolepidoptera* (6 Tagfalter, 8 Spinner, 39 Nachtfalter und 6 Spinner). Von den Nachtfaltern sind es besonders die Gattungen *Calymnia*, *Orthosia* und *Orrhodia*, die sich durch eine derartige Mordlust auszeichnen. Monophage, polyphage und pantophage Larven, solche die von frischen Früchten, Blättern und Holzstoffen (*Cossus*) leben, wie auch solche, die sich von toten Stoffen nähren, sowie mehrere Motten sind in der angeführten Mordstatistik vertreten.

Einige Schmetterlingslarven haben schließlich ihre vegetabilische Nahrung ganz aufgegeben und sind typische Raubtiere

geworden. Einige derselben, wie die australischen *Thalpochares cocciphaga* und *Th. pulvinaria*, sowie die südeuropäische *Thalpochares communimacula*, leben fast ausschließlich von Schild- oder Blattläusen und werden somit, im Gegensatz zu den meisten Schmetterlingslarven, dem Pflanzenwuchs nützlich. Riley erwähnt, daß die Larve eines nordamerikanischen Schmetterlings, *Fenesica torquinus* (*Polyommatus porsenna*), zur Familie der Lycaeniden gehörig, ausschließlich von den Blattläusen, Pemphiginen, lebt, die an den Blättern gewisser Pflanzen saugen, die Blätter selbst aber nicht anrührt und zugrunde geht, wenn man versucht, sie damit aufzufüttern.

Ein vollständiges Raubinsekt ist auch die Larve des kleinen Schmetterlings *Zaphodiopsis hyanella*. Sie lebt in den Geweben, die von den Larven gewisser Spinner, *Bombyx rhodama*, und *diego* gefertigt werden, wo sie sowohl Larven als Puppen dieser Schmetterlinge verzehrt.

Eine andere Insektenordnung, welche typisch gleich ausgeprägt herbivor ist, wie die Schmetterlinge, sind die Blasenfüßer (*Thysanoptera*). Aber auch unter ihnen finden sich Ausnahmen von der allgemeinen Regel. Einen Übergang zur fleischfressenden Lebensweise zeigt der häufig als Schadeninsekt auf Getreide und Gräsern auftretende *Anthothrips aculeata*, dessen Larven nach Bohls mitunter einander angreifen und aussaugen, wie auch tote Fliegen, die sich zufällig auf ihrer Nährpflanze finden. Während somit diese Art nur ausnahmsweise zu animalischer Nahrung greift, sind, wie E. Reuter nachgewiesen hat, die Larven des *Aeolothrips fasciata* völlig auf dieselbe übergegangen. Diese verschmähen jegliche vegetabilische Nahrung und scheinen auch in bezug auf die animalische schon ein so weit monophages Entwicklungsstadium erreicht zu haben, daß sie nur Thysanopteren (*Thrips communis*) sowohl Larven als ausgebildete Tiere verzehren.

Dagegen hat man sie nicht einander angreifen sehen, wie die vorige Art. E. Reuter bemerkt mit Recht, daß die raschen Bewegungen der *Aeolothrips*-Larven und die Geschwindigkeit, mit der sie ihre Opfer überfallen, ihnen ein augenfälliges Raubtiergepräge verleihen. Auch im Bau ihrer Mundteile weichen sie auf charakteristische Weise von den übrigen Blasenfüßern ab.

Bekanntlich leben die Larven der Pflanzenwespen (*Chalastrogastra*), wie auch der Name andeutet, stets von vegetabilischer Nahrung. Die Imagines gewisser Arten (*Diprion*, *Monoctenus*,

Blennocampa, einige Nematiden u. a.) dürften, wie Forsius mir mitteilt, überhaupt keine Nahrung zu sich nehmen, andere (*Hylotoma*, *Amasis*, *Athalia* u. a.) als Vegetarianer auftreten, indem sie hauptsächlich Honig, Staubbeutel und andere Blütenteile verzehren. Durch die Angaben von Klug und Hartig hat sich die Ansicht verbreitet, daß diese Insekten nie von animalischer Nahrung lebten, aber die Unrichtigkeit derselben ist von mehreren Verfassern, wie Taschenberg, Cameron und Enslin nachgewiesen worden, welche gesehen haben, daß Arten der Gattung *Tenthredo* und *Allantus* kleine Käfer und andere Insekten, die sie auf Blüten antrafen, auffraßen. Forsius hat mir ein Dutzend Arten genannt, welche er andere Pflanzenwespenarten, verschiedene Zweiflügler, Schmetterlings- und Fliegenlarven, ja selbst Schnecken hat verzehren sehen. Ich selbst habe mehr als einmal *Tenthredo*-Arten recht große Fliegen und Käfer auffressen sehen, und Konow scheint der Ansicht zu sein, daß die Pflanzenwespen als ausgebildete Tiere hauptsächlich von animalischer Nahrung leben. In ganz entgegengesetzter Richtung hat sich der Nahrungsinstinkt bei mehreren typisch karnivoren Arten entwickelt. Dies ist z. B. bei dem zu den Raubkäfern gehörenden, in Frankreich und Deutschland oft so schädlichen *Zabrus gibbus* der Fall. Makowski berichtet, daß ein anderer Raubkäfer, *Harpalus pubescens*, auf einem Gute in Kroatien sich in dem Grade vermehrte, daß er alle Räume vom Keller bis zum Dache überschwemmte und nicht nur mit der animalischen Nahrung vorlieb nahm, die sich am Orte vorfand, sondern auch jeglichen zugängigen Mehlvorrat verzehrte. Eine andere Art derselben Gattung, *H. ruficornis*, griff einmal, nach Ritzema Bos, in Scharen die Erdbeeren in einem Garten an. Einige Aaskäfer (*Silphidae*) haben in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gleichfalls einen gewissen Ruf als schädlich für mehrere Kulturpflanzen erhalten. So haben die Larven von *Blitophaga opaca* Verheerungen an Rüben, Gerste, Levkojen usw. angerichtet und die Larven einiger nahestehenden Arten an Rüben, Kohl usw. Ritzema Bos erwähnt auch, daß verschiedene Staphyliniden aus Mangel an animalischer Nahrung *Brassica*-Arten angreifen. In Schweden und Finnland haben *Trogophloeus*-Arten Melonen- und Gurkenpflanzungen verwüstet. In Amerika haben importierte Arten ihre normale Lebensweise aufgegeben und sind äußerst schädliche Insekten geworden.

Ferner können Insekten, die normal von faulenden Stoffen leben, sog. Nekrophagen, mitunter auch lebende Wesen angreifen. Ritzema Bos erwähnt, daß eine Fliege, *Lucilia sericata*, mitunter auf der schmutzigen Wolle junger Schafe lebt, und daß dann die ausgekrochenen Larven sich über den größten Teil des Körpers verbreiten, indem sie sich Gänge in die Haut fressen, so daß die Wollbekleidung abfällt. Hesse hat *Lucilia caesar* ihre Eier auf lebende Drosseljungten legen sehen. Auch unsaubere Menschen können dem Eierlegen gewisser Fliegenarten (*Lucilia* und *Sarcophila*) und dem verhängnisvollen Angriff ihrer Larven ausgesetzt sein, die sich in die Ohrenhöhlen, Nasenhöhle usw. hineinfressen. Unter den Käfern, deren Nahrungsinstinkt auf dieselbe Weise zufällig seine Natur verändert hat, sei auch der gewöhnlich von Kadavern lebende *Dermestes bicolor* erwähnt, der nach Kolbe mitunter junge Tauben angreift und ihren Tod verursacht. Hier sei auch erwähnt, daß de Rossi einen Totengräber, *Necrophorus germanicus*, einen Mistkäfer angreifen und verzehren sah.

Schließlich ist die Beobachtung gemacht worden, daß der normale Nahrungsinstinkt bei einigen Individuen gewisser Wespen- und Bienenarten eine deutliche Tendenz zum Parasitismus zeigt, eine Lebensweise, die bei anderen Arten dieser Gruppen schon völlig normal geworden ist. Auf diese Frage werden wir weiterhin zurückkommen.

Hiernach wird uns die merkwürdige Tatsache einigermaßen verständlich, daß der Nahrungsinstinkt nicht selten durch die Metamorphose des Insektes vollständig verändert wird. Ebenso wie gewisse Arten als Larven im Wasser leben, als ausgebildete Insekten in der Luft oder auf dem Lande, können solche, die im Larvenzustande hauptsächlich von Raub leben, im völlig ausgebildeten Stadium sich von Honig und süßen Flüssigkeiten nähren. Dies ist z. B. mit einer großen Menge Wespen der Fall. Die Larve des Schmetterlings kaut mit ihren scharfen Kinnbacken die Blätter der Pflanzen; der ausgebildete Schmetterling saugt mit seiner Spiralzunge den Nektar der Blüten. Auf dieselbe Weise, wie eine Wasserlarve sich in einen Luftbewohner verwandelt, wird nach durchlaufenem Puppenstadium die raub- oder blattfressende Larve ein honigsaugendes Insekt mit ganz neuen Instinkten und Lebensgewohnheiten, sowie ganz neuen, diesen entsprechenden Körperorganisationen. Eine solche von der

Metamorphose abhängige gänzliche Verwandlung des Instinkts zeigt uns mehr als alles andere, in welcher nahen Verbindung derselbe mit dem Körperbau steht.

Nicht weniger bemerkenswert als die Verschiedenheit des Nahrungsinstinktes in den verschiedenen Entwicklungsstadien einer und derselben Art ist der Umstand, daß dieser mitunter auch bei beiden Geschlechtern derselben Art wesentlich verschieden ist. So leben die Männchen zweier Mückenfamilien, *Culicidae* und *Melusinidae* (*Simuliidae*) von Pflanzensaft, während die Weibchen den von ihnen angegriffenen Tieren durch ihr Blutsaugen oft schwere Leiden verursachen. Desgleichen sind nur die Weibchen einer Fliegenfamilie, der für viele Säugetiere so lästigen Bremsen (*Tabanidae*), Blutsauger, und man hat angenommen, daß diese Nahrung für die Bildung ihrer Eier notwendig ist. Ein derartiger Unterschied in der Lebensweise findet sich auch, wenngleich äußerst selten, in anderen Insektenordnungen. Mjöberg z. B. fand, daß das mit Flügeln versehene Männchen des zur Familie der Miriden gehörenden Halbflüglers, *Systemonotus triguttatus*, an Pflanzen saugt, während das fast flügellose, stark an Ameisen erinnernde Weibchen sich im Bau der kleinen schwarzen Ameise, *Lasius niger*, aufhält, wo es die Larven und Nymphen derselben aussaugt.

Drittes Kapitel.

Der Nahrungsinstinkt: omnivore und herbivore Insekten.

Im folgenden geben wir einen kurzen Überblick der auffallendsten Erscheinungen, in denen sich der Nahrungsinstinkt und andere mit diesem im engsten Zusammenhange stehende Instinkte bei den omnivoren, herbivoren und karnivoren Insekten offenbaren.

In dieser Hinsicht er bieten die ersteren verhältnismäßig geringes Interesse. Da sie fast überall einen gedeckten Tisch finden, ist auch ihr Nahrungsinstinkt nicht genötigt gewesen, spezielle Auswege zur Erlangung der Nahrung ausfindig zu

machen. Je beschränkter aber die Wahl der Nahrung ist, um so größer werden die Anstrengungen, sie zu finden und um so eigentümlichere Formen nehmen auch die Instinkte an, die hierbei tätig sind.

Auch die herbivoren Insekten bedürfen in den meisten Fällen keiner besonderen Kunstgriffe, um ihren Hunger zu befriedigen. In der Art und Weise jedoch, wie die Pflanzen verzehrt werden, verhalten sich verschiedene Insektenarten höchst ungleich. Einige nagen die Blätter an der Wurzel ab, so daß sie bald abfallen und der größte Teil der sich anbietenden Nahrungsmenge verloren geht; andere fressen hier und da Löcher ins Blatt, welches dadurch vorzeitig welkt. Anders hingegen verhält es sich, wenn das Insekt am Rande des Blattes beginnt und diesen dann die ganze Zeit verfolgt; auch ein recht knapp bemessener Vorrat kann auf diese Weise ausreichen und einer Menge im Kampfe ums Dasein wetteifernder Einzelwesen das Leben erhalten. Allein unter den Schmetterlingslarven kann man ohne Schwierigkeit hinsichtlich ihrer Tätigkeit, sich auf dem kleinstmöglichen Nahrungsareal so reichliche Nahrung als möglich zu verschaffen, eine ganze lange Entwicklungsserie von Arten verfolgen. Von besonderem Interesse ist dabei noch die Beobachtung, daß auch verschiedene Individuen derselben Art hierin einen bedeutenden Unterschied in der Geschicklichkeit zeigen.

Bemerkenswert ist, daß eine nicht geringe Menge Insekten sich mit so stickstoffarmer Nahrung begnügt, wie das Holz, von dem sie sich nähren, sie gewährt. Solche Insekten finden sich speziell unter den Käfern, und zu ihnen gehört auch, bis auf wenige Ausnahmen, die ganze Ordnung der Termiten. Um aus dieser stickstoffarmen Nahrung seinen Lebensbedarf an Stickstoff zu erhalten, muß das Tier entweder unendlich viel fressen oder auch die aufgenommene Nahrung sehr sorgfältig ausnutzen. Ersteres ist auch mit vielen holzfressenden Insekten der Fall, letzteres mit einigen Käfern aus der Familie *Ipidae* (*Bostrychidae*), welche nach Escherich die Nahrung, die ihren Darmkanal passiert hat, nochmals anwenden, indem sie ihre eigenen Exkremente fressen.

Ein erwünschtes Resultat kann aber auch dadurch erzielt werden, daß das Insekt nicht die Holzmasse direkt verzehrt, sondern vorher gewissermaßen eine Konzentration der stickstoffarmen Nahrung zustandebringt. Das Insekt lebt nicht von der

Holzfasern, sondern von Pilzbildungen, die sich von dieser nähren und deren Mycel hier die Eiweißstoffe auch aus den entfernteren Teilen des Holzes sammelt und anhäuft.

Schon 1836 wies Schmiedberger nach, daß mehrere Arten der obenerwähnten Käferfamilie eigentlich nicht von Holzfasern in den Gängen lebten, die sie im Holze ausgruben, sondern von einem eiweißhaltigen Belage an der inneren Seite derselben, dem er den Namen „Ambrosia“¹⁾ gab. Im Jahre 1844 stellte Hartig fest, daß dieser Belag aus einem Pilzgewebe bestand, das aus der Holzfaser hervorwuchs. Erst 1897 wurde dieser interessante Gegenstand von Hubbard in Amerika eingehender studiert und 10 Jahre später von Neger in Deutschland. Obwohl die Resultate beider Forscher nicht völlig übereinstimmen, so sind beide doch in mehreren wesentlichen Einzelheiten einig. So haben sie festgestellt, daß in den Gängen verschiedener Käferarten sich verschiedene Pilzarten befinden, dieselbe Pilzart höchstens bei sehr nahe verwandten Arten. Dagegen ist die Pilzart beim selben Käfer, auch bei einer omnivoren Käferart, z. B. bei dem in Nadel- und Laubholz bohrenden *Xyleborus saxiseni*, stets die gleiche. Sie schließen hieraus, daß die Pilzart in den Gängen ein von der Nährpflanze unabhängiges, vom Käfer besorgtes Anbauprodukt ist.

Hubbard ist der Ansicht, daß das Muttertier bewußt die Sporen der erwähnten Pilze in die Gänge trägt und aussät. Neger hebt jedoch hervor, daß eine solche Annahme gar nicht nötig sei, sondern daß diese Sporen ohne Zutun des Mutterinsekts aus den von ihm verlassenen Gängen in die von ihm selbst verfertigten übertragen werden. In dem Gange, welcher zu ihrer Larvenwiege führt, und welchen diese Larve vor ihrem Austritt in die Welt zu passieren hat, werden nämlich, im Gegensatz zu dem, was in den Larvenwiegen der Fall ist, wirkliche Conidien in Menge erzeugt, und beim Passieren des Insekts durch den Gang werden die Sporen abgestreift und heften sich an die Behaarung oder Skulptur der Flügeldecken.

Die Beschaffenheit des Pilzgewebes an den Wänden der Gänge ist bei den verschiedenen Arten verschieden. Bald be-

¹⁾ Verschiedene Arten verhalten sich verschieden. So lebt nach Neger *Xyleborus dispar* fast ausschließlich von Ambrosia. *Xyloterus lineatus* auch von Holz.

steht es aus kettenförmig zusammenhängenden runden Zellen, die in unregelmäßigen Haufen angesammelt sind, bald wieder aus aufrechtstehenden Fäden, die an ihren Spitzen kugelförmige Zellen tragen, welche von Hubbard als Conidien bezeichnet werden, nach den Beobachtungen Negers aber mit diesen nichts gemein haben. Wahrscheinlich haben sie ihre Bedeutung nur als Nahrung für die Käfer und ihre Larven, von denen sie, wie Escherich beobachtete, abgebissen und verzehrt werden.

Zum Gedeihen der Pilze ist ein gewisser Feuchtigkeitsgrad nötig, und man findet auch, daß die Käfer, in deren Gängen sie vorkommen, nie ausgetrocknete Bäume angreifen, sondern nur solche, welche noch ausreichend Saft besitzen, am liebsten solche, bei denen dieser nicht ganz frisch ist.

Auch alle der den Ipiden nahe verwandten Familie der *Platypodidae* angehörigen Arten leben von Pilzen, die sich in Gängen entwickeln, welche von diesen Käfern in Holz ausgenagt werden. Bei den Weibchen einiger hierhergehörenden Gattungen hat sich auf dem Kopfe ein eigentümlicher, zum Aufsammeln von Pilzsporen bestimmter Borstenapparat ausgebildet, dessen Bedeutung erst klar wurde, nachdem man die Lebensweise der Arten entdeckt hatte. Bei *Mitosoma chapuisi*, welche Stroh-meyer kürzlich eingehender studiert hat, besteht diese Einrichtung aus fünf Borstenbündeln, von denen eines, das von der Mitte des unteren Randes der Stirn aus seine nach oben gebogenen und an der Spitze verzweigten Borsten stark fächerartig ausbreitet, der eigentliche Träger der Sporenklümpchen ist, während die zu beiden Seiten gelegenen, nach innen gebogenen Borstenbündel nur das Abfallen derselben verhindern.

Neger weist darauf hin, daß auch in den Gängen, die von einigen Bockkäfern, z. B. *Cerambyx scopoli* und *Tetropium luridum*, in Holz gebohrt werden, eine Pilzvegetation vorhanden ist. Ob diese für die Nahrung der Käfer von Bedeutung ist, bleibt noch zu entscheiden. Dagegen ist es nunmehr wohl bekannt, daß wirkliche Pilzkulturen in sehr großem Maßstabe von den Termiten auf einem Substrat aus zerkaulichem Holz betrieben werden, das von ihnen in besonderen, in ihren Behausungen aufgeführten Kammern angehäuft wird, sowie, daß Pilze in ähnlicher Weise von mehreren Ameisenarten kultiviert werden. Ein ausführlicher Bericht wird bei der Schilderung der Lebensweise dieser sozialen Insekten geliefert werden.

Viele Holzverzehrenden Insekten scheinen es jedoch vorzuziehen, ihre Nahrung in möglichst trockenem Zustande zu genießen. Derartige „Xerophagen“ sind mehrere in unseren Holzhäusern auftretenden Insekten, wie die in den Wänden bohrenden *Anobium*-Arten und gewisse Holzläuse (*Troctes Atropos*). Bei einer indischen Holzlaus, *Archipsocus recens*, hat nach Dampf dieses Bedürfnis nach trockener Nahrung den Instinkt ausgebildet, die mit Flechten bewachsenen Zweige, auf denen sie lebt, mit einem dichten vor Regen und Feuchtigkeit schützenden Gewebe zu überziehen. Unsicher scheint uns doch, ob der oben genannte Verfasser dieses Phänomen richtig gedeutet hat. Weiterhin werden wir Beispiele dafür anführen, wie die Insekten im Interesse ihrer Nachkommenschaft das Trocknen der Holznahrung besorgen.

Die phytophagen Insekten, von denen oben die Rede war, sind sämtlich mehr oder weniger schädlich für den Pflanzenwuchs, und viele von ihnen können verhängnisvolle Verheerungen anrichten. Ehe wir die Schilderung der Arten verlassen, die sich von vegetabilischen Stoffen nähren, dürfen wir die zahlreiche Kohorte von Insekten nicht übergehen, die sich im Gegenteil als wesentlich nützlich für die Vegetation erwiesen haben, ja ohne deren Beihilfe diese zum großen Teil nicht fortbestehen könnte. Bekanntlich beruht nämlich in einer großen Menge von Fällen die Befruchtung der Blüten ausschließlich auf dem Besuch der Insekten.

Die Vorliebe für süße Flüssigkeiten ist unter den Imagines der Insektenwelt sehr verbreitet, und wo sich solche Flüssigkeiten finden, werden sie meistens von einer Menge Insekten aufgesucht. Sie werden nicht selten auch von Arten aufgesogen und aufgeleckt, deren Hauptnahrung ganz anderer Art ist. Eine solche Nektarausscheidung findet allerdings auch an anderen Teilen der Pflanze statt, als in der Blüte, und diese extrafloralen Nektarien werden nicht selten von Wespen, Ameisen und einigen Käfern, besonders Marienkäfern, heimgesucht. Die Hauptausscheidung von Nektar findet gleichwohl in der Blüte statt, welche nicht selten spezielle Behälter für den von den Insekten begehrten Saft besitzt. Dieser Nektar bildet fast die ausschließliche Nahrung der Imagines aus der Ordnung der Schmetterlinge und auch großer Gruppen der Wespen, Fliegen und Käfer. Auch vereinzelte Vertreter anderer Ordnungen finden sich ein, um sich an dem von den Blüten bereiteten Tranke zu erfrischen.

T. N. W.

PRACOWNIA BIOLOGJI OGÓLNEJ

Da hierzu noch kommt, daß zahlreiche Bienen und Käfer von den Blüten einen Tribut an Samenstaub erheben, so steigt die Anzahl der blütenbesuchenden Insektenarten auf viele Tausende.

Für diese große Menge Insekten kann man in bezug auf die Geschicklichkeit, die sie bei ihrer Schatzung der Blüten an den Tag legen, eine Stufenleiter fortschreitender Entwicklung aufstellen von so plumpen Blütenbesuchern, wie zahlreiche Käfer, die sich an die offenen rad- oder diskusförmigen Blütenkronen halten, bis zu den für den Besuch in kunstvoll eingerichteten, geschlossenen und mit Honigssporen versehenen Blüten so speziell abgepaßten Arten, wie viele Schmetterlinge und die Honigbiene. Während eines unübersehbaren Zeitraumes haben Blüten und Insekten wechselweise sich dem gegenseitigen Bedürfnisse angepaßt, und sowohl bei ersteren als bei letzteren haben sich hierbei mitunter höchst merkwürdige in nächstem Zusammenhange miteinander stehende Gebilde entwickelt, die bei den Insekten von entsprechenden eigentümlichen Instinkten begleitet sind. Diese Erscheinungen bilden eines der interessantesten Kapitel der Biologie, aber ein Kapitel, das so umfangreich ist, daß wir nicht daran denken können, hier näher auf dasselbe einzugehen, sondern uns genötigt sehen, auf die Arbeiten von Sprengel, Delpino, H. Müller u. a., zuletzt noch v. Kirchner, zu verweisen, in denen dieser Gegenstand genauer behandelt wird. Letzterer äußert — wie es scheint mit Recht — in bezug auf die oftmals stark spezialisierten gegenseitigen Anpassungen in der Organisation der Blüte und der sie besuchenden Insekten, daß eine Erklärung auf Grundlage einer rein mechanisch wirkenden natürlichen Auswahl das Rätsel nicht mehr zu lösen vermöge, sondern daß hierbei im Organismus selbst wirksame Kräfte tätig sein müßten, ein Vervollkommnungstrieb oder ein inneres Bedürfnis und eine hierdurch hervorgerufene zweckentsprechende Reaktion oder irgend etwas anderes.

Was hierbei die Körperorganisation der Insekten betrifft, so ist hauptsächlich der Bau der Mundteile durch die Nektarnahrung beeinflußt worden. Zugleich aber hat bei den pollensammelnden Arten die Behaarung des Körpers und besonders die Struktur der Hinterbeine eine speziell für den Zweck geeignete Ausbildung erhalten.

Eigentlich sind es Fliegen, Bienen und Schmetterlinge, bei denen man die Mundteile speziell für Nektarsaugen adaptiert

findet. Bei den Bienen, welche lange röhrenförmige Blüten mit verborgenem Honigbehälter besuchen, sind Unterlippe und Maxillen bedeutend verlängert und haben eine größere Beweglichkeit erhalten. Ebenso verhält es sich mit den ausschließlich von Honig lebenden Fliegenarten. Das breite fleischige Labellum unserer gewöhnlichen Hausfliege ist in eine lange saugende Proboscis verwandelt, wie wir sie in den Familien *Syrphidae* und *Bombyliidae* finden. In ganz besonderem Grade sind die Unterkiefer der Schmetterlinge zu nektarsaugenden Organen umgewandelt, welche den Nektar oft auch in so tiefen Nektarien erreichen, zu denen weder Bienen noch Fliegen heranreichen. Sie bilden hier eine lange zusammenrollbare Röhre, und der Rachen, zu welchem diese leitet, kann durch Muskeln, welche seine obere Wand der des Kopfes nähern, zum Zweck des Saugens erweitert werden, so daß er als Pumpwerk dient. Fast alle Arten dieser Ordnung sind auf Nektarnahrung angewiesen, und bei einigen ist die Saugröhre, wenn sie ausgestreckt wird, so lang, daß sie bis an den Boden der tiefsten Kronentube reicht. So hat sie bei der brasilianischen Sphingide *Macroxilia cluentius* eine Länge von 8 engl. Zoll, und da sich auf Madagaskar eine Orchidee findet, deren Nektarbehälter ein Länge von 12 engl. Zoll besitzt und eine Nektarsäule von einem Zoll Höhe enthält, so setzt dies das Vorhandensein eines, bislang jedoch noch unentdeckten, Schmetterlings voraus, dessen Saugröhre eine entsprechende Länge besitzt.

Der Raum verbietet uns, wie gesagt, hier auf die spezielle Adaptation gewisser Insekten für spezielle Blüten, sowie auf die für diesen Zweck entwickelten speziellen Instinkte näher einzugehen. Einiges über diese Verhältnisse findet sich in einem anderen Kapitel (Kap. 22). Hier sei nur der auffallende Unterschied erwähnt, der sich im Benehmen der blütenbesuchenden Fliegen und Schmetterlinge einerseits, der Wespen und besonders der Bienen andererseits äußert. Die ersteren fliegen ohne Unterschied und unbekümmert um Farbe, Form und Art von einer Blüte zur anderen, um ihre Nahrung zu suchen, während die letzteren in dieser Hinsicht eine bestimmtere Auswahl treffen, und es gibt Arten, welche bei jedem Ausflug nur die Blüten einer einzigen Pflanzenart besuchen.

Schon H. Müller hebt hervor, daß dumme und unausgebildete Blütenbesucher sich von auffallenden Farben und Düften locken

lassen, auch wenn diese ihnen nichts zu bieten haben. Die geschicktesten Blütenbesucher hingegen finden, auch unabhängig von allen Lockmitteln, honigreiche Blüten und besuchen sie fleißiger als schon von weitem auffallende honiglose.

Schließlich einige Worte über die Sinne, welche die Insekten zu den Nektarquellen leiten. Sprengel, Delpino, H. Müller, Darwin, Lubbock, Knuth, Forel und ganz kürzlich Allard sind auf Grund ihrer Beobachtungen zur Anschauung gekommen, daß die Insekten hauptsächlich durch die Farbe der Blüten angelockt werden, mit anderen Worten durch den Gesichtssinn. Je auffallender die Farbe einer Blüte ist, von desto mehr Insekten wird sie besucht. Allard sah u. a. eine Biene (*Melissodes*) wiederholt lose Blätter der Baumwollblüte besuchen, die an einen Zweig befestigt worden waren.

Ferton hat beobachtet, daß die Bienen der Gattung *Andrena* und *Eucera* zu den von den Schaumzikaden erzeugten weißen Schaumflecken auf den Pflanzen fliegen und sie sogar berühren, offenbar weil sie sie mit den in der Nähe wachsenden weißen Blüten verwechseln. Diese Mißleitung des Gesichtssinnes ist ein Zeugnis dafür, daß er jedenfalls beim Insektenbesuch der Blüten wirksam ist. Gleichwohl stellen die erwähnten Verfasser keineswegs in Abrede, daß auch der Duft der Blüten anziehend auf die Insekten wirkt, und zwar nach H. Müller, mitunter in höherem Grade als die Farbe. Die große Bedeutung des Duftes in dieser Hinsicht ist auch von Nägeli, Errera und Gevaert hervorgehoben worden, und Plateau hat sich in einer Menge Abhandlungen zum Fürsprecher der Ansicht gemacht, daß in vielen Fällen der Duft fast ausschließlich den Blütenbesuch der Insekten leitet. Er fand im Gegensatz zu den erstgenannten Verfassern, daß auch verborgene Blüten zahlreich besucht werden, daß beispielsweise Bienen und Hummeln auf ihren Ausflügen ohne Unterschied verschieden gefärbte Varietäten derselben Blüte aufsuchen, daß die Blüten mehrerer Pflanzen nicht eher die Aufmerksamkeit der Insekten auf sich ziehen, als bis die Witterung so warm geworden ist, daß sie in reichlicher Menge Honig produzieren usw. Schließlich erinnert er daran, daß die Fazettenaugen der Insekten nur für Gesichtseindrücke in verhältnismäßiger Nähe geeignet sind, bei den Bienen auf 40—60 cm, bei den Hummeln 25—40 cm, und daß daher der Gesichtssinn das Insekt höchstens beim Aufsuchen

der einzelnen Blüte leiten kann, in der Wolke von Duft, die ihm aus sämtlichen Blüten an einer oder mehreren nahestehenden Pflanzen entgegenströmt. Der Duft, der das Insekt anlockt, ist jedoch, seiner Ansicht nach, nur der spezifische Nektarduft, denn alle Versuche, durch Übertragung verschiedener Blumenessenzen auf nicht duftende Blüten, Insekten anzulocken, ergaben negative Resultate; es läßt sich jedoch fragen, ob nicht die von ihm angewandten Essenzen Stoffe enthielten, die direkt abstoßend auf das feine Riechorgan der Insekten wirkten. Andreae hebt hervor, daß höherstehende Insekten sich im allgemeinen durch einen stärker entwickelten Gesichtssinn und einen direkten Flug auszeichnen, während die niedriger stehenden Arten im Gegensatz zu den ersteren einen schärfer entwickelten Geruchssinn besitzen und im allgemeinen kürzere Strecken fliegen. Zu dieser letzteren Kategorie zählt er auch die Dämmerungs- und Nachtinsekten, insbesondere auch die Nachtschmetterlinge. Was übrigens die Bedeutung der Farbe und des Duftes für die blütenbesuchenden Insekten betrifft, so weist er darauf hin, daß diese schon aus dem Grunde recht verschieden sein muß, daß die Farbe stets stabil ist, wiewohl infolge verschiedener Beleuchtungsverhältnisse mehr oder weniger in die Augen fallend, während der Duft zu verschiedenen Tageszeiten an Stärke wechselt und außerdem unter dem Einflusse des Feuchtigkeitsgehalts der Luft steht und vom Winde in verschiedene Richtungen verbreitet werden kann. Als Endresultat bisheriger Untersuchungen kann festgestellt werden, daß beim Blütenbesuch der Insekten unter gewissen Verhältnissen der Gesichts-, unter anderen ihr Geruchssinn, in zahlreichen Fällen aber beide zur Anwendung kommen.

Viertes Kapitel.

Der Nahrungsinstinkt: karnivore Insekten.

Von den pflanzenfressenden Insekten gehen wir nun zu denen über, die sich von tierischen Stoffen nähren. Eine nicht geringe Anzahl von Arten verzehrt nur tote Tiere und dient hierdurch als Gesundheitspolizei und Reinmacher in Wald und

Feld. Ein besonderes Interesse erbioten ihre Nahrungsinstitute im allgemeinen nicht. Bemerkenswert ist gleichwohl ihr in unglaublichem Grade entwickelter Geruchsinn, der sie in weiter Entfernung von der Anwesenheit der toten Tiere unterrichtet, die ihnen zur Nahrung dienen sollen. Wie wir unter den pflanzenfressenden Insekten Arten antreffen, die sich von den trockensten und an Nährwert ärmsten Stoffen nähren, ist dies auch bei den Necrophagen der Fall. Wenn von einem Kadaver nur noch Sehnen und Haare oder Federn übrig sind, so finden sich schließlich Insekten, wie die zur Familie der *Desmestidae* gehörenden Käfer, ein und vertilgen auch die letzten Spuren desselben.

Weit zahlreicher sind die Arten, welche nur lebende Tiere verzehren. Sie zerfallen in zwei große Gruppen: eigentliche Raubinsekten und Parasiten. Diese Gruppen sind jedoch tatsächlich nicht so scharf voneinander getrennt, sondern verschmelzen durch deutliche Übergangsformen miteinander. Während nun die Arten, die ihr ganzes Leben als Schmarotzer zubringen, mehr oder weniger das dieses Leben auszeichnende Gepräge tragen, so unterscheiden sich die Insekten, welche nur als Larven ein Schmarotzerleben führen, als Imagines in nichts oder sehr wenig von dem für ihre Ordnungen charakteristischen Typus. Dies ist z. B. mit den sog. Schmarotzerfliegen und Schmarotzerwespen der Fall. Strenggenommen sind diese, wenngleich sie der Sprachgebrauch als Schmarotzer bezeichnet, Raubinsekten, nur daß der Raub hier von den Larven allein verzehrt wird und dieses langsam und allmählich geschieht. Mit Recht bemerkt Adlerz, wenn man das Verhältnis, in welchem sie zu ihren Opfern stehen, als Schmarotzertum bezeichnen wolle, so müßten folgerichtig auch sie sog. Raubwespen und die solitären Wespen Schmarotzer genannt werden. Der einzige Unterschied liegt nämlich darin, daß diese Gruppen ihre Opfer einen mehr oder weniger gründlichen Lähmungsprozeß durchmachen lassen, der sie in den meisten Fällen der Fähigkeit beraubt, weitere Nahrung aufzunehmen, während die von Schlupfwespen heimgesuchten Insektenlarven anfangs ganz unberührt erscheinen und sogar einen Teil der gewöhnlichen Umwandlung durchmachen können. Dem Umstande, daß die Schmarotzerwespen ihre Opfer auf dem Platze liegen lassen, wo sie sie antrafen, während die Raubwespen und die solitären Wespen ihre gelähmte Beute in

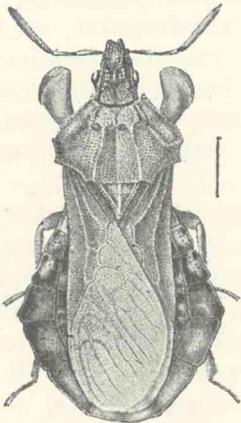
für diesen Zweck vorbereitete Zellen schleppen, ist nämlich keine allgemeingültige Bedeutung zuzumessen. Denn teils gibt es Raubwespen, die ihre Beute am Orte belassen, wo sie sie antrafen, wie die *Scolien*, *Tiphia*, *Methoca* und einige Pompiliden, teils sind gewisse zu den Schmarotzerwespen gehörende Arten aus der Gruppe der Bethyriden und Proctotrupiden dafür bekannt, daß sie Schmetterlingslarven in speziell aufgesuchte Verstecke schleppen, um auf ihnen ihre Schmarotzereier zu legen. Jedenfalls gibt es, wie Adlerz sagt, im Verhältnis aller der erwähnten Insektengruppen zu ihren Opfern einen gemeinsamen Zug: die Opfer sind dem Untergange geweiht.

Die ausgebildeten Insekten, die der oben geschilderten halb-schmarotzenden Kategorie von Raubinsekten angehören, interessieren uns weniger wegen ihrer Nahrungsinstinkte, als wegen der Instinkte, welche die Fürsorge für ihre Nachkommenschaft zum Zweck haben, und von denen weiterhin ausführlicher die Rede sein wird. Ihre Nahrung entnehmen sie meistens dem Nektar der Blüten, wenn auch dann und wann ein anderes Insekt oder eine Spinne ihrer Raublust zum Opfer fällt. Wenn sie nach Beute jagen, geschieht es eigentlich nur der Nachkommenschaft wegen, wobei sie, während der Jagd wenigstens, in zahlreichen Fällen hauptsächlich durch ihren Geruch geleitet werden. Die Antennen der hinsichtlich ihrer Lebensweise einander nahestehenden Raub- und Schmarotzerwespen besitzen daher häufig eine beträchtliche Länge und große Beweglichkeit, so daß sie ausgezeichnete Organe zum Wittern bilden.

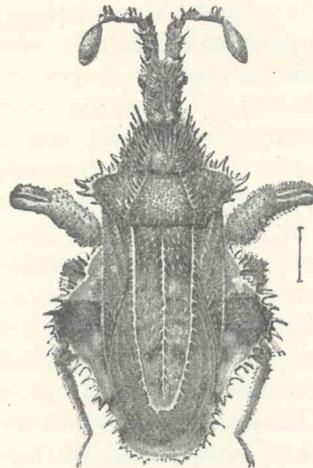
Das echte Raubinsekt dagegen wird beim Aufsuchen der Beute und bei der Jagd auf dieselbe, in den meisten Fällen wenigstens, hauptsächlich oder ausschließlich von seinem gut entwickelten Gesichtssinne geleitet, wovon die meist großen, stark vorstehenden Augen ein beredtes Zeugnis ablegen. Man betrachte nur eine Libelle, deren Kopf fast nur aus Augen und Kiefern besteht, während die Antennen zu zwei kurzen feinen Borsten zwischen den ersteren reduziert sind. Auch die im Wasser jagenden Raubkäfer, wie die allbekannten Rückenschwimmer *Notonecta*, sind mit stark entwickelten Sehapparaten versehen, während die Antennen in einer Grube zu beiden Seiten des Kopfes verborgen liegen. Bei den Raubkäfern (*Cicindelidae* und *Carabidae*) sind die Antennen allerdings ziemlich lang, aber einfach fadenförmig und es fehlen ihnen jegliche Erweiterungen,

die ihre Glieder bei einer großen Menge phytophager und koprophager Arten auszeichnen. Dagegen sind häufig die Augen, besonders bei den prachtvollen Sandjägern (*Cicindelidae*) sehr groß und vorstehend.

Auch der Bau der Beine bezeichnet oft den Raubtiertypus. So die flinken und geschmeidigen Springfüße der eben erwähnten Käfer. In vielen Fällen sind die Vorderbeine zu einem ausgezeichneten Fangapparat umgebildet, indem die Schenkel stark verdickt und außerordentlich kräftig sind und die meist verkürzten Schienen in eine Rinne auf der unteren Seite des Schenkels eingeklappt werden können, so daß das Ganze an ein



Figur 2.
Phymata crassipes.



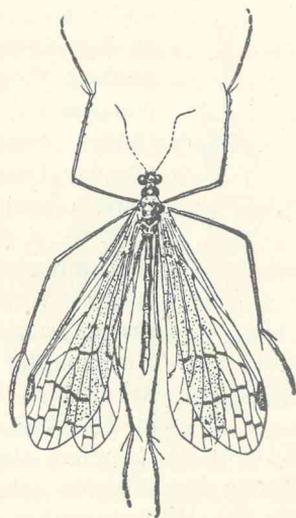
Figur 3.
Carcinocoris castetsi.

Taschenmesser erinnert. Die von diesem Apparat umschlossene Beute wird außerdem häufig noch durch verschiedene Stacheln an Schenkel und Schienen festgehalten. Solche Fangbeine trifft man bei den Arten der Gradflüglerfamilien *Mantidae* und der Netzflüglerfamilie *Mantispidae*, bei den zu den Familien *Belostomatidae*, *Naucoridae* und *Nerthridae* (*Mononychidae*) gehörenden Wasserwanzen, sowie bei den auf dem Lande jagenden Raubhalbfüglern *Reduviidae* (Unterfam. *Emesinae*) und *Macrocephalidae* (*Phymatidae*) (Fig. 2). Bei der zur letzteren Familie gehörenden Gattung *Carcinocoris* sind die Vorderbeine auf eine sehr eigentümliche Weise gebildet, die recht stark an den Bau

der Krebscheren erinnert (Fig. 3). Dagegen wird von den eigentümlichen sog. Schnabeljungfern oder den „Skorpionfliegen“ (*Bittacidae*), deren Leben in Nordamerika näher studiert worden ist, die Beute mittels des hinteren Beinpaares gefangen (Fig. 4). Man trifft sie gewöhnlich an feuchten Stellen an einem Grashalme hängend, in einer Stellung als ob sie schliefen. Gewöhnlich baumelt das eine oder andere der stark verlängerten Beinpaare in der Luft hin und her. Während dieses geheuchelten Schlummers ist das Insekt gleichwohl voller Aufmerksamkeit. Sobald sich eine Fliege nähert, wird das Beinpaar so lang als möglich ausgestreckt, und wenn die Fliege vorbeifliegt, wird sie mit einem raschen Ruck der gezahnten Tarsen ergriffen, die sich um die Fliege schlingen und das gefangene Tier zum Munde führen. Das Insekt bohrt jetzt den lang ausgezogenen Kopf oft bis an die Augen in die Fliege hinein und saugt sie aus.

Der Raubininstinkt hat mitunter seine umbildende Einwirkung bis auf so kleine Einzelheiten erstreckt, wie den Bau der Krallen. Dies ist z. B. bei gewissen, sonst nicht näher miteinander verwandten Halbdeckflüglern aus der Familie der Miriden (*Dicyphus*, *Macrotylus* u. a.) der Fall, die davon leben, daß sie kleine Insekten, meistens Fliegen und Mücken, aussaugen, die an den Stengeln und Blättern klebriger Pflanzen haften. Bei diesen Halbdeckkern sind die Krallen sehr klein und sichelförmig gekrümmt, die Arolien hingegen sehr breit und reichen bis an die Spitze der Krallen. Wegen dieses eigenartigen Baues der Krallen können die Tiere unbehindert auf den klebrigen Pflanzen hin und her laufen.

Schließlich sei noch auf die Bildung der Mundteile bei den Raubinsekten aufmerksam gemacht. Beißen dieselben, so sind die Oberkiefer gewöhnlich groß und scharf, mitunter, wie bei den Sandjägern, gezahnt; saugen sie, wie bei den Raubhalbdeckflüglern und den Raubfliegen, so ist das Rostrum oder die



Figur 4.
Bittacus strigosus.

Proboscis gewöhnlich kurz, aber kräftig gebaut und scharf; man vergleiche bloß den Mund der in unseren Wohnungen allgemeinen Fliegen, der Hausfliege (*Musca*) und der Stechfliege (*Stomoxys*). Mitunter zeigen auch die Mundteile einen für das Einfangen der Beute abgepaßten Bau. So ist bei der bekanntlich im Wasser lebenden Libellenlarve die Unterlippe zu einem gegliederten und an der Spitze mit zwei beweglichen Krallen versehenen Fangapparat umgeschaffen, der unter den Kopf zurückgezogen werden kann, bei Bedarf aber plötzlich nach vorne umgeklappt wird und die Beute einfängt. Eine nicht weniger merkwürdige Einrichtung, die zuerst von Meinert ausführlich beschrieben wurde,



Figur 5.
Stenus mit aus-
gestreckter
Zunge.

findet sich bei der an sumpfigen Stellen lebenden, zu den Kurzflüglern (*Brachelytra*) gehörenden Käfergattung *Stenus*, die sich durch ihren schmalen, stark punktierten Körper und ihre gewaltigen, kugelförmigen Augen auszeichnet. Sie besteht gleichfalls aus der Unterlippe, die in einer Länge vorgeschoben werden kann, die der des halben Körpers entspricht (Fig. 5). Der vorgeschobene Teil der Unterlippe besteht aus zwei Stücken, von denen das hintere, welches aus der verlängerten Bindehaut des Mentum besteht, röhrenförmig ist. In dieser Röhre kann durch starke Muskeln der vordere Teil vor- und zurückgeschoben werden, so daß die Spitze, wenn der Apparat nicht in Tätigkeit ist, nicht über das Kinn hinausreicht.

Kiesenwetter hat einzelne *Stenus* mit derart ausgestreckter Zunge herumlaufen sehen, und die Vermutung liegt nahe, daß sie mit Hilfe derselben auf irgendeine Art kleine Tierchen einfangen, von denen sie leben.

Im allgemeinen sind die Raubinsekten auf Raub angewiesen, der ihrer eigenen Klasse angehört; doch gibt es auch Arten, welche Wirbeltiere angreifen. Mehrere von diesen erzeugen nur vorübergehende Störungen, wie die meisten blutsaugenden Arten, Mücken, Bremsen u. a. Gleichwohl können gewisse Mückenarten der Familien *Melusinidae* (*Simuliidae*) durch ihr zahlreiches Auftreten den Tod des Tieres verursachen, das sie angreifen. Eine halbschmarotzende Lebensweise führen die zur Familie der Wanzen (*Cimicidae*) gehörenden Arten, welche Menschen und Tiere, die in ihrer Nähe hausen, wie Kaninchen, Ratten, Fledermäuse, Tauben und Schwalben, angreifen. Auch einige Raub-

wanzen aus der Familie der Reduviiden greifen den Menschen an. Diese Arten, die in Amerika ironisch „kissing-bugs“ genannt werden, können an den Stellen, wo sie ihren Saugrüssel hineingesenkt haben, schwere Tumoren erzeugen. Schließlich leben mehrere Fliegenlarven endoparasitisch sowohl auf Säugetieren als auf Batrachiern. In diesen Fällen ist jedoch selten eine Lebensgefahr vorhanden. In anderen aber führt der Angriff des Raubinsekts den Verlust des Lebens herbei. So greifen gewisse exotische Gradflügler kleine Vögel und Eidechsen an und Tomala sah auch die südeuropäische *Mantis religiosa* eine 8 cm lange Eidechse fangen und verzehren. Die Kinematographentheater haben in letzter Zeit einen lebhaften Kampf zwischen Larven eines Wasserkäfers (*Gaurodytes marginalis*) und einem Wassersalamander vorgezeigt, bei welchem letzterer schließlich von den ersteren getötet und ausgesogen wurde. Schon lange ist bekannt, daß diese Käferlarven auch für die Fischbrut äußerst schädlich sind. Auch mehrere Wasserwanzen richten beträchtliche Verheerungen unter derselben an. Die großen Arten der Familie *Belostomatidae* greifen Fische an, die doppelt so groß sind als sie selbst und töten sie, und von einer derselben berichtet eine amerikanische Zeitschrift sogar, daß sie bei ihren nächtlichen Ausflügen sich auf einem Specht niedergelassen, seinen Schädel durchbohrt und das Gehirn ausgesogen habe.

Die Methoden, welche die Insekten beim Überfall auf solche Opfer anwenden, die ihnen an Größe und Stärke überlegen sind, sind noch nicht genügend studiert worden. Aber auch wenn die Beute des Raubinsekts, wie es meistens der Fall ist, der eigenen Klasse angehört, so ist sie nicht selten dem Angreifer an Stärke und Verteidigungsmitteln gleich, mitunter selbst überlegen. In solchen Fällen zeigt dieser oft eine erstaunliche Kenntnis der Stelle, wo er die Beute verwunden muß, um sie so rasch als möglich außerstand zu setzen sich zu verteidigen. So hat Fabre beobachtet, daß die den Gattungen *Mantis* und *Decticus* angehörigen, von Raub lebenden Gradflügler beim Angriff auf eine größere Beute stets von hinten auf sie losstürzen und ihre Kinnbacken in die dünne Bindehaut zwischen dem Kopfe und Mittelkörper schlagen, wo sich der Nervenknotten befindet, von welchem der größte Teil der Bewegungen des Insekts abhängt. Diese Gradflügler befolgen somit ganz dieselbe Taktik wie die kleinen in den Blütenkelchen verborgenen Krabben-

spinnen (*Thomisus*), wenn sie aus ihren Verstecken die durch ihren Stachel so gefährlichen Bienen überfallen. Ebenso wie diese Spinnen verbirgt sich nach Perty auch eine Raubwanze, *Rhinocoris iracundus*, im Boden der Blüten, von wo aus sie die sie besuchenden Fliegen und Bienen überfällt, die sie am Nacken packt und aussaugt. Weiterhin werden wir Gelegenheit haben, nähere Bekanntschaft mit den bemerkenswerten Instinkten zu machen, die von den Raubwespen entwickelt werden, wenn sie Beute für ihre zukünftige Nachkommenschaft einsammeln.

In gewissen Fällen ist das Insekt genötigt, zur List zu greifen, um sich seinen Raub zu verschaffen.

Schon das ist wohl eine einfache Form von List, wenn das Insekt wie in den obigen Fällen, verborgen auf der Lauer liegt und beim Nahen einer Beute aus seinem Versteck hervorstürzt.



Figur 6.
Erdtunnel der *Cicindela*-Larve.

Mitunter wird aber dieses Versteck vom Tiere selbst hergestellt und die List hat sich jetzt mit der Kunstfertigkeit gepaart. Häufig bilden nämlich diese Hinterhalte nicht nur ein Versteck für das Insekt selbst, sondern auch eine wirkliche Falle für seine Beute.

Als einfacher Hinterhalt, zugleich aber als Schutz für das Raubtier selbst, dient noch der senkrechte Erdtunnel, den sich die Larve des bekannten prachtvollen Sandjägers (*Cicindela*) gräbt (Fig. 6). Hier hält sie sich verborgen, festgehalten von den Beinen und einem eigentümlichen Hakenapparat auf dem Rücken, nur die Kinnbacken ragen aus der Mündung hervor; sobald aber ein Insekt in die Nähe kommt, stürzt sie heraus, ergreift die Beute und zieht sich wieder in ihr Versteck zurück. Der ausgebildete Käfer jagt frei auf der Erde und zeichnet sich durch Schnelligkeit und Stärke aus.

Die zu einer anderen Abteilung der Familie der Cicindeliden gehörigen merkwürdig geformten Arten der tropischen Gattungen *Coryllis* und *Tricondyla* leben gleichfalls in röhrenförmigen Gängen verborgen, aber nicht in der Erde, sondern in zarten Zweigen, hauptsächlich verschiedener Arten noch wachsender Kaffeebäume. Das Käferweibchen sticht nach van Leeuwen

mittels ihrer Eierlegeröhre ein Loch in den Ast, das bis in die Mitte reicht, legt in den Boden ein Ei und füllt die Röhre mit dem Bohrmehl aus. Die junge Larve gräbt sich alsdann einen einige Zentimeter langen Gang durch das Mark nach oben und entfernt schließlich mit ihren zu Grabebeinen ausgebildeten vorderen Extremitäten alles Bohrmehl, so daß die Verbindung zwischen dem Gange und der Außenwelt frei wird. Hier lauert sie nun, selbst verborgen, auf allerlei vorübergehende Insekten, die sie angreift und verzehrt. Vor der Verpuppung schließt sie die Mündung des Ganges mit einem Pfropfen von einem vom Munde ausgeschiedenen, sich verhärtenden Sekret. Höchst bemerkenswert ist die Voraussicht, die sie dabei an den Tag legt, indem sie als Atemloch für die Puppe einen haarfeinen Kanal im Pfropfen offen läßt.

Wohl bekannt ist die Fallgrube des Ameisenlöwen oder der Larve der Ameisenjungfer (*Myrmeleon formicarium*), welche mit vier großen netzadrigen Flügeln auf Raub umherfliegt¹⁾. Der Körper dieser Larve ist eiförmig, weich, er hat sechs Füße am Thorax und einen platten Kopf, der leicht nach oben und nach hinten gebogen werden kann, und zwei lange spitze, hohle Mandibeln trägt, mit denen das Tier seinen Raub aussaugt. An trockenen, sandigen Stellen baut diese Larve ihre bekannte trichterförmige Fallgrube, auf deren Boden sie im Sande verborgen lauert, während nur der Kopf mit den langen, sensenförmigen Mandibeln hervorragt. Die Grube wird an solchen Stellen angelegt, wo häufig Insekten wandern, besonders in der Nähe eines Ameisenweges. Sie fallen dann leicht in die Grube und werden augenblicklich von der wachsamem Larve ergriffen. Entschlüpfen sie trotzdem und beginnen an der steilen Wand hinaufzuklettern, so steckt der Ameisenlöwe rasch seinen Kopf unter den Sand und wirft diesen in die Richtung, in welcher sich das entfliehende Insekt befindet, so daß dieses von einem Sandregen überschüttet wird, der es wieder auf den Boden der Grube wirft. Die Art, wie die Grube verfertigt wird, schildern Réaumur und andere folgendermaßen: Zunächst zieht der

¹⁾ Nicht alle zu dieser Familie gehörenden Arten legen als Larven solche Fallgruben an. So halten sich die Larven der *Formicaleo* und *Acanthaclisis* am Tage unter dem Sande verborgen und unternehmen in der Nacht Raubstreifzüge. Die Larven der Gattung *Dendroleon* leben in hohlen Bäumen und suchen dort ihre Beute auf.

Ameisenlöwe einen Kreis in den Sand und bestimmt derart den Umfang der zukünftigen Wohnung. Die Grube wird nun folgendermaßen ausgehöhlt: Die Larve setzt sich an einer beliebigen Stelle in die gezogene Kreislinie, bohrt den Hinterkörper in den Sand hinein, belastet mit einem der Vorderfüße, wie mit einem Spaten, ihren flachen Kopf mit Sand und wirft diesen durch einen heftigen Ruck mehrere Zoll außerhalb des Kreises. Auf diese Weise geht sie, stets rückwärts sich bewegend, den ganzen Kreis durch, bis sie schließlich den Ausgangspunkt wieder erreicht. Hierauf wird innerhalb des ersten Kreises ein neuer gezogen, und eine neue Furche ausgehöhlt, und dies wird so lange fortgesetzt, bis auch die Mitte des Trichters ausgegraben ist. Der Sand wird stets nur von der Innenseite des Kreises auf den Kopf geladen, obgleich es ebenso leicht mit dem nach außen liegenden Fuße geschehen könnte. Aber die Larve läßt sich nicht beirren, sondern arbeitet nur in der Richtung, welche die zweckmäßigste ist. Damit die Arbeit nicht zu ermüdend wird, wird jede zweite Furche in umgekehrter Richtung gezogen, so daß abwechselnd bald das rechte bald das linke Bein zur Anwendung kommt, somit keines überanstrengt wird. Sandkörner und kleine Steinchen werden über den Rand der Grube hinausgeworfen. Ist der Stein zu groß, so versteht das Tier, ihn, auch wenn er bis viermal schwerer ist als es selbst, geschickt auf seinen Rücken zu laden, worauf es mit seiner Last vorsichtig den Abhang hinaufkriecht, indem es durch abwechselnde Bewegungen der Körpersegmente das Gleichgewicht aufrecht erhält, und ihn außerhalb des Randes niederlegt. Bisweilen mißglückt der Versuch die ersten Male, wird aber so lange wiederholt, bis das erwünschte Resultat erzielt ist; bei diesen späteren Versuchen versteht der Ameisenlöwe, sich mit Vorteil der Furche zu bedienen, die durch das Herabgleiten des Steines entstanden ist. Erst nach wiederholten, mißglückten Versuchen gibt das Tier die Arbeit auf und beginnt an einer anderen Stelle einen neuen Trichter zu graben. Dieser ist bei erwachsenen Tieren oben etwa 8 cm breit und 5 cm tief; Umfang und Tiefe stehen jedoch nicht immer im gleichen Verhältnis zueinander.

Navas hat ganz kürzlich die Arbeitsmethode des Ameisenlöwen beobachtet und seine Schilderung derselben weicht von dem oben Gesagten etwas ab. Nach ihm läuft die Larve rückwärts ohne bestimmte Richtung und ohne irgendeine Linie oder Furche

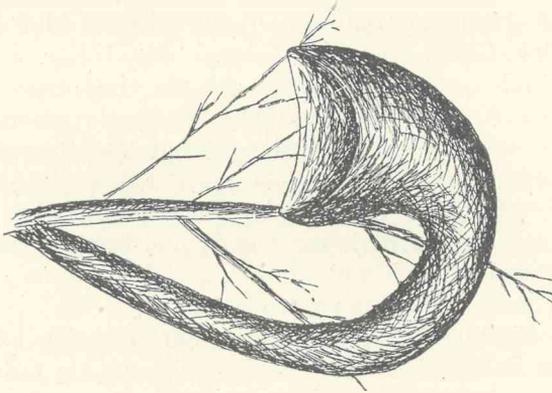
zu ziehen, bis sie einen zur Anlage des Trichters geeigneten Platz gefunden hat, dann geht sie sofort ans Werk. Das Abdomen und fast den ganzen übrigen Körper im Sande verborgen, belädt sie ihren flachen Kopf unter Zuhilfenahme der Vorderbeine mit Sandkörnchen, dann hebt sie sich plötzlich hoch und schleudert den Sand weit hinweg. Diese Operation wird, ohne den Platz zu ändern (höchstens daß die Larve sich um einen Punkt dreht), regelmäßig wiederholt; dadurch sinkt sie immer tiefer ein in dem Maße, wie der Kegel an Breite und Tiefe zunimmt. Die vollkommen konische Gestalt des Trichters ist eine notwendige Konsequenz der Schwerkraft, welche die Sandkörnchen auf der durch das Eingraben entstandenen schrägen Fläche nach unten gleiten läßt. Ist der Trichter fertig, so bleibt die Larve im Grunde desselben sitzen. — Außer diesen Typen kennt man in Süddeutschland und Frankreich eine, unserer gewöhnlichen Hausfliege nicht unähnliche Fliege (*Leptis vermileo*), deren Larve, der sog. Wurmlöwe, am Boden einer tieferen, aber weniger regelmäßigen Grube als der des Ameisenlöwen lauert, bis ein Insekt von selbst oder infolge des Sandes, womit es von der Larve beworfen wird, in die Grube fällt, worauf sich diese wie eine Schlange um die Beute ringelt und sie mit ihren Kiefern aussaugt.

Während diese Insekten Fallgruben für ihren Raub anfertigen, spinnen andere mehr oder weniger kunstvolle Netze, in denen sie denselben einfangen. Bis in die letzte Zeit ist man der Ansicht gewesen, daß die Fähigkeit derartige Netze zu spinnen ausschließlich den Spinnen eigen ist, nunmehr hat man aber gefunden, daß gewisse Insektenlarven in dieser Hinsicht mit ihnen wetteifern können. Diese Larven spinnen jedoch ihre Netze nicht in der Luft, sondern im Wasser, meistens in verschiedenartigen Bächen. Sie gehören sämtlich der Ordnung der Pelzflügler oder Köcherfliegen, *Trichoptera*, an und dem Larventypus, der von den Entomologen der campodeoide genannt wird.

Schon Thienemann und Esben Petersen beschrieben einige derartige Netze, aber erst im verflossenen Jahre hat Wesenberg-Lund eine ausführliche Darstellung ihrer verschiedenen Formen und der Entwicklung derselben auseinander gegeben. Die Grundform bilden, wie bei den übrigen Larven dieser Ordnung, die sog. Hülsenwürmer, eine an beiden Enden

offene Seidenröhre, in welcher sich die Larve versteckt hält. Beim campodeoiden Typus ist aber diese Röhre nicht wie sonst, oder nur äußerst selten, mit eingewebten fremden Partikeln bekleidet, was auch überflüssig ist, da die betreffenden Larven sich unter Pflanzen, vorspringenden Steinen, Holzstücken usw. verborgen halten. Eine große Menge dieser Larven hat jedoch das Wanderleben in derartigen Seidenröhren aufgegeben, sich an irgendeiner Stelle am Boden einen stehenden Wohnsitz erwählt und verfertigt sich nur lose Gewebe, welche je nach Bedarf an verschiedenen Lokalitäten verschiedene Formen annehmen. Die in ein Gewirr von Pflanzen tief eingedrungene und am hinteren Ende verankerte Röhre wird nicht selten gangförmig nach vorne verlängert (*Holocentropus*). Am Eingange sitzt die Larve auf Raub lauernd und kann sich bei drohender Gefahr rasch in die Tiefe der Röhre zurückziehen. Die Aussicht, auf diese Weise genügende Nahrung zu sammeln, ist jedoch verhältnismäßig gering, und die Larven einiger Arten stellen daher ihre Fertigkeit im Spinnen in den Dienst des Nahrungsbedarfs. Entweder wird vor der Röhre ein mit ihr in Verbindung stehender Vorhof gewebt, so daß die Wohnung in zwei Abteilungen geteilt ist, eine futterfangende vordere und eine als Schutz dienende hintere, oder aber es wird die ganze Röhre trichterförmig gemacht und tritt gänzlich in den Dienst der Ernährung, während nur der allerinnerste Teil als Wohnung dient. Der erstere Typus findet sich sowohl in stehendem als fließendem Wasser, der letztere nur in fließendem. Den ersten Anfang eines Vorhofes stellen zunächst nur die Stützfäden dar, die dazu dienen, die Röhre an naheliegenden Gegenständen zu befestigen und die, wenn sie etwas reichlicher als gewöhnlich gezogen werden, auch als Fangfäden dienen können (*Plectrocnemia*). Beim *Holocentropus* besteht der Vorhof aus einem scharf begrenzten, scheibenartigen, in der Mitte, wo die Röhre ausmündet, nur leicht trichterförmig ausgehöhlten Gewebe, in welchem kleine Tiere beim Vorüberstreifen hängen bleiben und von der im Zentrum lauernden Larve eingefangen werden. Die mechanische Kraft der schwachen Strömung hält das Netz genügend ausgespannt ohne weiteres Dazutun von seiten der Larve. Steht ein solcher Apparat mit dem Fangnetz gegen eine etwas stärkere Strömung gerichtet, so wird die Scheibe selbstverständlich von dieser eingewölbt, so daß sie mehr oder weniger trichterförmig wird und wir er-

halten jetzt den oben beschriebenen trichterförmigen Typus, der z. B. für die Gattungen *Polycentropus* und *Philopotamus* und in seiner extremsten Entwicklung für die Gattung *Neureclipsis* (Fig. 7) charakteristisch ist. Diese Typen können jedoch nur in relativ ruhig fließenden Bächen vorkommen. In rasch dahinstürzenden Gebirgsbächen würde der Strom bald ihre Fäden zerreißen, daher findet man sie hier an den Ufern abseits von den Wasserwirbeln. Um sich in derartigen Bächen heimisch zu machen, waren die Larven genötigt, andere Bauarten anzuwenden, wobei zwei verschiedene Richtungen sich geltend gemacht haben. In dem einen Falle wird das Hauptgewicht



Figur 7.
Fangnetz der *Neureclipsis bimaculata*.

auf die Ausbildung der Wohnröhre gelegt auf Kosten des Fangnetzes. Sie bildet auf der Oberfläche von Steinen schlangengleich gewundene Gänge, aus deren Mündung die Larve hervorkommt, ausschließlich auf die Nahrung angewiesen, die sich auf dem Steine findet und die dann oft vegetabilischer Art ist (*Tinodes*). Der andere Typus hat seine Vertreter in den *Hydropsychidae*, welche ihren Netzbau auf wunderbare Weise den Bedingungen im rasch fließenden Wasser angepaßt haben. Hier ist die Strömung zu stark, um einfach das Netz zu spannen, es muß daher fest verankert werden. Die ganze Behausung zerfällt in die beiden oben beschriebenen scharf getrennten Teile, den Vorhof und die untere Röhre. Das Fangnetz selbst wird hier seitlich vom Vorhof gesponnen, von Stengeln und Halmen

gestützt und an Steinen verankert; die Maschen sind außerordentlich regelmäßig, bedeutend größer als bei den Polycentropiden und die Fäden viel dicker. Netze dieser Art bereiten stets, da sie klein und schräg gestellt sind, weniger Widerstand, als wenn sie winkelrecht gegen die Strömung gerichtet wären. Der Vorhof hat allerdings seine Öffnung gerade der Strömung zugekehrt, da aber das Netz seitwärts liegt, wird seine Stellung, wie erwähnt, schräg; und das Wasser, das durch den ganzen Bau filtriert wird, bildet somit nur einen Teil des zurückgestauten Seitenstromes, dessen Kraft nicht so groß ist. Auch die untenliegende, mit einem Belag versehene Röhre liegt nicht in der Mittelachse selbst, sondern seitwärts von derselben. Auch dies dürfte eine Anpassung an die Ortsverhältnisse bilden. Da die Öffnung der Röhre nur ein Zehntel der Weite des Vorhofs besitzt, so muß verhindert werden, daß die einströmende Wassermasse ihren Weg durch die Röhre nimmt, da sie dadurch gesprengt werden würde; durch die schräge Lage derselben wird dies vermieden.

In diesen Fällen ist also der Raubinstinkt Hand in Hand gegangen mit der Entwicklung von Spinndrüsen, in anderen hat er Drüsen anderer Art ausgebildet, gleichfalls zum Zweck, die Erlangung der Nahrung zu erleichtern.

Viele Raubinsekten nisten sich auf die eine oder andere Art in den Behausungen der Ameisen ein, wo sie teils von ausgewachsenen Ameisen, teils von deren Eiern und Larven leben. Mehrere derselben haben im Laufe der Zeit eigentümliche Sekretionsorgane ausgebildet, welche auf nebenan befindliche Haarpinsel (Trichome) eine Flüssigkeit ausscheiden, die den Ameisen so sehr zu munden scheint, daß diese sonst so wachsamem Tierchen, dadurch verlockt, Eier und Larven den raubgierigen Gästen preisgeben. Auf diese eigentümlichen Verhältnisse werden wir bei den Lebensgewohnheiten der Ameisen näher eingehen.

Derartige Trichome finden sich bei Insekten, die nicht in Ameisenhaufen leben, äußerst selten, wo sie aber vorkommen, stehen sie fast stets in irgendeinem Verhältnis zu Ameisen. Ein solches Bündel gelber, zu einem Haarpinsel gesammelter Trichome, welche die Mündung einer speziellen Drüse umgeben, findet sich auf dem zweiten, scheinbar dem ersten Bauchsegmente einer auf Java lebenden Wanze, *Ptilocerus ochraceus*, die zur

merkwürdigen Unterordnung der *Holoptilinae* gehört. Der Trichompinself ist nach Jacobson dem Insekt in doppelter Hinsicht von Nutzen; einerseits schützt er dasselbe vor dem Angriff der Ameisen, andererseits verschafft er ihm seine Nahrung. Wo dieses Insekt vorkommt, findet sich nämlich stets eine große Menge, zur Art *Dolichoderus bituberculatus* gehöriger Ameisen ein, die eifrig an der Flüssigkeit naschen, die aus den erwähnten Bauchdrüsen ausgeschieden wird. Diese Flüssigkeit ist aber keineswegs ohne ernste Folgen für die Ameisen; durch allzu reichlichen Genuß derselben werden sie von einer Lähmung betroffen, die nicht selten zum Tode führt. Unterhalb des Bambusrohres, auf welchem die Wanze sitzt, findet man zahlreiche Ameisen schlafend oder tot auf der Erde liegen. Diese wartet gewöhnlich geduldig, bis sich die Lethargie einer saugenden Ameise bemächtigt, worauf sie sie angreift und aussaugt ohne Furcht, daß sie von ihren Waffen Gebrauch macht. Hier hat die Natur wahrlich eine Prachtprobe von arger List geliefert.

Eine in ihrer Art recht eigenartige Form hat schließlich der Raubinstinkt bei einer großen javanischen Raubfliege, *Bengalia latro*, angenommen. Diese Fliege erspart sich nämlich die Mühe, selbst die Beute anzugreifen, von der sie lebt, sondern zieht es vor, sie von den hauptsächlich von Raub lebenden Ameisen (*Pheidologeton diversus*) zu rauben, zu welchem Zweck sie sich auf den lebhaft benutzten Wegen derselben niederläßt. Hier sitzt sie nach E. Jacobson auf einem etwas erhöhten Gegenstande auf der Wacht und wirft sich über die mit Raub beladenen Ameisen, welche im plötzlichen Schreck unvorsichtig ihre Beute fallen lassen, mit welcher die Fliege nun davonfliegt, wobei sie den Raub, wie es scheint, ausschließlich mit dem Rüssel festhält. Ist die Beute vegetabilischer Art, was bisweilen vorkommt, so wird sie fortgeworfen, sobald die Fliege dahintergekommen ist. Ist sie so groß, daß sie von mehreren Ameisen gleichzeitig geschleppt wird, so wird sie mit diesen zusammen von der Fliege aufgehoben und wiederholt wieder auf die Erde gelegt, bis die Ameisen sie losgelassen haben.

Fünftes Kapitel.

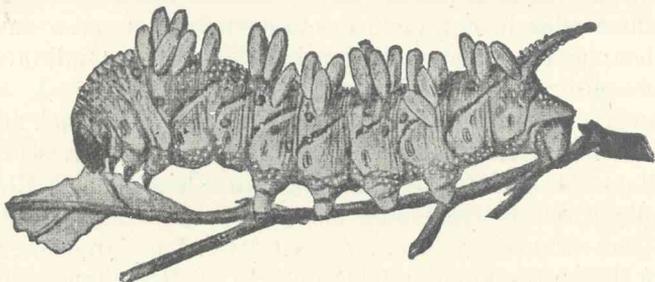
Der Nahrungsinstinkt: Parasitismus.

Im vorigen Kapitel sahen wir, wie die Natur die verschiedensten Auswege findet, um die karnivoren Insekten mit der erstrebten, oft schwer zugänglichen Nahrung zu versehen. Ein weiteres Mittel hierzu bildet der Parasitismus.

Mit dem Namen parasitische Insekten bezeichnet der tägliche Sprachgebrauch Arten, welche manchmal, in bezug auf ihre Lebensgewohnheiten, weit getrennten Kategorien angehören.

Eine dieser, welche wesentlich von den wirklichen Parasiten abweicht, besteht aus den sog. Futterparasiten. Diese leben „parasitisch“ nur im Larvenzustande, indem das Muttertier seine Eier auf den Nahrungsvorrat legt, der von anderen Insekten für die eigenen Larven zusammengetragen worden. Dabei wird sehr oft das ursprüngliche Ei entweder direkt vom eindringenden Insekt oder seiner aus dem Ei ausgekrochenen Larve verzehrt, oder es bringt später die „Parasitenlarve“ die Wirtslarve ums Leben. Insekten, die zu dieser Kategorie gehören, trifft man sowohl in der Ordnung der Wespen als der Käfer. In einigen Fällen beschränkt sich die animalische Nahrung der parasitischen Larve nur auf das Ei des Wirtes, das geöffnet und ausgesogen wird, während die zur Verfügung stehende Nahrung selbst rein vegetabilischer Art ist, und mitunter, wenn das Ei schon vom eindringenden Insekt verzehrt worden ist, erhält die Larve nicht die geringste animalische Speise. Derartige Fälle kommen bei Futterparasiten in den mit Honig und Pollen gefüllten Zellen der Bienen vor, und hier bestehen die Parasiten entweder aus Käferlarven oder Schmarotzerbienen. Sie stehen keinesfalls in irgendwelchem genetischen Zusammenhange mit karnivoren Insekten und fallen daher streng genommen gänzlich außerhalb des Ramens dieses Kapitels. Eine andere Art von Futterparasiten treffen wir in den Nestern der Raubwespen und der gemeinen Wespen, wo sie, nach Vernichtung des Eies oder der Larve des Besitzers, die für diese gesammelte, aus mehr oder weniger gelähmten Insekten bestehende Beute verzehren. Sie übernehmen hier ganz einfach die Rolle der Wirtslarve und ihr Leben ist tatsächlich nicht mehr parasitisch als das der ersteren.

Im vorigen Kapitel (S. 26) haben wir schon hervorgehoben, daß auch die sog. Schmarotzerwespen und Schmarotzerfliegen weit mehr mit den Raubinsekten übereinstimmen als mit den echten Parasiten. Auch währt ihr sog. Parasitismus wie der der erwähnten Futterparasiten nur während der Larvenperiode, und der „Parasit“ unterscheidet sich vom Raubinsekt wesentlich nur durch die Langsamkeit beim Verzehren des Raubes, sowie dadurch, daß er im allgemeinen selbst keine Anstrengungen zum Einfangen desselben zu machen braucht, da das Muttertier das Ei, aus welchem er auskriecht, in das Futter hinein oder auf dasselbe gelegt hat. Das Töten und Verzehren des Raubes, des sog. „Wirtes“, ist normal auch in diesen Fällen das Endresultat.



Figur 8.

Sphinxlarve, aus welcher die Schmarotzerwespenlarven ausgekrochen sind und sich verpuppt haben.

Als Imago weicht das Insekt in nichts vom allgemeinen Typus ab, der die Ordnung auszeichnet, welcher es angehört; Degenerationsformen lassen sich kaum nachweisen. Man betrachte bloß die prachtvoll metallglänzenden Goldwespen, *Chrysididae*, oder die oft großen zierlichen Arten der Wespengruppe, die vorzugsweise als Schmarotzerwespen (*Ichneumonidae s. l.*) bezeichnet werden. Sie bilden eine außerordentlich zahlreiche Gruppe verschiedener Familien. Allen gemeinsam ist die Fähigkeit, die Beute zu wittern, auf welcher das Ei angebracht werden soll. Bald wird dieses außen befestigt, bald wird es durch eine längere oder kürzere Eierlegeröhre in den Körper hinein versenkt, der zum Wirt der zukünftigen Schmarotzerlarve bestimmt ist. Im ersteren Falle lebt die Larve, anfangs wenigstens, ectoparasitisch, vermag aber oft auch von außen her, auf die eine oder andere Art, den größten Teil des Körperinnern auszunutzen. Im letzteren

Falle lebt die Larve endoparasitisch. Besonders sind es Insektenlarven, die diesen Wespen ausgesetzt sind. Bald beherbergt der Wirt eine einzige Parasitenlarve, bald recht viele, die dann einer kleinen Wespenart angehören. Aber auch die Insekteneier sind nicht selten dem Parasitismus von Wespenlarven ausgesetzt, die dann natürlich äußerst kleinen Arten angehören. Einige Arten — man kennt ihrer nach Schulz und Ruschka gegenwärtig etwa vierzehn — suchen sogar die am Boden von Bächen und Wasseransammlungen ruhenden Eier der Wasserinsekten auf, zu denen sie mitunter mit Hilfe der Flügel sehr rasch heranschwimmen. Man kann sich überhaupt keinen so verborgenen Ort denken, der nicht von der unendlich feinen Witterung der Schmarotzerwespe entdeckt würde; selbst nicht im Holzinne der Bäume oder in der Tiefe der Erde lebende Larven entgehen derselben; und in solchen Fällen sind die Wespen mitunter mit Eierlegeröhren von ungeheurer Länge ausgerüstet.

Auch in vielen anderen Insektenordnungen finden sich mehrere Familien, deren Larven eine „parasitische“ Lebensweise führen. Besonders ist dies in der Ordnung der Fliegen der Fall; aber auch die Käfer bieten einige bemerkenswerte Beispiele hierfür.

Wenn wir somit, trotz des irreleitenden Sprachgebrauchs, die erwähnten Insekten fortfahrend nicht als Parasiten betrachten, sondern sie einer besonderen Kategorie von Raubinsekten zuzählen, so müssen wir gleichwohl zugeben, daß sich zwischen diesen beiden Begriffen keine scharfe Grenze ziehen läßt, weshalb diese Kategorie mit dem Namen parasitenartige Raubinsekten bezeichnet werden könnte. Die entomologische Literatur kennt mehr als ein Beispiel dafür, daß neben dem Ichneumoniden auch sein Wirt, in diesen Fällen gewöhnlich ein Schmetterling, fortlebte, seine ganze Entwicklung durchmachte und Imago wurde. Derartige Fälle, wo der Angriff der Wespe nicht den Tod zur Folge hatte, stehen schon auf der Schwelle des wirklichen Parasitismus. Nach dem Vorgange von van Beneden hat man nämlich als echte Parasiten solche Tiere bezeichnet, die, ohne verhängnisvolle Folgen für das Leben zu bedingen, auf Kosten anderer Tiere leben, indem sie sich vom Blut derselben, einzelnen Organen oder Produkten dieser Organe nähren, welche dem Wirte selbst von Nutzen sind. Diese Unterscheidung ist jedoch nicht konzis, denn auch die erwähnten Schmarotzerwespen und -fliegen verzehren nicht die ganze Beute, wie die gewöhnlichen Raub-

insekten. Im Gegenteil greifen auch sie nur bestimmte Organe an, hauptsächlich den Fettkörper und die Muskulatur, und vermeiden vielfach sorgfältig die Organe zu schädigen, deren Verzehren den Tod des Opfers beschleunigen würde.

Andererseits hängt der tödliche oder nicht tödliche Ausgang des Angriffs nicht selten von äußeren ganz zufälligen Umständen ab, und kann daher nicht die distinktive Bedeutung besitzen, die man ihm zuerteilt hat. So ist das angegriffene Tier mitunter im Verhältnis zum angreifenden Insekt so groß, daß der Angriff keine Gefahr für das Leben in sich birgt, wenn er auch größere oder geringere Unannehmlichkeiten verursacht. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Insekt seine Eier auf Wirbeltiere legt. *Lucilia bufonivora* legt sie z. B. in die Augen von Kröten, worauf die Larven Gesichtsteile des Batrachiers angreifen. Auch aus Australien werden Fliegenlarven erwähnt, die an Kröten zehren. Larven der *Lucilia hominivora* greifen in Guyana auf gleiche Weise lebende Menschen an. Larven der *Sacrophila*-Arten, wie *S. wohlparti* in Rußland, fressen sich in die Augen-, Nasen-, Gaumen- und Stirnhöhle von Menschen, besonders von Kindern, hinein, und erzeugen ungeheure Leiden. Die Larven der zur Fliegenfamilie *Oestridae* gehörenden Arten der Bremen oder Dasselfliegen leben teils in den Höhlen des Kopfes, teils in der Bauchhöhle, speziell im Magen, teils unter der Haut verschiedener Säugetiere. In heißen Ländern greift eine Art sogar Menschen an. Treten solche Larven in sehr großer Menge oder in besonders edeln Organen auf, so können sie leicht den Tod ihres Wirts verursachen, somit dasselbe Resultat erzielen, als wenn ihre Beute der eigenen Klasse angehörte; in beiden Fällen beruht der Tod auf einem reinen Zufall, und ebenso ist es ein Zufall, wenn er in anderen Fällen nicht erfolgt, und zwar, weil der Wirt eine so bedeutende Größe besitzt, und nicht, weil es in der Natur der Sache selbst läge. Die ökologische Erscheinung an und für sich ist ganz dieselbe wie beim Angriff der Schmarotzerwespen und -fliegen auf Tiere ihrer eigenen Klasse. Dies geht auch daraus hervor, daß diese „Parasiten“ der genannten Wirbeltiere gleichfalls nicht die geringste Spur von Degeneration zeigen. Ihr ganzer Körperbau ist ja ein ganz anderer als der von deutlicher Degradation zeugende der echten Endoparasiten der Vertebraten aus der Klasse der Würmer, auch wenn er mitunter Charaktere aufweist, die zum Zweck eines entozoischen Lebens

erworben wurden. In den obenerwähnten Fällen besteht nur ein ganz unwesentlicher Unterschied zwischen den „parasitischen“ Fliegenlarven und solchen, die mitunter durch einen reinen Zufall schon als Eier in den Darmkanal des Menschen geraten, wo sie ausgebrütet werden und nur so lange leben, bis die Zeit der Verpuppung naht, wo sie ihren Wirt verlassen.

Wahrscheinlich haben die Lebensgewohnheiten der ersteren ursprünglich ihre Wurzel gerade in solchem anfangs mehr oder weniger rein zufälligen „Parasitismus“. Die Borsten und Dorne, welche man z. B. auf dem Körper der Bremenlarven antrifft, und die ihnen bei ihren Wanderungen durch die Muskulatur vorwärts verhelfen, sind kaum parasitische Adaptationscharaktere, sondern analog derartigen Gebilden, welche bei anderen Fliegenlarven oder Fliegenpuppen angetroffen werden, die sich ihren Weg z. B. durch faules Holz hinaus ins Freie bahnen.

Wir finden somit, daß es recht schwierig ist, eine bestimmte ökologische Grenze zwischen Raubinsekten und Parasiten zu ziehen. Die einzige wirklich stichhaltige Charakteristik der letzteren ist morphologischer Art. Erst dann tritt der echte Parasit hervor, wenn seine Lebensweise seiner Körperkonstitution ein bestimmtes, eigenartiges Gepräge aufgedrückt hat; und solche echten Parasiten haben sich vermutlich allmählich aus Formen entwickelt, die eine längere Zeit ein ähnliches parasitenartiges Dasein führten, wie die eben erwähnten Fliegen.

Beleuchten wir dies durch einige Beispiele. Unter den Wanzen findet sich eine Familie, *Anthocoridae*, welche aus typischen kleinen Raubtieren besteht, die das Blut anderer Insekten aussaugen; aber unter ihnen gibt es doch schon eine Art, *Lyctocoris campestris*, welche dann und wann auch Warmblüter angreift und besonders in Vogelnestern angetroffen wird. Die Arten dieser Familie sind habituell den übrigen Halbdeckern noch recht ähnlich, sie sind mit zwei Paar Flügeln versehen, von denen das obere in der Ruhe das untere deckt und in der vorderen Hälfte leder-, in der hinteren hautartig ist. Aber dieser Familie sehr nahe verwandt ist eine andere, die der uns wohlbekannten Bettwanzen (*Cimicidae*), deren Gattungen sich ausschließlich vom Blute der Säugetiere oder Vögel nähren. Wenngleich noch nicht reine Epizoën, haben sie doch schon gewissermaßen die Schwelle des Parasitismus überschritten. Sie verbergen sich in den Spalten, die sich in den Wohnungen ihrer

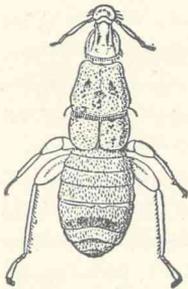
Wirte finden, und ihr Körper ist daher breit und platt geworden. Von hier aus kommen sie bei passender Gelegenheit hervor, um ihre Wirte, Fledermäuse¹⁾, Nager, Tauben, Hühner, Schwalben und andere Vögel, anzugreifen, indem sie sich zwischen deren dichter Haar- oder Federbekleidung einnisten. Hier saugen sie ihre Nahrung, indem sie mit ihrem Rostrum die Haut des Tieres durchbohren, und halten sich auch sonst während seiner Ausflüge an ihm fest, indem sie sich so von Stelle zu Stelle tragen lassen. Durch derartige passive Wanderungen wird die Verbreitung der Parasiten vermittelt, und da infolgedessen die Flügel überflüssig geworden sind, sind sie zu ganz kleinen lappenartigen Anhängen zu beiden Seiten der Scutella verkümmert.

Diese Wanzen zeigen uns schon deutliche Spuren der Degeneration, welche die bequeme parasitische Lebensweise der Art mit sich führt. Noch deutlicher aber tritt dieses bei einer anderen Wanzenfamilie hervor, deren Arten sich wahrscheinlich allmählich von Vorfahren ausgebildet haben, die mit denen der Bettwanzen zusammen auf Fledermäusen lebten²⁾. Die gegenwärtig bekannten zehn Arten dieser Familie, *Polycytenidae*, leben alle auf diesen Tieren und haben sich ganz dem Parasitismus ergeben, indem sie vollständige Epizoön geworden sind, die ihren Wirt nur verlassen, um sich auf einen neuen zu versetzen. In Übereinstimmung hiermit haben auch die allgemeine Form des Körpers und alle seine Organe eine Umwandlung erfahren, und es ist ein Typus entstanden, der uns den echten Parasiten in seiner vollkommenen Degradation zeigt. Die Gesichtsorgane, sowohl Augen als Ocellen, sind gänzlich verschwunden, Antennen und Beine in hohem Grade verkürzt, um den Bewegungen zwischen den Haaren des Pelzes nicht hinderlich zu sein. Der flache Körper der Cimiciden ist bei den *Polycyteniden* wie bei den meisten Epizoön viel schmaler geworden, und nach vorne zu ab-

¹⁾ Von diesen sind die Bettwanzen wahrscheinlich schon in der Troglodytenperiode des Menschen auch in seine Wohnungen eingeschleppt worden, in denen sie jetzt vielfach ebenso unangenehme, als hygienisch gefährliche Gäste geworden sind.

²⁾ Von großem Interesse ist die von Rotschild gemachte Entdeckung, daß die Schienen einer kürzlich von ihm beschriebenen, auf Fledermäusen lebenden Wanzenart, *Loxaspis*, ebenso wie bei den *Polycyteniden* scheinbar gegliedert sind. Derartige scheinbar gegliederte Schienen finden sich übrigens merkwürdigerweise auch bei den gleichfalls auf Fledermäusen parasitierenden Arten der Fliegenfamilie *Nycteribüidae*.

geschmälert. Der Kopf ist hinten breiter, aber die erweiterten Seiten am Pronotum sind verschwunden, wodurch die Seitenränder dieser beiden eine einzige fortlaufende Linie bilden, so daß die Krallen der Fledermaus hier keine hervorstehenden Punkte zum Angreifen finden. Der Mundschild ist durch ein bewegliches Gelenk am Kopfe befestigt und das Rostrum selbst kürzer als dieser, beides Einrichtungen, die das Tier beim Blut-saugen an der Haut festhalten. Die Vorderbeine sind sehr kurz, besitzen stark verdickte Schenkel und bilden ausgezeichnete Greiforgane. Zugleich hat sich bei den Polyceteniden ein Organ entwickelt, die sog. Ctenidien, indem gewisse Ränder von Körpersegmenten eine Reihe kleiner, nach hinten gerichteter Vorsprünge tragen, die an die Zähne eines Kammes erinnern und dazu beitragen, die Haare des Wirtes zu umfassen und festzuhalten. Derartige Ctenidien finden sich auch bei einer Menge anderer im Pelz von Säugetieren lebenden Parasiten, so bei den Flöhen, den auf Fledermäusen parasitierenden flügellosen Fliegen aus der Familie der Nycteribiden, dem auf dem Biber lebenden Käfer *Platypsyllus castoris* u. a. Bei den Polyceteniden konnte Horvath,



Figur 9.
Polycetes lyrae.

der eine interessante Abhandlung über ihre parasitäre Adaptation geschrieben hat, die Entwicklung dieser Ctenidien stufenweise verfolgen. Bei der südamerikanischen Gattung *Hespero-ctenes* bilden sie nur eine einzige unvollständige Reihe unter dem Kopfe, bei den afrikanischen und asiatischen Arten ist dieselbe stärker entwickelt und vollständig, dazu treten Ctenidien auch auf der Oberseite des Körpers auf, anfangs bloß am hinteren Rande des Hinterkopfes (*Eoctenes*), später auch am hinteren Rande des Pronotum (*Polycetes*), und schließlich auch am hinteren Rande der Deckflügelstümpfe (*Ctenoplax*, *Hemischizus*). Hand in Hand hiermit hat sich die parasitäre Adaptation der hinteren Beinpaare ausgebildet, die bei den amerikanischen Arten noch bedeutend länger und mit einfachen an die der Cimiciden erinnernden Krallen versehen sind, während sie sich bei den Arten der alten Welt verkürzt haben, und eine der Krallen verlängert, gespalten und zu einem Organ umgebildet worden ist, das sich dazu eignet, die Haare des Wirtes zu umfassen.

Wir haben die obigen zur Ordnung der wanzenartigen Insekten gehörenden Parasiten hier etwas eingehender behandelt, um dem Leser eine Vorstellung darüber zu geben, wie in derartigen Fällen die Lebensweise allmählich die Körperorganisation umbildet und ihr ihr Gepräge verleiht. Was die übrigen ähnlichen Fälle betrifft, sind wir genötigt uns kurz zu fassen und führen nur die bemerkenswertesten unter ihnen an.

Zunächst seien die parasitischen Formen von Insekten erwähnt, welche gleich den Halbdeckern nur eine unvollständige Metamorphose durchmachen, so z. B. der blinde, im Pelz der Hamsterratte (*Cricetomys*) sich aufhaltende Ohrwurm *Hemimerus talpoides*, dessen Lebensweise von Heymons näher studiert worden ist. Die meisten hierhergehörenden Arten gehören den großen, ausschließlich auf warmblütigen Tieren epizoischen Familien *Mallophaga* und *Siphunculata* an. Ihre Lebensweise hat ihrem platten, gänzlich flügellosen Körper und ihren kurzen oft mit Haftapparaten versehenen Gliedern ihren unverkennbaren Stempel aufgedrückt. Die ersteren, welche noch beißende Mundteile besitzen und meistens von der Epidermis ihrer Wirte leben, haben sich wahrscheinlich, wie u. a. Kellogg ausführlich nachzuweisen versucht hat, aus Formen entwickelt, die den jetzigen Baumläusen *Copeognatha* oder *Psocidae* nahestanden haben, von denen ein Teil flügelloser Arten u. a. in dem Material angetroffen wird, das die Nester der Vögel bildet. Die letzteren Insekten, die eigentlichen Läuse, sind wahrscheinlich als zum Blutsaugen umgeschaffene Mallophagen zu betrachten. Diese beiden Ordnungen bilden äußerst sprechende Beweise für die Einwirkung der Lebensweise auf die Umgestaltung der ganzen Körperorganisation und speziell für die große Bedeutung des Parasitismus in dieser Hinsicht. Diese Degeneration spiegelt sich auch in der niedrigen Entwicklung der Instinkte wieder, deren Hauptaufgabe darin besteht, das Individuum von einem Wirt auf den anderen zu transportieren und hierdurch die Art zu verbreiten. In vielen Fällen dürfte diese Überführung, wie aus mehreren in letzter Zeit in verschiedenen Weltteilen gemachten Beobachtungen von Sharp, Mjöberg, Jacobson und Forsius hervorgeht, bei den Vogelläusen derart geschehen, daß sie sich fest an die Haarbekleidung der zur Familie *Hippoboscidae* gehörenden Schmarotzerfliege, die zwischen den Federn der Vögel lebt, anklammern. Diese fliegt mit Leichtigkeit von dem einen

Vogel zum andern und trägt dabei die flügellosen Läuse mit sich.

Auch unter Insekten, die eine vollständige Verwandlung durchmachen, kommen Fälle von typischem Parasitismus vor, welcher, wie bei den oben erwähnten Insekten, in einzelnen Fällen das ganze Leben hindurch andauert, in anderen aber sich nur auf bestimmte Lebensperioden beschränkt. Die Entstehung des Parasitismus muß ja natürlich bei Arten mit ruhendem Puppenstadium und einem Larvenstadium, das sich von dem vollständig ausgebildeten Insekt weit unterscheidet, bedeutend komplizierter gewesen sein als bei den Arten, deren sukzessiver Hautwechsel von keinen wesentlichen Veränderungen des Aussehens oder der Lebensgewohnheiten begleitet ist. Gleichwohl finden sich auch unter diesen Insekten zwei Ordnungen, die *Siphonaptera* und *Strepsiptera*, die ausschließlich aus parasitischen Arten bestehen.

So groß die Zahl der Hautflügler oder Immen auch ist, die eine mehr oder weniger parasitenartige Lebensweise führen, so gibt es unter ihnen doch keine Parasiten im eigentlichen, engeren Sinne, wie wir ihn früher präzisiert haben. Dagegen kennt man merkwürdigerweise unter den Schmetterlingen wenigstens eine Art, die auf der Grenze des echten Parasitismus steht. Bekanntlich sind die Vertreter der Schmetterlingsordnung typische Phytophagen, aber im zweiten Kapitel führten wir zahlreiche Beispiele für Arten an, die von animalischer Nahrung leben. In Südamerika findet sich sogar ein kleiner Schmetterling, dessen Larve ectoparasitisch auf dem Faultiere lebt, von dessen Fett sie sich nährt; auch der Schmetterling verläßt seinen Wirt nicht, sondern lebt in dessen Pelz verborgen.

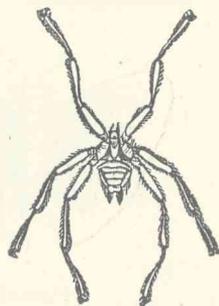
Unter den Käfern sind echte Parasiten noch recht selten. Der bekannteste ist der im Pelz des Bibers sich aufhaltende, sowohl in Amerika als in Europa gefundene, blinde *Platyssyllus castoris*, der mit stark verkürzten Flügeldecken versehen ist, und dessen Larven in den Mundwinkeln des erwähnten Tieres leben. Ectoparasitisch auf Nagern leben auch mehrere Arten der Staphyliniden-Gattung *Amblyopinus*, und eine neue, auf einer Beutelratte gefundene Art dieser Gattung ist kürzlich von Kolbe beschrieben worden.

Weit weniger selten dagegen trifft man echte Parasiten, deren Aussehen auch mehr oder weniger von ihrer Lebensweise

Zeugnis ablegt, in der Ordnung der Zweiflügler. Besonders bemerkenswert ist die Gruppe, welche ihren Namen *Pupipara* davon erhalten hat, daß die Larve im Hinterkörper der Mutterfliege lebt und diese somit weder Eier legt noch eine Larve erzeugt, sondern eine schon fertige Puppe. Die hierhergehörenden platten und eigentümlich pergamentartigen Arten leben mehr oder weniger ausgeprägt parasitisch auf Warmblütern, und dieser Parasitismus drückt sich auch in entsprechendem Grade in ihrem Äußern aus. So z. B. fliegt die allbekannte Pferdefliege (*Hippobosca equina*) noch weit umher von Pferd zu Pferd auf gut entwickelten Flügeln, wogegen diese bei der in Schwalbennestern lebenden *Stenopteryx hirundinis* ganz schmal, sichelförmig geworden und bei der auf Schafen parasitierenden *Melophaga ovina* gänzlich verschwunden sind. Eine andere gleichfalls rein parasitische Gruppe besteht aus den ausschließlich auf Fledermäusen ektoparasitisch lebenden, flügellosen und eigentümlich spinnenähnlichen Arten der Familie *Nycteribiidae* (Fig. 10).

Finden sich somit schon in der Ordnung der Zweiflügler mehrere echte Parasiten, so führen alle Vertreter der Ordnung der Flöhe (*Siphonaptera*, *Aphaniptera*) ein parasitisches Leben, jedoch nur als Imagines, während die Larven frei leben. Der Bau der letzteren deutet auf eine bestimmte Verwandtschaft mit der Ordnung der Zweiflügler, und es ist recht wahrscheinlich, daß die jetzt flügellosen an den Seiten zusammengedrückten Flöhe mit ihren stark ausgebildeten für kräftige Sätze bestimmten Hinterschenkeln von Vorahnen abstammen, die den Zweiflüglern verwandt waren, welche sich allmählich der sie jetzt auszeichnenden Lebensweise angepaßt haben. Ihre Larven leben in den meisten Fällen in unmittelbarer Nähe des beherbergenden Tieres, so daß die kräftigen Hinterbeine des ausgebildeten Parasiten ausreichen, ihn, wenn die Zeit gekommen ist, auf dasselbe hinüberzutragen.

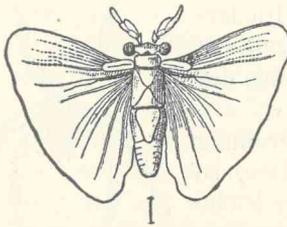
Noch eine Ordnung, die zu den Insekten gehört, welche eine vollständige Umwandlung erfahren, besteht, gleich der der Flöhe, ausschließlich aus parasitischen Arten, und zwar die Ordnung der Fächerflügler, *Strepsiptera*. Von allen übrigen



Figur 10.
Nycteribia.

Parasiten unterscheiden sich die hierhergehörenden Arten, welche meistens endoparasitisch auf Wespen und Bienen leben, dadurch, daß ihre Larven zwei wohl unterschiedene Entwicklungsstadien zeigen, ein primäres, bewegliches, ektoparasitisches und ein sekundäres, unbewegliches, endoparasitisches, sowie dadurch, daß nur das eine Geschlecht der Imago, das Weibchen, parasitisch verbleibt. Die Gattung *Stylops* lebt auf verschiedenen Arten der Bienengattung *Andrena*. Das Männchen fliegt auf seinen großen, gefalteten Flügeln frei umher, aber das Weibchen ist vollständig unbeweglich, ohne Beine, sackartig und sitzt eingekleilt zwischen den Segmenten am Hinterkörper der Biene.

Der von außen sichtbare Teil besteht aus dem Kopf und Mittelkörper, die zu einem einzigen Stück verschmolzen sind



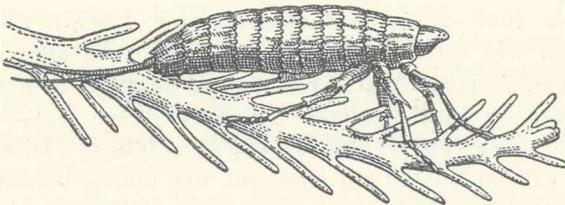
Figur 11.
Stylops, Männchen.



Figur 12.
Stylops, Weibchen.

(*Cephalothorax*), während der von außen nicht sichtbare Hinterkörper den größten Teil des Abdomens seines Wirts erfüllt. Die einzige Aufgabe des Männchens ist, das Weibchen aufzusuchen und zu befruchten. Ein derartiges Weibchen stellt die denkbar niedrigste Form von Parasitismus dar. Es hat alle anderen Instinkte verloren bis auf den, den *Cephalothorax* zwischen den Bauchsegmenten des Wirts hervorgeschoben zu halten. Die Nahrung wird einfach durch die dünne Körperhaut aus dem Innern des Wirts aufgenommen. Im Hinterkörper geht ununterbrochen die Eierproduktion vor sich. Die Eier werden schon in diesem ausgebrütet und die jungen Larven kriechen durch in gewisse Abdominalsegmente ausmündende mediane Kanäle aus, die bei anderen Insekten kein Gegenstück haben. Zwischen dem Hinterkörper des Weibchens und der diesen umgebenden alten Puppenhaut wandern sie dann, bis sie durch eine Spalte

am *Cephalothorax* hinaus ins Freie gelangen. Die kleinen mit sechs Beinen versehenen, sehr beweglichen Larven zerstreuen sich dann auf der Haarbekleidung der Biene (Fig. 13). Es handelt sich für sie jetzt darum, in die Larvenkammer der Biene zu kommen, um dort die Bienenlarve anzutreffen, in deren Innern sie ihr Leben fortsetzen sollen. Dies ist jedoch nicht ganz leicht, denn die Bienen, Männchen sowohl als Weibchen, auf deren Körper sie jetzt kriechen, verbleiben stets steril und graben weder Kammern in der Erde noch legen sie Eier oder sammeln sie Vorrat an Nahrung. Die Entwicklung des *Stylops* im Körper der Biene hat nämlich eine Menge Veränderungen in der Organisation desselben hervorgerufen, zu denen auch die Sterilität gehört. Außerdem verbleiben solche „stylopisierten“ Bienen kleiner als die normalen derselben Art, ihr Hinterkörper



Figur 13.

Stylops-Larve auf dem Haare einer Biene kletternd.

wird kürzer, die Beine schmaler, die Haarbekleidung dünner, kürzer und heller und die Farbe der Geschlechter teilweise eine andere; im allgemeinen treten bei den Männchen weibliche Charakterzüge auf und umgekehrt. Auf welche Weise nun die kleinen Larven von derartigen Bienen aus in die Larvenkammern gelangen, ist noch nicht bekannt, wahrscheinlich aber nehmen sie bei den Blütenbesuchen der Bienen die Gelegenheit wahr und versetzen sich von stylopisierten Bienen auf gesunde, mit Hilfe der sie auszeichnenden Fähigkeit, rasche Sprünge zu machen. Einmal von diesen in das Nest transportiert, fressen sie sich gewöhnlich nur in einzelnen Exemplaren in das Innere der Larven hinein und machen hier ihre Entwicklung durch, während die Larve die ihrige vollendet. Die Anwesenheit des *Stylops* im Innern der Bienenlarve führt nämlich nicht den Tod derselben herbei, wie es sonst bei derartigem Parasitismus der Fall ist, sondern erzeugt nur die schon beschriebenen Ver-

änderungen in der Organisation der Biene. Nach dem ersten Hautwechsel werden die Stylopslarven fußlos und wurmähnlich. Bei der Verpuppung arbeiten sie sich zu den Segmenträndern des Hinterkörpers hin, zwischen denen die Puppe hervorsteht. Das Männchen verläßt hierauf die Puppenhülle und fliegt umher, die Weibchen aufsuchend, welche wie erwähnt ständig im Puppensack verbleiben. Andere Strepsipteren-Gattungen parasitieren bei anderen Bienen, so *Hylechtrus* bei *Prosopis*, *Halictophagus* bei *Halictus* usw. *Xenos vesparum* lebt auf ganz gleiche Weise bei der Wespe *Polistes gallica*, mitunter auch bei *Vespa*-Arten, und ihre Lebensweise und Entwicklung zeigt viel Analogie mit der der oben beschriebenen Gattung. Eine von *Xenos* stylopsierte *Vespa* unterscheidet sich jedoch nach du Buysson weder in Form noch Farbe von normalen Individuen. Aus dem Hinterkörper des Weibchens kriechen von dieser Art nicht weniger als fünf- bis sechstausend kleine Larven aus. Auch Raubwespen wie *Sphex*, *Bembex* und *Ammophila* sind Angriffen einer *Xenos*-Art ausgesetzt. Schließlich kennt man auch Strepsipteren, welche parasitisch bei gewissen Arten der Ordnungen *Orthoptera*, *Heteroptera* und *Homoptera* leben. Diese halten sich oft in großen Massen auf Gras auf, und die sie heimsuchenden Strepsipterenlarven klammern sich fest an die Grashalme an, um sich in die umherhüpfenden Zikadenlarven einzubohren. Eine Art kommt auch in Ameisen vor.

Auf dieselbe Weise wie die Strepsipteren verhält sich schließlich auch ein Käfer *Rhipidius pectinicornis* (*Symbios blattarum*), dessen Männchen frei umherfliegt, während das ungeflügelte larvenartige Weibchen im Innern von Schaben lebt¹⁾.

Werfen wir einen Blick zurück auf die von lebenden Tieren sich nährenden Insekten, so können wir sie in folgende, in der Lebensweise mehr oder weniger abweichende Gruppen zusammenfassen:

1. Typische Raubinsekten (*Raptatoria*). Das Insekt fängt selbst seine Beute ein, tötet sie und verzehrt sie. Die Imago weicht in ihrem Bau nicht von dem für die Ordnung typischen ab.

¹⁾ Eine nahe verwandte Art *Metoeus paradoxus* lebt als Larve in den Larven unterirdisch bauender Wespen, welche sie vollständig aushöhlt. Der Käfer soll nach Höfer eine Flüssigkeit ausspritzen, die für die Wespen eine Leckerei bildet, weshalb er freien Zutritt zu ihren Bauen erhält.

2. Parasitenartige Raubinsekten (*Parasitoïdea*). Das Ei wird auf oder unter die Haut des zukünftigen Raubes gelegt oder in die nächste Nähe desselben. Die vom Raub lebende Larve fängt nicht ihre Beute ein, sondern wird vom Muttertiere¹⁾ damit versehen. In typischen Fällen stirbt die Beute, nachdem sie zum größten Teil verzehrt worden ist. Die Imago weicht in ihrem Bau nicht von dem für die Ordnung typischen ab.

3. Typische Parasiten (*Parasita*). Sie leben in den meisten Fällen ektoparasitisch. Das Ei wird meistens auf den Körper des Wirtes gelegt. Das Insekt lebt meistens in allen Stadien auf demselben, mitunter (*Siphonaptera*) im Larvenzustande frei, und verursacht in typischen Fällen dem Wirt größere oder geringere Beschwerden, selten aber seinen Tod²⁾. Die Imago weicht in ihrem Bau mehr oder weniger stark von dem für die Ordnung typischen ab und zeichnet sich durch eine auffallende Degradation aus.

Eine zu dieser Abteilung gehörende Seitengruppe bildet die Ordnung der *Strepsiptera*, deren primäre Larven in den Wirt eindringen, und von denen nur das eine Geschlecht (die Weibchen) des vollständig ausgebildeten Insekts den Stempel der Degeneration trägt.

Den Grundtypus der oben angeführten Kategorien bilden zweifellos die typischen Raubinsekten. Im vorhergehenden haben wir schon die Umstände angedeutet, die zu einer Entwicklung in den verschiedenen Richtungen beitragen konnten, welche wir gegenwärtig in den parasitenartigen Raubinsekten und den typischen Parasiten vor uns sehen. Was die letzteren betrifft, so läßt sich denken, daß das Insekt sich zuerst daran gewöhnt hatte, seine Nahrung einem bestimmten Tiere zu entnehmen und dann, indem es sich diesem Tiere anheftete und sich von ihm herumtragen ließ, bei demselben stationär wurde; siehe z. B. die obige Schilderung der Entwicklungsserie, die dem Parasitismus der Polycteniden vorausgegangen sein dürfte. In anderen Fällen

¹⁾ Ganz ähnlich verhält es sich bei den sog. Futterparasiten, nur daß das Muttertier hier nicht selbst die Beute eingefangen hat.

²⁾ Der von einigen Verfassern hervorgehobene Umstand, daß die echten Parasiten nicht den Tod ihrer Wirte verursachen, hat nicht seine Richtigkeit; so z. B. geschieht es häufig, daß Tauben- und Schwalbenjungen von den Wanzenarten, die auf ihnen parasitieren, ums Leben gebracht werden. Dies beruht jedoch in solchen Fällen auf der ungewöhnlichen Menge der Parasiten.

hat vielleicht der erwähnte Transport eine primäre Rolle gespielt. So sucht Lesne die Entstehung des Parasitismus bei den Fliegen, die man gegenwärtig als mehr oder weniger beständige Gäste zwischen der Haar- und Federbekleidung von Vögeln und Säugetieren, wie auch von einigen Insekten antrifft, in dieser sog. Foresie.

Bekanntlich heften sich zahlreiche Acariden, z. B. die Uropodiden u. a., wie auch einige Insekten ganz einfach aus dem Grunde an die Glieder oder die Haarbekleidung anderer Tiere, um auf diese Weise zu Lokalitäten transportiert zu werden, die ihnen günstigere Nahrungsverhältnisse er bieten, wo sie sich dann wieder von ihrem Wirte losmachen. Auf diese Weise heftet sich auch eine Fliege, *Limosina sacra*, an das letzte Rückensegment eines Käfers, des bekannten *Scarabaeus sacer*. Diese Foresie geht in Parasitismus über, sobald das getragene Individuum zugleich am Träger seine Nahrung sucht. Seine morphologischen Eigenschaften verändern sich in Übereinstimmung hiermit. Ein Beispiel hierfür bietet die fast flügellose Fliege *Carnus haemapterus*, die derselben Familie angehört wie die *Limosina*; die ganze artenreiche Gruppe der *Pupipara* hat dieselbe Umgestaltung erfahren.

Jedenfalls geht der echte Parasitismus, wo die Entwicklung diese Richtung genommen hat, wie aus dem Obigen hervorgeht, unfehlbar mit einer Degradation des Insektentypus einher, sowohl physisch als psychisch. Es handelte sich hier für das Individuum darum, mit möglichst geringer Anstrengung seiner Fähigkeiten sich hinreichende Nahrung zum Lebensunterhalt zu verschaffen, was durch den verhältnismäßig fortgeschrittenen Zustand der Larven der ametabolen und der hemimetabolen Insekten ermöglicht wurde; die Folge war ein auffallender Rückgang in der Entwicklung dieser Fähigkeiten durch verminderten Gebrauch. Eine ganz entgegengesetzte Richtung ist von den Insekten eingeschlagen worden, die genötigt sind, mit Mühe und Arbeit ihr Ziel, die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung des Individuums und der Art, zu erreichen. Sie repräsentieren einen anderen entgegengesetzten Pol in der Entwicklungsserie der Insekten und das Resultat ihrer Tätigkeit finden wir in den bewunderungswerten Verhältnissen, die in so vieler Hinsicht die sozialen Insekten charakterisieren.

Sechstes Kapitel.

Der Nahrungsinstinkt: Kommensalismus,
Mutualismus.

Wenn zwei Tierarten zusammentreffen, geschieht dies gewöhnlich in feindlicher Absicht. Die eine greift die andere an, um sich Futter zu schaffen, und die Beute wird entweder sogleich verzehrt (typische Raubinsekten) oder erst langsam, oft in einer Zeit von mehreren Tagen (parasitenartige Raubinsekten). Unter gewissen Umständen entsteht jedoch ein wirkliches Zusammenleben zwischen den verschiedenen Arten, die nicht selten verschiedenen Familien, Ordnungen, ja selbst Klassen angehören. Diese sog. Symbiose findet jedoch häufig nur zum Nutzen des einen Teiles statt. Ein solches Zusammenleben treffen wir schon bei den obenerwähnten Parasiten, welche aus ihrem Wirte ihre Nahrung ziehen, ohne unter normalen Verhältnissen seinen Tod zu veranlassen. Eine andere Art von Symbiose zeigen die sog. Kommensalen. Auch hier ist die Ausbeute der Symbiose einseitig. Der eine Teilhaber hat sich dem anderen angeschlossen, um sich die von jenem eingesammelte Nahrung zunutze zu machen. Schließlich finden sich, besonders unter den sozialen Insekten, zahlreiche Beispiele eines Zusammenlebens, das den Vorteil beider Partner bezweckt. Diese beweisen einander nicht selten gegenseitig Dienste und haben manchmal spezielle Organe ausgebildet, die ausschließlich im Dienste des Zusammenlebens stehen. Im Kapitel über die Symbiose bei den Ameisen und Termiten werden wir in der Lage sein, mehrere Beispiele dieses sog. Mutualismus anzuführen.

Es ist jedoch hervorzuheben, daß die Grenze zwischen Parasitismus, Kommensalismus und Mutualismus in der Natur keineswegs streng gezogen ist, sondern daß diese verschiedenen Kategorien häufig unmerklich ineinander übergehen. Selbst die morphologischen Charaktere dienen nicht immer dazu, sie voneinander zu unterscheiden. Auch der Kommensalismus kann unter gewissen Bedingungen, wenn beispielsweise das kommensale Insekt auf dem Körper seines Wirtes stationär ist und somit einen Übergang zum Parasitismus zeigt, zu Degradation in der Entwicklung führen. Dies ist z. B. mit einer kleinen auf der

Honigbiene lebenden, nur $1\frac{1}{2}$ mm langen, blinden und flügellosen braunen Fliege, *Braula coeca*, der Fall, die von den Bienenzüchtern Bienenlaus genannt wird. Die Fliege läuft lebhaft zwischen den Haaren der Biene umher, aber ohne hier ihre Nahrung zu suchen. Diese erhält sie dadurch, daß sie auf eine bestimmte Weise die Mundteile der Biene kitzelt, bis diese einen Honigtropfen abgibt, den sie dann aufsaugt. In seinem Bau recht degeneriert steht dieses merkwürdige Insekt somit auf der Grenze zwischen Kommensalismus und Parasitismus. Auch der Mutualismus erietet Beispiele einer derartigen Degradation; weiterhin, wo von der Symbiose der sozialen Insekten die Rede sein wird, werden wir solche anführen.

Hier seien einige Fälle von Symbiose angeführt, die sich auf Insektenarten beziehen, welche keine eigentlichen Gemeinschaften bilden, wenngleich sie oft in größerer oder kleinerer Gesellschaft leben. In Südamerika traf Schulz eine kleine, bis jetzt systematisch nicht näher bestimmte, nur $1\frac{1}{4}$ mm lange Fliege an, welche auf der oberen Flügelseite des großen, prachtvollen Tagschmetterlings *Morpho achilles* kriecht, wo ihre Larven geschlängelte Gänge in die Schüppchenbekleidung genagt hatten, die offenbar ihre Nahrung bildeten. Derartige kleine Fliegen hat er auch auf den Flügeln anderer amerikanischen Schmetterlinge, wie *Helicopsis acis* und *cupido*, beobachtet. Diese Fälle sind unseres Erachtens zum Parasitismus zu zählen, wenngleich die vollkommen ausgebildete Fliege keine degenerierten, parasitischen Charaktere zeigen dürfte. Offenbar sind auch diese Fliegen den Schmetterlingen von keinem Nutzen und die Ausbeute der Symbiose somit völlig einseitig.

Schwerer zu erklären ist dagegen z. B. die Symbiose, welche Perkins, Oudemans u. a. zwischen gewissen Acariden und einer der *Xylocopa* nahe verwandten exotischen Biene, *Coptorhosoma latipes* gefunden haben. Die Acariden, welche zwei Arten angehören, der *Greeniella perkensi* und *Gr. alfkeni*, leben eingeschlossen in einem am Hinterkörper der Biene befindlichen Sack oder einer Kammer, aber Näheres über die Beschaffenheit dieser Symbiose ist noch nicht bekannt. Sollte es sich jedoch zeigen, daß diese Kammer stets mit Acariden gefüllt ist, und daß sie speziell dieserwegen entstanden ist, so muß wahrscheinlich dieser merkwürdige Fall zur Kategorie des Mutualismus gezählt werden.

Ein recht eigentümlicher Kommensalismus scheint zwischen gewissen kleinen, der Gattung *Desmometopa* angehörigen Fliegen und einigen Spinnen und Raubinsekten stattzufinden. So fand Biró wiederholt in Ungarn, daß diese Arten sich plötzlich einfanden, wenn eine Spinne eine Biene getötet hatte, und am Körper der toten Biene zu lecken begannen. Eine ähnliche Beobachtung wurde auch von Mik in Österreich und von Lundström in Finnland gemacht. In Dalmatien fand Biró dasselbe Verhältnis in bezug auf eine große Raubwanze und ihre Beute, meistens gleichfalls eine Biene. Sobald die Wanze sich von dieser entfernte, sah er auch die Fliegen verschwinden. Auf den Molucken beobachtete Biró eine *Desmometopa*-Art, welche mit einer großen Raubfliege aus der Familie der Asiliden zusammen lebt. Sie nimmt gleichfalls an den Mahlzeiten ihres Wirtes teil, dem sie die Sorge für die Verproviantierung gänzlich überläßt, benutzt aber außerdem seinen großen Körper als Wohnung, um gleich zur Hand zu sein, wenn es Beute gibt. Der Kommensalismus scheint somit hier auf der Grenze des Parasitismus zu stehen.

Bemerkenswert ist auch das regelmäßige Zusammenleben gewisser in Gemeinschaften lebenden Spinnen mit in ihren Netzen befindlichen Larven einer kleinen Mottenart, die nie anderswo angetroffen wird. Im Gegensatz zu den meisten anderen Spinnen leben in Afrika, südlich vom Zambesi, in Indien und auf Ceylon Arten der Gattung *Stegodyphus* in Gruppen von recht zahlreichen Individuen, welche zwischen den Zweigen der Bäume große gemeinschaftliche Netze ausspannen, in denen sie gemeinsam jagen. Nach Pocock hat man im Netz einer dieser Arten regelmäßig die Larven einer kleinen Mottenart, *Batrachedra stegodyphobius*, angetroffen. Bei warmem Sonnenschein kriechen diese kleinen Schmetterlingslarven an den Fäden zu den Überbleibseln der von den Spinnen gefangenen Insekten und verzehren dieselben. Bei trübem Wetter halten sie sich im Innern des von den Spinnen aufgeführten Nestes auf und bei Einbruch der Dunkelheit ziehen sie sich mit den Spinnen zusammen in dasselbe zurück. Bemerkenswert ist, daß die Spinnen die in den äußeren Netzen gefangenen Insekten nie an der Stelle liegen lassen, wo sie gefangen wurden, sondern sie mit Geduld und Ausdauer in die nächste Umgebung des Nestes schaffen. Nie jedoch bringen sie sie in das Nest hinein, so daß die Larven genötigt sind, dieses zu verlassen, um sich Futter zu suchen. Der Nutzen, den diese

Mottenlarven von ihrem Kommensalismus, ihrer Tischgenossenschaft mit den Spinnen haben, ist unschwer zu verstehen. Sie erhalten dadurch nicht bloß mühelos ihre Nahrung, sondern auch einen schützenden Zufluchtsort vor ihren Feinden in dem mit einem Fangnetz versehenen Neste. Weniger leicht läßt sich verstehen, wie es den Schmetterlingen zuerst glückte, die Spinnen dazu zu bringen, ihnen Zutritt zum Neste zu gestatten und sie Generation auf Generation zu dulden. Der Umstand, daß die Larven das Nest rein halten, indem sie Leichenreste verzehren, erklärt wohl, weshalb sie von den Spinnen unangetastet gelassen werden, und dieser Fall dürfte daher als Beispiel von Mutualismus angesehen werden können. Einen anderen Nutzen dürften sie dem gemeinschaftlichen Haushalt nicht bringen. Vielleicht besitzen sie auch ein spezielles Schutzmittel gegen die Spinnen. Die Schmetterlinge entfliehen diesen leicht und können ins Netz kommen und gehen wie sie wollen; die Larven und auch die Schmetterlinge gleich nach ihrem Auskriechen aus der Puppe müßten aber von den Spinnen doch sicher ohne Schwierigkeit getötet werden können. Daß dies nicht geschieht, ist ein weiterer Beweis für diesen Mutualismus. So ist dieses Beispiel des Zusammenlebens verschiedener Tierarten in Wahrheit eines der merkwürdigsten. Die Spinnen gehören ja zu den ausgeprägtesten Raubtieren und die Schmetterlingslarven pflegen sich ja im allgemeinen von Pflanzenstoffen zu nähren. Nur seltene Ausnahmen von dieser Regel sind bisher bekannt geworden.

Die obigen Beispiele sind alle Insekten entnommen, welche, wengleich meistens in Gesellschaft lebend, doch keine eigentlichen Insektengemeinschaften bilden. Wie schon angedeutet wurde, trifft man die meisten Fälle von Symbiose gerade unter den sozialen Insekten und werden wir später auf sie zurückkommen. Aber auch in solchen Fällen geht die Initiative zur Symbiose mit den sozialen Insekten gewöhnlich von solitär lebenden Arten aus. Nur wo es sich um die sog. Trophobiose handelt, die Art wie die Ameisen Blattläuse und gewisse andere Insekten behandeln, worüber weiterhin berichtet werden wird, stellt sich das Verhältnis anders. Mitunter findet auch ein Zusammenleben zwischen zwei sozialen Arten statt, wie in den sog. gemischten Ameisenstaaten, aber hier handelt es sich nicht mehr um die Befriedigung des Nahrungstriebes allein, sondern auch um die Erziehung des kommenden Geschlechts.

Siebentes Kapitel.

Die Kunst des Essens. Schutz gegen Mitkonsumenten.

Im vorhergehenden haben wir die eigentümlichen Instinkte und Lebensgewohnheiten besprochen, welche mit der Anschaffung und Bewahrung der Nahrung des Insektenindividuums für den eigenen Bedarf in Zusammenhang stehen. Über die Mittel, um die zukünftigen Jungen mit ausreichender und gut geschützter Nahrung zu versehen, werden wir weiterhin berichten.

Die Nahrung wird durch Kauen, Lecken oder Saugen aufgenommen und die Mundteile der Insekten haben sich auf verschiedene Weise für feste oder flüssige Nahrung adaptiert. Mitunter kann die Nahrung fest, die Kiefer aber nicht zum Kauen angepaßt sein. Dies ist z. B. bei gewissen fleischfressenden Fliegenlarven der Fall. Diese ergießen dann auf das Fleisch aus dem Munde ein Sekret, das nach den Beobachtungen von Fabre etwa wie Pepsin wirkt, worauf dann das halbflüssige Fleisch leicht ausgenutzt wird. Mit demselben Erfolg ergießen auch die Larven mancher Käfer (*Carabus*-Jordan, *Dytiscus*-Nagl, *Lampyris*-Vogel) durch die Mandibularkanäle das Sekret ihres Mitteldarms, das zugleich giftig, lähmend wirkt, in die Wunden der von ihnen angegriffenen Insekten. Eine ganz eigentümliche Weise, den Raub zu verzehren, hat Fabre bei der Larve von *Anthrax trifasciata* beobachtet, welche, ohne ihren Raub zu verwunden, auf rein endosmotischem Wege durch dessen Haut seine Säfte aufzunehmen vermag (siehe hierüber weiterhin).

Es ist jedoch nicht unter allen Umständen genügend, daß die Nahrung vorhanden ist und die Kiefer des Insekts für die Aufnahme derselben geeignet sind. Das Tier muß in gewissen Fällen eine instinktive Kenntnis der Art und Weise besitzen, mit der es seine Nahrung verzehrt. Hier einige beleuchtende Beispiele.

Einige Mistkäfer der Gattungen *Scarabaeus* und *Copris* legen ihr Ei in eine kleine Kammer am oberen, zugespitzten Ende einer birnen- oder eiförmig modellierten Düngermasse. In dieser kleinen Kammer kann die frisch aus dem Ei gekrochene Larve sich nach allen Richtungen bewegen. Es ist jedoch für ihr

Leben von größtem Gewicht, daß sie, wenn sie ihre Nahrung in Angriff nimmt, dies in einer ganz bestimmten Richtung tut. Würde sie sich nach oben oder zu den Seiten wenden, so würde sie in einigen Minuten die Wände durchbrechen, ins Freie geraten und verloren sein. Aber die Larve frißt sich stets nach unten hin fort, vielleicht geleitet durch die Anziehungskraft, die der stärkere Geruch der hier angehäuften Nahrung auf ihre Sinne ausübt. Es geschieht jedoch, daß die Larve beim Durchfressen dieser Düngermasse gleichwohl dann und wann die Peripherie erreicht und ein Loch in die Wand macht, wodurch die Luft Zutritt zum Innern der Düngerbirne erhält. Derartige Luftlöcher würden aber in kurzem das Vertrocknen der inneren Nahrungsmasse zur Folge haben. Sobald ein Loch entstanden ist, sieht man die Larve es mit dem Kopfe untersuchen; gleich darauf kehrt und rollt sie sich rund herum, bringt das in Form einer Mauerkelle abgeplattete hintere Körperende zum Loche und verstopft es mit einer aus dem Anus austretenden zähen und rasch erhärtenden exkrementalen Schmiere. Die Natur hat ihr diesen ökonomischen und praktischen Ausweg angewiesen, welcher der Larve gestattet, die zu ihrer Nahrung bestimmte Masse im Innern der Birne zu sparen, sonst hätte sie ja auch diese zur Verstopfung der Löcher anwenden können.

Eine gleich zweckmäßige Weise, ihre Nahrung zu konservieren, ist notwendigerweise für gewisse im Innern anderer Insektenlarven parasitierende Wespenlarven erforderlich. Es handelt sich für eine solche Larve meistens darum, das Insekt, in welchem sie sich aufhält, am Leben zu erhalten oder zum mindesten seine Verwesung zu verhindern. Sie darf daher, wenn sie sich in den Körper hineinfrißt, keine so empfindlichen Teile beschädigen, wie Blutgefäße und Atmungsrohren. Hauptsächlich wird die Fettschicht und Muskulatur des Insektes verzehrt. Die Schmarotzerlarve muß daher irgendwie auf den anatomischen Bau ihres Wirts die nötige Rücksicht nehmen können. Daß dies der Fall ist, hat Fabre durch ein beleuchtendes Experiment nachgewiesen. Er nahm eine große Raubwespenlarve (*Scolia*), die sich von gewissen Käferlarven nährt, und übertrug sie auf eine Heuschrecke, die von einer anderen Raubwespenart (*Sphex*) gelähmt worden war. Die Larve fraß sich in die Heuschrecke hinein, aber nach einigen Tagen war diese tot und verfault, während ihr eigentlicher Raub sich mehrere Wochen frisch erhielt.

Es ist somit, wie gesagt, oft notwendig, daß das Insekt sich nicht nur ausreichende Nahrung verschafft, sondern daß es dieselbe auch auf zweckmäßige Weise verzehrt. Noch ein weiteres Beispiel für die Kunst zu essen sei angeführt. Bekanntlich nähren sich mehrere Insekten von für uns sehr giftigen Flüssigkeiten, was man durch die Annahme erklärt hat, daß diese Insekten unempfindlich für das Gift seien. In gewissen Fällen dürften sie jedoch die Fähigkeit besitzen, vor Aufnahme der Nahrung die giftigen Bestandteile derselben zu entfernen. So hat Fiebrig bei einer in Euphorbiablättern minierenden Käferlarve, dem Buprestiden *Pachyschelus* in Paraguay, einen eigentümlichen Pumpapparat beschrieben, mit dessen Hilfe sie den Kautschuk vom Blattparenchym zu trennen und in Form von Bläschen durch die Spaltöffnungen der Oberhaut auszustoßen vermag. Bei dieser Art hat sich also der Nahrungsinstinkt auf zwei verschiedene Akte verteilt, von welchen der eine stets dem anderen vorausgeht: die Ausscheidung der schädlichen Bestandteile und die Verzehrung der so gereinigten Nahrung.

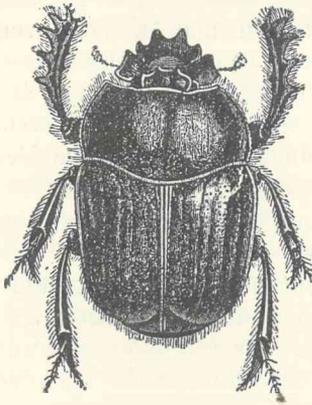
Auch wenn das Insekt die Art und Weise, seine Nahrung zu verzehren, völlig beherrscht, so ist es gleichwohl bei der Ausnutzung derselben vielfach von mehr oder weniger gefährlichen Konkurrenten bedroht, von denen die schlimmsten gewöhnlich seiner eigenen Art angehören. Es gilt dann, sich auf die eine oder andere Art vor diesen unwillkommenen Mitkonsumenten zu schützen.

In einigen Fällen geschieht dies dadurch, daß das Insekt sein Futter sammelt und damit seine Zuflucht in eine von ihm ausgegrabene Höhlung nimmt, wo es dasselbe in guter Ruhe verzehren kann. So schleppt der von Schafdünger lebende Käfer *Minotaurus typhaeus* die kleinen Düngerstückchen in einen kurzen unterirdischen Gang.

In Nordafrika, wie auch in Spanien, Südfrankreich und Italien findet sich recht häufig eine Art großer Mistkäfer, *Scarabaeus sacer*¹⁾ (Fig. 14), welcher mit gebeugtem Kopfe und aufwärts gestreckten Hinterbeinen einen von den letzteren umfaßten großen runden Ball oder eine Kugel rollt. Diese besteht aus frischem Pferde- oder Kuhdünger, welcher die Nahrung

¹⁾ Den Namen „*sacer*“, „der heilige“, hat diese Art erhalten, weil sie bei den alten Ägyptern als heilig verehrt wurde.

dieser und nahe verwandter Käferarten bildet. Draußen im Felde herrscht ein beständiger Kampf um die Nahrung zwischen Individuen derselben Art, und dies ist wohl die Ursache der Entwicklung der merkwürdigen Lebensgewohnheit, welche die Arten dieser und einiger anderen Mistkäfergattungen auszeichnet. Der Käfer kommt zu dem Düngerhaufen geflogen, der gerade von einem weidenden Pferde oder einer Kuh auf dem Felde hinterlassen worden ist. Er wählt ein kleines, mehr oder weniger rundes Stück, das er reinigt und walzt, und aus welchem er dann beginnt eine Kugel zu verfertigen. Seine Werkzeuge sind der abgeplattete, mit sechs Zähnen versehene Kopfschild und



Figur 14.
Scarabaeus sacer.

die platten fünfzähligen vorderen Schienen. Mit dem ersteren löst er eine Mistscheibe nach der anderen ab, umfaßt sie hierauf mit den Schienen und drückt sie mittels derselben fest an die Unterlage an. Ein Schoßvoll frischen Düngers nach dem anderen wird oben, unten, an den Seiten des kleinen Balles angehäuft, bis schließlich eine große Kugel daraus geworden ist. Der *Scarabaeus* ist nämlich ein sehr geschickter Modelleur. Eine Schicht wird auf die andere gelegt und das ganze mit Hilfe der Vorderbeine geformt, bis sie schließlich so vollständig sphärisch

geworden ist, daß die menschliche Industrie sie nicht vollkommener herstellen könnte. Die Dimensionen sind so genau, als ob sie mit dem Zirkel abgemessen wären, und die Oberfläche ist geebnet und geglättet. Ist die Kugel fertig, so fängt der Käfer sogleich an, sie auf die oben beschriebene Weise fortzurollen. Er fährt damit nicht selten stundenlang fort, wodurch die Kugel höchstens etwas fester wird, aber weder Form noch Größe verändert. Nicht selten finden sich, wie erwähnt, andere Käfer derselben Art ein und versuchen, die Kugel ihrem Eigentümer zu entführen, ein Vorhaben, das früher unrichtig als Beistand beim Rollen betrachtet wurde. Solche Räubereien glücken jedoch nur ausnahmsweise; schließlich erreicht das Insekt meistens seine unterirdische Höhle, in der es mit seiner

Kugel verschwindet und so lange verweilt, bis dieselbe aufgezehrt ist.

Das Problem, bedeutende Nahrungsmengen auf die leichteste Art in Sicherheit zu bringen, hat der *Scarabaeus* durch Anwendung dieser Kugelform gelöst, die beim Transport die geringste Anstrengung erfordert und sich am besten für verschiedene Bodenverhältnisse eignet. Es ließe sich denken, daß das Insekt fliegend Stück für Stück seine Nahrung in die unterirdische Höhle tragen könnte, aber wieviel Reisen würde dies erfordern und welche vielfache Mühe würde dieser Ausweg verursachen! Das Insekt könnte jedesmal nur ein kleines Stückchen Material durch die Luft transportieren, jetzt kann es sich, dank der Rollmethode, in seinem Hause auf einmal mit Nahrung für fast einen ganzen Tag versorgen.

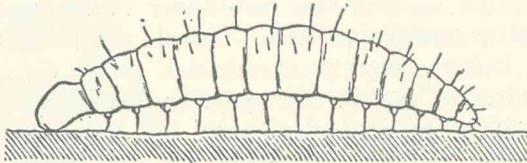
Unser gewöhnlicher Mistkäfer (*Geotrupes stercorarius*) verbirgt gleichfalls seine Nahrung vor unwillkommenen Mitkonsumenten. Aber dieser Käfer hat keine beständige Höhle, in die das Futter geschleppt wird. Sobald er abends zu einem Misthaufen kommt, beginnt er sogleich unter demselben eine lange, zylindrische, gerade oder gebogene Röhre zu graben und in diese zieht er im Laufe der Nacht den Mist hinein. Häufig, besonders wenn mehrere Mistkäfer auf dem Platze gearbeitet haben, ist schon am folgenden Morgen der ganze Haufen unter der Erde verschwunden, ein Umstand, der in hohem Grade zur Düngung des Bodens beiträgt. In dieser Röhre verbleibt das Insekt alsdann den ganzen folgenden Tag und verzehrt in Ruhe den hineingeschleppten Mist. Ist der Abend klar und warm, so kriecht er wieder heraus und sucht einen neuen Misthaufen auf, auch wenn er in der alten Röhre noch recht viel Futter hat, denn womöglich will er jeden Tag frisches haben. Die überschüssige Nahrung wird nur für schlechtes Wetter aufbewahrt, und ein feiner Temperatursinn unterrichtet den Käfer über das kommende Wetter, so daß er seine Röhre nie unnötigerweise verläßt.

Auf gleiche Weise gräbt sich ein im südlichen Europa lebender Verwandter, *Copris hispanicus*, unter den Misthaufen, die er besucht, eine apfelgroße Höhle, in welche er seine Nahrung hineinzieht.

Auch die sozialen Insekten, welche Nahrungsvorräte in die von ihnen aufgeführten Wohnungen sammeln, schützen dadurch

ihr Futter vor ungebetenen Konkurrenten, und es fragt sich sehr, ob nicht der Instinkt, die Nahrung für eigenen Bedarf zu verbergen, einer der Triebe gewesen ist, die zur Ausbildung der wunderbaren Bauinstinkte dieser Tiere mitgewirkt haben. Derselbe Instinkt hat zweifellos eine bedeutende Rolle gespielt bei der Fürsorge der Ameisen für die Blattläuse und andere von ihnen gehaltene „Haustiere“, die teils in speziell aufgeführte Wohnungen über der Erde eingeschlossen, teils in die unterirdischen eigenen Wohnungen der Ameisen gebracht werden.

Ein Mittel ganz anderer Art, die notwendige Nahrung aufzubewahren, zeigt uns folgender Fall. Hier handelt es sich nicht darum, das Futter den Blicken neidischer Mitbewerber zu entziehen, sondern rücksichtslos alle solche ums Leben zu bringen. Dies tut z. B. die Larve einer Schmarotzerwespe, *Leucospis gigas*. Um dieses Ziel zu erreichen, hat die Natur das be-

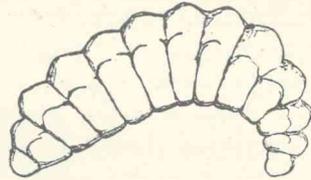


Figur 15.
Primäre Larve von *Leucospis gigas*.

merkenswerte Mittel eines doppelten Larvenzustandes ergriffen. In Mittel- und Südeuropa trifft man nicht selten die schwarz- und gelbgefleckte, mit gewaltigen Hinterschenkeln versehene Wespe, die sich auf dem Dache des einem Lehmklumpen ähnlichen Baues der Maurerbiene niedergelassen hat. Den Bohrer, in welchen ihr Hinterkörper ausgeht, hält sie senkrecht in das Mauerwerk hineingesenkt, und gerade unter dem Punkte liegt eine Bienenlarve in ihrer Zelle eingeschlossen. Nach einer viertel- bis dreistündigen Arbeit ist das Gewölbe durchbohrt, und die Schmarotzerwespe hat ein Ei in die Zelle niedergelegt. Aus diesem Ei kommt bald darauf eine kleine glasklare, $1\frac{1}{2}$ mm lange Larve hervor, deren Aussehen durch die nebenstehende Figur (Fig. 15) wiedergegeben wird. Die kleine Larve wandert auf dem Körper der Bienenlarve hin und her, begnügt sich aber nicht damit, diese überall zu untersuchen, sondern verläßt sie wiederholt und unternimmt Ausflüge an den Wänden des um

die Bienenlarve gesponnenen Kokons, Ausflüge, welche fünf oder sechs Tage dauern. Sie sucht in dieser Zeit nach Eiern, welche vielleicht von anderen *Leucospis*-Weibchen in denselben Kokon gelegt sein könnten. Wo sie eine solche findet, zerbeißt sie sie ohne Bedenken und saugt ihren Inhalt aus. Die ganze Familie geht unter bis auf ein einziges Individuum, das erstgeborene. Zur Nahrung von mehr als einer würde auch die Bienenlarve nicht ausreichen.

Dieses eigentümliche kleine Wesen von so sonderbarem Aussehen hat somit ausschließlich die Aufgabe, die Zelle von allen Konkurrenten zu befreien, welche die vorhandene Nahrung beeinträchtigen würden. Nachdem es seinen Zweck erreicht hat, verwandelt es sich in eine stille, fußlose, wurmähnliche Larve (Fig. 16), deren Aufgabe es ist, durch ein Loch in der Bienenlarve diese auszusaugen, zu wachsen, sich zur Imago zu entwickeln und die Art weiter fortzupflanzen.



Figur 16.
Sekundäre Larve von *Leucospis gigas*.

Etwas ganz Ähnliches findet in der Familie der parasitischen Goldwespen, *Chrysididae*, statt, welche ihre Eier in die Zellen legen, welche Larven der Raubwespen, der solitären Wespen und der Bienen einschließen. Da sich in der Zelle nur eine einzige Wirtslarve befindet und diese gänzlich für die Chrysididenlarve erforderlich ist, mitunter aber mehrere Goldwespen ihr Ei in dieselbe Zelle legen und somit eine Konkurrenz um die Nahrung entstehen würde, so wird diese Gefahr auch hier, wie bei der *Leucospis*-Larve, durch einen doppelten Larvenzustand vermieden. Die primäre Larve wandert mit der gespaltenen, beweglichen, hinteren Körperspitze lebhaft auf der Wirtslarve umher und greift sogleich jede Larve ihrer eigenen Art, die sie dabei antrifft, an. Die kräftigste der konkurrierenden Larven bleibt Sieger und behält die Beute.

Eine derartige Konkurrenz zwischen mitkonsumierenden Larven findet sich übrigens auch unter Insekten, die von vegetabilischer Nahrung leben.

Zahlreiche Insektenlarven greifen bekanntlich die Früchte und Samen der Pflanzen an, machen sich Gänge im Innern derselben und verzehren mehr oder weniger von ihrem Inhalte.

Mitunter er bietet jedoch ein derartiges Samenkorn, wie in den obigen Fällen, nur für eine einzige Larve ausreichende Nahrung, die Anzahl der auf die Frucht gelegten Eier aber ist nicht selten recht groß. Dies ist z. B. mit den Schoten der Fall, von deren Erbsen ein Käfer, *Bruchus pisi*, lebt. Eine Erbse kann nur einer einzigen Larve Nahrung bieten, und nie sieht man aus der reifen Erbse mehr als einen Käfer nach durchlaufener Umwandlung hervortreten. In den jungen Erbsen hingegen trifft man häufig mehrere Larven an, alle von gleichem Alter, jede in ihrem kleinen Raume liegend, aber nach Fabres Beobachtungen wächst allmählich die, welche die zentralste Stellung in der Erbse einnimmt, in höherem Grade als die anderen, und jetzt hören diese aus einem unerklärlichen Trieb auf zu bohren und zu fressen, welken dahin und gehen unter, eine merkwürdige Resignation, die wenig mit dem gewöhnlichen Kampf ums Dasein übereinstimmt.

Auch in vielen anderen Fällen hat man wie hier stets nur eine einzige Larve in dem für die Art bestimmten Nahrungsvorrat gefunden. Dies ist nach Mik stets mit der Larve der Fliege *Zonosoma meigenii* in der Beere der *Berberis* der Fall, desgleichen mit der einer anderen Fliegenart, *Chortophila rupicapra*, im Blütenkopfe von *Senecio* usw.

Achtes Kapitel.

Wanderinstinkte im Dienste der Nahrung.

Wenngleich die Natur unter normalen Verhältnissen die Insekten mit genügender Nahrung versieht, so können doch auch Zeiten eintreffen, wo diese aus irgendwelchen Ursachen mangelt. Die Fähigkeit, den Hunger zu ertragen, ist bei verschiedenen Insekten sehr ungleich.

Während viele, wie die gefräßigen, Pflanzen verheerenden Schmetterlingslarven und die meisten Wespenlarven, sterben, wenn sie einige Tage ohne Nahrung bleiben, so können andere ohne sonderlichen Schaden recht lange Zeit fasten. Dies ist speziell mit verschiedenen blutsaugenden Insekten der Fall. So kann man in menschlichen Wohnungen, die mehrere Monate

hintereinander leer gestanden haben, Bettwanzen antreffen, die noch am Leben sind, wenngleich sie durch das Fasten blaß und dünn wie Papier geworden sind. Leunis hat eine Wanze sechs Monate ohne Futter in einem Pappkästchen eingeschlossen gehalten, und die in Schwalbennestern befindliche *Oeciacus hirundinis* lebt hier die ganze Zeit über fort, während ihre Wirte, die Schwalben, die warmen Länder besuchen. Sobald diese zurückkehren, füllt sich die Wanze alsbald mit Blut und erhält ihre ursprüngliche Farbe und Lebhaftigkeit wieder. Auch die Arten der Wanzenfamilien *Reduviidae* und *Nabidae* können recht lange sowohl Hunger als Durst ertragen. Die meisten Insekten bedürfen nämlich auch des Trinkens, und auch die erwähnten blutsaugenden Halbdeckflügler genießen mit Begier die nach einem Regen gefallenen Wassertropfen.

Meist sind es jedoch die hauptsächlich pflanzenfressenden Insekten, welche infolge von Dürre oder anderen für die Vegetation ungünstigen Verhältnissen oder auf Grund von Übervölkerung von Hungersnot bedroht werden. In solchen Fällen erwacht bei ihnen der Wandertrieb und sie unternehmen dann in großen Scharen sog. Hungerwanderungen in noch nicht verheerte Gegenden. So sieht man die bekannten Wanderheuschrecken, aber auch die Raupen des Kohlweißlings, der Graseule und andere Insekten, mitunter in zahllosen Mengen, auf der Wanderung von einem Weideplatz zum anderen (Näheres darüber siehe Kap. XXV).

Von mehr als 120 zur paläarktischen Region gehörenden Schnabelkerfen weiß man, daß sie im Spätsommer oder im Herbst, wenn ihre eigentlichen Nahrungspflanzen, Laubbäume und Kräuter, gelb werden und welken, mehr oder weniger regelmäßig auf die Nadelbäume hinüberwandern, wo sie überwintern, indem sie an den immergrünen Nadeln saugen; im Frühling begeben sie sich dann zu ihren eigentlichen Nährpflanzen zurück, um auf diesen ihre Eier abzulegen.

Diese Erscheinung ist vielleicht als Vorspiel zu den noch merkwürdigeren Wanderungen zu betrachten, die von Lichtenstein, Blochmann, Cholodkowsky, Mordwilko, Nüsslin, Börner u. a. bei einigen Blattläusen beobachtet worden sind. Diese kleinen Insekten verdienen unsere Aufmerksamkeit schon auf Grund ihrer Entwicklung, die in sog. wechselnden Generationen stattfindet, indem ein Teil derselben sich paart und Eier legt, während ein anderer Teil ausschließlich aus Weibchen besteht,

die sich auf geschlechtslosem Wege parthenogenetisch fortpflanzen. Hierzu kommt nicht selten noch der eigentümliche Umstand, daß speziell in den Unterfamilien *Pemphiginae*, *Schizoneurinae* und *Chermetinae*, verschiedene Generationen an verschiedene Nährpflanzen gebunden sind.

Mordwilko machte die Beobachtung, daß die auf krautartigen Pflanzen lebenden Blattlausarten sich den ganzen Sommer über in ununterbrochener Intensität vermehren. Dagegen fand er, daß die Arten, welche auf Baumblättern leben, hier zwar im Frühling sehr zahlreich vorhanden waren, daß ihre Sommergenerationen aber nicht nur weit geringer an Zahl waren, sondern daß auch die Individuen oft in bedeutend kleinerer Gestalt auftraten. Er erklärt diese Erscheinung damit, daß die Blätter im Frühling in Menge für das Wachstum notwendige an Nahrung reiche, lösliche organische Substanzen enthalten, die von den Blattläusen aufgesogen werden, daß aber diese Stoffe zu versiegen beginnen, sobald das Blatt seine volle Größe erreicht hat. Dies bildet, wie aus der obigen Beobachtung hervorgeht, eine Gefahr für das Wohlbefinden der Blattläuse und könnte vielleicht für das Bestehen der Art verhängnisvoll werden. Vor diesem Schicksal retten sich nun zahlreiche Arten durch Verlassen ihrer primären Wirtspflanze und durch Migration. Diese Wanderung, bei welcher nach den Beobachtungen Tullgrens oft eine Strecke von mehreren Kilometern zurückgelegt wird, führt in den meisten Fällen zu einem krautartigen Gewächs, an dessen Stengel oder Wurzeln die Blattläuse sich festsaugen, oder mitunter zu den Wurzeln baumartiger Gewächse, wie Nadelhölzern oder Ribes-Arten. Die aufgesuchten Kräuter sind gewöhnlich verhältnismäßig spät ausgeschlagen, und jedenfalls sind ihre Gewebe noch saftig und nahrungsreich.

Die *Chermes*-Arten, welche auf Nadelbäumen leben, versetzen sich, wenn die Nadeln allzu steif werden, auf andere Arten mit weicheren Nadeln. So kann die auf Fichten lebende *Chermes*-Art zu Anfang Juli an den harten Nadeln nicht mehr saugen, und ein Teil der jetzt geflügelten Generation fliegt auf Lärchenbäume oder Silbertannen hinüber. Bei dieser Gattung ist noch ein anderer Weg zur Erhaltung der Art eingeschlagen worden, und zwar hat sich die Entwicklung in zwei Serien gespalten, eine migrierende und eine andere, die auf der primären Pflanze zurückbleibt, Gallen an dieser erzeugt und aus ihnen den Lebens-

unterhalt bestreitet. Der Raum verbietet uns, näher auf diese verwickelten Verhältnisse einzugehen.

Die Migration wird meistens von der zweiten Generation des Jahres unternommen, sobald sie flugreif geworden ist. Dies ist beispielsweise mit den bekannten, in Gallenbildungen auf Pappeln und Ulmen lebenden Arten der Gattungen *Tetraneura* und *Schizoneura* der Fall. Einige Arten emigrieren jedoch erst in einer der folgenden Generationen, wie z. B. *Schizoneura corni* und *Aphis evonymi*. Die emigrierenden Individuen erzeugen auf der sekundären Nährpflanze eine neue ungeflügelte Nachkommenschaft, die in einigen morphologischen Charakteren von den früheren Generationen abweicht und, wenn ihr Aufenthaltsort sich unter der Erde befindet, im allgemeinen durch einen stärkeren Saugrüssel ausgezeichnet ist. Diese Generation pflanzt sich dann hier auf geschlechtslosem Wege in wenigen oder mehreren aufeinander folgenden, flügellosen Generationen fort, bis schließlich eine derselben Flügel erhält und wieder zur ursprünglichen Nährpflanze zurückfliegt. Ist die sekundäre Pflanze einjährig, so geschieht dies im Spätsommer (mitunter schon im Juli) oder im Herbst; ist dieselbe aber mehrjährig, so bleibt nicht selten ein Teil der Insekten auf dieser sekundären Pflanze, um in neuen Generationen zu überwintern und bisweilen, wie es mit einigen *Chermes*-Arten der Fall ist, mehrere Jahre hier ihr Leben fortzusetzen, bis schließlich die geflügelte Generation entsteht, die zur primären Pflanze zurückkehrt. Den zurückkehrenden Individuen fällt jetzt die Aufgabe zu, hieselbst Larven zu erzeugen, die zum erstenmal in diesem langen Entwicklungszyklus wieder zu Geschlechtstieren ausgebildet werden, die sich paaren und Eier legen, aus welchen im Beginn des Frühlings die Stammutter eines derartigen, eigentümlichen Entwicklungszyklus ausgebrütet wird. Die migrierenden Arten der Unterfamilie *Aphidinae* bringen jedoch schon auf der sekundären Pflanze mit Flügeln versehene Männchen hervor, die nebst den oben erwähnten („sexupara“) zur primären Pflanze zurückkehren¹⁾.

¹⁾ Diese regelmäßigen Wanderungen finden wir auch bei der berüchtigten Weinlaus, *Phylloxera vastatrix*, obgleich auch hier die emigrierende Generation ungeflügelt verbleibt und die Wanderung nur von den Blättern des Weinstocks zu den Wurzeln desselben stattfindet. Einige der Generationen dagegen, die von den an den Wurzeln lebenden Individuen hervorgebracht werden, erhalten Flügel und fliegen von Weinstock zu Weinstock, um dort die Eier zu den echten Geschlechtstieren niederzulegen.

Wir haben oben die Pflanze, auf welcher die Geschlechtstiere leben und das befruchtete Ei niedergelegt wird, als die primäre, ursprüngliche Nährpflanze der migrierenden Arten bezeichnet, und die Gewächse, auf welchen die Art sich ausschließlich auf jungfräulichem Wege fortpflanzt, als „Zwischenwirte“. Es ließe sich jedoch auch eine entgegengesetzte Auffassung denken, und eine solche ist, wenngleich vorübergehend, von Börner geäußert worden, der eine Zeitlang die jungfräulichen Individuen der *Chermes*-Arten für die ursprünglichen hielt und den Umstand, daß die von ihnen hervorgebrachten migrierenden stets denselben Zwischenwirt aufsuchen, damit erklärte, daß dieser Instinkt schon in Urzeiten den Vorfahren der jetzt auf den verschiedenen Bäumen, z. B. Fichte, Lärche und Silbertanne, lebenden *Chermes*-Arten angehörte und von ihnen vererbt wurde. Nüsslin hat jedoch die Ideen Börners ausführlich widerlegt und nachgewiesen, daß sie keineswegs das verwickelte Phänomen in seiner ganzen Ausdehnung auf eine ebenso natürliche Weise erklären, wie die früheren Hypothesen von Blochmann und anderen es tun.

Nüsslin geht bei der Erklärung der oben geschilderten merkwürdigen Migrationen von solchen Verhältnissen aus, wo, wie bei *Mindarus abietinus* u. a. eine parallel verlaufende Spaltung der Generationen stattfindet, ohne Übergang zu einer anderen Gewächsart als Nährpflanze, mit anderen Worten, während die Art monoik verbleibt. Am einfachsten verläuft die Entwicklung bei diesen Arten folgendermaßen. Aus dem überwinternden Ei kommt die erste ungeflügelte, jungfräuliche Generation hervor, die Stammutter (*Fundatrix*), welche die zweite, geflügelte, gleichfalls jungfräuliche Generation „sexupara“, hervorbringt, deren Abkommen aus der dritten Generation bestehen, den kleinen ungeflügelten Geschlechtstieren (*sexuales*), die sich paaren, und deren Weibchen das Ei legt, mit welchem ein neuer derartiger Entwicklungszyklus anhebt. Nun besorgen aber bestimmte Individuen der zweiten Generation, der sog. „virgopara“, anstatt auf der Mutterpflanze Geschlechtstiere hervorzubringen, die Verbreitung der Art und fliegen zu anderen Bäumen derselben Art, wo sie jedoch nicht Geschlechtstiere erzeugen, sondern eine dritte Generation, die aus ungeflügelten, jungfräulichen Individuen besteht, welche an die erste Generation, die Stammutter, erinnern. Erst aus einer solchen Generation

entwickelt sich jetzt eine vierte Generation geflügelter, sexuparer Individuen, welche auf gleiche Weise eine fünfte Generation kleiner Geschlechtstiere erzeugt, deren Aufgabe es ist, das überwinterte Ei hervorzubringen. Zur Entstehung solcher Verhältnisse wie bei den Chermetiden und anderen migrierenden und die Nährpflanze wechselnden (dioiken) Arten ist tatsächlich nur erforderlich, daß die oben erwähnte migrierende Serie einer monoiken Art typisch wird, daß aber diese zweite, geflügelte, migrierende Generation nicht ein Gewächs derselben Art wie die Mutterpflanze aufsucht, sondern eine andere Pflanzenart und hier, wie im eben angegebenen Falle, nicht Geschlechtstiere hervorbringt, sondern eine ungeflügelte jungfräuliche Generation, daß diese sich an Ort und Stelle wohlfühlt und die Fähigkeit besitzt, sich den neuen Verhältnissen anzupassen, sowie daß ihre Nachkommen (*exulantes*) direkt oder nach einer Zwischengeneration aus geflügelten, geschlechtslosen, sexuparen Individuen bestehen, welche, geleitet von ihrem Migrationsinstinkt und dem Geruch der ursprünglichen Nährpflanze der Art, diese wieder aufsuchen und hier das letzte Glied des Zyklus niederlegen, die kleinen Geschlechtstiere, welche das Winterei erzeugen sollen.

So ist es nach Nüsslin teils wahrscheinlich, teils direkt bewiesen, daß *Chermes pini*, *Ch. strobi* und *Ch. piceae* eine Reihe von Jahren auf dem Zwischenwirte (der sekundären Nährpflanze) verbleiben und sich rein parthenogenetisch entwickeln, um sich erst in einem besonders günstigen Jahre zu sexuparen Emigranten auszubilden, die zur primären Pflanze zurückkehren.

Nüsslin hebt hervor, wie wahrscheinlich es sei, daß die migrierenden virgoparen Individuen mehrerer Arten, von ihrer Eilast erdrückt, während des Fluges zur Erde gefallen seien und hier ihre Eier abgelegt hätten, und daß die ausgekrochenen Jungen hier einen Pflanzenstengel oder eine Wurzel gefunden, die sich für ihre weitere Existenz geeignet habe. Auf diese Weise sei z. B. seines Erachtens der gegenwärtig dioike *Pemphigus nidificus-poschingeri*, dessen sekundäre Nährpflanze die Wurzeln der Tannen bilden, aus ursprünglich monoiken auf Eschen lebenden Vorfahren¹⁾ entstanden. Bemerkenswert ist

¹⁾ Auf Mordwilkos Theorie über die Herleitung der dioiken Arten von Polyphagen näher einzugehen, verbietet uns der Mangel an Raum. Der Leser, der sich dafür interessiert, sei auf die Arbeiten des erwähnten Verfassers und auf Nüsslins Kritik desselben verwiesen. Biol. Centralbl. 1910.

jedoch, daß im allgemeinen nur eine Pflanzenart als Zwischenwirt dient, den sich die dioike Art schließlich erwählt hat, und höchst wunderbar ist jedenfalls der Instinkt, der oft nach Verlauf mehrerer Generationen bei der dann ausgebildeten pupiparen Generation erwacht und sie zur ursprünglichen Nährpflanze der Art zurückführt. Kombiniert man jedoch diese Umzüge, welche die verschiedenen Generationen der Blattläuse auszeichnen, mit denen, welche gleich regelmäßig in anderen Gruppen von Hemipteren bei einem und demselben Individuum vorkommen, so findet man, daß der wesentlichste Unterschied hauptsächlich auf einer Verschiedenheit in der Entwicklungsgeschichte der Arten beruht, und daß die Wanderungen, durch welche sich mehrere dieser letzteren Gruppen auszeichnen, sich bei den migrierenden Blattläusen nur auf verschiedene Stadien des weit komplizierteren Entwicklungszyklus dieser Arten spezialisiert haben. Der im Dienste der Ernährung stehende Wanderungsinstinkt selbst ist meines Erachtens im Grunde derselbe. Vielleicht wurde er durch natürliche Auswahl erworben und hat sich im Laufe einer großen Anzahl von Generationen vererbt.

Recht bemerkenswerte, gleichfalls mit wechselnden Generationen in Zusammenhang stehende Umzüge kommen auch, wenngleich in geringerem Maßstabe, bei einer Wespenfamilie vor, und zwar den sog. Gallwespen (*Cynipidae*); die Weibchen erzeugen durch Stiche in verschiedene Pflanzenteile häufig recht ansehnliche Gallen, in welche die Eier gelegt und in denen auch die Larven entwickelt werden. Diese nähren sich von den krankhaften Pflanzengeweben, die durch den Stich des Weibchens und den Reiz, den die Larve ausübt, fortdauernd in den Gallen produziert werden. Adler fand, daß eine Gallwespe *Neuroterus fumipennis*, welche er im Frühling aus Gallen an alten Eichenblättern ausgebrütet hatte, sich von diesen zu den Blattknospen begab und sie anstach, sowie daß die Galläpfel, die hieraus entstanden, ein ganz anderes Aussehen erhielten als derjenige, welchem der *Neuroterus* entstammte. Noch größer wurde sein Erstaunen, als aus ihnen ein ganz anderes Insekt, *Spategaster tricolor*, sich entwickelte. Die Weibchen dieses Insekts begaben sich jetzt zu den Eichenblättern und stachen diese an, die Folge war der ihm schon bekannte Gallapfel, aus welchem der *Neuroterus* ausgekrochen war. Auch jetzt erhielt er im folgenden Frühling aus diesen Gallen dieselbe Art. Durch umfassende

Untersuchungen wies Adler nach, daß ein ähnlicher, mit Umzügen von einem Pflanzenteil zu einem anderen verbundener Generationswechsel für mehrere Cynipiden typisch ist. *Biorhiza aptera* z. B. kommt aus unterirdischen, auf Eichenwurzeln befindlichen Gallen hervor und kriecht hinauf zu den Zweigspitzen, wo sie schwammartige Gallen erzeugt, aus denen die *Teras terminalis* hervorgeht, um ihrerseits zu den Wurzeln hinunterzukriechen und dort *Biorhiza*-Gallen hervorzubringen. Von denselben Arten finden sich somit zwei aufeinanderfolgende, in ihrem Äußern so weit verschiedene Generationen, daß man aus ihnen verschiedene Gattungen gebildet hat (*Neuroterus-Spategaster*, *Aphilatrix-Andricus* usw.), die sich durch ganz abweichende Nahrungsinstinkte auszeichnen und Galläpfel von völlig verschiedenem Aussehen produzieren. Bemerkenswert ist ferner, daß die eine dieser Generationen aus Männchen und Weibchen besteht, die andere dagegen nur aus Weibchen, welche sich auf geschlechtslosem (agamen) Wege fortpflanzen. Nach Paszlavszky wäre bei den durch derartige wechselnde Generationen ausgezeichneten Cynipiden die sexuelle Generation als die ursprüngliche, grundlegende (*Fundatrix*) zu betrachten, welche an Ort und Stelle, wo sie geboren ist, die Art fortpflanzt, wogegen die agame oder jungfräuliche für die weitere Verbreitung der Art sorgt und zu anderen Exemplaren der Nährpflanze fliegt, ein Verhältnis, das dem für die Blattläuse charakteristischen gewissermaßen entgegengesetzt ist.

Es sind jedoch nicht nur phytophage Arten, die Wanderungen unternehmen, um Nahrungsquellen aufzusuchen oder um die Art auf neuen Nahrungsgebieten zu verbreiten. Sehr bemerkenswert und sonderbar ist in dieser Hinsicht speziell der Wanderinstinkt, durch den sich gewisse im Larvenzustande als Parasiten¹⁾ oder „Futterparasiten“ lebende Insekten auszeichnen. Mitunter geschieht es, wie schon angedeutet wurde, daß das Mutterinsekt, ganz gegen die Regel, ihre Eier in weiter Entfernung von der Stelle niederlegt, wo sich das Futter der zukünftigen Larven befindet. Einige phytophage Larven retten sich in solchen Fällen dadurch, daß sie, bevor sie ihre rechte Nährpflanze finden, als Polyphagen auftreten, d. h. sich auch von anderen Pflanzen

¹⁾ Daß diese nur im Larvenzustande „parasitierenden“ Insekten streng genommen nicht zu den echten Parasiten gezählt werden können, haben wir schon in einem vorhergehenden Kapitel hervorgehoben.

nähren. Eine derartige unpassende Eilegung findet auch bei einigen Arten aus der Gruppe der „parasitierenden“ Insekten statt. Auch dann ist es selbstverständlich die Aufgabe der jungen Larven, sich zum Futter hinzufinden, und dies geschieht entweder durch aktive oder passive Wanderungen, für die wir hier einige beleuchtende Beispiele geben. Zugleich hat die Natur zur Erreichung ihres Zweckes in derartigen Fällen den Ausweg des doppelten Larvenzustandes ergriffen, den wir schon im siebenten Kapitel in bezug auf andere Verhältnisse kennen lernten.

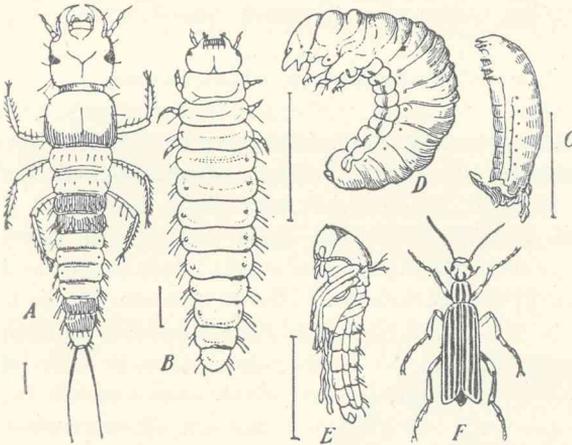
Ein derartiger doppelter Larvenzustand findet sich z. B. bei der Neuropteren-Gattung *Mantispa*; die Entwicklungsgeschichte einer Art derselben, der in Südeuropa lebenden *M. styriaca*, ist von Brauer studiert worden. Das Weibchen legt gewöhnlich seine Eier auf die Rinde alter Bäume, und die im Spätsommer auskriechenden kleinen primären Larven verbleiben bis zum April des folgenden Jahres ohne Nahrung, dann suchen sie eine Höhle in der Erde auf, in welcher eine Spinne aus der Familie der Lycosiden, *Arctosa allodroma*, *Lycosa inquilina*, *Dolomedes* u. a., sitzt und ihren Eikokon bewacht. Die sonst stets so wachsame Spinne, die alle größeren Feinde verjagt, scheint die kleine *Mantispa*-Larve gar nicht zu beachten, die sich mit ihren Kiefern eine Ritze im Eikokon öffnet und sich in diesen hineinschleicht. Hier liegt sie dann und wartet, oft einige Wochen, bis die Spinneneier einen gewissen Grad von Reife erlangt haben und beginnt erst jetzt mit ihren Verheerungen, nachdem sie die Gestalt der sekundären Larve angenommen hat. Nach Vertilgung der im Kokon eingeschlossenen Eier und jungen Spinnen spinnt sich die *Mantispa*-Larve daselbst einen eigenen Kokon und verwandelt sich zur Nymphe, während draußen die Spinne ohne Ahnung von dem, was in ihrem Kokon vorgegangen ist, alle zudringlichen Feinde verjagt. Endlich sieht die Spinne zu ihrer Überraschung statt ihrer eigenen Jungen eine *Mantispa* auskriechen.

Auch die in Amerika lebende, mit der sog. spanischen Fliege verwandte Käfergattung *Epicauta* hat eine kleine wandernde primäre Larve aufzuweisen. Die meisten Arten dieser Gattung legen ihre Eier auf die Erde und hier beginnen die jungen Larven, die Triungulinen, ihre Wanderungen, um die Höhlungen aufzusuchen, in denen gewisse Heuschreckenarten, besonders die

der schädlichen Gattung *Melanoplus*, ihre Eier gelegt haben. Sobald eine solche gefunden ist, unterbricht die junge Triunguline ihre Wanderung, beginnt die Eier zu verzehren und macht allmählich die verschiedenen Larvenzustände durch, die in Fig. 17 wiedergegeben sind, bis sie schließlich Puppe und Imago wird.

In anderen Fällen können die Eier allerdings in nächster Nähe der für die Larve bestimmten Nahrung niedergelegt sein, diese ist aber so gut geschützt, daß sie nur durch einen der Kunstgriffe der Natur zu erreichen ist.

In Südeuropa lebt, wie erwähnt, eine Biene, die sogenannte „Maurerbiene“ (*Chalicodoma*), welche auf Mauern, Steinen u. dgl.

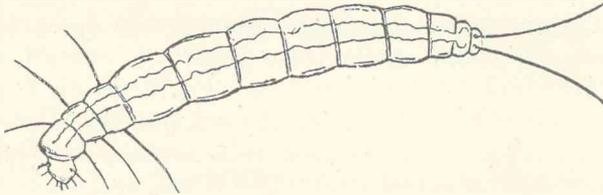


Figur 17.

Hypermetamorphose der *Epicauta vittata*. A Triunguline. B Caraboide Larve. C Coarctate Larve. D Scarabaeoide Larve. E Puppe. F Imago.

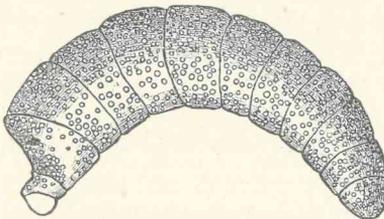
aus Sand und Lehm mit Speichel zusammengekittete Zellen aufführt, diese mit Honig füllt und auf denselben in jede Zelle ein Ei niederlegt. Die durch kompakte Zwischenwände getrennten Zellen werden schließlich mit einer homogenen Schicht steinharten Mörtels bedeckt, so daß das ganze wie ein Lehmklumpen aussieht. Es sollte scheinen, daß die derartig geschützte Nachkommenschaft vor allen Gefahren, wenigstens von seiten eindringender Parasiten, gesichert sein müßte. Gleichwohl fällt sie nicht selten der Larve einer Schmarotzerfliege, *Anthrax trifasciata*, zum Opfer, deren Lebenslauf von Fabre studiert worden ist. Im Juli sieht man diese schöne sammetschwarze,

mit einigen silberweißen Flecken gezeichnete Fliege über den Nestern der *Chalicodoma* schweben. Offenbar von einem äußerst feinen Geruchssinn geleitet, der sie von der Anwesenheit der Bienenlarven unterrichtet, stößt sie plötzlich senkrecht auf ein Nest nieder, berührt es mit der Spitze ihres weichen Hinterkörpers und hinterläßt daselbst, wenn sie sich wieder erhebt,



Figur 18.
Primäre Larve der *Anthrax trifasciata*.

ein Ei. Aus diesem kriecht nach einiger Zeit eine kleine Larve, deren Aussehen uns Fig. 18 zeigt. Nur einen Millimeter lang, haarfein und durchsichtig, bewegt sich die kleine Larve sehr rasch und untersucht überall Dach und Wände des Baues, um irgendwo einen Spalt zu entdecken, durch welchen sie sich Eingang verschaffen könnte. Hierzu können Wochen vergehen, und in dieser ganzen Zeit hat die Larve kein Bedürfnis nach Nahrung, sondern befindet sich nur auf einer rastlosen Wanderung, vielfach vergebens, mitunter aber mit dem Resultat, daß ein Weg entdeckt wird, meistens dort, wo der Bau an der Unterlage befestigt ist. Endlich im Nest sucht die *Anthrax*-Larve sofort die Bienenlarve



Figur 19.
Sekundäre Larve von *Anthrax trifasciata*.

auf und unterliegt dann einer merkwürdigen Veränderung, indem sie die Haut wechselt und sich zu einem Geschöpf von ganz anderem Aussehen verwandelt (siehe Fig. 19). Auch diese Fliege hat somit einen doppelten Larvenzustand: die haarfeine, äußerst unansehnliche, primäre Larve hat auch hier ausschließlich die Aufgabe, Nahrung zu suchen; die sekundäre, welche durchweg einem weißen, plumpen, fußlosen Wurme gleicht, bleibt unbeweglich

an der Bienenlarve haften, die zu dieser Zeit, gerade vor der Verpuppung, völlig wehrlos ist. Ihr Inneres befindet sich nämlich jetzt zum größten Teil in einem flüssigen Auflösungszustande (Histolyse), und die Haut ist äußerst dünn. Nur unter solchen Umständen hat die *Anthrax*-Larve eine Möglichkeit, ihren Raub mit Erfolg anzugreifen, denn sie selbst besitzt keine Kiefer, und die Nahrung wird auf eine im Tierreiche alleinstehende Art, wahrscheinlich auf rein endosmotischem Wege, durch die dünne Haut der Bienenlarve, welche, wie Fabre nachwies, nicht im geringsten beschädigt ist, in den ununterbrochenen „küssenden“ Mund der Fliegenlarve aufgesogen, bis schließlich von der ersteren nur die leere Haut zurückbleibt. Auf die Fortsetzung der Entwicklungsgeschichte dieser Fliegenart werden wir weiterhin zurückkommen.

Auch einige bei warmblütigen Tieren lebende parasitische Fliegenlarven besitzen ein deutliches, doppeltes Larvenstadium, ein primäres, für Wanderungen bestimmtes, ein sekundäres für eine stationäre Lebensweise. Jeder kennt die runden Beulen, welche auf der Haut der Rinder, besonders in der Rücken- und Lendengegend, anzutreffen sind. In jedem Knoten liegt fast unbeweglich eingekapselt eine Larve der Rindbiestfliege oder Rinderbremse, *Hypoderma bovis*, deren stachliger Körper einen beständigen Reiz auf das umgebende Gewebe ausübt, das infolgedessen den Eiter absondert, der die Nahrung der Larve bildet. Durch ein von der Larve verfertigtes Loch steht die Beule, die oft die Größe eines Taubeneies erreicht, mit der äußeren Luft in Verbindung. Die plumpe stachlige Larve hat jedoch nicht immer dieses Aussehen besessen. Vorher findet man die Larven der Rinderbremse in der Speiseröhre der Rinder, von wo aus sie allmählich nach hinten bis in die Nähe des Zwerchfells wandern, bisweilen aber auch, nach Durchbohrung desselben, in die Bauchhöhle hinein. Sie durchbohren die Muskulatur des Verdauungskanales, arbeiten sich durch das Fettgewebe und die Wirbelsäule nach oben, gehen dann häufig längs den Nerven und Gefäßen durch die Intervertebrallöcher in den Wirbelkanal, verbleiben hier eine Zeitlang und wandern dann auf demselben Wege zum Unterhautzellgewebe empor; nach Ströse bahnen sie sich in einigen Fällen direkt ihren Weg hierher, ohne sich in der Wirbelsäule aufzuhalten. Hiermit ist ihre Wanderzeit vorbei und es tritt ein neues Lebensstadium ein. Sie werfen

ihre Haut ab, die von einigen Verfassern als glatt, von anderen als schon von Anfang an borstig beschrieben wird, und die schmale bewegliche Larve verwandelt sich in das stillesitzende Geschöpf, das von Tag zu Tag vom Eiter in der Beule anschwillt, bis sie schließlich durch das erwähnte Loch auskriecht, um sich in der Erde zu verpuppen.

Ströse, der diesen Gegenstand zuletzt behandelt hat, meint jedoch, es lägen keine bindenden Beweise dafür vor, daß die jungen Bremsenlarven, nachdem sie aus wahrscheinlich auf die Haut des Rindes gelegten Eiern ausgekrochen sind, nicht direkt ins Unterhautgewebe eindringen können, ohne die vorhin beschriebenen langen Wanderungen zu machen. Bemerkenswert ist jedoch, daß noch kein Forscher ein auf die Haut gelegtes Ei der *Hypoderma bovis* gesehen hat.

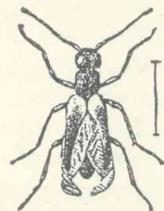
Auch eine Art der Fliegengattung *Lucilia*, *L. bufonivora*, soll nach Portschinsky als Larve eigentümliche Wanderungen unternehmen, welche durch die Borstenbewaffnung der Larve in ihrem ersten Stadium erleichtert werden. Diese Art lebt vielerorts in Europa als Parasit in Froschköpfen, deren inneren Weichteile sie gänzlich verzehren, um gewöhnlich schließlich in die Rückenmuskulatur einzudringen. Besonders die Nasen- und Augenhöhlen sind mit solchen Larven erfüllt. Die Eier werden jedoch nicht an diese Stellen gelegt, sondern gelangen nach Portschinskys Ansicht, welche vielleicht noch der Bestätigung bedarf, dadurch in den Darmkanal, daß die Frösche diese Fliege fangen und verschlucken. Die jungen Larven sollen dann vorwärts wandern, bis sie in die Mundhöhle gelangen, von wo aus sie sich in die Nasenhöhle und andere innere Teile des Kopfes hineinfressen. Neben dieser Art der Infektion soll aber auch eine andere vorkommen, derart, daß die Eier von den Fliegen auf die feuchte Haut der Frösche gelegt werden und auf dieser die jungen Larven in die Nasen- und Augenhöhlen hineinkriechen.

Verwickelter als diese sind die mit dem Aufsuchen der Nahrung und mit der Metamorphose in Verbindung stehenden Verhältnisse, durch welche sich einige Käfer auszeichnen, deren Larven in den Wohnungen der Bienen von dem dort für die Bienenlarven in den Zellen aufgespeicherten Honigvorrat leben. Auch bei diesen Arten findet sich ein doppeltes Larvenstadium, aber die Wanderungen, welche die primäre Larve unternimmt, sind nicht mehr aktiv, d. h. sie werden nicht mehr von dieser

Larve selbst unternommen, sondern von einem anderen Insekt, an welches sie sich anheftet und von welchem sie sich zu ihrem Ziele tragen läßt, eine Erscheinung, die schon oben erwähnt und unter dem Namen Foresie bekannt ist. Der interessanteste dieser Käfer ist *Sitaris humeralis*, dessen Entwicklungsgeschichte Fabre eingehend studiert hat.

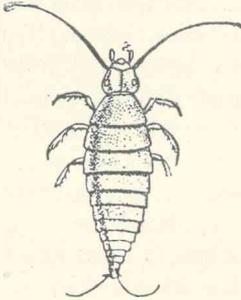
Die beiden Geschlechter dieses Käfers wandern im südlichen Europa an bestimmten Stellen in Massen auf der Erde umher. Untersucht man den Boden näher, so findet man hier zahlreiche Nester einer Bienenart, *Anthophora parietina*. Sie bestehen aus einem langen Tunnel, an dessen Boden zahlreiche Seitenzellen ausgegraben sind; in jede derselben wird ein größerer Vorrat halbflüssigen Nektars und auf diesen ein Ei niedergelegt, worauf die Mündung der Zelle von der Biene sogleich geschlossen wird. Gerade in diesen Zellen und von diesen Vorräten aber sollen die *Sitaris*-Larven leben. Versuche haben jedoch gezeigt, daß die *Sitaris*-Eier nicht auf den Nektar gelegt werden können, da die jungen Larven unfehlbar in diesem ertrinken. Man findet auch die junge *Sitaris*-Larve in der Zelle nirgend sonst als auf dem Bienenei kriechend, und nie mehr als eine Larve wie auch bloß ein *Anthophora*-Ei in einer Zelle. Da nun aber die Zellen, unmittelbar nachdem die Biene ihr Ei gelegt hat, geschlossen werden, so fragt sich, auf welche Weise die junge *Sitaris*-Larve in die wohlverwahrte Zelle gelangen und die Bienenlarve erreichen kann, die mitten auf dem Nektarvorrat ruht, auf allen Seiten umgeben von dieser gefährlichen, klebrigen Flüssigkeit, deren Überschreiten der jungen Larve das Leben kosten würde. Dieses Problem ist auf eine merkwürdige Weise gelöst worden.

Im August und September sieht man nämlich die trächtigen *Sitaris*-Weibchen (Fig. 20) sich in die Tunnel der Bienen hineinbegeben, aber nicht weiter als ein Stück in die Erdröhre hinein, die gewissermaßen eine Art Hausflur für alle zu dieser Zeit schon geschlossenen Larvenkammern bildet. Hier legen sie ihre Eier, oft über 2000, in einem großen Haufen nieder. Die Menge der Eier deutet hier wie stets darauf hin, daß die Nachkommenschaft große Gefahr läuft, ihr Ziel nicht zu erreichen; wir brauchen diese Tausende nur mit den wohlverwahrten Eiern der Bienen zu vergleichen,



Figur 20.
Sitaris-Käfer.

die bei einem Weibchen zwei Dutzend nicht überschreiten. Gegen Ende September oder Anfang Oktober werden die *Sitaris*-Eier ausgebrütet, aber die jungen 1 mm langen schwarzen Larven, die sogenannten Triungulinen (Fig. 21), verbleiben den ganzen Winter hindurch, sieben Monate lang, unbeweglich auf demselben Platz zusammengeklebt, ohne Nahrung und ohne zu wachsen. Untersucht man sie, so findet man, daß sie sich durch scharfe, nach oben gebogene Kiefern, sechs mit Heftkrallen versehene



Figur 21.
Erste Larvenform des
Sitaris.

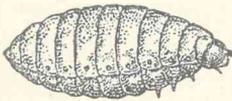
lange Beine und einen eigentümlichen Hakenapparat am Hinterkörper auszeichnen. Unterdessen haben die Bienenlarven in ihren Zellen am Boden der Röhre ihre Entwicklung vollendet, durchbrechen den Zellendeckel und kriechen als voll ausgebildete Bienen ins Freie hinaus. Während dieses Ganges durch die Röhre heften sich die jungen *Sitaris*-Larven an die Rückenhaare der Bienen, oft fünf, sechs und noch mehr auf einmal an einer Biene, und verbleiben hier unbeweglich befestigt. Sie suchen also auf diese Weise, denkt der

Leser, sich mit den eben ausgeschlüpften Bienen in die Zellen einzunisten, welche diese künftighin bauen und mit Nektar versehen werden. Ja, allerdings, aber die zuerst ausgekrochenen Bienen sind sämtlich Männchen, denn die Weibchen kommen einen ganzen Monat später aus ihren Zellen hervor, und die Männchen nehmen nie an der Arbeit für die neuen Wohnungen teil. Diese ganze Zeit über verbleiben die *Sitaris*-Larven zwischen den Haaren auf dem Thorax der *Anthophora*-Männchen, ohne Nahrung zu sich zu nehmen; sobald aber die Weibchen ausgekrochen sind und die Paarung zwischen den Bienen stattfindet, benutzen sie die kurze Zeit, um vom Rücken des Männchens auf den des Weibchens hinüberzukriechen. Hier klammern sie sich fest an, während das Weibchen von Blüte zu Blüte fliegt und Nektar in ihre Zellen sammelt. Es wäre ihr Tod, wenn sie in dieser Zeit das Weibchen verließen, sei es im Freien, sei es im Innern der Zelle. Ließen sie sich hier auf dem Nektar nieder, so würden sie, wie erwähnt, in kurzem ertrinken. Tatsächlich gibt es nur einen bestimmten Zeitpunkt, wo die *Sitaris*-Larve die Biene verlassen

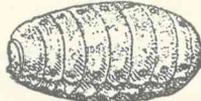
darf, falls sie am Leben bleiben soll, und zwar denselben Augenblick, wo das Bienenei mitten auf den Nektarvorrat niedergelegt wird. Dann kriechen, wie man angenommen hat, alle *Sitaris*-Larven, die sich sonst ausschließlich auf dem Thorax der Biene aufhalten, zum Hinterkörper derselben hinab und nähern sich immer mehr der Spitze. Natürlich kann nur eine zur Zeit den bestimmten Punkt erreichen und diese löst sich wahrscheinlich im selben Augenblick, wo das Ei fällt, von der Spitze des Hinterkörpers und kommt somit gerade auf das Ei zu liegen, der einzigen Stelle auf dem Nektar, wo sie sich aufhalten kann. Daher kommt es, daß man in einer Bienenzelle nie mehr als eine einzige *Sitaris*-Larve findet. Die übrigen Larven warten, bis die Eier in die übrigen Zellen gelegt werden. Das Bienenei dient aber nicht bloß als Unterlage für die junge Larve, sondern auch als ihre erste Nahrung. Mit ihren nach oben gebogenen scharfen Mandibeln zieht sie eine Furche ins Bienenei und beginnt den Inhalt desselben zu verzehren, sich dabei fest auf dem bald zu einer leeren Haut verwandelten Bienenei festhaltend. Zu dieser Zeit wird sie träge und fast unbeweglich, wechselt schließlich die Haut und wird jetzt in eine dicke, wurmartige, weiße Larve (Fig. 22) mit plattem Rücken und



Figur 22.
Zweite Larvenform des
Sitaris.



Dritte Larvenform
des *Sitaris*.



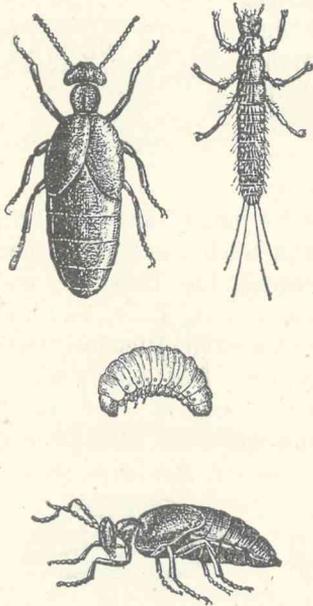
Figur 23.
Erste Puppenform
des *Sitaris*.



Zweite Puppenform
des *Sitaris*.

stark gewölbtem Bauche verwandelt, die sich durch ihre eigentümliche Form außerordentlich gut dazu eignet, auf dem Nektar zu liegen. Diese Larve, die jetzt ausschließlich von dem ursprünglich für die Bienelarve bestimmten Nahrungsvorrat lebt, macht hier einige weitere Metamorphosen durch und kriecht schließlich als völlig ausgebildeter Käfer, Männchen oder Weibchen des *Sitaris humeralis*, aus. Eine ganz ähnliche Entwicklung dieser Art beobachtete Friese in Deutschland bei einer anderen Biene, *Anthophora* (= *Podalirius*) *fulvitaris*.

Auch im europäischen Norden gibt es Käfer, deren Entwicklung und Lebensweise an die oben geschilderte erinnert. Jeder Insektensammler kennt die blauen Ölkäfer, *Meloë*, diese sonderbaren weichen und dicken Käfer mit kurzen Deckflügeln, welche, wenn sie berührt werden, aus den Kniegelenken eine blasenziehende gelbe Flüssigkeit (Blut?) ausscheiden. Im Frühling und Vorsommer sieht man sie auf der Erde umherwandern. Die



Figur 24.
Meloë in seinen verschiedenen
Entwicklungsstadien.

trächtigen Weibchen suchen jedoch nicht gleich den *Sitaris*-Weibchen die Wohnungen der Bienen auf. Ihr Instinkt hat sich in einer anderen nicht weniger sinnreichen Richtung entwickelt. Sie legen ihre Eier nicht wie der *Sitaris* in die Mündungen der Bienenwohnungen, sondern in selbstgegrabene Löcher in die Erde, oft weit entfernt von jenen, und die Zahl der Eier beträgt daher mehrere Tausend. Die Eier werden jedoch stets an solche Stellen niedergelegt, wo zahlreiche von Bienen besuchte Blumen, besonders Korbblütler wachsen. Sobald die fadenschmalen Larven auskriechen, verbleiben sie nicht, wie bei *Sitaris*, unbeweglich auf derselben Stelle, sondern kriechen lebhaft auf der Erde umher, die Blumenstengel hinauf, und verbergen sich dann in den Blütenkronen, in welchen sie, ohne Nahrung aufzunehmen und ohne zu wachsen, auf die besuchenden

Bienen lauern, um sich an deren Thorax zu heften und so in ihre Zellen zu gelangen. Ihre weitere Lebensgeschichte (Fig. 24) ist dieselbe wie bei *Sitaris*. Auch die *Meloë*-Arten parasitieren hauptsächlich bei den *Anthophora*-Bienen, aber auch bei anderen Arten. Die jungen Larven heften sich überhaupt an alle haarigen Insekten, die die Blüten besuchen, wie Fliegen, Schmetterlinge und Käfer; viele von ihnen können also nie ihre Bestimmung erfüllen, sondern bleiben an diesen für sie ganz unnützen Insekten haften, bis sie Hungers sterben. Daraus erklärt sich die Not-

wendigkeit einer noch weit größeren Anzahl Eier als bei *Sitaris*, damit die Art nicht erlischt.

In die Zellen der *Anthophora*-Arten dringen aber auch andere Bienen ein, die Schmarotzerbienen der Gattungen *Melecta* und *Coelioxys*, welche die Deckel der Zellen erbrechen, das *Anthophora*-Ei verzehren und eines ihrer eigenen Eier auf den Nektarvorrat legen. Aber auch diese Schmarotzerbienen besuchen die Blüten, wobei sich *Meloë*-Larven an sie anheften und von ihnen in die Zelle getragen werden, wo sie sich auf dem Ei niederlassen, um dessen willen die Schmarotzerbiene gerade das Ei einer anderen Biene verzehrt hat, das jetzt aber seinerseits in kurzem ein Raub der jungen *Meloë*-Larve wird.

Andere naheverwandte Käferarten unterliegen einer ähnlichen Umwandlung. So z. B. die metallisch grüne sog. spanische Fliege (*Lytta* oder *Cantharis vesicatoria*), welche in Europa bis Süd-Schweden vorkommt, und deren schwarze primäre Larve sich an einigen Orten im Frühling zahlreich in den Blüten der weißen Anemone vorfindet. Auch diese erreicht schließlich ihr Ziel durch Foresie. Bemerkenswert ist, daß dagegen die Triungulinen der nahestehenden amerikanischen Gattung *Epicauta*, wie schon erwähnt, ihren Raub durch aktive Wanderung aufsuchen. Die Foresie oder die passive Wanderung ist ohne Zweifel als eine später erworbene Lebensgewohnheit anzusehen.

Neuntes Kapitel.

Schutz gegen ungünstige Naturverhältnisse. Reinlichkeitsinstinkte.

Unabhängig von der Lebensdauer, welche nach der Ordnung der Natur normal der Art zukommt, wird das einzelne Individuum oft einer mehr oder weniger bedeutenden Verkürzung des Lebens durch widrige Umstände ausgesetzt. Es ist von allerhand Gefahren bedroht, die teils in ungünstigen Lebensbedingungen bestehen, teils von anderen lebenden Organismen herrühren. Ist ausreichende Nahrung eine unumgängliche Bedingung für die Erhaltung des Lebens, so spielt auch der Schutz gegen diese Ge-

fahren eine wesentliche Rolle im Kampf des Tieres ums Dasein. Zwecks Erlangung dieses Schutzes haben viele Insekten sich recht merkwürdige Lebensgewohnheiten angeeignet.

Zu den äußeren ungünstigen Bedingungen, die dem Leben des Insekts verhängnisvoll werden können, gehören in erster Reihe extreme Temperatur- und Witterungsverhältnisse, zu strenge Kälte oder zu starke Hitze, übermäßige Feuchtigkeit oder Dürre.

Außerdem aber bedrohen auch heftige Stürme das Leben der Insekten. Besonders Arten, die in Schwärmen fliegen, werden manchmal von starken Winden weit aufs Meer hinausgetrieben, und ein plötzlicher starker Regen schlägt sie auf die Wogen nieder, wo sie umkommen. Geraten sie bei diesen Irrfahrten zu einem Schiff, so lassen sie sich ermüdet darauf nieder. Millionen von Leichen derartig umgekommener Heuschrecken sind mitunter an den Strand gespült worden. Auch bei uns kann man bisweilen nach Sturm und Regen auf den Wellen unserer Gewässer Tausende von Insekten herumtreiben sehen. So fand man einmal auf einer Strecke von 3 bis 4 Kilometer an den Ufern eines Sees in Süd-Finnland eine $\frac{1}{2}$ bis 1 m breite und 5 bis 6 cm dicke Schicht von toten schwarzen fliegenden Ameisen, *Lasius niger*.

Den Gefahren der Stürme sind die Arten am meisten ausgesetzt, welche auf kleinen in den großen Weltmeeren liegenden Inseln leben. Hier würden sie vom Winde in die Wogen gefegt werden, hätte die Natur ihnen nicht einen ganz speziellen Schutz dagegen verliehen. Die überwiegende Anzahl der auf solchen Inseln lebenden Käferarten und auch eine bemerkenswert große Menge von Gradflüglern und Halbdeckflüglern besitzen nämlich gar keine Flugflügel, weshalb sie auch der Gefahr, vom Winde fortgeführt zu werden, nicht ausgesetzt sind. So z. B. haben von den 550 Käferarten Madeiras 200 so unvollkommene Flügel, daß sie nicht fliegen können.

Die allermeisten Insekten sind recht empfindlich gegen Kälte und Nässe. Es gibt jedoch einige Arten, die ihre Lebhaftigkeit auch bei einer Temperatur, die unter den Gefrierpunkt fällt, nicht einbüßen, und welche man ungeniert auf den schon schneebedeckten Feldern oder den Eisgletschern der Alpen umherkriechen sieht. Solche sind, wie schon früher erwähnt, z. B. die flügellosen, spinnenähnlichen Mücken der Gattung *Chionea* (Fig. 25), die gleichfalls ungefügelten, zur Ordnung der *Panorpata* gehörenden

Arten der Gattung *Boreus*, sowie besonders zahlreiche Vertreter der zu den stets ungeflügelten Urinsekten (*Apterygota*) gehörenden Ordnung *Collembola*. Von diesen (z. B. die Gattungen *Isotoma* und *Hypogastrura*) treten mitunter ganz plötzlich Milliarden von Individuen auf; sie bedecken größere oder geringere Schneeflächen vollständig und bilden den vom Volke sog. schwarzen Schnee. Simasjko berichtet, daß *Isotoma glacialis* ohne Schaden eine Kälte von 10°C ertragen kann, bei -6°C sieht man sie noch lebhaft auf dem Schnee herumspringen. Schoenichen gibt an, daß nach Roedel noch 18 Insektenarten auf der obersten Grenze animalischen Lebens in den Schneeregionen der Schweizer Alpen leben.

Steigt man aus den Tälern zu den Berggipfeln mit ihrem kälteren Klima hinauf, so kann man beobachten, wie die Anzahl der Insekten sich vermindert, je höher man steigt; und dieselbe Erscheinung offenbart sich in Ländern mit wechselndem Klima beim Herannahen der kalten Jahreszeit. Die Insekten verschwinden mehr und mehr. Sie vertragen die strenge Winterkälte nicht, sondern ziehen sich in ihre Schlupfwinkel zurück, wo sie in Schlaf fallen oder sich auf andere Weise schützen.

Einen effektiven Schutz gegen die Winterkälte (wie auch gegen die Hitze des Tropensommers) erhalten viele Insektenarten dadurch, daß sie dann nur in einer Form erscheinen, die den schädlichen Einflüssen am besten widersteht, d. h. entweder als Eier, die gewöhnlich an einen geeigneten, geschützten Platz gelegt werden, oder als Puppen, für deren Schutz und Wärme die Larve meistens schon vor der Verpuppung Sorge getragen hat¹⁾. Auch unbedeckte Puppen ertragen mitunter schadlos recht beträchtliche Kälte. So beispielsweise die Puppe des Kohlweißlings bis -25° . Das Puppenstadium ist jedenfalls für die Überwinterung sehr geeignet deshalb, weil das Insekt bei Arten mit ruhender Puppe in dieser Zeit keine



Figur 25.
Chionea araneoides.

¹⁾ Bisweilen ist vielleicht eine intensive Kälte nötig für die Entwicklung der Eier. So z. B. dürfte dies der Fall mit *Colias hyale* sein. Das Vorkommen dieses Falters fällt nach Hesse mit der Januarisotherme für -1° zusammen, was möglicherweise vom obigen Umstand bedingt ist.

Nahrung braucht. Nach Schoenichen sollen auch $\frac{9}{10}$ aller bekannten Insekten in diesem Stadium überwintern¹⁾.

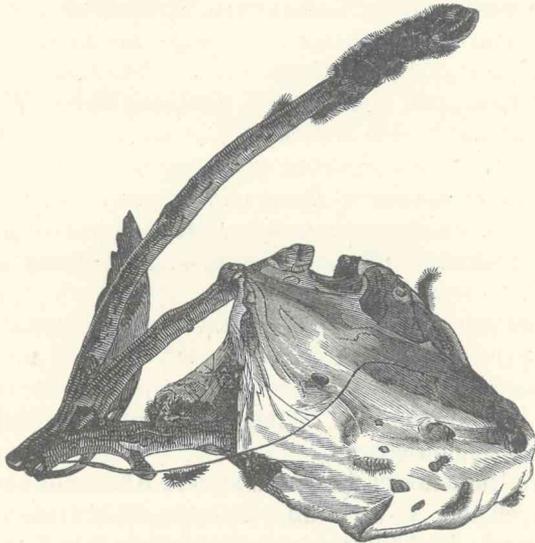
Viele Arten aber überwintern auch als Larven oder in völlig ausgebildetem Zustande. Es fehlt auch nicht an Arten, welche in mehr als einem Entwicklungsstadium überwintern. So findet man im Winter sowohl Larven als Puppen und Imagines des gewöhnlichen großen Fichtenrüsselkäfers (*Hylobius abietis*). Die Maurerbienen, *Chalicodoma*, überwintern nach heißen Sommern als Imagines, nach kalten als Larven. Die Insekten suchen dann geeignete Plätze zu Winterwohnungen auf, und einige Arten ziehen sich schon lange vor dem Eintritt der kalten Jahreszeit in dieses Winterlager zurück. Verschiedene Käfer suchen schon früh ihr Winterquartier auf. Schoenichen erwähnt in dieser Beziehung *Phytodecta formicata*, *Lema melanopus* und *Anthonomus pomorum*. *Otiorhynchus niger* verfällt schon im August in Winterschlaf und ich fand am 18. August in Süd-Finnland mehrere Exemplare des auf Fichten lebenden *Brachyderes incanus* unter Parmeliaflechten auf Birkenstämmen in Winterschlaf liegen. Als Winterbehausungen werden Spalten und Ritzen in Baumrinden, hohle Pflanzenstengel, zusammengerollte Blätter, Tannenzapfen usw. benutzt. Andere verbergen sich unter Moos und Flechten, dringen in das Wurzelgewirr der Gräser ein oder graben sich mehr oder weniger tief in die Erde hinein. Besucht man an einem milden Wintertage, wenn die Temperatur einige Grade über den Gefrierpunkt gestiegen ist, eine Wiese voller Hümpel, so wird man nicht selten durch das Gewimmel von Hunderten kleiner Insekten, meistens Apterygoten (Poduriden) und Käfern überrascht, die um den Hügel herumkrabbeln.

Ein regelmäßiger Herbstumzug von Laubbäumen oder Kräutern auf Nadelbäume findet, wie schon erwähnt, bei einer nicht geringen Menge von Hemipteren statt. Die Umzüge geschehen zweifellos, um dem Insekt sowohl Schutz gegen die Winterkälte zu verleihen, als ihm Nahrung aus den immer grünen Nadeln zu

¹⁾ Einen eigenartigen Einfluß haben hohe und niedere Temperaturen auf die Farben der Schmetterlinge, wenn man sie auf die Puppe bald nach der Verpuppung einwirken läßt: man kann so aus deutschen Raupen, z. B. von *Vanessa urticae* durch Kälte die im Norden (var. *polaris* aus Lappland), durch Wärme die im Süden (var. *ichnusa* aus Korsika) fliegenden Formen züchten, ja in manchen Fällen sogar Farbenabweichungen erzielen, die in der freien Natur gar nicht vorkommen.

verschaffen. Auch die Umzüge einiger Blattläuse von den Bäumen zu den Wurzeln gewisser Kräuter haben den Zweck, ihren Wintergenerationen den gebührenden Schutz zu verleihen.

Bemerkenswert ist eine Beobachtung von Wickström in Bezug auf die Überwinterung der auf Espen und Salixarten allgemeinen *Phyllodecta vitellinae*. Er fand nämlich am 6. April in der Nähe von Helsingfors zahlreiche Exemplare dieser Art, sämtlich mit den Köpfen nach unten, in den Gipfelsprossen junger Kiefern eingekleilt sitzen, in das hier aussickernde Harz ein-



Figur 26.
Winternest des *Euproctis chrysorrhoea*.

gebettet. Es wäre interessant, zu erfahren, ob bei dieser Art eine derartige Überwinterungsmigration von den genannten Laubbäumen zu den Gipfelsprossen der Nadelbäume, deren Harzabsonderung wahrscheinlich einen vollkommenen Schutz gegen die Winterkälte erbieht, normal stattfindet. Wäre diese Überwinterungsart nicht schon eine Artgewohnheit, so ließe sich diese Ansammlung einer solchen Menge von Individuen, alle in einer bestimmten Stellung, schwer erklären.

Einige Insekten verfertigen sich für die kalte Jahreszeit ein spezielles Winternest. So z. B. die Larven eines Spinners, *Euproctis chrysorrhoea*, die auch im Sommer zusammen in einem

gemeinsamen Gewebe leben, das um so dicker gemacht wird, je mehr der Winter sich nähert (Fig. 26). Hier überwintern die Larven dicht aneinandergeschmiegt. Dasselbe ist auch mit den noch ganz jungen Larven eines Tagschmetterlings, *Aporia crataegi* und anderen Arten der Fall. Dagegen trennen sich zum Winter die bis dahin zusammenlebenden Larven einer *Porthesia*-Art, *P. similis*. Jede sucht sich ihren eigenen Zufluchtsort auf und spinnt sich dort in ein weißes Winterfutteral ein. Die Larven des prachtvollen Tagschmetterlings *Limenitis populi*, welche gegen Ende des Sommers auskriechen, spinnen sich kurz darauf eine oben offene durchsichtige Wohnung, die dicht unter einem schützenden Zweige befestigt ist.

Die Stellung, in welcher die Insekten ihren Winterschlaf zubringen, hat häufig den Zweck, ihre Oberfläche und damit auch ihren Wärmeverlust möglichst zu verringern. Die halberwachsene Larve des Kiefernspinners, *Dendrolimus pini*, überwintert uhrfederförmig zusammengerollt in einer Höhlung unter dem Moose. Die Larven mehrerer Pflanzenwespen, z. B. die von *Lyda campestris*, überwintern unter der Erde mit stark gekrümmtem Rücken in einem lockeren Gespinst. Viele Wespen, wie z. B. die Gallwespen, nehmen im Winterschlaf, der bei einigen Arten nach Paszlavszky nicht vor -8° C eintritt, dieselbe Stellung ein wie in der Puppe, die Beine und Antennen dicht an den Körper zusammengezogen.

Mehrere Rüsselkäfer und auch andere Käfer mit harten Deckflügeln bringen den Winter unter Steinen zu, mit den Füßen an deren Unterseite festhängend, wahrscheinlich, wie Schoenichen vermutet, um durch Wenden der harten Deckflügel gegen die feuchte, kalte Erde besseren Schutz vor der Kälte zu erhalten.

Ein recht merkwürdiger Instinkt, der offenbar gleichfalls Schutz gegen die Kälte bezweckt, läßt mehr oder weniger zahlreiche Individuen sonst solitär lebender Arten sich im Winter in Klumpen zusammendrängen. Derartige Ansammlungen überwintender Marienkäfer (*Coccinella*) werden von Schoenichen erwähnt, und Schöyen berichtet, daß die Flöhe in den im Winter verlassenen Sennhütten in Norwegen sich in dieser Jahreszeit zu Klumpen von oft recht achtungsgebietender Größe zusammenballen. Auch unter verschiedenen Raubwespenarten kommen derartige Ansammlungen vor, worüber weiterhin Beispiele angeführt werden.

Wie schon oben erwähnt, wirkt die niedere oder höhere Temperatur bisweilen auf die Farbe der Insekten verschiedener nacheinander folgenden Generationen ein. Diese Erscheinung wird als Saisondimorphismus oder Saisonpolymorphismus bezeichnet; wir begegnen ihr besonders bei den Schmetterlingen, aber auch bei den Wanzen. Saisondimorphismus kommt auch bei Schmetterlingen des mittleren Europas vor, die im Jahre zwei Generationen haben, eine Frühjahrs- und eine Sommergeneration, so beim Waldnesselfalter *Vanessa levana* (Frühjahr) und *Vanessa prosa* (Sommer) beim Repsfalter *Pieris napi* und var. *napaeae*, oder in Norditalien beim Feuervogel *Polyommatus phlaeus* und var. *eleus*. Man kann bei saisondimorphen Formen aus Puppen, welche die Sommerform geben sollten, durch Einwirkung von Kälte bald nach der Verpuppung wieder die Frühjahrsform erzielen. In subtropischen und tropischen Gegenden wechseln in ähnlicher Weise eine Regen- und Trockenzeitform, wobei jene meist dunkler gefärbt ist, deutliche Augenflecken und schärfer gezackten Umriß hat.

Die Kälte, welche die Insekten vertragen können, ist übrigens bei verschiedenen Arten sehr verschieden. Man hat Schmetterlinge, sowohl Imagines als Larven, desgleichen Stechmücken völlig im Eise eingefroren gefunden und nach dem Auftauen wieder aufleben sehen. Dönhoff fand nach Schoenichen, daß unsere gewöhnliche Hausfliege nicht starb, bevor sie drei Stunden lang einer Kälte von 10° ausgesetzt worden war.

Bachmetjew hat das Verhältnis der Insekten zur Temperatur eingehender untersucht und gefunden, daß Insekten in der warmen Jahreszeit im Ruhezustande die Temperatur der Umgebung besitzen, wogegen Bewegung ihre Wärme erhöht. Erhöht man ihre innere Temperatur auf 46 bis 47° C, so sterben die meisten Arten. Wenn die äußere Temperatur sinkt, so verbleibt die Körperwärme des Insekts anfangs etwas höher als die der Umgebung, sinkt sie aber bis zu einem gewissen kritischen Punkt, meistens — 15° , so springt die Körpertemperatur plötzlich hinauf bis — $1,5^{\circ}$. Wird nun die Abkühlung fortgesetzt, so sinkt die Körpertemperatur von neuem und das Insekt stirbt, wenn die Temperatur sich wieder dem kritischen Punkte nähert, der übrigens für verschiedene Arten beträchtlich variieren kann. Wird dieser Punkt nicht erreicht, so lebt das Insekt wieder auf,

wenn es aufgetaut ist. Die Lage des kritischen Punktes hängt von den Nahrungsverhältnissen des Individuums ab und ist um so niedriger, je längere Zeit das Insekt gehungert hat. Hieraus erklärt sich, daß die Insekten, welche in ihrem langen Winterschlaf jeglicher Nahrung entbehren, unbeschadet selbst recht starke Kälte aushalten können. Am tiefsten liegt der kritische Punkt beim ausgebildeten Insekt, etwas höher bei der Larve, am höchsten bei der Puppe. Wird das Einfrieren wiederholt, so sinkt anfangs dieser Punkt, steigt aber wieder, nachdem die Körpersäfte 3—4 mal gefroren waren.

Diese Untersuchungen Bachmetjews zeigen uns, daß die Insekten in der oben beschriebenen eigentümlichen Beschaffenheit der Körpersäfte ein Schutzmittel gegen die Kälte besitzen, das bei weitem den Schutz übertrifft, den ihnen ihre harten Chitinpanzer, die selbstverfertigten verschiedenartigen Hüllen oder die sorgfältig ausgewählten Winterverstecke gewähren. Es ist auch eine Notwendigkeit, daß kleine Körper, welche infolge ihrer verhältnismäßig großen Oberfläche rasch abgekühlt werden, durch so viele und so wirksame Mittel als möglich vor der Kälte geschützt werden.

Wie die Winterkälte bei uns, so treibt in den Tropen die trockene Jahreszeit die Insekten dazu, sich in allen zugänglichen Winkeln und Spalten zu verbergen. Hier suchen sie Schutz vor der Hitze und verfallen in dieselbe Art Scheintod wie bei uns in der kalten Jahreszeit. Sog. poikilotherme Tiere wie die Insekten fallen nach Hesse bei 50 °C in Wärmestarre und sterben schließlich. Erst in der Regenzeit lebt die Insektenwelt wieder auf. Aber auch in Europa finden sich einige Käfer, die in tiefen Sommerschlaf versinken, um erst im Herbst zur Paarungszeit wieder zu erwachen. Dies ist nach Sajó mit *Entomoscelis adonidis* der Fall und nach Kolbe mit *Chrysomela sanguinolenta* und *Phytodecta viminalis*.

Eigentümlich ist es, die Veränderung der Instinkte bei einer und derselben Art zu verfolgen, wenn sie in mehreren Generationen im Jahre auftritt, wie es z. B. mit dem Kartoffelkäfer, *Doryphora decemlineata*, der Fall ist; diese Art lebte ursprünglich auf *Solanum rostratum*, faßte aber nach 1850 eine so große Vorliebe für unsere gewöhnliche Kartoffel, *S. tuberosum*, daß sie als eine der gefährlichsten Schadeninsekten Amerikas berüchtigt ist. Diese Art tritt jährlich in drei Generationen auf, aber nur

die dritte derselben gräbt sich in die Erde ein, um zu überwintern.

Aber auch abgesehen vom Wechsel der Jahreszeiten können die Insekten ungünstigen Naturverhältnissen in Form allzu großer Feuchtigkeit und Nässe¹⁾ oder allzu starker Dürre ausgesetzt sein. Einige Insekten sind in dieser Hinsicht ganz besonders empfindlich.

Das Kokospinnen vor der Verpuppung dürfte vielfach nicht bloß die Verbergung der Larve und später der Puppe vor Feinden, sondern ganz besonders den Schutz derselben vor Feuchtigkeit bezwecken. Dies ist wahrscheinlich bei den Bienen der Fall, welche ihre Nester in Holzlöhren unter der Erde bauen, wo die Nachkommenschaft auch sonst vor der äußeren Welt gut geborgen ist. Die Larven einiger dieser Arten umspinnen sich vor der Verpuppung mit einem Kokon, andere tun dies nicht. Die ersteren leben in Zellen, deren Wände aus so vergänglichem Material bestehen, daß sie in kurzer Zeit verfaulen, die Larve also eines weiteren Schutzes im Kokon bedarf. Im entgegengesetzten Falle ist die Zelle entweder aus trockenem Lehm gebildet oder aus einem für Wasser undurchlässigen Sekret, das jahrelang unaufgelöst in der Erde liegt. Zur ersteren Gruppe gehören *Megachile*, *Anthidium* und einige *Osmia*-Arten, zur zweiten *Anthophora* (*Podalirius*), *Colletes* und *Prosopis*. Von großem Interesse ist die Beobachtung Nielsens, daß auch die Larven von Parasitenbienen der Gattung *Coelioxys* sich mit einem Kokon umspinnen oder nicht, je nachdem sie Arten angehören, welche bei Wirten parasitieren, die der ersteren oder letzteren der beiden obengenannten Gruppen angehören. Einige *Coelioxys*-Arten, wie *C. conica*, parasitieren bei Arten beider Kategorien, und Nielsen nimmt an, daß ihre Larven sich nach den Lebensverhältnissen ihrer Wirte richten und in dem einen Falle sich einspinnen, im anderen nicht.

Derselbe Verfasser hat ferner hervorgehoben, daß die Larven der Grabwespen, welche ihre Nester in trockenen Holzzweigen bauen, bei der Verpuppung keinen Kokon um sich spinnen; sobald aber eine Art, z. B. *Psen atratus*, ihre Zellen im Mark noch lebender Baumzweige ausgrabe, finde man sogleich die

1) Nur wenige Luftinsekten, wie z. B. die Eintagsfliegen, bedürfen einer größeren Luftfeuchtigkeit.

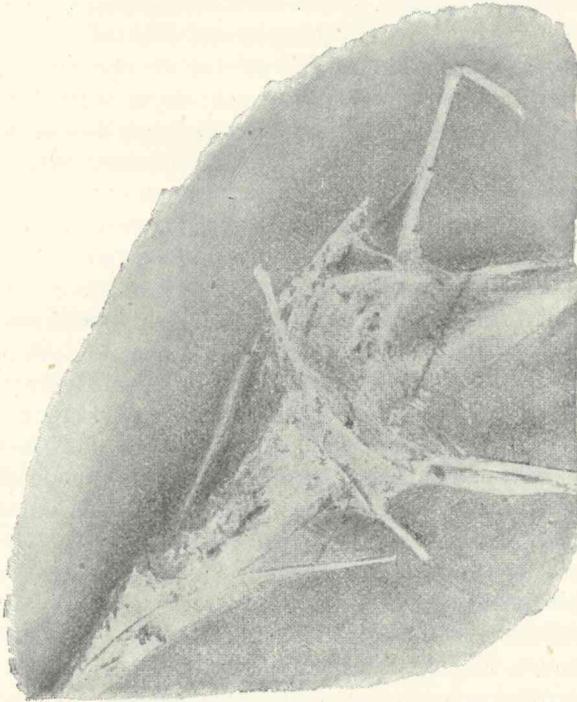
Puppen von dem vor Feuchtigkeit schützenden Kokon umgeben. Desgleichen in den Zellen der Arten, die in der Erde bauen, wo das Nest Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Daß dieselbe Art sich in dieser Hinsicht tatsächlich verschieden verhält, zeigt auch die Blattwespe *Poecilosoma pulverata*, indem sie bei Verpuppung an frischen Zweigen von *Fraxinus*, *Sambucus* u. a. Kokons verfertigt, an trockenen Zweigen dagegen darauf verzichtet.

Es fehlt jedoch nicht an Insekten, welche, um leben zu können, eines gewissen Feuchtigkeitsgrades bedürfen. Dies ist beispielsweise der Fall mit den in größerer Gesellschaft auf der unteren Seite des Zunderschwammes ansässigen Larven der Mückengattung *Ceroplatus*. Diese weichen, schleimigen Larven fallen bei Mangel an Feuchtigkeit in kurzer Zeit zusammen und sterben. Um dies zu vermeiden, bilden sie nach Wahlberg über einen größeren oder geringeren Teil der Oberfläche des Schwammes zwischen den angeschwollenen vorstehenden Rändern ein feines, durchsichtiges, aber dichtes Schleimgewebe, das den direkten Zutritt der Luft ausschließt und die Verdunstung des Schwammwassers verhindert, aber nicht die Oberfläche berührt, sondern einem flachen Zelte gleicht, unter welchem sie sich aufhalten. Auch mehrere der kleinen zur Ordnung *Copeognatha* gehörigen Baumläuse, *Psocidae*, sind äußerst empfindlich für Trockenheit. Morstatt beobachtete, daß einige Arten bald sterben, wenn sie derselben ausgesetzt werden.

Da sie außerdem zum größten Teil von den Sporen der Schimmelpilze leben, so ist es schon deshalb notwendig, daß sich die Orte, wo sie sich aufhalten, feucht erhalten. Dies ist wahrscheinlich der Grund, daß die in den warmen Ländern kolonienweise lebenden Arten der Gattung *Archipsocus* nach Enderlein und Morstatt auf Baumstämmen, Zweigen usw. Netze von bedeutender Ausdehnung spinnen, welche eine Oberfläche von 8 m Höhe und 30 cm Breite bedecken können. Diese Gespinste (Fig. 27) werden schon von den Larven und Nymphen verfertigt und sind um so bemerkenswerter, als eine derartige Gewebsindustrie bei Insekten mit unvollständiger Verwandlung äußerst selten vorkommt. Die Spinndrüsen liegen nach Morstatt in der Oberlippe. Er weist darauf hin, daß auch in der heißesten Zeit in der Nacht Tau fällt und sich an die Gewebe heftet, so daß sich unter diesen ein ausreichender Grad von Feuchtigkeit

erhält, während sie andererseits einen Schutz gegen die in diesen Gegenden so heftigen Regengüsse bilden.

Die oben beschriebenen Schutzgewebe bezwecken, wie man sieht, einen konstanten Schutz sowohl gegen Dürre als gegen übermäßige Feuchtigkeit und beschränken sich häufig auf eine bestimmte Entwicklungsphase des Insektenlebens. Schon der



Figur 27.

Gewebe des *Archipsocus textor* auf einem Akazienzweige.

Umstand, daß zu diesem Zweck ein ganz spezieller Instinkt, der Webeinstinkt, sich ausgebildet hat, deutet auf die lange Dauer der für das Insekt verhängnisvollen Verhältnisse, gegen die es in diesen Fällen anzukämpfen gehabt hat. Aber auch unter sonst günstigen Umständen kann plötzlich rauhes und kaltes oder allzu trockenes und heißes Wetter eintreten, und auch in derartigen Fällen fehlt es vielen Arten nicht an Schutzmitteln.

Zahlreiche Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß die Insekten im Besitz eines sehr empfänglichen Temperatursinnes sind. Unser gewöhnlicher Mistkäfer, *Geotrupes stercorarius*, wird sogar in mehreren Ländern vom Volke um die Witterung des folgenden Tages befragt. Dieser Käfer gräbt, wie schon erzählt, unter frischem Mist eine lange zylindrische Röhre in die Erde, die er mit diesem, seinem Geschmacke so zusagenden Stoffe anfüllt. Hier verweilt er längere Zeit, wenn die Witterung es erfordert, bei schönem Wetter aber begibt er sich hinaus, um neue, frischere Nahrung zu suchen, auch wenn sein aufgespeicherter Mistvorrat noch nicht aufgebraucht ist. Geht man an einem klaren schönen Sommerabende aus, ohne Mistkäfer in Bewegung zu sehen, so kann man sicher sein, sagt Fabre, daß es am folgenden Tage, wenn nicht früher, regnet. Umgekehrt werden, wenn am Abend alles auf Regen deutet, die Mistkäfer aber gleichwohl in Bewegung sind, die Wolken verschwinden, ohne daß ein Tropfen gefallen ist.

Auch ein anderer Käfer hat dadurch Aufmerksamkeit erweckt, daß er sich so gut gegen Unwetter zu schützen versteht¹⁾. Wichmann fand nämlich, daß der in Borke und Holz minierende *Hylesinus fraxini* bei plötzlich eintretendem kaltem Wetter das zu den Gallerien führende Bohrloch mit einem Deckel von Bohrmehl und Exkrementen verstopft. Nur eine kleine Öffnung wird unten oder in der Mitte gelassen, durch welche das Weibchen sich ihrer Exkremente entledigt. Als das Wetter wärmer wurde, fand er, daß der Deckel zum größten Teil oder gänzlich entfernt worden war.

Bemerkenswert ist die Fähigkeit sich fortzubewegen bei gewissen schon im Puppenkokon eingesponnenen Larven, offenbar um kühlere und schattigere Stellen aufzusuchen, wenn die Hitze zu stark wird. Ein derartiges, in vieler Hinsicht merkwürdiges Phänomen beobachtete Sahlberg in Dalmatien an der Larve eines kleinen Käfers, *Scionus (Stereonychus) gibbifrons*, dessen fußlose, dicke Larve den größten Teil des Inneren des pergament-

¹⁾ Andere Insekten dagegen scheinen vor dem Eintreffen eines Ungewitters durch den Luftdruck aus ihren Verstecken hervorgetrieben zu werden und beginnen unruhig umherzuffliegen. Sajó nimmt an, daß die nervöse Stimmung, in die sie dadurch geraten, in vielen Fällen zur Entstehung so eigentümlicher Erscheinungen, wie der Massenwanderungen und Flugzüge gewisser Insektenarten mitwirken kann.

artigen Kokons einnimmt. Sahlberg fand, daß diese Kokons 2 bis 3 cm hohe Sprünge machen. Eine derartige Bewegung könnte wohl nicht zustande kommen, wenn der Kokon nicht in hohem Grade elastisch wäre. Wenn nämlich die Larve drinnen sich ausstreckt, wird auch der Kokon in die Länge gezogen, nimmt dann die Larve plötzlich ihre gekrümmte Stellung wieder ein, so erhält auch die Schale gleichzeitig ihre ursprüngliche Form wieder und drückt dabei so stark gegen die Unterlage, daß sie nach oben und vorwärts geschnellt wird.

Zum selben Zweck werden wohl auch die Sprünge der sogenannten Bohnen in Mexiko unternommen. Diese Bohnen bestehen aus den Fruchtkapseln gewisser Euphorbiaceen, deren Inhalt gänzlich von der daselbst eingeschlossenen Larve eines kleinen Wicklers *Carpocapsa saltitans* verzehrt wird. Schon im Juni hat diese Schmetterlingslarve ihren ganzen Nahrungsvorrat aufgezehrt und liegt jetzt ohne Futter in der zur Erde gefallen Kapsel verborgen bis zum April des folgenden Jahres. Durch verschiedene Körperbewegungen vermag sie die Kapsel in verschiedenen Richtungen hin von der Stelle zu bringen, ja sogar durch mehrere aufeinanderfolgende Sprünge sie nach oben und vorwärts zu bewegen. Da dies besonders bei starkem Sonnenschein stattfindet, liegt, wie erwähnt, auch hier die Vermutung nahe, daß der Zweck der Bewegungen das Aufsuchen eines schattigeren Platzes ist.

Allgemein bekannt sind die Ameisen wegen ihres empfindlichen Temperatursinnes. Schon geraume Zeit vor einem Regen beginnt z. B. die *Formica rufa* die Öffnungen zu verstopfen, die in ihren Bau hineinführen. Wasmann hat entdeckt, daß die blutrote Ameise (*Formica sanguinea*) sich an verschiedenen der Jahreszeit anpassenden Orten Sommer- und Winterwohnungen aufführt, und daß sie, wenn die Hitze unerträglich wird, ihre Sommernester verläßt, um die Winterwohnungen aufzusuchen, die tiefer unter der Erde liegen und daher nicht nur Schutz gegen die Winterkälte, sondern auch gegen allzu starke Sommerhitze gewähren. Bei der Schilderung der Lebensweise der sozialen Insekten, die in einer besonderen Arbeit erfolgen soll, werden wir übrigens noch mehrere verschiedenartige Schutzvorrichtungen gegen Kälte und Feuchtigkeit kennen lernen.

Es bleibt uns noch übrig, kurz die Einrichtungen zu erwähnen, durch welche die im Wasser lebenden Insekten sich

vor Erstickung zu schützen vermögen. Bei den Larven ist das Luftröhrensystem oft für die Veratmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs eingerichtet, indem sich ein Netz von Luftkapillaren in dünnhäutigen Körperanhängen (Tracheenkiemen) verbreitet, so bei den Larven der amphibiotischen Pseudoneuropteren, der Köcherfliege und einiger Schmetterlinge. Oder ein Stigmenpaar ist so angebracht, daß es leicht der Wasseroberfläche genähert werden kann, meist am Hinterende (viele Fliegenlarven, *Dytiscus*-Larve u. a., Wasserskorpion). Oder die fertigen Insekten haben Einrichtungen, um Luft von der Oberfläche mit in das Wasser zu nehmen an ihrer behaarten Bauchseite (viele Wasserwanzen, *Hydrophilus*) oder unter den Flügeldecken (Dytisciden). Man kann sie (z. B. Arten der Wasserwanzengattung *Corixa*) munter herumschwimmen sehen, obwohl die Wassertümpel schon von Eis bedeckt sind.

Zu den Instinkten, deren Aufgabe es ist, die Insekten gegen die Gefahren der äußeren, leblosen Umgebung zu schützen, müssen wir schließlich auch ihren stark entwickelten Reinlichkeitstrieb zählen. Viele Insekten leben unter Verhältnissen, welche ihren Körper beständig mit Staub und Unreinlichkeiten aller Art besudeln, die schädliche Bakterien und andere Krankheitskeime bergen. Bekanntlich gibt es ja eine Menge solcher, die den Insekten Krankheit und Tod bringen, während hingegen andere, für den Menschen verhängnisvolle, vom Insektenkörper aufgenommen und längere Zeit ohne Schaden getragen werden. Speziell sind Zweiflügler bekannt als Überträger ansteckender Krankheiten, und amerikanische Verfasser halten allen Ernstes die gewöhnliche Hausfliege für das dem Menschen gefährlichste von allen Tieren auf Erden. Aber auch Wanzen und Flöhe spielen in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle.

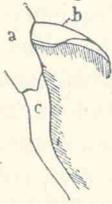
Allgemein bekannt ist die sog. Schlaffsucht, welche hauptsächlich die Larven der Schmetterlinge angreift, besonders wenn diese in größerer Gesellschaft zusammengeedrängt leben, und welche das kräftigste Mittel bildet, das die Natur besitzt, um schließlich den Verheerungen vieler solcher eine Grenze zu setzen. Einige Bakterien dürften ausschließlich bestimmte Insektenarten angreifen, andere aber den Tod der verschiedenartigsten Insekten bewirken. Auch zahlreiche Pilzsporen dringen in den Insektenkörper ein und verursachen seinen Untergang. Es ist daher, wie gesagt, unter allen Umständen für die Insekten notwendig,

sich so rein und sauber als möglich zu halten. Selbst wenn die Insekten sich von den schmutzigsten Stoffen nähren, wie Mist, in Verwesung begriffenen Leichen usw., sieht man selten, daß ihre Lebensweise irgendeine Spur auf ihrem Körper hinterläßt. Ein jeder ist fast jederzeit in der Lage, den Reinigungsprozeß zu verfolgen, dem sich die Insekten so häufig unterziehen, wenn er nur auf unsere gewöhnliche Hausfliege acht gibt. Fast jeden Augenblick, wo die Fliege sitzt, ist sie damit beschäftigt. Die Vorderbeine werden gegeneinander gerieben und besonders die Schienen und Füße von allen Staubpartikeln gereinigt, wobei häufig auch die Zwischenbeine behilflich sind. Von Zeit zu Zeit werden beide Vorderbeine über den Kopf geschlagen, während die Mundteile in Bewegung kommen, und die ersteren werden über Scheitel, Augen und Mund hin- und zurückgeführt, ganz wie ein Mensch mit seinen beiden Händen sein Gesicht wäscht. Mit den Hinterbeinen wird auf dieselbe Weise aller Staub von den Flügeln und dem Hinterkörper abgebürstet.

Besonders stark entwickelt ist der Reinlichkeitstrieb auch bei den Wespen, und zwar speziell bei den nestbauenden Arten derselben. So sieht man die Raubwespen, welche ihre Nester in die Erde oder in faules Holz graben, ihrer Toilette große Sorgfalt widmen und sorgfältig alle Erd- und Staubkörner entfernen, die sich an ihren Körper, besonders an ihre Beine und Antennen geheftet haben. Speziell die letzteren, welche ja die für das Leben des Tieres so wichtigen Sinnesorgane einschließen, sind Gegenstand großer Pflege, indem sie wiederholt zwischen den Kiefern hin- und zurückgeführt werden. Mehrere Wespen, besonders aber Ameisen besitzen im vorderen Beinpaare einen eigenen Kammapparat, der vom Apikalsporn der Tibien und der ausgebuchteten Innenseite des ersten Fußgelenkes gebildet wird, welche beide mit einer Anzahl dicht gestellter Kammzinken¹⁾ (Fig. 28) versehen sind. Im Raume zwischen

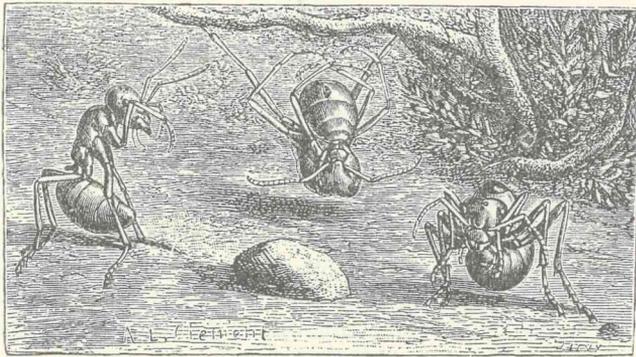
¹⁾ Bei einigen Ameisenarten finden sich an der vorderen und unteren Seite des Kopfes lange steife Borsten (*Macrochetæ*). Wheeler hat die Entdeckung gemacht, daß die Anwesenheit solcher durchaus nicht von der systematischen Verwandtschaft der Arten abhängt, sondern daß sie bei Gattungen auftreten, die in keiner näheren Verwandtschaft miteinander stehen, jedoch nur bei Arten, die in Wüsten leben. Er schließt hieraus, daß sie eine spezielle Bedeutung für diese haben mußten, und hält sie für einen Apparat zum Putzen der Taster und Füße.

dem Sporn und dem ersten Fußgelenk werden Fühler und Taster hin- und zurückgeführt und vom kleinsten Erdkörnchen befreit. Die Ameisen nehmen mitunter bei ihrer Reinigungsarbeit recht bizarre Stellungen ein, von denen hier einige Proben gegeben seien (Fig. 29). Einige Raubwespen und Bienen halten sich während dieser Prozedur mit den Kiefern an einem Grashalme fest und strecken den Körper in fast winkelrechter Richtung frei in die Luft hinaus, während sie eifrig mit den Beinen Körper und Flügel abbürsten.



Figur 28.
Tibiotarsaler
Kammapparat
einer Ameise.

Auch andere recht bemerkenswerte Reinigungsapparate finden sich mitunter in der Insektenwelt. So erzählt Jacobsen, daß die Larven unserer Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca* und *Phosphaenus hemipterus*) auf eine sehr systematische Weise ihren Körper waschen vermittels eines eigentümlichen Apparates, welcher in Form zweier Bündel retraktiler, sehr beweglicher, klebriger Fäden von je 6—8 an Zahl, vom letzten Abdominal-segmente ausgestreckt werden kann. Diese Fäden werden ge-

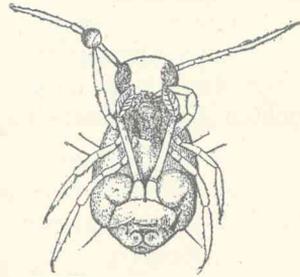


Figur 29.
Ameisen bei der Toilette.

wöhnlich in den Körper eingezogen getragen, treten aber in einer Weise aus demselben heraus, die an die beweglichen Tentakel der Schnecken erinnert. Wahrscheinlich sind es eigentlich eine Art Haftorgane, die den Larven helfen, sich an das feuchte Moos anzuklammern, auf welchem sie leben, und

daran emporzuklettern. Aber Jacobsen hat gesehen, daß diese fingerartig biegsamen Fäden auch über den Körper in allen Richtungen nach vorne geführt werden können und dazu benutzt werden, denselben vom Munde bis zu den beiden hintersten Segmenten von anhaftender Unreinlichkeit zu befreien.

Im Zusammenhang mit dem Obigen sei hier eine eigentümliche Erscheinung erwähnt, die ich an einem kleinen Apterygoten, dem auf unseren Teichen herumhüpfenden *Sminthurides aquaticus*, beobachtet habe, und die noch keine befriedigende Erklärung gefunden hat. Sie besteht darin, daß das Tierchen mit den Vorderkrallen den gleichzeitigen Fühler umfaßt und das Bein lebhaft über demselben hin- und zurückführt. Das Resultat zeigt sich in kurzem in Form eines klaren Tropfens, der schließlich zur Spitze des Fühlers hingeschoben wird. Hier wird er, wie die nebenstehende Figur (Fig. 30) zeigt, zwischen beide Klauen, von denen die obere schöpflöffelartig ausgehöhlt ist, gefaßt und zum Munde gebracht. Während ein Teil des Tropfens von diesem aufgesogen wird, werden die beiden Sackschlingen von der Ventraltube vorgeschoben, umfassen den Rest des Tropfens und ziehen ihn in die Tube hinein. Die Beschaffenheit dieses Tropfens ist noch unbekannt.



Figur 30.
Sminthurides aquaticus von unten gesehen.

Es ließe sich annehmen, daß er aus Wasser bestände, das von den hygroskopischen Haaren der Antennen aufgenommen wäre, wenn nicht das Wasser direkt und ohne jegliche Schwierigkeit vom Tiere der Wasseroberfläche entnommen werden könnte, auf welcher es umherhüpft, und der beschriebene Umweg daher ganz unnötig wäre. Es ist daher auch die Vermutung geäußert worden, daß der Tropfen aus irgendeiner öligen Flüssigkeit bestehe, deren Aufgabe jedoch nicht näher festgestellt ist.

Dieselbe Fürsorge, welche die Insekten ihrem Körper widmen, schenken sie vielfach auch ihren Nestern. Dafür bieten uns die sozialen Arten zahlreiche bemerkenswerte Beispiele, worüber mehr in einer anderen Arbeit. Aber auch mehrere gruppenweise zusammenlebende Larven nicht sozialer Arten können in dieser Beziehung hervorgehoben werden. Schon Bonnet erzählt,

daß in dem Nest, das von den jungen Larven eines Tag-
schmetterlings, *Aporia crataegi*, gesponnen wird, die Unreinlich-
keiten von einigen der Larven fortgeschafft werden. Das auch
sonst außerordentlich fein und schön gebaute Nest, welches von
den Larven des mexikanischen Tag-
schmetterlings *Eucheira
socialis* gesponnen wird, hat stets seine Mündung nach unten
gerichtet, was von nicht geringer hygienischer Bedeutung ist,
da so Leichen und Exkreme-
nte leicht zur Erde fallen, Feuchtigkeit
und Regen nicht in das Nest eindringen können. Auch einige
blattminierende Kleinschmetterlingsraupen entfernen ihre Ex-
kreme-
nte entweder ganz (*Cosmopteryx eximia*, *Gracilaria ononielis*
Tischeria-Arten) oder wenigstens teilweise durch ein kleines Loch
im Bohrkanal (*Cosmopteryx lienigella*, *Lyonetia prunifoliella*).
Bei *Nepticula subbimaculella* wird der schwarzbraune Kot meist
in dem obern Teile als unregelmäßiger Fleck von $\frac{1}{4}$ der Größe
des Kanals abgelagert, oft aber auch von der Raupe teilweise
durch eine Klappe ausgestoßen. Ungefähr die Hälfte der unter-
suchten Kanäle hatte nach Sorhagen diese Abfuhrklappe.

Zehntes Kapitel.

Schutz gegen Feinde. Passive Schutzmittel.

Der Reinlichkeitsinstinkt der Insekten bildet insofern einen
Übergang zu den Instinkten, welche gegen Gefahren schützen,
die von anderen lebenden Wesen drohen, als er zweifellos dazu
beiträgt den Körper von nicht wenigen schädlichen Mikro-
organismen zu befreien. Widmen wir nun unsere Aufmerksamkeit
den Schutzmitteln, welche die Insekten gegen die Angriffe aus-
gebildet haben, denen sie von organischen Wesen größerer Art
ausgesetzt sind.

Diese Feinde der Insekten gehören teils der Pflanzen-, teils
der Tierwelt an. Was die Pflanzen betrifft, so sei hier an die
besonders in den Tropen vorkommenden Arten erinnert, welche
von Insekten leben, die sie entweder mittels speziell eingerichteter
Fangapparate oder Fallen oder mittels der stark klebrigen Ober-
fläche gewisser Pflanzenteile fangen. Von solchen zur palä-

arktischen Flora gehörenden Pflanzen nennen wir im Vorübergehen nur die Gattungen *Utricularia*, *Drosera*, *Viscaria*, *Salvia*, *Ononis* usw. Andere Pflanzen hingegen besitzen eine dünne Oberhaut, durch welche, wenn sie von den Krallen der Insekten geritzt wird, ein stark klebriger Milchsafte hervordringt, der das Insekt an die Pflanze fesselt. Sucht sich nun das Insekt von Pflanzen dieser Art zu befreien, so ruft es noch reichlichere Schleim- oder Milchausscheidungen hervor, die es schließlich gänzlich fangen und festhalten. Der Umstand, daß bestimmte Insektenarten trotzdem auf derartigen Pflanzen leben können, erweist, daß ihnen Mittel zur Verfügung stehen, deren Angriff unschädlich zu machen. Viele Schmetterlingslarven haben eine so beträchtliche Größe, daß der Effekt, den die Klebrigkeit der Pflanze ausübt, für sie recht gering ist. Hauptsächlich sind es auch nur kleinere Insekten, besonders Fliegen und Mücken, die an den klebrigen Stengeln und Blättern der drüsenhaarigen Pflanzen haften bleiben. Aber unter diesen kleinen Insekten gibt es doch einige, welche ohne Gefahr auf denselben herumlaufen und mit ihrem Saugrüssel nicht nur den Saft der Pflanzen, sondern auch die von diesen gefangenen und getöteten Insekten aussaugen. Diese Arten gehören einigen Gattungen der Wanzenfamilie *Miridae* (*Capsidae*) an, wie *Dicyphus*, *Cyrtopeltis*, *Macrolophus* und *Macrotylus*. Um einen ungefährdeten Aufenthalt auf den genannten Pflanzen zu ermöglichen, sind, wie schon früher erwähnt, die mehr oder weniger großen und scharfen, reißenden Krallen, welche andere Arten dieser Familie auszeichnen, in ihrer Größe stark reduziert, die darunterliegenden weichen Krallenkissen dagegen haben eine beträchtliche Größe erreicht, so daß das Insekt auf der Pflanze umherlaufen kann, ohne einen stärkeren Sekretausfluß zu veranlassen.

Sehr merkwürdig sind die in den Tropen vorkommenden *Nepenthes*-Arten, deren Blätter in höchst eigentümliche, sehr oft bis zur Hälfte mit Wasser gefüllte Kannen umgewandelt sind. Die in diese Kannen hineingeratenen Insekten ertrinken bald, werden verdaut und resorbiert. In diesen Kannen leben gleichwohl zahlreiche Fliegen- und Mückenlarven, die sich dadurch an die *Nepenthes*-Kannen angepaßt haben, daß sie, nach Guenther, Antifermente bilden, die es nun verhindern, daß ihr Körper von verdauenden Säften angegriffen wird. Die Fliegenlarven zeichnen sich zudem durch eine dicke und wenig durchlässige Haut aus.

Guenther nimmt an, daß die Tiere bereits die *Nepenthes*-Kannen bewohnten, ehe die Pflanze noch Fermente ausschied, und daß die Ausbildung der verdauenden Säfte bei der Pflanze einerseits, die der Antifermente und anderer Schutzanpassungen bei den Bewohnern andererseits immer Hand in Hand fortschritt. Es nimmt übrigens nicht wunder, daß die lebenden Bewohner der *Nepenthes*-Kannen ihre kleinen Behausungen so zahlreich bevölkern. Stellen doch die Kannen gewissermaßen Miniaturtümpel dar, in denen die Larven sicher vor jedem Feinde leben können, da es hier weder Fische, noch Raubinsekten noch Amphibien gibt. Dazu steht ihnen eine unerschöpfliche Nahrungsquelle, die hereinfliegenden Insekten, zur Verfügung. Auch Trichopteren-Larven sind in diesen Kannen nicht selten. Auch sie sind für ein solches Leben ganz besonders angepaßt, vor allem durch starke Chitinbildung und ganz besondere Festigkeit des Gehäuses.

Ein hartes Chitin scheint übrigens oft ein Schutzmittel gegen starke Flüssigkeiten und auch gegen giftige Dämpfe zu sein. Nach Katkariner und Enzio Reuter lebten Larven der Dipteren-gattung *Ephydra* mehrere Stunden in 96-gradigem Alkohol und Fliegenlarven nach Blüml zehn Tage in dreiprozentiger Formalinlösung. L. v. Müller berichtet über zwei Exemplare von *Rhagium inquisitum*, die acht Tage lebten, nachdem sie eine ganze Nacht in einem Cyankaliumglase eingesperrt gewesen waren. Helms erwähnt einige Exemplare der australischen *Hemideina (Deinacrida) thoracica*, welche mehrere Tage lebten, obgleich sie 40 Stunden lang einer kräftigen Einwirkung desselben Gases ausgesetzt gewesen waren.

Die meisten Gefahren jedoch drohen den Insekten von seiten der Tiere. Merkwürdigerweise können die Insekten die schwersten Verstümmelungen erleiden, ohne sogleich das Leben zu verlieren. So ist ja bekannt, daß man mit einer feinen Schere den Hinterkörper einer blutsaugenden Mücke abschneiden kann, ohne daß sie aufhört zu saugen. Schulz erwähnt Puppen von *Deilephila*-Arten, welche noch lange, nachdem ihre hintersten Körperringe von Mäusen oder Raubkäfern verzehrt worden waren, Lebenszeichen von sich gaben. Delessert hat (nach Katter) beobachtet, wie die Larve einer *Scopelosoma satellitia* ihren eigenen Körper vom fünften Körperringe an, der von der Larve einer *Cosmia trapezina* verwundet worden war, so weit nach vorne zu auffraß, daß nur der Kopf und der erste Thorakalring zurück-

blieben. Diese starben doch bald darauf. Stäger durchschnitt die Larve einer *Carpocapsa funebrana* so, daß nur der Kopf und zwei Thorakalsegmente erhalten blieben, und sah zu seinem Erstaunen diese zu einem in der Nähe liegenden Pflaumenstück wandern, das im Verlauf einer halben Stunde vom kleinen Larvenreste verzehrt wurde. Bald darauf starb jedoch auch dieser. Schilling hat das Weibchen eines Spinners, *Euproctis chrysorrhoea*, obgleich Kopf und Mittelkörper völlig zerquetscht und an der Baumrinde angeklebt waren, mit dem Hinterkörper regelmäßig die Bewegungen ausführen sehen, durch welche die auf die Rinde gelegten Eier dachziegelförmig mit den vom Analbüschel sich lösenden Haaren bedeckt werden. Perty erzählt, daß eine Maulwurfgrille durch einen Spatenstich mitten durchgeschnitten wurde. Eine Viertelstunde später sah man die vordere Hälfte in aller Ruhe die hintere verzehren. v. Heyden berichtet über einen *Ocypus olens*, welcher den ganzen Hinterkörper verloren hatte und dessenungeachtet begierig eine Schnecke verzehrte. Ein Weibchen von *Melasoma tremulae* hielt er vier Monate lang in einem Insektenkasten aufgespießt, ohne daß das Leben entflohen wäre. Das Weibchen war unbefruchtet und darauf beruhte wohl die Fähigkeit des Lebens. Werner hat in Gefangenschaft gehaltene, von Raub lebende Gradflügler, *Ephippigera*, *Barbitistes*, *Saga*, seltener *Locusta*, trotz reichlichen Zugangs an Nahrung, in aller Ruhe, ohne Zeichen von Schmerz, ihre eigenen vorderen Füße und Beine oder die Hälfte ihrer Eierlegescheide auffressen sehen. Ein Weibchen von *Polistes pallipes*, das seines Kopfes beraubt worden war, zeigte, nach Packard, noch 41 Stunden darauf Anzeichen von Leben. Ein Männchen, dessen Abdomen entfernt worden war, lebte $5\frac{1}{2}$ Stunden und sog dabei begierig Zuckersaft. Andere Wespen leben nach Verlust des Kopfes über einen Tag. So z. B. nach Verhoeff *Chrysis ignita* zwei Tage. Zahlreiche ähnliche Beobachtungen liegen außerdem über Arten anderer Ordnungen vor. So hat Blümmel eine Heuschrecke, von welcher nur noch Kopf und Thorax übrig waren, noch neun Tage leben sehen.

Es ist deshalb zu vermuten, daß die Angriffe anderer Tiere den Insekten glücklicherweise nur wenig Schmerz bereiten. Denn unter den Tieren haben die Insekten zahlreiche Feinde allerlei Art.

So gibt es unter den Säugetieren eine nicht unbedeutende Anzahl Insektenfresser; noch größer aber ist ihre Zahl in den

Klassen der Vögel, Kriechtiere, Lurche und Fische. Die größte Gefahr droht ihnen vielleicht oft von der eigenen Klasse der Insekten, die so überaus reich ist an räuberischen und parasitischen Arten. Schließlich seien noch die zahlreichen Feinde erwähnt, die die Insekten unter den Spinnen haben, deren höhere Formen fast ausschließlich von Insekten leben, sowie unter den endoparasitisch lebenden Würmern.

Die genannten Feinde können in zwei wesentlich verschiedene Gruppen geteilt werden, je nachdem sie ihre Beute mit Hilfe des Geruchs oder des Gesichts aufsuchen. Was die erstere Gruppe betrifft, so scheint es vielfach, als ob kein Schutz gegen diese Feinde möglich sei. Der Sinn, der sie leitet, ist oft von geradezu fabelhafter Feinheit und findet den Weg zu den verborgensten Verstecken und Winkeln. Gegen ihre mit Hilfe des Gesichts jagenden Feinde dagegen wissen die Insekten sich auf mannigfache Art zu schützen. Es ist ja für das Insekt keineswegs ein unnatürlicher Tod, dem Nahrungsbedürfnis anderer zum Opfer zu fallen. Jede Art hat auch ihren Feind oder ihre Feinde, gegen die kein Schutzmittel hilft, aber es gilt doch das Leben eine Zeitlang zu verlängern, und wenn dies glücklich ist, bis der Fortpflanzungstrieb befriedigt und die Fortdauer der Art gesichert ist, so hat das Individuum seine Aufgabe erfüllt.

Das Leben des Insekts ist daher geteilt zwischen der Nahrungssorge und einer ständigen Aufmerksamkeit, um den Verfolgungen der Feinde zu entgehen. In den meisten Fällen bedient es sich hierbei des Gesichts. Ein außerordentlich beleuchtendes Beispiel hierfür liefert Schuster, welcher schildert, wie sich der auf Spargel lebende Käfer *Crioceris duodecimpunctata* beträgt, wenn er sich als Gegenstand unserer allzu nahen Aufmerksamkeit fühlt, und wie er alle unsere Bewegungen verfolgt. Greift man von oben her nach ihm, so läßt er sich augenblicklich zur Erde fallen, hält man beide Hände unter dem Spargelzweige, so bleibt er ruhig auf demselben sitzen, versucht man ihn von der Seite zu fassen, so eilt er auf einen gegenüberliegenden Zweig und wirft sich von dort zur Erde nieder, nähert man sich ihm mit dem Kopfe, so verbirgt er sich sogleich auf der entgegengesetzten Seite des Spargelstengels, wendet man den Kopf nach rechts, so macht er augenblicklich eine entsprechende Bewegung nach links und umgekehrt.

Aber nicht nur das Gesicht benachrichtigt das Insekt von einer nahenden Gefahr; auch sein Gefühlssinn ist in dieser Hinsicht oft äußerst fein. Die geringste ungewöhnliche Bewegung eines Blattes oder einer Blume, auf welcher z. B. ein Rüsselkäfer oder ein Holzbock sitzt, hat oft unmittelbar zur Folge, daß dieser sich augenblicklich zur Erde fallen läßt, wo es schwer ist, ihn aufzufinden. Die Fußsohlen der meisten dieser Käfer sind stark ausgebreitet und mit dichtsitzenden perpendikulären Fühlhaaren versehen. Als solche Käfer seien Arten der Gattungen *Rhynchites*, *Lixus*, *Oberea*, *Saperda*, *Toxotus* und *Cryptocephalus* genannt. Ihre Entdeckung wird nicht selten dadurch erschwert, daß sie auf der Erde, die schwarze Bauchseite nach oben gekehrt, liegen bleiben, wie z. B. die buntgefleckten *Cryptocephalus*-Arten.

Mitunter scheint auch der Geruch den Sinn zu bilden, der die Nähe eines Feindes anzeigt. So erwähnt Perty, daß Schiner in der Adelsberger Höhle beobachtete, wie ein blinder Käfer, *Leptodirus hohenwarti*, der an einer Stalaktitsäule empor kroch, plötzlich stehen blieb und umzukehren versuchte. Gleich darauf setzte er jedoch seinen Weg fort, aber nicht mehr in gerader Richtung nach oben, sondern in einem weiten Bogen. Bei näherer Untersuchung fand Schiner, daß im Mittelpunkt dieses Kreises der Todfeind des Käfers, der gleichfalls blinde *Obisium longimanum* saß.

Die Mittel, welche die Insekten gegen Angriff und Verfolgung besitzen, sind, wie erwähnt, vielfältiger Art, lassen sich aber gleichwohl in zwei Kategorien einteilen, in passive und aktive Schutzmittel.

Was die ersteren betrifft, äußern auch sie sich in verschiedenen Formen je nach der allgemeinen Beschaffenheit der Insektenarten, bei denen sie sich ausgebildet haben.

Geschmeidige und schnellfüßige Insekten mit gut entwickelten Bewegungsorganen und einer gewissen psychischen Plastizität versuchen, falls sie sich keiner aktiven Verteidigungsmittel bedienen, durch Flucht der Gefahr zu entgehen und pflegen weite Strecken zurückzulegen, ehe sie sich wieder niederlassen. Als Beispiele hierfür seien Vertreter der Ordnungen *Hymenoptera*, *Lepidoptera* und *Diptera* genannt.

Es ist manchmal interessant zu beobachten, wie verschiedene Methoden verschiedene Arten derselben Gruppe an-

wenden, wenn sie aufgejagt werden. Mehrere Pelzflügler (*Trichoptera*) entfalten augenblicklich ihre Flügel und fliegen davon. Der auf Pflanzen und Klippen an der Wasseroberfläche sich aufhaltende *Agrypnetes crassicornis* dagegen fliegt nach Silfvenius nie auf, wenn er aufgeschreckt wird, sondern läuft sehr schnell auf der Wasseroberfläche hin, bis er zurückkehrt und ein neues Versteck am Strande aufsucht. Ganz anders verhält sich die nahverwandte *Agrypnia pagetana*, welche in derartigen Fällen ein kurzes Stück fliegt und sich auf die untere schützende Seite irgendeiner Wasserpflanze setzt, worauf sie zur Spitze derselben hinaufkriecht, offenbar um im Notfalle leicht und unbehindert weiterfliegen zu können.

Ein eigentümliches Benehmen zeigt nach Schuster der Spanner *Cheimatobia boreata*. Wenn er sich am Rande eines Waldes befindet und man sich ihm auf einen Abstand von $\frac{1}{2}$ —4 m nähert, so fliegt er sofort auf, ins freie Feld hinaus, aber nur um kurz darauf zurückzukehren und, falls die Person sich noch dort befindet, auf irgendeinem Stamm am Waldrande, stets in mehr als Manneshöhe, Platz zu nehmen.

Viele Insekten entkommen ihren Feinden mit Hilfe der ungeheuren Muskelkraft, die sie in ihren Extremitäten entwickeln, und die ihnen gestattet, Sätze von erstaunlicher Länge und Höhe zu machen. Die Muskelstärke der Wirbeltiere ist gar nicht mit der der Gliedertiere zu vergleichen, und Plateau gelangte zur Ansicht, je kleiner das Tier, um so kräftiger sei es. Am bekanntesten in dieser Hinsicht ist unser gewöhnlicher Floh, welcher Sprünge macht, deren Länge und Höhe gewiß mehr als das Zweihundertfache seiner eigenen Körperlänge beträgt. Um mit ihm wetteifern zu können, müßte z. B. einer der besten Springer unter den Säugetieren, der Panther, Sätze von einem Kilometer Länge machen. Nicht viel weniger gute Springer sind einige Käfer; so die kleinen dem Pflanzenwuchs oft so schädlichen Erdflöhe (*Halticidae*) und die zu den Schnabelkerfen gehörenden Pflanzenflöhe (*Psyllidae*). Springende Arten finden sich übrigens in zahlreichen anderen Familien und Ordnungen, und die Fähigkeit, weite Sätze zu machen, zeichnet speziell die Ordnung der Gradflügler, *Orthoptera*, aus. Gewöhnlich werden die hierhergehörigen Insekten im vollausgebildeten Zustande bei der Flucht durch die als Fallschirm wirkenden Flügel unterstützt, in zahlreichen Fällen aber sind diese auch bei der Imago

ganz verkrüppelt oder fehlen gänzlich, und das Insekt ist ausschließlich auf seine Beine angewiesen, um das Leben zu retten.

Beträchtliche Sprünge sowohl hinsichtlich der Höhe als der Länge machen auch die meisten Vertreter der niedrig stehenden Ordnung *Collembola*, der sog. Schneeflöhe, welche nebst der Ordnung der Borstenschwänze, *Thysanura*, die Unterklasse *Apterygota* bilden, welche sich von den übrigen Insekten dadurch unterscheidet, daß bei ihr noch keine Flügel zur Entwicklung gekommen sind. Die Ordnung *Collembola*, welche Linnés Gattung *Podura* entspricht, zeichnet sich bekanntlich durch einen bei den meisten Arten vorhandenen eigentümlichen, gabelförmigen Springapparat (*Furcula*) aus, der sich am hinteren Ende des Körpers befindet und in der Ruhe oder beim Gehen nach vorne gerichtet an der unteren Seite des Körpers angedrückt getragen wird, wo er durch einen besonderen Mechanismus in dieser Lage erhalten wird.

Auch Fliegenlarven besitzen die Fähigkeit zu springen. Besonders bekannt ist in dieser Beziehung die gewöhnliche Käsefliege, *Piophilæ casei*; diese kann dadurch, daß sie das Vorderende des Körpers ringförmig unter die Spitze des Hinterkörpers biegt und sich dann plötzlich kräftig ausstreckt, Sätze machen, die nach Krause eine Höhe von 20 cm erreichen.

Ein eigentümlicher Instinkt verhilft einigen Insekten, besonders aus der Ordnung der Orthopteren, der Gefahr zu entgehen, wenn sie von einem Feinde am Bein gepackt werden. Durch einen speziellen Mechanismus, in bestimmten hierfür angepaßten Gelenken, trennen sie plötzlich das Bein oder ein Glied desselben ab, überlassen es dem Angreifer und entfliehen mit dem auf diese Weise durch Selbstverstümmelung, Autotomie, befreiten Körper. Diese Autotomie ist jedoch, vorausgesetzt, daß das Zentrum des Willens ausschließlich im Gehirnganglion liegt, offenbar als Resultat einer reinen Reflexfähigkeit zu betrachten, da sie, wie z. B. Godelmann in bezug auf den *Bacillus rossii* nachgewiesen hat, auch dann stattfindet, wenn das Insekt seines Kopfes beraubt ist. Die auf diese Weise verlorenen Glieder wachsen dann allmählich wieder. Bordage fand bei Versuchen mit einigen Orthopteren, daß die Autotomie bei Larven und Nymphen allgemeiner und leichter stattfindet, als bei vollkommen ausgebildeten Tieren, und daß die regenerierten Körperteile stets kleiner werden als die ursprünglichen.

Eine große Anzahl Insekten ist jedoch nicht mit so ausgezeichneten Bewegungsorganen wie die obigen ausgerüstet, viele von ihnen sind von Natur träge und langsam und besitzen meistens weniger entwickelte Gesichtsorgane. Sie haben daher keine Aussicht, sich durch eine rasche Flucht zu retten. Statt dessen sind gerade in dieser Kategorie verschiedenartige, oft stark differenzierte und nunmehr nur geringen Modifikationen unterworfenene Schutzinstinkte zur Ausbildung gekommen.

Bevor wir zu einer näheren Schilderung derselben übergehen, verweilen wir bei der Bedeutung des Schutzes, den nächtliche Lebensgewohnheiten zweifellos vielen Insekten verleihen. Beim Eintritt der Dunkelheit gehen die meisten insektenfressenden Vögel zur Ruhe und ihre Rolle wird von den Nachtschwalben und Fledermäusen übernommen. Auch die zur Nachtzeit auftretenden Raubinsekten und Schmarotzerwespen bilden nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl. Die pflanzenfressenden Insekten, welche sich am Tage verborgen halten und erst in der Nacht ihre Nahrung suchen, dürften daher im Dunkeln weniger Gefahren ausgesetzt sein als die Taginsekten. In einer großen Menge Ordnungen gibt es auch recht viele Arten, die Nachttiere sind. Wir erinnern nur an die ganze große Gruppe von Schmetterlingen, die aus diesem Grunde den Namen Eulen (*Noctuae*) tragen. Am Tage halten sich diese Schmetterlinge verborgen und beginnen erst nach Einbruch der Dunkelheit zu fliegen. Viele der Spinnerlarven, die sich tagsüber in weiten gemeinsamen Geweben verbergen, zerstreuen sich erst in der Nacht über das Laub der Bäume und kehren bei Tagesanbruch in ihre Nester zurück. Mitunter führt die Larve eine nächtliche Lebensweise, während das ausgebildete Insekt erst vom Sonnenlicht hervorgehlockt wird. Dies ist z. B. mit den Larven einiger Tagschmetterlinge aus der Gruppe der Nymphaliden der Fall. Die Larven einiger hierhergehörigen recht gewöhnlichen Arten sind sogar bisher unbekannt verblieben, wohl gerade aus dem Grunde, daß sie nur in der Nacht in Bewegung sind. Einige Wasserkäfer und Wasserwanzen verlassen in der Nacht das nasse Element und fliegen oft weite Strecken, um neue Wasserstellen aufzusuchen. Vielleicht ist die Wahl dieser Tageszeit für den Flug gerade wegen der größeren Sicherheit, welche das Dunkel gewährt, im Lauf der Zeiten getroffen worden.

Einen ähnlichen Schutz, wie ihn das Dunkel der Nacht er bietet, erhalten viele Larven von Käfern, Schmetterlingen, Fliegen und auch Wespen durch den Aufenthalt in Gängen, die sie in Stämmen und Stengeln von Pflanzen oder in Früchten oder im Blattparenchym ausnagen, wobei nur die welke Oberhaut auf beiden Seiten des Blattes an den Stellen, wo die Wege sich hinschlängeln, ihre Gegenwart andeutet. Hierbei ist jedoch zum großen Teil der Nahrungsinstinkt bestimmend, und daher sind diese Insekten vielleicht nicht mit vollem Recht zu denen zu rechnen, die sich auf besondere Weise schützen, wenn auch vielleicht zu einer Zeit das Schutzmoment einen Einfluß auf die Ausbildung ihrer dem Tageslicht verborgenen Lebensgewohnheiten ausgeübt hat. Dasselbe gilt für die Arten, die ihre Nahrung unter der Erde in den Wurzeln der Pflanzen usw. finden.

Im Zusammenhang hiermit ist auch an die an den verschiedensten Teilen der Pflanzen vorkommenden Gallbildungen zu erinnern, in denen eine große Anzahl Insekten eingeschlossen leben. Da aber diese vom Muttertiere erzeugt werden und nicht von den Larven selbst, gehört die Frage dieser Art Schutz eigentlich zum Kapitel über die Eierlegeinstinkte der Insekten. In Zusammenhang mit diesen steht vielleicht auch der Umstand, daß viele phytophagen Insekten sich auf der unteren, weniger sichtbaren Seite des Blattes aufhalten, auf welche in derartigen Fällen das Mutterinsekt seine Eier gelegt hat.

Durch ihre ganze Lebensweise werden auch alle endoparasitisch lebenden Insekten gegen die Gefahren geschützt, die ihnen in der Außenwelt drohen; und dies haben auch sie ursprünglich dem Mutterinstinkte zu verdanken, der das Ei auf oder in den zukünftigen „Wirt“ placiert hat. Die meisten verbringen nur ihr Larvenstadium im Innern anderer Insekten, einige verbleiben aber auch als Puppen daselbst. So z. B. die im Hinterkörper verschiedener Stachelwespen, Hummeln u. a. parasitierenden Arten der Fliegengattung *Conops*. Mehr als einmal hat man die vollkommen ausgebildete Fliege dieser Arten erst über ein halbes Jahr nach dem Tode ihres Wirts aus dem Körper desselben hervorkriechen sehen. In vielen anderen Fällen schafft sich das Insekt einen Schutz gegen seine Feinde ganz unabhängig von jeder Tätigkeit des Mutterinstinktes. Dies ist mit den schon erwähnten Blatthornkäfern der Fall, die sich in unterirdische Höhlen und Röhren zurückziehen, um umgestört von neidischen Konkurrenten ihre

Nahrung verzehren zu können. Natürlich bilden diese unterirdischen Wohnungen gleichzeitig einen Schutz für den Käfer selbst. In anderen Fällen kann dieser Schutz der Hauptzweck derartiger Nester sein.

Dies ist wahrscheinlich der Fall mit einem anderen Blatt-hornkäfer der Gattung *Lethrus*. In Ungarn, Galizien und Südrußland gräbt nach Schreiner *L. apterus* zeitig im Frühling einen etwa 20 cm langen Gang schräg in die Erde, dieser führt zu einer senkrechten 35—40 cm tiefen Höhle. Hierher schleppt er seine Nahrung, die aus jungen Schüssen verschiedener Getreidearten, Weinranken, Klee, Kohl usw. besteht. Er beißt diese mit seinen scharfen Kinnbacken ab und zieht sie dann nach Hause, wobei er nach Zufal die ganze Zeit rückwärts geht, aber merkwürdigerweise stets sein Ziel erreicht und an allen derartigen Nestmündungen, die er etwa unterwegs antrifft, vorbeiwandert. Hat man das Loch verstopft, so zeigt sich der Käfer bei seiner Ankunft deutlich aus dem Gleichgewicht gebracht, beginnt aber alsbald einen neuen Eingang an derselben Stelle zu graben. Tarnani erzählt, daß die hineingeschafften Blätter zu einem festen zylindrischen Pfropfen zusammengestampft werden, wodurch sie sich längere Zeit frisch erhalten. Noch bis Ende April, wo die Paarungszeit eintritt, leben Männchen und Weibchen getrennt, jedes in seiner Höhle, dann aber begibt sich ersteres in die unterirdische Wohnung des letzteren und bleibt dort so lange, als die Arbeit für die kommende Generation andauert (siehe hierüber weiterhin).

Auf ähnliche Weise verhält sich die Larve der auf Neuholland befindlichen merkwürdigen Schmetterlingsgattung *Nycterobius*, die sich Höhlen in verschiedenen Bäumen macht und den Eingang gegen gewisse Gradflügler (*Mantis*) und andere Raubinsekten durch eine Art Falltüre schützt, die aus Blättern und Exkrementen zusammengewebt und am oberen Ende gut befestigt, am unteren aber offen ist. Diese Wohnungen verläßt sie regelmäßig bei Sonnenuntergang, wo sie ausgeht, um Blätter zu sammeln, von welchen sie lebt, und welche sie mit sich in ihre Höhle hineinzieht, wo sie den Tag über verborgen bleibt.

Einfache zylindrische Gänge und Höhlen in der Erde werden von mehreren Insekten oder ihren Larven gegraben, so von einem Käfer, *Broscus cephalotes*, und den Larven der schon erwähnten Sandjäger (*Cicindela*), für welche die Larvenhöhle

ebensowohl als Schutz wie als Hinterhalt dient. Die Larven der Grillen (*Gryllus*) machen sich gleichfalls tiefe Tunnel in der Erde, aus deren Mündungen man sie dann und wann hervorgucken sieht. Erst in der Nacht verlassen sie dieselben. Die Höhlen werden auch von den vollkommen ausgebildeten Grillen bewohnt. Jedes Individuum hat seine eigene Höhle, die es eifrig verteidigt, wenn ein anderes Besitz davon ergreifen will, was nicht selten geschieht. Der Kampf endet mitunter mit dem Tode des einen, worauf der Sieger den Gefallenen verzehrt (Fig. 31).



Figur 31.
Kämpfende Weibchen von
Gryllus campestris.

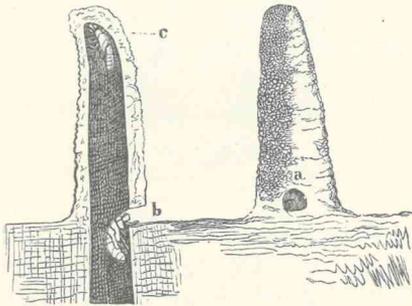


Figur 32.
Larve einer Singzikade
Melampsalta montana.

Eine nahestehende Art, die Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa*) führt gleichfalls ihr ganzes Leben hindurch eine unterirdische Existenz.

Auch die Larven (Fig. 32) der in Baumkronen „singenden“, von den Dichtern des Altertums verherrlichten Singzikaden kriechen in die Erde hinunter, wo sie in langen Gängen und vielverzweigten Höhlen verborgen den Saft aus den Wurzeln der Pflanzen saugen. Fabre, der eine in Südfrankreich lebende Art näher studiert hat, berichtet, daß die Larve schließlich dicht an einer Wurzel in sehr trockenem hartem Boden eine Nische ausgräbt und von hier aus einen senkrechten Tunnel gegen die Erdoberfläche hin verfertigt, von der ihn nur eine fingerdicke Schicht trennt, die unberührt gelassen wird. Hier hält sich die Larve verborgen und wartet auf günstige Witterung, um die Erdrinde zu durchbrechen, auf irgendeine Pflanze hinaufzukriechen und an dieser angeklammert ihre Entwicklung durchzumachen. In diesem unterirdischen, oben geschlossenen Bau findet sich nie lose Erde und es könnte rätselhaft erscheinen,

wo alle Erde geblieben sei, die beim Ausgraben der Nische und der Röhre abgelöst wurde. Betrachtet man aber die Wände genauer, so findet man, daß sie aus einem sehr harten Zement bestehen. Das weiche und außerordentlich saftreiche Insekt scheidet nämlich während des Grabens aus dem hinteren Ende des Körpers eine Flüssigkeit aus, die mit den Erdpartikeln vermischt wird, welche die zu starken Grabebeinen umgewandelten Vorderbeine loslösen, und dieser Mörtel wird hierauf zusammengepreßt und mit dem Körper gegen die Wände gedrückt. Durch diese Erweichung und Zusammenpressung der trockenen Erde wird die Möglichkeit zur Bildung der Hohlräume geschaffen, in denen die Larve lebt, ohne daß ein Körnchen davon entfernt wird. Wenn die Flüssigkeit zu versiegen beginnt, sammelt die



Figur 33.
Von einer Zikadenlarve verfertigter Erdturm.
(Verkleinert.)

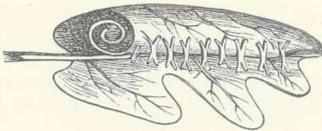
Larve sich neuen Vorrat durch Saugen an den Wurzelfasern, die an der einen Innenseite der Nische herabhängen.

Die Larven einiger Singzikaden werfen, wenn sie auf die Erde kommen, um sich zu verpuppen, einen langen hohlen Turm (Fig. 33) aus zusammengeklebter Erde auf und machen in der Spitze (c) desselben ihre Verwandlung durch. An der Basis des

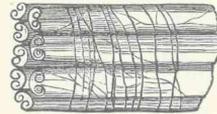
Turmes (a) wird eine kleine Tür (b) offen gelassen, durch welche die ausgebildete Zikade auskriecht. Der Turm, welcher von der berühmtesten aller Singzikaden, der nordamerikanischen *Cicada septendecim*, errichtet wird, erreicht nach Marlatt eine Höhe von 10 bis 15 cm. Die Eier werden an Baumzweigen in eine Rinne gelegt, welche das Weibchen mit seinem inmitten der Genitalsegmente gelegenen Sägeapparat ausgeschnitten hat. Die ganz jungen Larven fallen hierauf zur Erde nieder; hier graben sie sich ein, um ihr unterirdisches Dasein zu beginnen. Erst im Frühling des siebzehnten Jahres (oder, wenn es sich um eine südliche Rasse handelt, schon des dreizehnten) durchbricht die Nymphe dieser Art die Erdrinde, verbirgt sich einige Zeit unter Steinen und Hölzchen und kriecht schließlich an den Stämmen

der Bäume hinauf. Hier erfolgt die Entwicklung zum ausgebildeten Insekt, das dann in die Baumkronen fliegt und nur etwa einen Monat lebt, während welcher Zeit die Männchen dieser sowie anderer Arten ihre scharf gellenden Töne hören lassen.

Aber auch viele Arten, die auf der Erde leben, verfertigen sich selbst eine Schutzvorrichtung gegen Feinde und Kälte. So z. B. mehrere von Pflanzenblättern lebende Schmetterlingslarven, insbesondere die den Gruppen der *Tortricidae* und *Tineidae* angehörigen Wickler und Motten. Die ersteren befestigen entweder mehrere Blätter mit Seidenfäden um sich herum, oder sie bilden aus einem einzigen Blatt eine zylindrische oder kegelförmige Rolle, in welcher sie sich verborgen halten; am schmälern Ende der Rolle ist eine Öffnung zur Flucht gelassen. Wenn die Larve findet, daß einer der größeren Blattnerven zu stark ist und dem Zusammenrollen des Blattes zu viel Widerstand entgegengesetzt, so



Figur 34.
Nest des Eichenwicklers.



Figur 35.
Nest des Weidenwicklers.

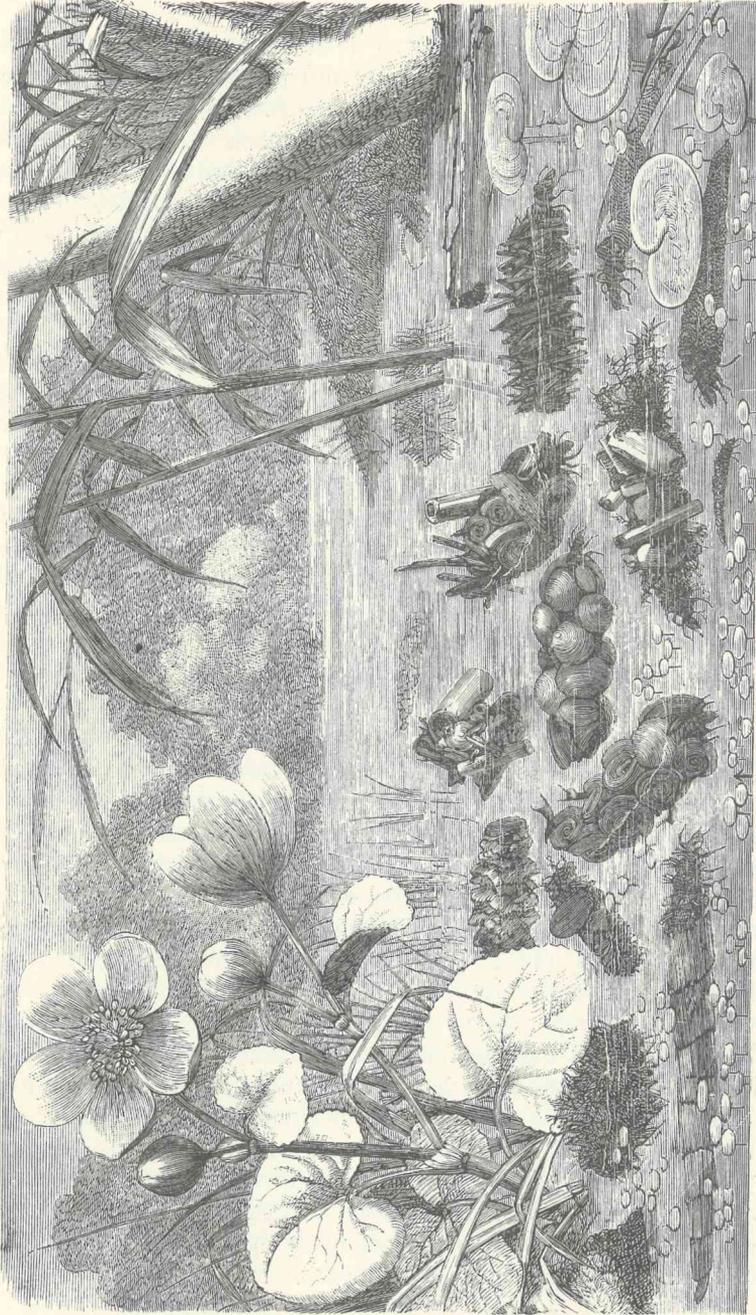
nagt sie denselben teilweise ab und macht ihn so geschmeidiger. Einige Larven schneiden zunächst dreieckige Stücke aus dem Blatt aus, und rollen sie dann zusammen, wobei sie jedoch einen Stiel zurücklassen, durch welchen die Rolle am übrigen Blatte festgehalten wird. Die Rollen der Wicklerlarven werden übrigens auf sehr verschiedene Weise verfertigt. Wir geben hier Abbildungen eines Nestes des Eichenwicklers (Fig. 34), das aus einem einzigen Blatte gebildet ist, und des Weidenwicklers (Fig. 35), das aus mehreren zusammengerollten und mit einem gemeinsamen Faden unwundenen Blättern zusammengesetzt ist. Eigentümlich ist, daß die Larven zwar kleine Löcher in die Hüttenwände fressen, aber, fragt Schuster, genügt ihnen dies in der Tat zum Futter und zerstören sie damit nicht ihr eigenes Haus? Wandern sie nicht vielleicht zeitweise aus, um sich ein neues Haus zu bauen? Alles noch unaufgeklärte Fragen.

Ähnliche Nester werden auch von einigen anderen Insekten verfertigt. So rollt nach Caudell ein Gradflügler aus der

Familie der Locustiden, *Camptonotus carolinensis*, nach Anbringung mehrerer Schnitte Baumblätter zusammen und verbindet sie mittels eines seidenartigen Sekrets aus seinen Speicheldrüsen. In diesem Nest verbirgt sich das Insekt am Tage und geht nachts aus, um sich Nahrung zu schaffen.

Einen besonders hohen Grad der Entwicklung hat der Schutzzinstinkt bei einigen in größeren Gruppen zusammenlebenden Schmetterlingslarven erreicht. Diese umspinnen sich mit einem gemeinsamen, mitunter sehr kunstreichen Netz, das ihnen Schutz gegen zahlreiche Feinde und zugleich gegen ungünstige klimatische Verhältnisse gewährt. Dasselbe ist auch mit den merkwürdigen Nestern der Fall, die auf die eine oder andere Weise von den sozialen Insekten aufgeführt werden.

Die Fälle von Schutz für das Individuum, welche wir bisher betrachtet haben, bezogen sich auf feste Wohnungen der einen oder anderen Art. Wenden wir uns nun solchen zu, in welchen die Tiere sich verbergen, die sie aber beständig mit sich tragen. Da diese Behausungen die Larven — es handelt sich stets nur um solche — meistens fest umschließen, wäre es vielleicht richtiger, sie weniger als Nester denn als Bekleidung anzusehen; in vielen Fällen dürften sie auch tatsächlich ihrem Träger nicht nur Schutz sondern auch Wärme verleihen. Die meisten hierhergehörenden Fälle kommen in der Ordnung der Schmetterlinge zur Beobachtung, aber auch die im Wasser lebenden Larven der Trichopteren, die sog. Hülsenwürmer, schaffen sich solche röhrenförmigen Gehäuse oder Trachten aus dem verschiedensten Material, aus Grashalmen, Moos, kleinen Steinen, Muschelschalen, Sandkörnern usw. Bisweilen besitzen diese Röhren eine sehr wunderliche Form. Mitunter sind sie spiralförmig gewunden und einem Schneckengehäuse zum Verwechseln ähnlich. Es würde uns jedoch zu weit führen, wollten wir auf eine ausführliche Schilderung der verschiedenen Formen der schon bekannten Trichopterenröhren eingehen, denn diese variieren nicht nur nach jeder Gattung, sondern fast für jede Art. Mehrere Arten verfertigen nämlich ihre Röhren aus dem gleichen Stoffe; es gibt aber auch Arten, die in verschiedenen Alter verschiedene Stoffe anwenden und die Futterale, die sie als ältere Larven bauen, können so in ihrem Aussehen völlig von denen abweichen, die sie als junge tragen. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 36) zeigt dem Leser eine Menge verschiedener Trichopterengehäuse.



Figur 36. Gehäuse oder Bekleidungen verschiedener Trichopterenlarven.

Natürlich sind die Larven um so besser geschützt, je weniger sich ihre Gehäuse von der nächsten Umgebung unterscheiden. Dieser Schutz wird in vielen Fällen z. B. recht leicht dadurch erlangt, daß auf der oberen und unteren Seite der Röhre horizontal liegende Blattstücke befestigt werden, deren Farbe vollkommen mit der von verwelkten Blättern auf dem Boden des Teiches zusammenfließt; aber auch mehrere andere Arten von Fremdstoffen, die an die Röhre befestigt werden, haben zweifellos denselben Zweck, eine schützende Ähnlichkeit zu erzeugen, und sind gewiß mit Unrecht als Belastungsstücke betrachtet worden. In stehendem Wasser ist eine derartige Belastung ganz zwecklos und in fließendem würde sie der Strömung nur eine größere Angriffsfläche bieten. Zweifellos sind mit Rücksicht hierauf an den letzteren Lokalitäten die Röhren weit weniger umfangreich als an den ersteren.

Steinmann weist darauf hin, daß die Röhren der Trichopterenlarven, die in Gebirgsbächen angetroffen werden, nicht nur meistens aus Sand und kleinen Steinen gebildet sind, die ihnen eine gewisse Schwere verleihen, sondern auch die Form eines Elefantstößers erhalten, dessen gekrümmte Form zweckmäßiger ist als eine gerade Röhre, die leichter vom fließenden Wasser fortgespült werden würde.

Von nicht geringem Interesse ist ferner die Beobachtung Wesenbergs-Lunds, nach welcher gewisse Gattungen (*Molanna*, *Goëra*), welche in der Uferbrandung größerer Seen leben, wo starker Wellenschlag herrscht, im Gegensatz zu den Trichopterenlarven, die im allgemeinen zylindrische Röhren bauen, diesen eine sehr platte Form geben, eine Anpassung, die offenbar einen guten Schutz gegen den Wellenschlag er bietet. Hier werden tatsächlich auch die Röhren mit Steinchen belastet, um sie möglichst schwer zu machen (*Goëra*). Aber Buchner hat zugleich darauf aufmerksam gemacht, daß diese Steinchen stets so befestigt sind, daß die Wellen unbehindert über sie hingleiten. Viele Arten (*Tinodes*, *Polycentropus*) führen außerdem auf den Steinen schützende Galerien auf, in denen die Fortspülung der Larven durch die Wellen unmöglich gemacht wird.

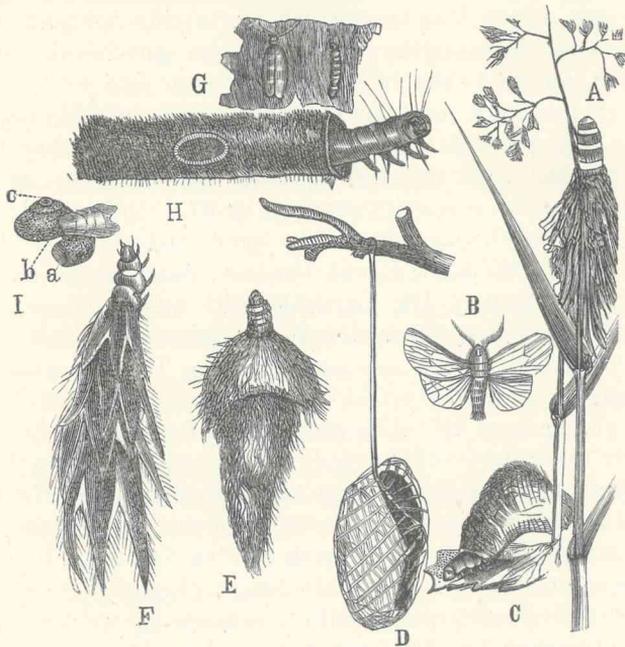
Die oben erwähnten schneckenförmigen Gehäuse der Gattung *Triaenodes* u. a. haben durch ihren zierlichen Bau schon lange die Bewunderung der Entomologen erweckt. Erst ganz kürzlich hat Buchner die Bedeutung dieser Form des Gehäuses auf-

gewiesen. Er beobachtete, daß die Larven zweier *Triaenodes*-Arten die Fähigkeit besitzen, in vertikaler Richtung nach oben zu schwimmen, und daß dieses Aufsteigen vom Boden zur Wasseroberfläche gerade durch den spiralförmigen Bau des Gehäuses ermöglicht wird. Die Larve kann nämlich nicht allein das Gehäuse um die eigene Achse drehen, sondern es gleichzeitig auch die Fläche eines Konus um diese Achse beschreiben lassen, so daß das Gehäuse mit seinen Windungen dabei wie eine Schraube wirkt.

Viele Schmetterlingslarven verbringen gleichfalls, wie erwähnt, ihr ganzes Leben in einer derartigen Röhre oder einem Sack, verpuppen sich im Gehäuse und verlassen es mitunter auch nicht als ausgebildetes Insekt (die Weibchen gewisser Psychiden). Sehr sonderbar sieht das Gewand aus, das von der Larve der *Gelechia subocella* verfertigt wird (Fig. 37 F). Diese lebt auf den Blüten des *Origanum*, welche eine vielspitzige, trichterförmige, leicht abfallende Krone besitzen, deren Boden nach dem Abfallen offen bleibt. Die Larve kriecht nun in diese Blütenkrone oder nagt sich durch den Boden derselben hinein und so entsteht fast von selbst die eigentümliche Tracht, welche das Bild zeigt.

Im allgemeinen läßt sich als Regel aufstellen, daß je kleiner und feiner die Materialstücke sind, um so größere Umständlichkeit zur Verfertigung der Bekleidung oder des Gehäuses erforderlich ist und eine um so höhere Kunstfertigkeit dabei entwickelt werden muß. Tatsächlich finden sich auch bei den Schmetterlingslarven fast ebenso viele Formen von Bekleidungen (Fig. 37) — die aus den verschiedenartigsten feinen Partikeln zusammengewebt werden —, wie wir sie schon bei den Larven der Pelzflügler gesehen haben. So kennt man Gehäuse, die aus kurzen, quergelegten Grashalmen verfertigt sind, die mit Seide zu einer fünf- oder sechseckigen Röhre zusammengebunden werden, andere aus viereckigen Strohstückchen, die nur an einem Ende befestigt sind und dachziegelförmig einander decken, wieder andere aus Fichtennadeln oder Dornen, die in der Längsrichtung nebeneinander gereiht sind, oder aus ebenso geordneten Holzsplittern und mitunter hat man nach Kirby die Beobachtung gemacht, daß die Röhre der weiblichen Larve ausschließlich aus solchen Holzsplittern besteht, während die Splitter in der der männlichen Larve weniger regelmäßig angeordnet sind und mit Stücken trockenen Laubes oder anderen leichten Stoffen abwechseln. Viele Larven fügen ihre

Säcke aus kleinen Stückchen von Flechten, aus Steinkörnchen, die sie von Mauern losnagen, aus Erd- und Staubkörnchen usw. zusammen. Unsere gewöhnlichen Hausmotten, *Tinea pellionella* und *tapetiella* (Fig. 37 H), machen sich eine Bekleidung aus den Wollpartikeln, die sie aus unseren Kleidern und Möbeln nagen. Die Tracht ist sehr anschließend und muß daher mit dem



Figur 37.

Bekleidung verschiedener Schmetterlingslarven.

A Larve von *Psyche graminella*. B Schmetterling. C und E Larven von *Coleophora*. D Kokon einer brasilianischen Motte. F Larve von *Gelechia subocella*. I Spiralgedrehter Sack, verfertigt von *Psyche heitz*, mit seiner b vorderen, a hinteren und c Seitenöffnung. G Kleidermotte. H Larve von *Tinea tapetiella*.

Wachstum der Larve vergrößert werden. Diese behält nämlich stets dasselbe Kostüm und macht sich bei vorgeschrittenerem Alter kein neues, wie beispielsweise die Larven der Pelzflügler. Das Futteral wird ganz einfach durch einen neuen Ring aus Haaren oder Wolle an jedem Ende verlängert, aber die Erweiterung ist nicht so leicht. Um eine solche zu erreichen, wird der Sack zuerst auf einer Seite ungefähr bis zur Hälfte

aufgeschnitten und der Spalt mit einem Keil aus neuer Wolle gefüllt; hierauf wendet sich die Larve um und verfährt mit der anderen Seite auf die gleiche Weise. Würde das Futteral auf einmal in ganzer Länge aufgetrennt werden, könnte natürlich die Larve leicht ganz herausfallen. Häufig sieht man auch vier Keile. Während der Arbeit wird der Sack mit einigen Fäden an die nächste Fläche befestigt. Da die Wolle, aus welcher das Tier seine Bekleidung verfertigt, nicht selten bald dem einen, bald dem anderen Stück unserer Garderobe entnommen ist, so geschieht es, daß die später hinzugekommenen Keile eine andere Farbe zeigen als die übrige Tracht, denn diese behält von außen stets die Farbe des Materiales. Von innen hingegen ist sie mit einem feinen Seidengewebe gefüttert.

Auch einige Käferlarven (*Clytra*, *Cryptocephalus*) leben in beweglichen Futteralen von länglicher Form, die aus Kalk oder Erdkörperchen verfertigt sind, welche durch einen gummiartigen Mörtel zusammengehalten werden. Die Larven vieler Motten weben ihr Gehäuse ausschließlich aus Seide. Sehr häufig sieht man diese Röhren oder Säcke zeitweilig senkrecht auf der Fläche stehen, auf welcher sich die Larve bewegt. Dies wird durch kleine Seidenfäden bewerkstelligt, die das Gehäuse in dieser Richtung festhalten. Aber die Larve besitzt noch eine andere Methode, den Sack zu befestigen. Sie zieht sich dann weiter hinauf in das obere Ende desselben, welches sie mit ihrem Körper gänzlich ausfüllt, und erzeugt so einen Hohlraum im unteren Teile des Sackes. Sie erzielt hierdurch dieselbe Wirkung wie eine Luftpumpe, und der Sack kann, wenn die Larve Zeit hat, sich derart hineinzuziehen, nur mit einer gewissen Anstrengung abgelöst werden.

Die meisten Larven, welche sich mit einem Kleid oder Gehäuse umgeben, schleppen dieses mit sich, indem sie den Zwischenkörper mit seinen drei Beinpaaren aus der am vorderen Ende befindlichen Öffnung herausstrecken und bei der Wanderung den in der Hülle eingeschlossenen Hinterkörper nach sich ziehen. Aber Sahlberg hat in Finnland eine kleine, an die Larven der Gattung *Coleophora* erinnernde Schmetterlingslarve entdeckt, die sich auf eine höchst eigentümliche Weise vorwärts bewegte. Das Gehäuse oder der Sack war stark plattgedrückt, von unregelmäßiger, etwas birnenartiger Form, etwa 6 mm lang und 4 mm breit, hatte sowohl am breiteren als am schmälern Ende

eine Öffnung und bestand zum größten Teil aus Fragmenten vertrockneter Blätter mit dicken Nerven, vielleicht von *Vaccinium myrtillus*. Die Larve kriecht zuerst etwa mit der Länge des halben Körpers aus der einen Öffnung des Gehäuses heraus, klammert sich dann mit aller Kraft fest an die Unterlage, krümmt hierauf den Hinterkörper kräftig nach oben, so daß das ganze Gehäuse in die Luft gehoben und nach vorne geworfen wird; dieses schlägt hierbei teils einen vollständigen Purzelbaum, so daß die Seite, die früher oben war, jetzt nach unten zu liegen kommt, teils macht es nur eine Drehung, jedenfalls aber so, daß das Ende, welches vorher nach hinten gerichtet war, jetzt nach vorne weist. Gleich darauf zieht die Larve sich in das Gehäuse zurück, wendet sich drinnen um und kriecht nach einer Weile aus dem entgegengesetzten Ende wieder heraus, worauf sich das obige Manöver wiederholt. Das Gehäuse wird also Schritt für Schritt vorwärts geschwungen, so daß bald das breitere, bald das schmalere Ende nach vorne gerichtet ist. Ein derartiges Larvengehäuse ist wegen seiner platten Form und des Aussehens der Oberfläche sehr schwer zu entdecken, wenn es unter halb verwestem Laub auf der Erde liegt, andererseits aber ist es wegen seiner breiten Form und der scharfen Vorderkante schwer zu transportieren, und die Larve ist daher genötigt, das ganze Gehäuse aufzuheben und auf die beschriebene Weise vorwärts zu schwenken.

Schließlich gibt es auch unter den Mücken einige Arten, deren Larven sich Gehäuse verfertigen, in denen sie sich verborgen halten.

So lebt nach Brems die Larve von *Sciaphila cellaria* in einem schwarzen, flaschenförmigen, aus faulem Holz zusammengekitteten Gehäuse an der Unterseite nahe über der Wasseroberfläche liegender Brücken, wobei die Mündung des Gehäuses stets gegen das Wasser gerichtet ist. Fritz Müller erwähnt, daß die Larve einer *Mycetophila* in Brasilien sich aus ihren Exkrementen einen Rückenschild baut, der an eine Muschelschale (*Ancylus*) erinnert. Giraud fand zwischen Holzstücken die Larven einer anderen Mücke, *Epicrypta scatophora*, in sackförmigen Hülsen, die in ihrer Form Urnen glichen. Mehrere im Wasser lebende Chironomidenlarven umspinnen sich mit röhrenförmigen Gehäusen.

Eine eigentümliche Schutztracht verfertigt sich die Larve eines Schmetterlings, *Thalpochares communimacula*, dessen Larve

im südöstlichen Europa auf Ästen und Zweigen von Fruchtbäumen lebt, die von Schildläusen (*Lecanium persicae* und *L. prunastri*) angegriffen sind. Im Gegensatz zu den meisten Schmetterlingslarven ist diese carnivor, und die genannten, den Pflanzen so schädlichen Schildläuse bilden ihre Hauptnahrung. Bekanntlich aber werden die Schildläuse ihrer süßen Ausscheidungen wegen auch eifrig von Ameisen aufgesucht, die zweifellos kurzen Prozeß mit der Schmetterlingslarve machen würden, wenn diese nicht ihrer Aufmerksamkeit entginge. Dies tut sie dadurch, daß sie sich mit einer dach- oder trogformigen unten offenen Hülle umkleidet, deren unteren Ränder sie bei zunehmender Größe durch Anhäufung von ausgetrockneten Schildläusen und Überresten von solchen, Pflanzenteilen, Sandkörnern, ja selbst von eigenen Exkrementen erweitert. Im Innern wird die schildförmige Hülle durch ein weißes Gewebe verstärkt. Wenn die Larve unbeweglich unter derselben liegt, sieht das Ganze nur wie eine knollenartige Anschwellung des Zweiges aus.

Ein weniger ausgebildeter Fall von Maskierung kommt vor bei der Larve des Netzflüglers *Chrysopa*, dem sogenannten Blattlauslöwen: sie heftet sich die leeren Häute der ausgesogenen Blattläuse auf den Rücken und erscheint so, wenn sie still sitzt, wie ein Häufchen Schmutz. Auch die Larve einer Raubwanze (*Reduvius personatus*) bedeckt sich mit Staub und Schmutz und erreicht dadurch den doppelten Zweck, selbst geschützt sich an ihren Raub heranschleichen zu können. Einige Käferlarven (*Lema* u. a.) verbergen sich unter ihren eigenen Exkrementen.

Einen ganz eigenartigen Schutz bildet sich die Larve der bei uns auf Hügeln und Wiesen überall so allgemeinen Schaumzikade (*Philaenus spumarius*) und ihrer nächsten Verwandten. Diese kleine sechsfüßige, längliche, weiche und völlig wehrlose gelbliche Larve bringt nämlich an den Pflanzen, deren Saft sie saugt, die eigentümliche Erscheinung hervor, die unter dem Namen Kuckucksspeichel bekannt ist. Unter dieser weißlichen, zahlreiche Luftbläschen enthaltenden Ansammlung schaumiger Flüssigkeit, die stark an unseren eigenen Speichel erinnert und an Stengeln und Blättern kleine Häufchen von etwa Haselnußgröße bildet, liegt die hilflose Larve völlig verborgen vor allen ihren Feinden. Dieser „Kuckucksspeichel“ und die Art, wie er hervorgebracht wird, ist Gegenstand der Untersuchungen mehrerer

Entomologen gewesen. In letzter Zeit ist Sulc zum Ergebnis gelangt, daß er aus einem Darmsekret besteht, in welchem sich das Wachs, das aus Drüsen an der Rückenseite des siebenten und achten Abdominalsegments ausgeschieden wird, auflöst. Durch vorhandene Alkalien bildet sich so eine Seifenlösung. Die Luftbläschen werden dann durch aktives Einblasen von Luft in die Lösung durch einen mit dem Trachealsystem in Verbindung stehenden Luftkanal erzeugt, der als Blasebalg wirkt.

Als bemerkenswerter Umstand ergibt sich aus dem Vorhergehenden, daß in den geschilderten Fällen ausschließlich Larven sich Gehäuse oder Bekleidungen verfertigen. Dieses Lebensstadium ist ja meistens auch das längste und mit Ausnahme der Puppenzeit dasjenige, in welcher das Insekt zur Flucht wie Verteidigung am wenigsten befähigt ist. Ausschließlich für sich selbst verfertigt ein völlig ausgebildetes Insekt sehr selten ein Gehäuse oder eine Tracht; die Höhlen, in welchen die Feldgrillen leben, sind schon von den Larven begonnen worden und dergleichen die Hülsen, in welchen die hilflosen, oft blinden, der Antennen, Beine und Flügel ermangelnden Weibchen der Schmetterlingsgattung *Psyche* ihr Leben verbringen. Ein solches *Psyche*-Weibchen ist übrigens kaum etwas anderes als eine Eierproduktionsanstalt und ihr Sack tatsächlich eine Hülle, die indirekt den Fortbestand der Gattung bezweckt. Nur im Hinblick auf diesen entwickeln auch die ausgebildeten Schmetterlinge einige Kunstfertigkeit, wie wir weiterhin sehen werden.

In den wenigen Fällen, wo das völlig ausgebildete Insekt sich auf eine Weise schützt, welche an die oben geschilderte erinnert, geschieht dies zu dem Zwecke, sich unsichtbar oder schwer entdeckbar zu machen, indem es sich mit fremden Stoffen überkleidet. So bedecken sich einige Käfer (*Helophorus*) mit Schlamm, andere (*Elmis*, *Limneus*) mit einem sich stark erhärtenden Schleimüberzuge, noch andere (*Georyssus*) mit Lehm, Sand oder Kreide, wodurch sie kaum von der Unterlage zu unterscheiden sind, auf welcher sie sich bewegen und von welcher sie durch ihre natürliche Farbe allzusehr abstechen würden. In einer sehr großen Menge von Fällen besitzen die Insekten einen wirksamen Schutz gegen ihre Feinde, ohne daß sie selbst einen Finger zu rühren brauchen. Es wird dies dadurch erreicht, daß die Farbe und Zeichnung des Insekts oft geradezu erstaunlich der Unterlage gleicht, auf welcher es sitzt. Sehr bemerkenswert

ist diese Ähnlichkeit in einem von Bruntz erwähnten Falle. Es betrifft hier die Ähnlichkeit der Individuen der Gattung *Eremobia cisti* Fabr. mit dem felsigen, steinigen Boden Algeriens. Die einzelnen Tiere weichen in der Färbung untereinander stark ab, doch stimmt immer ihr Farbenton mit dem ihres Aufenthaltsortes überein. Die Anpassung geht hier so weit, daß sogar die Rillen und Erhöhungen der Kiesel durch entsprechende Erhöhungen dieser Insekten nachgeahmt sind. Daher soll die Anpassung so gut sein, daß selbst ein geübtes Auge die Tiere in der Entfernung von einem Meter nicht erkennt.

Zu dieser sogenannten protektiven Farbenähnlichkeit gesellt sich vielfach eine bedeutende Ähnlichkeit der Form mit anderen Gegenständen, welche die Feinde des Insekts auf keine Weise interessieren oder auch aus irgendeinem Grunde von ihnen gemieden werden. Mitunter ahmen die hierdurch geschützten Insekten leblose, für raubfressende Tiere ganz wertlose Gegenstände nach, wie Blätter, Zweige, Holzsplitter, Früchte und Samen, Exkreme, kleine Steine usw., oder sie imitieren andere nicht selten durch besondere aktive Verteidigungsmittel ausgezeichnete Insekten, oft in so bewunderungswürdigem Grade, daß sie auch das Auge eines geübten Entomologen täuschen können.

Diese Erscheinung, die sog. Mimikry, sowie die protektive Farbenähnlichkeit wurde bald nach dem Auftreten Darwins zu Beginn der sechziger Jahre Gegenstand der Beobachtung und Untersuchung zahlreicher Forscher, und Bände wurden mit den merkwürdigsten Beispielen hierhergehöriger Fälle sowie mit teilweise recht gewagten, wengleich in ihrer Art oft genialen Versuchen gefüllt, die Entstehung des interessanten Phänomens auf „natürliche“ Weise zu erklären. Wir erwähnen hier die Arbeiten von Wallace, Bates, Müller, Poulton und Dixey über diesen Gegenstand, einer Menge anderer nicht zu gedenken. Die Phantasie wurde durch die sonderbaren Erscheinungen lebhaft angeregt und deren rechte Natur vielfach von Verfassern mißdeutet, welche sie nicht mit genügend kritischen Augen betrachteten. Die Kritik erwachte jedoch, und während man noch eben fast überall Beispiele von Mimikry hatte sehen wollen, war man in kurzem auf einigen Seiten bereit, ins entgegengesetzte Extrem zu verfallen, das Kind mit dem Bade auszuschütten, und das Phänomen überhaupt zu verneinen.

In einer sehr großen Menge von Fällen hatte die Kritik durchaus recht. Als ganz besonders schönes Beispiel von Nachahmung hat z. B. Vosseler eine Mantide, *Empusa egena*, hervorgehoben, die mit ausgebreiteten Flügeln auf einem Steine saß und vollständig einer vom Winde geschaukelten *Convolvulus*-Blüte gleichen sollte. Aber Werner hat später gefunden, daß die schaukelnden Bewegungen, welche diese Ähnlichkeit erzeugten, schon die flügellose Larve auszeichnen sowie auch mehrere andere Gradflügler, die nicht die entfernteste Ähnlichkeit mit einer Blüte haben. Auf gleiche Weise hat eine eingehendere Prüfung viele der merkwürdigsten Mimikryfälle als alleinige Produkte der menschlichen Phantasie gestempelt.

Ist dies auch einerseits der Fall, so ist andererseits die schützende Ähnlichkeit, gleichgültig ob sie sich nur auf die Farbe beschränkt oder auch auf die Form bezieht, häufig so ausgeprägt und von so offenbarem Nutzen für das Tier, daß sie nur von Naturforschern bezweifelt werden kann, die ihre Kenntnisse bloß innerhalb der Wände ihres Studierzimmers geschöpft haben. Da das Phänomen somit nicht fortzuräsonieren ist, ist man genötigt, es so allseitig und mit so ruhiger Kritik als möglich zu betrachten.

Viele von denen, welche die Bedeutung der schützenden Ähnlichkeit für das Tier nicht anerkennen wollen, heben hervor, daß es dadurch doch nicht vor den zahlreichen Feinden geschützt werde, die es vermittels des Geruchsinnens aufsuchen und welches oft die gefährlichsten seien. Aber es ist ja klar, daß, wenn ein Tier verschiedenartige Feinde hat, es jedenfalls von großer Bedeutung ist, wenigstens vor einem Teil derselben geschützt zu sein, und zwar bildet die schützende Ähnlichkeit nebst den dahin gehörenden Erscheinungen hauptsächlich einen Schutz gegen eine Menge größerer Tiere, die mit Hilfe des Gesichts jagen. Doflein hat hervorgehoben, daß sonst seltene Arten zahlreich auftreten, wenn an dem betreffenden Ort sich eine Pflanze findet, deren Blätter oder Zweige ihnen ähnlich sind. So fand er einmal in Istrien auf einem einige Quadratmeter großen, mit *Sarothamnus* bewachsenen Areale viele hundert Exemplare einer Stabschrecke, *Bacillus rossii*, welche sich hier, dank ihrer Ähnlichkeit mit den Zweigen dieser Pflanze, ungestört in so großer Anzahl hatten entwickeln können.

Gegen Tiere, welche typische Feinde eines Insekts sind, dürfte unter gewöhnlichen Umständen die Farbenähnlichkeit mit

der Umgebung ebenso wie die Maskierung nach anderen Gegenständen nur geringen Schutz erbieten. Ihr Auge hat sich gewöhnt, gerade diese Insekten zu entdecken, welche daher ihrem Angriff nicht entgehen. So erzählt Werner, daß eine Eidechse vor seiner Nase hintereinander viele Exemplare einer im Steppengras verborgenen Phasmide, *Gratidia voluptaria*, fortlas, die er selbst nur sehr schwer bemerken und im allgemeinen nur mit dem Netz fangen konnte. Er hat auch gefunden, daß es den auf hochgelegenen Wiesen allgemeinen Arten der Käfergattung *Byrrhus* nicht gelang, durch unbewegliches Liegen mit eingezogenen Beinen und Antennen, wodurch sie runden Erdklumpen gleichen, gewisse kleine Raubvögel zu täuschen, in deren Kropf er neben anderen Käfern auch Überreste von diesen fand.

Diese Einschränkung der Tragweite einer schützenden Farbenähnlichkeit oder Mimikry soll jedoch keineswegs eine Leugnung derselben bedeuten. Das Phänomen besteht unzweifelhaft und erbietet tatsächlich ein sehr großes Interesse. Die Entstehung derselben hat daher auch immer noch mehrere Verfasser beschäftigt, und diese Untersuchungen scheinen darin zu resultieren, daß die schützenden Farben des Tieres, wenigstens in zahlreichen Fällen, ursprünglich auf rein physiologischen Ursachen beruhen, ohne mit dem Kampf ums Dasein und der sog. natürlichen Auswahl in irgendeinem Zusammenhange zu stehen. Nach den zahlreichen Versuchen Poultons u. a. ist es sicher festgestellt, daß sehr oft die Farbe der Umgebung auf die Farbe der Insekten und besonders der Puppen bei dem Hautwechsel einwirkt.

So hat z. B. Vosseler festgestellt, daß die frappante schützende Farbenähnlichkeit der in der Wüste lebenden Heuschrecken mit der Unterlage auf einem derartigen eigentümlichen Umstande beruht. Diese so charakteristische Farbe und Zeichnung erhalten sie nämlich in den ersten Stunden nach einem Hautwechsel. Vosseler deutet dies als ein der Farbenphotographie analoges, rein chemisches Phänomen. Doflein hingegen nimmt an, daß das Pigment bei diesen Insekten vor der Verhärtung des Chitins unter dem Einfluß der Augen und des Zentralnervensystems, ebenso wie bei Tieren mit veränderlicher Schutzfarbe (Flundern u. a.) auf solche Weise angeordnet wird, daß es mit der Umgebung übereinstimmt. Nach der Verhärtung des Chitins verbleiben Farbe und Zeichnung unverändert bis zum nächsten Hautwechsel, wo sich das Phänomen wiederholt. Der Schutz wird

also nur dann erreicht, wenn das Insekt stets in der schützenden Umgebung verbleibt. Schließlich bedarf es noch, um ihn effektiv zu machen, eines gleichzeitig entstandenen Instinkts zum Aufsuchen einer derartigen Umgebung. Individuen, die von einem solchen Instinkt geleitet wurden, sind wohl leichter ihren Verfolgern entgangen, haben andere überlebt und diesen vorteilhaften Instinkt auf ihre Nachkommen vererbt. Auch Werner nimmt an, daß eine natürliche Auswahl bei der Entstehung der Mimikry nicht früher in Betracht kommen konnte, als nachdem rein physiologische Ursachen, der Einfluß des Klimas oder der Nahrung, eine gewisse Ähnlichkeit¹⁾ bedingt und so gewissermaßen eine Grundlage geschaffen hatten.

Bei der Beurteilung der in Rede stehenden Erscheinungen ist aber ganz besonders der schon angedeutete Umstand zu beachten, daß in gewissen Fällen das durch Nachahmung geschützte Tier so zu handeln scheint, als ob es sich, wenn auch völlig instinktiv, des Vorteils bewußt wäre, den es durch seine schützende Ähnlichkeit besitzt. Wenn gewisse Tagschmetterlinge (z. B. *Satyrus semele*), bei denen die Unterseite der Hinterflügel der Flechtenbekleidung der Felsen gleicht, sich auf diese niederlassen, so schieben sie stets die vorderen grell gefärbten Flügel bis auf die gleichfalls flechtenfarbigen Spitzen zwischen die hinteren hinein, die auf die gewöhnliche Art der Tagschmetterlinge aufrecht gehalten werden. *Anthocaris cardaminis*, ein anderer wohlbekannter weißer Tagschmetterling mit eigentümlichen, grünen, verzweigten Zeichnungen auf der Rückseite der Hinterflügel, macht es ebenso, und man hat ihn gegen Abend hauptsächlich auf den grünen und weißen Blütenköpfen von *Anthriscus sylvestris* Ruhe suchen sehen. Desgleichen berichtet ein Forscher, daß er von der schützenden Ähnlichkeit zwischen den Blütenköpfen der *Luzula glomerata* und den Zeichnungen auf der Hinterseite der Flügel eines Perlmutterfalters (*Argynnis selene*) überrascht war, und daß er einmal diesen in großer Zahl die Nacht auf diesen Blütenköpfen zubringen sah, aber nicht auf anderen in der Nähe befindlichen Pflanzen. Homeyer machte in einem Parke in Wien die Beobachtung, daß die weißen Kohlweißlinge am Abend, wenn

¹⁾ Hier sei jedoch hervorgehoben, daß, wenn es sich auch denken ließe, daß eine derartige Farbenphotographie manchmal zur Entstehung des Nachahmungsphänomens beigetragen haben könnte, es gleichwohl zahlreiche Fälle gibt, welche sich auf diese Weise nicht erklären lassen.

sie sich Ruheplätze suchten, stets Bäume und Büsche mit weißen Blättern wählten, während die gewöhnlichen grünblättrigen nur von einigen wenigen benutzt wurden. Packard hat gleichfalls beobachtet, daß Kohlweißlinge sich am liebsten auf weißen Asten niederlassen, und ein anderes Mal sah er einen Raubschmetterling, *Pieris rapae*, über einem Veilchenbeet hin und her fliegen, um sich schließlich auf die einzige dort befindliche weiße Blüte einer anderen Pflanze niederlassen. Sowohl er als Lubbock sahen Kohlweißlinge sich auf weiße Papierstücke niedersenken, welche sie aus der Ferne offenbar mit weißen Blüten verwechselt hatten. Elliot erzählt, daß gewisse weiße Schmetterlingsarten (*Spilosoma*, *Hyphantria*, *Acræa oblineata*) sich auf die weißen Stellen einer weiß und roten Scheune niederließen, während *Catocala*-Arten und andere dunkle oder rötliche Nachtschmetterlinge die roten Stellen bevorzugten. Über *Bryophila perla* wird erzählt, daß sie sich am liebsten auf Steinmauern setzt, bei roten Ziegelwänden aber nur auf den Mörtel zwischen den Ziegeln. Schröder hat gefunden, daß *Pararge megera* in großer Anzahl (einmal über 150 Individuen) auf unangestrichenen Plankenzäunen und Pfählen übernachtet, deren Holzwerk durch die Einwirkung der Witterung denselben grauen Farbenton angenommen hat, der die Unterseite der in der Ruhe zusammengeschlagenen Flügel dieses Tag-schmetterlings auszeichnet, wogegen auf naheliegenden weißen Plankenzäunen unter sonst gleichen Naturverhältnissen nicht ein einziges Exemplar der Art zu entdecken war. Gauckler spricht die Ansicht aus, daß die Schmetterlinge in diesem Fall bewußt als Ruhestellen Plätze aufsuchen, deren Farbe von der eigenen nicht absticht. Er weist speziell darauf hin, daß Satyriden mit Schutzfärbung auf der Unterseite der Flügel (*S. circe*, *hermione*, *semele* u. a.) sich nicht senkrecht auf die gleichgefärbte Unterlage setzen, sondern etwas zur Seite geneigt, wodurch nicht nur die Farben besser verschmelzen, sondern auch der verräterische Schatten vermieden wird, der entstehen würde, wenn sie eine senkrechte Stellung einnehmen. Im Anschluß hieran hat Bloecker mitgeteilt, er habe in der Gegend von Petersburg beobachtet, daß *Oeneis jutta* als Ruheplätze Kiefernstämme im Walde zu wählen pflege, deren verwitterte Borke eine überraschende Farbenähnlichkeit mit der unteren Seite der Hinterflügel und der in der Ruhe unbedeckten Spitze der Vorderflügel besitze. Die Stellung der Schmetterlinge sei hierbei, wie bei den erwähnten

Satyrus-Arten nicht vertikal, sondern so stark zur Seite geneigt, daß die Flügel dieser Seite fast den Stamm berührten.

Es ist nicht wohl zu bezweifeln, daß in Fällen, wie den eben geschilderten, eine Unterscheidung und eine Wahl der zur Verbergung des Tieres geeignetsten Umgebung stattfindet. Das Tier stürzt sich in diese schützende Umgebung wie in ein Versteck und fühlt sich hier ebenso sicher wie in einem solchen. Die rasche Bewegung hört auf, sobald es hier angelangt ist. Es bewegt sich jetzt nur langsam oder verhält sich ganz still, dem Aussehen nach leblos¹⁾.

Der psychische Akt, der dieses Phänomen begleitet, wird von Doflein dem gleichgestellt, welcher bei den Tieren stattfindet, die ihre eigene Farbe je nach der Umgebung verändern können, wie das allbekannte Chamäleon, die Flundern u. a. Fische. In letzterem Falle greift das Tier aktiv ein, indem es das Aussehen des eigenen Körpers verändert, im ersteren sucht es eine Stelle auf, die mit dieser übereinstimmt. Es scheint somit, wie auch Weismann wiederholt hervorgehoben hat, nicht unmöglich, daß sich Hand in Hand mit einer protektiven Farbenähnlichkeit beim Insekt auch ein protektiver Instinkt entwickelt hat, der das Tier geeignete Unterlagen wählen und ungeeignete vermeiden läßt. Die Entstehung eines solchen Instinktes erscheint durchaus nicht weniger merkwürdig als die Entstehung der wunderbar detaillierten Ähnlichkeiten mit der Umgebung in Farbe und Zeichnung. Welche Rolle das Bewußtsein in diesen Instinkten spielt, dürfte wohl für immer verborgen bleiben. Verschiedene Verfasser haben in dieser Frage recht verschiedene Ansichten geäußert. Da das Tier sich in der gleichfarbigen Umgebung deutlich ruhig fühlt, während es dagegen in einer fremdartigen unruhig verbleibt, reduziert sich das Ganze vielleicht auf reine Reflexakte.

Prochnow seinerseits nimmt an, ohne direkt auf ein Bewußtsein hinzuweisen, daß mimetische Tiere, z. B. Schmetterlinge, ihre eigene Färbung wahrnehmen können. Wenn nun das Aufsuchen sympathisch gefärbter Ruheorte ihnen nützlich gewesen ist, so kann sich ein Artinstinkt ausgebildet haben. Auf Grund dieses

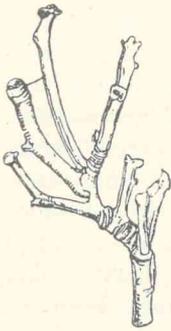
¹⁾ Mehrere Insekten und besonders Motten verstehen sehr gut, stets Schlupfwinkel aufzusuchen, die sie völlig verbergen und damit den Blicken der Nachsteller entziehen. Kleine hat diese Gewohnheit der Kummelmotte, *Schistodepressaria nervosa*, ausführlich beschrieben.

Artinstinktes und der Perzeption der Farbenübereinstimmung in jedem einzelnen Falle, scheint sich heute die Auswahl sympathischer Ruheorte zu vollziehen.

v. Aigner-Abafi dagegen hebt hervor, daß ganz sicher weder Schmetterlinge noch Schmetterlingslarven sich irgendwie des Vorteils bewußt sein könnten, den ihnen die sog. schützende Farbenzeichnung schenkt, denn die ersteren flögen oft bei nahender Gefahr auf, die letzteren würfen sich zur Erde und beide verrieten sich durch diese Bewegung viel leichter, als wenn sie sich ruhig verhielten. Zugleich betont er, daß diese Farbenähnlichkeit das Insekt tatsächlich nur vor Menschen schütze, die in der Naturbeobachtung nicht geübt seien, aber fast in keinem einzigen Falle vor Feinden in der Tierwelt. Auch Denso ist der Ansicht, daß die Schmetterlinge keineswegs dieses Schutzes bewußt sind. So suche seinen Beobachtungen nach z. B. *Catocala nupta* mit Vorliebe helle Mauern als Ruheplatz auf, obgleich dunkelgraue weit besser mit seinen Farben verschmelzen würden. Es fehlt jedoch, wie gesagt, nicht an Verfassern, deren Naturbeobachtungen sie zur Überzeugung gebracht haben, daß gewisse schutzgefärbte oder sonst mimetische Tierarten sich zweifellos der Vorteile dieses Schutzes bewußt zeigen, und in geradem Gegensatz zu v. Aigner-Abafi hebt Ziegler hervor, daß Schmetterlinge mit Schutzfärbung auch den Instinkt besitzen, bei nahender Gefahr nicht gleich aufzufliegen, sondern stillzuhalten und sich an die Unterlage anzudrücken, bis der Feind ihnen auf den Leib rückt. Bekannt ist z. B., daß *Phalera bucephala*, ein Spinner, der in ruhendem Zustande, mit an den Seiten herabgebogenen Flügeln, einem abgebrochenen Holzstückchen täuschend ähnlich ist, auch bei Berührung kein Lebenszeichen von sich gibt.

Doflein hat auf Martinique zwei verschiedenfarbige Heuschrecken beobachtet, eine grüne und eine braune, die auf derselben Lokalität lebten. Näherte man sich ihnen, so entflohen sie, ließen sich aber bald wieder auf der Erde nieder, wo sie jedoch lange unbemerkt blieben. Bei näherer Untersuchung fand er endlich hier die beiden Arten so verteilt, daß die grünen auf dem noch grünen Rasen saßen, die braunen hingegen ihre Zuflucht zu sonnenverbrannten, verdorrten Stellen genommen hatten. Auch er sieht in dieser Wahl den Ausdruck eines psychischen Aktes, der das Insekt bei der Flucht leitet, einer

instinktiven Kenntnis der Farbe, die am besten mit der eigenen verschmilzt. Derselbe Verfasser hat auf Ceylon beobachtet, daß ein dort allgemeiner dunkelbrauner Schmetterling, *Precis iphita*, der einen diagonalen Strich auf der Hinterseite der Flügel, ähnlich dem bei den *Kallima*-Arten trägt, sonst aber nicht im geringsten blattähnlich ist, sich durch den auffallenden Instinkt auszeichnet, nicht fortzufliegen, wenn er beunruhigt wird, sondern in den Busch hineinzutauchen, und sich unter die trockenen Blätter dort unten zu setzen. Er hebt hervor, daß dieser Schmetterling sich bloß in seinem ersten Entwicklungsstadium der blattähnlichen Mimikry zu befinden scheine, der Instinkt, die trocknen Blätter aufzusuchen, aber schon völlig entwickelt sei, und somit der beabsichtigten mimetischen Transformation vorausgehe. Er hält daher diesen Instinkt für das wesentlichste Element bei der Entstehung derartiger Erscheinungen.



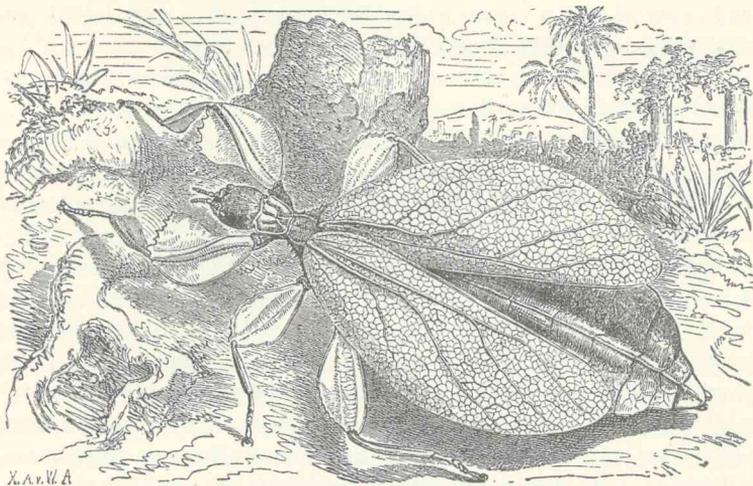
Figur 38.
Larve eines Hagedornspanners,
Rumia crataegi, unter
Hagedornzweigen.

Ein ähnlicher Instinkt, wie der, welcher bei der Wahl einer schützenden Unterlage wirksam ist, äußert sich auch da, wo es sich um ausgeprägte Mimikry handelt.

Viele Larven der Schmetterlingsgruppe, welche Spanner (*Geometrae*) genannt werden, gleichen bekanntlich bis zum äußersten Baumzweigen; die Ähnlichkeit wäre aber nicht so groß und der Schutz nicht so effektiv, wenn die Larven nicht, häufig mehrere Stunden nacheinander, die bekannte, höchst eigentümliche Stellung einnehmen, den Körper steif und gerade ausgestreckt zu halten von dem Punkt, den die Analfüße umfassen, eine Stellung, die sie bei Gefahr hartnäckig beibehalten (Fig. 38). Auch einige flügellose Gradflügler (*Bacillus* u. a.) sehen genau wie Zweige und Dorne aus, wenn sie sich nicht bewegen, sondern bestimmte Stellungen mit vollkommen unsymmetrisch ausgestreckten Beinen annehmen. Graber schildert auf eine sehr anschauliche Weise, wie man Antennen und Beine der europäischen Gespenstschrecke (*Bacillus rossii*) in alle möglichen Richtungen wenden, drehen und biegen könne, ohne daß diese ein Lebenszeichen von sich gebe. Sie verbleibe wie ein Bildwerk, absolut unbeweglich. Andere Arten derselben Ordnung gleichen in dem Grade Laub und Blättern (Fig. 39), daß sie, wie u. a.

Belt bezeugt, mitten auf einem Ameisenwege unangetastet verbleiben, solange sie sich unbeweglich verhalten. Dank ihrer Unbeweglichkeit sind die breiten, plattgedrückten Arten der südamerikanischen Wanzenart *Phloea* oder unsere unter Baumrinden oder auf Holzschwämmen lebenden *Aradus*-Arten nur mit Schwierigkeit zu bemerken.

Es ließen sich noch recht viele Beispiele für solche Fälle anführen, in denen das Insekt durch Einnehmen ganz bestimmter Stellungen, die es schützende Ähnlichkeit erzeugt. Fast stets ist das Phänomen von der vollständigen Unbeweglichkeit des



Figur 39.

Das wandernde Blatt, *Phyllium siccifolium*.

Insekts begleitet. Zahlreiche Käfer (*Byrrhus*, *Dermestes*, *Anobium*, verschiedene *Silphae*, mehrere Rhynchophoren, Anisotomiden, Aleochariden und Histeriden), einige Wanzen und Wespen stellen sich tot, wenn sie beunruhigt werden, und liegen unbeweglich, oft Antennen und Beine in verschiedene Furchen eingezogen, oder den ganzen Körper zur Kugel geballt, eine Stellung, die sie auch dann nicht aufgeben, wenn man sie mit einer Nadel durchsticht. Sie erhalten hierdurch nicht selten eine auffallende Ähnlichkeit mit für ein Raubtier wertlosen Gegenständen, Früchten, Samen, Vogeldreck usw. Ein besonders schönes Beispiel hierfür erbietet nach Breddin eine zur Familie *Scutelle-*

ridae gehörende Wanze, die auf *Echium* lebende *Psacasta exanthematica*, welche, wenn sie beunruhigt wird, sich auf die Wurzelblätter der Pflanze herabfallen läßt. Hier bleibt sie mit eingezogenen Antennen und Beinen unbeweglich liegen und ahmt nun durch Farbe und Zeichnung nicht nur die Grundfarbe der welken Blätter, sondern auch alle feineren Zeichnungen derselben nach, so daß sie, solange sie sich still verhält, fast unmöglich zu entdecken ist. Paszlavsky hat beobachtet, daß auch mehrere Gallwespen (*Cynipidae*), wenn sie beunruhigt werden, Antennen und Beine einziehen und sich tot stellen, wobei eine gewisse Mimikry mit Knospen u. dgl. m., ihnen wohl zupaß kommt. Die Anzahl der Beispiele ließe sich leicht vervielfältigen, aber das Angeführte möge genügen¹⁾.

Die Entstehung des merkwürdigen Instinkts durch geheuchelten Tod, der in den meisten Fällen eine täuschende Ähnlichkeit mit anderen Gegenständen bedingt, dem Feinde zu entgehen, ist natürlich Gegenstand vielfacher Erklärungsversuche gewesen. Viele Verfasser wollten darin nur den Ausdruck eines Starrkrampfes (Kataplexie) sehen, verursacht durch die Angst, die sich des Insekts beim Annahen des Feindes bemächtigt. Auch bei mehreren höheren Tieren begegnet man bekanntlich dem eigentümlichen Phänomen, daß sie bei plötzlichem Schreck alle Besinnung verlieren und dem Aussehen nach ganz leblos und unbeweglich werden. Auf gleiche Weise scheinen die Arten der Pflanzenwespengattung *Selandria* stets bereit in Scheintod zu verfallen, wenn jemand sich naht. Einige Spinner fallen, wenn die Zweige, auf denen sie sitzen, geschüttelt werden, mit nach vorne gerichtetem Hinterkörper unbeweglich zur Erde, ohne ihre Flügel zu benutzen. Zahlreiche Käfer lassen sich, wie schon erwähnt, auf dieselbe Weise von Blüten und Blättern zur Erde fallen. Die meisten Schmetterlingslarven rollen sich bei Berührung zusammen und verbleiben lange in dieser Stellung, welche sie mitunter schon einnehmen, wenn ein Sandkörnchen in ihrer Nähe

¹⁾ Als Beweis dafür, wie oft das gleiche Resultat auf völlig entgegengesetzten Wegen erreicht wird, sei hier im Vorübergehen erwähnt, daß gewisse Insekten, so nach Jourdan einige langbeinige Mücken, durch äußerst rasche wechselnde Bewegungen ihrer Beine den Körper in so starke Schwingungen versetzen, daß das Bild desselben dem Auge völlig undeutlich wird, wodurch sie dasselbe Resultat erzielen wie andere Insekten durch vollkommene Unbeweglichkeit.

niederfällt. Bemerkenswert ist jedoch, daß in all diesen Fällen die Stellung der „scheintoten“ Insekten eine andere ist als die wirklich toter. Die Kataplexie ist mitunter nicht bei allen Individuen derselben Art gleich allgemein verbreitet. Bisweilen ergreift sie nur wenige. Stört man ein Nest der blutroten Ameise, *Formica sanguinea*, so findet man, daß ein Teil sich zur Gegenwehr setzt, andere sich beeilen, Eier und Larven fortzuschaffen, wieder andere versuchen sich selbst durch Flucht in Sicherheit zu bringen. Unter diesen aber findet man das eine oder andere vereinzelt Individuum, wie man annahm, in kataplektischer Unbeweglichkeit liegen. Gewisse Individuen einer anderen Ameisenart, *Myrmica scabrinodis*, verhalten sich nach Schoenichen auf dieselbe Weise, wenn sie plötzlich in eine fremde Ameisengemeinschaft versetzt werden. Derartige Beobachtungen sind von Interesse, da sie uns zeigen, welche verschiedenen Schutzinstinkte bei einer und derselben Art zum Ausdruck kommen können. Bei anderen Insektenarten hat dagegen schon ein bestimmter Instinkt das Übergewicht erreicht und ist für die Art charakteristisch geworden.

Die Frage, ob in den oben geschilderten Fällen tatsächlich eine Kataplexie vorliegt oder nicht, ist jedoch keineswegs leicht zu lösen. Schoenichen ist mit Recht der Meinung, daß, wenigstens in bezug auf die defensiven Todstellungen der Insekten, sich keine bestimmte Grenze zwischen einem kataplektischen und einem instinktiven Scheintod ziehen läßt. Es scheint, wie er hervorhebt, in Fällen, wie sie uns z. B. von *Anobium pertinax* geboten werden, als läge der Gedanke an eine Kataplexie nahe. Der Käfer verändert seine unbewegliche Stellung nicht, soviel er auch verwundet und gepeinigt wird, und eine derartige nunmehr ganz zwecklose Halsstarrigkeit kann doch kaum mehr als List bezeichnet werden. Da andererseits mehrere Insekten wieder erwachen und anfangen sich zu bewegen, bevor die Gefahr vorüber ist, so läßt sich auch dieses als Beweis dafür anführen, daß ihr Scheintod nicht das Resultat von Überlegung ist.

Daß unter gewissen Umständen die angenommenen Schutzstellungen gleichwohl freiwillige sind und nicht von einer Art Starrkrampf abhängen, scheint u. a. aus der Beobachtung Meissners in betreff *Dixippus morosus* hervorzugehen, eines der bekannten schmalen, stäbchenförmigen Gradflügler, welche sich bei Gefahr auf die Erde fallen lassen, die Beine unbeweglich gerade aus-

gestreckt, in Rinnen an den Seiten des strichschmalen Körpers eingedrückt. In dieser Stellung, in welcher sie einem Holzsplitter gleichen, verbleiben sie einige Zeit, werden sie aber wiederholt beunruhigt, so fühlen sie sich schließlich doch unsicher, geben sie auf und suchen ihr Heil in der Flucht. Für dasselbe spricht auch eine Beobachtung von Adlerz. Dieser beobachtete nämlich einen Kampf zwischen zwei Raubwespen der Gattung *Pseudagenia*. Ein in ihre Höhle hineinkriechendes Weibchen fand, daß ein fremdes Weibchen derselben Art daselbst eingedrungen war. In kurzem kamen beide heraus und der Kampf begann. Fest ineinander verbissen wälzten sie sich heftig auf der Erde herum. Nach einer Weile sah man das fremde Weibchen mit eingezogenen Beinen, dem Anscheine nach leblos daliegen, und es wurde jetzt von der Gegnerin in Ruhe gelassen. Dies war jedoch nur Verstellung gewesen, denn als diese fort war, zeigte sich die Gefallene ebenso frisch als vorher. Auch die kleineren Raubwespenarten aus der Gruppe der Crabroniden verstellen sich, nach Rudow, auf dieselbe Weise; sie lassen sich, wenn man sich ihnen nähert, von den Blüten, auf welchen sie sitzen, zur Erde niederfallen und verbleiben hier unbeweglich, bis die Gefahr vorüber ist.

Es ist daher nicht unmöglich, daß der in vielen Fällen zweifellos richtige Instinkt, sich unbeweglich zu stellen, seinen Ursprung aus mehr als einer Quelle nimmt. Mitunter kann ja die Kataplexie mitgewirkt haben, absolut notwendig ist es keineswegs. Da durch den Scheintod auch eine ausgeprägte Mimikry erzielt wird, so ist der Instinkt, gewisse Stellungen einzunehmen, Hand in Hand gegangen mit den Veränderungen des Körperbaus, und die Entstehung von Furchen z. B. für die Aufnahme der Antennen und Beine läßt sich kaum mehr durch die oben erwähnte Hypothese von der Kataplexie erklären, ebensowenig wie die Bildungen der Muskulatur und des Chitinbaues, die dem Insekt gestatten, sich zu einem für Feinde schwer zugänglichen Ball zusammenzurollen. Es ist in der Tat nicht sicher, ob hiermit bei gewissen Käfern (*Agathidium*, *Anacaena*) eine Nachahmung von Samen u. dgl. beabsichtigt ist. Das Phänomen scheint dem bei der Wespenfamilie *Chrysididae* vorkommenden ähnlich. Bei den hierher gehörenden Arten, den sog. Goldwespen, sind die Segmente des Hinterkörpers auf der Bauchseite stark ausgehöhlt. Werden diese Wespen angegriffen, so rollen sie sich zusammen, so daß der Kopf und Vorderrücken in diese Aushöhlung

hineinpassen und das Ganze eine auf allen Seiten gut geschlossene Kugel bildet, deren hartes Chitin dem Angriff der meisten Feinde widersteht. Dieses Zusammenrollen ist zweifellos ein reiner Verteidigungsinstinkt, und von einer Kataplexie kann in derartigen Fällen nicht die Rede sein.

Die interessantesten Beobachtungen auf dem Gebiete der Mimikry und zugleich unbedingt die verwickeltsten sind im obigen nicht näher berührt worden. Es handelt sich hier um solche Fälle, in denen die nachahmende Art Insekten einer gewöhnlich ganz anderen Ordnung imitiert, wobei diese Nachahmung ihr in der einen oder anderen Hinsicht einen mehr oder weniger offenen Schutz verleiht. Die entomologische Literatur der beiden letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts ist voll von Beispielen einer derartigen Mimikry. Aber die nüchterne Untersuchung einer späteren Zeit hat viele derselben auf ihren wahren Gehalt reduziert. Nicht selten beruht die Ähnlichkeit zwischen zwei Insekten zweifellos auf reiner Konvergenz, d. h. darauf, daß gleiche Lebensbedingungen Ähnlichkeiten in Farbe und Form erzeugen. Hier kann somit nicht die Rede davon sein, die eine Art als Modell, die andere als Nachahmer hinzustellen. Die Ähnlichkeit entsteht nicht dadurch, daß, wie man angenommen hat, die eine Art durch natürliche Auswahl der anderen immer ähnlicher geworden ist, sondern dadurch, daß die gleichen Einflüsse mit der Zeit immer mehr die gleichen Wirkungen vollbringen. Beispiele hierfür bieten uns besonders die Gradflügler. Im tropischen Südamerika z. B. finden sich kleine, mit glasklaren Flügeln versehene Mantiden, welche den daselbst lebenden, zu den *Neuroptera* gehörigen Mantispiden so sehr gleichen, daß sie auch von Entomologen leicht mit diesen verwechselt werden; aber es liegt keinerlei Grund vor, den einen Partner als Modell für den anderen anzusehen. Ebenso wenig ist dies mit gewissen Blattidenweibchen (*Pseudoglomeris* u. a.) und Landisopoden (*Glomeriden*) der Fall, die beide den gleichen Schutz in ihrem Gestank haben. Die Aufzählung derartiger Beispiele könnte seitenlang fortgesetzt werden. Einige Schmetterlinge, z. B. *Trochilium*, Käfer und zahlreiche Fliegen sollen Wespen imitieren und durch die Ähnlichkeit der Zeichnung den Verfolgungen der Vögel entgehen, die, wie behauptet wurde, den Stich der stachelbewaffneten Wespe fürchten. Diese Annahme dürfte jedoch der realen Grundlage entbehren. Dasselbe ist wohl auch manchmal

der Fall mit der sog. Mimikry zwischen verschiedenen Arten von Schmetterlingen, indem geruchlose Arten stinkende nachahmen sollten und daher von den Vögeln gemieden würden. Die Arten der Fliegengattung *Volucella* sind oft als sprechender Beweis von Mimikry nach Hummeln hervorgehoben worden, bei denen die Larven dieser Fliegen leben. Durch die Ähnlichkeit sollten die Fliegen sich ungestraft bei den Hummeln, gegen ihren Stich geschützt, einnisten können. Sharp, Speiser u. a. haben jedoch die Haltlosigkeit dieser Kammerhypothese nachgewiesen, die, schon als solche schwach, der direkten Naturbeobachtung gar nicht standhält.

Nachdem so eine große Menge bewunderter Fälle von Mimikry ihre richtige Beleuchtung erhalten hat und die merkwürdige „schützende Nachahmung“ sich als bloß zufällige Ähnlichkeit oder jedenfalls als eine Erscheinung durchaus nicht protektiver Art erwiesen hat, verbleiben immerhin einige Fälle, in denen die schützende Nachahmung und ihr Nutzen für die nachahmende Art so offenbar ist, daß sie auch von den kritischsten Gegnern der Mimikryhypothese nicht forträsoniert werden können. Einige derselben seien hier angeführt.

Bourgeois beobachtete drei Sommer nacheinander in Frankreich auf dem Stamme einer Roßkastanie drei Arten der Raubwespengattung *Odynerus* und fand stets in ihrer Gesellschaft, wenngleich weniger zahlreich, eine Fliege, *Ceria conopsoides*, ein wehrloses Geschöpf, das an Größe, Farbe, Form und Zeichnung den stachelversehenen Wespen so täuschend ähnlich ist, daß er sie mehr als einmal miteinander verwechselte. Man könnte sich ja geneigt fühlen, auch diese Erscheinung als ein durch ähnliche Lebensbedingungen verursachtes Konvergenzphänomen anzusehen; aber Marshall hat in Südafrika eine andere *Ceria*-Art, *C. gambiana*, beobachtet, welche dort auf ganz ähnliche Weise eine andere stachelversehene Wespe, *Polistes marginalis*, imitiert, in deren Gesellschaft sie stets auf Blüten zu finden war. Es erscheint wenig wahrscheinlich, daß in zwei so analogen Fällen nur Konvergenz die Ähnlichkeit hervorgerufen haben sollte, sondern viel annehmbarer, daß hier eine wirkliche protektive Mimikry stattfindet.

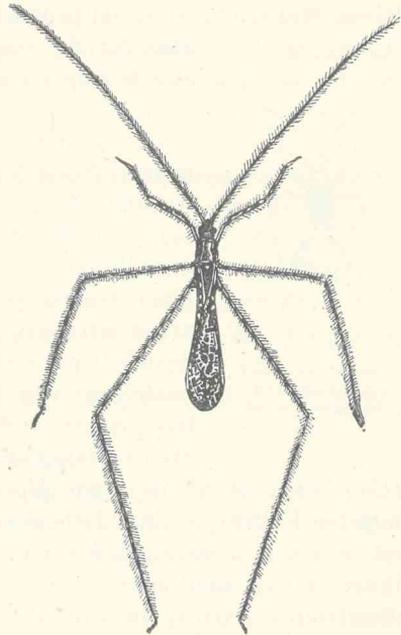
Ferton hat an den Küsten des Mittelländischen Meeres eine Fliege beobachtet, welche in Farbe, Größe und Körperbau in hohem Grade einer daselbst lebenden Raubwespe gleicht. Die

Maskierung wird dadurch verstärkt, daß die Fliege, ganz wie die Wespe, ihre Flügel stets horizontal ausgestreckt und stets in vibrierender Bewegung hält. Auf diese Weise ist sie zweifellos vor den Angriffen mehrerer auf der Erde lebenden Spinnen geschützt, welche eine tödliche Angst vor der erwähnten Wespe haben. Dieser Fall gehört somit zum defensiven Typus der schützenden Mimikry, da sie hier das nachahmende Insekt gegen feindliche Angriffe schützt.

In den meisten Fällen von Mimikry dürfte die nachahmende Art durch ihre Ähnlichkeit mit dem Modell und den dadurch erlangten Schutz in der Lage sein, dieses mehr oder weniger unbemerkt angreifen und in dessen Nester sich einnisten zu können, wo sie ihre Nahrung findet. Hier haben wir somit eine andere Seite der Mimikry, ihren sog. aggressiven Typus. Einige Beispiele aus der Ordnung der wanzenartigen Insekten seien hier angeführt.

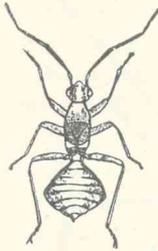
Die Arten der Raubwanzengattung *Ploiariola* gleichen, wie aus Fig. 40 ersichtlich, recht auffallend Mücken.

Doch ist zu bemerken, daß in der Figur die natürliche Stellung der Vorderbeine und Antennen der Art nicht richtig wiedergegeben ist; die ersteren liegen nämlich gewöhnlich zwischen den Antennen eingeklappt und diese werden nie recht ausgestreckt, sondern stets knieförmig gebeugt gehalten, so daß das Tier sich auf ihre Spitzen stützt, die Nachahmung der Mücken wird durch den für einen Halbdecker ungewöhnlich schmalen Körper, die Mückenflügeln ähnlichen Deckflügel, die langen feinen Beine erzeugt, mit Ausnahme des ersten Beinpaars, das zu einem Paar Raubfüße umgebildet ist, in seiner Stellung einigermassen den Antennen



Figur 40.
Ploiariola.

der Mücken entspricht und beim Gehen gar nicht angewandt wird; statt dessen sind die Antennen fein, lang, und auch sonst wie die übrigen Beine gezeichnet und werden als eine Art Füße benutzt, indem sich, wie gesagt, das Tier auf sie stützt und auch mit ihnen geht. Dies ist eine Art Maskierung eines Körperteiles durch Nachahmung eines anderen. Der Gang dieses Tieres ist träge und langsam, der Flug dagegen rasch. Diese Insekten leben, wie schon Scopoli beobachtet hat, besonders von Mücken, also gerade von den Tieren, deren Maske sie angenommen haben.



Figur 41.
Ameisenähnliches
Weibchen von
Systellonotus trigut-
tatus.

Nicht weniger merkwürdig ist die in der Ordnung der wanzenartigen Insekten vorkommende Nachahmung von Ameisen. Schon in Europa gibt es einige Arten, von denen entweder beide Geschlechter (*Myrmecoris* u. a.) oder nur das Weibchen¹⁾ (*Systellonotus* [Fig. 41] u. a.) einer Ameise täuschend ähnlich sind. Aber derartige mirmecoide Arten sind in den meisten Teilen des Erdballs vertreten — ich kenne etwa hundert derselben, von denen jedoch mehrere noch nicht beschrieben sind — und gehören verschiedenen Wanzenfamilien an, hauptsächlich den *Miridae* (*Capsidae*), *Alydidae* und *Myodochidae* (*Lygaeidae*). In den meisten Fällen, wo ihre Lebensweise eingehender studiert worden ist, hat sich gezeigt, daß sie in nahen Beziehungen zu den von ihnen nachgeahmten Ameisen stehen, in deren Gesellschaft sie angetroffen werden und unter deren Larven in den Nestern oder aber unter deren Blattlausherden sie Verheerungen anstellen. Mitunter gibt es mehrere Arten einer ameisenähnlichen Wanzen-

¹⁾ Es ist eine nicht ungewöhnliche Erscheinung, daß das Weibchen durch Nachahmung geschützt ist, das Männchen dagegen nicht. Derartige Fälle finden sich nicht nur unter den eben berührten ameisenähnlichen Hemipteren; auch mehrere Schmetterlinge sind in dieser Hinsicht wohlbekannt. So z. B. der in Afrika verbreitete *Papilio merope*, dessen Männchen fast überall die gleiche einförmige Farbe besitzt, während das Weibchen in verschiedenen Teilen des Kontinents verschiedene durch ihren Geschmack geschützte Arten der Gattungen *Danais* und *Amauris* nachahmt. Ebenso verhält es sich mit *Hypolimnas misippus* u. a. Dieser Umstand steht ohne Zweifel damit im Zusammenhang, daß das Weibchen weit länger lebt als das Männchen und überhaupt eine weit bedeutendere Rolle für die Erhaltung der Art spielt.

gattung, von denen jede bei ihrer Ameisenart lebt und dann ihren Wirt in Farbe und Skulptur genau nachahmt. Ich beabsichtige demnächst an anderer Stelle die ameisenähnlichen Halbdecker ausführlich zu schildern und beschränke mich daher hier darauf zu erwähnen, daß dasselbe Phänomen auch, wenngleich, wie es scheint, viel seltener in der Ordnung der Gradflügler (*Eurycorypha varia*, *Myrmegryllus dipterus*, *Phylloscirtus macilentus*) vorkommt und verweise schließlich auf die äußerst interessanten Fälle von Nachahmung der Ameisen und Termiten, welche unter den ausschließlich in den Gemeinschaften dieser sozialen Insekten lebenden sog. echten Gästen beobachtet worden sind, und über die in einer anderen Arbeit berichtet werden soll. Auf die Frage, wie diese oft erstaunlich genauen Ameisenkopien, die doch ganz anderen Insektenordnungen angehören, entstanden sind und sich ausgebildet haben, hat die Wissenschaft noch keine sichere Antwort gefunden. Piepers u. a. hegen die Ansicht, daß die langsam wirkende natürliche Auswahl nicht ausreichend sei, um eine derartige, oft bis in die kleinsten Einzelheiten durchgeführte Imitation zu erklären. Diese frappante Ähnlichkeit nur als Resultat ähnlicher äußerer Lebensbedingungen zu betrachten, geht in diesen Fällen auch nicht an, da der Nutzen dieser Ähnlichkeit so sehr auffallend ist. Wie aber auch diese bewunderungswürdige Maskierung entstanden sein mag, so kommt dazu, daß nicht selten auch die Bewegungen der Ameisen getreu nachgeahmt werden. Wie in früheren Fällen ist also auch hier deutlich ein psychisches Element zu erkennen, und es verdient bemerkt zu werden, daß dasselbe auch hier der mimetischen Transformation vorauszugehen scheint. So wird es kaum jemand einfallen, wenn er in einer Sammlung einen Halbdecker aus der Familie der Miriden, *Cremnocephalus albolineatus*, betrachtet, an ihm eine Ähnlichkeit mit Ameisen zu finden, ganz anders dagegen ist es, wenn man dieses Insekt oder etwa einen *Pilophorus cinnamopterus* unter den Ameisen auf die für diese so charakteristische Weise herumlaufen sieht. Von diesen Arten, die zunächst hauptsächlich bloß in ihren Bewegungen ameisenähnlich sind, finden sich zahlreiche Übergänge zu den stark myrmecoiden Arten der Gattungen *Systellonotus*, *Myrmecoridae*, *Myrmecoris* u. a.

Elftes Kapitel.

Schutz gegen Feinde.

Aktive Schutz- und Verteidigungsmittel.

Im vorigen Kapitel besprachen wir einige der passiven Schutzmittel, die den Insekten gegen ihre Feinde zu Gebote stehen. Außerdem trifft man bei den Insekten noch einige Schutzmittel an, welche sich bei näherer Untersuchung ebenfalls zur Kategorie der passiven zählen lassen dürften, wenngleich sie beim ersten Anblick manchmal als aktive gelten könnten.

Zu den ersteren gehört selbstverständlich der widerliche Geschmack bzw. Geruch, den gewisse Insekten um sich verbreiten, und dessen wegen sie von zahlreichen Insektenfressern verschmäht werden. Sicher ist, daß Vögel, welche schlechtschmeckende Insektenlarven aufgenommen haben, recht bald lernen, sie von anderen zu unterscheiden und sie nicht mehr anrühren. So hat z. B. v. Aigner-Abafi gefunden, daß sie Larven von *Euploea* und Danaiden nicht fressen. Der Geruch, der gewisse Carabiden umgibt, vermag, wie Zugmayer beobachtet hat, die Spitzmäuse in gebührender Entfernung zu halten. Auch der uns gewöhnlich so unangenehme Geruch der wanzenartigen Insekten scheint sie vor dem Angriff anderer Insekten zu schützen. So fanden G. und P. Peckham, daß die Kreuzspinne *Epeira strix*, der sie eine Wanze darboten, diese anfangs allerdings ergriff, sie aber gleich darauf fortwarf und sich eiligst zurückzog. Eine ganz gleiche Beobachtung machte Reh, als er einer Ameise (*Atta sexdens*) eine Wanze darbot. Hagemann machte die Entdeckung, daß die Larven der Wasserwanze *Corixa* im Wasser von einem stinkenden Dunstkreise umgeben sind, der andere im Wasser lebende Raubinsekten (*Ploea* u. a.) von ihnen abhält. Einen zweifellos schützenden Geruch geben nach Paszlavsky auch zahlreiche Gallwespen (*Cynipidae*) ab. Der Geruch mehrerer Arten erinnert an den der Wanzen, andere aber riechen stark nach Zitronen, Äpfeln usw. Ein derartiger Geruch findet sich jedoch nur in seltenen Fällen bei einigen der sonst so übelriechenden Wanzen und dient wohl gleichfalls, wenn er auch uns nicht unangenehm ist, dazu, gewisse Feinde abzuhalten.

In vielen Fällen wird dieser schützende Geruch erst bei der Berührung des Insekts verbreitet oder dadurch wenigstens ver-

stärkt. Es ließe sich somit denken, daß die Verbreitung desselben auf einem Willensakt des Insekts beruht. Weit wahrscheinlicher ist sie aber nur die Folge einer reinen Reflexbewegung. Dies dürfte auch mit dem Bluterguß (Autohämorrhoe) der Fall sein, der auf Berührung bei einigen Insekten erfolgt. Einige Verfasser, z. B. Vosseler, betrachten allerdings ein derartiges Ausspritzen von Blut als freien Willensakt, somit als aktives Schutzmittel. Er führt z. B. an, daß Arten der Gradflüglerfamilie *Hetrodidæ*, welche Blut aus einem Apparat in der Membran zwischen der Hüfte und dem Schenkelringe aller drei Beinpaare spritzen, dieses nur tun, wenn es mit gehörigem Effekt geschehen kann und stets nur auf der Seite, auf welcher der Angreifer sich befindet. Aber Hollande, der die Frage der Autohämorrhoe der Insekten zuletzt behandelt hat, hat durch zahlreiche Beispiele, speziell gerade unter den Gradflüglern, gezeigt, daß diese auch stattfindet, wenn das Insekt des Kopfes und des Hirnganglion, das allgemein für den Sitz des Bewußtseins und des freien Willens angesehen wird, beraubt ist. Er nimmt daher an, daß das Phänomen zu einer reinen Reflexbewegung zu reduzieren sei und somit zur Kategorie der passiven Schutzmittel gehöre. Es ist jedoch schwer, sich vom Gedanken zu befreien, daß, in einigen Fällen wenigstens, ein aktives Element bei der Verbreitung von Geruch oder beim Ausspritzen von Flüssigkeiten mitwirkt. Mehrere Staphyliniden z. B. biegen, wenn sie angegriffen werden, den Hinterkörper nach oben und verbreiten gleichzeitig einen starken Geruch. Auf diese Weise entgehen viele den sie verfolgenden Ameisen, in deren Nestern sie parasitieren, so auch der große *Velleius dilatatus*, der in den Nestern der Hornisse lebt, den Angriffen seiner Wirte.

Der Erguß von Flüssigkeiten ist übrigens eine Erscheinung, die in mehreren Insektenordnungen vorkommt. Einige Verfasser haben dies mit der Kataplexie in Verbindung gestellt. Wir haben oben die Rolle besprochen, welche diese möglicherweise in der Schutzfrage spielt, da durch den Scheintod des Tieres nicht selten eine täuschende Ähnlichkeit mit einem für dessen Feinde wertlosen Gegenstand erzeugt wird. In anderen Fällen aber ist die Kataplexie von der Ausscheidung stinkender und ätzender Flüssigkeiten begleitet. Wohlbekannt sind in dieser Hinsicht die Marienkäfer, *Coccinella*, welche bei Berührung ihre Beine zusammenziehen, wobei ihr gelbes Blut aus den Gelenken hervor-

sickert, und Mallasz hat gefunden, daß diese Flüssigkeit durch ihren Geschmack zahlreiche Raubinsekten abschreckt. Eine noch reichlichere Ausscheidung von Blut erfolgt aus den Kniegelenken der Ölkäfer (*Meloë*), dieser kurzgeflügelten, plumpen blauen Käfer, die wir im Frühling ab und zu auf Wegen und Stegen antreffen. Die Schwimmkäfer (*Dytiscidae*) ergießen, wenn sie beunruhigt werden, aus Drüsen an der Vorderbrust eine übelriechende, milchige Flüssigkeit. Die Larve des großen Wasserkäfers *Hydrophilus piceus* wird, sobald sie vom Schnabel eines Vogels gefaßt wird, sogleich kataplektisch, hängt schlaff und unbeweglich zu beiden Seiten des Schnabels herab und ergießt dabei aus dem After eine schwarze, stinkende Flüssigkeit. Zwei Locustiden in Nyassa, *Enyalipsis durandi* und *E. petersi*, geben nach Stannus bei Berührung aus der Vereinigungsstelle zwischen Thorax und Abdomen einen klaren, gelben Saft ab, der auf der menschlichen Haut Anschwellung und Eiterbildung veranlaßt. Bei jungen Larven der Feldgrille sickert das Blut aus vier symmetrischen Punkten im Gelenke zwischen Meso- und Metathorax. *Ephippigera brunneri* scheidet bei drohender Gefahr, nach Cuénot, gelbe Blutstropfen an der Stelle aus, wo die Elytren befestigt sind. Der bittere Geschmack derselben scheint die Eidechsen von dieser Heuschrecke fernzuhalten. Einige afrikanische Gradflügler der Gattung *Oedaleus* verbreiten durch einen langen Querspalt zwischen Pro- und Mesothorax eine stinkende Flüssigkeit. Wohlbekannt sind die blau- und rotgefleckten trägen Arten der Schmetterlingsgattung *Zygaena*, welche stilleliegend in den Blütenkronen angetroffen werden und sich auch durch Berührung nicht aufjagen lassen. Statt dessen werden ihre Antennen und Beine ganz schlaff und aus ihren Gelenken sickert eine dicke, gelbe ölige Flüssigkeit (Blut). Der Spinner *Leucoma salicis* besitzt auf dem Prothorax einen besonderen blutausscheidenden Apparat, der aus zwei elastischen, unter dem beweglichen Halsbände gelegenen Blasen besteht; wenn das Tier gereizt wird, füllen sich dieselben mit Blut, bis sie platzen und das Blut in Form eines großen klaren Tropfens abgeben. Bei mehreren, sowohl Macro- als auch Microlepidopteren, finden sich übrigens an verschiedenen Körperteilen blutabsondernde Apparate. Ferner erwähnt Taschenberg, daß auch eine große Raubfliege, *Asilus crabroniformis*, wenn sie angetastet wird, von der Spitze und den Seiten des Körpers, sowie den Gelenken der

Beine eine weißliche, stark stinkende Flüssigkeit ergießt. Auch mehrere Hemipteren, sowohl Blattläuse als einige Heteropteren, z. B. *Spilostethus saxatilis*, sollen nach Hollande die Fähigkeit besitzen, Blut zu ergießen. Bohls teilt mit, daß auch die Larven des kleinen Blasenfüßers *Anthotrips aculeata*, welche sich gegenseitig angreifen, wenn sie bedroht werden, sich durch Ausscheidung eines Tropfens sauer reagierender Flüssigkeit aus dem Anus verteidigen. Hier mag noch erwähnt werden, daß zahlreiche Insekten als Larven Stinkdrüsen besitzen; so z. B. *Lina populi*, der Schwalbenschwanz und der Weidenbohrer.

Sollten die oben geschilderten Phänomene mitunter vielleicht noch mit der Kataplexie in Zusammenhang stehen, so dürfte dies sich kaum von dem Spritzen, bisweilen auf weite Entfernungen, das mehrere Käfer charakterisiert, behaupten lassen. Ein verfolgter Raubkäfer der Gattung *Carabus* bleibt plötzlich stehen, hebt den dem Feinde zugekehrten Hinterkörper empor und spritzt mit Nachdruck aus dem Anus eine braune, stark brennende Flüssigkeit, die wenigstens auf einen halben Meter Entfernung ihr Ziel erreicht. Flach erwähnt, daß auch die *Blaps*-Arten die Fähigkeit besitzen, auf diese Weise die Augen des Sammlers zu treffen. Mitunter wird bei den Käfern die Flüssigkeit durch ein stinkendes Gas ersetzt, wie bei den sog. Bombardierkäfern, *Brachinus*. Wird ein solcher — am bekanntesten ist *Br. crepitans* — von einem größeren Raubkäfer, einem *Carabus* oder einer *Calosoma* angegriffen, so drückt er sich an die Erde und stößt von der hinteren Spitze des Körpers bis zwanzig mal hintereinander einen von einem deutlichen Knall begleiteten Dampf aus, und es gelingt ihm auf diese Weise häufig seinem Verfolger zu entkommen. Ein Nachtschmetterling, *Arctia flavia*, spritzt nach Hollande sein orangefarbiges Blut in zwei 20 cm langen Strahlen aus, und ein Gradflügler, *Eugaster guyoni*, besitzt nach Krauss und Vosseler die Fähigkeit, das Blut auf eine Entfernung von 50 cm auszuspritzen. Schließlich können auch die Larven gewisser Pflanzenwespen (*Cimbece*) Blut spritzen. Bei Berührung rollen sie sich auf die für Schmetterlings- und Wespenlarven charakteristische Weise zusammen, gleichzeitig aber wird aus rasch wieder verschwindenden Poren an den Seiten des Körpers in feinen vertikalen Strahlen eine scharfe Flüssigkeit herausgespritzt.

Hollande glaubt übrigens zum Ergebnis gelangt zu sein, daß diese Autohämorrhoe bei Larven allgemeiner ist als bei

Imagines und bei Weibchen zahlreicher als bei Männchen. Die größere Bedeutung der ersteren für die Erhaltung der Art bedingt auch ihren größeren Bedarf an Schutz. Als das wirksame Element der Autohämorrhoe betont er speziell die Giftigkeit des Blutes in den von ihm untersuchten Fällen. So verursachte das Blut einer Käferart der Gattung *Galleruca* bei Einspritzung in Eidechsen und Kröten in kurzem deren Tod. Lutz machte Versuche mit Fliegen, die er mit dem giftigen Blute des gewöhnlichen siebenpunktigen Marienkäfers bestrichen hatte. Die meisten Spinnen, denen er solche Fliegen anbot, verschmähten sie gänzlich, in einem Falle aber, wo die Fliege verzehrt wurde, starb die Spinne bald darauf. Die Giftigkeit des Blutes gewisser Insekten wird auch durch ihre Wirkung auf die menschliche Haut dargetan. Ein Tropfen desselben kann, wenn er nicht rechtzeitig fortgewischt wird, einen Fleck oder einen Ausschlag erzeugen, der mitunter mehrere Stunden andauert, der Fleck mitunter sogar Monate.

Man darf jedoch nicht glauben, daß der Schutz, der durch den dem Insekt eigenen Geschmack oder Geruch geboten wird, sich unter allen Umständen wirksam erweist. Wenn z. B. gewisse bunte Schmetterlingslarven von einigen Vögeln verschmäht werden, so beweist dies, wie Werner hervorhebt, nichts weiter, als daß diese Vögel nicht zu ihren natürlichen Feinden gehören. Seines Erachtens ist dieses Schutzsekret überhaupt von keiner Bedeutung gegenüber den typischen Feinden einer Art, sondern wehrt nur zufällige Feinde ab und auch nur so lange, als diese nicht von Hunger geplagt werden. Ein Laubfrosch, der im allgemeinen keine Käfer jagt, läßt einen Marienkäfer stehen, sobald seine Zunge von dessen gelbem Schutzsekret berührt wird, aber eine Raubfliege, *Laphria*, saugt unbekümmert das Blut desselben aus. Die auf Kräutern oft in Menge vorhandenen Larven einiger Pflanzenwespen werden, wohl wegen ihres widrigen Geschmacks, von den meisten Vertebraten verschmäht, aber mit Begier von einem Gradflügler, der bekannten *Mantis religiosa*, verzehrt, obgleich sie sich nicht selten, wie z. B. die Larven von *Cladius*, auch noch durch energische Schläge mit dem Hinterkörper wehren. Gewisse Vögel kümmern sich nicht im geringsten um die stinkenden Explosionen des Bombardierkäfers (*Brachines*), sondern lassen sich das Insekt wohlschmecken. Man hat der lebhaften Färbung, die sich bei manchen durch widrigen Geruch oder Geschmack geschützten Formen findet,

die Bedeutung von Warnfarben zusprechen wollen. Es ist wohl möglich, daß diese Insekten den Feinden leichter als unschmackhaft in Erinnerung kommen; aber solche Färbungen sind doch bei geschützten Tieren zu wenig verbreitet, als daß man ihnen eine große Wirkung beimessen darf.

Ist in den meisten der oben angeführten Fälle die ergossene Flüssigkeit (das Blut) giftig, von widrigem Geschmack und dadurch oft geeignet, die Feinde des Insekts abzuschrecken, so scheiden andererseits einige Insekten Flüssigkeiten (Exkrete oder Sekrete) aus, deren Geschmack irgendwie angenehmer Art ist und dadurch dazu dient, den Angreifer zu bestechen. So werden die süßen Exkrementen, welche sich in Form eines klaren Tropfens aus der Analtöhre gewisser Blattläuse entleeren, von den Ameisen begierig aufgesogen, und verschiedene andere Insekten, über die wir weiterhin reden werden, scheiden in verschiedenen Drüsen ein Sekret aus, das gleichfalls von den Ameisen abgeleckt wird, während sie die Insekten selbst in Frieden lassen. Es dürfte schwierig sein, zu entscheiden, in welchem Grade der freie Wille des Insekts bei dieser Flüssigkeitsproduktion mit beteiligt ist, und inwieweit sie daher wirklich ein aktives Schutzmittel darstellt. Wahrscheinlich haben wir es auch hier mit einem reinen Reflexakt zu tun.

Zu den Schutzmitteln, welche den Insekten zu Gebote stehen, dürfte auch die Erzeugung von Lichtphänomenen gehören. In den meisten Fällen dürfte wohl auch dies ein passives Schutzmittel sein, da die Lichtproduktion unabhängig vom Willen des Insekts geschieht. Vielfach ist sie allerdings als Entzündung von Liebesfeuern, zum Zweck, die beiden Geschlechter einander zu nähern, gedeutet worden. Wo aber dieses Phänomen nur bei Larven und Puppen auftritt, wie bei der Pilzmückengattung *Ceroplatus*, ist eine derartige Deutung natürlich ausgeschlossen. Bei dieser leuchtet nach Wahlberg der ganze Körper mit einem Schein, der stark an den der bekannten Leuchtkäfer erinnert. Andere Mücken leuchten nicht nur in diesen Stadien, sondern auch als völlig ausgebildete Insekten. Alenitzin berichtet über eine Art der Gattung *Chironomus*, bei welcher der ganze Körper und auch die feinen Beine leuchten; in der Entfernung gleichen diese Mücken kleinen Sternchen.

Die sog. Glühwürmer sind bekanntlich flügellose Weibchen von Arten, die der Käferfamilie *Lampyridae* angehören. Bei

einigen Arten sind es nur die Weibchen, die von den beiden letzten Bauchsegmenten aus einen stark phosphoreszierenden Schein verbreiten, der sich schon von weitem die Aufmerksamkeit zuzieht und nach den Untersuchungen Emerys zweifellos das Männchen beim Aufsuchen des Weibchens leitet. Bei vielen anderen Lampyriden-Arten aber sind beide Geschlechter geflügelt und besitzen beide die Fähigkeit, Licht zu erzeugen, welches nach Olivier bei den Männchen dieser Arten stärker sein soll als bei den Weibchen. Da bekanntlich diese Leuchtfähigkeit auch den Eiern, Larven und Puppen der Lampyriden eigen ist, so hat sie aller Wahrscheinlichkeit nach auch eine andere Bedeutung für das Insekt als die Annäherung der Geschlechter. Severn, der in Ostindien die Leuchtkäfer beobachtete, sah einmal drei Ratten beim Anblick eines solchen außerordentlich erschrecken und erzählt, daß die Webervögel sie in ihre Nester zu bringen pflegen, um dadurch Schlangen, Eidechsen, gewisse Nager und andere Feinde abzuschrecken¹⁾.

Auch eine andere Käferfamilie, die der Schneller, *Elateridae*, enthält leuchtende Arten. Sie gehören zwei Gattungen an, von denen die eine, *Pyrophorus*, durch zahlreiche Arten in der Neuen Welt vertreten ist, besonders in Südamerika und auf den Antillen, während die andere, *Photophorus*, in Oceanien vorkommt. Hierhergehörige Käfer besitzen im ausgebildeten Zustande drei lichtgebende Apparate, zwei symmetrische, einen auf jeder Seite vor der Hinterecke des Prothorax, und einen auf der der Brust zugekehrten Fläche des ersten Hinterkörperingens; der letztere wird nur auf der Flucht tätig. Beide Geschlechter sind einander gleich und in gleichem Grade leuchtend. Auch Ei und Larve, wahrscheinlich auch die Puppe, leuchten.

Diese Insekten erzeugen, wie behauptet wird, nach Belieben ein helles Licht von opalisierender grüner Farbe. Mehrere Arten, unter denen die bekannteste *Pyrophorus noctilucus* (Fig. 42) ist, finden sich allgemein in ihrer Heimat und er bieten dort eine prachtvolle Szenerie, indem unzählige kleine Leuchten, überall auf den Pflanzen zerstreut, an den Zweigen der Bäume hängend

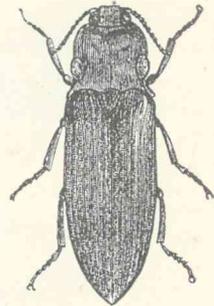
¹⁾ Darwin erzählt allerdings, daß eine in der Gegend von Rio de Janeiro lebende *Lampyris*-Larve sich bei Berührung tot stellte und ganz aufhörte zu leuchten. Dies hindert aber nicht, daß in anderen Fällen und unter anderen Lebensbedingungen der Instinkt sich auf eine abweichende Art entwickelt hat.

oder die Luft in allen Richtungen durchkreuzend, auf die zauberhafteste Weise dazu beitragen, die tropische Nacht zu illuminieren.

Schließlich sind auch mehrere exotische Zirpen (*Cicadariae*) als Besitzer spezieller Leuchtapparate beschrieben worden, z. B. *Hotinus candelarius*, *H. pyrorrhynchus*, *Fulgora laternaria*; aber ihre Leuchtfähigkeit ist andererseits vielfach bestritten worden. Dagegen dürfte das Hervorbringen von Lichtphänomenen bei den kleinen, nur einige Millimeter langen, weißen, wurmartigen, in Blumentöpfen so allgemeinen Arten der Collembolagattung *Onychiurus* völlig festgestellt sein. Dubois hat im Oktober mehrere Nächte hintereinander beobachtet, daß *O. armatus* einen Schein aussandte, der in einer Entfernung von 40 cm gut sichtbar war. Das ganze Insekt leuchtete in einem bläulichen Licht.

Sind nun diese Schutzmittel, wenigstens in den meisten Fällen, rein passiver Art und unabhängig vom freien Willen des Tieres, so dürfte dies vom Verschieben bestimmter retraktiler Organe oder der Einnahme eigentümlicher sog. Trotzstellungen, was bei an nähernder Gefahr bei gewissen Insekten stattfindet, wohl kaum behauptet werden können.

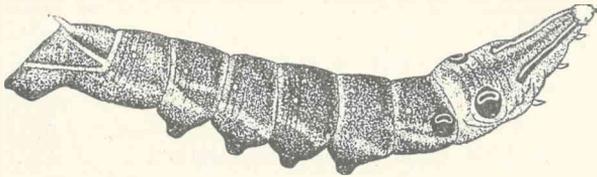
Als Schutzmittel hat man auch die für die Papilioniden-Larven charakteristische Nackengabel (*Asmeterium*) gedeutet, die kürzlich Gegenstand einer eingehenden Untersuchung von seiten Schulzes gewesen ist. Diese Larven weichen durch ihre auffallende Farbe stark von der Unterlage ab, auf welcher sie sitzen. Wenn sie sich unbeweglich verhalten, entgehen sie jedoch der Aufmerksamkeit einiger ihrer Feinde, wie der Vögel, Eidechsen und Frösche, sobald sie sich aber bewegen, werden sie bemerkt. Hierauf beruht wohl die Gewohnheit dieser Larven, lange Zeit dieselbe Stellung einzunehmen. Bei Berührung wird aus dem ersten Thorakal-Tergit ein zweischenkeliger, weicher, nach vorne gerichteter Vorsprung herausgestülpt, der beim Aufhören der Gefahr wieder in den Körper eingezogen wird. Die Ausstülpung dieser Nackengabel, deren Farbe von der des Körpers absticht, ist von einem stark vernehmbaren aromatischen Geruch begleitet. Eine derartige Nackengabel findet sich auch bei der schönen Tagschmetterlingsgattung *Parnassius*.



Figur 42.
Pyrophorus noctilucus.

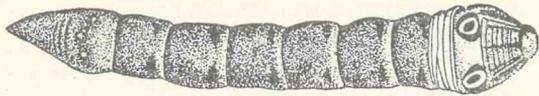
Die Larven einer Spinnergattung, *Harpyia*, besitzen am hinteren Ende des Körpers zwei fadenförmige Anhänge, aus denen, wenn das Tier in Gefahr gerät oder gereizt wird, plötzlich ein noch schmälere Faden von bedeutender Länge hervorschnellt, der wie eine Peitschenschnur nach allen Seiten geschwenkt wird.

Zu den aktiven Schutzmitteln sind wohl auch die eigentümlichen Bewegungen zu zählen, welche die Larven einiger Schmetterlinge und Pflanzenwespen auszeichnen, wenn sie angegriffen werden. Die letzteren sitzen z. B. häufig mehrere in einer Reihe an einem und demselben Blattrande. Berührt man die erste von ihnen, so beginnt sie sofort mit dem vorderen Ende des Körpers nach rechts und links zu schlagen, und diese raschen Bewegungen



Figur 43.

Larve von *Chaerocampa elpenor* in gewöhnlicher Stellung.



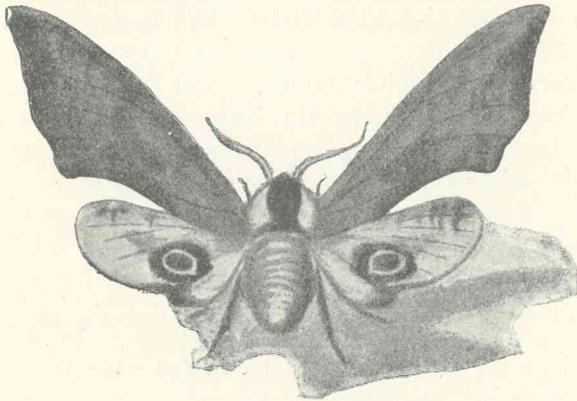
Figur 44.

Larve von *Chaerocampa elpenor* in Trotzstellung.

werden wie auf Kommando von den übrigen wiederholt. Derartige Schläge nach rechts und links kann man auch bei zahlreichen Schmetterlingspuppen beobachten, wenn sie berührt werden.

Auch bei anderen Insekten hat man beobachtet, daß sie bei herannahender Gefahr dem Anscheine nach drohende Stellungen einnehmen, sog. Trotzstellungen, bei denen zugleich Farben und Zeichnungen einer, wie man angenommen hat, für den Angreifer abschreckenden Natur hervortreten. In dieser Hinsicht sind besonders die Larven einiger Dämmerungsfalter, z. B. die Larve von *Chaerocampa elpenor* (Fig. 43 und 44) hervorgehoben worden. Auf dem angeschwollenen ersten und zweiten Hinterkörpersegmenten dieser Larve befinden sich zwei große augenähnliche Flecke, die unter gewöhnlichen Umständen keine Aufmerksamkeit erregen.

Wird aber die Larve angetastet, so zieht sie plötzlich den Kopf und die drei ersten Körperringe zusammen, so daß sie dicht vor den angeschwollenen Hinterkörperringen liegen, die jetzt das Aussehen eines Kopfes mit funkelnden Augen haben, bei deren Anblick kleinere Vögel, Eidechsen, ja selbst Hühner zurückschrecken sollen. Auch bei Schmetterlingen finden sich derartige Augenflecke. Einer unserer Dämmerungsfalter, das Abendpfauenauge, *Smerinthus ocellatus*, z. B. besitzt auf der Oberseite beider Hinterflügel einen prachtvollen derartigen Fleck. In ruhigem Zustande und im Schlaf werden diese Hinterflügel unter den sie bedeckenden, mit schützenden Farbenzeichnungen versehenen



Figur 45.
Smerinthus ocellatus in Trotzstellung.

Vorderflügeln verborgen gehalten. Bei der ersten Gefahr aber sperrt der Schmetterling alle seine Flügel auf und nimmt eine drohende Stellung ein, und jetzt treten die beiden Augen auf den roten Hinterflügeln hervor (Fig. 45). Die Bedeutung derartiger Trotzstellungen ist allerdings von vielen neueren Verfassern, Piepers u. a., in das Bereich der Phantasie verwiesen worden, andere aber, wie Japhe und die hervorragenden Beobachter Standfuß und Weismann haben sich, speziell was *Smerinthus ocellatus* betrifft, durch Experimente davon überzeugt, daß die Trotzstellung insektenfressende Vögel abschreckte.

Es sei noch erwähnt, daß einige Insekten angeblich die Fähigkeit besitzen sollen, elektrische Schläge auszuteilen, wodurch sie sich natürlich vor ihren Feinden schützen könnten. Nach

Perty berichtet schon Marcgrav, daß dies bei einer brasilianischen Fangschrecke der Fall sei, deren Schlag ein Erzittern des ganzen Körpers verursache, sowie daß derjenige, welcher die gleichfalls in Brasilien lebende Raubwanze *Prionotus carinatus* in der Hand halte, einen leichten elektrischen Schlag erhalte und rote Flecke an den sechs Stellen finde, wo die Füße des Insekts geruht hätten (!). Auch Bel erwähnt, daß ein Käfer aus Senegal ihm einen leichten elektrischen Schlag erteilt habe, eine Erscheinung, die den Einwohnern des Orts wohlbekannt war.

Die wirksamsten aktiven Verteidigungsmittel liegen jedoch in zahlreichen Fällen in den Organen, mit welchen die Insekten auch ihren Raub angreifen. So verteidigen sich viele Arten mit ihren starken, beißenden Kiefern, und auch wenn die Kiefern zu einem Saugemunde umgewandelt sind, können sie mitunter kräftige Verteidigungsmittel bilden. Jeder Insektensammler weiß, welche schmerzhaften Stiche ein Rückenschwimmer (*Notonecta*) oder eine Raubwanze (*Reduvius*) mit dem Rostrum hervorbringen kann. Die Akuleaten besitzen in ihrem Stachel eine ausgezeichnete Waffe gegen ihre Feinde. Einige derselben wenden ihn jedoch nur im äußersten Notfalle an, da bei ihnen der Stachel mit Widerhaken versehen ist und der Stich somit den Verlust des Stachels und sehr häufig auch den Tod des Tieres mit sich führt. So z. B. bei der Honigbiene. In den meisten Fällen jedoch ist der Stachel glatt, so daß seine Anwendung mit keiner Gefahr für den Besitzer verbunden ist, ihn dagegen oft vor Angreifern aller Art rettet. Nur einige wenige Insekten, z. B. die Goldwespen und einige Käfer, besitzen einen so harten Chitinpanzer, daß sie dadurch vor dem Stich und dem durch diesen eingeführten Gift geschützt sind.

Bevor wir dieses Kapitel schließen, müssen wir nochmals daran erinnern, daß keines der angeführten Schutzmittel als absolut wirksam betrachtet werden darf. Jede Insektenart besitzt, wie erwähnt, ihre bestimmten Feinde, welche mit ihren Lebensgewohnheiten vertraut sind und sich nicht von den Schutzmitteln düpiieren lassen, die auf die eine oder andere Art eine Menge anderer Feinde fernhalten können. Zahlreiche insektenfressende Vögel verschlucken begehrlieh auch die stachelbewehrten Wespen.

Schließlich sei noch der eigentümliche Umstand hervor gehoben, daß viele Insekten, wie es scheint, völlig instinktiv,

ohne eigene Erfahrung oder Belehrung von anderer Seite, sogleich ihre Feinde erkennen. Beispiele hierfür finden wir speziell bei mehreren Akuleaten, welche die „Parasiten“ verfolgen, die sich in ihre Nester eindringen wollen, oder sie auf eine außerordentlich berechnende Weise irrezuführen oder ihre Aufmerksamkeit abzulenken versuchen, bevor sie ins Nest schlüpfen. Näheres darüber werden wir in der Lage sein mitzuteilen, wo wir die Verproviantierung der Nester dieser Wespen besprechen.

Zwölftes Kapitel.

Metamorphoseninstinkte.

In dem Maße als das noch unvollendete Insekt Nahrung zu sich nimmt, wächst auch sein Umfang, und die alte Körperhülle wird von Zeit zu Zeit zu eng. Sie wird dann abgeworfen und unter ihr hat sich eine neue gebildet. Einige Insekten, die ametabolen, verändern ihr ganzes Leben hindurch ihre Körperform nicht, die meisten aber unterliegen, speziell bei gewissen Gelegenheiten, einer merklichen Verwandlung. In der ersten Periode des Insekts, der sog. Larvenperiode, ist gewöhnlich keine solche zu bemerken. Nur ausnahmsweise finden sich Insekten, bei denen dies der Fall ist, und wir haben den durch gewisse ökologische Verhältnisse bedingten doppelten Larvenzustand bei verschiedenen Arten schon kennen gelernt. Aber nach einer Anzahl von Hautwechseln entsteht meistens die Anlage der für das Insekt typisch charakteristischen Flügel und dieses ist dann in sein sog. Nymphen- oder Puppenstadium eingetreten. Die hemimetabolen Insekten, Gradflügler, Halbdeckflügler, Jungfern u. a. fahren in diesem Stadium fort, sich zu nähren und zu bewegen und ein größerer Unterschied in bezug auf die verschiedenen Stadien macht sich nur insofern bemerkbar, als das Insekt, wie es mit den Libellen der Fall ist, in verschiedenen Medien lebt, indem es z. B. ein Leben im Wasser gegen ein solches in der Luft vertauscht. Zahlreiche andere Insekten aber haben eine typisch ruhende Puppe, deren Bewegungen sich in den meisten Fällen auf einige Zuckungen nach rechts oder links beschränken, und die gänzlich

der Fähigkeit ermangelt, Nahrung zu sich zu nehmen. Zu diesen sog. holometabolen Arten, deren aus der Puppe auskriechende Imago der Larve vollständig ungleich ist und welche somit eine, wie man sagt, vollständige Metamorphose durchmachen, gehören z. B. Wespen, Fliegen, Schmetterlinge, Käfer usw.

Vor und während des Hautwechsels und besonders zu den Zeiten, wo die Larve sich zur Puppe und die Puppe zur Imago entwickelt, machen sich plötzlich mehrere sehr eigene Instinkte geltend, die für das Leben des Insekts von größter Bedeutung sind.

Im Puppenzustande ist das Insekt meistens vollkommen wehrlos, gleichwohl aber sowohl Raubtieren als ungünstiger Witterung ausgesetzt. Oft geschieht zwar die Verpuppung an derselben Stelle, wo die Larve sich aufgehalten hatte, nicht selten aber wird diese, wenn sie erwachsen ist und aufgehört hat zu fressen, von einer eigentümlichen Unruhe ergriffen und unternimmt mehr oder weniger weite Wanderungen, um einen geschützten oder sonst geeigneten Platz zur Verpuppung aufzusuchen. Viele Larven graben sich zu diesem Zweck in die Erde hinein und verpuppen sich im Schoß derselben. Die Larve des Baumtötters (*Cossus cossus*), die wohlgeschützt im Holz der Bäume lebt, scheint gleichwohl, wie Dahlgren und Wretling beobachtet haben, noch in zahlreichen Fällen einer derartigen, wahrscheinlich angeerbten Gewohnheit Folge zu leisten und verläßt ihren sicheren Zufluchtsort in den Baumstämmen, um sich an irgendeiner Stelle unter der Erde zu verpuppen.

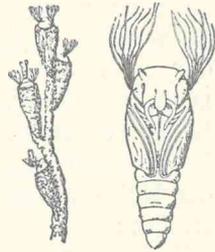
Mehrere Fliegen leben im Larvenzustande am Boden von Gewässern, z. B. die Arten der Gattung *Stratiomys*. Sobald die Zeit der Verpuppung naht, werden diese Larven jedoch von der erwähnten Unruhe ergriffen und kriechen aus dem Wasser auf das Ufer, wo sie unter einem Stein oder sonstwo verborgen ihre Umwandlung durchmachen.

Sei es nun, daß die Larve an der Stelle verbleibt, wo sie aufwuchs, oder daß sie diese verläßt und sich einen zur Verpuppung besser geeigneten Platz aufsucht, so beginnt sie nicht selten, sich mit einer zugleich schützenden und wärmenden Hülse oder einem Kokon zu umspinnen, in den sie mitunter allerlei kleine Gegenstände der Umgebung, Steinchen u. dgl., mit hineinspinnt, wo sie dann, vor der Außenwelt verborgen, ihre Umwandlung erfährt.

Die meisten Zweiflügler, besonders Fliegen, werden bei der Verpuppung von der früheren Larvenhaut umgeben, die

dann nicht abgeworfen wird, sondern erhärtet und als schützende, tonnenartige Hülle die Puppe umgibt. Von einigen Arten, speziell aus der Ordnung der Mücken, wird jedoch eine wirkliche Hülle gefertigt. Die Larven der Mückengattung *Melusina* (= *Simulium*), welche, das Hinterende an Steinen befestigt, in fließendem Wasser sitzen, umgeben sich vor der Verpuppung mit einem vorne offenen, tütenartigen, aus Schleimgewebe gebildeten Kokon (Fig. 46). Auch die in Bächen lebenden Larven der Gattung *Elliptera* heften sich vor der Verpuppung an Steine, wo sie sich mit einem außen von Schlamm bedeckten Kokon umgeben, aus dessen der Strömung abgewandtem Ende die Puppe kurz vor dem Austritt der Mücke herauskriecht. Wenn die *Ceroplatus*-Larven sich verpuppen sollen, verlassen sie gewöhnlich den Zunderschwamm, auf welchem sie bis dahin gelebt hatten, suchen meistens den Wurzelhals des Baumes auf und umgeben sich hier mit einem aus Schleimbändern gebildeten Kokon, wobei meistens mehrere Puppen dicht nebeneinander liegen, alle in derselben Richtung. Sie verfertigen den Kokon derart, daß sie erst einen grobmaschigen Aufschlag oder ein Gestell der Hülle um sich herum anlegen und alsdann die Zwischenräume durch Ergießung von Schleimtropfen ausfüllen, die zu Scheiben zusammentrocknen und dem Ganzen die gehörige Dichte, sowie eine unebene, maschige oder kleingrubige Oberfläche verleihen, die im Kleinen einer Muschel gleicht. Ist die Arbeit fertig, so wird jeder Kokon mit einem Deckel verschlossen, der aus zwei Lamellen besteht, von denen die äußere fester ist und genau in die Öffnung hineinpaßt; sie wird von allen Seiten mit kurzen feinen Fäden leicht befestigt. Dieser Deckel, der die Mündung von außen verschließt, läßt sich beim Austritt der zukünftigen Mücke leicht abheben.

Auch unter den echten Netzflüglern, *Neuroptera*, finden sich einige Arten, die ihre Puppe mit einem Kokon umgeben. Daß dies mit der von Spinneneiern lebenden *Mantispa* der Fall ist, haben wir schon erwähnt (S. 74). Die kleinen Arten der Familie *Coniopterygidae* bedecken gleichfalls ihre Nymphe mit einem Gespinst, das vor einigen Jahren von Enderlein näher beschrieben worden ist.



Figur 46
Puppen in ihren Kokons
sowie eine Puppe ohne
Kokon von *Melusina*
(-*Simulium*).

In der großen Ordnung der Käfer finden sich desgleichen verschiedene Beispiele für das Einschließen der Puppe in eine Hülse. Am größten sind die Kokons, die nur aus leicht verklebten Erdpartikeln oder sogar aus den eigenen Exkrementen der Larve gefertigt werden, wie dies mit dem Kokon des Goldschmieds (*Cetonia aurata*) der Fall ist. Die Kokons anderer Arten, wie beispielsweise die von einigen Rüsselkäfern, *Rhynchophori*, gewebten, zeichnen sich durch eine nicht geringe Kunstfertigkeit aus.

Am bekanntesten sind jedoch die Puppenkokons in der Ordnung der Schmetterlinge. Hier finden wir sowohl Puppenhülsen, die aus allerlei eingewebtem Material bestehen, als auch solche aus reinsten Seide.

Speziell bekannt durch ihre Kokons ist die schöne und recht artenreiche Puppe der sog. Spinner (*Bombyces*). Hierher gehört die Larve des bekannten Seidenspinners, dessen Hülse aus mehreren Schichten von Fäden besteht, die zusammen eine Länge von mehreren tausend Metern erreichen. Andere Spinnerlarven zeichnen sich dadurch aus, daß sie ihre eigenen Haare in die Hülse hineinweben und diese dadurch dichter und wärmer machen; einige Arten, deren Haare nicht von selbst abfallen, sollen sie mit den Kiefern abschneiden. Eine bedeutende Kunstfertigkeit entwickeln die *Dicranura*- und *Cerura*-Arten bei der Verfertigung ihrer Kokons. Federley hat nämlich die bemerkenswerte Beobachtung gemacht, daß abgenagte Teile der Unterlage, an welcher der Kokon befestigt ist, in denselben hineingewebt werden, und daß hierbei in die äußere Schicht nur Teile der obersten Lager der Unterlage kommen, wodurch die Oberfläche des Kokons an Farbe und Aussehen der nächsten Umgebung ungemein ähnlich wird. In die innere Schicht dagegen werden Stückchen aus den tieferen Schichten der Unterlage verwebt und diese zugleich so ausgehöhlt, daß die Puppe daselbst einen bequemen Ruheplatz erhält. Ein derartiger Kokon ist dadurch für ein fremdes Auge äußerst schwer zu entdecken. Die außerordentliche Kunstfertigkeit der Larve tritt besonders scharf hervor, wenn sie sich auf einem Holzstücke verpuppt, das schon vor Alter grau geworden ist. Diese graue Schicht ist nämlich äußerst dünn und unter derselben hat das Holz seine natürliche Farbe beibehalten. Trotzdem gelingt es der Larve, der bedeckenden Puppenhülse vollständig die graue

Farbe zu verleihen, während das Innere derselben die ursprüngliche Farbe des Holzes erhalten hat. An dem Ende, wo sich der Kopf der zukünftigen Puppe befindet, findet sich auch hier die gewöhnliche dünnere Stelle, durch welche nachher der Schmetterling auskriecht.

Schließlich umspinnen sich auch mehrere Wespenlarven vor der Verpuppung mit einer Hülse. Diese bezweckt in vielen Fällen offenbar die Puppe vor Feuchtigkeit und schlechter Witterung zu schützen. So hat Fabre speziell in bezug auf die Raubwespen gefunden, daß die Kokons in Nestern, die sehr gut geschützt sind, sich z. B. tief in der Erde befinden, ganz dünn und undicht sind, außerordentlich kompakt dagegen bei Arten, deren Larvenzellen oberflächlich, allen Schwankungen der Witterung ausgesetzt liegen. Daß übrigens das Spinnen von Kokons in direktem Zusammenhange mit der Feuchtigkeit der Lokalität steht, haben wir schon früher hervorgehoben (S. 91). Andererseits hat man gefunden, daß bei den Akuleaten auch das Spinnen eines Kokons und die Beschaffenheit ihrer Zellen in einem bestimmten Verhältnisse zueinander zu stehen scheinen. Verbleiben die Zellwände innen grob und rau, so wird die empfindliche Puppe mit einer schützenden Hülle umgeben. Werden dagegen die inneren Zellwände glatt und eben gemacht, so lassen die Larven das Spinnen sein. Hier haben wir somit deutlich zwei Instinkte, die sich gegenseitig in regulierendem Sinne beeinflusst haben.

Diese Verhältnisse, wie auch der nicht selten ungemein kunstvolle Bau der Kokons und andere Umstände scheinen zu beweisen, daß die Verfertigung desselben nicht bloß das Resultat einer reinen Reflextätigkeit ist. Es muß jedoch zugegeben werden, daß die Entstehung der bei der Verpuppung tätigen Instinkte, welche sich nur auf einen ganz kurzen Augenblick des Insektenlebens beziehen und nur ein einziges Mal im Verlaufe desselben auftreten, zu den am schwersten zu lösenden Rätseln gehört, die uns die Biologie der Insekten erbieht. Einige Beispiele derartiger schwer zu erklärenden Instinkte seien hier angeführt.

Wie jeder Insektensammler weiß, ist das Männchen des Hirschkäfers mit seinen enormen Kiefern fast doppelt so groß als das Weibchen. Ein solcher Unterschied ist jedoch bei den Larven noch nicht vorhanden. Gleichwohl ist die Puppenkammer und der Kokon, die von den Larven gebildet werden,

die sich zu Männchen entwickeln sollen, bedeutend größer als die der weiblichen Larven. Diese männlichen Kammern, deren Größe die der Puppe weit übertrifft, sind nämlich so beschaffen, um den gewaltigen Kiefern des zukünftigen Männchens Platz zu gewähren, während dieses nach seiner Entwicklung noch einige Zeit in der Kammer verweilt. Es sieht somit aus, als hätte die männliche Larve eine Art Ahnung von der Beschaffenheit der zukünftigen Imago.

Piepers hat auf Java beobachtet, daß die Larve eines Schmetterlings *Adolias adonia* sich beim Verpuppen an die dicken Blätter der Nährpflanze *Loranthus pentandrus* anhängt; da aber der Stiel schwach ist und das Blatt infolge der neuen Last leicht abfallen würde, so ergreift die Larve vor der Verpuppung die Vorsichtsmaßregel, den Blattstiel durch ein starkes Gewebe mit dem Stengel zu verbinden. Westwood hat in bezug auf die Larven dreier anderen Schmetterlingsarten ähnliche Beobachtungen gemacht. Ferner führt Piepers folgenden nicht weniger eigentümlichen Fall an. Die Larve von *Hesperia conjuncta* verpuppt sich auf der oberen Seite eines Bambusblattes in der Längsrichtung desselben und befestigt sich mittels der Analspitze und zweier quer über den Körper geschlagenen festen Fäden an dasselbe. Wenn die Bambusblätter älter werden, pflegen sie sich jedoch zusammenzurollen und zwar so, daß die Blattränder nach unten geschlagen sind. Hierdurch würden die quer über die Puppe laufenden Fäden so stark gespannt, daß sie reißen müßten und die Puppe zur Erde fallen, oder sie würden in die Puppe einschneiden, so daß diese untergehen müßte. Dies verhindert nun die Larve dadurch, daß sie zuerst an der Stelle des Blattes, wo die Verpuppung stattfinden soll, die beiden Blattränder durch ein starkes Gewebe miteinander vereinigt, so daß das Zusammenrollen nachher, wenn es eintritt, in die für die Puppe unschädliche Richtung nach oben hin geschieht.

Pieper ist geneigt diese und ähnliche Fälle, durch eine fortlebende Erinnerung der Erfahrungen früherer Generationen zu erklären, dagegen aber läßt sich wie in vielen ähnlichen Fällen der Einwand erheben, daß diese Erfahrungen stets mit dem Tode endeten und eine Vererbung derselben daher kaum denkbar ist.

Eine Bombycidenlarve im oberen Amazonengebiet befestigt nach Perty ihren Kokon an Baumblättern mittels eines 5—6 cm langen starken Fadens, an dessen Ende derselbe nach der Ver-

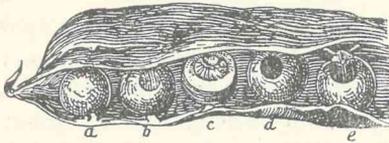
puppung frei hängen bleibt. Von der Größe eines Sperlingseies, von festen glänzenden Fäden umgeben, hat er nichts von den Angriffen der Vögel zu fürchten, da er, dank der beschriebenen Aufhängemethode jedem Picken des Schnabels nachgibt und seitwärts schaukelt.

Die Sammlung von Beispielen derartiger merkwürdigen Einrichtungen ließe sich noch vermehren. Wir richten unsere Aufmerksamkeit jedoch nur noch auf solche, welche allgemein verbreitet sind und den Zweck haben, das Auskriechen des Insekts aus dem Kokon zu erleichtern. Wenn es die Seidenhülle durchbrechen soll, so bahnt es sich häufig den Weg ins Freie durch einfaches Erweichen des einen Pols mittels einer bei dieser Gelegenheit reichlich abgesonderten Flüssigkeit. In anderen Fällen aber hat der Instinkt der Larve schon beim Spinnen des Kokons in merkwürdiger Voraussicht den Austritt der zukünftigen Imago erleichtert, indem am einen Pol des Kokons eine ringförmige Schicht dünnerer Fäden gewebt wird, die beim Druck von innen reißen, wodurch gleichsam ein Deckel von der nunmehr offenen Mündung abgehoben wird. Sehr bemerkenswert ist der Kokon eines auch bei uns vorkommenden Spinners, des „Kleinen Pfauenauges“ (*Saturnia pavonia minor*), welcher schon seit langem die Bewunderung der Entomologen erweckt hat, während zugleich die Entstehung des Instinkts, der sich in der Verfertigung dieses Gewebes äußert, ihnen viel zu denken gegeben hat. Dieser Kokon ist nämlich doppelt, und das eine Ende besteht aus steifen, an den Spitzen nach außen zusammenstoßenden Borsten, so daß jeder Eintritt von Parasiten oder Raubinsekten verhindert wird, während er dagegen dem zukünftigen Schmetterling gestattet, sich mit Leichtigkeit einen Weg hinaus ins Freie zu bahnen.

Auch wenn die Puppe auf die eine oder andere Weise von schützenden Gegenständen umschlossen ist, wenn z. B. die Larve sich in Samenkörnern, Früchten, Gallbildungen oder Zweigen verpuppt hat, und die Imago unfähig sein müßte, ohne fremde Hilfe diese schützende Hülle zu durchbrechen, scheint in vielen Fällen schon die instinktive Voraussicht der Larve ihr den Weg ins Freie zu erleichtern.

Fabre beschreibt auf seine bekannte fesselnde Weise das Verfahren des im mittleren und südlichen Europa allgemeinen Erbsenkäfers, *Bruchus pisi*, welcher seine ganze Umwandlung

in der Erbse eingeschlossen durchmacht (Fig. 47). Der völlig ausgebildete Käfer besitzt jedoch keine Werkzeuge, mit deren Hilfe er sich den Weg ins Freie hinausbahnen könnte. Die Larve nagt daher vor der Verpuppung mit ihren Kiefern in die äußere Schicht der Erbse einen kurzen zylindrischen Gang bis zur dünnen Oberhaut, die jedoch unberührt gelassen wird, als Schutz gegen äußere Gefahren¹⁾, und verzehrt sorgfältig alles Mehl, das den Gang verstopfen könnte. Schließlich nagt sie um die Peripherie der deckenden Schale eine runde Furche und verpuppt sich alsdann, den Kopf hierher gerichtet. Der aus der Puppe ausgekrochene Käfer braucht jetzt nur mit Kopf und Schultern gegen die Schale zu drücken, die die Mündung des Ganges noch deckt, und hebt sie jetzt wie einen Deckel ohne die geringste Schwierigkeit ab. Auf gleiche Weise schneidet auch die schon früher erwähnte in der „tanzenden Bohne“ eingeschlossene Schmetterlingslarve (s. S. 95) eine mehr oder



Figur 47.
Erbsen, von *Bruchus pisi* angegriffen.

weniger runde Platte in der Wand der Fruchtkapsel aus, um der Puppe die Möglichkeit des Austritts zu gewähren.

Ein ähnliches Beispiel eines voraussichtigen Instinkts erbietet eine von Fabre studierte, im südlichen Europa vorkommende Schmetterlingslarve. Während die meisten Larven dieser Insektenordnung bekanntlich sich von vegetabilischen Stoffen nähren, ist diese hingegen ein Raubtier, das ausschließlich von Blattläusen lebt. Durch Saugen an Blättern des Terpentibaumes (*Pistachia terebinthus*) erzeugt eine Art von Blattläusen auf diesen ziemlich große, ganz geschlossene Gallbildungen, in deren Höhlungen sich die Blattlaus fortpflanzt, indem sich die ganze Familie von den Säften der Gallwände nährt. Diese Gallen werden von der Schmetterlingslarve aufgesucht, die mit ihren starken Kiefern ein so großes Loch in die Wand beißt, daß sie dadurch in die Höhle hineinkriechen kann. Sobald sie drin ist, schließt sie die Öffnung durch ein Netz von Seidenfäden, welche das um die Mündung ausfließende

¹⁾ Durch diese Fensterscheibe steckt gleichwohl nicht selten eine kleine Scharotzerwespe der Familie *Chalcididae* ihren Stachel und legt in das Innere der Larve oder Puppe ihr Ei.

Harz aufsaugen und auf diese Weise bald einen festen Pfropfen bilden. Jetzt beginnt die Larve in aller Ruhe die daselbst befindlichen Blattläuse zu verzehren, und hört nicht eher auf, als bis auch die letzte ihr Leben gelassen hat. Dann frißt sie sich durch das alte Loch oder ein neues wieder heraus und sucht auf diese Weise eine Gallbildung nach der andern heim, bis sie ihre volle Größe erreicht hat. Wenn die Zeit der Verpuppung da ist, webt sie im Innern der Gallhöhlung einen Seidenkokon um sich herum, und unterliegt hier ihrer Metamorphose. Aber bekanntlich fehlen den Schmetterlingen beißende Mundteile. Auch dieser hat somit keine Möglichkeit, nach dem Auskriechen aus der Puppe sich einen Weg aus seinem Gefängnis zu bahnen, dessen Wände sich nicht von selbst spalten, wie bei den Gallbildungen, die unter dem fortwährenden Saugen der Blattläuse Zeit gehabt haben, zu reifen. Auch hier hat der voraussehende Instinkt der Larve das Dilemma gelöst. Kurz vor der Verpuppung nagt diese nämlich eine runde Öffnung von der Größe ihres Kopfes in die Wand, und da die Gallwände um diese Zeit schon trocken sind, so ist keine Gefahr vorhanden, daß diese Öffnung von Harz wieder gefüllt wird. Erst nachdem dieses geschehen, spinnt die Larve ihren Puppenkokon. Diese Öffnung ist für den Austritt des zukünftigen Schmetterlings genügend, denn seine Flügel sind nicht wie die der meisten Arten groß und ausgebreitet, sondern bilden einen gefalteten, seidenschimmernden Zylinder rund um den Körper des Schmetterlings. Der Instinkt, der bei der Verpuppung tätig ist, lehrt die Larve, auch vor der Verpuppung genau die Stellung einzunehmen, deren Richtung für das Auskriechen des ausgebildeten Insekts am günstigsten und oft absolut notwendig ist. Öffnet man z. B. den Kokon einer Schmetterlingspuppe, wendet diese um und näht das geöffnete Ende zu, so kann der Schmetterling meistens das entgegengesetzte Ende nicht durchbrechen. Tatsächlich dürfte für eine Menge Insekten eine bestimmte Lage der Puppe durchgehend die Regel sein. So beginnen die im Innern des Holzes bohrenden blinden, weißen, wurmartigen Larven einiger Käfer aus der Familie der Bockkäfer (*Cerambycidae* oder *Capricornes*), sobald die Zeit der Verpuppung sich naht, ihre röhrenförmigen Gänge gegen die Oberfläche hin zu richten, um sich dicht unter dieser zu verpuppen. Geschähe dies im Innern des Stammes oder Zweiges, so würde der Käfer einfach nie hinausgelangen,

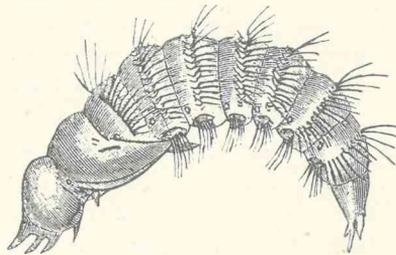
sondern verurteilt sein, in seinem Gefängnisse zu sterben. Allerdings war die Larve selbst einstmals von der Rinde her ins Innere gedrungen, als sie aus dem dort niedergelegten Ei ausgekrochen war, aber die Gänge, die sie damals gemacht hatte, sind für den Käfer zu eng, und dieser besitzt nicht die Fähigkeit, sich neue Gänge zu bohren, um sich einen Weg durch das Holz zu bahnen¹⁾. Dies muß daher schon von der Larve ausgeführt werden, die von ihrem voraussehenden Instinkt dazu getrieben wird. An der Rinde angelangt, läßt sie hier nur eine ganz dünne Schicht unberührt, die den Tunnel von der Außenwelt scheidet, ja öffnet bisweilen sogar unvorsichtigerweise ein Fenster nach außen hin. Dies ist die Tür für den Austritt des Käfers, des vollständig ausgebildeten Bockes. Er braucht sich nur durch das dünne Fenster durchzubeißen.

Nachdem die Larve diese Vorkehrungen für die Zukunft getroffen hat, zieht sie sich wieder etwas tiefer in die Galerie zurück und verfertigt mit ihren Kiefern an der einen Seitenwand derselben eine ovale Kammer, die Puppenkammer, deren Länge etwas die der Larve übertrifft und größer ist als die Breite, aber verhältnismäßig niedrig. Die Wände werden geblättert, indem die Holzkrümel dicht an sie angedrückt werden, damit die feine Haut der Puppe nicht beschädigt wird. Schließlich wird die Mündung oder der Ausgang zur Galerie mit einem Pfropfen verschlossen, der mitunter nicht nur aus einer äußeren und inneren Schicht dicht zusammengeballter Späne besteht, sondern oft auch aus einer dazwischenliegenden harten Scheibe kohlen-sauren Kalkes, der zu diesem Zwecke im Magen der Larve abgesondert und aus demselben ergossen wird. In dieser Kammer verpuppt sich jetzt die Larve stets in der Lage, daß der Kopf des zukünftigen Käfers zur Türöffnung hin gerichtet ist. Nur auf diese Weise kann der Käfer den Ausweg finden, denn bei seiner Härte und Steifigkeit könnte er sich nicht in der Kammer umdrehen, um den Ausgang aufzusuchen. Dies muß daher recht-

¹⁾ Im Gegensatz hierzu wird die Minierarbeit bei den gleichfalls in Holz bohrenden Arten der Wespenfamilie *Siricidae* von der mit sehr starken Kiefern versehenen Imago selbst zu Ende geführt. Eigentümlich ist dabei der Umstand, daß diese stets den nächsten Weg ins Freie wählt, selbst wenn derselbe durch Metallplatten führt. Unbekannt ist noch, wodurch das Insekt hierbei geleitet wird. Fabre hat nachgewiesen, daß es von außen her weder durch Schwerkraft, Licht, Geräusch, noch durch Wärme beeinflusst wird.

zeitig von der noch weichen und biegsamen Larve abgemacht sein. Der Gang ins Freie, der für das völlig ausgebildete Insekt bestimmt ist, wird nach Fabres Beobachtungen von der Larve stets zylindrisch gemacht, auch wenn sie sonst nur platte Gänge gräbt.

In obigen Fällen ist der Instinkt, sich einen Weg ins Freie zu bahnen, schon im Larvenzustande tätig. Unter solchen Umständen ist die Larve oft sowohl auf der Bauch- als der Rückenseite einiger Körpersegmente mit chitinharten Platten versehen, deren Zähne oder Warzen die Bewegung vermitteln wie bei den Cerambyciden; oder sie besitzt wenigstens starke beißende Kiefer. In anderen Fällen ist sie aber ganz weich, besitzt nur eine äußerst beschränkte Beweglichkeit, und mitunter fehlen ihr sogar die Kiefer. Dies ist mit der Larve der Schmarotzerfliege *Anthrax* der Fall, von der wir oben (S. 75) erzählten, daß sie die Larve der Maurerbiene im Innern der von einer doppelten Mörtelschicht gedeckten Zelle aussaugt. Daß diese weiche und schwache Larve die harte Zementschicht durchdringen sollte, ist einfach absolut unmöglich; ebenso unmöglich ist dies für die gleichfalls weiche, nur mit einem schwachen Saugemund versehene Fliege. Gleichwohl findet sich ein Aus-



Figur 48.
Puppe von *Anthrax trifasciata*.

weg. Hier ist es die Puppe, die im Gegensatz zu den meisten Insekten mit vollständiger Umwandlung, eine ausgebildete Beweglichkeit erhält und es übernimmt, den Durchgang zu öffnen. Dafür aber hat diese Puppe auch ein recht merkwürdiges Aussehen (Fig. 48). Sie ist nicht nur befähigt, kräftige Bewegungen auszuführen, sondern auch mit Werkzeugen und Apparaten ausgerüstet, die bei Insekten in diesem Stadium ganz ungewöhnlich sind. Nichts bei dieser Puppe erinnert an die schwache unbewaffnete Larve, und nichts läßt die Entwicklung einer wehrlosen Fliege ahnen. Die Haut ist fest und hart. Der Kopf endet in einem Diadem von sechs harten Spitzen, mit deren Hilfe die Aushöhlung des Mörtels vor sich geht. Der Thorax ist glatt, aber die neun Abdominalsegmente sind mit steifen, nach hinten gebogenen

Borsten besetzt, die sich zu beiden Seiten des Bauches in Büscheln sammeln. Die vier ersten Segmente tragen auf dem Rücken einen Gürtel von parallelen Hornzacken, welche zusammen eine Raspel bilden, deren Nutzen augenscheinlich ist. Mit ihrer Hilfe hält sich nämlich die Puppe fest an den Wänden der ausgegrabenen Galerie. Hebt sie sich hier weiter in die Höhe, so verhindern die langen, nach hinten gerichteten Borsten ihr Hinuntergleiten. Schließlich nimmt die Puppe eine dunklere Färbung an und erhält einige Zeichnungen, gleichzeitig hat sie die Mündung des Nestes fast erreicht. Sie hat jetzt ihre Zyklopenarbeit vollendet und ein rundes Loch in den Mörtel gebrochen, durch das sie Kopf und Thorax hinausstecken kann. Weiter hinauf arbeitet sie sich nicht. Während nun der Hinterkörper die Puppe in aufrechter Stellung im Loche fixiert, öffnet sich im vorderen Teile derselben eine kreuzförmige Ritze, und aus dieser kriecht jetzt die *Anthrax*-Fliege hervor. Auf ähnliche Weise und von ähnlichen Apparaten unterstützt bahnen sich mehrere Fliegenpuppen den Weg ins Freie aus den verfaulten Baumstümpfen u. dgl., in welchen sie als Larven gelebt haben.

Die Larven mehrerer anderen Fliegenarten verpuppen sich in Sand oder Erde. In einigen Fällen ist es auch hier die Puppe, die sich vor dem Auskriechen der Fliege auf die oben beschriebene Weise ins Freie hinaufarbeitet, in anderen dagegen fehlt der tonnenförmigen Puppe jede Fähigkeit dazu. Sie liegt dann gewöhnlich nur ein kleines Stück unter der Oberfläche, und die frisch ausgekrochene Fliege bahnt sich selbst den Weg ins Freie. So verpuppen sich z. B. die in toten Tieren lebenden Larven der gewöhnlichen Brummfliege (*Calliphora*) dicht unter der Erde, nachdem sie sich durch die Haut des Kadavers durchgebohrt haben. In diesem würden sie auch als Puppen ohne Gefahr verbleiben, wenn nicht die Erfahrung gelehrt hätte, daß derselbe bald von anderen Insekten (*Dermestes* u. a.) vernichtet wird. Es ist somit anzunehmen — meint Fabre —, daß nur die Fliegenlarven, welche die Leiche verlassen hatten, um sich in der Erde zu verpuppen, ihre völlige Entwicklung erreichten, und daß diese Verpuppungsgewohnheit so allmählich typisch für die Art geworden ist. Der Austritt aus der Erde wird durch wiederholtes Aus- und Einschieben einer pulsierenden, stark vortreibbaren, zwischen den Augen gelegenen Stirngeschwulst bewerkstelligt, die bei älteren Fliegenexemplaren gänzlich in den Kopf hinein-

gezogen ist. Dieses Instrument ist jedoch wenig kräftig, und die Schwierigkeit für die Fliege, sich damit einen Weg zu bahnen, scheint sich schon bei der Bildung der Larveninstinkte geltend gemacht zu haben. Es geschieht vermutlich mit Rücksicht hierauf, daß die Larve sich nie mehr als eine Handbreit unter der Erde verpuppt, obgleich nichts sie hindern würde, tiefer einzudringen, wo sie noch besser vor Feinden und Gefahren gesichert wäre.

Auch mehrere Schmetterlinge, *Sesia* u. a., deren Larven Gänge in Holz bohren, können dank der Beschaffenheit ihrer Puppe den Weg ins Freie finden. Bei Lebzeiten haben die Larven zur Fortschaffung ihrer Exkremente durch das Holz und die Rinde einen Gang nach außen verfertigt. Diese bleiben jedoch in Form dicht gepackter Haufen von Spänen an der Mündung hängen, die sie stets zapfenförmig verschließen. Wenn die Zeit der Verpuppung naht, begibt sich die Larve hierher und stellt sich mit dem Kopf zur verstopften Mündung. In dieser Stellung findet die Verpuppung statt. Die Puppe ist mit einer scharfen Spitze am Kopfende versehen, oder ihre Körperringe sind von scharfen Borstenkränzen umgeben, so daß sie sich mittels schlängelnder Bewegung des Körpers durch den Zapfen hindurchschieben kann, wenn die Zeit des Auskriechens für den Schmetterling gekommen ist.

Die Entwicklung der Instinkte hält somit gleichen Schritt mit der Entwicklung der Körperorgane während der Metamorphose.

Von besonderem Interesse sind die Insekten, welche als Larven in dem einen als Imagines in einem anderen Medium leben. Wir haben erwähnt, daß einige im Wasser lebende Larven sich ans Land begeben, um dort ihre Verwandlung durchzumachen. Meistens verbleibt aber auch die Puppe im nassen Element. Viele der hierhergehörigen Insekten unterliegen nur einer unvollständigen Verwandlung, und die beweglichen Nymphen werden dann kurz vor dem Austritt der Imago von ihrem Instinkt dazu getrieben, das Wasser zu verlassen und auf Wasserpflanzen oder ans Ufer hinaufzukriechen. Es gibt jedoch andere, welche Insektenordnungen mit vollständiger Verwandlung angehören; in derartigen Fällen ist aber die Puppe häufig nicht unbeweglich, sondern mit einer bemerkenswerten Fähigkeit ausgerüstet im Wasser umherzuschwimmen. Schließlich sucht sie die Oberfläche auf, wo die nunmehr völlig ausgebildete Imago auskriecht. Die

Befreiung der für ein Leben in der Luft bestimmten Imago aus der Puppenhülle ist nicht selten ein Akt rasch aufeinander folgender, in einigen Minuten, ja Sekunden ausgeführter, aber vom Instinkt genau berechneter Bewegungen, die von der diesem wunderbaren Phänomen in allen Einzelheiten angepaßten, komplizierten Konstruktion der Puppe bedingt und unterstützt wird. Jeder ist in der Lage, in einem kleinen Aquarium Larven und Puppen unserer gewöhnlichen Stechmücke zu halten und diesem Phänomen beizuwohnen, das gewöhnlich am Morgen eintrifft und kürzlich in allen Einzelheiten von Eysell geschildert worden ist. Die geringste Störung und jede Schädigung auch der schon abgestreiften Puppenhaut verhindert die Mücke, sich in die Luft zu erheben und führt den Tod herbei. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung typisch für alle Mücken, deren Larven im Wasser leben.

Die Entwicklungsgeschichte der Trichopteren ist Gegenstand eingehender Untersuchungen von seiten Thienemanns, Silfvenius (Siltala) u. a. gewesen. Die Larve, welche bekanntlich im Wasser lebt, wo sie sich in einem röhrenförmigen Hause verbirgt (s. S. 114), umspinnt sich vor der Verpuppung mit einem Kokon, entweder noch im Gehäuse oder nachdem sie dieses verlassen hat (*Rhyacophila*). Im ersteren Falle werden durch das Gewebe beide Enden der Röhre verschlossen. Um auch das hintere Ende zu verschließen, muß die Larve sich in der schmalen Röhre umkehren, was nicht immer glückt. Wenn die Zeit der Reife der Imago naht, bricht sich die Puppe durch das eine Ende des Kokons durch und schwimmt mit Hilfe der beiden vorderen Beinpaare, nach Silfvenius gewöhnlich auf dem Bauche, oft mehrere Stunden frei umher und steigt schließlich zur Oberfläche empor. Hier öffnet sich nun die Puppenhaut bei den meisten Familien plötzlich und das Insekt kriecht aus. In vielen Fällen geschieht dies jedoch erst, nachdem die Puppe auf irgendeinen Gegenstand über der Wasseroberfläche hinaufgekrochen ist, worauf die Imago unter zuckenden, von hinten nach vorne gerichteten wellenförmigen Bewegungen langsam aus der Puppenhaut hervorkriecht (*Limnophilidae*, die meisten *Phryganeidae* und *Rhyacophilidae*). Geschieht das Auskriechen auf der Wasseroberfläche, so werden die kissenartig zusammengewickelten Flügel in kaum einer Sekunde zu ihrer vollen Weite entfaltet und sind sofort flugbereit. Kellogg weist darauf hin, wie wichtig diese

blitzschnelle Entwicklung der Flugorgane für Insekten ist, die oft aus fließendem Wasser aufsteigen, da sonst im nächsten Augenblicke die Wellen über ihnen zusammenschlagen und sie vernichten würden.

Dreizehntes Kapitel.

Paarungsinstinkte.

Im vorigen Kapitel haben wir gesehen, daß schon in früheren Lebensperioden des Insekts Instinkte tätig sind, die nichts mit den derzeitigen Lebensbedingungen zu tun haben, sondern sich gänzlich auf Verhältnisse beziehen, die sich erst in späteren Phasen des Insektenlebens geltend machen sollen. Ganz neue Instinkte treten plötzlich vor der Metamorphose der Larve zur Puppe auf. Andere von eigentümlichen Strukturverhältnissen begleitete können sich sogar im Puppenstadium selbst geltend machen und die sonst untätige Ruhe desselben unterbrechen. Das plötzliche Auftreten dieser verschiedenartigen Instinkte in verschiedenen Perioden des Insektenlebens und ihr naher Zusammenhang mit der ganzen Konstruktion des Tieres sind für diese Tierklasse ebenso bezeichnend als eigentümlich. Besonders auffallend ist die oft grundwesentliche Veränderung, welche die Instinkte des Insekts gleich seinem ganzen Körperbau nicht selten im Puppenzustande erleiden. Die Larve ist oft ein Wassertier, während das ausgebildete Insekt ein Lufttier ist. Die erstere ist vielfach ein fußloses, wurmgleiches Wesen, letzteres schwebt auf leichten Flügeln in den Lüften. Die erstere kaut nicht selten ihre Nahrung mit scharfen Kiefern, letzteres saugt den Nektar der Blüten mit seinem röhrenförmigen Munde usw. Trotzdem hat das eben aus der Puppe ausgekrochene Insekt fast ebenso rasch, als seine Haut sich erhärtet, seine für ganz neue Verhältnisse geeigneten Instinkte entwickelt. Die Vollständigkeit, mit der die Instinkte sich diesen neuen Verhältnissen angepaßt haben, ist keineswegs weniger bemerkenswert als die, womit seine anatomische Struktur sich für die neuen Bedürfnisse eignet. Diese neuen Instinkte führen zunächst die Geschlechter zusammen.

Dieser Zeitpunkt ist zweifellos der wichtigste im Leben des Insekts. Die oft mehrere Jahre lange Larven- oder Puppenperiode, das ganze vorhergehende Leben mündet schließlich in den Akt aus, der die Befruchtung des Weibchens zum Zweck hat, und auf diesem Akt beruht der zukünftige Fortbestand der Art. Es ist daher nicht erstaunlich, daß der Trieb, der die Geschlechter zusammenführt, außerordentlich stark ist¹⁾. Oft sind die Insekten dabei völlig unzugänglich für jeden anderen Eindruck. Sie empfinden dann weder Furcht noch körperlichen Schmerz. So sah der bekannte Coleopterologe Faust ein Männchen des Maikäfers *Anoxia villosa* ruhig seine Paarung fortsetzen, während es von einem Raubkäfer, *Scarites eurytus*, verzehrt wurde. Auch das gleich unten angeführte Verhalten des Männchens der in Südeuropa heimischen Gradflüglergattung *Mantis* zeugt beredt von dieser Gefühllosigkeit. v. Reichenau erzählt, er habe beobachtet, wie ein Männchen von *Liparis dispar*, welchem er den Thorax durchbohrt und die letzten Ringe des Hinterkörpers abgerissen hatte, trotzdem, unempfindlich für den hierdurch erzeugten physischen Schmerz, zu einem Weibchen flog, um die unterbrochene Kopulation fortzusetzen. Der Naturtrieb ist allmächtig und eine Bevorzugung des einen Individuums vor dem anderen scheint in den meisten Fällen nicht stattzufinden.

Die Gradflügler stehen bekanntlich sehr tief auf der Entwicklungsskala der Insekten und erinnern noch in vielem an die Formen, welche der ältesten Urwelt angehören. Speziell wäre es ein Unsinn, die geringste Spur von Gefühlen der Zuneigung zwischen den beiden Geschlechtern anzunehmen, denen die Aufrechterhaltung der Art anvertraut ist. Im Gegenteil hat Fabre die eigentümliche Entdeckung gemacht, daß die Weibchen der im südlichen Europa vorkommenden *Mantis religiosa* das Männchen mitten im Paarungsakte angreifen und auffressen, so daß von diesem mitunter nur das hinterste Drittel übrigbleibt, welches gleichwohl, dank der Selbständigkeit des Reflexlebens der Insekten, fortfahrend seine physiologische Aufgabe erfüllt. Er hat einmal beobachtet, daß ein Weibchen nicht weniger als sieben Männchen hintereinander auf diese Weise behandelte. Dieser der menschlichen Auffassung nach grausame Instinkt des

¹⁾ Mehrere abnorme Fälle von Kopulation zwischen Männchen sowie zwischen einem Weibchen und mehreren Männchen gleichzeitig sind in den Annalen der Entomologie verzeichnet worden.

Mantis-Weibchens kommt nach Adlerz ganz einfach der Art zugute, da das Männchen nach Abschluß der Paarung zu nichts mehr nütze ist, dagegen in Form von Nahrung für das eierproduzierende Weibchen einigermaßen zur Erhöhung der Anzahl Eier beitragen dürfte. Adlerz hat beobachtet, daß dasselbe Verfahren auch unter in systematischer Hinsicht bedeutend höher stehenden Insekten besteht, und zwar unter einigen der Familie der Telephoriden angehörigen Käfern. Perty berichtet über Fälle von gleicher „Grausamkeit“ unter Fliegen, indem das Weibchen einer Raubfliege, *Asilus cyanurus*, nach beendeter Paarung das Männchen tötete und aussog.

Wenn auch die obigen Fälle vereinzelte Ausnahmen bilden, so dürfte doch, wie erwähnt, eine Auswahl im Sinne Darwins z. B. nur sehr selten stattfinden. Man kann sich nicht genug davor hüten, Erfahrungen aus unserem eigenen Gefühlsleben und aus dem der höheren Wirbeltiere auf die Insekten zu übertragen. Die Voraussetzung eines gewissen Schönheitssinnes, der die Auswahl von aus diesem Grunde begünstigteren Männchen seitens der Weibchen bedingen und so die Entstehung auszeichnender Charaktere für das männliche Geschlecht erklären würde, dürfte tatsächlich aus der Luft gegriffen sein.

Einige Beispiele mögen zur Beleuchtung dienen. Die Männchen der Raubwespengattung *Scolia* wandern unruhig auf der Erde umher, in der Erwartung, daß ein im unterirdischen Nest ausgekrochenes Weibchen die Erdrinde durchbreche. Sobald dies geschehen, wird es ohne weiteres von demjenigen in Besitz genommen, der zuerst zur Stelle ist. Mitunter wird allerdings um dasselbe gekämpft, aber eine Wahl wird von ihrer Seite nicht getroffen, noch weniger kann eine solche natürlich von seiten der Männchen in Betracht kommen, da nur ein Weibchen vorhanden ist. Ebenso wenig bevorzugen die Spinnerweibchen (*Bombyces*) einen von den Hunderten von Männchen, von denen sie umgeben sind, und die Königin der Honigbiene trifft, wenn sie sich hoch in die Luft schwingt, durchaus keine Auswahl unter den Tausenden von Drohnen, die sie erstreben. Ganz undenkbar ist schließlich z. B. eine Wahl für die Weibchen der Käfergattung *Cebrio*, welche gänzlich in der Erde verborgen liegen, aus welcher beim Paarungsakte nur die äußerste Spitze des Hinterkörpers hervorsticht. Sie können somit die Männchen nicht einmal sehen, welche oft um den Zutritt zur Mündung dieser Erdröhre miteinander kämpfen.

Die Insekten scheinen überhaupt in vollständiger Promiscuität zu leben. Polyandrie und Polygamie sind gleich gewöhnliche Erscheinungen. Gleichwohl findet sich unter höher ausgebildeten Insekten in Ausnahmefällen wirkliche Monogamie. So beschränkt sich das Zusammenleben der Geschlechter bei einigen solitär lebenden Arten nicht nur auf den Paarungsakt, sondern dauert noch eine kürzere oder längere Zeit nachher fort. Bei einigen solitären Stachelwespen hat man z. B. gefunden, daß das Männchen im Neste übernachtet und in äußerst seltenen Fällen sogar an der Verteidigung desselben gegen Feinde teilnimmt¹⁾. Unter den Blatthornkäfern finden sich mehrere Arten, bei denen die Geschlechter nach der Paarung zusammen bleiben und sich an der Pflege der Nachkommenschaft beteiligen. Speziell in betreff des *Minotaurus typhaeus* berichtet Fabre, daß das Weibchen unter mehreren rivalisierenden Männchen sich eines auswähle, welches dann, nach seinen genauen Beobachtungen, sein eigenes stets von den übrigen Weibchen unterscheidet. Dasselbe gilt auch für *Lethrus apterus*.

Eine strenge Monogamie ist natürlich auch bei den Termiten durchgeführt, welche nur ein Männchen und ein Weibchen im sog. königlichen Gemache eingeschlossen halten. Auf diese Erscheinung werden wir bei der Schilderung des Lebens der Termiten zurückkommen.

Ein eigentümlich verlängertes Zusammenleben findet man auch bei einer zu den Libellen gehörenden Art. Auf eine recht sonderbare Weise findet bei ihnen die Paarung statt. Am leichtesten läßt sich dies bei den verhältnismäßig niedrig fliegenden Seejungfern (*Agrion*) und ihren Verwandten beobachten. Anfangs sieht man die eine Jungfer in langsamerem Fluge als gewöhnlich in gerader Linie dicht hinter der anderen herfliegen. Bald darauf umfaßt die erste, ein Männchen, mit ihren an der Spitze des Hinterkörpers gelegenen Haftzangen den Nacken des nachfolgenden Weibchens. Dieses biegt nun den schmalen langen Hinterkörper nach vorne, bis die Spitze desselben das zweite Bauchsegment des Männchens berührt, wo sie durch einen kräftigen Klammerapparat festgehalten wird. In dieser eigen-

¹⁾ Bei den sozialen Hymenopteren, den gemeinen Wespen, Hummeln, Ameisen, findet gleichfalls ein längeres Zusammenleben der Geschlechter statt, aber eine Monogamie oder gar eine Auswahl bei der Paarung hat man bei ihnen nicht nachweisen können.

tümlichen Stellung findet während des Fluges die Paarung statt, indem das Sperma des Männchens schon vorher aus dem neunten Bauchsegmente, wo sich die Genitalmündungen öffnen, in das zweite übergeführt worden ist. Wie bei den meisten Insekten trennen sich auch die Libellen nach volltanem Werk. Aber bei einer Art, *Lestes sponsa*, bleibt das Männchen beim Weibchen, es auf die beschriebene Weise am Nacken festhaltend, und begleitet es die ganze Zeit während des Eierlegens. Das Paar fliegt auf diese Weise verbunden umher, bis sich das Männchen auf eine Binse niederläßt. An der von ihm angewiesenen Stelle gleich hinter seinem ausgestreckten Hinterkörper beginnt jetzt das Weibchen, den eigenen Hinterkörper bogenförmig gekrümmt, mittels seiner Legeröhre ein Ei nach dem anderen in das lockere Gewebe der Binsen einzusenken. Nicht selten wird das Eierlegen auch ziemlich weit unter der Wasseroberfläche fortgesetzt, nachdem das Paar zuerst seine Flügel dicht an den Körper angegedrückt hat.

Alleinstehend in ihrer Art ist auch die durch keine gemeinsame Arbeit bedingte Verbindung zwischen Männchen und Weibchen einiger Halbfügler, der sog. Wasserläufer (*Gerris* u. a.). Nach der Beschreibung Meinerts hält sich nämlich das Männchen lange Zeit, nachdem die Paarung stattgefunden hat, auf dem Rücken des Weibchens auf, es so fest mit seinen Vorderbeinen umklammernd, daß es einiger Anstrengung bedarf, ihn loszumachen. Auf diese Weise wird er von dem auf der Wasseroberfläche umherlaufenden Weibchen lange Zeit herumgetragen.

Die Sinne, welche bei der Annäherung beider Geschlechter, wobei das Männchen der aktive Teil ist, in Tätigkeit treten, sind das Gesicht und der Geruch, entweder beide zugleich oder einer derselben allein.

So finden z. B. die Männchen der Libellen, der Zweiflügler und mehrerer Halbfügler zweifellos, zum größten Teil wenigstens, den Weg zum Weibchen mit Hilfe der Augen, die bei den ersteren oft viel größer sind als bei den letzteren. Auch in einer großen Menge anderer Fälle dürfte das Männchen vom Gesicht geleitet werden.

Was die Männchen einiger Zweiflügler betrifft, so benehmen sie sich beim Aufsuchen des anderen Geschlechts sehr eigentümlich. Während sonst die Männchen umherfliegen, um das Weibchen zu finden, halten sich diese, wie u. a. Pérez nach-

gewiesen hat, an einer und derselben Stelle in der Luft auf, um hier nach vorüberfliegenden Weibchen Ausschau zu halten. Ein jeder, der das Leben der Insekten beobachtet hat, hat z. B. verschiedene Arten der Familie *Syrphidae* an einem bestimmten Punkt in der Luft unbeweglich Posto fassen, dann plötzlich rasche Abschwenkungen nach verschiedenen Seiten machen und hierauf wieder auf den Posten zurückkehren sehen. Diese plötzlichen Ausflüge werden dadurch veranlaßt, daß die in der Luft schwebende Fliege, stets ein Männchen, ein anderes beflügeltes Geschöpf zu Gesicht bekommen und sich aufgemacht hat, um es näher in Augenschein zu nehmen. War dies nun ein Weibchen derselben Art, so bleibt das Männchen fort, indem es ihm folgt, anderenfalls aber kehrt es auf seinen Beobachtungsposten zurück. Ähnlich verhalten sich auch einige Bienen; so z. B. nach Brauns die Männchen einiger südafrikanischen *Xylocopa*-Arten. Sie erwarten die Weibchen zur Begattung an den Futtersträuchern, in deren Nähe sie in der Luft schweben und von Zeit zu Zeit ein Weibchen verfolgen, meist aber wieder zu demselben Platze zurückkehren und in der Luft falckenartig auf derselben Stelle kreisen, um auf alle erscheinenden Weibchen raubvogelartig niederzustoßen. Dieses Spiel wiederholen sie den ganzen Tag; oft verläßt ein Männchen den einmal gewählten Standort für Stunden oder Tage nicht. Andere Zweiflügler verhalten sich etwas abweichend. Die Männchen der Gattung *Homalomya* führen unter der Decke unserer Zimmer unruhige, reich verschlungene Tänze auf, wobei sie gegeneinander stoßen. Treffen sie dagegen mit einem Weibchen zusammen, so hören die choreographischen Übungen sofort auf, denn ihr Zweck ist erreicht. Die Männchen der Gattung *Anthomyia* schweben in dichten Schwärmen kurz vor Sonnenuntergang unter einem Baumzweige hin und her; ab und zu sieht man dann das eine oder andere von ihnen sich aus dem Haufen entfernen, um nicht zurückzukehren, wahrscheinlich, weil es jetzt irgendwo ein Individuum des anderen Geschlechts entdeckt hat. Auch die Männchen der Raubfliegenfamilie *Empidae* tanzen auf ähnliche Weise und bilden dabei, nach Kellogg, in Kalifornien so große Wolken über Wegen und Stegen, daß sie dem Verkehr hinderlich werden. Regimbar sah auf dem höchsten Gipfel des Pilatus kurz vor Sonnenaufgang Männchen der großen Bremsen (*Tabanus*) auf gleiche Weise schweben, wenngleich nicht in so dichten

Massen zusammengedrängt, und hat wiederholt ihre Paarung mit vorüberfliegenden Weibchen konstatiert. Allgemein bekannt sind die Tänze, welche von den in dichten Schwärmen zusammengedrängten Männchen mehrerer Mückenarten, hauptsächlich der Familien *Culicidae* und *Chironomidae*, aufgeführt werden. Während aber die erwähnten Fliegen sich horizontal vor- und rückwärts bewegen, führen diese ihre taktmäßigen Bewegungen in vertikaler Richtung nach oben und unten hin aus, in den meisten Fällen den Kopf der Sonne zugewendet. Der Zweck dieser Tänze, der schon von Wahlberg hervorgehoben wurde, ist jedoch der gleiche, die Erwartung vorüberfliegender Weibchen, welche vielleicht durch die bei der Gelegenheit ausgeführte zarte Musik angelockt werden. Sobald sich ein solches naht, entfernen sich ein oder mehrere Männchen aus dem Schwarm, um sich seiner zu bemächtigen. Wenn man in diesen Tänzen ein ästhetisches Element zu finden glaubte, hat man wahrscheinlich die kleinen Insekten allzusehr vermenschlicht.

In der Luft schwebende Hochzeitstänze hat man auch unter einigen Schmetterlingen beobachtet, wobei wahrscheinlich auch der Gesichtssinn die verschiedenen Individuen zusammenführt. Taschenberg beschreibt in Brehms „Tierleben“, wie Männchen und Weibchen der metallglänzenden Tineide *Adela viridella*, beleuchtet von den Strahlen der Nachmittagssonne, sich in dichten Haufen vor einem Eichenbusche heben und senken, um sich erst bei Einbruch des Abends zu zerstreuen und später paarweise auf den Blättern der Eiche zusammenzutreffen. Es sei bemerkt, daß in diesem Falle beide Geschlechter am Tanze teilnehmen dürften. Taschenberg bemerkt ausdrücklich, daß bald ein Männchen, bald ein Weibchen sich von der Menge trennt, um auf einem Blatt auszuruhen. Ist dies der Fall, so können diese Schwärme nicht den sog. Tänzen der Zweiflügler gleichgestellt werden, sondern erinnern mehr an den Hochzeitsflug der Ameisen und Termiten, welche in dem diese Insekten berührenden Buche näher beschrieben werden sollen.

Der Gesichtssinn wird auch in Anspruch genommen, wenn das Weibchen, wie es bei den Leuchtkäfern der Fall ist, das Männchen durch Hervorbringung eines Lichtphänomens anlockt, dessen physiologische Ursachen von verschiedenen Verfassern verschieden gedeutet worden sind. Uns interessiert jedoch speziell die biologische Bedeutung, soweit es sich um die Instinkte der

Insekten handelt, und die Lichterzeugung bezweckt in dieser Käferfamilie (*Lampyridae*) zweifellos, zum großen Teil wenigstens, die Annäherung der Geschlechter. Es ist vielleicht zu weit gegangen, wenn Bongardt dem Lichtphänomen jegliche Bedeutung als Schutzmittel abspricht und es ausschließlich in den Dienst der Paarung stellt. Daß es mit dieser jedoch in recht nahem Zusammenhange steht, scheint unter anderem durch seine Beobachtung bewiesen zu werden, daß die Leuchtkraft während und nach der Paarung am stärksten ist, und daß die Weibchen während der Flugzeit der Männchen auf dem Rücken liegen, wodurch das Licht besser sichtbar wird, diese Stellung aber später in der Ruhe verändern.

Fast alle Leuchtkäfer sind in völlig ausgebildetem Zustande Dämmerungs- oder Nachttiere und halten sich tagsüber zwischen Pflanzenwurzeln auf der Erde verborgen. Bei Einbruch der Nacht verlassen sie ihre Verstecke, zerstreuen sich in den Wäldern, unter Büschen, an Wegrändern usw. und senden dort ihr charakteristisches Licht aus. Sie gehören einer großen Menge verschiedener Gattungen an, welche ihre zahlreichsten Vertreter in Südamerika haben. In Europa gibt es nur sechs Gattungen: *Luciola*, *Phosphaenopterus*, *Phosphaenus*, *Lamprohiza*, *Lampyris* und *Pelania*. Bei einigen von ihnen sind die beiden Geschlechter sehr voneinander verschieden. Das Männchen ist meistens mit Deckflügeln und Flugflügeln versehen und gleicht in seinem allgemeinen Habitus einem gewöhnlichen Käfer; die Augen sind besonders gut entwickelt; dagegen ist der lichttragende Apparat, der sich stets in den letzten Bauchringen befindet, bedeutend schwächer entwickelt als beim Weibchen. Diesem fehlen bei diesen Gattungen sowohl Deck- als Flugflügel, und es besitzt einen fast völlig larvengleichen Körper. Es kann nur auf der Erde umherkriechen, besitzt aber einen bedeutend kräftigeren lichttragenden Apparat als das Männchen, welches mitunter jeder Fähigkeit Licht hervorzu bringen entbehrt. Ein Vertreter derartiger dimorpher Arten ist unser gewöhnlicher Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca*). In anderen Gattungen hingegen, z. B. *Luciola*, sind beide Geschlechter einander gleich, beide mit Deck- und Flugflügeln und stark leuchtenden Lichtapparaten versehen. Diese Arten sind es, die uns in Südeuropa an warmen Sommerabenden das prachtvolle Schauspiel in verschiedenen Nuancen schimmernder Feuerfunken er bieten, die die Luft durchkreuzen. Doch verbleibt das Weibchen mehrerer

Arten (wie *L. lusitanica*) auf der Erde sitzen, während nur das Männchen umherfliegt, die Weibchen aufsuchend.

Schon lange hat man das vom Leuchtkäferweibchen ausgesandte Licht als Wegleiter für das Männchen betrachtet. Diese Erklärung lag besonders in bezug auf solche Arten nahe, deren Weibchen flügellos sind und im Grase verborgen, in ihrem dunkeln Kleide wenig Aussicht hätten, von einem Kavalier aufgesucht zu werden, wenn sie sich nicht bemerkbar machten.

Wie oben erwähnt, besitzen mehrere Insekten einen spezifischen Geruch, der die beiden Geschlechter auch auf recht weite Entfernungen hin einander finden läßt. Dies könnte ja auch mit den Leuchtkäfern der Fall sein, und die Lichterzeugung somit einen anderen Zweck haben als die Annäherung der Geschlechter. Emery stellte daher einige aufklärende Experimente mit *Luciola italica* an. Er fing drei Weibchen und schloß eines derselben in ein fest verschlossenes Glasröhrchen ein, die beiden anderen je in ein Pappkästchen, das mit zahlreichen Löchern durchstochen war, um dem etwaigen, spezifischen Geruch freien Ausweg zu schaffen. Die beiden Kästchen wurden dicht nebeneinander gestellt, das Glasröhrchen ein Stück entfernt. Infolge der Manipulationen, denen die Weibchen eben unterworfen gewesen waren, hatten sie eine Zeitlang aufgehört zu leuchten. Da flog ein Männchen in einiger Entfernung über den Gefangenen dahin. Sogleich sandte das in der Glasröhre eingeschlossene Weibchen einen Funken aus, gefolgt von einem zweiten und dritten, und so fort, bis das Männchen von seinem Wege abwich und sich nicht weit von dem Röhrchen im Grase niederließ. Zwischen den beiden Insekten begann jetzt ein Funkenduett, beider Leuchtapparate erstrahlten abwechselnd, bis das Männchen sich dem Weibchen näherte und in die Glasröhre zu dringen versuchte. Während dieser Zeit hörte das Weibchen auf zu leuchten. Jetzt näherte sich ein anderes Männchen, und das in der Glasröhre eingeschlossene Weibchen begann sogleich, es auf dieselbe Weise anzulocken wie das erste. Auf diese Weise sammelt es allmählich eine Menge Rivalen um sich, von denen schließlich einer der Glückliche wird, wenn nicht, wie in diesem Versuch, das Weibchen gefangen und von ihnen allen getrennt ist. Die Weibchen hingegen, welche in den Pappschachteln eingeschlossen waren, hatten nicht vermocht, sich die geringste Aufmerksamkeit zuzuziehen, ein deutlicher Beweis dafür, daß in diesem Falle das

Licht es ist, welches die Männchen zum Weibchen führt. Um sich davon zu überzeugen, daß auch jene beiden Weibchen die Fähigkeit besaßen, Männchen anzuziehen, ließ Emery sie frei, und bald darauf waren auch sie von mehreren Männchen umgeben. Damit die fliegenden Männchen sich nicht in einem sitzenden Weibchen und einem sitzenden Männchen irren können, sind nach Emery die Kurven der einzelnen Lichtwellen, welche beide hervorbringen, so verschieden, daß auch er schon in der Entfernung entscheiden konnte, ob der Schein von einem Männchen oder einem Weibchen herrührte.

Dieses Experiment erweist zugleich, daß das Licht willkürlich¹⁾ erzeugt und verlöscht werden kann, und daß es ein förmliches Lockmittel ist.

Es ist jedoch keineswegs ausgeschlossen, daß bei anderen Leuchtkäferarten der Geruchsinn beim Aufsuchen des Weibchens mitwirkt. Olivier hat nämlich hervorgehoben, daß die Antennen, bekanntlich der Sitz der Riechorgane, um so stärker entwickelt sind, je schwächer das Leuchtvermögen ist. Schließlich fehlt den Arten, deren beide Geschlechter flügellos sind, z. B. *Phosphaenus*, diese Fähigkeit völlig.

Besonders in der Welt der Schmetterlinge hat man die große Bedeutung beobachtet, welche der Geruch für die Annäherung der Geschlechter besitzt, und Standfuß hat festgestellt, daß der Geruchsinn der Männchen einen hohen Grad von Feinheit bei solchen Arten erreicht hat, deren Weibchen nur kurze Zeit leben oder wegen ihres Mangels an Flügeln oder ihres schweren Körpers sich selbst schwer bewegen können. Obgleich der Duft, den diese Weibchen um sich verbreiten, unserem Geruchssinne meist nicht vernehmbar ist, zieht er doch Männchen oft aus recht weiter Entfernung an. So z. B. fanden sich bei einem bei Standfuß ausgekrochenen Weibchen von *Saturnia pavonia* im Laufe von 6 $\frac{1}{2}$ Stunden 127 Männchen des in der Gegend seltenen Schmetterlings ein. Fabre hat auf seine fesselnde Art beschrieben, wie die Männchen der großen und schönen *Saturnia pyri* — einer Art, die in der Gegend äußerst selten war — in großer Menge in seine Wohnung eindringen, wo er ein kürzlich aus der Puppe ausgekrochenes Weibchen derselben Art verwahrte. Somit er-

¹⁾ Dies wird jedoch von J. Bongardt in einer Abhandlung über diesen Gegenstand bestritten.

fahren offenbar die Männchen in recht weiter Entfernung die Anwesenheit eines Weibchens. Daß der Geruch oder ein anderer analoger Sinn sie dabei leitet, ersieht man daraus, daß sie auf den sonderbarsten, dem Gesicht unzugänglichen Wegen zum Weibchen hinfinden. So ist erzählt worden, daß einmal mehrere Männchen von *Lasiocampa quercus* in ein Zimmer gelangten, in welchem sich ein Weibchen befand, obgleich alle Fenster und Türen geschlossen waren. Der Kamin war aber offen, und durch diese Öffnung gelangte ein Männchen nach dem anderen ins Zimmer und flog zum Weibchen auf den Tisch. Dawis hat ein ganz ähnliches Ereignis mit *Smerinthus populi* beobachtet. Noch merkwürdiger ist eine Beobachtung von Lüders, welcher fand, daß das Männchen von *Liparis dispar* durch ein offenes Fenster in ein Kästchen hineinflog, in welchem er ein Jahr vorher ein Weibchen dieser Art verwahrt hatte, und daß sich dieses mehrmals wiederholte, ohne daß das Männchen von anderen Stellen im Zimmer die geringste Notiz genommen hätte. Der vom Weibchen dem Kästchen mitgeteilte Geruch scheint somit sehr stark und dauerhaft gewesen zu sein. In einigen Fällen ist er auch unserem Geruchsinn vernehmbar, nicht selten aber (wie bei *Orgyia*, *Hibernia* u. a.) ist er, wie erwähnt, gar nicht zu spüren, lockt aber gleichwohl gleich nach dem Auskriechen des Weibchens zahlreiche Männchen an.

Der von den Weibchen verbreitete Duft muß natürlich für jede Art ganz spezifisch sein, damit nicht Männchen anderer Arten herbeigelockt werden. Es zeigt sich, daß dies tatsächlich der Fall ist, daß mitunter selbst Weibchen verschiedener Lokalrassen derselben Art ihren eigentümlichen Geruch haben, so daß keine Hybridisation stattfindet, auch wenn diese Rassen an einer Stelle versammelt werden. Andererseits ist der Geruch, der von Weibchen verschiedener Gattungen produziert wird, mitunter so ähnlich, daß Paarung — stets jedoch ohne Resultat — zwischen diesen Arten veranlaßt worden ist, so nach Standfuß zwischen *Dilina tiliae* und *Hyloicus pinastri* und zwischen *Smerinthus ocellata* und *Sphinx ligustri*. Es ist schon lange bekannt, daß auch die Männchen gewisser Schmetterlingsarten mit Geruch erzeugenden Drüsen versehen sind, welche mit eigentümlich gebildeten Schuppen, Haarpinseln oder Haarbüscheln in Zusammenhang stehen, die gewöhnlich in den Augenblicken, wo der Duft verbreitet werden soll, aufgerichtet oder ausgepreizt werden.

Diese Gebilde finden sich an den verschiedensten Stellen des Körpers, mitunter auch auf den Beinen, und liegen in Gruben oder Taschen eingebettet. Der Geruch, der hervorgebracht wird, ist häufig auch für uns vernehmbar. Obgleich man nicht hat feststellen können, daß er aus der Entfernung auf die Weibchen einwirkt, so hat man doch die Vermutung gehegt, daß er bei der Annäherung des Männchens eine Art Zaubermacht auf sie ausübt. Standfuß hat beobachtet, daß er gewöhnlich wahrnehmbar wird, wenn Männchen und Weibchen sich auf Blüten begegnen. Da er nur dem einen Geschlechte zukommt, handelt es sich in diesem Falle kaum um eine Art Schutzvorrichtung gegen Feinde.

Auch die Raubwespen werden beim Aufsuchen der Weibchen offenbar vom Geruch geleitet. Adlerz sah Männchen von *Psammo-phila* acht Tage lang eifrig einen Wattebausch besuchen, der in einer Flasche gelegen hatte, wo mehr als vierzig Weibchen eingeschlossen gewesen waren; und Fabres Aufmerksamkeit wurde von Männchen der Gattung *Scolia* gefesselt, die, auf der Erde umherwandernd, lebhaft die Antennen schwangen und mit ihnen nach den Weibchen witterten, welche noch unter der Erde lagen, ohne daß irgendein äußeres Zeichen ihre Anwesenheit verriet.

Auch in anderen Insektengruppen dürfte der Geruch für die Annäherung der beiden Geschlechter von wesentlicher Bedeutung sein. So hat Brandes entdeckt, daß die bei gewissen Tenebrioniden- und Dermestiden-Männchen in der Medianlinie zwischen dem ersten und zweiten Ventralsegment befindliche Haarbürste ein Duftapparat ist, analog dem gewisser Schmetterlingsmännchen; die hohlen Haare stehen mit einer Ventraldrüse in Zusammenhang und münden in eine feine Pore aus. Dergleichen hat nach Kellogg Miß Patterson beobachtet, daß die Männchen der auf den nordamerikanischen Ebenen allgemeinen Skorpionjungfer *Bittacus apterus* zwischen dem sechsten und siebenten und dem siebenten und achten Dorsalsegmente runde, einen speziellen Duft erzeugende Organe vorschieben und wieder einziehen, und daß nach jeder solchen Prozedur ein in der Nähe befindliches Weibchen das Männchen aufsucht. In diesem Falle ist es also das Männchen, das den anlockenden Duftapparat besitzt. In anderen Fällen befindet er sich jedoch deutlich bei den Weibchen. So werden die Weibchen der Käfergattung *Cebrion*, wie schon erwähnt, von den Männchen aufgesucht, obgleich sie ihr ganzes Leben unter der Erde verborgen liegen; Perty teilt

mit, daß nach Schreiber auch die Weibchen eines anderen Käfers, *Anthipna abdominalis*, beständig in schrägen Erdhöhlen vergraben ihr Leben zubringen, aus denen sie für die Paarung von den herumschwärmenden Männchen ausgegraben werden, welche nur durch den Geruch zu ihnen hingeleitet werden können.

Wie dieser Geruch von dem ihn erzeugenden zu dem ihn vernehmenden Subjekt geleitet wird, ist eine in letzter Zeit viel diskutierte Frage. Es scheint wenig wahrscheinlich, daß beispielsweise ein vom duftenden Weibchen ausströmendes Gas die Männchen, die nicht selten in einer Entfernung von mehreren Kilometern von diesem Duft erregt werden, erreichen könnte, und daß ein derartiger Duft die Erdschicht zu durchdringen vermöchte, die z. B. die *Scolia*-Weibchen bedeckt, deren Gegenwart gleichwohl von den auf der Erde umherwandernden Männchen entdeckt wird¹⁾. Hierzu kommt, daß in zahlreichen Fällen duftende Substanzen durch die Verbreitung des Duftes nicht im geringsten an Volum oder Gewicht verlieren, während andererseits nicht wenige Körper zu Gasmolekülen verwandelt werden, ohne deshalb einen merkbaren Geruch abzugeben. Es ist daher nunmehr die Ansicht aufgestellt und u. a. von den französischen Forschern Vaschide und Van Melle verfochten worden, daß der Geruch, den eine duftende Substanz um sich verbreitet, nicht in der Aussendung kleiner Partikel dieser Substanz besteht, sondern durch Strahlen von bestimmter kurzer Wellenlänge übertragen wird, d. h. durch Schwingungen eines besonderen Mediums, ebenso wie das Licht, die Wärme, der Ton. Es ist vielleicht übereilt, diese Theorie auf jede Art Geruch anzuwenden, in Hinsicht auf die oben berührten spezifischen Fälle erscheint sie jedoch nicht unwahrscheinlich.

Ob auch das Gehör bei der Annäherung der Geschlechter eine Rolle spielt, ist eine Frage, die noch unbeantwortet bleiben muß. Bekanntlich bringen mehrere Insektenarten teils durch Stridulation, teils auf andere Weise für uns vernehmbare Laute

¹⁾ Desgleichen entdecken die *Scolia*-Arten mit Hilfe des Geruchs ihre Beute, die oft tief in der Erde lebenden Lamellicornier-Larven, *Ammophila hirsuta* die ebenfalls unter der Erde verborgenen Larven von *Noctua segetum*, mehrere Schmarotzerwespen ihre im Innern des Holzes verborgenen Opfer usw. Viele parasitenartigen Raubwespen wittern auf gleiche Weise mit ihren Antennen die Anwesenheit von sorgfältig unter der Erde verborgenen Behausungen anderer Raubwespen.

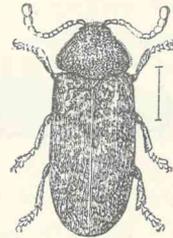
hervor, und viele Erscheinungen, speziell im Leben der sozialen Insekten, wie der Bienen und Termiten, scheinen mit logischer Notwendigkeit die Annahme eines Gehörs auch bei den Insekten zu fordern. Viele Forscher sind jedoch in dieser Frage zu einem negativen Resultat gelangt, andere verhalten sich recht skeptisch ihr gegenüber. Den Organen, welche von einigen als Gehörorgane gedeutet worden sind — wir erinnern z. B. an die trommelfellähnlichen Organe auf den vorderen Schienbeinen gewisser Gradflügler (der Locustiden) oder zu beiden Seiten des ersten Hinterkörpersegments bei anderen Gradflüglern (Acridiiden) und mehreren Schmetterlingen (Noctuiden, Cymatophoriden, Geometriden) —, ist von anderen Verfassern jede Bedeutung in dieser Beziehung abgesprochen worden. Die Frage des Gehörs der Insekten, welche gegenwärtig ungefähr ebenso oft in positiver als in negativer Richtung beantwortet worden ist, verbleibt somit noch offen.

Aber auch wenn man die Frage bejaht, ist damit doch nicht bewiesen, daß alle Laute, die man bisher als Paarungssignale gedeutet hat, es wirklich sind. So sieht man in älteren Arbeiten als feststehende Tatsache hervorgehoben, daß beispielsweise die Konzerte der Zikaden wie auch der Gesang der Vögel den Zweck haben, die beiden Geschlechter zueinander zu führen. Spätere Beobachtungen haben jedoch diese Anschauung sowohl in betreff der Zikaden als der Vögel bedeutend verändert. Unter anderem hat Fabre beobachtet, daß die Töne, welche vom Stridulationsapparat der Männchen einiger Gradflügler (*Decticus*) hervorgebracht werden, durchaus nicht Locktönen zu vergleichen seien. Die in der Nähe befindlichen Weibchen reagierten auch tatsächlich auf keine Weise darauf. Andererseits setzen die Männchen das Stridulieren noch fort, nachdem sie ihre Spermatophoren den Weibchen abgegeben haben, und in diesem Fall hätte das Stridulieren als Lockmittel keinen vernünftigen Grund mehr.

Hiermit werden jedoch nicht alle Locksignale überhaupt geleugnet. Es ist z. B. schwer, sich des Gedankens an solche zu erwehren, wenn man die ausführlichen Beschreibungen des Paarungsaktes bei der sog. Totenuhr, dem Käfer *Anobium tessellatum* (Fig. 49), liest. Dieses Insekt lebt in altem Holz, oft in den Wänden von Holzhäusern, in denen die Larven lange Gänge bohren. Von hierher vernimmt man nicht selten einen

eigentümlichen rhythmischen Laut, der an das Ticken einer Uhr erinnert. Er wird dadurch erzeugt, daß der Käfer mit eingezogenen Antennen und Vorderbeinen, hauptsächlich auf die Zwischenbeine gestützt, den Körper vorwärts stößt und in rhythmischem Takt die Stirn und den Vorderrand des Mittelkörpers gegen die Unterlage schlägt. Dieses Verfahren wird wechselweise von beiden Geschlechtern wiederholt, die dabei einander immer näherrücken, bis die Paarung erfolgt. Hierauf trennen sie sich wieder, um nach einiger Zeit von neuem mit dem Hervorbringen von Locktönen zu beginnen, bis eine neue Paarung erfolgt. Gewöhnlich findet dieses Liebesspiel im Innern der Holzgänge statt, aber Becker hat es nach Brehm einmal auch im Freien beobachtet und gefunden, daß das wechselweise geschehende Locken und Paaren auf diese Art nahezu einen ganzen Tag lang fortgesetzt werden kann¹⁾.

Auch bei einigen anderen Insekten scheint es nicht ausgeschlossen, daß der von ihnen hervorgebrachte Laut ein Lockmittel bilde, das die gegenseitige Annäherung der Geschlechter bezweckt. Hagemann gibt z. B. an, er habe die Männchen des im Wasser lebenden Halbdeckers *Corixa geoffroyi* die für diese Insekten eigentümlichen Laute häufig in der Paarungszeit hervorbringen hören, zu anderen Zeiten dagegen nur selten. Wenn die beiden Geschlechter einander gefunden haben, wird der Paarungsakt selbst mitunter von verschiedenen sonderbaren Gebärden und Bewegungen eingeleitet, welche sich einem vorhergehenden Courschneiden vergleichen ließen. Ein derartiges Phänomen treffen wir z. B. bei einigen zur niedrig stehenden Ordnung *Collembola* (Schneeflöhe) gehörenden Arten. Diese Ordnung zeichnet sich durch den weichhäutigen, stets flügellosen Körper aus, welcher gewöhnlich am hinteren Ende ein eigentümliches zum Springen bestimmtes Organ besitzt, die sog. Springgabel (*Furcula*). Die Art und Weise, auf welche bei

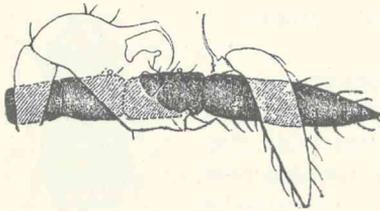


Figur 49.

Anobium tessellatum.

¹⁾ Es verdient untersucht zu werden, ob das ähnliche Klopfen gegen die Unterlage, welches von den kleinen zu den Baumläusen gehörenden *Clathra*-Arten (*Cl. pulsatoria* u. a.) ausgeführt wird, im Dienste der Paarung steht. Ein ähnliches Klopfen kommt bei den mit den Baumläusen verwandten Termiten vor, hat aber bei diesen nichts mit der Paarung zu schaffen.

ihnen die Paarung stattfindet, ist noch wenig bekannt, scheint aber nach den Beobachtungen Lie-Pettersens bedeutend von der übrigen Insekten abzuweichen und in vielem an die der Spinnen zu erinnern. Schon Lubbock hat gesehen, daß das Männchen von *Bourletiella lutea* anfangs um das Weibchen herumspringt, daß dann beide Kopf gegen Kopf einander gegenüberstehen, abwechselnd vor- und rückwärts gehen und sich ungefähr wie zwei spielende Lämmer betragen. Dazwischen springt das Weibchen davon und wird vom Männchen verfolgt, bis das Spiel von neuem beginnt. Der erwähnte norwegische Entomologe hat dasselbe Phänomen bei *B. insignis* beobachtet, zugleich aber einen Tropfen Sperma aus der Genitalmündung des Männchens herausickern sehen, nachdem dieses Spiel eine



Figur 50.

Sminthurus aquaticus. Fest verschlungene Antennen des Männchens und Weibchens.

Weile gedauert hatte. Das Männchen verließ dann augenblicklich das Weibchen, nahm den Tropfen auf die Spitze des Kopfes, eilte zum Weibchen zurück, um denselben in ihre Genitalmündung einzuführen. Bekanntlich geht auch die Paarung der Spinnen auf die Weise vor sich, daß das Sperma des Männchens von

seinen für diesen Zweck speziell umgebildeten Palpen aufgenommen wird und diese dann die Befruchtung vermitteln.

Bei der Gattung *Sminthurides* wird die Paarung auf noch eigentümlichere Weise eingeleitet. Hier sind die Geschlechtstiere äußerst klein, die Männchen höchstens $\frac{1}{3}$ mm lang, die Weibchen etwas größer; die Antennen der ersteren sind eigentümlich gebogen und mit merkwürdigen Borsten- und Hakenapparaten versehen, so daß sie die einfachen geraden und fadenförmigen Antennen des Weibchens recht fest umklammern können¹⁾ (Fig. 50). Die kleinen Geschlechtstiere begegnen sich auf die gleiche Weise wie die oben erwähnten *Bourletiella*-Arten, Kopf gegen Kopf, die Antennen werden fest verschlungen und das Männchen macht mit der unter dem Bauche befindlichen Spring-

¹⁾ Ein Haftapparat, der stark an den bei den kleinen *Sminthurides*-Arten erinnert, findet sich bei einer zur Familie der Wasserläufer, *Gerridae*, gehörenden nordamerikanischen Gattung *Rheumatobates*.

gabel einen Satz, so daß sein Körper in vertikale Richtung zu dem des Weibchens kommt, eine Stellung, die häufig allmählich dahin verändert wird, daß die konvexen Rücken der beiden durch die Antennen verbundenen Tiere einander begegnen. Auf diese Weise bleiben die kleinen Insekten mehrere Tage vereinigt, indem das Weibchen die ganze Zeit das Männchen mit sich trägt. Eine Überführung von Sperma ist noch nicht beobachtet worden, doch findet in dieser Zeit sicher eine Befruchtung statt, denn die Männchen sterben bald und die Weibchen nehmen zu und werden eiertragend, bis sie die für die Art charakteristische Größe erreicht haben. Dieses eigentümliche Verhalten ist zuerst von Olfers beobachtet und dann von mir, Oudemans und Levander festgestellt worden.

Aber auch bei verschiedenen höher stehenden Insekten hat man eigentümliche Vorbereitungen beobachtet, die den Paarungsakt selbst einleiten. Artikel über derartiges „Hofmachen“ bei verschiedenen Schmetterlingsarten sind in den letzten Jahren von Brake, Joukl, Manders, Müller, Richter u. a. veröffentlicht worden, aber leider in Zeitschriften, die mir nicht zugänglich waren. Dasselbe gilt für die Kopulationszeremonien bei verschiedenen Fliegen (*Scellus virago* und *Rivellia bosci*), die von Doane und Piersol geschildert worden sind. Moore hat in den Entomological News, 1904, S. 289, die Annäherung der verschiedenen Geschlechter, die den Paarungsakt einleitet, bei den Seejungfern beschrieben; leider ist mir auch seine Mitteilung unbekannt geblieben.

Fabre hat die Kopulation des großen grünen Heupferdes, *Locusta viridissima*, und der Weinberggrille, *Ephippigera vitium*, näher beobachtet. Bei beiden dauern die Vorbereitungen mehrere Stunden, bei der *Ephippigera* sogar zwei, drei Tage, und bestehen darin, daß beide Teile, mitunter mit einigen Unterbrechungen, Gesicht gegen Gesicht einander dicht gegenüberstehen, die Antennen vor- und rückwärts streckend und sich ab und zu mit den Vorderbeinen berührend.

Eine eigentümliche Freiereimethode hat Hancock bei der nordamerikanischen Grille, *Oecanthus fasciatus*, beobachtet und dieselbe Methode wird wahrscheinlich auch von dem in den europäischen Weingärten so allgemeinen *Oecanthus pellucens* angewandt. Wenn das Männchen einem Weibchen naht, so hebt es seine Deckflügel und läßt einen starken Laut hören, worauf

das Weibchen seinen Rücken besteigt und beginnt das Sekret abzulecken, das aus einer Drüse in der Mitte des Hinterkörpers ausgeschieden wird. Diese Drüse ist ein sekundärer männlicher Charakter und ihre Aufgabe ausschließlich, dem Weibchen vor der Paarung eine angenehme Nahrung zu er bieten. Nachdem das Weibchen seine Genußsucht befriedigt hat, wobei das Männchen die Deckflügel hoch erhoben hält, findet die Kopulation statt.

Die Paarungsverhältnisse der zur Fliegenfamilie *Empidæ* gehörenden Arten sind ebenfalls in vieler Hinsicht höchst eigentümlich, da die Kopulation sozusagen förmlich von einem Hochzeitsmahl begleitet ist, zu welchem das Männchen das Weibchen einladet. Bekanntlich leben die Männchen mehrerer Dipteren, wie der Tabaniden und Culiciden, von Pflanzensaft, während die Weibchen, wenigstens teilweise, Blut saugen. Man hat angenommen, daß ihr Bedürfnis nach animalischen Säften irgendwie mit der Eibildung in Zusammenhang stände. Eigentümlich ist, daß man bisher die Empiden-Weibchen an keiner Beute hat saugen sehen, außer in der kurzen Zeit der Kopulation. Vielleicht beruht dies auf dem angedeuteten Umstände. Eigentümlicher aber ist noch, daß diese Beute stets vom Männchen eingefangen und dem Weibchen überreicht wird. Zahlreiche sorgfältige Beobachtungen von Howlett in bezug auf *Empis borealis* haben dieses sonderbare Verhalten vollständig bewiesen. Die Weibchen tanzen in der Luft auf und nieder, worauf die Männchen sich eines nach dem andern einfinden, jedes zwischen den mittleren Beinen ein von ihm eingefangenes noch unbeschädigtes Insekt haltend. Gleich darauf wählt jedes ein Weibchen, leitet mit diesem die Kopulation ein und fliegt mit ihm zusammen auf einen nahegelegenen Ast, wo der Paarungsakt zu Ende geführt wird. Die Beute hat jetzt das Weibchen übernommen, das sie knetet und aussaugt, während dieselbe teils von ihrem hintersten Beinpaar, teils von dem des Männchens festgehalten wird. Ähnliche Beobachtungen in bezug auf andere Empiden (*Empis*, *Pachymeria*, *Rhamphomyia*) sind später von Hamm gemacht worden.

Aldrich und Turley haben in Nordamerika beobachtet, daß die Männchen einer dort vorkommenden *Empis*-Art, *E. poplitea*, wenn sie in der Luft schwebten, meistens mit einem eigentümlichen von ihnen produzierten, etwa doppelt so großen Ballon als sie selbst in Verbindung standen. Dieser Ballon bestand aus einer Schicht kleiner konzentrischer Blasen und wurde, nach Annahme

der Verfasser, durch Ausscheidungen verschiedener Drüsen am hinteren Ende des Körpers hervorgebracht. Sie sahen diese mit Ballons versehenen Männchen sich den auf Blüten wartenden Weibchen nähern und vermuten, daß es die Aufgabe des Ballons war, die Aufmerksamkeit dieser zu wecken. Da sie aber zugleich fanden, daß der Ballon gewöhnlich eine gefangene Fliege einschloß, so ist es sehr wahrscheinlich, daß diese, wie bei den übrigen Empiden, dem Weibchen als Mahl dargereicht wurde. Aldrich und Turley berichten jedoch, daß der Ballon stets abfiel, sobald die Paarung eingetreten war.

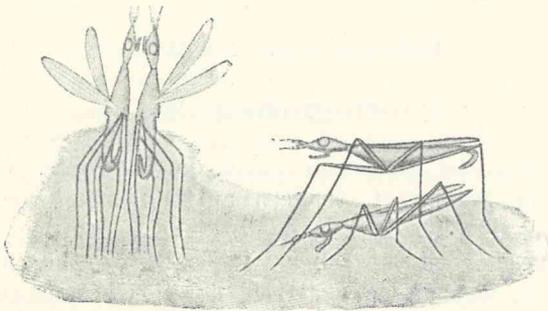
Ferner hat Girschner beobachtet, daß einige Raubfliegen der Gattung *Hilara* (*H. maura* und *H. interstincta*), welche man auf eine für sie charakteristische Weise in der Luft schweben sieht, ihre Beute mit sich tragend, diese mit vom Munde ausgehenden Fäden umspinnen, wodurch nicht nur die Bewegungen der Beute verhindert werden, sondern auch der Transport derselben in der Luft erleichtert wird. Bemerkenswert ist, daß dieses Gespinnst nur bei den Männchen beobachtet worden ist. Eine ähnliche Beobachtung machte Mik in bezug auf *H. aëronetha*¹⁾. Vermutlich ist auch hier der so umspinnene Raub für die Weibchen bestimmt. Howlett hat nämlich zahlreiche Paare von *Hilara maura* gefunden, bei denen das Weibchen an einem derartig präparierten Raube sog.

Nicht selten versammeln sich mehrere Männchen um ein einziges Weibchen und man kann dann mitunter Szenen von Eifersucht zwischen den Männchen beobachten, welche heftig um das Weibchen kämpfen. Derartige Kämpfe zwischen Männchen verschiedener Raubwespenarten (*Cerceris* u. a.) sind von Fabre, Adlerz u. a. angesehen worden. Verhoeff erzählt, daß am Eingang zum Nest der solitären Biene *Anthophora pilipes*, einen Monat lang, täglich zwei bis vier Männchen einander umschlingend um das Weibchen kämpften. Auch die Schmetterlingsmännchen geraten aus demselben Grunde in Streit miteinander. Collingwood erzählt, daß derartige Kämpfe auf Borneo nicht zu den

¹⁾ Bei den fliegenden Männchen von *H. sartor* ist außerdem ein eigentümliches dünnes Gewebe beobachtet worden, dessen Lage, Aussehen und Bedeutung gleichwohl von verschiedenen Verfassern (Osten-Sacken, Becker, Mik, Verhoeff, Girschner) auf so verschiedene Weise beschrieben wird, daß wir uns genötigt sehen, uns hier darauf zu beschränken, die Aufmerksamkeit auf die merkwürdige Erscheinung hinzulenken.

Seltenheiten gehören und daß hierbei die Schmetterlingsmännchen mit großer Geschwindigkeit und, wie es scheint, voller Wut umeinander kreisen. Ein derartiger heftiger Kampf wurde auch in Europa von Unterberger zwischen zwei Männchen der *Ocneria dispar* beobachtet. Die Schmetterlinge suchten durch Flügelschläge einander zu verjagen und setzten dies eine Viertelstunde lang fort, bis der eine von ihnen gefangen wurde. Am bekanntesten ist jedoch der wütende Kampf zwischen den Männchen der am höchsten stehenden Käferfamilien *Scarabaeidae* und *Lucanidae*. Die Ursache ist wohl in der bedeutend überlegenen Anzahl der Männchen zu suchen. Die gewaltigen Kiefer schieben sich beim Kampfe bis an die Wurzel schräg übereinander, so daß sie nach der in Brehms Tierleben zitierten Schilderung Chop's über den Brustschild des Gegners hinwegragten und die Köpfe selbst sich dicht berührten. So kämpfen sie, bis der eine ermüdet zur Erde fällt. Mitunter gelingt es auch einem der Kämpfer, den Gegner um den Leib zu fassen, in die Luft zu heben und dann vom Baum auf die Erde zu werfen. Bei diesen verhältnismäßig ungefährlichen Kämpfen fügen sie einander selten Schaden zu. Anders ist es, wenn es sich beim Kampf tatsächlich um den Besitz eines Weibchens handelt. Dann findet man oft tiefe Eindrücke, ja sogar wirkliche Wunden an Kopf, Brust und Deckflügeln. Weber hat in Ungarn die Kämpfe zwischen den Männchen eines anderen Blatthornkäfers, *Lethrus apterus*, mit angesehen. Die Paarung findet bei diesem in einer etwa einen Fuß unter der Erde gelegenen Höhle statt, zu der mehrere fingerdicke Röhren führen. Dieses Brautgemach wird nach Angabe des genannten Verfassers vom Männchen mit Stücken ausgelegt, die aus den Blättern verschiedener Pflanzen, besonders der Weinranke, ausgeschnitten sind, und die es mit großer Geschicklichkeit rückwärts gehend in die Röhren hinunterschleppt. Vor der Mündung dieser Röhren finden nun häufig die heftigsten Kämpfe mit fremden Männchen statt, welche in das Gemach einzudringen suchen, wobei der Besiegte nicht selten noch eine längere Strecke vom Sieger verfolgt wird und oft durch den Verlust eines Beines für seine Kühnheit büßen muß. Schließlich sei erwähnt, daß Wallace auf den malaiischen Inseln die Männchen der langgestreckten, zur Familie *Brentidae* gehörenden Rüsselkäfer einander angreifen sah, und daß auch diese Männchen wie die der erwähnten Blatthornkäfer sich durch ihre starken Kiefer auszeichnen.

Das Männchen einer auf Java lebenden Fliege, *Nerius fuscus*, bewacht nach Jacobsons von de Meijere mitgeteilten Beobachtungen auf eine eigentümliche Art das von ihm begehrte Weibchen, es lebhaft gegen alle Mitbewerber verteidigend. Der Körper des Männchens wird gewöhnlich mittels der langen Beine in beträchtlichem Abstand von der Unterlage gehalten und nimmt die Stellung ein, daß das Weibchen sich gänzlich zwischen den Beinen unter demselben befindet. Das Weibchen hingegen drückt sich dicht an die Unterlage. Bewegt es sich vorwärts, so folgt das Männchen stets den Bewegungen, meistens das Weibchen dicht mit seinem Körper bedeckend. Naht sich ein fremdes Männchen dem Paare, so macht der Wächter des Weibchens



Figur 51.

Nerius fuscus mit Rivalen kämpfend und sein Weibchen bewachend.

einen Ausfall gegen den Eindringling und treibt ihn gewöhnlich in die Flucht. Mitunter setzt sich jedoch der Rivale zur Gegenwehr, dann heben sich beide Männchen senkrecht auf die Hinterbeine, während ihre Flügel in heftige Bewegung geraten, und kämpfen jetzt einige Augenblicke Körper an Körper, sich oft mit den Vorderbeinen umschlingend (Fig. 51). Sobald der Kampf aufgehört hat, nimmt das Männchen seine Stellung über dem Weibchen wieder ein; wird das erste Männchen im Kampfe in die Flucht gejagt, so wird sein Platz ohne Einwendung von seiten des Weibchens vom neuen Freier eingenommen.

Nach Beendigung der Paarung ist in den meisten Fällen die Aufgabe des Insektenmännchens erschöpft; wenn es auch nicht noch während der Paarung vom Weibchen verzehrt wird, wie bei *Mantis religiosa*, oder unmittelbar nach derselben stirbt,

wie z. B. bei der Honigbiene, so ist doch gewöhnlich seine Lebenszeit nur noch von kurzer Dauer. Das Weibchen übernimmt nunmehr fast stets allein die Verantwortung für den Fortbestand der Art. Neue Instinkte erwachen plötzlich nach der Befruchtung, die ausschließlich im Dienste der Fortpflanzung stehen. Sie bezwecken nicht mehr das Wohl und Wehe des Individuums, bei welchem sie sich äußern, sondern ganz allein den Fortbestand der Gattung. Nur in sehr seltenen Ausnahmen, auf die wir weiterhin zurückkommen werden, leben beide Geschlechter noch eine Zeitlang beisammen und beteiligen sich an der Pflege der Nachkommenschaft.

Vierzehntes Kapitel.

Eierlegeinstinkte.

Es liegt in der Natur der Sache, daß Instinkte, welche sich nicht auf die Gegenwart, sondern auf eine mehr oder weniger entfernte Zukunft beziehen, und die keine Bedeutung haben für das Einzelwesen, das von ihnen gelenkt wird, sondern für ganz andere, neue, wenngleich genetisch mit ihm zusammenhängende Individuen, vielfach Phänome der rätselhaftesten Art hervortreten lassen. Zahlreiche derartige Phänomene begegnen uns beim Studium des Eierlegens der Insekten.

Wir waren schon im vorhergehenden in der Lage, die merkwürdigen Instinkte anzuführen, die mit den als Larven bei verschiedenen Bienen schmarotzenden Käfern der Gattungen *Sitaris*, *Meloë*, *Cantharis* u. a. in Verbindung stehen. Einen ebenso merkwürdigen Instinkt bietet uns z. B. die zur Familie *Cryptophagidae* gehörende Käfergattung *Antherophagus*, welche in Blüten lebt, während ihre Larven ausschließlich in den Nestern der Hummeln leben, wo sie sich von allerlei Abfall nähren. Um seine Eier in das Hummelnest hineinzuschaffen, bedient sich auch hier das Käferweibchen der sog. Foresie, es klammert sich an eine blütenbesuchende Hummel an und läßt sich von ihr in das Nest tragen.

Zweifellos ist es der Geruchssinn des Insekts, der es in den meisten Fällen beim Eierlegen leitet. Es ist ja seit alters her

bekannt, daß Fliegen mitunter aus Versehen ihre Eier in Blütenkronen legen, deren Geruch stark an Kadaver erinnert (*Stapelia*). Ebenso wird nach v. Pelsler-Berensberg die berüchtigte, als Larve auf Menschen lebende Isibungfluiege (*Cordylobia rodhaini*) in Transvaal verlockt, ihre Eier auf die Unterkleider badender Menschen zu legen, welche natürlich den Geruch der dem menschlichen Körper eigenen Ausdünstung besitzen. Da die Kleider wieder angelegt werden, erreicht die aus dem Ei ausgekrochene Larve gleichwohl auch dann ihr Ziel und bohrt sich in die Haut des Menschen ein. Hier liegt tatsächlich gar kein wunderbarer Legeinstinkt vor, der im voraus die Überführung der Larven von den Kleidern zum Körper des Besitzers berechnen würde, sondern im Gegenteil ein Irrtum des Instinkts, der jedoch auf Grund verschiedener Umstände gleichwohl zum Ziele führt.

Das Eierlegen beginnt bei verschiedenen Insektenarten kürzere oder längere Zeit nach der Paarung. Häufig findet diese gleich nach dem Auskriechen des Weibchens aus der Puppe statt, und das Legen der Eier geschieht schon einige Stunden darauf. Pictet richtet die Aufmerksamkeit auf den Umstand, daß, wo dies der Fall ist, gewisse Schmetterlingsarten sich in enormer Menge fortpflanzen, obgleich ihre Weibchen auf keine Weise durch irgendeine protektive Farbe geschützt sind (*Ocneria dispar*, *Euproctis chrysorrhoea*, *Spilosoma mendica*, *Leucoma salicis*). Kriechen die Männchen einige Zeit vor den Weibchen aus, so daß ihr Leben längere Zeit Gefahren ausgesetzt ist, so ist dagegen dieses Geschlecht nicht selten der Umgebung angepaßt.

Das Eierlegen nimmt übrigens bei verschiedenen Arten sehr verschiedene Zeit in Anspruch. Oft ist es nur von ganz kurzer Dauer, in gewissen Fällen aber geschieht es periodisch nach bestimmten Zwischenräumen. Dies ist z. B. bei vielen Borkenkäfern der Fall, und Strohmeier hat gefunden, daß es bei einer *Platypus*-Art bis acht Monate hindurch fort dauern kann, und daß dabei auch in den Wintermonaten Eier gelegt werden.

Bei vielen sozialen Insekten, Ameisen, Bienen und Termiten, lebt das Weibchen noch jahrelang nach der Befruchtung und legt ununterbrochen eine enorme Menge Eier, zu deren Befruchtung jedoch schließlich der im Samenbehälter aufgespeicherte Samenvorrat nicht mehr ausreicht. Aus solchen unbefruchteten Eiern entstehen dann nur Männchen.

Die Anzahl der Eier, die von einem Insekt produziert werden, ist auch für verschiedene Arten höchst verschieden. Die pillendrehenden Mistkäfer, die ihre Eier in besonders geformte Stücke der Düngermasse einbetten, legen nur sehr wenige. Dagegen legen, wie erwähnt, die Arten der Familie *Meloidae* z. B., deren junge Larven recht geringe Aussicht haben, zu den Stellen zu gelangen, wo die Nahrung ihrer wartet, eine Anzahl, die mitunter auf mehrere Tausend steigt. Eine recht beschränkte Anzahl wird von den solitären Stachelwespen gelegt, deren Weibchen viel Zeit zur Anfertigung schützender Nester und zum Einsammeln von Vorrat für die zukünftigen Larven verwendet. Dagegen legt das Weibchen der Honigbiene, deren übrige mütterlichen Pflichten von den Arbeitsbienen besorgt werden, mehrere Tausend Eier. Das Termitenweibchen ist eine lebende Legemaschine, weiter nichts. Es wird berechnet, daß das Weibchen von *Termes bellicosus* bei einer Lebensdauer von zehn Jahren etwa 100 Millionen Eier legt.

Aber auch in derselben Art ist die Begrenzung der Eierzahl recht verschieden und scheint in nicht geringem Grade von dem mehr oder weniger reichlichen Zugange an Nahrung abzuhängen. Girault hat beobachtet, daß die Angabe Taschenbergs, die gewöhnliche Schabe (*Blattella germanica*), die ihre Eier in ein kapselförmiges Futteral einschließt, solle nur ein einziges liefern, auf einem Irrtume beruht; die Anzahl Kapseln könne von einer bis 20 variieren und die Anzahl der Eier von einigen Dutzenden bis 800.

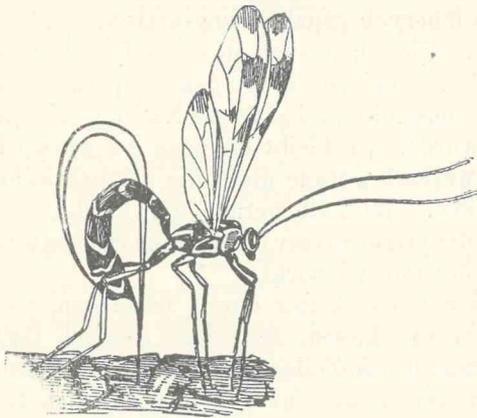
Wenn die Larve und das ausgebildete Insekt von der gleichen Nahrung leben, wie es bei zahlreichen Mist- und Aaskäfern der Fall ist, so ist der Platz des Eierlegens fast selbstverständlich. Das ganze Legephänomen kann hier eine reine Reflexbewegung sein. So einfach aber gestaltet sich die Frage nur selten. Sehr häufig lebt das völlig ausgebildete Insekt an ganz anderen Orten und von gänzlich verschiedener Nahrung, ja mitunter in einem ganz anderen Element als die Larve. Dessenungeachtet senkt z. B. die Libelle, welche in der Luft nach Raub jagt, ihre Eier in das Wasser; der Kohlweißling, der den Honig der Blüten saugt, legt seine Eier auf Blätter, und zwar ausschließlich auf solche einer einzigen Pflanzenfamilie, die von allen anderen unterschieden wird. Der Maikäfer verzehrt das Laub der Bäume und der Goldkäfer schwelgt im Blütenstaub

der Rosen, aber ersterer sucht zum Eierlegen die Ackererde auf und letzterer einen faulenden Baumstumpf. Ähnliche Beispiele ließen sich in Unendlichkeit anführen. Man hat versucht, diesen Instinkt der Insekten, der sie beim Aufsuchen der für die Larven geeigneten Nahrungsstoffe leitet, aus einer persistierenden Erinnerung der eigenen Larvenzeit zu erklären. Fabre hebt aber mit Recht hervor, daß nicht einmal wir Menschen die geringste Erinnerung aus den Tagen der Muttermilch haben, daß wir nie wissen würden, daß wir auf solche Weise auferzogen wurden, wenn wir nicht selbst das Kind an der Mutterbrust gesehen hätten, und doch haben wir nie einen solchen Umwandlungsprozeß durchgemacht, wie den, der ein Insekt von der Larve zur Imago sowohl äußerlich als innerlich gänzlich umgestaltet. Kolbe hat allerdings versucht, das Eierlegen auch in derartigen Fällen als reine Reflexätigkeit zu erklären, welche von den sympathischen Geruchsempfindungen der Stoffe, die der Larve zur Nahrung dienen sollen, ins Leben gerufen würde. Er bleibt uns aber die Antwort auf die Frage schuldig, weshalb gerade diese die sympathische Geruchsempfindung erwecken. Weshalb gerade der Kohlgeruch auf den Kohlweißling oder der Geruch einer bestimmten Schmetterlingslarve auf die Schmarotzerwespe wirkt.

Diese Frage wird noch verwickelter durch Tatsachen, wie sie z. B. einige Goldwespen uns bieten. Sie legen nämlich ihre Eier in den Boden noch ganz leerer Zellen, die von Raubwespen, Faltenwespen oder Bienen verfertigt sind. In diesen Zellen ist das Ei noch nicht niedergelegt, aus welchem die Larve dieser Stachelwespen auskriechen soll, die zur Nahrung der Goldwespenlarve bestimmt ist. Hier ist es ganz unmöglich, von sympathischen Empfindungen zu sprechen, auf die das Muttertier reagieren könnte, da noch kein Gegenstand vorhanden ist, der sie erwecken könnte. Die Legeinstinkte der Insekten werden wohl in vielen Fällen ein unlösbares Rätsel verbleiben, und die Erklärungen, die einige Naturphilosophen, wie Hartmann und Espinas, versucht haben ihnen zu geben, führen zu noch rätselhafteren Erscheinungen oder zu willkürlichen Annahmen, die kaum eine ernsthafte Widerlegung verdienen. So erklärt sie der erstere durch die Annahme einer beim Tiere vorhandenen Klarsicht und Fernsicht, wodurch das Rätsel nur mit einem Namen versehen, aber keineswegs gelöst ist. Wir erinnern hier von neuem an die verwickelten Erscheinungen, welche mit einigen als Larven parasitisch lebenden

Käfern in Zusammenhang stehen, von denen schon früher eingehender die Rede war (S. 81, 82). Ein *Meloë* z. B. kann wohl kaum, wenn er seine Eier in eine Grube in der Erde legt, von einer Erinnerung daran geleitet werden, daß die aus ihnen auskriechenden Larven in die Blüten der Pflanzen hinaufkriechen, sich an Bienen anheften und schließlich mit ihnen zu dem Honig gelangen werden, der ihre Nahrung bilden soll.

Wie auch das Eierlegen in solchen Fällen zu erklären ist, sicher ist, daß es in nächstem Zusammenhang mit der physischen Beschaffenheit des Insekts steht, die oft für den Zweck ganz speziell abgepaßt ist. So z. B. sind zahlreiche Insekten mit



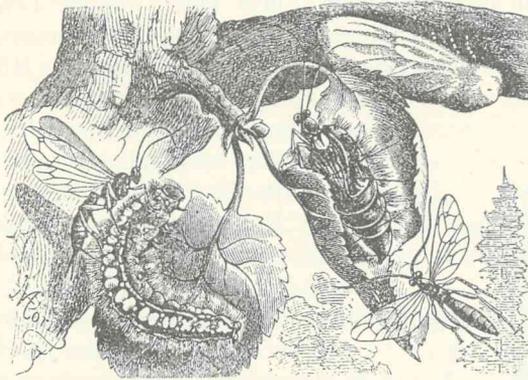
Figur 52.
Thalessa lunator.

einem auch außen mehr oder weniger sichtbaren, zum Legen bestimmten, Säge- oder Bohrrapparat versehen. Mit Hilfe einer solchen Säge senken die Pflanzenwespen und viele Schnabelkerfe ihre Eier in das Parenchym der Pflanzen. Die Weibchen mehrerer Gradflügler (*Locustina*) senken mit der langen säbelförmigen Lege-
scheide ihre Eier in kleine Gruben unter der

Erde usw. Mehrere Parasitenwespen haben ein außerordentlich langes Legerohr, speziell dazu geschaffen, um Larven zu erreichen, die tief im Innern des Holzes verborgen liegen, so z. B. die amerikanischen *Thalessa*-Arten (Fig. 52), deren Legeröhre mitunter eine Länge von 6 cm erreicht. Auch bei uns gibt es Arten, die hinter den amerikanischen nicht zurückstehen. Speziell besitzen die Arten der Gattung *Rhyssa* sehr lange Legeröhren, um die tief im Innern des Holzes bohrenden *Sirex*-Larven zu erreichen. Bei anderen ist die Legeröhre kürzer und dazu bestimmt, freilebende Larven zu treffen (Fig. 53).

Auch die Organisation der sogenannten Schmarotzerfliegen bietet vielfach Beispiele besonderer Legeapparate. Lange hat

man angenommen, daß diese Fliegen ihr Ei oder, falls sie vivipar sind, wie z. B. die *Tachina*-Arten, ihre eben ausgebrütete Larve nur an die Haut des zukünftigen Wirtes ankleben. Townsend und besonders Pantel, welcher der Sache ein sorgfältiges Studium gewidmet hat, haben jedoch kürzlich gezeigt, daß dies keineswegs stets der Fall ist. Viele Arten legen ihre Eier oder Larven auf die Blätter, die dem Wirtstiere als Nahrung dienen, und von welchen die Larven dann auf dieses übergehen. Andere



Figur 53.
Pimpla instigator.

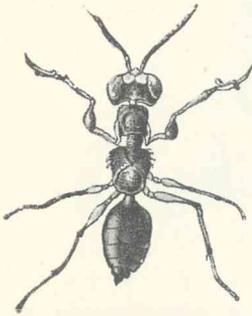
hingegen besitzen einen besonderen Apparat (oder besondere Apparate) zum Durchbohren der Haut des Wirtes und zum Hineinschieben des Eies.

Sobald man einen eigentümlichen Bau der zum Legen bestimmten Organe sieht, kann man auch sicher sein, daß die Legeinstinkte des Insekts ungewöhnlicher Art sind. Ein Beispiel hierfür bietet die systematisch zu den Raubwespen gehörende, als Larve aber in deren Nestern schmarotzende, von Adlerz näher beobachtete *Ceropales*. Während die meisten Raubwespen die für die Larven bestimmte Beute selbst jagen und lähmen und sie dann in in die Erde oder in Holzwerk ausgegrabene Höhlen schaffen, führen einige Raubwespen ein „parasitisches“ Leben, schleichen sich in die Nester nahe verwandter Arten ein, verzehren deren Ei und plazieren statt dessen ihr eigenes auf die eingesammelte Beute. Die Gattung *Ceropales* ist, wie erwähnt, eine solche „parasitische“ Raubwespengattung, die bei den syste-

matisch nahestehenden *Pompilus*-Arten schmarotzt. *Ceropales* lauert auf den Augenblick, wo ein *Pompilus* seinen Raub, eine gelähmte Spinne, verläßt, um die Höhle zu graben, in welche diese niedergelegt werden soll. Die Gattung *Pompilus* gehört nämlich zu den Raubwespen, die ihre Höhle erst graben, nachdem sie sich ihre Beute verschafft haben. Jetzt stürzt die *Ceropales* hervor, biegt ihren Hinterkörper unter den Bauch der für den Augenblick verlassenen, gelähmten Spinne und sticht die Spitze, die gerade speziell für diesen Zweck die für die Raubwespen ungewöhnliche Form einer kurzen Legeröhre erhalten hat, in eine der beiden ritzenförmigen Öffnungen (Stigmen) hinein, die zu den Lungen der Spinne führen. Hier ist nun

das *Ceropales*-Ei gänzlich verborgen und vor allen Möglichkeiten sich abzulösen geschützt; während der zurückkehrende *Pompilus* die Spinne fortschleppt und in seine Höhle hineinzieht. Die in der Höhle ausgebrütete *Ceropales*-Larve tötet dann die junge *Pompilus*-Larve und verzehrt die für diese bestimmte Beute.

Aber nicht bloß die das Eierlegen direkt besorgenden Organe, sondern auch andere können im Zusammenhang mit den Legeinstinkten einen bemerkenswerten und oft sonderbaren Bau erhalten haben. Dies ist beispielsweise mit der flügellosen, zur



Figur 54.
Gonatopus pilosus.

Familie der *Dryinidae* gehörenden Wespengattung *Gonatopus* (Fig. 54) der Fall. In den meisten Fällen besteht die Beute, an welche die Schmarotzerwespen ihr Ei befestigen, aus mehr oder weniger stillsitzenden Larven, bisweilen aber wird das Ei an Insekten befestigt, die leicht entkommen können. Dies ist der Fall mit den zur obigen Gattung gehörenden Arten, die ihr Ei an der Seite des Hinterkörpers der rasch springenden Zirpen befestigen, wo es sich dann zu einer, in einem sackähnlichen Beutel hängenden Larve entwickelt. Damit aber die Eilegung in Frieden vor sich gehen kann, muß die bewegliche Beute sich ganz still verhalten. Zu diesem Zweck sind die Vorderfüße des *Gonatopus*-Weibchens zu einem recht absonderlichen Greiforgane umgebildet worden, indem die großen Klauen eine Zange bilden, deren einer Schenkel säbelförmig und beweglich ist, so daß er

bald weit ausgestreckt, bald dicht an den ersteren geschlagen werden kann. Diese Zange wird beim Gehen gegen den Tarsus zurückgebeugt gehalten, während der Fuß sich auf das stark entwickelte Klauenpolster, *Empodium*, stützt. Kieffer hat beobachtet, daß der *Gonatopus*, nachdem er die kleine springende Homopterenlarve eingefangen hatte, sie mit seinen beiden Zangen unbeweglich erhielt, in dem er mit der einen sein Opfer um den Hals packte und mit der anderen die Hinterbeine umfaßte. So wurde der Raub einige Minuten lang festgehalten, solange das Eierlegen dauerte.

In einem derartigen Falle ist es wohl nicht mehr möglich, sich alle die oben beschriebenen Bewegungen als reine Reflexe zu denken. Wir werden weiterhin eine Anzahl Beispiele anführen, wo die mit dem Eierlegen verbundenen Erscheinungen sich ebensowenig auf Reflexe zurückführen lassen, sondern offenbar die Beobachtung des Insekts zu erfordern scheinen. Es ist sogar schwer, sich in einigen Fällen des Gedankens zu erwehren, daß das Tier bei seinen Bewegungen von einem gewissen Grad von Bewußtsein geleitet wird.

Recht bemerkenswert verhalten sich z. B. einige Schmarotzerfliegen (*Miltogramma*). Eine Art lebt als Larve parasitisch im Nest einer Raubwespe (*Bembex*) und verzehrt alle die Fliegen, mit welchen diese ihre eigene Larve versorgt. Selbst aber wagen sich diese *Miltogrammen* nicht in die unterirdische *Bembex*-Höhle hinein, wohl wissend, wie es scheint, daß die Raubwespe ein gefährlicher Feind ist. Sie halten daher in der Umgebung des Nestes Wache und passen genau auf die Wespe, wenn sie, ihren Raub zwischen den Beinen, angefliegen kommt. Ihre Bewegungen sind jedoch so rasch, daß es ihnen unmöglich ist, im Fluge das Ei auf den Raub zu plazieren, was notwendig ist, um es ins Nest hineinzuschaffen, wohin sie sich selbst nicht wagen. Ihre List besteht nun darin, daß sie sich stets hinter der Wespe halten. Setzt sich diese auf die Erde, so springen sie in bestimmter Entfernung hinter ihr her, wendet sie sich, tun sie desgleichen, fliegt sie auf, so fliegen auch sie auf und ahmen auf diese Weise alle ihre Bewegungen nach. Schließlich eilt sie zum Eingang des Nestes und in diesen hinein. Jetzt erst ist der Augenblick für die *Miltogrammen* gekommen. Gerade wenn die Wespe den Kopf in die Röhre gesteckt hat, ihren toten Raub zwischen den Hinterbeinen haltend, eilen sie blitzschnell heran

und setzen ihr Ei auf diesen, gerade wo er im Begriffe ist, im unterirdischen Nest zu verschwinden, wo ihre zukünftige Larve dann alle Nahrung verzehrt, welche die Wespe fortwährend anschleppt. Eine andere Art, *M. conica*, welche bei *Oxybelus uniglumis* lebt, einer Wespe, die gleichfalls ihr Nest mit Fliegen versieht, verhält sich der Hauptsache nach auf gleiche Weise¹⁾.

Zahlreich sind die Insekten, welche ihre Eier auf tote Tiere legen, und deren vom Fleisch derselben lebenden Larven gehören zur wirksamsten Gesundheitspolizei der Natur. Durch ihren feinen Geruch aus weiten Entfernungen herbeigelockt, finden sich besonders Käfer und Fliegen am gedeckten Tische ein. Man möge jedoch nicht glauben, daß jeder Platz daselbst gleich beliebt sei. Von deutlicher Beobachtung, die die Handlungsweise des Insekts leitet, zeugt u. a. das Benehmen unserer gewöhnlichen Brummfliege (*Calliphora*), wenn sie z. B. auf einen toten Vogel Eier legt. Sie wandert zuerst, wie Fabre beobachtete, untersuchend auf dem Vogel herum, bis sie zu den Winkeln der Schnabelwurzel kommt, und schiebt hier ihre wie ein Fernrohr ausziehbare Legeröhre in die feine Spalte des geschlossenen Schnabels hinein. Schließt man den Schnabel vollständig, so legt die Fliege ihre Eier in die Augenwinkel. Bedeckt man den Kopf des Vogels mit einer Papierhülse, so wandert sie lange auf derselben umher, entschließt sich aber endlich, die vom Instinkt

¹⁾ Nicht alle *Miltogramma*-Arten jedoch benehmen sich auf die oben geschilderte Weise. So sitzt die Art, welche ihre Eier in die Nester einer Biene (*Dasygaster hirtipes*) legt, ein kleines Stück vor der Mündung des Nestes, oft unbeweglich, den Kopf unausgesetzt dieser zugekehrt, darauf wartend, daß die Biene das Nest verläßt, und eilt dann augenblicklich dort hinein. Durch ihre Unbeweglichkeit sucht sie der Aufmerksamkeit der Biene zu entgehen, durch die außerordentliche Eile, mit der sie nach deren Entfernung, das Nest betritt, scheint sie allen Konkurrenten zuvorkommen zu wollen. Auch wenn sie die Biene von den Verproviantierungsstellen nach Hause begleitet und auf die oben beschriebene Weise in einer gewissen Entfernung hinter der Biene alle ihre Bewegungen nachahmt, so bleibt diese Art doch außerhalb des Nestes stehen und erwartet das Herauskommen der Biene, bevor sie hineingeht um ihre Eier zu legen. Der Unterschied in den Instinkten der verschiedenen *Miltogramma*-Arten beruht auf der Ungleichheit des Proviantes, der in die Zellen einer Raubwespe und einer Biene eingeführt wird. Der Proviant der Biene eignet sich nicht wie der der Raubwespe — eine tote Fliege — zum Transportmittel eines beim Eintritt des Besitzers in das Nest auf den Proviant niedergelegten Eies. Die *Miltogramma* ist daher genötigt, ein Hinabsteigen in das Nest zu riskieren.

vorhergesehene Stelle zu verlassen und unternimmt jetzt eine neue Untersuchung des federbekleideten Körpers. Trifft sie zwischen den Federn auf eine Wunde oder einen Riß in der Haut, so bleibt sie stehen, so gut dieselben auch verdeckt sein mögen, und verrichtet ihr Legegeschäft. Finden sich keine solchen, so sucht sie die dünne Haut in den Achselhöhlen oder den Schenkelbeugen auf, legt aber nur wenige Eier und, wie es scheint, mit einem gewissen Bedenken. Diese Beobachtungen Fabres zeigen hinreichend, daß die Fliege in dieser Tätigkeit nicht wohl nur als lebendige Maschine betrachtet werden kann, deren Handlungen nur reine Reflexbewegungen darstellen.

Eine ähnliche Wahl ist von Kolbe auch beim großen Zimmermann (*Cerambyx cerdo*) beobachtet worden, er sah diesen seinen Eileiter erst versuchsweise an mehrere Stellen der Rinde eines Eichenstammes hineinstechen, ehe er die Stelle wählte, wo schließlich das Ei niedergelegt wurde. Auf dieselbe Weise verfährt auch ein Schmetterling, *Lymanthria monacha*, welcher mit seiner Legeröhre das Ei tief unter die Rinde der Nadelhölzer hineinschiebt.

Von den bei Pferden lebenden Bremen oder Dasselfliegen legt *Gastrophilus equi* ihre Eier an die Haare auf der Innenseite der Vorderbeine oder auf den Bug, im allgemeinen an solche Stellen, die das Pferd leicht mit der Zunge erreichen kann. *G. haemorrhoidalis* heftet sie direkt auf die Lippen. In beiden Fällen verursachen die frisch ausgekrochenen Larven Jucken, welches das Pferd durch Lecken zu lindern sucht. Auf diese Weise gelangen die Larven in den Magen oder den Zwölffingerdarm, welcher dann ihr ständiger Aufenthaltsort wird. Auf dem Zahnfleische des Elefanten findet man mitunter bis 2000 Fliegeneier, welche wahrscheinlich den Ursprung zu der im Magen dieses Tieres lebenden Larve der Breme *Cobboldia elephantis* bilden.

Zahlreiche Beispiele ließen sich noch dafür anführen, daß der Instinkt des Insekts derart den geeigneten Platz für das Eierlegen wählt. Die Kohlschmetterlinge *Pieris brassicae* und *rapae* legen ihre Eier auf die untere Seite der Kohl- und Rübenblätter. Auch viele Eintagsfliegen, *Ephemeridae*, und Pelzflügler, *Trichoptera*, legen im Wasser ihre Eier auf die untere geschützte Fläche der am Boden liegenden Steine; und viele andere Insekten verfahren auf die gleiche Weise.

Einem in seiner Art außerordentlich zweckentsprechenden Mutterinstinkt begegnen wir bei den Raubwespen. In den meisten Fällen befestigen sie nämlich, nachdem sie den für die Larve bestimmten Raub gelähmt haben, ihr Ei gerade an der unbeweglichsten Stelle desselben, wo die junge Larve, wenn sie die Beute angreift, am wenigsten Gefahr läuft, Bewegungen derselben hervorzurufen, die für ihr eigenes Wohl bedenklich werden könnten. Eine bewußte Berechnung dürfte hier jedoch kaum die Wespe leiten, sondern sie handelt wohl instinktiv. Die meisten Individuen derselben Art wählen nämlich fast stets denselben Punkt auf dem Raube zur Anheftung des Eies. Wie aber dieser Instinkt entstanden ist und sich fortgeerbt hat, läßt sich nicht leicht erklären. Unsinnig erscheint die Annahme einer das ganze Leben hindurch persistierenden Erinnerung an den Punkt, wo die Wespe selbst einst als Ei niedergelegt worden war; und von der Entstehung dieses Instinkts durch sog. „natürliche Auswahl“ kann daher nicht wohl die Rede sein.

Viele Arten sorgen noch weit unmittelbarer für ihre Eier und, wie wir weiterhin sehen werden, auch für die ausgekrochenen Larven. Die Instinkte, denen wir hier begegnen, sind nicht selten höchst wunderbar.

Mehrere Schmetterlinge schützen ihre Eier sowohl vor Parasiten als vor der Winterkälte, indem sie sie mit einem dichten, wärmenden Stoff umgeben. So z. B. bedecken einige Spinner die Eier mit einer Schicht glänzend weißen, erhärtenden Schleimes (*Leucoma salicis*) oder mit wärmenden Haaren, die sie von ihren eigenen üppigen Analbüscheln abschaben (*Ocneria dispar*, *Euproctis chrysorrhoea*). Mitunter dürfte jedoch diese schützende Hülle tatsächlich der Entwicklung der Art von Schaden sein. So hat ein ungarischer Verfasser beobachtet, das 55—60% der auf diese Weise geschützten Eier von *Ocneria dispar* gar nicht ausgebrütet worden waren.

Der in Südeuropa heimische Gradflügler *Mantis religiosa*, welcher seine Eier nicht, wie z. B. die Locustiden, in die Erde versenkt, sondern sie an Steine, Baumzweige u. dgl. befestigt, umgibt sie gleichfalls zum Schutz gegen die Winterkühle mit einem erhärtenden schleimigen Sekret, dessen äußere Schicht, nach der Beschreibung Fabres, mit Hilfe der beiden Lamellen des an der Spitze gespaltenen Hinterkörpers, lebhaft zu Schaum geschlagen wird. Auf ähnliche Weise verfährt der nahe verwandte

Ameles decolor, wogegen die schützende Schleimschicht bei *Empusa pauperata* ganz fehlt, deren Eier schon im selben Sommer ausgebrütet werden, wo sie gelegt werden.

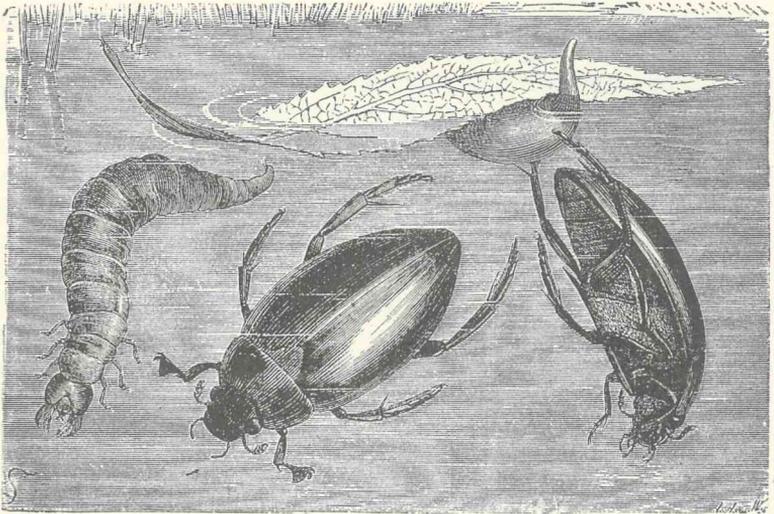
Auch die kleinen Holzläuse *Psocidae* bedecken ihre in Vertiefungen zwischen den Blattnerven niedergelegten Eier mit einem Gespinst, welches z. B. bei *Psocus quadripunctatus* das Aussehen einer Fischechuppe besitzt. Nach Taschenberg sitzen die Spinndrüsen im Munde.

Die allermeisten Pelzflügler (*Trichoptera*) legen ihre Eier in größeren Klumpen, die entweder durch einen kittartigen oder, häufiger noch, durch einen im Wasser anschwellenden gallertartigen Bindestoff zusammengehalten werden. Meistens werden die Eier unter die Wasseroberfläche gelegt, bisweilen aber auch über derselben auf Wasserpflanzen oder verschiedene Gegenstände auf der Erde. Silfvenius hat die Bedeutung dieses gallertartigen Stoffes für die Eier ausführlich dargelegt. Derselbe fixiert sie auf einer bestimmten Stelle, bei gewissen Gattungen (*Leptoceridae*, *Hydropsyche*, *Phryganea*, *Agrypnia*) an der Unterseite schwimmender Blätter, wodurch sie weniger leicht zu bemerken sind. Er schützt sie gegen Trockenheit, in anderen Fällen gegen allzu große Feuchtigkeit, vielfach auch gegen zu starke Kälte, besonders in leicht frierenden Regenwassertümpeln. Mitunter ist er ein Mittel zur Erhöhung der Wärmemenge. Er bewahrt sie vor mechanischen und chemischen Einflüssen verschiedener Art und vor Angriffen von seiten lebender Organismen. Er dient der jungen Larve als erste Nahrung und zugleich als Baumaterial für ihr erstes Gehäuse. Wenn die Eiklumpen mitunter an Stengeln über der Wasseroberfläche befestigt werden, wird die Gallertmasse schließlich dünnflüssig, tropft nieder und verhilft somit den jungen Larven zu ihrem rechten Element, dem Wasser.

Einige Wasserkäfer aus der Familie der Hydrophiliden schließen ihre Eier in einen für den Zweck zusammengewebten Sack ein, welcher bei den Gattungen *Hydrophilus*, *Hydrous* und *Helophorus* auf der Wasseroberfläche schwimmend gelassen wird, während dagegen *Hydrobius* und *Philhydrus* ihn an Wasserpflanzen befestigen. Das Spinnmaterial wird von Drüsen geliefert, die in der Nähe des Eileiters ausmünden. *Hydrophilus piceus* (Fig. 55) konstruiert diesen Sack auf die Weise, daß er erst den Leib mit einer Seidenschicht überspinnt, darauf sich wendet, die fertige Bauchhülle auf den Rücken nimmt und jetzt

die zweite Hälfte an der früheren Stelle spinnt. In die Hülse oder den Sack werden dann reihweise geordnet die Eier gelegt, worauf der Käfer aus dem Kokon herauskriecht, den offenen Rand verschließt und den Sack in eine Art nach oben gebogener Ventilationsröhre fortsetzt. An einer Stelle der Hülse findet sich eine aus lockerem Gewebe gebildete Tür, durch welche später die jungen Larven ihren Weg ins Wasser finden sollen.

Bei gewissen von Pflanzenstoffen lebenden Insekten finden wir schließlich den merkwürdigen Sachverhalt, daß die Instinkte,



Figur 55.

Hydrophilus piceus.

Larve.

Männchen.

Weibchen mit Eiersack.

speziell die Legeinstinkte, regelmäßig bei zwei aufeinanderfolgenden Generationen wechseln. Schütz weist darauf hin, daß dies bei einigen Schmetterlingen der Fall ist. Der Schmetterling legt im Frühling seine Eier ganz lose auf Baumblätter, welche den jungen Larven zur Nahrung dienen sollen. Diese spinnen sich ein, verpuppen sich im August, und die aus ihnen ausgekrochenen Schmetterlinge legen ihre Eier im Laufe des Herbstes gleichfalls auf die Baumblätter. Da aber die Blätter jetzt abfallen und die Eier somit auf die Erde fallen und mit ihnen vom Winde verweht würden, so umspinnt das zur Herbst-

generation gehörige Weibchen sowohl das ganze Blatt wie den Blattstiel mit einem so festen Gewebe, daß es auch dem Wüten der Stürme widersteht. Das Eierlegen der Herbstgeneration ist somit von einem Instinkt begleitet, der der Frühlingsgeneration nicht zukommt. Wir haben also hier in bezug auf die Legeinstinkte eine Parallele zu dem früher erwähnten Verhalten gewisser Käfer, bei denen der Schutzinstinkt gegen ungünstige Naturverhältnisse bei verschiedenen Generationen ungleich ausgebildet ist (siehe S. 90).

Ein derartiges regelmäßiges Überspringen eines Gliedes bei der Vererbung des Instinkts ist zweifellos höchst bemerkenswert. Aber der oben erwähnte Fall wird doch in den Schatten gestellt von den wunderbaren Erscheinungen bei Insekten mit wechselnden Generationen, wie Blattläusen und Gallwespen, von denen schon die Rede war (siehe S. 68—73).

Fünfzehntes Kapitel.

Bestimmung des Geschlechts beim Eierlegen.

Im vorhergehenden Kapitel haben wir das Eierlegen als Resultat einer Paarung zwischen den beiden Geschlechtern besprochen. Eine solche ist jedoch für die Fortpflanzung der Art durchaus nicht immer notwendig. In nicht wenigen Fällen kann dies auch geschehen, ohne daß das Ei mit dem männlichen Sperma in Berührung kommt. In einigen Generationen, z. B. der Blattläuse und Gallwespen, finden sich gar keine Männchen, sondern nur eierproduzierende Individuen, welche durch sog. jungfräuliche Fortpflanzung (*Parthenogenesis*) die Art vermehren. In anderen Fällen braucht das Insekt nicht einmal das völlig reife Stadium erreicht zu haben, damit Fortpflanzung stattfinden kann. Dies ist z. B. mit einigen Zweiflüglern der Fall, welche schon als Larven neue Larven erzeugen können (*Paedogenesis*)¹⁾.

¹⁾ Noch bemerkenswertere Verhältnisse zeigen einige kleine Schmarotzerwespen (*Encyrtus*, *Polygnotus*, *Ageniaspis*, *Litomastix*), bei denen ein einziges Ei durch eine unter dem Namen Polyembryonie bekannte eigentümliche Erscheinung Quelle einer großen Menge Individuen sein kann, bei der letztgenannten Gattung bis nahe an Tausend. Alle diese einem Ei entstammenden Individuen sind stets eines Geschlechts — Weibchen, wenn das Ei befruchtet war, Männchen, wenn es unbefruchtet war.

Wenn eine jungfräuliche Fortpflanzung stattfindet, entstehen aus den parthenogenetischen Eiern in einige Fällen sowohl Männchen als Weibchen, in anderen nur Weibchen oder, was häufiger der Fall ist, nur Männchen. Was z. B. die Honigbiene betrifft, so ist es eine schon lange bekannte Tatsache, daß ihre Königin sowohl unbefruchtete Eier legt, aus denen nur Männchen entstehen, als befruchtete, aus denen sich nur Weibchen (Weisel, Arbeiter) entwickeln. Es ist allerdings von einigen Seiten bezweifelt worden, daß dies der Fall sei, aber die Richtigkeit ist in letzter Zeit durch zytologische Untersuchungen zur vollen Evidenz festgestellt und die Ursache, weshalb die befruchteten Eier nur Weibchen produzieren, auf eine, wie es scheint, befriedigende Weise erklärt worden. Ein näheres Eingehen auf diese Auslegungen gehört jedoch nicht in den Rahmen dieser Arbeit; es sei nur erwähnt, daß dieselben Verhältnisse wie bei der Honigbiene sich bei den Stachelwespen sehr verbreitet gezeigt haben und bei ihnen wahrscheinlich allgemeine Gültigkeit besitzen.

Dies ist im Hinblick auf die Legeinstinkte des Weibchens in den vielen Fällen von großem Interesse, wo von diesen Wespen verschiedene Zellen für die Aufnahme von männlichen und weiblichen Eiern verfertigt und mit einer verschiedenen Menge von Nahrung für dieselben versehen werden. Bei vielen Akuleaten ist nämlich das weibliche Geschlecht bedeutend, oft zwei bis dreimal, größer als das männliche. Alle diese Wespen, Raubwespen, Faltenwespen, Bienen bauen bekanntlich für jede Larve eine besondere Larvenwiege oder Zelle, welche sie mit ausreichender Nahrung versehen, gelähmten oder toten Insekten (Raubwespen, Faltenwespen) oder Blütenstaub und Nektar (Bienen und einige Faltenwespen). Die geräumigeren und reicher versehenen Zellen schließen weibliche Larven ein, während die engeren spärlicher verproviantierten männliche beherbergen. Von dieser Regel machen nur die sozialen Honigbienen (*Apis*) insofern eine Ausnahme, als die Zellen, welche die Weibchen mit verkümmerten Geschlechtsorganen (Arbeiterinnen) enthalten, kleiner sind als die für die Männchen (Drohnen) bestimmten. Die für die Geschlechtsweibchen (Weisel) bestimmten Zellen sind jedoch die größten von allen.

Kennt nun das Wespenweibchen, wenn sie die Zelle baut und mit Nahrung versieht, schon das Geschlecht der zukünftigen Larve, oder kann sie es in solchen Fällen, wo das Ei erst nach vollendeter Arbeit gelegt wird, auf irgendeine Weise willkürlich

beeinflussen? Es läge nahe, anzunehmen, daß die gelegten Eier stets geschlechtslos seien und die Bestimmung des Geschlechts ausschließlich von der vorhandenen Nahrungsmenge abhänge. Dies ist aber keineswegs der Fall. Wir brauchen nur die Nahrung in den Zellen, wo sie gering ist, zu vermehren oder in den reicher versehenen zu vermindern. In den ersteren entstehen gleichwohl Männchen, nur größere als gewöhnlich, während die Larven in den letzteren gewöhnlich sterben, oft nachdem sie sich mit einem dünnen Puppenkokon umspinnen haben, ohne aber jemals Männchen entstehen zu lassen. Es hat sich überhaupt als allgemeine Regel im Tierreiche erwiesen, daß es keine Einflüsse gibt, die nach der Befruchtung des Eies bestimmend auf das Geschlecht einwirken (sog. epigame Geschlechtsbestimmung). Die Versuche, nach der Befruchtung des Eies das Geschlecht des Individuums umzustimmen hauptsächlich gerade durch Einflüsse veränderter Nahrungsverhältnisse usw., haben negative Resultate ergeben, denn in den Fällen, wo man glaubte hierin Erfolg gehabt zu haben, haben kritische Kontrollversuche gezeigt, daß man sich geirrt hatte. Was speziell die erwähnten Wespen betrifft, so ist man nunmehr, wie schon erwähnt, völlig im klaren darüber, daß die Eier in den männlichen Zellen unbefruchtet sind, die in den weiblichen befruchtet, und daß ihr Geschlecht gerade durch diese Befruchtung entschieden worden ist.

Es ist eine bekannte Sache, daß die Bienenkönigin jedes Jahr das Eierlegen in den Arbeiterzellen beginnt mit einer langen Serie befruchteter Eier, aus denen sich Arbeiterinnen (Weibchen mit verkümmerten Geschlechtsorganen) entwickeln, und es in den Drohnenzellen mit einer Reihe unbefruchteter Eier abschließt, aus denen Männchen (Drohnen) entstehen. Es scheint auch für die Stachelimmen überhaupt eine ursprüngliche Gewohnheit gewesen zu sein, zuerst befruchtete weibliche Eier zu legen und darauf, wahrscheinlich weil der vom Weibchen bei der Befruchtung aufgenommene und in ihrem Samenbehälter aufbewahrte Spermavorrat zu Ende ist, unbefruchtete männliche. Von einer sehr großen Menge Arten, Raubwespen, solitären Wespen und Bienen weiß man, daß sie typisch ihre Zellen reihenweise geordnet, eine über der anderen, in Röhren banen, die in der Erde, in Holzwerk oder in Pflanzenstengeln ausgehöhlt sind. In diesen Röhren nun findet man die Zellen so angeordnet, daß die zahlreicheren größeren weiblichen Zellen den Bau beginnen, während die oft

wenigen und kleineren männlichen Zellen im oberen Teile der Röhre, in nächster Nähe der Mündung liegen, was von einer gewissen Bedeutung ist, da die Männchen eine kürzere Entwicklungszeit haben als die Weibchen und somit das Nest vor diesen verlassen. In anderen Fällen bauen die Stachelimmen ihre Zellen kuchenförmig nebeneinander. In diesen Kuchen, wie sie z. B. die Maurerbiene (*Chalicodoma*) aufführt, liegen die zuerst gebauten größeren Zellen im Zentrum, die später gebauten kleineren in der Peripherie. In den ersteren werden stets Weibchen entwickelt, in den letzteren Männchen.

Aus dem Obigen könnte man leicht geneigt sein den Schluß zu ziehen, daß die ganze oben beschriebene Erscheinung sich tatsächlich auf ein ganz einfaches Verhältnis reduzieren ließe. Man könnte glauben, der Instinkt der Imme fordere anfangs den Bau größerer Zellen und hierauf den kleinerer. In die ersteren würden Eier niedergelegt, so lange der vom Weibchen im Samenhälter aufbewahrte Spermavorrat reicht. Aus diesen entstanden dann Weibchen. Die hierauf in die kleineren Zellen gelegten Eier verblieben unbefruchtet und somit männliche. Wäre dies der Fall, würden wohl kaum je die Eier so richtig verteilt werden, wie es tatsächlich geschieht, denn der Spermavorrat müßte gerade in dem Augenblicke aufhören, wo mit dem Bau der kleineren Zellen begonnen würde. Es wäre dann noch denkbar, daß der Bau der kleineren Zellen durch die Einwirkung des versiegenden Spermavorrates auf den Instinkt der Wespe veranlaßt würde.

Die Sache ist jedoch bei weitem nicht so einfach, wie es hiernach scheint. Dies wird zuerst durch die Beobachtungen Fabres in betreff zweier Bienenarten, *Chalicodoma muraria* und *Osmia tricornis*, dargetan. Diese beiden Arten ersparen sich oft die Mühe neue Zellen zu bauen, falls sie alte, für ihren Zweck geeignete finden. Eine Maurerbiene (*Chalicodoma*) z. B. annektiert gerne ein vorjähriges Nest derselben Art, in welchem aber bloß ein geringer Teil der alten Zellen, mitunter nur eine männliche und eine weibliche Zelle, gereinigt und zum Eierlegen benutzt werden kann. Ohne Zögern geht die Biene an die Arbeit und legt in jede Zelle ein Ei: in die weibliche Zelle ein weibliches, in die männliche Zelle ein männliches. Sie besitzt somit die Fähigkeit, auf Grund vorliegender Umstände die normale Ordnungsfolge der Legeserie zu unterbrechen und sie auf mehrere

Nester zu verteilen. Dasselbe fand Fabre in bezug auf *Osmia tricornis*. Stehen dieser Biene nur ganz kurze Röhren zur Verfügung, so ist sie genötigt, ihre Eier auf mehrere zu verteilen und legt in jeder derselben am Boden weibliche, an der Mündung männliche Zellen an, wodurch die oben erwähnte Legeordnung vollständig zerstückelt wird. Dasselbe geschieht, wenn die *Osmia*, wie es oft der Fall ist, in leeren Schneckengehäusen baut, wo nur zwei, drei Zellen Platz finden können. Mitunter richtet diese Biene sich im verlassenen Nest einer Maurerbiene Zellen ein. In solchen Fällen tritt die Tätigkeit der Biene, je nach den Umständen die Legeserie zu unterbrechen und sozusagen über das Geschlecht des Eies zu entscheiden, noch klarer hervor, denn sie wandert hier ohne bestimmte Ordnung hin und her, von einer geräumigen weiblichen Zelle im Zentrum zu einer engen männlichen Zelle in der Peripherie und umgekehrt, und richtet die freien Zellen je nach ihrer Größe zu weiblichen oder männlichen Kammern für ihre Nachkommenschaft ein, oder sie teilt eine besonders geräumige Zelle in zwei Kammern, die untere für ein weibliches, die obere für ein männliches Ei. Ferner hat Fabre seine Osmien, indem er sie zum Legen ausschließlich mit Schneckengehäusen mit engen Windungen versah, veranlaßt, gegen ihre Gewohnheit fast ausschließlich männliche Eier zu legen. Dasselbe Resultat erzielte er mit Maurerbienen, indem er ihnen alte Nester gab, in welchen er die weiblichen Zellen ebenso eng gemacht hatte wie die männlichen. Diese Bienen können somit, vom Instinkt geleitet, die typische Legeordnung gänzlich umkehren und mit männlichen Eiern beginnen, und diese können unter gewissen Umständen die weiblichen Eier völlig verdrängen.

Schließlich kann die Hypothese, daß der versiegende Spermavorrat im Samenbewahrer des Wespenweibchens auf ihren Instinkt einwirke und den Bau kleinerer Zellen veranlasse, in solchen Fällen gar nicht zur Anwendung kommen, wo, wie bei einigen Wespen (*Vespa*) und der Honigbiene, die Zellen von einem Teil der Individuen gebaut werden und das Eierlegen von anderen besorgt wird.

Angesichts derartiger Tatsachen kann man nicht wohl zu einem anderen Schlusse gelangen, als daß der Instinkt der Biene im Augenblicke des Eierlegens selbst über das Geschlecht des Eies bestimmen könne, je nachdem die Beschaffenheit der Zelle

und die angehäuften Nahrungsmenge dies voraussetzen. Man hat daher die Hypothese aufgestellt, daß die Biene, wenn sie ein männliches Ei legt, durch bestimmte kleine Muskeln den vom Samenbewahrer in den Eileiter ausmündenden Gang zusammenzieht und verschließt, so daß das Ei in solchen Fällen unbefruchtet passieren kann.

Auch die Königin der Honigbiene legt je nach der Beschaffenheit der Zellen, die sie besucht, ein parthenogenetisches oder ein wahrscheinlich auf obige Weise befruchtetes weibliches Ei. Daß diese Befruchtung von ihrem Instinkt abhängt und nicht auf einem mechanischen Druck auf ihren Hinterkörper beim Einführen desselben in die engeren Arbeiterzellen beruht, wie einige Verfasser angenommen haben, geht daraus hervor, daß die Königin, wenn man ihr eine Wachsscheibe ausschließlich mit großen Drohnenzellen¹⁾ gibt, sich schließlich doch bequemt, Arbeitereier in dieselben niederzulegen. Gibt man dagegen eine Scheibe nur mit kleinen Arbeiterzellen, so werden schließlich in einige derselben auch Drohneneier niedergelegt. Die hier erzeugten Drohnen werden alsdann bedeutend kleiner als die gewöhnlichen.

Die hier angeführten, höchst merkwürdigen Verhältnisse werden jedoch noch verwickelter und rätselhafter, wenn man sich erinnert, daß in anderen Fällen, wie bei den solitären Wespen, das Ei vor Anhäufung des Nahrungsvorrats in die Zelle gelegt wird.

Sechzehntes Kapitel.

Pflege der Eier und Larven.

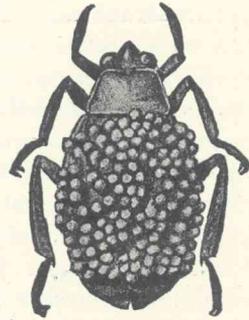
Am Ende des vierzehnten Kapitels erwähnten wir, daß mehrere Insekten während des Legens oder nachher ihre Eier mit einer schützenden Hülle umgeben. Die Fürsorge anderer Arten für ihre Nachkommenschaft erstreckt sich jedoch nicht selten bedeutend weiter, und ihr Mutterinstinkt versieht in vielen Fällen selbst die zukünftige Brut mit Nahrung.

¹⁾ Bei der Honigbiene sind, wie erwähnt, die Drohnenzellen (männliche Zellen) größer als die für die Entwicklung weiblicher Individuen mit verkümmerten Geschlechtsorganen (Arbeiterinnen) bestimmten Zellen.

Den Beginn einer solchen mütterlichen Fürsorge¹⁾ zeigt schon der kleine Wasserkäfer, *Helochares lividus*, der den Eier enthaltenden Sack längere Zeit mit sich schleppt. Desgleichen *Spercheus emarginatus*, der nach Kiesewetter und Cussac diesen durch einige Fäden zwischen den Hinterhüften befestigten und mit den Hinterschenkeln vereinigten Sack mit sich trägt, bis sämtliche Eier ausgebrütet sind.

Die Weibchen mehrerer zur Familie der Wasserwanzen, *Belostomatidae*, gehörenden Gattungen (*Appasus*, *Serphus*, *Zaitha*, *Hydrocyrius* u. a.) kleben ihre Eier auf den Deckflügeln der Männchen fest, wo sie dann sitzen bleiben bis sie ausgebrütet werden (Fig. 56). Miß Slater hat dabei nach Kellogg die Beobachtung gemacht, daß die Männchen sich hierbei stets widerwillig verhalten, aber schließlich von den Weibchen überwunden werden. Der Nutzen dieser eigentümlichen Anordnung ist noch nicht aufgeklärt worden, bezweckt aber wohl in gewissem Grade den Schutz der Eier. Nach Bolivar und Abbé Pierre sind die Eier auf die gleiche Weise bei einer Landwanze aus der Familie der Coreiden befestigt, der sehr eigentümlichen gelappten und dornigen *Phyllomorpha*, und hier dienen nicht nur die nach oben gebogenen Seitenlappen des Körpers, sondern auch die auf ihnen befindlichen aufrechtstehenden Dornen zum Festhalten der Eier. Nach den beiden genannten Verfassern werden dieselben auf diese Weise sowohl von Männchen als Weibchen getragen, und es ist somit anzunehmen, daß an Stellen, wo mehrere Individuen sich aufhalten, eine Art Zusammenleben unter ihnen stattfindet, denn die Weibchen können natürlich die Eier nicht auf ihrem eigenen Rücken befestigen.

Ein weit sicherer Schutz wird, scheint es, dadurch erreicht, daß das Insekt die Eier mit der Unterseite seines Körpers bedeckt und somit gleichsam brütend über der Stelle liegen bleibt,



Figur 56.
Serphus-Männchen, Eier auf dem Rücken tragend.

¹⁾ Kolbe wendet den Ausdruck „parentelle Fürsorge“ an, wir ziehen aber als in den meisten Fällen richtiger und bezeichnender den Ausdruck „mütterliche Fürsorge“ vor.

wo das Ei gelegt wurde. Auf diese Weise verhalten sich die bei uns auf Birken lebenden Arten der zu den Acanthosominen gehörenden Wanzen-gattung *Elasmucha*, deren Weibchen die Larven in ihren ersten Lebenstagen gegen Angriffe anderer Insekten und auch gegen die raubgierigen Männchen ihrer eigenen Art verteidigen sollen. Eine derartige Fürsorge für die Eier und Jungen zeigen nach Montrouzier auch einige ozeanische Scutelleriden. Dodds erzählt, daß das Weibchen von *Tectocoris lineola* in Australien auf diese Weise ihre Eier drei Wochen lang bedeckt, ohne Nahrung zu sich zu nehmen. Auch ein Reduviid, *Endochus cengalensis*, nimmt sich nach der von Kirkaldy zitierten Beobachtung Greens auf diese Weise seiner Nachkommenschaft an. Eine andere im Amazonengebiet vorkommende Art derselben Familie, die zur Gattung *Ghilianella* gehört, trägt nach Pascoe, gleich der Beutelratte, ihre Jungen mit sich, indem sich diese mit ihrem schmalen langen Hinterkörper um den ersten Zwischenkörper der Mutter schlingen und sich so festhalten. Schließlich wird von Kolbe über die eigentümliche, durch ihren breiten, plattgedrückten und an den Seiten gezackten Körper ausgezeichnete, in Brasilien auf Baumrinden lebende Pentatomidengattung *Phloea* mitgeteilt, daß die kleinen Larven derselben unter dem Bauche der Mutter, die Rückenseite gegen die Rinde gekehrt, befestigt sind, und wahrscheinlich von dem Saft genährt werden, den die Mutter mit ihrem langen Saugrüssel aus den Bäumen saugt und dann den Bauch entlang ausrinnen läßt. Ist dies tatsächlich der Fall, so hätte bei dieser Gattung die Fürsorge für die Nachkommenschaft einen Schritt weiter getan, indem die Mutter ihre Brut nicht nur schützt, sondern auch mit Nahrung versieht.

Auch unter den Homopteren finden sich ähnliche Fälle von Fürsorge für die Eier. Durch eine solche zeichnet sich z. B. nach Miß Murtfeldt eine amerikanische Art der Gruppe der Membracinen, *Entylia sinuata*, aus. Die Schildläuse, deren psychisches Leben auf ein Minimum reduziert ist, zeigen die gleiche Fürsorge für ihre Nachkommenschaft. Das Weibchen, welches schließlich zu einem bloßen Legeapparat umgewandelt ist, verbleibt die ganze Zeit auf den Eiern liegend, sie noch nach dem Tode mit ihrem jetzt zu einem runden Schilde verwandelten Körper deckend.

Aber auch in einigen anderen niedrig stehenden Insektenordnungen (*Orthoptera* und *Dermaptera*) können plötzlich, augen-

scheinlich recht hoch ausgebildete mütterliche Instinkte auftreten. Die Maulwurfgrille (*Gryllotalpa*) bewacht ihre Eier und Jungen in einer speziellen unterirdischen Wohnung; hierbei ist jedoch daran zu erinnern, daß derartige unterirdische Höhlen, wenn auch von bedeutend einfacherer Art, zum eigenen Schutz auch von den nahe verwandten Feldgrillen (*Gryllus*) verfertigt werden, und daß auch die Maulwurfgrille selbst ein unterirdisches Leben führt; es ist daher kaum anzunehmen, daß das Nest direkt für die Nachkommenschaft aufgeführt wird. Das Gemach, in welchem die Maulwurfgrille wohnt, ist von labyrinthischen Gängen umgeben, und hier bewacht sie ihre Eier und jungen Larven, greift die Feinde an, die sich ins Nest wagen, und tötet sie. Goedart erzählt, daß bei warmer, trockener Witterung das Nest in der Nähe der Erdoberfläche aufgeführt wird, so daß die jungen Larven Nutzen von der Sonnenwärme ziehen, daß es aber bei kalter und feuchter Witterung tiefer unter die Erde gegraben wird.

Proben einer mütterlichen Fürsorge für die Eier fehlen, wie erwähnt, auch unter den Ohrwürmern (*Dermaptera*) nicht. Sharp hat einen Ohrwurm, *Labidura riparia*, seine Eier an für ihre Entwicklung geeignete Plätze versetzen sehen. Der gewöhnliche Ohrwurm (*Forficula auricularia*) bewacht nach Rühl gleichfalls sorgfältig seine Jungen, indem er sie beständig umkreist und daran hindert, sich zu trennen.

Auch in einigen Insektenordnungen mit vollständiger Verwandlung kennt man Fälle einer ähnlichen Fürsorge, die sich namentlich auf das Bedecken und Schützen der Jungen durch den mütterlichen Körper bezieht. So erzählt Ohaus, daß gewisse Schildkäfer, *Cassididae*, in Südamerika ihre Larven mit ihrem schildförmigen Körper bedecken. Die Larven der *Omo-plata*-Arten verlassen zur Nacht diesen Schutz und zerstreuen sich auf die nahegelegenen Blätter, kehren aber bei Tagesanbruch zur Mutter zurück. Schließlich berichtet Lewis über eine in Tasmanien lebende Pflanzenwespe, *Perga lewisi*, daß sie etwa 80 Eier in das Innere von Eucalyptusblättern legt und dann wartet, bis die Jungen ausgekrochen sind. Jetzt folgt das Wespenweibchen den Larven und setzt sich mit ausgebreiteten Beinen über dieselben, sie auf diese Weise gegen Sonnenhitze und Parasiten schützend, und läßt sich aus dieser Stellung nicht vertreiben.

Siebzehntes Kapitel.

Vorsorge für die Nahrung der Larven.

Der Instinkt, die Eier schützend mit dem Körper zu bedecken, ist tatsächlich wenig kompliziert, und die Ausdehnung dieses Schutzes auch auf die dem Ei entkrochenen jungen Larven liegt nahe. Die Pflanzenwespen sowohl als die Schildkäfer bilden auch niedrig stehende Gruppen in ihren Ordnungen, und auch die erwähnten Hydrophiliden unter den Käfern nehmen keinen hohen Platz im Systeme ein. Bedeutend verwickelter sind die Instinkte, welche sich in spezieller Vorbereitung von Nahrung für die Larven oder in der Verfertigung besonderer Wohnungen zum Schutz derselben äußern.

Daß das Insekt aber auch hierbei rein instinktiv handelt, ohne eine Spur von Überlegung und Nachdenken, wird durch folgende Fälle deutlich gezeigt.

Die Larve eines Nachtfalters, *Pronuba yuccasella*, lebt von den jungen Samenanlagen im Fruchtknoten der Yuccablüte. Damit diese aber den gehörigen Nahrungswert erhalten sollen, muß erst der Stempel befruchtet werden. Diese Befruchtung wird nun vom Weibchen des Yuccafalters bewerkstelligt. Sie besucht zuerst eine Blüte, bürstet den Pollenstaub von den Staubbeuteln und knetet ihn zu einem runden Ball ein. Diesen mit ihren stark vergrößerten Palpen unter dem Kopfe festhaltend fliegt sie zu einer anderen Yuccablüte, schneidet mit ihrer scharfen Legescheide eine Rinne in den Fruchtknoten des Stempels und legt eine Anzahl Eier unter die Samenzellen. Hierauf eilt sie am Griffel zur Narbe des Stempels hinauf und legt hier den mitgebrachten Pollenball nieder. Hierdurch ist die Befruchtung eingeleitet und die Entwicklung der Samen ermöglicht, denn die Befruchtung geschieht hier ausschließlich auf die beschriebene Weise. Ohne den Beistand dieses Schmetterlings würde die Blume untergehen; für seine Hilfe aber muß sie ihm einen Teil ihrer Samenkörner opfern, die jedenfalls einige Hundert an Zahl betragen; es wird nämlich berechnet, daß die Larven höchstens die halbe Anzahl verzehren.

Mehr als eines der früheren Beispiele von Fürsorge der Insekten für ihre Nachkommenschaft erweist wohl dieses, wie instinktiv diese Handlungen sind. Es ist schwer zu verstehen,

wie dieser merkwürdige Instinkt zuerst entstanden ist, denn es ist absolut undenkbar, daß das Schmetterlingsweibchen eine Ahnung von der Bedeutung der Arbeit hätte, welche sie bei der Befruchtung der Blüten ausführt. Sie tut es ein einziges Mal in ihrem Leben, und doch vererbt sich die Handlung regelmäßig auf die Nachkommenschaft, die nie Zeuge derselben gewesen ist.

Ein das Eierlegen begleitender, recht bemerkenswerter Instinkt, der den Schutz sowohl der Eier als der zukünftigen Brut bezweckt, äußert sich in der für einige Insekten so charakteristischen Bildung von Gallen. Wenn das Insekt hierbei nicht eine Auswahl unter den angestochenen Stellen trafe, könnte man sich geneigt fühlen, seinen Mutterinstinkt in diesem Falle auf eine reine Reflexbewegung zu reduzieren. Infolge des Insektenstichs und vielleicht auch einer dabei ergossenen Flüssigkeit verändern sich die Gewebe im angestochenen Teile der Pflanze und bilden eine für verschiedene Arten ungleich geformte Hülle um das gleichzeitig mit dem Stiche niedergelegte Ei. Die Zahl der Insekten, welche derartige Gallen hervorrufen, ist nicht gering. Zwei große Familien, die Gallmücken (*Cecidomyiidae*) und die Gallwespen (*Cynipidae*), haben davon ihren Namen erhalten. Aber auch andere Fliegen und Wespen erzeugen Gallen, unter den letzteren speziell mehrere Pflanzenwespen (*Tenthredinidae*), desgleichen viele Arten von Blattläusen, besonders aus der Familie *Pemphigidae*, und Blattflöhe (*Psyllidae*) sowie einige Käfer, zumeist aus der Familie der Rüsselkäfer und Hautflügler (hauptsächlich *Tingitidae*). Auch unter den Schmetterlingen finden sich Arten, deren Larven gallenartige Gebilde hervorrufen, so z. B. die auf Kiefern in einer aus Harz gebildeten Hülle von der Größe einer Lambert-Nuß lebende zweijährige Larve des Kieferngallenwicklers *Retina resinella*. Gallen können an allen Pflanzenteilen vorkommen, von der Wurzel bis hinauf zum Wipfel, von der Rinde und den Blättern bis zur Blüte und der Frucht, und zeigen in Größe, Form und Farbe eine alle Erwartungen übertreffende Mannigfaltigkeit. Finden sich beispielsweise an einem Blatte Gallen sehr verschiedener Art, so beweist dies, wie schon angedeutet wurde, daß die eigentümliche Umbildung der Pflanzengewebe nicht bloß darauf beruht, daß das Blatt beim Eierlegen verwundet wird und das darin niedergelegte Ei einen Reiz ausübt,

sondern auch, daß dieser verschiedener Art ist, je nach der Art des Insekts, welches das Ei niedergelegt hat, so daß es bald kugelfunde, bald kegelförmige, beutelartige, hornähnliche, glatte, haarige oder dornige Gallen erzeugt. Typisch wählt jede Insektenart für ihre Gallen einen bestimmten Teil einer bestimmten Pflanze, doch fehlen auch nicht Ausnahmen von dieser Regel. So findet man die runden Gallen des *Spathogaster baccarum* sowohl auf den Blättern der Eiche als auf ihren Blütenkätzchen.

Die Gallen fahren dann fort zu wachsen, solange die in ihnen lebende Larve an ihrem inneren Gewebe nagt und so den Reiz unterhält, sie welken und schrumpfen aber, wenn dies aufgehört hat. Die Larven verpuppen sich nun in den Gallen, deren Wände schließlich brechen, so daß das völlig ausgebildete Insekt ins Freie gelangt, oder auch öffnet dieses selbst mit seinen Kiefern die Schale von innen, wie es bei den Gallwespen geschieht. Gewöhnlich enthalten diese Gallen nur eine einzige Larve, in anderen Fällen wohl auch mehrere, wo dann aber meistens jede Larve in einer besonderen Kammer eingeschlossen ist¹⁾.

Die Instinkte, welche das Insekt bei der Anlage der Gallen leiten, sind übrigens nicht selten recht kompliziert und spezialisiert. Um nur einen Fall zu nennen, so sticht die kleine Gallwespe, *Rhodites rosae*, ausschließlich wilde *Rosa*-Arten an, aber nie Gartenrosen. Hier sucht das Weibchen nur Blattknospen auf, setzt sich stets mit nach unten gekehrtem Kopf auf dieselbe und muß, um ihr Ziel zu erreichen, ihre Legeröhre so tief in die Knospe hineinbohren, daß sie den Kern selbst trifft.

In diesen Fällen ist der Mutterinstinkt nur im Augenblicke des Eierlegens tätig, wengleich er zum Besten der Nachkommenschaft weitgehende Folgen hat. In vielen Fällen aber nimmt die Bereitung der Wohnung oder der Nahrung für die Brut geraume Zeit in Anspruch, und während derselben ist der mütterliche Instinkt in beständiger Tätigkeit. Ausnahmsweise beteiligt sich auch das Männchen an dieser Arbeit.

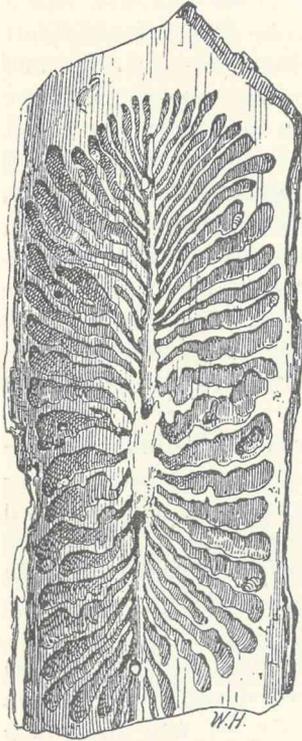
¹⁾ Die Gallen der zur Familie *Pemphigidae* gehörenden Blattläuse schließen anfangs ein einziges Ei ein, aus welchem sich stets ein flügelloses Weibchen entwickelt. Dieses verbringt sein ganzes Leben in der Galle und erzeugt dort auf geschlechtslosem Wege eine zahlreiche geflügelte Nachkommenschaft, welche, wenn sie ausgewachsen ist, ins Freie hinausfliegt.

Derartige Instinkte finden sich nur unter Insekten, welche zu Familien gehören, die in systematischer Hinsicht eine höhere Rangstufe einnehmen. So z. B. bei den auf der obersten Stufe des Systems stehenden Käferfamilien *Ipidae* (*Tomocidae*), *Curculionidae*, *Scarabaeidae* und *Passalidae*, sowie bei den Akuleaten. Bei den am höchsten entwickelten Arten dieser letzteren haben die Instinkte, welche die Fürsorge für die Nachkommenschaft regeln, schließlich zur Bildung von Insektengemeinschaften und zur Differenzierung der Instinkte selbst geführt, so daß die Pflege der Brut diesem Zweck speziell angepaßten Individuen anvertraut ist, Weibchen, welche von der Pflicht der Mutterschaft, die Art zu vermehren, befreit sind, dafür aber die Aufgabe für Pflege, Nahrung und Wachstum der Jungen zu sorgen als ihr Teil erhalten haben. Eine solche Differenzierung hat schließlich auch in einer Ordnung stattgefunden, der der Termiten, welche allerdings ihre nächsten Verwandten in niedrigstehenden Gruppen besitzt, gleichwohl aber als ein durch seine psychischen Eigenschaften hoch in die Höhe schießender Zweig dieses primitiven Stammes betrachtet werden muß.

In diesem Kapitel besprechen wir noch die Instinkte mütterlicher Fürsorge, welche sich in der Ordnung der Käfer offenbaren, um dann in den folgenden Kapiteln auf die solitären Wespen überzugehen und bei ihnen die stufenweise fortschreitende Entwicklung dieser Instinkte zu verfolgen, und endlich in einer anderen Arbeit die Darstellung des gesellschaftlichen Lebens der sozialen Insekten zu geben.

Unter den Käfern, welche derartige Instinkte zeigen, nannten wir oben die Familie *Ipidae*. Die Larven dieser Käfer graben sich Gänge in Baumrinden und Holz. Wurden nun die Gänge im Zickzack gegraben, so mußten sich natürlich die verschiedenen Larven häufig begegnen und durch Eingriffe in ihr gegenseitiges Nahrungsgebiet einander verhindern, sich ausreichende Nahrung zu schaffen. Betrachten wir jedoch die unzähligen, verschiedenartigen Larvengänge der Ipiden, so werden wir allerdings viele recht unregelmäßig aussehend finden, aber auch viele, welche in ganz regelmäßigen Abständen zu beiden Seiten von einem gemeinsamen Hauptgange ausgehen (Fig. 57). Derartige Gänge charakterisieren z. B. die Larven von *Hylesinus fraxini* und *minor*, *Eccoptogaster multistriatus* und *destructor*, während hingegen nahestehende Arten, wie *Hylesinus piniperda* und *micans* große

unregelmäßige Flächen ausnagen. Bei den ersteren hat sich beim Weibchen der vorteilhafte Instinkt ausgebildet, zuerst einen längeren Gang zu graben, den sogenannten Muttergang¹⁾, und hier in regelmäßigen Abständen die Eier so niederzulegen, daß der Kopf der jungen Larve beim Auskriechen aus dem Ei



Figur 57.

Von *Ips typographus* verfertigte Rindengänge.

winkelrecht zum Muttergange steht; hierdurch nehmen alle von den Larven ausgeführten Tochtergänge auch diese Richtung ein, da die Tiere, anfangs wenigstens, sich geradeaus bewegen und so im allgemeinen daran verhindert werden miteinander zusammenzutreffen. In einiger Entfernung vom Ausgangspunkte, wo mehr Raum vorhanden ist, beginnen sich gleichwohl auch die Gänge dieser Larven zu schlängeln, wie bei mehreren nahestehenden Arten. Der merkwürdige Instinkt des Muttertieres hat jedoch viele der kleinen Larven vor dem Hungertode bewahrt, indem er einem zu frühen Zusammentreffen mit den Geschwistern im großen Kampfe ums Dasein vorbeugte. Das Aussehen der Gänge wechselt übrigens bedeutend, je nach den verschiedenen Arten. Bald ist der Muttergang einfach oder gabelförmig verzweigt, bald finden sich sternförmig angeordnete Muttergänge. Bemerkenswert ist jedoch, daß nicht alle Weibchen sogar derselben Art gleich regelmäßige Gänge machen, wie auch, daß sehr nahestehende Arten, wie *Hylesinus piniperda* und *minor* sehr verschiedenartige Arbeit verrichten, während sich dagegen in Gängen weit getrennter Arten, wie *Hylesinus*

¹⁾ Dieser Gang wird nicht selten von beiden Geschlechtern, einem Männchen und einem Weibchen, gemeinsam verfertigt. *Crypturgus cinereus* legt nach Kleine selbst keine Muttergänge an, sondern annektiert zu diesem Zweck die anderer Borkenkäfer.

fracini und *Ips curvidens* derselbe Typus wiederfindet. Schließlich sei erwähnt, daß die Arten mehrerer Gattungen nicht verabsäumen, ihre Gänge in gewissen Abständen mit speziellen Ventilationsöffnungen zu versehen.

Die Wände in den oben beschriebenen Gängen werden bei zahlreichen Arten, wie schon früher beschrieben worden ist (S. 19), von eigentümlich beschaffenen Pilzvegetationen bekleidet, welche sowohl den Käfern als ihren Larven zur Nahrung dienen. Derartige Pilzbildungen finden sich, wie schon erwähnt, auch bei der naheverwandten Familie *Platypodidae*¹⁾. Das Weibchen einer von diesen, *Spathidicerus thomsoni*, ist durch den eigentümlichen Bau der Mandibeln daran verhindert, an der Minierungsarbeit teilzunehmen, welche daher hier vom Männchen allein ausgeführt werden dürfte, während das Weibchen, wie Strohmeier meint, die Sorge für die Nachkommenschaft und die Ausbreitung der Pilzsporen in den Gängen zur Aufgabe hat.

Auch in der Familie der durch ihre langen Antennen gekennzeichneten Bockkäfer finden sich Arten, die eine besondere Fürsorge für ihre Larven zeigen, indem sie auf geeignete Art Nahrung für sie vorbereiten. Bekanntlich greifen die meisten unter Rinden lebenden Käferlarven nur tote Stämme an. *Saperda populnea* legt jedoch ihre Eier stets auf völlig gesunde Stämme, aber der Instinkt des Käfers lehrt ihn das zunächst liegende Material so zu präparieren, daß die Larve vertrocknetes Bastgewebe zur Nahrung erhält. Zu diesem Zweck nagt er nach Boas eine ziemlich tiefe, hufeisenförmige Rinne, gewöhnlich mit nach oben gerichteter Öffnung, in die Rinde, und in die von der Rinne umschlossene Rindenhalbinsel werden hierauf zahlreiche flache Querschnitte genagt, worauf ein Ei in der Mitte der Rinne in einem Loch versenkt wird, das bis an das Holz heranreicht. Die junge Larve lebt jetzt anfangs unter der erwähnten Halbinsel, wo das Gewebe infolge der geschilderten Bearbeitung einen pathologischen Neubildungsprozeß durchgemacht hat. Erst später dringt sie tiefer in den Stamm ein.

¹⁾ Strohmeier meint jedoch, daß der Pilzüberzug in den Gängen für die Ernährung der *Platypus*-Larven nicht absolut notwendig sei, er habe diese im Gegenteil am zahlreichsten in eben angelegten Gängen angetroffen, wo dieser noch fehlte.

Die Larven der in Südamerika lebenden, zur selben Familie gehörenden Säger, *Oncideres*, nähren sich gleichfalls von trockenem Holz. Dieses erhalten sie dadurch, daß der Käfer mit seinen kräftigen Kiefern einen Ast oder Zweig eines wachsenden Baumes derart absägt, daß er rund um denselben durch Rinde und Holz eine so tiefe Furche macht, daß der Zweig schließlich abfällt. Ohaus hat beobachtet, daß *O. dejeani* Zweige bis von 12 cm Dicke abgesägt hat. Der Käfer sitzt stets auf dem abgesägten Teile und legt auf diesen seine Eier.

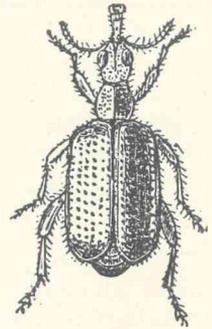
Eine kleine Art derselben Gattung, *Oncideres impluviatus* (Fig. 58), hat man einen 2 cm dicken *Melastoma*-Stamm ein kleines Stück über der Erde absägen sehen. Dabei arbeiteten



Figur 58.
Männchen und Weibchen von *Oncideres impluviatus* einen *Melastoma*-Stamm absägend.

das Männchen und Weibchen gemeinsam an der Verfertigung der Furche, indem sie von Stelle zu Stelle rückten und dabei stets die Rinne vertieften, bis der Stamm abfiel, worauf das Weibchen ihre Eier in das Mark des abgesägten Endes legte.

Auch in Südeuropa findet sich ein kleiner, zur Familie der Rindenkäfer gehöriger Käfer, *Phloeotribus scarabaeoides*, der nach Seabra kleine Zweige des Olivenbaumes abschneidet, um seine Eier darauf zu legen.

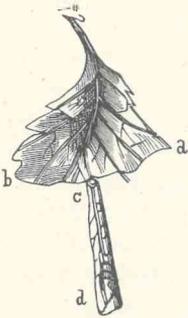


Figur 59.
Der Trichterwickler *Rhynchites betulae*.
(Vergrößert.)

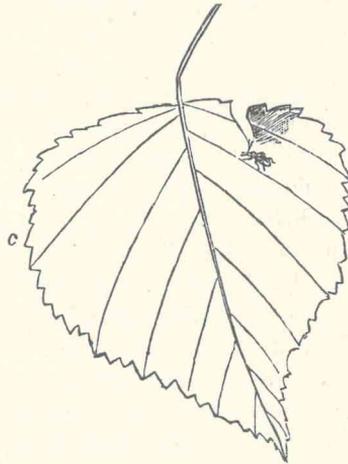
Auch mehrere Rüsselkäfer sorgen auf die eine oder andere Art für die Veränderung der Gewebe in den Pflanzenteilen, wo sie ihre Eier legen. Besonders interessant ist die Gattung *Rhynchites* (Fig. 59), und Wasmann hat gezeigt, wie ungleich der Bau der Mundteile und Beine der verschiedenen Arten ist, und wie er bis in die kleinsten Einzelheiten den verschiedenen Aufgaben angepaßt ist, für die er geschaffen wurde. Eine Art, *Rh. conicus*, bohrt Löcher in junge Schüsse von Fruchtbäumen und versieht jedes derselben mit einem Ei. Unter der Stelle, wo das Loch angebracht ist, nagt das Mutterinsekt eine so starke Furche, daß der Schuß früher oder später abbricht. Andere Arten, *Rh. cupreus*, *bacchus* und *auratus*, legen ihre Eier in junge Früchte, Pflaumen, Äpfel und Schlehenbeeren, deren Ab-

fallen sie dadurch sichern, daß sie den Stiel der Frucht durchstechen¹⁾).

Die Larven anderer Arten leben nur von welkem Laub, und das Mutterinsekt sorgt auch hier für die Bedürfnisse der Nachkommenschaft. *Rh. alliariae* bohrt ein Loch an der Basis des Mittelnerven eines Eichenblattes, worin ein Ei niedergelegt wird. Wegen mangelhafter Ernährung welkt das Blatt, fällt ab und bildet erst jetzt die geeignete Nahrung für die Larve. *Rh. betuleti* rollt einige Blätter, gewöhnlich Espen-, mitunter aber auch Apfelblätter, zigarrenförmig zusammen, nachdem er zuerst die jungen Jahreschüsse angestochen hat, so



Figur 60.
Blattrolle des Birkenstechers.



Figur 61.
Birkenstecher, das stehende S ausschneidend.

daß auch hier das Welken und Abfallen des Blattes rasch erfolgt. Der auf Espen lebende *Rh. populi* verfertigt seine Rolle aus einem einzigen Blatte. Desgleichen der durch seine Kunstfertigkeit berühmte *Rh. betulae*, der die Spitzenhälfte eines Blattes nach allen Regeln der Kunst ausschneidet und sie zu einem Trichter zusammenrollt, dessen Spitze am Mittelnerv des Blattes festhängt (Fig. 60).

Aus Wasmanns ausführlichen Schilderungen der Lebensweise dieser Rüsselkäfer und ihrer nächsten Verwandten geben

¹⁾ Auch ein kleiner Rüsselkäfer einer anderen Gattung, *Anthonomus rubi*, der seine Eier auf Knospen von Himbeerblüten legt, bereitet auf ähnliche Weise die Nahrung für die Larve vor und durchnagt den Blütenstengel, so daß die Knospe sich nicht weiter entwickelt, sondern geschlossen bleibt.

wir kurz eine Schilderung der Art und Weise, wie er an der Verfertigung des Trichters arbeitet. Schon im Frühling findet man das Weibchen an der unteren Seite eines Birkenblattes sitzen. Zur Anfertigung der trichterförmigen Wiege für ihre Larve beginnt sie damit, vom oberen Seitenrande des Blattes ausgehend, mittels ihrer an der Spitze eines kurzen Rüssels sitzenden Kiefer die hierhergehörige (rechte) Blatthälfte in Form eines stehenden lateinischen **S** auszuschneiden (Fig. 61). Am Mittelnerv verweilt sie einen Augenblick, macht eine Rinne in denselben, um den Saftzufluß herabzusetzen, geht dann auf die entgegengesetzte (linke) Seite über und setzt dort den Schnitt in Form eines mehr liegenden langgestreckten **∞** bis zum linken Blattrande fort. Das Blatt ist somit in zwei Abschnitte geteilt, einen oberen kürzeren und einen unteren längeren, welche jetzt nur durch den eingeschnittenen Mittelnerven miteinander zusammenhängen. Hierauf läßt der Käfer seinen Rüssel noch ein oder mehrere Male die ganze Schnittlinie passieren, um alle Seitennerven des Blattes vollständig zu durchschneiden. Jetzt beginnt der technische Mechanismus des Wickelns an derselben Stelle, wo die mathematische Konstruktion begonnen hatte. Mit den Klauenhaken seiner Füße zieht der Käfer die glatte Blattfläche an sich. Erst umfaßt er mit den Beinen der linken Seite den schmal ausgezogenen Blattstreifen an der Spitze und rollt, während er im Bogen seitwärts und nach unten geht, mit Hilfe der Beine der rechten Seite in einigen Minuten das ganze untere Blattsegment in Form eines losen Trichters zusammen, wobei meistens die Innenseite des Blattes nach innen gerollt wird. Die Spitze des Trichters liegt somit oben, die Mündung unten, rund um eine ideale Achse, die durch den Mittelnerv gebildet wird. Nach einer kurzen Pause begibt sich das Insekt in die Rolle hinein, setzt sich an die Mündung derselben, stützt sich mit den Beinen der einen Seite gegen den unaufgerollten Teil des Blattes und zieht mit den Beinen der anderen Seite die Rolle noch fester zusammen. Einige Minuten später kommt es wieder heraus und wickelt jetzt, indem es sich diesmal auf die Beine der rechten Seite stützt, mit Anwendung der der entgegengesetzten Seite den linken Rand des Blattes in umgekehrter Richtung um die bisher verfertigte Rolle. Nachdem die Rolle auf diese Weise vollendet ist, begibt sich der Käfer wieder in dieselbe hinein, legt zwischen der Oberhaut und dem Blattmark

2—4 kleine Höhlungen an und legt in jede derselben ein Ei. Hierauf wird der Trichter vom herauskommenden Käfer mittels zweckentsprechender Manipulationen mit den Beinen noch fester zugezogen. Erst nach einigen weiteren kunstvollen Griffen, durch welche das bisher offene Ende des Trichters geschlossen wird, hat das Werk seine Vollendung erreicht.

Der Trichterwickler ist jedoch in der Wahl seines Rollenmaterials nicht auf die Birke beschränkt, sondern wendet mitunter auch Erlen- und Haselblätter an. Er zeigt dabei in seiner Arbeit zweckmäßige Anpassungen an die Verhältnisse, die das verschiedene Material er bietet. Übrigens bemerkt Wasmann, daß verschiedene Individuen verschiedene Geschicklichkeit bei ihrer Arbeit zeigen und führt als allgemeine Regel den bemerkenswerten Umstand an, daß die zuerst gewickelten Rollen in jeder Hinsicht vollkommener sind als die, welche gegen Ende der Legeperiode gefertigt werden, ein Umstand, der darauf hindeutet, daß der Instinkt wesentlich von rein physischen Verhältnissen abhängig ist.

Die Serie mehr oder weniger verschiedener, auf die Fürsorge für die Nachkommenschaft sich beziehender Instinkte, denen wir oben bei Arten der Gattung *Rhynchites* begegneten, ist von Interesse, weil wir dabei eine deutliche Steigerung der mit dieser Fürsorge verbundenen Kunstfertigkeit verfolgen können, die bei der zuletzt geschilderten Art ihren Gipfel erreicht hat. Daß ein solcher Kunsttrieb der ganzen Gruppe der Rüsselkäfer, die aus *Rhynchites* und seinen Stammverwandten besteht, sozusagen im Blute liegt, wird dadurch bewiesen, daß merkwürdig gebildete, aus einem Blatt ausgeschnittene Rollen, die in ihrer Form zunächst an Geldrollen erinnern, auch von Arten angefertigt werden, welche den Gattungen *Apoderus* und *Attelabus* angehören.

Koch hat die Art und Weise beschrieben, auf welche das Weibchen von *Attelabus curculionoides* das Eichenblatt zusammenrollt, in welches sie ihr Ei legt. „Etwa $\frac{3}{4}$ vom Anfang des Blattes“ sagt er, begann das Tier an der Kante zu nagen. Es hatte den Kopf dem Blattstengel zugewandt. Die Beine waren ausgespreizt und fest gegen die Blattscheibe gedrückt, mit Ausnahme des Vorderbeines, das gegen den Blattrand gerichtet war. Dieses ragte anfangs über den Rand hinaus, wurde aber, je nachdem die Arbeit fortschritt, durch die schmale Rinne

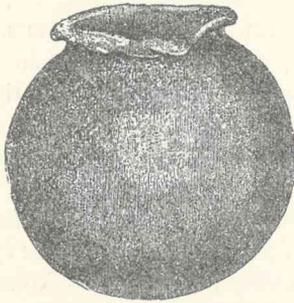
gezogen, welche das Tier mit seinen Kiefern senkrecht gegen den Stiel des Blattes ausschnitt. Das Bein schien hierbei als Keil benutzt zu werden, um die Rinne offen zu halten und dadurch die Arbeit zu erleichtern. Als diese Rinne den mittleren Blattnerven erreicht hatte, blieb die Arbeit stehen, begann am anderen Rande des Blattes von neuem und wurde ganz auf dieselbe Weise bis zum Mittelnerven fortgesetzt. Der Käfer setzte jetzt beide Vorderbeine in die ausgeschnittene Rinne, eines zu jeder Seite des Blattnerven, und nagte an diesem weiter, bis das Blatt durch sein eigenes Gewicht brach und senkrecht herabhing. Jetzt kroch das Insekt auf die obere Seite des Blattes hinunter, indem es den Rand desselben in einer Entfernung von zwei Linien verfolgte und gleichzeitig mit seinen Kiefern eine feine Rinne in die Oberhaut nagte. Nachdem es so eine Runde um das Blatt gemacht hatte, begann es dasselbe Manöver von vorne, diesmal in einer Entfernung von etwa vier Linien vom Rande. Auf diese Weise wurde noch eine dritte etwas weitere Runde gemacht, worauf das Insekt mit seinen Kiefern dem Mittelnerven folgte. Dann kroch es auf die Rückseite des Blattes hinüber. Nachdem es diese auf ähnliche Weise behandelt und speziell den Mittelnerv mit besonderem Nachdruck durchnagt hatte, begann das Aufrollen, wobei der Käfer am Mittelnerv hinaufkroch und mit den Beinen die Ränder einander näher zu bringen suchte, während er gleichzeitig hier und da in das Blatt, besonders in den Mittelnerv desselben, hineinbiß. An der Spitze, wo das Blatt am weichsten war, schien es zu glücken, höher hinauf aber zeigte sich das Blatt widerstrebend, und der Mittelnerv mußte von neuem bearbeitet werden. Nach erneuten Versuchen, das Blatt zusammenzubiegen, schien der Käfer zum Resultat zu kommen, daß es noch nicht genügend durchnagt wäre, um sich biegen zu lassen. Er begann daher von neuem, indem er wieder anfang, die Oberhaut zu durchnagen.“ Der Verfasser war jetzt genötigt, den Schauplatz der kleinen Arbeit zu verlassen; als er nach $1\frac{1}{2}$ Stunden zurückkehrte, war dieselbe vollendet. Das bearbeitete Blatt war zuerst längs dem Mittelnerven zusammengebogen, hierauf war es der Länge nach von der Spitze bis zur durchschnittenen Stelle zusammengerollt. Im Innern der Rolle lag das Ei des Käfers. Beim Aufrollen zeigte sich, daß fast die ganze Oberfläche des Blattes von den Kiefern des Insekts bearbeitet war, welche an

den meisten Stellen nur die Oberhaut durchnagt, aber hier und da auch kleine Reihen von Löchern durch das Blatt hindurch gemacht hatten. Besonders gründlich waren alle größeren Blattnerven bearbeitet; alles natürlich, um das Zusammenrollen des Blattes möglichst zu erleichtern. Den Zusammenrollungsprozeß selbst hat Koch leider nicht beobachtet, aber das Zusammenrollen des auf die oben geschilderte Weise gut präparierten Blattes muß für einen Käfer mit so starken und langen Beinen wie denen des *Attelabus* eine Leichtigkeit sein. Besondere Aufmerksamkeit verdient in der angeführten Beobachtung der Umstand, daß das Insekt offenbar das Ergebnis seiner Arbeit prüfte und dieselbe von neuem aufnahm, als sie nicht zum Ziele führte.

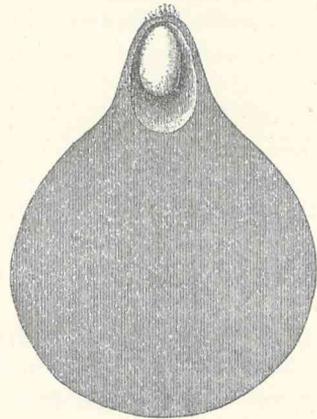
Die Entwicklung der Fürsorge für die Nachkommenschaft hat, wie aus dem Obigen ersichtlich, von einem einfachen Vorbereiten der für die Larve geeigneten Nahrung zur Anfertigung künstlicher Behausungen geführt, welche sowohl der Larve als auch häufig der im Nest verbleibenden Puppe einen wertvollen Schutz verleihen.

Zeigen diese Wickelkäfer eine überraschende Kunstfertigkeit, so verdienen die wunderbaren Entdeckungen Fabres in bezug auf die Fürsorge einiger Mistkäfer für ihre Nachkommenschaft nicht weniger Aufmerksamkeit. Wir haben früher (S. 62) erwähnt, wie der in Südeuropa und Nordafrika lebende *Scarabaeus sacer* sein Futter vor unwillkommenen Mitkonsumenten verbirgt, indem er es in Form eines Balles in die unterirdische Höhle hineinrollt, die er bewohnt. Wenn das Weibchen seine Eier legen soll, deren es nur einige wenige gibt, so gräbt sie für jedes derselben einen unterirdischen Schacht von etwa 1 Decimeter Tiefe, auf welchen ein horizontaler gerader oder gebogener Gang folgt, der in einem großen Saale endigt. Darauf formt sie sich draußen auf dem Felde einen Düngerball, ähnlich dem schon beschriebenen, aber diesmal nicht aus dem lockeren und faserigen Pferde- oder Kuhdung, sondern aus fettem, öligem, homogenem Schafsmist, der bedeutend reicher an Nährstoffen ist und sich leichter plastisch umformen läßt. Am oberen Pole dieser Kugel macht das Weibchen jetzt eine kraterförmige Vertiefung, deren Mündung von nach außen gebogenen Rändern umgeben ist (Fig. 62). In diese Vertiefung legt sie nun ihr Ei. Der Krater wird verlängert, die Ränder einander genähert, aus-

gezogen und wieder geschlossen, und der frühere Ball hat jetzt die Form einer Birne erhalten (Fig. 63). Das Ei ruht in einer länglichen, auf der Innenseite glatt polierten Zelle, der Eikammer, deren Verfertigung man noch nicht hat beobachten können. Während die Wände der Birne überall sonst kompakt sind und eine erhärtete, glatte Rindenschicht um den weichen Inhalt bilden, besteht die Spitze aus faserigem, lockerem Dünger, durch welchen die Luft leichter Zutritt zum Ei erhält. Es ist nicht schwer, die Bedeutung der Form zu verstehen, die die derart modellierte Nahrungsmasse erhalten hat. Trocknet und er-



Figur 62.
Düngerball, verfertigt von
Scarabaeus sacer.

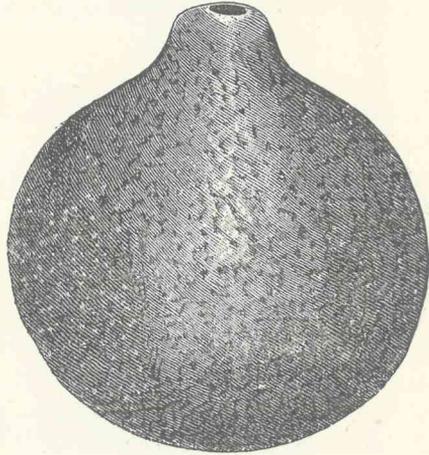


Figur 63.
Durchschnitt des Düngerballs, die
Eikammer zeigend.

härtet diese ganze Masse, so stirbt die darin eingeschlossene Larve. Aber der Käfer handelt, als ob er wüßte, daß die Ausdünstung proportional ist der Ausdehnung der ausdünstenden Fläche. Die Masse muß daher die kleinstmögliche Oberfläche zum größtmöglichen Inhalt erhalten, wozu sich einzig die Kugelform eignet. Außerdem wird noch die Oberflächenschicht kompakter gemacht, um auch so das Innere am Trocknen zu hindern. Würde das Ei in die Mitte dieser Masse gelegt, so würde der Luftzutritt fehlen, der für die Entwicklung desselben notwendig ist, und es vielleicht auch nicht genügend Wärme erhalten. Daher wird es in eine Zelle in einer dünnwandigen Verlängerung eines der Pole der Sphäre niedergelegt. Unbehindert erfährt es hier den Einfluß von Luft und Wärme, speziell dank dem erwähnten Spitzenzapfen, während der Stoff, der zur Nahrung der ausgekrochenen Larve bestimmt ist, in der darunterliegenden

Sphäre zusammengeballt, sich infolge der Absperrung der Luft frisch und gesund erhält.

In den Pampas von Südamerika kommen Mistkäfer (*Bolbitis onitoides*) vor, deren Legetätigkeit an die eben angeführte erinnert. Diese umgeben jedoch die Birne mit einer dicken Wand aus Lehm, der vom Boden des Larvensaales aufgesammelt ist, nehmen sich aber genau in acht, die Pole über der Eikammer nicht auch zuzumauern, diese besteht auch hier aus stark faserigem Dünger, der der Luft bequemen Zutritt zur Eikammer gestattet. Eine andere südamerikanische Art, *Phaneus milon*, unterscheidet sich von den meisten anderen dadurch, daß sie ihre Larven nicht mit Dünger versieht, sondern mit dem Fleisch toter Säugtiere und Vögel, welches sie zerkrümelt und mit einem rötlichen Lehm vermischt, so daß das Ganze einem schokoladefarbenen Teige ähnelt. Dieser wird dann zu einem runden Ball geformt, der mit einer konzentrischen Schicht dichten, plastischen Lehms

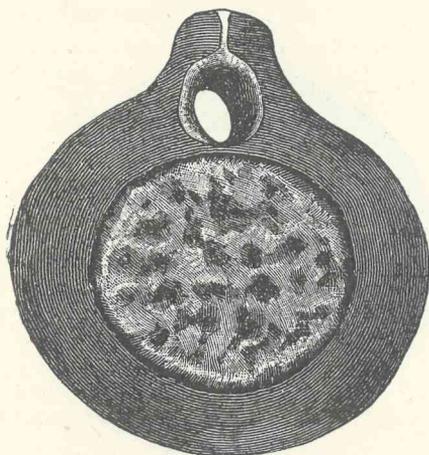


Figur 64.

Urne, verfertigt von *Phaneus milon*.

umgeben wird, die die eingeschlossene Frikadelle völlig vor dem Trocknen schützt. Diese dicke und fast steinharte Lehm-schicht wird oben in einen kurzen Hals verlängert, so daß das Ganze (Fig. 64) an die großbäuchigen Wasserkrüge des Altertums erinnert. Gleich unter dem Halse, durch eine Wand von der Fleischmasse im Innern der Kugel getrennt, ist die Eikammer angelegt, und von ihr aus führt durch den Hals ein feiner Kanal hinaus ins Freie, wodurch die Luft direkten Zutritt zur Kammer erhält (Fig. 65). Wie dieser merkwürdige Bau vom Insekt ausgeführt wird, hat noch niemand beobachtet, aber unsere Töpfer könnten ähnliches nicht ohne Hilfe einer Nadel verfertigen, die hernach herausgezogen wird. Das Insekt kann keine gleiche Methode anwenden, vollbringt aber gleichwohl eine Arbeit, die der des Töpfers nicht nachsteht.

Von noch größerem Interesse als die oben geschilderten sind vielleicht die beiden Arten der Gattung *Copris*, deren Fürsorge für Eier und Larven ebenfalls von Fabre eingehend studiert worden ist. Die eine derselben, *Copris hispanicus*, wählt gleich dem *Scarabaeus sacer* für ihre künftigen Larven nur Schafsdünger, obgleich sie selbst auch Pferde- und Rindermist verzehrt. Wo der Käfer einen genügenden Haufen davon findet, kriecht er gleich unter demselben in die Erde und gräbt sich dort einen großen

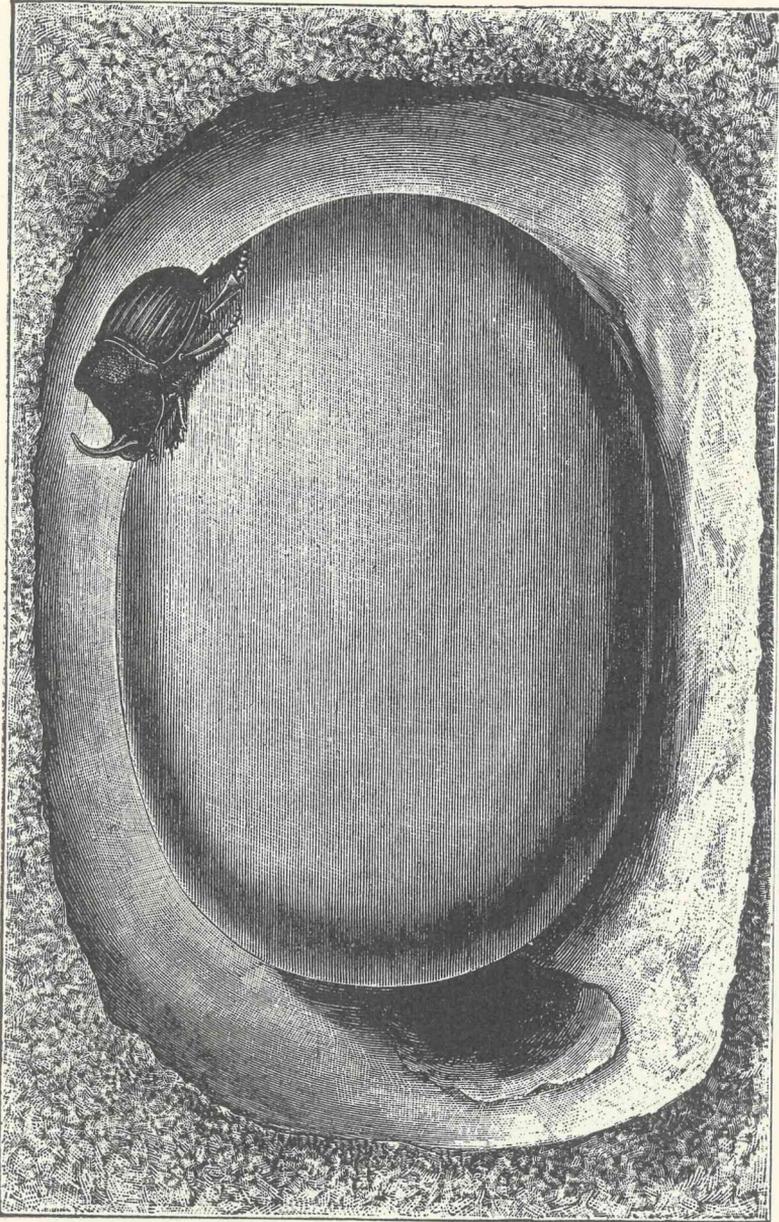


Figur 65.

Durchschnitt der Urne, die Eikammer und den Luftkanal zeigend.

Saal. In der Dämmerung kommt er Mal auf Mal heraus und im Laufe der Nacht schleppt er den Schafsdünger Stück für Stück dort hinein. Hierauf sieht man keine Spur des Insekts mehr. Es verbleibt im unterirdischen Saale. Werfen wir einen Blick hinein, so finden wir in einer der Ecken eine runde Öffnung, die zum Gange führt, durch welchen der Dünger heruntergeschleppt worden war. Im Gegensatz zur Speisekammer, die der Käfer in größter Eile für sich gräbt (siehe Seite 63), hat diese *Crypta* bedeutende Dimen-

sionen und zeichnet sich durch eine sorgfältige Architektur aus. Männchen und Weibchen beteiligen sich beide an der Arbeit des Meisterwerkes. Wenigstens findet man anfangs häufig beide Geschlechter zusammen im unterirdischen Saale, den sie mit Nahrung für ihre Nachkommenschaft versehen. Sobald aber der Speicher gefüllt ist, hat die Rolle des Männchens ein Ende, und es zieht sich zurück. Untersucht man die *Crypta* etwas später, so findet man nicht mehr die lockeren Düngerscheiben und -stücke, die herabgeschleppt wurden. Das Weibchen hat jetzt aus ihnen eine ungeheuer große, kompakte Masse geknetet (Fig. 66), die den ganzen Saal erfüllt und nur rund herum einen so breiten Raum freiläßt, daß es sich frei bewegen kann. Die Form dieser Masse ist wechselnd. Bald gleicht sie einem

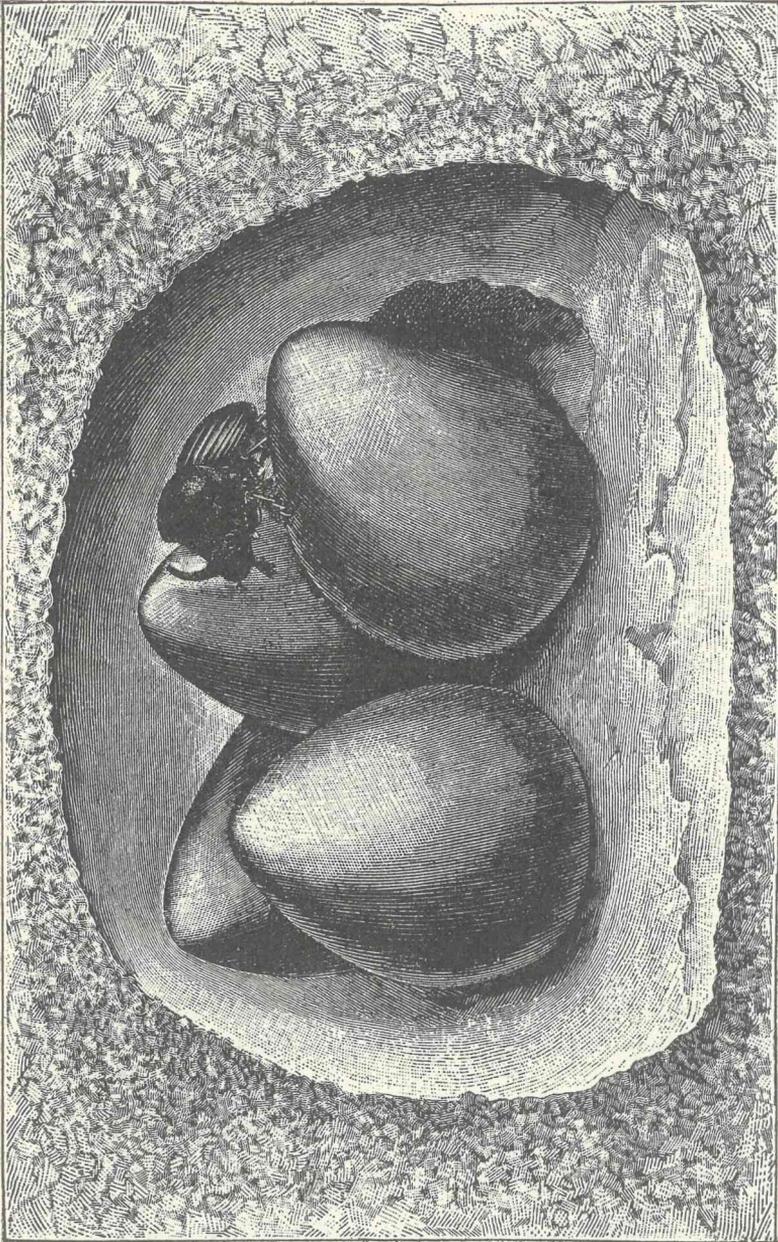


Figur 66. *Copris hispanicus* bei der Dünge-
masse in seiner Crypta.

enormen Hühnerei, bald einem holländischen Käse, einer Zwiebel, einem Wecken. Immer aber ist die Form regelmäßig, und die Oberflächen sind äußerst eben und poliert. Jetzt geht das Weibchen auf dem zu einer einzigen homogenen Teigmasse verbackenen Dünger unaufhörlich hin und her, sie mit den Fühlern untersuchend, jede kleine Unebenheit entfernend und sie auf alle Weise überwachend. Diese Masse enthält jedoch nicht das Ei. Erst nach etwa einer Woche sieht man das Weibchen mit Hilfe des Kopfschildes und der platten Vorderbeine aus der Masse ein Stück ausschneiden, welches sie dann von allen Seiten zusammendrückt und zu einem runden Balle formt, der erst nach zweitägiger Arbeit fertig und sorgfältig poliert ist. Hierauf folgt das Ausgraben eines Kraters im oberen Pole der Sphäre, das Legen eines Eies in diesen und das Zusammenbiegen der ausgebogenen Kraterländer. Die Sphäre hat jetzt die Form eines Ovoid erhalten, in dessen zugespitztem Ende das Ei in seiner Larvenkammer ruht. Die Arbeit hat eine Zeit von vier Tagen erfordert, mitunter auch mehr. Nach Vollendung eines solchen Ovoid beginnt das Weibchen auf gleiche Weise ein zweites zu formen. Oft reicht die Teigmasse für drei bis vier solcher „Larvenbröte“ aus (Fig. 67), mitunter nur für zwei, manchmal nur für eins, je nachdem wie reichlich die zu Gebote stehende Nahrungsmenge sich erwiesen hatte. Wir finden somit bei *Copris* dieselben Instinkte in bezug auf die zweckmäßige Bewahrung des Larvenfutters wieder, die wir schon beim *Scarabaeus sacer* bewundert haben, wengleich etwas modifiziert. Der Umstand, daß ersterer seine *Crypta* direkt unter dem Düngerhaufen gräbt, gestattet diesem Insekt, hier ein bedeutend größeres Nahrungsmaterial anzusammeln, als es dem *Scarabäus* möglich ist, der seine Düngerkugel von weitem her zur unterirdischen Larvenkammer hinrollt. *Copris* ist daher imstande, in einem einzigen Saale Brote für drei bis vier künftige Larven zu formen, während der *Scarabäus* genötigt ist, für das Brot jeder Larve eine besondere Höhle zu graben¹⁾.

Hiermit stehen auch verschiedene andere Unterschiede in der Lebensweise dieser beiden Mistkäfer in Zusammenhang.

¹⁾ Nach Kellogg verfertigt die nordamerikanische *Copris carolina* für ihre Larven keine Mistbirnen, sondern gräbt ganz einfach Gruben unter die Misthaufen, die sie mit Dünger füllt und in die hinein sie ihre Eier legt, eins in jede Grube.



Figur 67. *Copris hispanicus*, die Mistkugeln in seiner Crypta überwachend.

Anstatt, wie der Scarabäus, nach dem Legen die Höhle zu verlassen, verbleibt das *Copris*-Weibchen in derselben. Es bleibt hier vier Monate ohne das geringste Futter, denn die reichliche zur Hand liegende Nahrung ist ausschließlich für den Bedarf der Larven bestimmt, und doch hat Fabre gefunden, daß diese Enthaltbarkeit nicht auf einer Indisposition beruht, die das Insekt in dieser Zeit am Fressen hindern würde, denn er sah es Mistkuchen verzehren, die er in die Crypta niedergelegt hatte. Nur selten sieht man es am Boden derselben schlafen; meistens wandert es von dem einen Ovoid zum anderen, untersucht sie mit den Antennen und Palpen, horcht, wie es scheint, auf die Bewegungen der Larven im Innern, glättet und poliert die Oberfläche und entfernt die geringste Unebenheit. Fabre nahm zwei Ovoide aus einem Bau und setzte sie eine Zeitlang der Einwirkung der Luft aus; in kurzem waren sie von einer dicken Schimmelschicht bedeckt. Er gab sie dann der Mutter zurück, die sie nach einer Stunde wieder völlig rein und glatt gemacht hatte. Auf gleiche Weise repariert sie durch Bearbeitung der Wände rasch und in vollkommener Art alle Risse und Löcher, welche aus irgendeiner Ursache in der Rinde entstehen, wobei sie von der Larve unterstützt wird, die auf der inneren Seite die Öffnung mit ihren Exkrementen verstopft.

Die Larven entwickeln sich allmählich im Innern der Ovoide und verwandeln sich zu Puppen. Noch immer verweilt das *Copris*-Weibchen bei ihrer Familie. Gegen Ende September tritt der Herbstregen ein, der die Erde und die Schale der darin ruhenden Ovoide aufweicht, welche jetzt schon völlig ausgebildete Käfer bergen. Diese brechen jetzt durch die Schale, und Fabre ist geneigt, zu glauben, daß die Mutter in gewissen Fällen den Jungen darin beisteht. Erst wenn das letzte derselben sich aus seinem Gefängnis befreit hat, gräbt sie sich mit ihrer Familie empor ans Tageslicht. Vom Mai bis Ende September hat sie nach Fabres Ansicht gefastet; jetzt ist es an der Zeit, durch reichliche Nahrung neue Kräfte zu sammeln¹⁾.

¹⁾ Fabres Schluß, daß der Käfer vier Monate ohne Nahrung zubringt, scheint offenbar unrichtig. Der Umstand, daß das Futtervoid, sobald es der reinigenden Tätigkeit des Käfers entzogen wird, sich rasch mit einem Schimmelrasen bedeckt, zeigt, daß die Haupttätigkeit des Tieres in der Freihaltung der Futtermasse von Schimmel besteht, der ihm durch sein rasches Wachstum wohl genügend Nahrung gewährt. Das beständige Revidieren, sorgfältige

Mit Ausnahme der sozialen Arten, Wespen, Bienen, Ameisen und Termiten, wie auch einiger Blattläuse, leben keine anderen Insekten als diese Mistkäfer und einige verwandte Gattungen so lange, daß sie ihre eigene Nachkommenschaft sehen. Aber sobald diese entwickelt ist, werden alle Familienbände abgebrochen, und jeder lebt für sich oder bisweilen, wie wir weiterhin sehen werden, mit seinem Gatten.

Eine ähnliche Fürsorge findet sich in der ganzen Insektenwelt nicht wieder, außer in gewissem Grade bei Wespen und Hummeln. Der Weisel bei den Bienen beschränkt sich darauf, Eier zu legen, die Sorge für die Larven überläßt die Mutter den Arbeitsbienen. Die Mutterwespe und Mutterhummel hört auf, Futter für ihre Larven zu sammeln, sobald Arbeiter ausgekrochen sind. Das *Copris*-Weibchen aber widmet ihnen vier Monate lang die sorgfältigste Pflege, fast ohne selbst Nahrung zu sich zu nehmen. „So“, sagt Fabre, „zeigt sich bei einem einfachen Mistfresser eine der schönsten Offenbarungen des Mutterinstinkts.“

Die Vaterschaft legt im allgemeinen nur den am höchsten stehenden Tieren Pflichten auf. Besonders zeichnen sich in dieser Hinsicht die Vögel aus. Unter den niederen Tieren aber nimmt der Vater äußerst selten an der Pflege der Nachkommenschaft teil. Unter den sonst so hoch stehenden sozialen Wespen ist dies fast nie der Fall. Das Männchen stirbt bei ihnen gewöhnlich kurz nach der Paarung.

Als von *Copris hispanicus* die Rede war, erwähnten wir Fabres Ansicht, man habe Grund für die Annahme, daß das Männchen dem Weibchen beim Graben des Larvensaales und dem Hineinschleppen der Nahrung behilflich sei, obgleich es dann wieder emporsteigt und es der Mutter überläßt, das übrige allein zu vollenden.

Aber Fabre kennt eine andere Art derselben Gattung, *Copris lunaris*, deren Männchen stets getreulich der Gattin zur Seite bleibt und ihr treu in allen Anstrengungen beisteht. Dieses

Untersuchen und Glätten der Ovoide bezweckt also ebensowohl die Entfernung jeder Spur von Schimmel, der sonst die Futtermasse bald zerstören würde, als die Befriedigung des Nahrungstriebes. Das *Copris*-Weibchen braucht somit während dieser vier Monate nicht zu hungern, sondern sein Nahrungsinstinkt hat sich nur geändert, statt von Dünger nährt es sich jetzt von Schimmelmycelium.

Dr. Max Buch.

Mistkäferpaar gräbt unter Misthaufen einen geräumigen Saal, weit größer, als man es bis jetzt von irgendeinem anderen verwandten Insekt weiß. Seine Längsachse mißt über $1\frac{1}{2}$ dcm. In dieser Crypta findet man anfangs denselben großen homogenen Teigkuchen, wie in den Nestern der verwandten Art, wenngleich von weniger regelmäßiger und mehr wechselnder Form. Stets aber findet man beide, Männchen sowohl als Weibchen, über den Kuchen wachend. Das Männchen hat hier auch am Backen derselben teilgenommen, nicht nur am Graben der Crypta und dem Zusammentragen des Nahrungsmateriales. Einen Monat später befindet es sich noch immer unter der Erde bei seiner Gattin, gleich ihr der gewöhnlichen Nahrung entbehrend und die Ovoide überwachend, zu welchen der Kuchen jetzt umgeformt ist, und in deren jedes das Weibchen ein Ei gelegt hat. Während man bei *Copris hispanicus*, dessen Weibchen diese ganze Last allein trägt, höchstens vier Ovoide antrifft, findet man bei dieser Art sieben bis acht, d. h. doppelt so viel. Die Arbeit wird natürlich durch die Verteilung auf zwei erheblich erleichtert, welche beide modellieren, polieren und die Ovoide überwachen. Das Nahrungsmaterial, Kuhdünger, findet sich am Ort stets in größeren Mengen, und in erster Reihe gestattet dieser Umstand dem Weibchen ein Eierlegen, das nicht wegen Mangels an ausreichender Larvennahrung eingeschränkt zu werden braucht. Fabre hat durch Experimente gezeigt, daß auch *Copris hispanicus* unter gewissen Ausnahmeverhältnissen, welche sich jedoch in der Natur nicht er bieten, dazu gebracht werden kann, bis sieben Ovoide zu modellieren und ebenso viele Eier zu legen. Daß sie trotzdem höchstens vier modelliert und nur vier Eier legt, obgleich sich in den Eierstöcken mehr finden, beruht hauptsächlich darauf, daß sie sich aus Mangel an geeigneter Nahrung für die Nachkommenschaft genötigt sieht, davon abzustehen.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, darf die Hilfe, welche das Männchen bei *Copris lunaris* dem Weibchen leistet, nicht unterschätzt werden. Erst wenn die ganze Familie ausgekrochen ist, verläßt der Vater nebst derselben und der Mutter die Crypta.

Bevor wir den Bericht über Fabres interessante Beobachtungen abschließen, sei noch eine kleine Mistkäferart erwähnt, die kleinste in der Gruppe der Kugelroller, die im südlichen Europa lebende *Sisyphus schaefferi*, deren Männchen ebenfalls

mit dem Weibchen gemeinsam arbeitet¹⁾. Man sieht beide Geschlechter mit gemeinsamen Anstrengungen ihr Brot formen, in der Größe einer größeren Erbse, und es zur unterirdischen Kammer rollen. Das Weibchen, welches größer ist, geht voraus, die langen Hinterbeine auf der Erde, mit den Vorderbeinen die Erbse umfassend, während das Männchen umgekehrt, den Kopf nach unten gebeugt und die Hinterbeine emporgestreckt, von hinten schiebt. Diese beiden Individuen, Männchen und Weibchen, arbeiten hier für den gleichen Zweck, während die zwei Exemplare des *Scarabaeus sacer*, die man denselben Ball umfassen sieht, um den Besitz desselben kämpfen. Im ersteren Falle handelt es sich um eine Kugel, die zur Nahrung der gemeinsamen Nachkommenschaft bestimmt ist, im letzteren um einen solchen, der nur den kämpfenden Individuen selbst zur Nahrung bestimmt ist.

Schließlich haben die beiden *Sisyphus* einen geeigneten Platz gefunden, um die unterirdische Kammer zu graben. Das Weibchen entfernt sich, um eine nähere Besichtigung der Lokalität vorzunehmen, und das Männchen bewacht unterdessen die Erbse, welche jetzt noch von einer schützenden Erdschicht umgeben ist, und rollt sie häufig, gleichsam zum Zeitvertreib, zwischen den Hinterbeinen hin und her, wahrscheinlich um sie in Bewegung zu erhalten, so daß keine Fliegen Zeit haben, Eier darauf zu legen. Bald hat das Weibchen eine kleine Grube in die Erde gegraben, und sogleich ist das Männchen mit seiner Bürde zur Hand. Ist die Grube hinreichend groß, so wird die Erbse darin niedergelegt, aber stets noch vom Männchen in schwingender Bewegung erhalten. Das Weibchen befindet sich jetzt unten im angefangenen Gange, das Männchen oben, die Erbse haltend und die Stöße mildernd. Das Graben dauert fort, und bald sind beide Tiere mit der Kugel im Innern der Erde verschwunden. Nach einiger Zeit kommt das Männchen allein herauf und verbirgt sich irgendwo in der Nähe unter dem Sande. Das Weibchen ist im Innern der Erde mit Dingen beschäftigt, bei denen ihr der Gatte nicht beistehen kann. In einer so engen Nische, daß nur sie und ihre Erbse Platz darin hat, ist sie jetzt mit Eierlegen und Umformen der Erbse zu einer kleinen Birne beschäftigt. Nach anderthalb Tagen kommt auch sie ans Tages-

¹⁾ Pillendrehende Arten finden sich noch in den Gattungen *Gymnopleurus*, *Canthon* und *Deltocilium*.

licht. Das Männchen verläßt seinen Ruheplatz, und das Paar vereinigt sich von neuem, um Futter zu suchen, Kräfte zu sammeln und dann gemeinsam das Modellieren, Rollen und Eingraben einer neuen Erbsen für eine neue Larve zu besorgen.

Ebenso wie das Weibchen arbeitet auch das Männchen am Modellieren der Kugel, die der Larve zur Nahrung dienen soll; es beteiligt sich am Transport, wenngleich weniger wirksam als das Weibchen; es bewacht die Kugel, während das Weibchen fort ist, um den für das Graben geeignetsten Platz aufzusuchen; es hilft beim Graben; es schafft die ausgegrabene Erde fort; schließlich wartet es, wenigstens in den von Fabre beobachteten Fällen, während der Trennung auf seine Gattin.

Wir brauchen jedoch nicht nach Südeuropa zu gehen, um dieses bemerkenswerte gemeinsame Arbeiten der verschiedenen Geschlechter zu beobachten. Auch unser gewöhnlichster Mistkäfer, *Geotrupes stercorarius*, er bietet ein Beispiel hierfür, obgleich man nichts davon wußte, bis Fabre diesen Umstand entdeckte. Das Weibchen gräbt nämlich zum Eierlegen, welches erst spät im Herbst geschieht, unter dem Misthaufen zylindrische Gänge, gerade oder krumme, von der Größe eines gewöhnlichen Flaschenhalses und höchstens von 3 cm Tiefe. Am Boden legt es in einer Grube sein Ei. Hierauf wird die Röhre mit Dünger gefüllt, wobei auch das Männchen hilft, indem es unten in der Röhre verbleibt und dort die vom Weibchen angeschleppten Massen zusammenpackt. In einer Röhre kann man gegen fünfzig Schichten von etwa 4 mm Dicke zählen, was ebenso vielen Reisen zur Erdoberfläche nach neuem Material entspricht. Die Ursache, weshalb das Ei am Boden gelegt wird und nicht in der Nähe der Oberfläche, was für die raschere Entwicklung desselben geeigneter schiene, ist wohl die späte Jahreszeit. Die Erde ist vom Herbstregen aufgeweicht, die Kälte stellt sich ein, und gegen beides muß das Ei geschützt werden. Der lange Mistzylinder über dem Ei er bietet sowohl den nötigen Schutz als die für die Larve nötige Nahrung.

Auf eine in vieler Hinsicht ähnliche Weise verhält sich der in Mittel- und Südeuropa lebende *Minotaurus typhaeus*. Das Weibchen dieser Art, deren beide Geschlechter bis dahin getrennt in kurzen, vertikalen Erdtunneln gelebt haben, beginnt schon im März seinen Tunnel zu vertiefen und wählt hierauf von mehreren rivalisierenden Männchen eines, mit dem es sich zusammen tut.

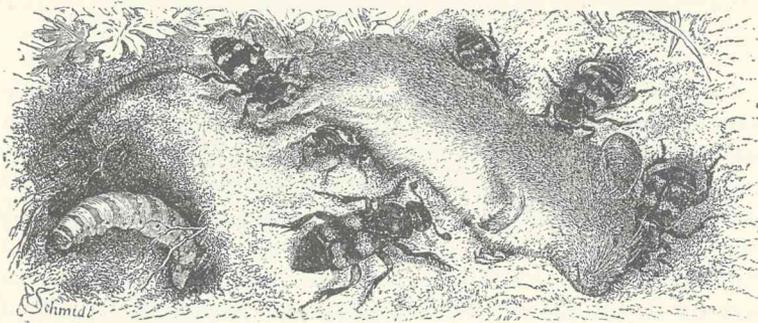
Das Ausgraben des Tunnels wird hierauf fortgesetzt, bis er mitunter eine Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Metern erreicht. Beide Geschlechter arbeiten gemeinsam hieran, das Männchen schafft das vom Weibchen ausgegrabene Material fort und beginnt dann natürliche Kügelchen von trockenem Schafsdünger zum Gange zu transportieren, hier zerstückelt es sie, so daß die Krümel zu dem am Boden wartenden Weibchen hinunterfallen, das die Masse noch weiter verkleinert und bearbeitet, bis sie eine zylindrische Wurst bildet. Erst darunter legt sie ihr Ei, das sie durch eine dünne Schicht Sand von derselben getrennt hat. Hat die zylindrische Nahrungsmasse ihre Vollendung erreicht, so ist die Rolle des Männchens zu Ende, und es verläßt das Nest, um irgendwo in der Nähe zu sterben. Das Weibchen dagegen setzt seine Arbeit fort, gräbt mehrere mit dem Haupttunnel in Verbindung stehende Nebentunnel, in deren Boden sie ein Ei legt und welche sie ohne Hilfe des Männchens mit der nötigen Nahrung für die Larven versieht. Die Eier werden Ende Juni entwickelt und die Larven vollenden, nachdem sie den Dünger verzehrt haben, ihre Metamorphose und verlassen nebst dem noch lebenden Weibchen im Herbst als vollständig ausgebildete Käfer den tiefen Tunnel, um sich draußen auf freiem Felde zu ernähren oder in den kurzen Erdröhren, die für die Paarung gegraben werden.

Es ist von nicht geringem Interesse, daß man auch unter den Mistkäfern hinsichtlich der Fürsorge für die Nachkommenschaft eine ganze Serie Entwicklungsformen, von der primitivsten bis zur vollendetsten, aufstellen kann. So legen die kleinen länglichen Arten der Gattung *Aphodius* ihre Eier ganz einfach in den Dünger, in welchem sie selbst leben. Andere, wie die erwähnten *Geotrupes*-Arten, ziehen die für die Larve bestimmte Nahrungsmenge in eine direkt unter dem Misthaufen ausgehöhlte Erdröhre hinab, wobei sie schichtweise festgetreten wird. Wieder andere erweitern diesen unterirdischen Schutzort und geben ihm die Form einer großen Crypta, indem sie auf die beschriebene Weise eine ausreichende Futtermenge für jede Larve besorgen. In einigen Fällen wird das Nest an einer anderen Stelle ausgegraben, nicht dort, wo sich das Material befindet, und dieses wird dann in der geeignetsten Weise in Form einer auf der Erde rollenden Kugel dorthin geschafft. Also auch hier dieselbe Entwicklung des Kunsttriebes, den wir vorher bei den Wicklern

bewundert haben, aber bei einigen Mistkäfern erstreckt sich, wie gezeigt wurde, die Fürsorge für die Nachkommenschaft noch weiter als bei diesen. Bei mehreren Arten beteiligen sich beide Geschlechter an der Arbeit und begnügen sich nicht mit der Verfertigung einer schützenden Behausung, wo die Larve eine für sie vorbereitete Nahrung erhält, sondern erstrecken ihre Fürsorge noch weiter auf eine wirkliche Überwachung der Brut, bis diese ihr Imagostadium erreicht hat.

Auch bei anderen Blatthornkäfern, welche sich nicht, wie die oben erwähnten, von Dünger nähren, trifft man mitunter Lebensgewohnheiten, die stark an die obigen erinnern. So unterstützt auch in der Gattung *Lethrus*, z. B. bei *L. apterus* und *L. cephalotes*, das Männchen sein Weibchen in der Fürsorge für die zukünftige Generation. Früher (S. 110) ist erwähnt worden, daß die beiden Geschlechter dieser Gattung jedes in seiner unterirdischen Höhle leben, bis gegen Ende April die Paarung eintritt. Schreiner, der *L. apterus* eingehender studiert hat, berichtet, daß das Männchen zu dieser Zeit das Weibchen aufsucht, worauf sich beide zu ihrer unterirdischen Wohnung begeben, wo das Männchen am Eingange Wache hält, eifersüchtig jeden Rivalen abwehrend. Nach Tarnani und Emich werden hier mitunter heftige Kämpfe ausgefochten, die mit der Verkrüppelung des einen Gegners endigen können, wogegen Schreiner bei derartigen Gelegenheiten keine ernstlichen Beschädigungen beobachtet hat. Das Weibchen beginnt jetzt mit seinem Körper in Boden und Wände der Höhle 6—11 Zellen von Taubeneigröße zu bohren, welche zuunterst mit einer 8 mm tiefen Eikammer versehen werden. Nach Ablegung des Eies wird die Kammer durch eine lockere Erdschicht isoliert und die Zelle hierauf mit Nahrung für die Larve angefüllt. Die Nahrung wird vom Männchen herbeigeschafft und besteht aus zerschnittenen Blättern verschiedener Pflanzen, besonders Kulturpflanzen, welche zu einem festen Pfropfen zusammengestampft werden. Durch diese Manipulation entsteht nach Schreiner ein Gärungsprozeß, der das Futter dauerhafter und kräftiger mache. Die Isolierung des Eies dürfte wohl den Zweck haben, es gegen die schädliche Einwirkung zu schützen, welche die Gärung vielleicht auf dasselbe ausüben könnte. Hierauf kehrt das Männchen in seine eigene Behausung zurück. Die ganze Entwicklungsperiode der Larven dauert höchstens sieben Wochen und das Leben des ausgebildeten Insekts etwas über ein Jahr.

Nicht weniger Fürsorge für die künftigen Larven als die soeben geschilderten Käfer zeigen die bekannten großen schwarzen, gelbbebänderten Totengräber (*Necrophorus*), welche tote Mäuse, Frösche, kleine Vögel u. dgl. oft einen Fuß tief unter der Erde vergraben, indem sie von den Seiten des Kadavers die Erde aufwerfen und hierauf ihre Eier in die wohl verborgene Leiche legen (Fig. 68). Je nach der Beschaffenheit des Erdreichs verändern sie ihre Arbeitsmethode. Bald graben sie in der Erde, bald schneiden und brechen sie Hindernisse ab, bald heben sie ihre Beute, bald senken sie sie tiefer hinab, und häufig sieht man sie daran herumzerren und stoßen, um den Umfang geringer zu machen oder ihr eine geeignete Form zu geben. Dabei arbeiten



Figur 68.

Totengräber, eine Maus begrabend.

sie, bald den Rücken, bald die Füße an der Erde, je nachdem die verschiedenen Aufgaben es erfordern. Häufig sieht man sie gemeinsam arbeiten, nicht selten ein Weibchen und mehrere Männchen zusammen. Schließlich ist das Tier unter der Erde verschwunden. Gräbt man es einige Zeit darauf aus, so findet man es, wie die Untersuchungen Fabres gezeigt haben, am Boden einer geräumigen Crypta mit festen Wänden ruhend. Die kleinen Säugetiere sind sorgfältig abgehäutet, die Vögel gerupft, aber sonst ist die Beute unberührt. Fische und Reptilien behalten ihre Schuppen, auf deren Entfernung die Insekten sich nicht zu verstehen scheinen. Im Innern der Leiche liegt eine Anzahl Eier, die das Totengräberweibchen gelegt hat.

Wie aus dem Obigen ersichtlich, arbeiten auch bei diesen Käfern beide Geschlechter gemeinsam, wo es sich um die Sorge

für die Nachkommenschaft handelt. Hierin gleichen sie den Mistkäfern; aber sie er bieten außerdem noch ein großes Interesse durch die Tatsache, daß oft mehrere Männchen einem Weibchen bei der Arbeit helfen, nach Vollendung derselben sich aber bis auf eines zurückziehen. Unten in der *Crypta* hat Fabre nie mehr als ein einziges Paar gefunden, ein Männchen und ein Weibchen. Spüren wir bei diesen Käfern den ersten Keim eines altruistischen Instinkts, die erste Anlage eines Triebes bei den Tieren, der besonders in der Entwicklungsgeschichte der höheren Arten eine bis in die letzte Zeit viel zu wenig bemerkte Rolle gespielt hat?

Bei den zur Familie *Passalidae* gehörigen glänzend schwarzen, plattgedrückten, länglichen, parallelseitigen Käfern, welche in alten Holzstämmen und faulem Holzwerk leben, scheint uns schließlich in der Ordnung der Käfer die elterliche Fürsorge den Gipfel erreicht zu haben. Männchen und Weibchen graben nach Ohaus gemeinsam Gänge im Holz, in denen ihnen die Larven nachfolgen, welche sie mit zu diesem Zweck fein gekauter und teilweise sogar schon verdauter Holzmasse füttern. Die Kiefer der Larve sind so beschaffen, daß sie selbst nicht das Holz bearbeiten können, und nimmt man ihnen die Eltern, so sind sie dem Tode verfallen. Diese bleiben während der ganzen Larvenzeit bei ihnen. Sowohl die erwachsenen Käfer als die Larven besitzen die Fähigkeit der Stridulation, und die hierdurch erzeugten Laute dienen dazu, sie bei Bedarf zusammenzurufen. Auch die Puppen werden vom Elternpaare nicht verlassen, welches sogar noch kurze Zeit, nachdem die Nachkommenschaft völlig ausgebildet ist, bei dieser verweilen soll, bis ihr Chitinpanzer so weit erhärtet ist, daß sie sich selbst Futter verschaffen kann.

Ohaus hat noch einen Fall von elterlicher Fürsorge unter Käfern beschrieben, der sehr an die der Passaliden erinnert. Es handelt sich um einen südamerikanischen Tenebrioniden: *Phrenapates benetti*. Diese Art höhlt paarweise in *Bombax*-Stämmen einen schmalen, einen halben Meter langen Gang aus, von welchem zu beiden Seiten, in bestimmten Abständen voneinander, geräumige Nischen ausgehen, in denen ein oder zwei Larven zwischen den feinen, gleichförmigen Holzspänen sitzen, welche die Nische ausfüllen. Sowohl der Gang als die Wände der Nischen sind glatt, und die ganze Behausung wird frei von Wurmmehl erhalten. Die Larven selbst können die Späne nicht

losnagen, die ihnen zur Nahrung dienen, sondern es wird dies von den Eltern besorgt, welche auch hier die ganze Entwicklungszeit hindurch bei der Nachkommenschaft verbleiben.

Achtzehntes Kapitel.

Nestbau der Raubwespen.

Im vorhergehenden haben wir gesehen, daß die Fürsorge für die Nachkommenschaft bei gewissen Käfern in eine bemerkenswerte Kunstfertigkeit bei der Herstellung einer schützenden Hülle für die Larven ausmündet, die aus demselben Stoff angefertigt wird, der ihre Nahrung bildet.

Ein noch höherer Grad von Kunstfertigkeit wird jedoch von einigen Stachelwespen an den Tag gelegt, und auch die Umstände, welche mit der Anschaffung der für ihre Larven bestimmten Nahrung verknüpft sind, sind häufig so merkwürdig, daß wir nicht umhin können, uns etwas ausführlicher bei diesem Gegenstande aufzuhalten. Wir wollen dabei durch eingehendere Beachtung gewisser für verschiedene Entwicklungsrichtungen repräsentativen Typen zu zeigen suchen, wie sich die Instinkte dieser Tiere allmählich von niedrigeren und einfacheren Formen zu immer höheren und vollkommeneren entwickelt haben.

Hier sei gleich bemerkt, daß im Gegensatz zu den oben geschilderten Käfern das männliche Geschlecht sich hier nur äußerst selten in irgendeiner Weise an der Arbeit zum Wohl der künftigen Familie beteiligt. Das einzige bekannte Beispiel das sich hierfür anführen läßt, bilden einige Raubwespenarten der Gattung *Trypoxylon*, *Tr. albopilosum* und *rubrocinctum*. Diese Arten graben für ihre Nachkommenschaft Zellen in alten Larvengängen aus oder bauen solche in Strohhalmen und G. und E. Peckham berichten, daß das Männchen innerhalb der Mündung des Nestes sitzt, mit dessen Verproviantierung das Weibchen beschäftigt ist, indem es sie mit seinem Kopfe ausfüllt und sowohl andere Männchen derselben Art als auch Parasiten vertreibt, die sich einzudrängen suchen. Hier hält es ununterbrochen Wacht und verläßt seinen Platz nur, um das Weibchen einzulassen. Ein Männchen von *Tr. rubrocinctum* sah man sogar die für die Larve bestimmte Beute, eine gelähmte

Spinne, die vom Weibchen nach Hause gebracht wurde, in Empfang nehmen und mit dem früheren Vorrate zusammenpacken. Bei allen übrigen Stachelwespen werden, soweit es bekannt ist, alle Arbeiten für das Wohl der kommenden Generation ausschließlich vom Weibchen verrichtet.

Zu bemerken ist jedoch, daß, unter gewissen Raubwespen wenigstens, das Männchen des das Weibchen auszeichnenden Grabeinstinkts nicht ganz zu entbehren scheint, wenngleich er nur für den eigenen Bedarf angewandt wird. G. und E. Peckham haben nämlich in Nordamerika einige Männchen von *Philanthus punctatus* beobachtet, welche sich eine kleine Höhle in die Erde gegraben hatten, um dort zu übernachten. Die Höhle wurde von innen geschlossen und morgens wieder geöffnet, wo die Wespe nach kurzer Orientierung den Ort verließ, wohin sie jedoch um fünf Uhr nachmittags zurückkehrte. Eine Zeitlang wenigstens wurde dieselbe Höhle als Wohnplatz benutzt. Auch einige andere Raubwespenmännchen sind dafür bekannt, daß sie sich auf gleiche Weise zufällige Höhlen graben.

Die mit Stacheln versehenen Wespen (*Hymenoptera aculeata*) umfassen außer den Raubwespen¹⁾ (*Pompilidae* und *Sphegidae*) und einigen anderen kleineren Familien, die uns allen so wohlbekanntes Papierwespen (*Vespidae*), Bienen (*Apidae*) und Ameisen (*Formicidae*). Sie bilden eine recht natürliche und wohlbegrenzte Gruppe, die sich ursprünglich aus Formen entwickelt haben dürfte, die den jetzt lebenden sog. Schmarotzerwespen (*Ichneumonidae* sensu lat. oder *Tristega*) nahestanden.

Die letzteren leben, wie schon erwähnt (s. S. 41), als Larven ausschließlich von animalischer Kost. Da die Wespenlarven jedoch fußlos sind und nicht selbst ihre Nahrung aufsuchen können, so ist es zur Notwendigkeit geworden, daß das Muttertier das Ei auf oder in den Raub plaziert, der der künftigen Larve zur Nahrung dienen soll. Tatsächlich sind auch die Ichneumoniden-

¹⁾ Diese Einteilung ist zum Teil auf biologische Gründe basiert, da die Raubwespenfamilie *Pompilidae* systematisch nicht den *Sphegidae* am nächsten stehen, sondern mehr mit den Papierwespen (*Vespidae*) verwandt sein dürfte, während dagegen die *Sphegidae* mit den Bienen (*Apidae*) verwandt sind. In einer Arbeit, die hauptsächlich die Lebensgewohnheiten der Insekten berührt, dürfte es jedoch am geeignetsten sein, diese Familien, für welche wir im Hinblick auf ihre Lebensweise den gemeinsamen Namen Raubwespen anwenden, in nahem Anschluß aneinander zu betrachten.

larven, wie schon mehrfach erwähnt, Raubinsekten, wenn sie auch ihre Beute nicht selbst erjagen, sondern die Mütter dies tun, und sie dieselbe nur langsam verzehren. In den allermeisten Fällen aber verursacht ihr Parasitismus den Tod ihres Wirts, wenn es auch in äußerst seltenen Ausnahmefällen geschieht, daß sowohl der Parasit als der Wirt zur Imago entwickelt werden.

Die oben erwähnten sog. Schmarotzerwespen werden allerdings beim Aufsuchen ihrer Beute von einer bewundernswert empfindlichen Witterung geleitet, aber andere bemerkenswerte Instinkte haben sie, wie schon erwähnt, selten entwickelt. Sie legen ihr Ei auf oder in Larven anderer Insekten, ohne diese irgendwie weiter zu behandeln, und ihre eigenen Larven leben dann ekto- oder endoparasitisch auf ihnen. Einige dieser Larven verlassen das Futtertier schon im Larvenstadium desselben und verpuppen sich, andere entwickeln sich erst, nachdem die Futterlarve ins Puppenstadium eingetreten oder sogar erst, nachdem es Imago geworden ist.

Gleich denen der Schmarotzerwespen leben auch die Larven der niedriger stehenden Akuleaten von Raub. Dieser besteht aus anderen Insekten, Imagines oder Larven, in nicht wenigen Fällen auch aus Spinnen; aber der für die Nachkommenschaft bestimmte Raub wird von der Wespe entweder getötet oder auch mehr oder weniger gelähmt; zu diesem Zweck ist ihre Legescheide zu einem Stachel umgewandelt, der mit in denselben ausmündenden Giftdrüsen versehen ist. Die animalischen Funktionen des Raubes hören hiernach auf oder nehmen wenigstens ab, im Gegensatz zu den sog. Wirten der Larven der Schmarotzerwespen; er hört auf zu fressen und bewegt sich gewöhnlich nur unbedeutend.

Wenn die Beute nicht selbst an einer zum Verbergen derselben geeigneten Stelle lebt, so verfertigen die Raubwespen eine Höhle oder Zelle, in welche sie geschleppt wird, und wo sowohl sie als die Larve der Wespe gehörig geschützt ist. Diese Fürsorge für die Nachkommenschaft bildet einen der Charaktere, welche die Raubwespen von den eigentlichen Schmarotzerwespen (*Ichneumonidae* s. l.) unterscheiden. Eine Übergangsform von den letzteren zu den ersteren bilden jedoch, wie schon früher erwähnt (S. 27), einige Schmarotzerwespen, unter ihnen z. B. die kleine *Perisemus fulvicollis*, deren Lebensgewohnheiten von Nielsen genau beobachtet worden sind; er sah ein Individuum

dieser Art, deren Stachel stärker entwickelt ist als der der meisten verwandten Gattungen, eine offenbar durch einen Stich mit dem Stachel gelähmte Spannerlarve in einen hohlen *Rubus*-Stengel hineinschleppen und verbergen. In diesem Stengel befand sich schon eine derartige Larve, auf welcher drei junge *Perisemus*-Larven parasitierten. Die Analogie mit den Lebensgewohnheiten der Raubwespen ist unverkennbar. Der Unterschied besteht eigentlich nur darin, daß bei dieser Schmarotzerwespengattung mehrere Larven von derselben Beute leben und daß keine Zwischenwände zwischen den verschiedenen Larven aufgeführt, sondern alle in einer gemeinsamen Röhre versammelt werden.

In einigen Fällen lebt jedoch, wie schon angedeutet wurde, die von den Raubwespen erstrebte Beute an so wohlverborgenen Stellen, daß die Anfertigung einer Höhle für dieselbe völlig überflüssig wird. Dies ist mit den zu den Akuleatenfamilien *Mutillidae* und *Scoliadae* gehörigen Arten der Fall, deren Instinkt sich daher nur darauf beschränkt, die verborgene Beute aufzusuchen, welche den künftigen Larven zur Nahrung dienen soll, sie zu lähmen und höchstens sie sorgfältig in deren eigenem Neste zu verbergen¹⁾. So spüren die Mutilliden, deren flügellose Weibchen in ihrem Körperbau stark an Ameisen erinnern, hauptsächlich andere Akuleaten in ihren Nestern auf und legen hier ihre Eier. Dies ist z. B. mit *Mutilla europaea* der Fall, einer Art, welche ihre Verwandlung in den Nestern der Hummeln durchmacht. Andere Arten der Familie der Mutilliden graben sich in die Nester von Raubwespen und Bienen hinein. So sah z. B. Borries *Mutilla erythrocephala* in einem *Crabro*-Nest auskriechen und *Myrmosa melanocephala* sich in die Nester von *Halictus*, *Sphecodes* und *Thyreopus* hineingraben.

Die *Scolia*-Arten, diese großen, gewöhnlich schwarzen, gelbgefleckten Grabwespen suchen gleichfalls ihre Beute in ihren Verstecken auf. Um sie zu erreichen, sind sie oft genötigt,

¹⁾ Ferton hat jedoch in Algier eine der Familie *Scoliadae* angehörende Art, *Myzine andrei*, angetroffen, die auf dem Felde frei lebende Tenebrionidenlarven der Gattung *Tentyria* jagt und lähmt und unmittelbar nach deren Lähmung sich auf dieser Stelle in den Sand vergräbt, die Larve hinter sich herschleppend. Die Abweichung von den Gewohnheiten der übrigen Scoliaden ist somit wahrscheinlich rein zufälliger Natur, auf der Lebensweise der Beute beruhend, und kann wohl kaum als wirklicher Übergang zu einer höheren Entwicklung des Mutterinstinkts, dem Fortschleppen der Beute und dem Ausgraben einer besonderen Höhle für dieselbe, betrachtet werden.

sich einige Zentimeter tief in die Erde zu graben. Hier, tief im Innern der Erde, gerade unter dem Punkt, wo sie das Graben beginnt, findet z. B. *Scolia bifasciata* die Larve eines Blatthornkäfers der wohlbekanntenen Goldschmiedsgattung *Cetonia*, von deren Anwesenheit hier unten sie durch die äußerst empfindlichen Sinnesapparate unterrichtet wird, die ihren Sitz in ihren Antennen haben. Man sieht sie nämlich hin und her wandern, die Erde mit diesen berührend, bis sie plötzlich stehenbleibt und zu graben beginnt. Nachdem sie die Käferlarve erreicht hat, lähmt sie sie durch einige Stiche, legt ihr Ei auf den Leib derselben und kehrt wieder ins Freie zurück, den ausgegrabenen Kanal sorgfältig verschließend. Nicht selten geschieht es aber, daß eine andere Wespe, eine Art der erwähnten Gattung *Mutilla*, etwas später hier vorüberkommt, durch die dicke Erdschicht hindurch den Geruch der *Scolia*-Larve empfindet, sich hinuntergräbt und jetzt ihr Ei auf diese legt. Andere *Scolia*-Arten suchen auf gleiche Weise die Larven anderer Blatthornkäfer auf, und auch die in faulem Holz minierenden Larven des großen Hirschkäfers (*Lucanus cervus*) fallen einer *Scolia*, wahrscheinlich *Sc. hortorum*, zum Opfer. Eine andere Wespe, die die Lebensweise der Scolien teilt, ist die auch in Schweden gefundene *Tiphia femorata*. Adlerz hat gesehen, wie sie sich eingrub, Maikäferlarven lähmte und ihr Ei auf den Bauch derselben legte. Die durch die *Tiphia*-Arten verursachte Lähmung ist jedoch nur vorübergehend und von beträchtlich verschiedener Dauer, während dagegen die *Scolia*-Arten ihren Raub für den ganzen Rest des Lebens lähmen. Adlerz meint daher, daß die ersteren sich sozusagen noch auf einer ursprünglich für alle Scoliaden gemeinsamen experimentierenden Entwicklungsstufe befänden, während der Lähmungsinstinkt der letzteren sich schon auf einem höheren Stadium habe fixieren können.

Methoca ichneumonides ist eine kleine Raubwespe, die früher als Verwandte der Mutilliden betrachtet wurde, jetzt aber als Vertreterin einer eigenen Familie, oder als der in den Tropen verbreiteten Familie *Thynnidae* angehörig, angesehen wird. Die Lebensgewohnheiten letzterer Familie sind gegenwärtig noch wenig bekannt. Die erwähnte *Methoca* erinnert jedoch noch in gewisser Hinsicht an die Scoliaden, obgleich sie einen ganz eigen entwickelten Lähmungsinstinkt aufzuweisen hat. Sie zeichnet sich nämlich, nach Adlerz, dadurch aus, daß sie ein

Insekt recht gefährlicher Art, die raubgierige Larve des Sandjägers, *Cicindela*, zur Beute ausersehen hat. Diese Larve lauert, wie schon früher beschrieben worden (S. 32), auf Beute in einer senkrechten Röhre, die sie in der Erde ausgehöhlt hat und deren Mündung sie mit Kopf und Prothorax verschließt. Die *Methoca* wandert um die nach ihr schnappende Larve herum, bis sie endlich Gelegenheit findet, auf ihren Kopf zu steigen. Die *Cicindela*-Larve umfaßt jetzt augenblicklich den Kopf oder Thorax der *Methoca* mit ihren nach hinten geworfenen sichelförmigen Kiefern, aber wegen ihres schmalen Körperbaues wird das Wespenweibchen im Zwischenraume zwischen den Kiefern nur gefangen, ohne beschädigt zu werden. Wenn sie nun auf diese Weise von der *Cicindela*-Larve in die Luft gehoben wird, kommt sie in die Lage, ihr den ersten lähmenden Stich in die Kehle oder zwischen die Vorderhüften zu versetzen und hat somit ihren Raub dadurch überlistet, daß sie selbst die Rolle der Beute spielte. Neue Stiche folgen hierauf in der Richtung von vorne nach hinten, während die Wespe dazwischen gewisse Partien des Larvenkörpers knetet, wo sich Ganglienknotten befinden. Die *Cicindela*-Larve sinkt jetzt in ihre eigene Röhre hinab und die *Methoca* heftet ihr Ei an sie, worauf sie emporsteigt, die Röhre mit Sand ausfüllt und die Mündung derselben spurlos ausgleicht. Auch Bouwman hat das Schmarotzen der *Methoca*-Larve auf der *Cicindela*-Larve beobachtet.

Bei den oben erwähnten Familien kennen wir, wie schon hervorgehoben wurde, kaum einen anderen Instinkt in bezug auf die Nachkommenschaft als den, welcher sich im Aufsuchen der für die Larve zur Nahrung bestimmten Beute in ihrem Neste, dem Anstechen und Lähmen derselben äußert. Auf demselben ursprünglichen Standpunkt sind auch einige Pompiliden verblieben. Alle zu dieser Familie gehörenden Arten versehen ihre künftigen Larven mit mehr oder weniger vollkommen gelähmten Spinnen. *Wesmaelinus sanguinolentus* sowie recht viele Arten der Gattung *Pompilus*, besonders in Südeuropa, suchen die Spinnen in ihren eigenen Nestern auf, lähmen sie daselbst und lassen sie dort liegen, nachdem sie ihr Ei auf sie gelegt. Mitunter kann die angegriffene Spinne bis zehnmal schwerer sein als ihre Angreiferin, wie es nach Ferton mit der von *Pompilus luctuosus* angegriffenen *Lycosa biimpressa* der Fall ist. Die Spinne wird jedoch stets von einer instinktiven

Angst ergriffen und versucht zu fliehen, statt sich zur Wehr zu setzen. Einige Arten verschließen nach vollendetem Werk das Spinnennest mit Erde und kleinen Steinchen, so z. B. *Pompilus apicalis* und *coccineus* sowie *Calicurgus annulatus*. *Pompilus plicatus*, *crassitarsis* und *spissus*, denen Grabeborsten an den Vorderfüßen fehlen, bahnen sich mit Hilfe der Kiefer einen Weg durch dünnwandige Türen, die zu den Nestern gewisser in oft recht tiefen Erdröhren lebender Spinnen führen. Dagegen sind andere Arten, wie *Pompilus effodiens*, *vagans* und *holomelas*, genötigt, eine harte Erdschicht zu durchgraben, um die Spinnenhöhlen zu erreichen, und sie sind daher, wie die meisten Arten dieser Gattung, mit Grabeborsten an den Vorderfüßen versehen.

Jedoch ist auch ihre Methode noch dieselbe wie die der erwähnten Scolien, die grobe und plumpe Überwältigung, die keine höhere Ausrüstung verlangt, als die Fähigkeit, die Opfer in ihrem eigenen Versteck aufzusuchen, wobei sie noch verhältnismäßig wehrlos sind. Ein höheres Entwicklungsstadium vertreten zweifellos, wie aus ihren mannigfaltigeren Instinkten hervorgeht, die Arten, welche ihre Beute im Freien jagen, sie dort anstechen und lähmen, worauf sie sie zu einer Stelle schleppen, die ihnen zum Graben einer Erdhöhle geeignet erscheint, um sie darin zu verbergen. Doch fehlt es unter den Pompiliden nicht an Arten, welche sich nach Lähmung der Spinne damit begnügen, sie in eine zufällig angetroffene Höhle zu schleppen, die sie nur, wenn es nötig ist, erweitern und ihrem Zweck anpassen. Ferton berichtet, daß in Algier mehrere zu dieser Familie gehörende Arten zu diesem Zweck Sprünge in Mauern, Risse in der Erde, leere Schneckengehäuse, Höhlen anderer Insekten u. dgl. m. anwenden. Nach ihm verfährt auch *Pompilus nigerimus* auf diese Weise, Adlerz dagegen fand, daß diese Art ihre Larvenhöhle selbst vollständig ausgräbt, sie scheint somit einen Übergang zu den Arten zu bilden, die stets auf diese Weise verfahren.

Mit dem Graben der einräumigen Höhle ist wohl der erste Schritt zur Baukunst getan, welche uns bei den höher entwickelten Akuleaten so viele Proben einer bewunderungswürdigen Fertigkeit erbieten.

Ein durchgehendes Hauptprinzip bei den Bauten der Akuleaten ist, daß für jedes Ei oder jede Larve eine eigene ab-

geschlossene Zelle bereitet und mit Nahrung versehen wird¹⁾. Die Vorteile dieses Isolierungssystems sind doppelt. Hierdurch werden nämlich die heranwachsenden Jungen an allen für ihre Existenz gefährlichen Ausflügen, wie auch an allen ungehörigen Angriffen auf die gegenseitige Nahrung verhindert. Es hat sich vielleicht ursprünglich als notwendig erwiesen dies zu tun, um die gierigen Larven verschiedener Raubwespen daran zu hindern, ihre Geschwister aufzufressen. Dies geschieht nämlich, wenn aus Versehen zwei Eier in dieselbe Zelle gelegt worden sind. Alsdann hat sich die Isolierungsmethode auch auf die Arten vererbt, welche ihre Jungen mit Honig und Blütenstaub nähren, und welche man mit Recht für einen Seitenzweig hält, der sich im Laufe der Zeit von dem von animalischer Kost lebenden Hauptstamm der Akuleaten abgezweigt hat.

Verweilen wir zunächst bei den Raubwespen.

Die einfachste Form ihrer Larvenwohnungen ist, wie erwähnt, die oben geschilderte Pompiliden-Höhle, welche, je nach der Art, die Größe einer Walnuß bis zu einer Faust erreicht. Auch *Sphex occitanica*, die ihr Nest mit einer einzigen, sehr großen Heuschrecke der Gattung *Ephippigera* versieht, fängt, im Gegensatz zu ihren Anverwandten, zuerst ihren schwer zu transportierenden Raub, lähmt ihn und gräbt gleich darauf an der ersten passenden Stelle in größter Eile eine Höhle, die wieder geschlossen wird, sobald die Eier darin gelegt sind²⁾. Ebenso verhält sich die auch bei uns an sandigen Stellen allgemeine *Psammodonta hirsuta* und eine *Ammophila*-Art, *A. tydei*, deren Raub aus einer einzigen großen Nachtfalterlarve besteht.

¹⁾ Von dieser Regel gibt es nur sehr wenige Ausnahmen. So führt Rudow an, daß die Raubwespengattung *Philantus*, welche an sonnigen Abhängen kurze, handtiefe Gänge gräbt, die in einer einfachen Höhle endigen, in diese gelähmte Bienen bringt und daselbst mehrere Eier legt. Dasselbe, behauptet er, sei der Fall in Höhlen gewisser Crabromiden und solitären Wespen (einigen *Leionotus*-Arten). Ebenso machen es auch die Hummeln in ihren aus Wachs verfertigten Zellen.

²⁾ In derselben, hinsichtlich ihres Nestbaues wenig entwickelten Gattung findet sich eine Art, *Sphex paludosa*, deren Nest sehr instruktiv ist, weil es uns zeigt, wie in Gattungen oder Familien, die sonst in dieser Beziehung noch auf einem weit ursprünglicheren Standpunkt zu stehen scheinen, mitunter plötzlich neue Instinkte entstehen können. Das Nest wird nämlich nicht in die Erde gegraben, sondern nach De Stefani aus mehreren konzentrischen Schichten von Pflanzenfasern aufgeführt, in deren Mitte die Puppen liegen. Der Raub besteht aus einer auf Sizilien allgemeinen Orthoptere,

Während die Raubwespe damit beschäftigt ist, ihre Höhle zu graben, ist die von ihr angestochene und gelähmte Beute der Gefahr ausgesetzt, von Ameisen und anderen Raubwespen fortgeschleppt zu werden. Um dem vorzubeugen, wird sie von der Wespe oft ein Stück über der Erde in einer Blattfalte oder zwischen einigen sich zueinanderneigenden Grashalmen versteckt, und sie unternimmt während des Grabens nicht selten wiederholte Ausflüge zur Stelle, um sich davon zu überzeugen, daß ihr Raub nicht entführt worden ist. Diese Methode wird von der erwähnten *Psammophila* und von den meisten *Pompilus*-Arten angewandt. Doch scheint sie bei den ersteren noch in der Entwicklung begriffen und nicht bestimmt fixiert zu sein, denn einige Individuen sind nach Adlerz in dieser Hinsicht nachlässiger als andere und gehen daher oft ihres Raubes verlustig. *Pompilus plumbeus* wendet, demselben Verfasser nach, eine andere Methode an. Er gräbt nämlich eine kleine Grube in die Erde, legt die gelähmte Spinne dort nieder und bedeckt sie provisorisch mit Sand, eine Maßregel, die namentlich ergriffen wird, um die Spinne gegen eine andere parasitierende¹⁾ Raubwespe, *Ceropales*, zu schützen, welche dem *Pompilus* auf den Fersen zu folgen und all sein Tun genau zu beobachten pflegt, aber doch nicht genügende Intelligenz besitzt, die Spinne aufzugraben, deren Verbergung sie eben mit angesehen, zu welcher Arbeit sie vielleicht auch nicht die nötigen Organe besitzt. Die-

Phaneroptera quadripunctata. Ein solches, aus Italien stammendes Nest wird von Rudow eingehend beschrieben. Es mißt 15 cm³, ist unregelmäßig rund und aus Pflanzenteilen zusammengesetzt. Fünf Zellen liegen hier dicht nebeneinander, während die sechste eine wagerechte Stellung einnimmt, und alle sind in einem sie umgebenden Wall eingebettet. Getreidehülsen sind kreuzweise sehr regelmäßig über- und nebeneinander gelagert und stumpfwinklig so vereinigt, daß die Spitzen einander in so großer Ausdehnung decken, daß daraus eine dem Aussehen nach lose, aber doch ziemlich feste Zusammenfügung gebildet wird. Zwischen den Hülsen sind größere Grashalme (*Festuca* und *Poa*) von im allgemeinen gleicher Länge eingeflochten. Dieses gröbere Baumaterial bildet nach außen hin einen breiten, dichten Abschluß, dient aber nach innen zu nur an den Rändern als Befestigungsmittel. Direkt um die Zellen ist trockene Rohrwolle zu Ballen angehäuft, welche miteinander verschmelzen und so eine haltbare Füllung bilden. Hier und da sind dicke Strohhalme eingewebt, um der Wolle einen festeren Halt zu geben, und das ganze ist auf der oberen Seite dicht verfilzt.

¹⁾ Wir weichen hier wie auch weiterhin dem allgemeinen Sprachgebrauche und benutzen die Benennung Parasiten in einem weiteren Sinne, als wir ihr im fünften Kapiteln zuerteilen.

selbe abweichende Methode wird auch von einer nordafrikanischen Art, *P. pulcher*, angewandt, und Ferton glaubt, es sei der Mangel an Pflanzenwuchs in den von der Wespe bewohnten Lokalitäten, welcher diese zur Erfindung der Schutzgruben gebracht habe. Eine sehr nahestehende Art, *P. sericeus*, läßt dagegen stets die Spinne unbedeckt auf dem Felde liegen.

In den oben geschilderten Fällen hat wahrscheinlich die Beschaffenheit des Raubes zur Entstehung des Instinktes beigetragen, ihn erst zu lähmen und darauf die Höhle zu graben. Er ist nämlich meistens zu groß für einen weiteren Transport gewesen. Da aber der Raub frei daliegend verlassen werden muß, verschiedenen Angriffen ausgesetzt, so ist die Wespe genötigt, die Arbeit möglichst zu beschleunigen. Sie muß einen Boden anwenden, der sich für eine rasche Arbeit eignet, und wählt daher gewöhnlich Stellen mit lockerem Sand. Unter solchen Umständen kann selbstverständlich eine höhere architektonische Ausbildung nicht gut zustande kommen.

Die meisten Raubwespen graben jedoch die Höhle, oder wählen wenigstens den Platz für dieselbe, bevor sie sich auf die Jagd begeben. Vielfach sieht man sie einen Ansatz zum Nestbau machen, aber den Platz verlassen, wenn dieser sich als ungeeignet erweist. So haben G. und E. Peckham *Pompilus quinquenotatus*, *Bembex spinolae* und *Aporus fasciatus* mehrere Graberversuche nacheinander aufgeben sehen, ehe sie schließlich ihre Höhle vollendeten. Eigentümlich für die letztgenannte Art ist, daß sie auch die teilweise begonnenen Nester wieder ausfüllt und die Spuren verwischt. Einen interessanten Übergang von Arten, welche zuerst die Beute einfangen und dann die Höhle graben zu solchen, die umgekehrt verfahren, bildet, wie es scheint, eine *Pompilus*-Art, *P. plumbeus*. Adlerz hat nämlich das Weibchen dieser Wespe die Nacht in Höhlen zubringen sehen, die es am vorhergehenden Nachmittage gegraben hatte, ohne daß es eine Beute hineingeschleppt hätte. Jedoch dürfte die Höhle noch nicht definitiv fertig gewesen sein; die lange Zeit, welche die Wespe stets dort verweilt, nachdem die Beute eingebracht ist, läßt nämlich vermuten, daß erst dann die eigentliche Zelle im feuchten Untersande gegraben wird. G. und E. Peckham erwähnen auch aus den Vereinigten Staaten einer *Pompilus*-Art, *P. scelestus*, die, im Gegensatz zu anderen Arten dieser Gattung, die Höhle gräbt, ehe sie sich auf die Jagd nach Beute begibt.

Von den Arten, welche zuerst das Nest verfertigen, graben einige, wie die bisher besprochenen, nur eine einzellige Höhle. Diese wird von *Dolichurus*, *Tachysphex* und einigen anderen Arten während der Dauer der Jagd ganz offen gelassen. Die *Ammophila*-Arten dagegen verschließen die ausgegrabene, noch leere Höhle mehr oder weniger sorgfältig und wiederholen dieses Verfahren jedesmal, wenn neue Beute hineingelegt wird. Die bei uns auf trockenen Hügeln recht allgemeine *Ammophila sabulosa*, eine lange, schlanke, schwarz und rote Raubwespe, gräbt einen Tunnel von einigen Zentimetern Tiefe und der Dicke eines Gänsekiels. Der ausgegrabene Sand wird jedesmal, wenn die Wespe aus dem Loche herauskommt, zwischen der unteren Seite des Kopfes und den Vorderfüßen¹⁾ gehalten und dann in der Luft verstreut, indem das Tier einen kleinen Ausflug von einigen Zentimetern Entfernung macht. So wird der Sand nicht um die Mündung des Nestes angehäuft, die sonst leicht erkennbar wäre, eine Vorsichtsmaßregel, auf die sich übrigens zahlreiche Wespen verstehen, indem sie mit den Füßen und dem Hinterkörper den angehäuften Sand ausbreiten und verstreuen. Wenn der Tunnel fertig ist, sucht das Wespenweibchen irgendein Hölzchen, ein Blatt, ein kleines Steinchen oder dergl., und deckt damit provisorisch die Öffnung. Jetzt begibt es sich auf die Jagd und findet bald eine Schmetterlingslarve, die es durch einige geschickt angebrachte Stiche lähmt und, oft auf großen Umwegen und mit vieler Mühe, zum Nest schleppt, dessen Öffnung es sich auf die eben angeführte Weise kenntlich gemacht hat. Befindet sich die Larve glücklich im Tunnel, so legt die Wespe ihr Ei auf dieselbe, kommt dann wieder heraus und füllt jetzt die Röhre so vollständig, daß die Mündung auf keine Weise vom umgebenden Boden zu unterscheiden ist. Hierauf begibt sie sich von neuem auf die Jagd. Die Höhle wird zum Hineinschaffen einer zweiten und, nach erneuertem Verschuß, mitunter selbst einer dritten Larve geöffnet, bevor sie definitiv geschlossen wird. Die Wespe begnügt sich nicht wie so viele andere Arten damit, die Mündung des Nestes dem übrigen Boden gleichzumachen, sondern bedeckt sie noch mit Stückchen Baumrinde, Splintern, Grashalmen, Flechten usw., um die Ähnlichkeit mit der Umgebung noch zu erhöhen,

1) Für diesen Zweck ist der erstere mit langen Borsten versehen und die letzteren besitzen große Stachel, welche den Sand zwischen sich aufnehmen und während des Fluges festhalten.

Dagegen sah Fabre, daß *Ammophila holosericea* in Südfrankreich, eine Art, die ihr Nest mit nicht weniger als fünf kleineren Larven versieht, es unterließ, ihr Nest jedesmal provisorisch zu verschließen, wenn sie sich auf die Jagd begab, was auch recht beschwerlich wäre. Man läßt ja im allgemeinen gern eine Tür offen, die man genötigt ist mehrere Male kurz nacheinander zu passieren.

Dies zu tun sind jedoch auch eine nordamerikanische *Ammophila*-Art, *A. yarrowi*, sowie die Arten der Gattungen *Bembex* und *Oxybus* genötigt, gleichwohl verschließen sie in den meisten Fällen jedesmal die Mündung des Nestes. Die Instinkte verschiedener Insekten verhalten sich somit nicht selten in gleichen Fällen verschieden. Die *Bembex*-Arten gehen nämlich vielmals in jeder ihrer einzelligen Höhlen ein und aus, die sie in einer Zeit von etwa zwei Wochen genötigt sind, unaufhörlich mit neuem Raube zu versehen, der oft aus toten, manchmal aber aus mehr oder weniger gelähmten Fliegen besteht. Daher gerade legen sie aber ihre Nester nur in lockerem Sande an, am liebsten in Flugsandfeldern, so daß das Öffnen der Röhre, deren oberer Teil nicht selten zugeweht ist, verhältnismäßig leicht zu bewerkstelligen ist. Die Existenz mehrerer Parasiten, welche die *Bembex*-Nester bedrohen, zwingt übrigens dieses Insekt zu aller möglichen Vorsicht.

Die Nester aller bisher erwähnten Arten bestanden aus einfachen Erdröhren oder aus einem Tunnel, der in einer einzigen, etwas größeren Zelle endete. Aber andere Raubwespen, zum Teil derselben Gattungen, z. B. viele Arten von *Sphex*, verstehen es, mehrere Zellen mit einem gemeinsamen röhrenförmigen Gang zu vereinigen. Dieser Gang kann teils in gerader Richtung gehen, teils sich merkbar biegen, so daß mitunter ein Teil perpendikulär und ein Teil horizontal verläuft. Wenn alle Kammern verproviantiert und mit Eiern versehen sind, werden zuerst die Seiten- und hierauf die Hauptgänge mit Sand gefüllt. Die in Südeuropa lebende *Sphex flavipennis* gräbt sich, nach Fabre, zuerst eine vier bis fünf cm lange Vorkammer¹⁾, in welcher sie sich in der Nacht und bei schlechtem Wetter selbst aufhält; die Vorkammer wird in schrägem Winkel in einen ebenso langen Gang fortgesetzt. Am Boden desselben wird jetzt

¹⁾ Dieser Tunnel kann nach G. und E. Peckham mitunter eine Länge von 19 cm erreichen.

eine inwendig sorgfältig geglättete Zelle ausgegraben, die mit der Hauptröhre durch einen engeren Hals in Verbindung steht, Seite an Seite mit derselben werden in verschiedenen Richtungen noch einige derartige Zellen angelegt, und jede mit drei bis vier Grillen versehen. Derselbe Bautypus, mit kleineren Variationen für verschiedene Arten, hauptsächlich in bezug auf die Richtung der Röhre, die Festigkeit und den Abstand der Zellen voneinander, charakterisiert unter den Raubwespen auch Arten von *Priocnemis*, *Cerceris*, *Crabro* u. a. Gewöhnlich lassen diese Raubwespen den Hauptgang offen, während sie auf der Jagd sind.

Vielleicht haben die Raubwespen ursprünglich begonnen, ihre Nester in der Erde zu graben, jedenfalls aber haben mehrere Arten schon sehr früh verfaulte Baumstümpfe¹⁾ oder Holzwerk mit fertigen Larvengängen gewählt, die dann erst sorgfältig gereinigt werden, oder trockene Zweige und Stengel, besonders von Flieder, *Rubus*-Arten und Umbellaten, Schilfrohr und anderes derartiges Material, um darin ihre Zellen anzulegen. Mitunter werden diese Gänge in den Wurzeln von Disteln, Umbelliferen, Weiden, Erlen u. a. ausgegraben (*Thyreopus*, *Ceratocolus subterraneus* und *laevis*). Es gibt viele Gattungen, welche teils erdbauende, teils holzbauende Arten besitzen und, wie schon angedeutet wurde, ist es in vielen Fällen schwer zu entscheiden, welcher Typus der ursprüngliche jeder Gattung war. Einige Verfasser sind auch der Ansicht, das Bauen von Zellen in Baumzweigen dürfte, wenigstens bei mehreren Gruppen, als ebenso ursprünglich zu betrachten sein als das Ausgraben der Zellen in der Erde. In gewissen Fällen ist sogar die unterirdische Bauweise offenbar eine später erworbene Artgewohnheit, so z. B. beim Crabroniden *Ceratocolus subterraneus*. Die übrigen in der Erde grabenden Raubwespen verschließen nämlich die Mündung des Nestes, wenn sie es verlassen, um neuen Raub zu suchen, die Crabroniden aber verhalten sich in dieser Hinsicht wie ihre in trockenen Baumzweigen bauenden Verwandten und haben es noch

¹⁾ Nach Nielsen graben einige *Crabro*-Arten ihre Nester auch in verhältnismäßig gesundem und hartem Holz aus. In Südafrika nisten nach Brauns zahlreiche Crabroninen-Arten der Gattung *Dasyproctus* in nur im vollen Saftfluß und im Blüteschmuck stehenden Stengeln von Aloë-Arten, Amaryllideen, Liliaceen und selbst Riedgräsern. Die Feuchtigkeit der grünen Pflanze scheint sogar zur Entwicklung der Arten unbedingt nötig zu sein, da getrocknete und trocken aufbewahrte Stengel fast niemals Imagines lieferten.

nicht gelernt, diese Vorsichtsmaßregel gegen Parasiten zu beobachten. Nielsen schließt daraus, wohl mit Recht, daß diese Art verhältnismäßig spät eine unterirdische Lebensweise angenommen hat. Wahrscheinlich sind auch die *Trypoxylon*-Arten ursprünglich Holzbauer, aber wenn geeignete Zweige und Stengel fehlen, gräbt nach Rudow die kleine *Tr. clavicerum* mit Leichtigkeit ihre Röhren in natürliche oder künstliche Lehmwände.

Einige kleinere Raubwespenarten graben auch noch im Holzmaterial, auf dieselbe Weise wie in der Erde, Kammern zu beiden Seiten eines gemeinsamen Hauptganges. Aber andere, größere Arten sahen sich, wahrscheinlich wegen des geringen Umfanges desselben, genötigt, die Kammern in Reihen hintereinander anzulegen. Mitunter kann die Anzahl dieser Kammern auf einige Dutzend steigen (*Cemonus unicolor*, nach Nielsen), wobei die männlichen Zellen typisch über den weiblichen liegen. Hierdurch ist ein neuer Bautypus entstanden, den man im Gegensatz zum obigen, verzweigten, den linearen oder Reihentypus nennen könnte.

Es sei hervorgehoben, daß es einzelne Arten gibt, die sich in ihrer Bauart nach den vorliegenden lokalen Verhältnissen richten und bald den einen, bald den andern Typus anwenden. Dies tun z. B. nach den Angaben Verhoeffs und Niensens *Cemonus unicolor* und *Rhopalum clavipes*.

Nicht selten verzweigt sich der Gang gleich unterhalb der Mündung in zwei bis vier parallele Röhren, welche dann mitunter durch Seitengänge vereinigt sein können (*Crossocerus* und *Ceratophorus morio*).

Mehrere dieser Raubwespen (*Psen*, *Pemphredon* und viele *Crabro*-Arten) trennen die in den Röhren aufeinanderfolgenden Zellen durch mehr oder weniger dicke Wände aus dem nächstliegenden Stoffe, zerkaute Markteilen. Nicht selten werden, wie erwähnt, für den Zellenbau Gänge im Holz annektiert, die früher von Käferlarven gebildet waren, und die Zwischenwände werden dann aus dem bekannten Wurmmehl verfertigt. Es gibt aber auch Arten, welche von außen ein ganz neues Material herbeischaffen, aus welchem der Deckel der Zellen und die Scheidewände aufgemauert werden. So werden diese von den *Trypoxylon*-¹⁾ und *Pison*-Arten, sowie den zur Gruppe der

¹⁾ Kleine hat jedoch sechs Kokons von *Trypoxylon figulus* in einem alten Larvengange ganz ohne Zwischenwände übereinander gereiht gefunden.

Crabroniden gehörenden *Crossocerus*-Arten aus Lehm aufgeführt, während die meisten *Passaloecus*-Arten hierzu verhärtetes oder frisches Harz¹⁾ anwenden. Von besonderem Interesse ist die Gattung *Trypoxylon*, da einige Arten derselben, wie nach Borries *Tr. attenuatum*, auf dem ursprünglichen Entwicklungsstadium verbleiben, wie die erwähnte *Pemphredon* u. a. Diese Gattung bietet daher einen schönen Übergang in der Entwicklungskette.

Mitunter vereinigt sich der Reihentypus mit dem verzweigten, so daß in den Seitengängen mehrere Zellen aufeinander folgen, wogegen dies alsdann in der Hauptröhre nicht der Fall ist (*Pemphredon lugubris*, *Crabro vagus*).

Die Mündung der Röhre, gleichgültig ob sie dem Zweigtypus oder dem linearen angehört, wird nach verrichtetem Werk, wie schon erwähnt, oft sehr sorgfältig ausgefüllt. Wir haben oben das Verfahren geschildert, durch welches sich in dieser Hinsicht *Ammophila sabulosa* auszeichnet. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient auch die Gattung *Agenia*. *A. structor* teilt leere Schneckengehäuse (*Helix*) durch Zwischenwände aus Lehm in zwei, drei Kammern und bedeckt die gemeinsame Mündung mit einer gleichen dünnen Lehmschicht, über welcher dann noch kleine Steinchen und Lehmklümpchen angehäuft werden. *A. variegata* gräbt nach Ferton in sandigen Abhängen eine Höhle, die mehrere Zellen enthält. Die Öffnungen der Zellen werden durch eine Barrikade von sorgfältig ausgewählten Steinchen von Stecknadelkopfgröße verstopft und die Mündung der Höhle selbst mit einer Filzmasse bedeckt, die hauptsächlich aus einer Menge verfilzter alter Spinnweben besteht. *A. intermedia* zeichnet sich dadurch aus, daß sie die Röhre mit dicken Schichten verschiedenartigen Inhalts ausfüllt, grobem Pflanzenabfall und Rindenstückchen, dazwischen einer Schicht von mit Spinnweben verfilzten Rindenkrümchen. Adlerz hat gefunden, daß die Arten dieser Gattung mit einem ganz speziellen Apparate zum Einsammeln von Spinnweben versehen sind: einem großen Büschel langer, gebogener Borsten an der Basis der Maxillen. Die Kunstfertigkeit, welche den Zellenbau der *Agenia*-Arten vom Nestgraben der übrigen Pompiliden unterscheidet, steht jedoch nicht ganz unvermittelt in dieser Gruppe da. Viele *Pompilus*-Arten verbergen nach Ferton ihren

¹⁾ Eine Art dieser Gattung, *P. turionum*, gräbt das ganze Nest in den verlassenen Harzgallen aus, die von der Larve eines Wicklers, *Retina resinella*, gebildet werden.

Raub in leeren Schneckengehäusen, welche sie mit allerlei Material, Sand, Steinchen, Splintern, Halmen usw. füllen. *Pogonius variegatus* in Frankreich benimmt sich auf dieselbe Art. In Algier zeigt diese Art jedoch eine Abweichung des Instinkts darin, daß das Verschlußmaterial viel feinerer Art ist und Wände zwischen den verschiedenen Kokons bildet, sowie darin, daß jede Zelle mit einem besonderen Pfropf aus fein durchkauter Erde verschlossen wird. Es scheint somit, als wäre hier der erste Schritt getan zu einem derartigen Nestbau, durch welchen sich *Agenia* auszeichnet.

Wir erwähnten des Borstenapparates der *Agenia*-Arten zum Einsammeln von Spinnweben. Aber auch in sonstiger Hinsicht zeigt, wie Adlerz hervorgehoben hat, der Körperbau der Raubwespen Strukturverhältnisse, die den verschiedenen Lebensgewohnheiten angepaßt sind. Wir erinnern an die Bildung des Kopfes und der Vordertibien bei *Ammophila sabulosa*, speziell geeignet zur Aufnahme des ausgegrabenen Sandes. Es wurde oben erwähnt, daß die Mündung der Nester auf das sorgfältigste geschlossen werde, gleichgültig ob sie in der Erde oder in Holzwerk gelegen sind. Die Zusammenpackung des Verschlußmaterials geschieht oft mittels wiederholter rascher Schläge mit der Rückenseite des sechsten Abdominalsegmentes, welches hier ein besonderes Feld erhalten hat, das sog. Pygidialfeld, dessen Skulptur viel gröber ist als die der Umgebung, und das von erhöhten Seitenrändern begrenzt wird. Dieses Pygidialfeld hat ein ganz verschiedenes Aussehen, je nachdem die Nester mit Erde oder mit Holzkrumen geschlossen werden, und diese Abweichungen haben mit den sonstigen Verwandtschaftsverhältnissen nichts gemein, sie können bei Arten derselben Gattung fehlen, während derselbe Typus sich bei weit entfernten Gattungen wiederfindet, sobald diese nur eine gewisse Ähnlichkeit in der Lebensweise zeigen. Geschieht das Schließen nicht durch Schläge mit dem Hinterkörper, sondern wird es vermittels der Kiefer bewerkstelligt, so fehlt das Pygidialfeld gänzlich. Auch die Bildung des Kopfes und der Beine richtet sich in hohem Grade nach der Gewohnheit einer Art, in Holz, fester Erde oder lockerem Sande zu bauen. Gattungen, deren verschiedene Arten sich in dieser Hinsicht verschieden verhalten, sind daher außerordentlich lehrreich, wo es sich darum handelt, die nahe Abhängigkeit der Instinkte und der Körperorganisation voneinander zu studieren.

Untersuchen wir die in die Erde gegrabenen Zellen der *Cerceris*-Arten näher, so werden wir finden, daß sich hier der Grabeinstinkt mit einem neuen Instinkte verbindet. Diese Arten glätten nämlich mittels ihres Speichels die Wände der Zellen und geben ihnen einen bedeutenden Grad von Festigkeit. Dieser Maurerinstinkt hat bei gewissen Raubwespen, die ihre Zellenkammern in trockenen Zweigen, Stengeln oder in anderem Holzmaterial ausgraben, einen weiteren Schritt vorwärts getan. Besonders macht sich dies, wie wir gesehen haben, bei der Aufführung der Scheidewände zwischen den Zellen im linearen Bautypus geltend.

Auch eine südafrikanische *Stizus*-Art, *St. clavicornis*, zeigt einen beginnenden Übergang vom Grabe- zum Maurerinstinkt, da sie, nach Brauns, ihre in die Erde gegrabene Röhre oben mit einem aus Erdpartikeln zusammengemauerten Tunnel fortsetzt, dessen Boden aus der Erde selbst besteht.

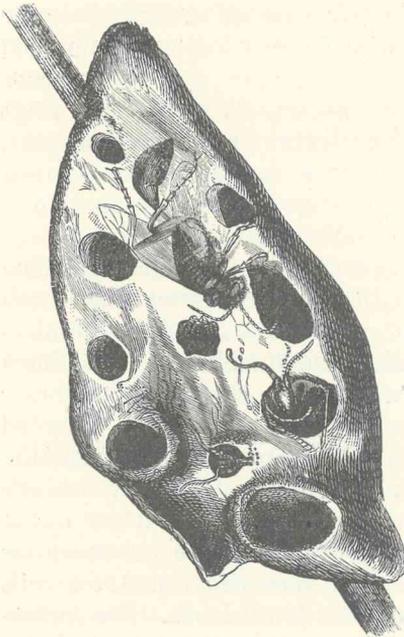
Bei einigen Arten aber hat sich der Maurerinstinkt gänzlich vom Grabeinstinkt freigemacht. Der letztere besteht nur noch so weit, als er für die Anschaffung des Mauermaterials erforderlich ist. Dies findet schon bei einer zur Familie der Pompiliden gehörenden Gattung, *Pseudagénia*, statt, die sich in dieser Hinsicht stark von ihren Stammverwandten abhebt. Während die allermeisten anderen Raubwespen ihre Zellen in zufällig angetroffenen oder selbstgegrabenen Höhlen anlegen, mauern sowohl die amerikanischen als die europäischen Arten dieser Gattung an geschützten Stellen freistehende Zellen aus feuchtem Lehm. Die Form derselben wird bei verschiedenen Arten teils als fingerhutartig, teils als becherartig beschrieben. Die Außenfläche ist uneben und jede eingefügte Mörtelbürde zeigt sich hier als Erhöhung. Die Innenseite dagegen ist sorgfältiger geglättet. Sind die Zellen verproviantiert und das Ei gelegt, so werden sie mit einem Deckel verschlossen, der glatter und ebener ist als die Wände der Zellen. Nicht selten dürften übrigens die vorigjährigen Zellen von der aus ihnen entwickelten Generation benutzt werden. Adlerz hat mehrfach unter schützenden Steinen und in Gruben unter Steinen derartige *Ps. albifrons* angehörige Zellen gefunden, welche, wenn sie nicht unmittelbar nebeneinander lagen, mittels unregelmäßiger Lamellen aus demselben Baumaterial wie die Zellwände verbunden waren, wodurch wahrscheinlich bezweckt wurde, dem ganzen Zellkuchen

größere Festigkeit zu verleihen. Die Anzahl der Zellen in einem derartigen Komplexen konnte bis auf 29 steigen.

Es ist von großem Interesse, zu erfahren, daß dieser Zellenbautypus, die mehr oder weniger kuchenförmig nebeneinander gelagerten Zellen, welcher die höher stehenden Wespen- und Biengattungen charakterisiert, sich schon, wenngleich als seltene Ausnahme, bei systematisch so niedrig stehenden Formen, wie

einer Gattung der Raubwespenfamilie *Pompilidae*, wiederfindet. Die von den hierhergehörenden Arten verfertigten Zellen sind jedoch außerordentlich mürbe und zerbrechlich, und die Substanz, welche den Lehm in ihren Wänden zusammenhält, besteht zum größten Teil aus Wasser.

Von festerer Konsistenz sind gewöhnlich die Nester, welche von der Gattung *Pelopaesus* gemauert werden, die im mittleren Europa durch einige Arten vertreten ist. Diese oft etwa 10 cm langen Nester (Fig. 69) sehen wie Lehmklümpchen aus, die um Baumzweige, an Mauervorsprüngen u. dgl. befestigt sind, und stimmen nicht selten in der Farbe genau mit der Umgebung überein. Diese ge-



Figur 69.

Nest der *Pelopaesus vindex*.

wöhnlich langgestreckten Klümpchen schließen eine Anzahl regelmäßig elliptischer Zellen, meist mit nach oben gerichteter Mündung ein, welche an beiden Enden des Klümpchens nur eine, in der Mitte nicht selten zwei bis drei übereinander liegende Schichten bilden, deren Zellen so gestellt sind, daß der Boden der oberen stets in der Vertiefung zwischen zwei unteren Zellen ruht. Der Raum zwischen den Zellen wird von Mörtel ausgefüllt.

Die Mündung der Zellen wird zunächst mit einem flachen Deckel verschlossen. Von außen sind sie nur als kleine Erhöhungen

sichtbar. Die Mörtelmasse ist manchmal steinhart und läßt sich leicht von der Unterlage ablösen, wobei man findet, daß die untersten Zellen keinen selbständigen Boden haben¹⁾.

Die Gattung *Pelopaeus* ist somit wahrscheinlich bei den Raubwespen diejenige, bei welcher der Bauinstinkt seine höchste Entwicklung erreicht hat. Von großem Interesse sind jedoch auch die freistehenden, aus Lehm aufgeführten, zusammengebauten und parallelen Zellen gewisser tropischen Arten der Gattungen *Trypoxylon* und *Pison*, deren in Europa lebende Formen es in ihrer Maurerindustrie noch nicht weiter gebracht haben als bis zur Aufführung von Zwischenwänden zwischen den reihenweise gelagerten Zellen in ihren aus Pflanzenmark oder faulem Holz ausgehöhlten Nestern.

Die Zeit, welche die Raubwespen der Verfertigung ihrer oben beschriebenen Nestbauten widmen, wechselt natürlich in hohem Grade je nach der Beschaffenheit derselben. Die einfachen Höhlen, die im Sande ausgegraben werden, beanspruchen oft nicht mehr als etwa zehn Minuten, die langen Röhren hingegen, welche in festerem Erdboden oder in Holz ausgehöhlt werden, wie auch die freistehenden, aufgemauerten Zellen nehmen eine beträchtliche Zeit in Anspruch. Einige Arten arbeiten täglich nur einige Stunden in der heißesten Tageszeit, andere setzen ihre Arbeit ununterbrochen fort, und G. und E. Peckham haben Weibchen von *Crabro stirpicola* beobachtet, welche 42 Stunden nacheinander, mit nur einer einzigen Unterbrechung von 10 Minuten, beschäftigt waren. Adlerz gibt an, daß *Bembex rostrata* an ihren Höhlen mehrere Tage lang gräbt und dabei oft über einen Tag ununterbrochen unter der Erde verbleibt, ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Wetters. Die *Tachysphex*-Arten beginnen nach demselben Verfasser am Nachmittage die Höhlen, die am folgenden Tage zur Anwendung kommen sollen.

¹⁾ Die exotischen Arten derselben Gattung, von denen einige in Südamerika leben, mauern der Hauptsache nach ähnliche Nester, nur erhalten die Nester einiger Arten eine regelmäßigere, birnenartige Form und sind mit einem lang ausgezogenen Halse versehen (*Pelopaeus lunatus* und *P. figulus*).

Neunzehntes Kapitel.

Nestbauten der solitären Faltenwespen.

Im vorigen Kapitel haben wir die Nestbauten geschildert, wie sie sich bei den in biologischer Hinsicht in vielem miteinander übereinstimmenden Familien *Pompilidae* und *Sphegidae* entwickelt haben. Die Familie der Faltenwespen (*Vespidae*) hat man als Verwandte der ersteren angesehen, wenngleich es andererseits nicht an Verfassern fehlt, wie Ferton, welche der Ansicht sind, die Vespiden und Sphegiden seien aus gemeinsamen Grundformen hervorgegangen, wogegen andere die Verwandtschaft der Sphegiden und der Bienen (*Apidae*) verfechten. Von den beiden genannten Raub- oder Grabwespenfamilien unterscheiden sich die Faltenwespen jedoch sogleich durch ihre der Länge nach gefalteten Flügel; in ihren Lebensgewohnheiten aber erinnern besonders die solitär lebenden Arten noch stark an diese. Im großen ganzen läßt sich sagen, daß die Architektur dieser Gruppe da beginnt, wo die der anderen endet, denn die meisten Arten werden bei ihren Nestbauten von einem hochentwickelten Maurerinstinkt geleitet¹⁾. Dieser scheint jedoch eine gewisse Verschiedenheit von dem der Raubwespen zu erbieuten. Während z. B. unter den letzteren die *Trypoxylon*-Arten, welche ihre Zellen durch Lehmwände trennen und die Mündung mit einem Lehmdeckel verschließen, zu diesem Zweck stets feuchten Lehm aufsuchen, so schaben dagegen solitäre Faltenwespen (*Eumenes*, *Hyplomerus* und einige *Odynerus*-Arten) den Lehm an trockenen Stellen ab und bringen von anderen Orten Flüssigkeit herbei, um den Teig zu bereiten.

Bei einigen Arten scheint der Nestbauinstinkt noch außerordentlich plastisch zu sein. *Ancistrocerus parietum* z. B. baut in Rinden- oder Holzgängen, die von den Larven der Bockkäfer und anderer Langhörner gefertigt worden, wie auch in Schilfrohr; sie annektiert alte, von anderen Wespen aufgeführte Nester, bohrt aber

¹⁾ So bestehen die Zwischenwände in den linearen Bauten fast aller Faltenwespen aus von auswärts herbeigeholtem Lehm, nur sehr selten (*Discoelius zonalis*, nach Bouwman) aus zerkauten Pflanzenteilen. Eine bemerkenswerte Ausnahme von dieser allgemeinen Regel bildet nach Ferton auch *Raphiglossa zethoides*, welche ihre Zellen in Schilfrohr baut (*Arundo donax*) und die Zwischenwände aus von der Innenseite der Schilfröhren abgenagten Pflanzenfasern gefertigt.

auch selbst Gänge in Lehmwänden oder in ebener Erde oder mauert schließlich freistehende Zellen auf Steinen auf. Außerdem wählt sie zum Aufmauern ihrer reihenweise oder nebeneinander angeordneten Zellen mit Vorliebe alle möglichen Hohlräume, die auf die eine oder andere Weise dem Bau einen Schutz verleihen. So hat man sie im Rücken eines aufgeschlagenen Buches, im Ausflußrohr einer Gießkanne, in einem Vorhängeschloß, einem Schlüssel, einem Gummischlauch usw. gefunden. Adlerz hat *Ancistrocerus callosus* teils in einem in Sand gegrabenen Gange bauen sehen, teils in Larvengängen in Borke, mit Scheidewänden aus Lehm zwischen den Zellen, teils sah er sie hauptsächlich aus Lehm gemauerte Zellen in einer Ritze zwischen zwei Steinen aufführen, wo nur die Seitenwände der Zellen aus den Steinen selbst gebildet waren.

Die Bauten der obengenannten Arten können als Übergangsformen von mehr indifferenten Nestbaugewohnheiten zu solchen betrachtet werden, die sich schon bestimmter fixiert haben. In letzterem Falle ist der Bauinstinkt bei einigen Arten noch auf einem niedrigeren Stadium stehen geblieben, das, wie wir sahen, zahlreiche Raubwespen auszeichnet und sich in den röhrenförmigen Wohnungen in Holz oder in der Erde und Lehmwänden verkörpert, und in welchem der Grabinstinkt noch vorherrschend ist. Dies ist z. B. mit vielen Arten der Gattung *Odynerus* (sensu latiore¹⁾) der Fall. Einige von ihnen graben ihre Röhren sowohl in Holz als in der Erde oder in Lehmwänden. Andere dagegen scheinen sich schon ziemlich definitiv entweder als Holzbauer — zu welchen dann auch die Arten gezählt werden, die in Schilfrohr u. dgl. bauen — oder als Erdbauer etabliert zu haben. Aber auch wenn diese Arten der ersteren Kategorie angehören, so trennen sie in den allermeisten Fällen die reihenweise angeordneten Zellen durch aus Lehm aufgemauerte Wände; nur sehr selten (*Ancistrocerus antilope*) mauern die Faltenwespen diese Wände aus Mark mit nur einem geringen Zusatz von Erde, während die Mündung der Röhre doch schließlich mit einem Lehmpfropfen verschlossen

¹⁾ Bei vielen Arten folgen nach Malyschew die bewohnten Zellen nicht dicht aufeinander, sondern sind durch längere oder kürzere Zwischenräume getrennt, wodurch doppelte Scheidewände entstehen. Besonders findet sich oft ein derartiger leerer Zwischenraum zwischen dem das Nest verschließenden Deckel und der obersten Zwischenwand. Diese leeren Räume dienen vielleicht dazu, Schmarotzer irrezuführen.

wird. Dies scheint allerdings darauf hinzudeuten, daß die in Holz bauenden Faltenwespen von solchen herkommen, die ursprünglich in der Erde gebaut haben; andererseits aber weist Adlerz darauf hin, daß viele der Arten, welche Röhren in der Erde oder in Lehmwänden ausgraben, hier, nach der gewöhnlichen Methode der Holzbauer, ihre Zellen reihenweise anordnen, was wieder als Gewohnheit angesehen werden könnte, die sich von einem Stadium herschreibt, wo diese Arten ursprünglich in Holzwerk bauten. „Für solche Wespen“, sagt Adlerz, „welche ihren Wohnsitz in alten Larvengängen in Holz oder in hohlen Pflanzstengeln nehmen, an Stellen also, wo das Aushöhlen selbst keine weitere Mühe kostet, als höchstens die Fortschaffung des Wurmehls oder das Nagen im lockeren Mark, für solche stellt sich die Serienanordnung der Zellen als einzig mögliche dar. Für solche hingegen, welche mit vieler Mühe selbst ihre Höhlen in die Erde graben, würde das Ausgraben eines für Serienanordnung genügend tiefen Ganges eine außerordentlich zeitraubende Arbeit sein, da das ausgegrabene Material aus dem Innern des Ganges so weite Strecken fortgeschafft werden müßte. In der Erde gegrabene Nester sind daher in der Regel so angeordnet, daß sie aus einer einzigen Zelle bestehen oder aus mehreren Zellen, die um einen gemeinsamen kurzen Hauptgang gruppiert sind.“ Eine Reihenanordnung der Zellen in Erdröhren läßt sich daher nicht gut anders erklären als auf die oben angegebene Weise. Zu bemerken ist jedoch, daß bei gewissen Arten diese Anordnung gleichzeitig oder abwechselnd mit dem Bau von Seitenzellen in den Erdröhren vorkommt.

Auch Malyschev hat sich über die Entwicklung der Architektur bei den Faltenwespen geäußert, die er hauptsächlich an der Gattung *Odynerus* studierte. Seines Erachtens haben sich die Zweigbauten aus den ursprünglich einzelligen Nestern entwickelt (*O. reaumurii*). Von Zweigbauten in Holzwerk gingen dann die Linien- oder Serienbauten aus, deren Zwischenwände aus dem am Orte befindlichen Materiale verfertigt werden. Die meisten Linienbauten haben jedoch, seiner Ansicht nach, einen komplizierteren Ursprung. Vermutlich seien sie so entstanden, daß die Faltenwespen (oder Bienen) schon fertige Zweigbauten annektierten. Hierauf folgte der Aufbau von Zwischenwänden mit von außen herbeigeschafftem Material. Andere Arten hätten dagegen begonnen, selbst die linearen Wohnungen auszugraben.

Aus solchen Nestern, wie die von *O. laevipes*, seien schließlich die von *O. crassicornis*, *O. dorsalis* und *Eumenes* aufgeführten, freistehenden Bauten hervorgegangen und schließlich die der sozialen Faltenwespen. Malyshev hebt nämlich hervor, daß der Pfropfen, mit welchem *Odynerus murarius* zuletzt sein Nest verschließt, aus einem Papier von ganz derselben Beschaffenheit bestehe wie das der Papierwespen.

Die Konstruktion dieses Pfropfens gerade zeigt uns, wie der Bauinstinkt der in Holz oder in der Erde grabenden Faltenwespen sich entschieden eine Stufe über denjenigen der auf gleiche Weise bauenden Raubwespen erhebt. Einige der in Holz bauenden Arten, wie *Odynerus murarius* und *O. bifasciatus*, pflegen nämlich, nach Aurivillius und Adlerz, den Lehmpropfen, welcher die Mündung der Röhre verschließt, mit einer Schicht von Holzkrümelchen aus der nächsten Umgebung zu versehen. Bald werden die Holzfasern einander ziemlich parallel auf die Unterlage geklebt, bald wird die Holzmasse zuerst zwischen den Kiefern gewälzt und mit dem agglutinierenden Speichel vermischt. Aurivillius sieht hierin einen Instinkt, der danach strebt, den Eingangspfpfen der äußeren Umgebung möglichst¹⁾ ähnlich zu gestalten, aber Adlerz hat nachgewiesen, daß die Wespe wenigstens durchaus nicht bewußt handelt, da sie, wenn man dem nächsten Umkreise eine andere Farbe gibt, gleichwohl nach wie vor das deckende Splittermaterial etwas weiter hernimmt, wodurch die Farbe der Mündung scharf vom Umkreise absticht. Er glaubt daher eher, daß die Holzbedeckung als Schutz gegen bestimmte Goldwespen (*Chrysis ignita*) diene, deren Instinkt sie die Anwesenheit eines Faltenwespenestes wohl unter einem Lehmpropfen, aber nicht unter einer Holzbedeckung ahnen lasse. Es sei bemerkt, daß Aurivillius selbst gefunden hat, daß Individuen von *Odynerus murarius*,

¹⁾ Aurivillius berichtet, daß in einer roten Hauswand ausgehöhlte Nester von *Odynerus murarius* mit einem Lehmpropfen verschlossen waren, welchen von außen eine 1 mm dicke Schicht zerkauter Holzmasse bedeckte, die noch einen Überzug von Holzkrümeln aus der roten Oberfläche der Wand erhalten hatte, mit einer derartigen Anordnung, daß die rote Seite nach außen lag, so daß die Mündung des Nestes im höchsten Grade der umgebenden Wand glich. Das Vorhandensein der grauen Zwischenschicht unter der roten Bedeckung wird durch Aurivillius' Hypothese nicht ausreichend erklärt, und die von ihm beobachtete eigentümliche Erscheinung verdient überhaupt noch eingehender studiert zu werden.

welche in Schilfrohr bauten, auch dort die Mündungspropfen mit Holzfasern bedeckten, eine Artgewohnheit, die somit fortbestand, auch nachdem eine individuelle Variation in der instinktiven Wahl des Bauplatzes eingetreten war.

Der obige, für die Faltenwespen charakteristische Maurerinstinkt äußert sich schon bei einigen in der Erde oder in Lehmwänden grabenden Arten (*Hoplomerus spinipes*, *H. reniformis* u. a.) durch die Aufführung einer Art Schornstein über dem Eingang des Nestes¹⁾, wozu sich unter den Raubwespen, soweit bekannt, nur ein Gegenstück findet, und zwar bei der von Brauns in Südafrika beobachteten *Stizus clavicornis*. Gewöhnlich ist dieser Schornstein, der eine Höhe von einigen Zentimetern erreichen kann, zur Spitze hin mehr oder weniger stark gebogen, bisweilen in dem Grade, daß die Mündung sich in der Nähe des Erdbodens befindet. Das Material dazu bieten die Erd- oder Lehmklümpchen, welche die Wespe beim Graben ihrer Röhre immer wieder emporbefördert. Diese Kügelchen werden rund um die Mündung aufgestapelt, wobei sie mitunter (*H. melanocephalus*) ausgebreitet und so zusammengemauert werden, daß die Wände des Schornsteins ein solides Ganzes bilden, in anderen Fällen werden sie zu gedrehten verklebten Fäden zusammengefügt, die dazwischen freie Räume oder Fenster lassen, so daß der Schornstein eine recht zierliche, durchbrochene Arbeit zeigt. Dieser Schornstein bleibt jedoch nur so lange stehen, als die Wespe baut und ihr Nest verproviantiert, hierauf wird er niedergerissen, wobei das erhaltene Material zur Ausfüllung der Erdröhre benutzt und die Mündung so gut ausgeglichen wird, daß sie von der Umgebung nicht mehr zu unterscheiden ist²⁾. Vielleicht hat der Schornstein den allgemeinen Zweck, als provisorische Niederlage dieses Füllmaterials zu dienen. Graber meint allerdings, daß er einen Schutz gegen Regen und herabrieselnden Sand bilde, Verhoeff meint gegen Schmarotzerwespen, aber Adlerz hat gefunden, daß

¹⁾ Die Angaben Andrés und Rudows, daß auch *Odynerus murarius* ihr Nest mit einem Schornstein versehe, sind von Aurivillius und Adlerz nicht bestätigt worden und beruhen ohne Zweifel auf Verwechslung mit einer anderen Art.

²⁾ Adlerz hat *H. reniformis* die zugemauerte Öffnung noch weiter verbergen sehen durch Darauflegen von etwas Pflanzenabfällen, was in gewissem Sinne an die Methode der oben erwähnten, in Holzwänden und Baumstämmen lebenden *Odynerus*-Arten erinnert, den verschließenden Lehmpropfen in der Mündung der Höhle mit einer Schicht Holzmasse zu verstreichen.

die Goldwespen sehr gut den Weg hineinfinden, wenn auch unserem von oben herabschauenden Auge die Nestmündung verborgen ist.

Auch einige sog. Honigwespen (*Masaridae*), welche ihre Nester mit Honig statt mit animalischer Kost versehen, führen einen derartigen Schornstein auf. So graben die Arten der Gattung *Ceramius*, nach den Beobachtungen Girauds in Südfrankreich und denen Brauns in Südafrika, ihre röhrenförmigen Nester in der Erde aus und setzen sie über dieser in dem erwähnten Schornsteine fort. Bei einigen Arten, *C. karoensis* und *C. capitola*, ragt dieser jedoch nicht frei in die Luft hinauf, sondern schmiegt sich gleich einem Tunnel der Erde an, so daß diese den Boden desselben bildet. Vom Schornstein führt bei *C. lichtensteini* ein bis vier oder fünf Fuß tiefer Gang in die Erde hinab, von welchem aus die Wespe an den Seiten kleine Hohlräume ausgräbt, in denen sie ihre ovalen Lehmzellen aufführt.

Bei diesen Arten deutet die Aufführung der eben beschriebenen Schornsteine schon eine nicht unbedeutende Entwicklung des Maurerinstinkts an. Einige in Holz bauende Arten begnügen sich auch nicht bloß damit, ihre Zellen durch gemauerte Zwischenwände zu trennen, sondern belegen auch das Innere derselben mit einer mehr oder weniger vollständigen Schicht von Lehm. Einen deutlichen Übergang zu den Arten, welche ihre Zellen frei aufmauern, bilden somit die (S. 254) erwähnten *Ancistrocerus parietum* und *A. callosus*.

Schon in derselben Gattungsgruppe gibt es Arten, welche ausschließlich Maurer sind und auf Baumrinden, rauhen Wänden, Steinen usw. ihre freistehenden, außen unebenen aber innen glatten, unregelmäßigen oder flaschenförmigen mit einem kurzen, angeschwollenen, meist zur Seite gewandten Halse versehenen Zellen aufmauern. Diese stehen entweder vereinzelt da oder in größerer oder geringerer Anzahl zusammengeklebt. Dieser Typus wird von recht vielen exotischen, der *Odynerus*-Gruppe angehörigen Arten und in Schweden von *Ancistrocerus oiventris* vertreten¹⁾.

¹⁾ Nach Borries soll diese Art, wenigstens mitunter, es in ihrer Baufertigkeit noch nicht so weit gebracht haben, daß sie die Innenwände der Zellen zu glätten versteht, da diese in den von ihm beobachteten Fällen ebenso primitiv waren wie die Außenwände. Auch die Konsistenz der Zellen war in diesen Fällen außerordentlich locker. Mjöberg hingegen, der ein Nest derselben Art in Schweden gefunden hat, beschreibt den Mörtel als besonders hart und stark. Die Zellen lagen ohne jegliche Ordnung in der Lehmmasse verteilt.

In der über den ganzen Erdball verbreiteten Gattung *Eumenes* wird schließlich der frei aufgemauerte Zellenbau völlig typisch. *E. pomiformis* mauert aus Sand und Speichel eine gewöhnlich vereinzelt stehende, ziemlich mürbe Zelle auf, welche, wenn sie auf horizontalem Boden gebaut wird, die Form einer Urne erhält, bei Befestigung an einem kleinen Stützpunkt, z. B. einem Baumzweige, aber kugelförmig gemacht wird; die Mündung wird stets so verlängert, daß sie einen nach oben zu trichterförmigen Hals erhält. Das Nest von *E. amadei* gleicht einer etruskischen Vase im kleinen. Die Wände bestehen aus kleinen Steinchen, die zu einem sehr harten Zement zusammengeleimt sind. Fabre bemerkt über diese Art, daß sie einen ausgeprägten Sinn für Zierlichkeit zeige, da sie sorgfältig glatte, glänzende Steinchen, besonders Quarzstückchen, auswähle und wo sie letztere finde, alles andere verwerfe. Auch liebe sie glänzende Schnecken-schalen in ihre Wände einzumauern usw. Sobald die Zelle verproviantiert ist, wird die Mündung stets mit einem einzigen, für diesen Zweck speziell ausgewählten Steinchen verschlossen. Derartige einzellige *Eumenes*-Nester können bis 20 mm im Durchschnitt betragen, überschreiten aber für die kleineren Arten nicht 10 bis 12 mm.

Perris, der in der Lage war, die Arbeit der *Eumenes*-Arten genau zu verfolgen, schildert den Hergang bei der Bildung eines derartigen einzelligen Nestes etwa folgendermaßen: das Wespenweibchen beginnt damit, an die Stelle, wo das Nest aufgeführt werden soll, gewöhnlich einen Ast, einen Stein, eine Mauer oder dgl. kleine Erdkügelchen zu transportieren, welche es mit Speichel zusammenkittet¹⁾ und aneinander befestigt, so daß sie auf der Unterlage einen Kreis bilden, welchen es dann zu einem ringförmigen Wall umformt. Hierauf bringt es neue Erdstückchen herbei, welche es mit seinen Kiefern und Vorderfüßen an die Grundmauer andrückt, um auf diese Weise der Basis größere Festigkeit zu verleihen. Auf dem ersten Ringe wird alsdann ein zweiter aufgeführt, und werden besonders die inneren Wände sorgfältig geglättet. Die Wände wachsen so allmählich und die Kiefern der Wespe verleihen ihnen die hemisphärische Form, die das Nest erhalten soll. Wenn die Arbeit nahezu vollendet

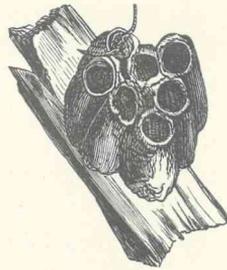
¹⁾ Wie schon erwähnt, dürfte jedoch die Faltenwespe in den meisten Fällen in ihrem Kropf Wasser aus in der Nähe befindlichen Wasseransammlungen aufnehmen und auch dieses zur Verfertigung des Mörtels anwenden.

ist und die Halbkugel oben in einer engen Öffnung ausmündet, wird diese zu einem schmalen Halse ausgezogen, dessen Mündung am Rande zierlich ausgeweitet ist (Fig. 70). Durch diese Öffnung schafft die Wespe dann die Nahrung für die künftige Larve hinein.

Schon die genannten *Eumenes*-Arten führen jedoch bei weitem nicht immer ihre Zellen isoliert auf, sondern legen oft mehrere nebeneinander an, so daß ihre Wände teilweise gemeinsam sind, wodurch jedoch die regelmäßige Form etwas leidet. Dieser Typus hat seine Vertreter in mehr oder weniger modifizierter Form in mehreren exotischen *Eumenes*-Arten und solchen nahestehender Gattungen. Eine Art, *Rhynchium nitidulum*, ist besonders bemerkenswert dadurch, daß ihre Zellen (Fig. 71) äußerst dünn, aber doch außer-



Figur 70.
Flaschenförmige, von *Eumenes*
exuriens verfertigte Zellen.



Figur 71.
Nest von *Rhynchium*
nitidulum.

ordentlich fest und stark sind, was dadurch erreicht wird, daß das Insekt als Kitt und Leim nicht nur seinen Speichel benutzt, sondern auch das vogelleimartige Sekret gewisser Pflanzen, wie *Ficus religiosa* und *Acacia catechu*. Zahlreiche, hauptsächlich exotische *Eumenes*-Arten verbinden und bedecken ihre Zellen mittels einer Schicht Mörtel, so daß das ganze Nest einem unregelmäßigen Klumpen gleicht. So erinnert das Nest der afrikanischen *E. tinctor* recht bedeutend an eine Kartoffel. Anfangs kugelrund, erhalten derartige Nester erst durch den Anbau neuer Zellen ihre unregelmäßige Form.

Bemerkenswert sind auch die frei aufgemauerten Nester, welche von den Arten der zu den Honigwespen gehörenden Gattung *Celonites* aufgeführt werden. In diesen Nestern, welche an Baumzweigen und Felswänden festgemauert werden, sind nach Ferton die Zellen nebeneinander angeordnet, ungefähr wie die Pfeifen einer Orgel.

Wenn, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, der Bauinstinkt der solitären Faltenwespen mehrere Resultate aufzuweisen hat, die die Überlegenheit dieser Familien über die Raubwespen dartun, so stehen die Resultate gleich weit zurück hinter den architektonischen Meisterwerken, die von den sozialen Faltenwespen aufgeführt werden. Auch die einfachsten der von diesen letzteren verfertigten Nester mit ihren regelmäßigen Zellofen legen Zeugnis ab von merkbaren Fortschritten in der Baukunst, und ein direkter Übergang von der Architektur der solitären zu der der sozialen Wespen ist kaum zu bemerken, wenn man als solchen nicht die Variation des Maurerinstinkts betrachten will, die sich bei einigen schon erwähnten *Odynerus*-Arten darin äußert, daß sie den das Nest verschließenden Lehmpropfen mit durchkneteter Holzmasse decken. Ein neues Element hat sich damit dem Bauinstinkt hinzugesellt. Auch die sozialen Faltenwespen sind allerdings, streng genommen, Maurer gleich den solitären, aber das Material, welches sie beim Zusammenleimen ihrer Nester anwenden, ist nicht mehr dasselbe. Anstatt Erde, Sand und Lehm mit dem agglutinierenden Speichel zu vermischen, kneten sie meistens fein zerkauten Holzfasern durcheinander, und werden so statt gewöhnlicher Maurer Kartonfabrikanten. Die Erfindung der Papierfabrikation hat ihnen gestattet, ihre Bauindustrie in den verschiedenartigsten Formen zu variieren. Wir werden in einer anderen Arbeit hierauf zurückkommen.

Zwanzigstes Kapitel.

Nestbauten der solitären Bienen.

Eine ähnliche Entwicklung, wie wir sie in betreff der Nestbauten der Raubwespen und der Faltenwespen verfolgten, läßt sich auch bei den Bienen beobachten, welche zugleich eine nicht geringe Menge neuer Architekturtypen ausgebildet haben. Die zu dieser Familie gehörenden Hautflügler stammen ohne Zweifel, wie schon H. Müller ausführlich nachgewiesen hat, von der schon genannten Raub- oder Grabwespenfamilie *Sphegidae* ab, von welcher einige Arten im Lauf der Zeit ihre Lebensgewohnheiten in einer neuen Richtung verändert haben. Als sie begannen ihre Larven mit Blütenstaub und Honig zu nähren, statt

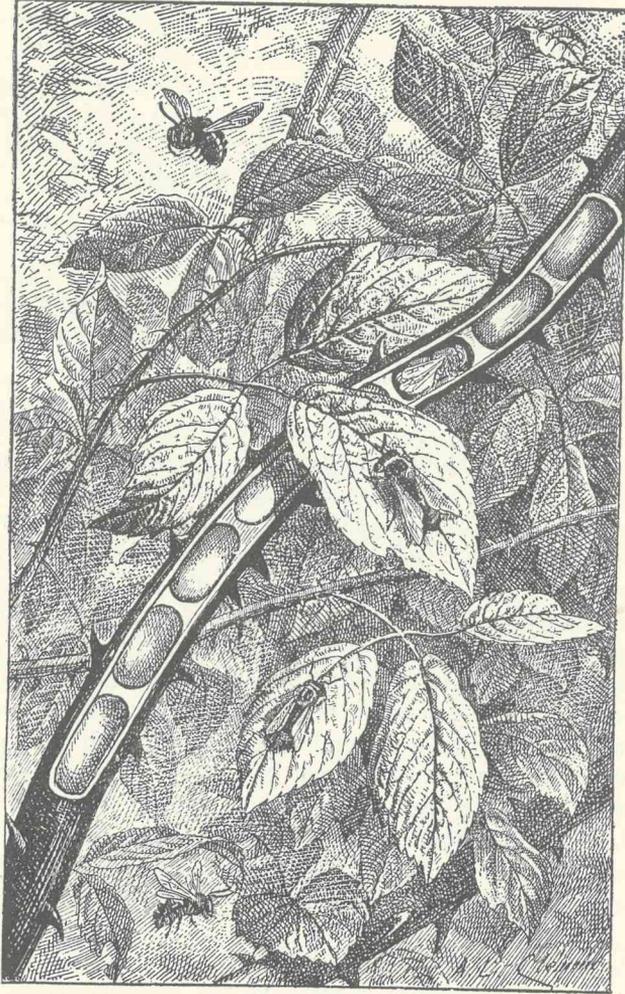
mit animalischem Futter, so haben auch mehrere Körperorgane in Übereinstimmung hiermit eine Anpassung erfahren, worüber weiterhin mehr. Ihre Nestbauinstinkte zeigen jedoch, besonders bei den solitären Arten, noch viele Züge, welche auch den Falten- und Raubwespen gemeinsam sind. Die beiden großen blütenstaubsammelnden Apparates an den Hinterbeinen (*Podilegidae*) oder am Bauche (*Gastrilegidae*) zerfallen, zeigen in dieser Hinsicht viele Parallelen mit jenen, besonders was die niederen Formen betrifft.

So trifft man bei zahlreichen Bienenarten dieselbe lineare Bauweise wie bei so vielen Raubwespen und solitären Faltenwespen, indem die Zellen in einer in der Erde oder im Holzmarke ausgegrabenen Röhre eine über der anderen angeordnet sind. Dieser noch recht primitive Typus kennzeichnet speziell die übrigens am niedrigsten stehenden Bienen, *Prosopis*, *Colletes*¹⁾ u. a. Er wird aber auch von vielen höher entwickelten Arten, wie z. B. verschiedenen *Osmia*-Arten, *Megachile*, *Trachusa* u. a. beibehalten, bei welchen er als Unterlage oder Hülle der oft höchst kunstreichen Zellenbauten zu dienen hat, die wir weiterhin beschreiben werden. Bei den niedriger entwickelten Arten, wie *Prosopis*, *Ceratina* und *Xylocopa*, sind die aufeinanderfolgenden Zellen noch stets durch dasselbe Material voneinander getrennt, in welchem die Röhre ausgegraben ist. Bei den höheren dagegen werden sogar die Zellen selbst aus fremdem, hereingeschafftem Material, mitunter von mehr als einer Art gebaut. Wie es schon bei gewissen Faltenwespen der Fall ist, lassen auch einige Bienen, z. B. verschiedene *Osmia*-Arten, in ihren linearen Nestern die oberste Zelle völlig leer, und bei anderen, wie bei *O. cornuta* und *O. bicornis*, finden sich zwischen den Zellen leere Räume von nicht weniger als 2—3 cm Länge, welche vielleicht auch hier gewisse Schmarotzer irreführen und sie glauben lassen sollen, daß das Nest schon am Anfange des leeren Raumes abgeschlossen ist.

Fabre hat die Ausgrabung des linearen Nestes einer Biene, *Osmia tridentata*, einer in Südfrankreich nicht seltenen Art, die trockene Rosenzweige bis mehrere Zentimeter tief aushöhlt (Fig. 72),

¹⁾ Die ausgekrochenen Bienen dieser Gattung bahnen sich, nach Friese, durch die Seitenwände der Zellen den Weg ins Freie und sind daher genötigt, ehe sie die Erdoberfläche erreichen, durch eine mehr oder weniger dicke Schicht Lehm zu dringen.

näher beschrieben. Die Röhre wird ungefähr so weit gemacht, daß ein Federkiel leicht hineingeht, aber bei dem ersten Aus-



Figur 72.

Osmia-Nest in einem *Rubus*-Zweige.

höhlen hütet sich, seiner Beobachtung nach, die Biene sorgfältig davor, die ganze Markschicht von den Wänden zu entfernen.

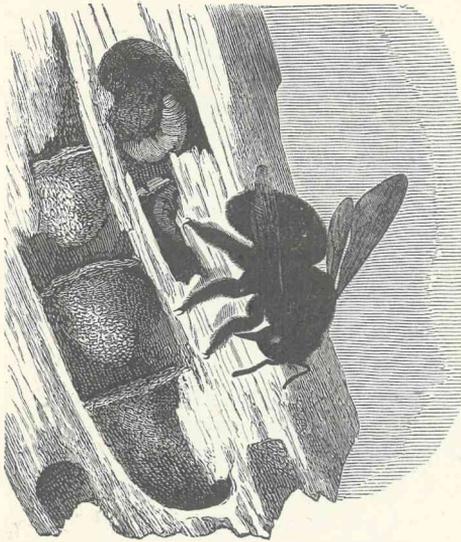
Alle Krumen und Splitter werden durch die Öffnung hinausgeworfen, während das Insekt immer tiefer hinab vordringt. Der Boden der Höhle wird in einer gewissen Höhe mit Honig gefüllt und ein Ei gelegt, worauf die Zelle durch eine Scheidewand nach oben zu abgeschlossen werden soll. Nun sind aber alle Markkrumen hinausgeworfen, und das Tier nimmt sich nicht die Zeit, sie von der Erde wieder aufzusammeln, besitzt auch keine Kenntnis von der Anwendung des Lehms als Mörtel. Es beginnt daher mit den Kiefern neue Markstücke von den gleich oberhalb liegenden Wandflächen abzuschaben, hält sich dabei aber nur an ein bestimmtes Gebiet, und zwar den mittleren Teil der künftigen nächsten Zelle.

Hierdurch wird nicht nur Material zum Boden der neuen Zelle gewonnen, die in diesem Falle zugleich den Deckel der ersten bildet, sondern es wird auch dieser neuen Zelle die Form eines an beiden Enden abgestumpften Ovals verliehen.

Mehrere südafrikanische *Xylocopa*-Arten graben nach Brauns die Brutröhre, welche in trockenem Holze angelegt wird, sowohl ober- wie unterhalb der Flugröhre aus. Diese Brutröhre ist oft einen Fuß lang. Von der hinteren Längswand bohrt das Weibchen eine weitere runde Öffnung vertikal zur Längsachse einige Zentimeter in den Stamm hinein und legt von ihr aus einen zweiten Gang parallel zum ersten an, ebenfalls nach oben und unten von der Einfugsöffnung. So fährt sie fort je nach der Dicke des Holzes und je nach Bedürfnis, so daß schließlich die ganze Dicke des Holzstückes mit parallelen Gängen von ziemlich gleicher Länge ausgefüllt ist, die je durch eine runde Zugangsöffnung miteinander kommunizieren.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die große, dunkelblaue, in Mittel- und Südeuropa heimische Holzbiene (*Xylocopa violacea*) der eigentümlichen Art wegen, mit welcher sie beim Nestbau den frisch ausgekrochenen Bienen den Austritt aus den Larvenkammern erleichtert. Diese Biene höhlt in Pfosten und Baumstämmen mit ihren starken Kiefern unglaublich rasch bis 25 cm lange Galerien aus, mitunter zwei nebeneinander. In den Boden derselben wird Honig hineingeschaft und ein Ei gelegt. Gleich darauf wird durch eine aus Holzkrumen zusammengemauerte Wand die unterste Larvenkammer abgesperrt. Auf diese Weise wird dann die eine Kammer nach der anderen verproviantiert und abgeschlossen, bis die Stelle erreicht ist, wo das Ausgraben der

Röhre begonnen hatte. Diese wird jetzt sorgfältig ausgefüllt. Aus der Larve des in der untersten Zelle befindlichen Eies entwickelt sich die erste junge Biene. Wären nun die Bienen genötigt, ihren Weg ins Freie durch die Öffnung zu nehmen, durch welche die Mutterbiene selbst eingedrungen war, so müßte dieser erste Ankömmling vor dem Ausfliegen das Auskriechen aller über ihm gelegenen Geschwister abwarten. Dieser Umstand ist jedoch, nach Grabers Angabe, bei dieser Art vom Instinkt der Larven



Figur 73.

Nest der *Xylocopa violacea*, etwas verkleinert.

als auch dem der Mutterbiene schon vorausgesehen worden. Die Larven liegen nämlich mit dem Kopfe nach unten und verpuppen sich in dieser Stellung; der mittlere Teil der Zellenböden ist dünner als die Seitenteile; die unterste Zelle ist schließlich von der Mutterbiene am Boden nachaußengebogen, so daß die Wand zwischen dieser und der Außenwelt hier ganz dünn ist und von den kräftigen Kinnbacken der jungen Biene sich leicht durchbrechen läßt. Alle in den oberhalb gelegenen Zellen ausgekrochenen Bienen kommen

dann, nach Graber, auf diesem Wege heraus (Fig. 73). Die Entstehung dieses Instinkts der Mutterbiene, den untersten Teil der Röhre zu krümmen, um den künftigen Bienen den Ausgang zu erleichtern, bildet eines der merkwürdigsten Rätsel der Insektenbiologie¹⁾.

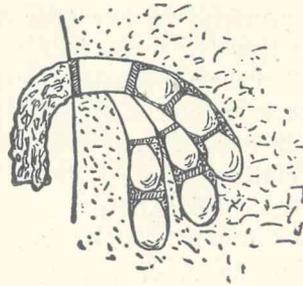
Auch der Bautypus, dem wir schon unter den Raubwespen bei *Cerceris* u. a. begegneten, der sog. Zweigbau mit längeren

¹⁾ Während alle früheren Verfasser in bezug auf den Nestbau der Holzbiene angeben, sie wende bei ihrem Zellenbau ausschließlich zerkaute Holzkrumen an, berichtet Rudow, er habe ein Nest dieser Art aus Italien beobachtet, in welchem das Holzmaterial teilweise mit Mörtel aus Lehm ersetzt war.

oder kürzeren Abständen zwischen den Seitenkammern, findet sich bei verschiedenen Bienenarten wieder, z. B. bei *Andrena*, *Eucera longicornis* und *Dasygaster hirtipes*. Der Nestbau der letzteren Art ist von H. Müller ausführlich beschrieben worden; er schildert in allen Einzelheiten die verschiedenen Aufgaben der drei Beinpaare beim Ausgraben der Röhre und speziell die Rolle, welche die hauptsächlich zum Sammeln von Pollen bestimmte reiche Haarbekleidung der Hinterbeine auch beim Fortfegen des ausgegrabenen Sandes spielt. Die recht tiefe zylindrische Röhre führt in ihrem untersten Teil durch kurze horizontale Seitengänge in verschiedener Höhe und in verschiedenen Richtungen in eine Anzahl Larvenzellen. Die zuerst ausgegrabene Larvenzelle ist die unterste. Sobald diese verproviantiert und mit einem Ei versehen ist, wird die Mündung geschlossen und der horizontale Gang, durch welchen sie mit der Hauptröhre in Verbindung steht, ausgefüllt. Das Material hierzu wird beim Ausgraben einer neuen, nahe oberhalb gelegenen Zelle erhalten. Der überschüssige Sand, der hierbei freigemacht wird, fällt in den unterhalb gelegenen Teil der Hauptröhre, so daß auch diese allmählich gefüllt wird, während die Arbeit auf die oben beschriebene Weise fortschreitet. Schließlich wird die ganze Röhre mit von außen her entnommenem Verschlusmaterial verstopft.

Bei *Anthophora personata* sind die einzelnen Zellen regelmäßig abwechselnd rechts und links von der Hauptröhre plaziert. Mitunter stehen sie am Boden der Röhre so nahe beieinander, daß sie, wie bei *Eucera difficilis*, hier ein traubenartiges Konglomerat bilden. Mitunter wird auch bei den Bienen der Zweigtypus mit dem linearen kombiniert. So gräbt *Podalirius (Anthophora) parietinus* in Mauern oder abschüssigen Lehmwänden entweder eine einfache oder verzweigte Röhre (Fig. 74). Die Zellen werden dann die eine nach der anderen, in einer Anzahl von 2—4 in der Röhre und ihren Zweigen angelegt.

Bei der letztgenannten Biene finden wir auch den schon vom Kapitel über den Nestbau der Faltenwespen her bekannten



Figur 74.
Nest von *Podalirius (= Anthophora) parietinus*.

Schornstein wieder, welcher den Übergang vom Grabe- zum Maurerinstinkt bildet, ein Konvergenzphänomen, das nicht ohne Interesse ist. Wesenberg-Lund hat eine ausführliche Schilderung des Nestbaues dieser Biene gegeben. Zahlreiche Individuen bauen oft dicht nebeneinander in harten Lehmwänden, in deren Innern ihre Gänge sich nicht selten umeinander schlängeln. Bevor die Biene ihren Bau beginnt, füllt sie, gleich mehreren Faltenwespen, ihren Kropf und Mund mit in der Nähe befindlichem Wasser, fliegt hierauf zur Stelle der Wand, die sie zum Bau ausgewählt hat, und erweicht hier den Lehm, indem sie ihn in einem Umkreise von einigen Zentimetern Durchmesser mit Wasser bespritzt¹⁾. Sie höhlt jetzt mit den Vorderkiefern eine Grube in den aufgeweichten Lehm, spritzt wieder etwas Wasser in die Grube und setzt die Vertiefung derselben fort. Wenn der mitgebrachte Wasservorrat nach wiederholter Anwendung zu Ende ist, begibt sie sich nach neuem Wasser. Die Arbeit wird hierauf eine Zeitlang im selben Stile fortgesetzt. Aus dem mit den Kiefern abgekratzten Lehm wird mit den Hinterfüßen ein Wall auf einer Seite der Grube aufgeworfen, welcher über den Rand der Grube hinaus zapfenförmig fortgesetzt wird, indem hier mittels der Kiefer einige Lehmkügelchen befestigt werden. Ein derartiger Zapfen entsteht nach einiger Zeit auf einer anderen Seite der Grube, worauf der leere Raum zwischen den Zapfen mit Lehmkügelchen neu gefüllt wird, bei deren Befestigung deutlich der Speichel der Biene zur Anwendung kommt. So entsteht der Anfang des erwähnten Schornsteins, der im fertigen Zustande 2—4 cm lang sein kann, und, wie der der früher erwähnten Faltenwespen, gewöhnlich nach unten gebogen ist. Der basale Teil ist meist kompakt und dicker, wogegen die Röhre zur Spitze hin dünner wird und hier 3—4 längsgehende offene Streifen zeigt, welche mit gleich vielen aus kompakter Lehmmasse aufgeführten ab-

¹⁾ Nielsen meint, der Zweck des herbeigeschafften Wassers sei weniger die Erweichung der Mauer mit Rücksicht auf das Graben als die Anfeuchtung des Lehms zum Bau des erwähnten Schornsteins. Er weist darauf hin, daß eine solitäre Art der Faltenwespen, *Hoplomerus reniformis*, welche derartige Schornsteine baut, gleichfalls Wasser in ihrem Kropfe herbeischafft, was dagegen mit *Podalirius (Anthophora) vulpinus* nicht der Fall ist, welche recht harte Lehmwände aushöhlt, ohne einen Schornstein zu bauen. Es sei bemerkt, daß auch andere Faltenwespen, welche frei gemauerte Nester auführen, wie schon erwähnt, auf die gleiche Weise Wasser herbeitragen.

wechsellern und hier und da mittels einiger Lehmkügelchen miteinander vereinigt sind¹⁾). Die innere Seite des Schornsteins ist sorgfältig geglättet, die äußere dagegen uneben. Das Material bildet der Lehm, der beim Ausgraben des Ganges oder der Gänge im Innern der Lehmwand erhalten wird. Bei dieser Grabarbeit wird jede Kollision mit naheliegenden Gängen möglichst vermieden, und wenn zufällig eine Wand durchbrochen wird, so wird sie sogleich repariert. Der vordere Teil des Ganges wird mehr oder weniger horizontal gemacht, der hintere dagegen, der zur Aufnahme der honigenthaltenden Zellen bestimmt ist, wird in nahezu vertikaler Richtung ausgegraben. Ist das Graben des Ganges beendet, beginnt die Biene ihre topfförmigen Zellen aufzuführen, welche, die eine über der anderen, durch gemauerte Querwände voneinander geschieden sind. Die Zellen besitzen eigene, vom Gange isolierte Wände, sind zu $\frac{3}{4}$ mit Honig gefüllt, auf welchem das Ei ruht, und jede mit einem Deckel versehen, der sich von der gleich oberhalb liegenden Querwand abtrennen läßt. Im Innern sind diese Zellen, wie auch die Innenseite des Deckels mit einer Schicht stark geglätteten Mörtels bekleidet und ein gleichartiger Ring umgibt das Innere der Zelle an der Stelle, bis zu welcher der Honigvorrat herreicht. Das Polieren der Innenseite des Deckels wird dadurch zustande gebracht, daß ein Loch in der Mitte desselben frei bleibt, durch welches die Zunge hindurchgesteckt wird, um die Politur auszuführen. Das Zentrum des Deckels verbleibt auch stets dünner, wodurch natürlich der Austritt der künftigen Biene ins Freie erleichtert wird. Das Material zu diesen Arbeiten wird vom Schornstein genommen, dessen Wände jetzt, je nach dem Fortschreiten des Zellenbaues, abgebrochen werden²⁾). Schließlich wird die Mündung des Ganges mit demselben Material ausgefüllt, wobei der etwa noch übrige Teil des Schornsteins zurückgelassen wird und die Anwesenheit des geschlossenen Nestes andeutet. Der Zweck des Schornsteins ist somit kaum,

1) Die obige nach v. Buttler-Reepen mitgeteilte Figur (Fig. 74) zeigt einen anderen mehr gitterartigen Bau des Schornsteins. Vielleicht finden sich in verschiedenen Gegenden in dieser Hinsicht kleine Variationen.

2) Nielsen hat auch die Zellen der übrigen *Anthophora*-Arten nach demselben Typus gebildet gefunden, aber da sich kein Schornstein fand, wurde das Material zur Zelle dem zunächst oberhalb liegenden Teile der Röhre entnommen.

wie v. Buttell-Reepen annahm, die Mündung des Nestes vor Schmarotzern zu verbergen, sondern er dürfte eher nur als Niederlage von Baumaterial dienen. Ein an den oben beschriebenen erinnernder Schornstein findet sich auch am Eingange des Nestes einer südamerikanischen Biene, welche kürzlich von Jörgensen beschrieben worden ist. Dieses Nest, das der *Megalopta ipomoeae* angehört, unterscheidet sich sonst wesentlich von dem erwähnten *Podalirius*-Nest. Von der Mündung führt ein ziemlich gerader etwa 24 cm langer, inwendig glatter Gang in die Erde hinab. Aber in diesem Gange werden keine linear angeordneten Zellen angelegt, sondern sind die aus schwarzer Erde aufgemauerten, einigermaßen dickwandigen, fest miteinander verbundenen Zellen an einer Seitenwand der ziemlich weiten Höhle, die sich am Boden der Röhre befindet, angeklebt. Durch gemauerte Stützpfeiler ist dieser Zellklumpen noch unten und hinten an der Höhle befestigt. Jörgensen vermutet, daß der Schornstein hier dazu diene, das Eindringen des Wassers in die Höhle, in diesen häufig überschwemmten Gegenden zu verhindern, weist aber zugleich darauf hin, daß die Höhle am Boden der Röhre so groß ist, daß sie die etwa eindringende Wassermasse fassen kann, die leicht vom porösen Boden aufgesogen wird, sowie daß das Zellenkonglomerat, in welchem die Larven liegen, sich nicht am Boden dieser Höhle befindet, sondern stets an einer der Seitenwände.

Ogleich in den erwähnten Fällen der Maurerinstinkt recht bemerkenswerte Erzeugnisse hervorgebracht hat, so läßt sich doch kaum sagen, daß er bei den Bienen gleich weit fortgeschritten sei wie bei den Faltenwespen. Einige vereinzelte Gattungen unter den ersteren mauern allerdings aus Erde oder zerkauten Pflanzenteilen freistehende oder durch Mörtel miteinander verbundene Zellen auf, aber die Kunstfertigkeit, welche in derartigen Fällen die Architektur der Faltenwespen auszeichnet, findet sich bei den Bienen nicht.

Die Gänge, die von einigen zur verhältnismäßig niedrig stehenden Gattung der Podilegiden, *Halictus*, gehörenden Arten, z. B. *H. zebrus*, in der Erde ausgegraben werden, führen gleich der soeben beschriebenen Erdröhre der südamerikanischen *Megalopta* zu einer unterirdischen Höhle, in welcher sich freistehende, nur leicht gegen Pflanzenwurzeln und den Boden sich stützende Erdzellen befinden, während dagegen bei anderen

Arten derselben Gattung (*H. maculatus* und *H. cylindricus*) die Röhre noch zu einer einzigen Zelle im Boden führt. Der Zellenkomplex im Boden der Höhle wird bei einigen Arten, über die wir weiterhin reden werden, noch vergrößert. *H. malachurus* baut in freier Luft auf Steinen ihr Nest, das einem Lehmklumpen gleicht, in welchem eine Anzahl Zellen ohne regelmäßige Anordnung liegen. Ähnlich ist auch das Nest einer *Anthophora*-Art, *A. senescens*, wengleich von festerer Konsistenz. Auch *A. furcata* mauert im Freien. Friese fand ein kleines halbkugelförmiges Nest dieser Art aus grobem Lehm mit eingemischten kleinen Steinchen um eine Weinranke gemauert. Der Maurerinstinkt ist auch schon bei der niedrigstehenden Gastrilegiden-Gattung *Heriades* erwacht, die ihre Zellen und deren Zwischenwände aus Lehm verfertigt, aber sie noch reihenweise in alten Larvengängen einschließt, eine Anordnung, die somit an die des *Podalirius parietinus* erinnert. Die Gattung *Osmia* erbieht eine Menge Entwicklungsphasen dieses Instinkts, bis er bei einer Art (*O. lepeletieri*) eine Entwicklung erreicht hat, die mit demjenigen der in Südeuropa allgemeinen eigentlichen Maurerbiene, *Chalicodoma muraria*, wetteifert. Diese mauert aus Sandkörnchen oder äußerst trockener Erde acht bis zehn kokonartige, unregelmäßig nebeneinander gestellte Zellen, auf Steinen, Mauern oder Steinwänden usw., nie jedoch auf Kalkbewurf, der sich leicht ablöst. Die im Zentrum gelegenen stehen gewöhnlich mehr senkrecht, die oben, unten oder an den Seiten liegenden mehr schräg oder sogar wagerecht. Schließlich wird der Raum zwischen den Zellen mit feinerem Mörtel ausgefüllt, jede einzelne Zelmündung für sich geschlossen, nachdem Honig hineingetan worden, und zuletzt das Ganze mit demselben Mörtel bedeckt, der bald zu einem steinharten Zement trocknet und sich kaum von der Unterlage ablösen läßt. Das Ganze sieht aus wie ein auf die Mauer geworfener Lehmklumpen. Die Innenwände der Zellen sind allerdings geebnet, jedoch nicht so glatt wie z. B. bei *Anthophora* und *Haliectus*; die Larven der Maurerbiene spinnen sich nämlich einen Seidenkokon und man hat, wie schon früher angeführt wurde, gefunden, daß das mehr oder weniger sorgfältige Glätten der Zellwände damit in Zusammenhang steht, ob die Puppen eingesponnen oder nackt sind, in welchem letzterem Falle sie sorgfältig vor allen Unebenheiten in der Zelle geschützt werden müssen, die ihrer zarten Haut bei Bewegungen schaden könnten.

Hinsichtlich der Beschaffenheit des Mörtels hat man eine Beobachtung gemacht, welche zeigt, wie gut sich der Instinkt der mauernden Aculeaten nach den vorliegenden Verhältnissen ausgebildet hat. Zu Nestern, welche an gut geschützten Stellen, z. B. unter Dach, aufgeführt werden, wird Erde angewendet, die schon von Natur feucht und klebrig ist, aber von Ungewitter leicht zerweicht werden könnte; dagegen benutzen die Arten, welche im Freien mauern, und deren Nester Sturm und Feuchtigkeit trotzen müssen, wie speziell gerade die *Chalicodoma muraria*, nur äußerst trockenes, hartes Material, das sie mit ihrem leimartigen Speichel zusammenkitten¹⁾.

Wenn aber, wie erwähnt, der Mauerinstinkt unter den Bienen auch keinen höheren Aufschwung erreicht hat als unter den Faltenwespen, so haben die ersteren dafür eine Menge anderer eigentümlicher Nestbauinstinkte ausgebildet, welche gleichwohl meistens noch mit den Grab- oder Mauerinstinkten in Zusammenhang stehen. Die noch recht niedrig stehende Gattung *Colletes* tapeziert die Zellwände mit einer farblosen, durchsichtigen, aus drei bis vier dicht aufeinanderliegenden Blättern gebildeten Haut, die nach Pérez beim Brennen denselben Geruch gibt wie Seide, aber vollständig homogen und ohne Spur von Faserung ist. Wahrscheinlich besteht diese Membran aus einem von der Biene erzeugten flüssigen Sekret, welches mittels ihrer kurzen, platten Zunge auf den Wänden ausgebreitet wird und an der Luft erhärtet²⁾. Der Deckel der Zellen, welcher zugleich den Boden der nächsten Zelle bildet, besteht aus demselben Stoff.

Andere Bienen tapezieren ebenfalls ihre Zellen, aber mit Material, das sie nicht selbst produzieren, sondern von außen herbeischaffen. So machen es die Arten der aus diesem Grunde Tapezierbiene genannten Gattung (*Megachile*), welche Röhren in der Erde, in Steinmauern und in Holz graben, besonders wo schon vorhandene Larvengänge ihre Arbeit erleichtern, oder die ihren Wohnsitz in schon fertigen Ritzen und Spalten nehmen. Die *Megachile*-Arten richten sich hierbei ganz nach den verschiedenartigen vorliegenden Verhältnissen. *M. buyssoni* z. B. führt ihre Zellen teils in den Stengeln von Dahlien auf, teils in

¹⁾ Ein derartiger Mörtel wird auch von den an ähnlichen Stellen bauenden Faltenwespen, z. B. *Hoplomerus spinipes* und *Eumenes amadei* benutzt.

²⁾ Nach Frieses Untersuchungen besteht diese Haut aus einem feinen Gewebe, das dann mit Schleim überzogen ist.

solchen von *Cirsium*- und *Allium*-Arten. Im ersteren Falle ist die Biene genötigt, die Röhre durch Anhäufung von Blattstücken enger zu machen, im letzteren dagegen sie mit Hilfe der Kiefer und Füße zu erweitern.

Nur einige wenige Tapezierbienen sind zugleich Maurer. Dies ist mit *Osmia villosa* der Fall, welche nach Moravitz Nester baut, die an die der *Chalicodoma muraria* erinnern¹⁾, und die Zellen inwendig mit roten Mohnblättern tapeziert; nach Pérez wendet diese Art in den Pyrenäen als Tapetenmaterial die gelben Blütenblätter von *Maconopsis cambrica* an, in Baden die gleichfalls gelben Blütenblätter von *Ranunculus acer* und *Hieracium*. Auch bei einer brasilianischen Art, *Megachile inquirenda*, hat sich der Mauerinstinkt vom Grabinstinkt freigemacht, aber den Tapezierinstinkt beibehalten. Diese Art mauert aus Lehm röhrenförmige, frei auf den Blättern der Pflanzen liegende Zellen, die mitunter seitlich miteinander verbunden sind, und tapeziert sie sowohl in- als auswendig mit rötlichen Blättern aus. Ein sehr eigentümliches Nest hat Fertton bei *Osmia ononidis* beobachtet. Dieses war frei in der Luft zwischen den Halmen eines Hümpels aufgeführt und bestand aus zwei äußeren Schichten gelber Blütenblätter, worauf drei Schichten roter folgten. In dieser aus Blättern verfertigten Zelle befand sich eine andere aus Mörtel, deren Innenwände stark glänzend waren. Die Zelle wurde von einigen Schichten einander deckender Blütenblätter geschlossen, welche als Unterlage für ein Gewölbe aus Lehm dienten, in welchen vielleicht zerkaute Blätter hineingemischt waren; auf diesem lagen wieder einige Blütenblätter und zu oberst eine Erdschicht.

Bei den in Röhren bauenden Tapezierbienen ist die Bauart etwas verschieden, je nachdem sie den Gattungen *Osmia* oder *Megachile* angehören. Die ersteren teilen nämlich die Röhre durch Zwischenwände aus Lehm in verschiedene Kammern ein, auch wenn sie, wie *O. cristata*, unter diesen die Zellen mit Blättern verschließen²⁾.

¹⁾ Zellen dieser Art sah Pérez in Ritzen und Löchern zwischen Pflastersteinen aufgemauert, und die Decke des Nestes befand sich stets in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Steine, nicht wie bei *Chalicodoma* über dieselbe hervorragend.

²⁾ Diese Art verstopft nach Fertton die Zelle zunächst mit fünf bis sechs aus Blütenblättern von *Malva sylvestris* ausgeschnittenen Blattstückchen, darüber

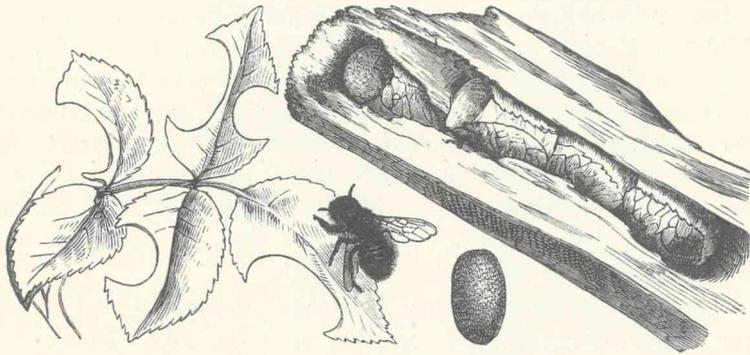
Sie verwenden somit zwei Arten von Material, Blattstückchen zum Tapezieren der Wände und, teilweise wenigstens, Lehm zum Trennen der Zellen voneinander. Besonders schön sind die Nester von *Osmia papaveris*, welche ihre Zellen mit Stücken der roten Blütenblätter einer Mohnart, *Papaver rhoeas*, tapeziert oder in Gegenden, wo diese nicht vorhanden ist, von *Malva moschata*. Mitunter wendet sie neben Mohnblättern auch solche der Kornblume, *Centaurea cyanus*, an, welcher sie vor allen andern auch ihren Honig entnimmt.

Die *Megachile*-Arten dagegen trennen im allgemeinen ihre Zellkammern nicht durch Querwände aus Lehm¹⁾, sondern füllen ihre Röhren mit einer Anzahl fingerhutähnlicher Zellen, die so gestellt sind, daß die Mündung der einen vom stumpfen Boden der nächstfolgenden genau geschlossen wird (Fig. 75). Aber diese Zellen werden ganz und gar aus Stücken verfertigt, welche zu diesem Zweck von den Bienen in Wald und Feld meistens aus den Blättern oder Blütenblättern gewisser Gewächse ausgeschnitten werden, und zwar verschieden für verschiedene Arten. Eine Art (*M. papaveris*) wendet, gleich der erwähnten *Osmia papaveris*, hierzu die roten Mohnblütenblätter an, mehrere Arten dagegen Stücke aus den grünen Blättern der *Rosa*-Arten; *M. lagopoda* und *M. lignisecca* schneiden Stücke aus den Blättern des Hornbaums (*Carpinus betulus*), noch andere Blätter von Himbeeren, Erdbeeren, Johannisbeeren, Weintrauben, Disteln usw. *M. octosignata* wendet nach Ferton zur äußeren Hülle der Zellen Blattstückchen von Kastanien und für das Innere derselben solche

werden zwei Schichten, durch eine Zementschicht getrennter, zerkauter Blütenblätter gelegt. Ein paar solcher Zellen können aufeinander folgen, und der oberste, leere Teil der Röhre wird schließlich mit zusammengeballten Blütenblättern gefüllt und gewöhnlich zuletzt mit einer Erdschicht verschlossen.

¹⁾ Von nicht geringem Interesse ist die Beobachtung Höppners, daß eine *Megachile*-Art, *M. ericetorum*, ihre Zellen gar nicht aus ausgeschnittenen Blatteilen verfertigt, sondern aus einer lehmigen Masse, welche auf der Innenseite der Zelle sorgfältig geglättet wird. Die Zellen werden auch mit einem Deckel aus Lehm verschlossen. Aber so sehr diese Art auch von den übrigen *Megachile*-Arten abweicht, gleicht sie ihnen doch in der Hinsicht, daß der Deckel der einen Zelle stets zugleich den Boden der folgenden bildet. Eine *Megachile*-Art, deren Nestbau noch sehr an den der blattschneidenden *Osmia*-Arten erinnert, ist *M. sericans*; die Blattstücke werden aus den grünen Blättern von *Plumbago* ausgeschnitten, aber der Verschluß der Zellen und des Nestes hat nach Ferton vieles mit dem von *Osmia cristata* gemein.

von *Rubus* an. Das Ausschneiden geschieht mit den Kiefern erstaunlich rasch, und das Blattstück, das oft fünf- bis sechsmal so groß als die Biene selbst ist, wird im Fluge in vertikaler Stellung zwischen den Füßen gehalten. Zuerst wird aus drei bis vier Stücken von eiförmiger Gestalt die äußere Hülle gemacht. Diese wird hierauf noch mit zwei bis fünf Schichten von Blattstückchen gefüttert, die alle so gestellt sind, daß die inneren die Fugen und Ränder der äußeren bedecken; am schmälern geschlossenen Ende der Zelle werden sie so gebogen, daß diese konvex wird. Nach Friese werden die Zellwände häufig anfangs aus drei Blattstücken gemacht, deren Fugen dann von drei anderen gedeckt werden, und diese ihrerseits von drei weiteren,



Figur 75.

Megachile centuncularis und ihr Nest.

so daß die Wand in diesen Fällen aus neun Blattstücken besteht. Alle auf diese Weise aneinander gefügten Zellen sind noch von einer gemeinsamen Hülle aus größeren ovalen Blattstücken umgeben. Jede Zelle wird je nach dem Fortschreiten der Arbeit bis einige Millimeter unter der Mündung mit Nektar und Pollen gefüllt, ein Ei auf die Nahrungsmasse gelegt und das Ganze mit kreisrunden Blattstückchen bedeckt, die genau in die Zelle hineinpassen. Die Anzahl dieser kann, z. B. nach Hacker bei *M. maritima*, bis acht betragen. Der Teil der Zelle von einigen Millimeter Tiefe, der noch unbedeckt geblieben ist, wird dann, wie erwähnt, vom Boden der folgenden Zelle eingenommen.

Wenigstens eine *Megachile*-Art schneidet mitunter statt Blattstücke Stücke von Rindenhäutchen aus. Es ist dies *Megachile*

analis, und ein in Finnland gefundenes Nest wird von Sahlberg¹⁾ auf folgende Weise beschrieben. Das Nest ist ausschließlich aus papierdünnen Rindenblättchen von *Betula alba* zusammengefügt, die hübsch in kreisrunden, elliptischen und ovalen Stücken ausgeschnitten sind. Es bildet mehrere, reihenweise gestellte Zellen, die in zylindrischen Gängen in der Erde gegraben sind. Jede Zelle hat dieselbe fingerhutähnliche Form wie bei den blattschneidenden Arten der Gattung. Die Außenwände bestehen aus mehreren Schichten aufeinandergestellter, elliptischer Rindenstücke, die so angeordnet sind, daß die Fugen stets von der nächsten Schicht gedeckt werden. Der Boden besteht aus einigen aufeinander liegenden, kreisrunden Rindenstückchen von gleicher Größe, von denen das erste etwa 2 mm in die Zelle eingedrückt ist und das letzte gegen den durch Einbiegung der Seitenstücke gebildeten Zapfen der anliegenden Zelle ruht. Alle auf diese Weise aneinandergesetzten, in Reihen gestellten Zellen sind noch von einer gemeinsamen äußeren Hülle umgeben, die aus größeren, mehr länglichen Rindenstückchen besteht, alle so gestellt, daß die äußere Seite der Rinde nach außen gekehrt ist. Da alle diese Rindenstückchen sehr sorgfältig ausgewählt sind, so daß sie alle von gleich reiner, weißer Farbe sind, so erhält das Nest ein außerordentlich schmuckes Aussehen.

Das kunstreichste bisher bekannte *Megachile*-Nest gehört einer ungarischen Art, *M. genalis*, an (Fig. 76). Dieses von Dudich beschriebene Nest war in einem oben abgehackten Zwiebelstengel aufgeführt, dessen Wände erst vollständig tapeziert und dann mit Zellen aus abgeschnittenen Erdbeerblättern gefüllt waren.

Besonders merkwürdig ist, daß die von den Tapezierbienen angewandten Blattstücke schon draußen gerade in solchen Dimensionen ausgeschnitten werden, daß sie genau für die verschiedenen Verhältnisse passen, für die sie bestimmt sind. Die Art und Weise, wie die *Osmia*- und die *Megachile*-Arten die Blätter ausschneiden, scheint, auch nach den Beobachtungen Fertons bei *Osmia cristata* zu urteilen, ziemliche Abweichungen zu bieten und darauf zu deuten, daß bei ersterer Gattung die

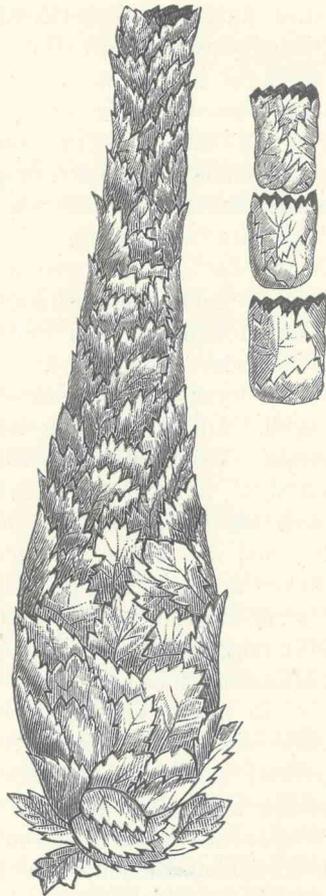
¹⁾ In anderen Ländern soll diese Art ihre Zellen mit Stücken von Eichenblättern füttern, einer Baumart, die in der Gegend fehlt, wo Sahlberg seinen Fund machte.

Kunst sich noch in einem ursprünglicheren Stadium befindet. Die genannte Art knüllt und rollt nämlich die Blätter, die sie umfaßt, zu einem Ball zusammen, und beißt dann diesen ganzen Teil auf einmal ab, während die *Megachile*-Arten das Blattstück ausschneiden, indem sie mit den Kiefern von dem einen Rande zum anderen gehen.

Ferton bemerkt jedoch, daß die tapezierenden *Osmia*-Arten sich auch in anatomischer Hinsicht den Megachilen nähern. Die letzteren haben sich wahrscheinlich von *Osmia*-artigen Ahnen ausgebildet, welche bei der Wahl des Tapetenmaterials, bis auf wenige Ausnahmen, die Blütenblätter gegen die festeren und besser schützenden grünen Blätter ausgetauscht haben.

Die biologische Bedeutung des Tapezierens ist nicht völlig klar. Bei Nestern, die in lockerem Sande gegraben werden, kann es dazu dienen, die Zellwände zu stärken. Aber viele Tapezierbienen bauen ja, wie erwähnt, auch in fester Erde, in hohlen Stengeln, in ausgehöhlten Gängen, in Holz usw., wo keine Festigung des Baumaterials erforderlich ist. In den letzteren kann von einer Bedeutung des Tapezierens als Schutz gegen Feuchtigkeit nicht die Rede sein. Schließlich bauen ja viele Gattungen ihre Zellen an ganz ähnlichen Stellen, ohne sie zu tapezieren, und ihre Larven befinden sich dessenungeachtet ausgezeichnet.

Die *Megachile*-Arten setzen, wie oben beschrieben worden, ihre Zellen zusammen, ohne die verschiedenen Blattstücke durch ein Bindemittel zu vereinigen, wogegen eine nahestehende Gattung,



Figur 76.
Nest von *Megachile genalis* in
einem Zwiebelstengel.

Trachusa, die zur Aufführung ihrer Larvenkammern gleichfalls ausgeschnittene Blattstücke anwendet, diese mit eingesammeltem Harz zusammenkittet. Zur Verfertigung der Zellen, welche in einer ausgegrabenen Erdröhre angelegt werden, wendet diese Bienengattung somit Material an, das der Örtlichkeit fremd ist, und zwar stets von zwei verschiedenen Arten, Blätter und Harz. Das Nest von *Tr. serratulae* ist von Boheman, Sahlberg, Fertou und Adlerz beschrieben worden. Die Blattstreifen werden aus den Blättern mehrerer, verschiedenartiger Pflanzen ausgeschnitten wie *Betula*, *Salix*, *Fagus*, *Rosa*, *Epilobium* usw., das Harz wird jungen Fichten und Kiefern entnommen. Am Boden der Zellen liegen in den meisten Fällen einige schlingenförmig gebogene, schmale, lange Blattstreifen, die einander kreuzen und auf den Seiten von den übrigen spiralförmig und mehr oder weniger dicht angebrachten Streifen umschlossen sind, deren hintere Ränder gewöhnlich übereinander hinausragen. Die Anordnung ist somit anders als bei den *Megachile*-Arten. Dann werden die auf diese Weise angeordneten Blattstreifen mit dem frischen Harz zusammengekittet, das oft auch an der Außenseite der Zelle zwischen den Fugen zu sehen ist, und das Innere der ganzen Zelle wird schließlich mit einer dicken zusammenhängenden Harzschicht bekleidet. Nach Niederlegung des Eies in der vollständig verproviantierten Zelle wird die Mündung derselben mit drei bis fünf kleinen Blattstückchen mit unregelmäßigen Rändern geschlossen und auch diese mit Harz verklebt.

In naher Verwandtschaft zur genannten steht die Gattung *Anthidium*, und einige Arten derselben (*A. contractum*, *A. striatum*) wenden nach Friese und Lichtenstein ebenfalls Harzmasse zum Bau ihrer Zellen an, aber die meisten führen die Wände aus ganz anderem Material auf. Entweder graben die betreffenden Bienen selbst Röhren in die Erde, oder sie annectieren die Gänge, welche von anderen Wespen oder holznagenden Käfern (*Xylophagi*) in Holz gemacht worden sind und welche sie zu diesem Zweck putzen.

In diesen werden dann die Larvenkammern, die eine nach der anderen, aus verfilzten Haaren aufgebaut, welche die Bienen mit ihren Kiefern von haarigen Pflanzenstengeln, hauptsächlich lippenblütiger Pflanzen (*Stachis*, *Ballota*) abschaben. Wenn sie von einem Stengel so viel Haare eingesammelt haben, daß sie einen genügend großen Ball bilden, halten sie diesen mit den Vorder-

füßen an die Brust gedrückt und fliegen damit nach Hause. In dem Ball findet sich angeblich auch der Blütenstaub eingeschlossen, welcher der künftigen Larve als Nahrung dienen soll. Einige in den Ländern des Mittelmeeres lebende Arten haben die Gewohnheit, ihre Filzzellen in leeren Pflanzengallen (*A. lituratum*) oder Gehäusen der Gartenschnecke (*Helix*) anzulegen. Hier trifft man dann in den inneren schmalen Windungen eine Zelle, in der äußeren, der Spitze zugewandten zwei nebeneinandergestellte Zellen. Der leere Raum zwischen diesen und der Wand des Gehäuses wird dann mit einem aus Erde und kleinen Steinchen verfertigten Mörtel ausgefüllt und das Ganze mit einem gleichartigen Deckel verschlossen. Zwei Arten, *A. septemdentatum* und *A. bellicosum*, verfertigen diesen Deckel aus Kiefern- und Wacholderharz, dem Kies zugemischt ist, und eine Art, *A. strigatum*, wendet schließlich, wie schon erwähnt, das Harz zur Anfertigung der Zellen selbst an. Diese werden nach Pérez in einer Anzahl von 1—3 in den trockenen, an der Spitze halboffenen Kapseln von *Lychnis dioica* aufgeführt. Die Zellwände werden hier aus Harz, gemischt mit Pflanzenfasern oder Haaren von unbekanntem Ursprung, gebildet und nach außen hin noch durch eine ausschließlich aus Harz gebildete Schicht verstärkt.

Die letztgenannten Gattungen, welche alle der Gruppe der Gastrilegiden angehören, stehen in naher Verwandtschaft zueinander, und als eine der ursprünglichsten unter ihnen dürfte die Gattung *Osmia* zu betrachten sein. Diese Gattung ist besonders lehrreich, da sie eine ganze Probekarte der verschiedensten Instinktvariationen darbietet, welche jedoch im großen ganzen auf zwei Fragen bezogen werden können: Zellenbau in Röhren oder anderen Höhlungen und Aufführung freier Zellen. Sie gibt uns somit eine Vorstellung darüber, wie verschiedenartige Baumethoden in bezug auf ihre Herstammung sich oft auf denselben Ursprung zurückführen lassen. Einige Gattungen dürften nämlich, gleich dieser, einen ganz speziellen plastischen Instinkt besessen haben, der leicht von vorliegenden Verhältnissen beeinflusst worden war und zu Variationen geführt hatte. Diese haben sich dann vererbt und durch Einfluß auf den Körperbau neue Gattungen mit verschiedenartigen nunmehr stabilen Lebensgewohnheiten erzeugt.

Hier möge noch eine kurze Zusammenstellung der so mannigfaltigen Formen des Nestbaus bei den *Osmia*-Arten folgen.

Einige Arten verfertigen nach Friese Nester, die aus einer einzigen Zelle bestehen.

Osmia rubicola, *O. tridentata* u. a. graben ihre in Reihen übereinander gestellten Zellen durch Abkratzen des Marks in hohlen Stengeln aus und trennen sie durch Markstückchen voneinander (s. S. 263).

Andere Arten (*O. claviventris*, *O. bicornis*) mauern die Querwände zwischen den Zellen mit von außen herbeigeschafftem Lehm oder auch mittels einer Masse, die aus zerkauten Blättern besteht. *O. leucomelaena* verfertigt die Querwände in Brombeerstengeln teils aus Mark, teils aus Lehm.

Es gibt auch Osmien (*O. exenterata* und *O. stelidoides*), welche Harz anwenden und den Übergang zu *Heriades* vermitteln.

O. papaveris und einige andere Arten tapezieren die aufeinander folgenden Zellen, wie schon beschrieben worden, mit Blütenblättern.

O. maritima gräbt ihr Nest in der Erde aus und führt darin, nach Nielsen, Zellen aus zerkauten Blättern und Flechten, mit Sand gemischt, auf.

O. gallarum wählt gleich einigen Grabwespen und solitären Faltenwespen zum Nestbau die leeren Gallen der Gallwespen und teilt sie in verschiedene Kammern ein, deren Wände aus zerkauten Pflanzenteilen bestehen. Andere Arten bilden auf dieselbe Weise ihre Larvenkammern in leeren Schneckengehäusen, wobei die Zwischenwände meistens aus Lehm aufgemauert werden.

Bei nicht wenigen Arten hat sich der Mauerinstinkt so weit entwickelt, daß die Zellen gänzlich aus Erde oder Lehm verfertigt und dann nicht bloß in leeren Schneckengehäusen, sondern in allerlei natürlichen Höhlungen, Rissen in Mauern oder in Holz, unter Steinen usw. angelegt werden. Einige Arten, wie *O. villosa*, tapezieren noch diese Zellen, wie oben angeführt worden (s. S. 273).

Einen recht verwickelten Bau zeigt das in einem leeren Schneckengehäuse aufgeführte Nest von *O. tunensis*. Dieses wird nach Ferton mit einem 4—8 mm dicken Deckel aus aufeinander geschichteten Splittern von Schneckenschalen, untermischt mit zerkauten Blättern, verschlossen. Unmittelbar unter dem Deckel füllt eine dicke Schicht von Kies, kleinen Steinchen und vegetabilischen Stoffen den obersten leeren Raum, und hierauf folgt

eine Wand, welche wie alle übrigen Querwände aus einem filzartigen Stoff verfertigt ist.

Ein besonderer Schutzapparat für das Nest ist bei *O. bicolor* ausgebildet worden, die in leeren Schneckengehäusen ihre Zellen durch Zwischenwände aus zerkaute[n] Pflanzenteilen voneinander trennt. Nach vollendetem Zellenbau sammelt die Biene eine Menge Kiefern- und Fichtennadeln. Man sieht sie mit Nadeln angefliegen kommen, die viermal länger sind als ihr eigener Körper. Alle Nadeln werden dann so aufgestellt, daß sie sich oben kreuzen, und mit einem Sekret aus den Speicheldrüsen der Biene so fest miteinander vereinigt, daß sich das ganze Dach auf einmal abheben läßt. Hierauf werden in dieses Dachgerüst Moos, Strohhalme und ähnliches eingeflochten, so daß die Schnecke unter diesem Dach gänzlich bedeckt und verborgen ist. Mitunter kann, wie Friese beobachtet hat, ein derartiger Schutzbau aus Hunderten von Nadeln bestehen. Das hierdurch erstrebte Ziel dürfte hauptsächlich Schutz des Nestes vor den langen Legeröhren der Schmarotzerwespen sein. Da die Nadeln größtenteils so gestellt sind, daß die Spitzen nach außen stehen, vermutet Friese, daß dieser Panzer auch einen Schutz gegen weidendes Vieh, Schafe usw. bilden mag.

Auf ganz andere Weise schützt nach Ferton die kleine *Osmia fossorum* — in diesem Falle vielleicht hauptsächlich gegen die Sonnenhitze — ihr ebenfalls in einem Schneckengehäuse gebautes Nest. Sobald dieses fertig ist, gräbt sie dicht daneben eine zur Aufnahme der Schnecke hinreichend große Grube in den Sand, rollt dann die Schnecke hinein, bedeckt sie mit Sand und glättet hierauf den Boden, so daß jede Spur der Arbeit verwischt wird. Die plumpen Bewegungen scheinen jedoch dafür zu sprechen, daß der Grabinstinkt bei dieser Art eine erst kürzlich erworbene, der Gattung *Osmia* ziemlich fremde Gewohnheit ist.

Zur letzteren Form der beiden Haupttypen gehören folgende Nester. *O. emarginata* leimt, nach Friese, auf einer Unterlage von Stein ihre ohne bestimmte Ordnung gestellten rundlichen Zellen ausschließlich aus zerkaute[n] Blättern zusammen und umgibt sie, wahrscheinlich zum Schutz gegen Parasiten, mit einem Schutzwall von größeren eckigen Zellen aus demselben Stoff, aber von loserer Struktur.

O. lanosa, welche ebenfalls freistehende Zellen aus zerkaute[n] Pflanzenstoffen aufführt, tapeziert sie auf der Innenseite mit

allerlei Blütenblättern. Das Tapezieren ist somit eine Erscheinung, welche in den beiden verschiedenen Hauptbautypen der *Osmia*-Arten auftreten kann.

O. lepeletieri mauert ihre gleichfalls freistehenden Zellen aus mit Speichel zusammengekitteten kleinen Steinchen, ohne Beimischung von Erde. Nach beendetem Eierlegen wird die Zelle geschlossen und wie zum Schutz mit einer Schicht gewöhnlichen Mörtels umgeben. Die übrigen Zellen werden dann eine neben die andere gebaut und das Ganze erinnert an den Nestbau der *Chalicodoma*, welche Gattung wahrscheinlich auch von *Osmia*-artigen Vorfahren her stammt. Noch größere Ähnlichkeit mit dem Nest dieser Bienenart haben die Zellen, welche von *O. caementaria* aufgemauert werden.

Wie man sieht, bietet die obige Probekarte zahlreiche Modifikationen von Nestbauten bei verschiedenen Arten der Gattung *Osmia*. Interessant ist, daß nicht einmal dieselbe Art sich unter verschiedenen Verhältnissen in dieser Hinsicht stets konstant verhält. So teilt *O. bicornis* oft ganz einfach hohle Rohrstengel durch Querwände aus Lehm in auf einander folgende Kammern, während andere Individuen derselben Art in röhrenförmigen Höhlungen ganze Zellen aus Lehm aufführen und Smith erzählt, daß eine *O. bicornis* auf diese Weise 14 Zellen in eine Flöte hineingebaut hatte, die in einem Lusthause liegen geblieben war. Er erwähnt ferner, daß dieselbe, gewöhnlich in Holz bauende Art in unbebauten Gegenden gleichwohl in sandigem Lehmboden Nester grabe. Wahrscheinlich infolge dieser Plastizität des Instinkts ist diese Art auch eine der gemeinsten in der Gattung. *O. cynaca* verfertigt in Schwerin die Zwischenwände zwischen den Zellen ausschließlich aus Erde, in Algier hingegen aus einem Zement aus zermalmtten Malvenblättchen. Gerstaecker erzählt, daß *O. coerulescens* (*aenea*) an gewissen Lokalen in Lehmwänden und Balken baut, daß er aber an einer Stelle, wo die Lieblingspflanze dieser Biene, *Salvia pratensis*, wuchs, zahlreiche Nester nebenbei in der Erde bemerkte, obgleich sich in einer Entfernung von 200 Schritten gerade eine solche Scheunenwand fand, wie diese Art sie gewöhnlich als Platz ihres Nestbaues zu wählen pflegt. In diesem Falle — meint er — hätten die Bienen offenbar den Vorteil eingesehen, ihre Nester den Nahrungsquellen möglichst nahe zu haben und wären deshalb bei der Wahl des Platzes für die Nester von ihrer alten Gewohnheit abgewichen. Auf Korsika

hat Ferton dieselbe Art in den hohlen, mitunter recht weiten Stengeln von *Arundo donax* bauen sehen, welche dann mit Zwischenwänden aus grünem Mastix abgeteilt waren. Schließlich sei noch erwähnt, daß mitunter eine und dieselbe Art beim Nestbau den einen der erwähnten, für *Osmia* charakteristischen Grundtypus gegen einen anderen austauschen zu können scheint. Nach den Angaben Gerstaeckers und Schmiedeknechts einerseits und denen Mocsarys andererseits zu schließen, dürfte dies mit *O. caementaria* der Fall sein.

Nach allem zu urteilen scheint, wie erwähnt, die Gattung *Osmia* gleichsam die ersten Keime mehrerer der verschiedenartigen Bauinstinkte einzuschließen, die sich später bei den übrigen Gastrilegiden-Gattungen wiederfinden. Die Nestbauten der solitären Podilegiden bieten verhältnismäßig geringeres Interesse. Erst mit dem Eintritt des sozialen Lebens und der Wachsausscheidung haben die hierhergehörigen Bienengattungen höhere Bauinstinkte entwickelt, Instinkte, welche in der Tat die bewunderungswürdigsten Erscheinungen der Insektenindustrie hervorgebracht haben.

Der Grund, daß die Gastrilegiden in der Kunstfertigkeit des Nestbaues die solitären Podilegiden in so hohem Grade überflügelt haben, liegt, wie auch Friese hervorgehoben hat, zweifellos darin, daß ihr pollensammelnder Apparat sich auf den Bauch spezialisiert hat und die Beine daher für diesen Zweck nicht in Anspruch genommen sind, sondern ausschließlich beim Zellbau verwendet werden konnten.

Wenn somit einerseits die Beschaffenheit des Sammelapparates — hier des Pollensammlers — zweifellos für ihre Bautätigkeit von Bedeutung gewesen ist, so hat andererseits auch die Art des Bauens wahrscheinlich auf die Ausbildung des Sammelapparates — des Nektarsammlers, der Zunge — eingewirkt. Ferton hat die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung gelenkt, welche der von den Bienen gewählten Form der Zellen und der Art, wie dieselben verschlossen werden, beizumessen ist. Die am niedrigsten stehenden Gattungen, wie *Prosopis*, *Colletes* und *Cilissa*, verfertigen zylindrische, in Reihen aufeinander folgende Zellen und versehen sie mit einer aus einer erhärtenden Schleimabsonderung bestehenden Haut, welche mittels der kurzen, breiten, spatenförmig platten Zunge auf den Innenwänden der Zelle ausgebreitet wird. Diese Haut wird nach oben zu so weit fortgesetzt,

daß sie dort in der offenen Mündung der Zelle den Deckel derselben bildet. Die meisten *Prosopis*-Arten verfertigen keine Zwischenwände zwischen den Zellen, mitunter aber findet sich eine dünne Wand aus zernagtem Mark, besonders wenn sich das Nest in einem Brombeer- oder Himbeerstengel befindet. In diesen Fällen ist der erste Schritt zur Herstellung der Zellendeckel getan, welche typisch die zylindrischen Zellen der Gastrilegiden auszeichnen. Bei der gleichfalls noch recht niedrig stehenden, aber doch schon zu den Podilegiden gezählten Gattung *Nomia* hat die Entwicklung eine andere Richtung eingeschlagen, indem ihre Zellen eine ovale Form erhalten haben. Das feine Häutchen, das noch die Innenwand der Zellen bekleidet, hat nunmehr nur noch die Bedeutung einer dünnen Tapete und fehlt gänzlich bei den höher entwickelten Podilegiden-Gattungen, *Halictus*, *Andrena*, *Dasygoda* u. a., welche ebenfalls ovale Zellen verfertigen. Sowohl der Verschluß der zylindrischen Zellen mit einem besonderen Deckel, wie bei den höheren Gastrilegiden, als das Aufgeben des zylindrischen Typus zugunsten des ovalen hat wohl die Veränderung veranlaßt, welche der Bau der Zunge bei den höheren Bienengattungen erlitten. Da sie nicht mehr gebraucht wird, auf den Innenwänden der Zellen den Schleim auszubreiten, der zu der erwähnten Haut erstarrt, so kann sie ihre kurze, platte und breite Form verlieren, schmaler werden und sich zum Aufsaugen des Honigs verlängern. Eine Verbesserung der Zellenform bei diesen Bienen dürfte somit tatsächlich auch eine wichtige Verbesserung ihres Sammelapparates zur Folge gehabt haben.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Die Nahrungsversorgung der Nester bei den Raubwespen und den solitären Faltenwespen.

Die Fürsorge, welche die in den vorhergehenden Kapiteln geschilderten Aculeaten durch den Nestbau ihrer Nachkommenschaft erzielen, steht in nächstem Zusammenhang mit einem

anderen Instinkt: der Versorgung des Nestes mit ausreichender Nahrung für diese Nachkommenschaft. Und auch dieser Instinkt äußert sich nicht selten auf eine recht bemerkenswerte Weise.

Betrachten wir zunächst Aculeaten, wie die Raubwespen und solitären Faltenwespen, welche andere Insekten, getötete oder gelähmte, als Nahrung für ihre Larven herbeischaffen.

Bouvier betrachtet die *Bembex* nahestehende Raubwespengattung *Monedula* und speziell *M. punctata* aus Argentina als der Grundform der Aculeaten am nächsten stehend, welche in höheren Stadien der Entwicklung sich auf so vielfach verschiedenartige Weise ihrer Nachkommenschaft annehmen. Diese Art legt, gleich den Faltenwespen, ihr Ei in die leere Zelle und versieht dann die Larve ohne Wahl mit verschiedenen Ordnungen angehörigen Insekten aller Art. Von diesem Grundtypus haben sich, seiner Ansicht nach, in divergierenden Richtungen und durch deutliche Übergangsformen vermittelt, einerseits die sozialen Faltenwespen entwickelt, welche ihre Nachkommenschaft Tag für Tag mit getötetem Raub aller Art füttern, und andererseits die Raubwespen und die solitären Faltenwespen, welche meistens die Gewohnheit angenommen haben, ihren Raub, an den die ersteren gewöhnlich das Ei befestigen, zu lähmen und in dieser Lähmung immer größere Geschicklichkeit gewonnen haben, je mehr sie sich bei ihrer Wahl auf eine einzige oder auf einander nahestehende Arten spezialisiert haben. Hieraus ergab sich die Gewohnheit, das Nest meistens ein für allemal mit Nahrung zu versorgen und, nach Verschuß desselben, es zu verlassen, ohne die eingeschlossene Larve weiter zu überwachen.

Ob diese Deduktion richtig ist, läßt sich schwer entscheiden. Soviel steht fest, daß eine Entwicklung in verschiedenen Richtungen zweifellos stattgefunden hat und sich noch nachweisen läßt. Interessant ist übrigens, daß dieselben Lebensgewohnheiten, welche die europäischen Raubwespen auszeichnen, sich, nach den Angaben Peckhams und Brauns, in den meisten Fällen bei den derselben Gattung angehörigen Arten in Nordamerika und Südafrika wiederfinden. Dies gilt sowohl für den Nestbau als auch für die Wahl des für die Larven bestimmten Raubes. Dieser Umstand scheint somit auf eine Entwicklung zu deuten, die sich in vielen Fällen schon vor sehr langer Zeit zurück fixiert hat.

Was nun die Beschaffenheit des Raubes betrifft, so ist es für die Raubwespen und die solitären Faltenwespen charakteristisch, daß nunmehr, bis auf wenige Ausnahmen ¹⁾, jede Art ihren Raub in einer gewissen Ordnung, oft in einer gewissen Familie, mitunter nur in einer einzigen Gattung, ja manchmal einer einzigen Art wählt, und daß vielfach nahe verwandte Arten ihre Larven mit solchen Insekten füttern, die gleichfalls miteinander verwandt sind ²⁾. So greifen die *Scolia*- und *Tiphia*-Arten nur die Larven der Blatthornkäfer an (*Lamellicornes*), alle zur Familie *Pompilidae* gehörenden Arten fangen nur Spinnen, die *Ammophila*-Arten nur Schmetterlingslarven, die meisten *Cerceris* entwickelte Käfer (Pracht- oder Rüsselkäfer), nur einige Arten sammeln Immen, *Sphex* und ihre Verwandten Gradflügler, *Bembex* und *Oxybelus* Fliegen, *Pemphredon* und die meisten *Psen*-Arten Blattläuse usw. Der Instinkt, der hierbei die Raubwespen leitet, grenzt in manchen Fällen an das Wunderbare. So z. B. fängt *Cerceris bupresticida* nur Käfer aus der Familie der Prachtkäfer (*Bupresticidae*), aber nicht bloß eine, sondern mehrere Arten derselben, die doch in Farbe, Größe und äußerer Gestalt so sehr voneinander abweichen, daß nur ein Entomologe versteht, daß sie wirklich miteinander verwandt sind.

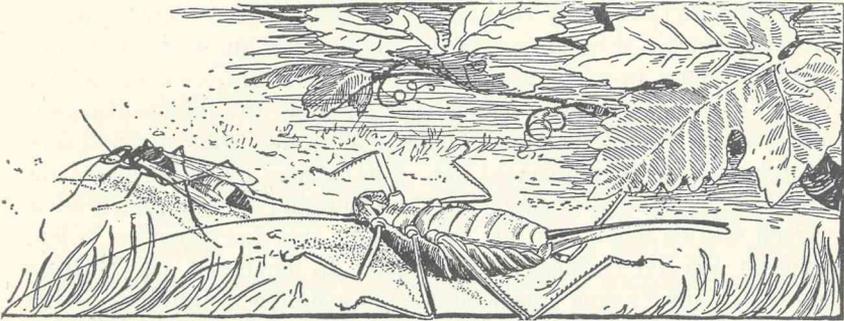
Einige Raubwespen haben die Spezialisierung so weit getrieben, daß sie ihre Nester nur mit einer bestimmten Art versehen. So fängt im allgemeinen *Philantus apivorus* nur Honigbienen und *Cerceris tuberculata* eine Rüsselkäferart, *Cleonus ophthalmicus*. Andere sollen sogar nur ein bestimmtes Geschlecht einer Art angreifen. *Sphex occitanica* soll, nach Fabres Angaben, ausschließlich Weibchen der Heuschreckengattung *Ephippiger*

¹⁾ Solche finden sich hauptsächlich in der typisch von Fliegen lebenden Gruppe der Crabroninen.

²⁾ In Widerspruch zu dieser allgemeinen Regel stehen einige Angaben von Rudow, welcher u. a. behauptet, die wohlbekanntesten *Ammophila*-Arten sammelten Spinnen, größere Fliegen und Honigbienen (!) ein, die *Trypoxylon*-Arten ohne Unterschied Spinnen, mittelgroße Fliegen, Eintagsfliegen, große Blattläuse und andere Insekten. Derselbe Verfasser erzählt ferner, die fliegen-sammelnden *Bembex*-Arten in Südeuropa versähen ihre Nester mit frisch ausgekrochenen kleinen Heuschrecken, und die *Philantus*-Arten ersetzten in Gegenden, wo Bienen fehlen, diese mit großen Fliegen aus der Familie der Syrphiden. Es ist schwierig zu entscheiden, welche von diesen Angaben tatsächlich zuverlässig sind. Sie stehen vollständig in Streit mit den Beobachtungen anderer glaubwürdigen Forscher.

(Fig. 77) wählen, welche seiner Ansicht nach allein genügende Nahrung für die Larve er bietet; die Art versteht nämlich jede Larve mit einem einzigen Weibchen¹⁾.

Die Gewohnheit ausschließlich eine einzige Insektenart einzusammeln hat sich wohl erst allmählich aus der Jagd auf verschiedene Arten einer größeren Gruppe ausgebildet. So z. B. greift *Sphex flavipennis* nur Feldgrillen (*Gryllus*) an, *Sphex albisecta* und *afra* die kleinen Arten der Heuschreckengattung *Acridium* und *Sphex occitanica* die großen Arten der Gattung *Ephippiger*, ein Umstand, der darauf zu deuten scheint, daß die verschiedenen Arten doch von Urformen herstammen, die im allgemeinen von Gradflüglern lebten und sich dann in verschiedene



Figur 77.

Sphex occitanica, ein Ephippigerweibchen heimschleppend.

Zweige trennten, jeder mit speziell entwickelten Lebensgewohnheiten. Von Interesse ist, daß eine nahestehende Gattung, *Clorion*, ihre Larven mit Vertretern der Familie *Blattidae* füttert. Ebenso wie das Raubinsekt hier generisch von den *Sphex*-Arten abweicht, ist auch ihre Beute nicht so nahe mit deren Beute verwandt wie Grillen und Heuschrecken untereinander, sondern besteht aus den in ihrem Äußern so ab-

¹⁾ v. Siebold hat über *Oxybelus uniglumis* mitgeteilt, daß das Weibchen dieser Art nur Fliegenmännchen einfängt, und dies als merkwürdige voraussehende Fürsorge gedeutet, da dadurch die Fortpflanzung der Fliegenarten durch das Weibchen nicht beeinträchtigt würde (!). Adlerz hat jedoch diese wunderbar voraussehende Fürsorge in das Reich der Phantasie verwiesen. Er hat bei *Oxybelus* sowohl Fliegenweibchen als -männchen gefunden und meint, die überwiegende Anzahl eingefangener Männchen beruhe einfach darauf, daß diese allgemeiner seien und leichter zu fangen als die Weibchen.

weichenden und an die Schnabelkerfen erinnernden Schaben. Für diese Annahme spricht ferner der Umstand, daß die Raubwespen noch in seltenen Ausnahmefällen auch mit dem gewöhnlichen Raube nahe verwandte, aber doch einer anderen Art angehörige Insekten angreifen. So hat z. B. Fabre ein Individuum von *Bothynoderus albidus* und eines von *Cleonus alternans* in den *Cerceris*-Nestern gefunden, welche normal mit *Cleonus ophthalmicus* verproviantiert werden. *Sphex flavipennis*, welche typisch Grillen einsammelt, fängt mitunter auch ein *Acridium*, die Gattung, welche sich charakteristisch in den Nestern der nahestehenden *Sphex albisepta* findet. Außerdem gibt es ja auch noch mehrere Gattungen, welche ganz verschiedenartige Insekten einer gewissen Gruppe fangen, z. B. Schmetterlingslarven (*Ammophila*) oder Fliegen (*Bembex*), vorausgesetzt, daß sie das geeignete Alter und eine passende Größe besitzen. Hier scheint ein weites Feld für Spekulationen in evolutionstheoretischer Hinsicht offen zu stehen.

Von nicht geringem Interesse sind daher die Beobachtungen, die Adlerz in betreff der Veränderlichkeit des Nahrungsinstinkts einiger Raubwespen gemacht hat. Ein Beispiel hierfür er bietet die Crabronine *Lindenius albilabris*. Die zu dieser Gruppe gehörenden Arten wählen den Raub, mit welchem sie ihre Larvenzellen füllen, typisch aus der Ordnung der Fliegen. In Sundsvall sah Adlerz diese Art nur Fliegen einsammeln, einige Meilen weiter nach Süden sowohl Fliegen als Schnabelkerfe, in Östergötland ausschließlich Schnabelkerfe, wie dies auch in Holland und Dänemark der Fall ist.

Der Grund, weshalb die verschiedenen Wespenarten gleichwohl meistens eine ganz bestimmte Art zur Beute wählen, wird wohl stets eine schwer zu lösende Frage bleiben. Durch Experimente ist nämlich dargetan, daß die Larven der Wespen ohne Schaden den verschiedenartigsten Raub verzehren können, der ihnen vorgelegt wird, und die „natürliche Auswahl“ kann daher bei der Entwicklung dieses Instinkts kaum als Faktor mitgewirkt haben.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die verschiedenartige Behandlung des Raubes vor dem Einlegen in die Larvenhöhle von seiten der Wespe.

In betreff dieser Frage sind, hauptsächlich von Fabre, mehrere unbewiesene Hypothesen aufgestellt worden, wie z. B., daß der Raub im allgemeinen in den Zentralorganen angestochen werde, daß die Wespen es vermieden, ihn zu töten, und nur dessen Lähmung anstrebten, daß die so gelähmte Beute mehrere Wochen

unbeweglich liege, ohne zu verwesen, daß die Wespenlarven frischer Nahrung bedürften usw. Daß diese Sätze keineswegs allgemeine Gültigkeit besitzen, haben Adlerz, Fertton und G. und E. Peckham vielfach bewiesen. So teilen die beiden letzteren Verfasser mit, daß von den 45 Arten Raubwespen, die sie beobachtet haben, ein Drittel seine Beute töte, und daß sich unter den übrigen keine einzige fand, die ihren Stich stets mit der gleichen Genauigkeit anbrachte. Die Opfer desselben Individuums wurden bisweilen getötet, andere konnten einen Tag bis sechs Wochen am Leben bleiben und noch andere gänzlich genesen, überhaupt scheint der Effekt des Stiches in den allermeisten Fällen auf der Verbreitung des Giftes im Körper zu ruhen und nicht auf der Verwundung der Nervenganglien. Die bloße Lähmung des Raubes ist auch gar nicht notwendig, da, wie man jetzt beobachtet hat, die Wespenlarven auch zur Entwicklung gelangen, wenn sie mit totem Raube gefüttert werden.

Die einfachste Methode beim Einfangen des Raubes wird wohl von solchen Arten angewandt, die ihre Beute ohne weiteres töten. So verfahren, verschiedenen Angaben nach, z. B. *Pemphredon* und *Diodontus* mit den von ihnen eingesammelten Blattläusen, mehrere *Crabro*- und *Bembex*-Arten mit Fliegen, sowie die entschieden niedrig stehende *Monedula punctata*, welche Insekten aller Art angreift. Diese Methode ist wohl die ursprünglichste gewesen und wird daher von Arten angewandt, die sich in einem niedrigeren Entwicklungsstadium befinden¹⁾.

¹⁾ Diese Annahme dürfte ausreichen, um zu erklären, weshalb z. B. die *Bembex*-Arten im allgemeinen ihren Raub töten. Der von Fabre angegebene Erklärungsgrund, die von diesen Wespen angegriffenen Fliegen seien so flink, daß die Wespe nicht Zeit habe, ihren Stich in die Ganglien zu versetzen, sondern genötigt sei, sich ihres Raubes um jeden Preis zu versichern, ist nicht stichhaltig, da mehrere andere Raubwespen ohne Schwierigkeit ebenso rasch fliegende Insekten lähmen. Auch der Wesenberg-Lundschen theoretischen Auslegung, daß die *Bembex*-Arten, wie andere Raubwespen mit gleichgebildetem Hinterkörper, außerstande seien, ihren Raub zu lähmen, ist keine Bedeutung beizumessen. Die Wirklichkeit zeigt im Gegenteil, wie Bouvier, Fertton und Adlerz hervorgehoben haben, daß mehrere derartigen Wespen in dieser Kunst sehr geschickt sind. Schließlich sei noch hinzugefügt, daß der letztgenannte gesehen hat, daß von ihm lange Zeit beobachtete Weibchen von *Bembex rostrata* in den meisten Fällen ihren Raub nur lähmten, mitunter so unvollständig, daß z. B. eine *Volucella bombylans* sich gerade vor dem Einführen in das Nest losriß und davonflog, verfolgt vom *Bembex*-Weibchen.

Zum Töten wird, wenn nicht ausschließlich, so doch vorzugsweise, der Stachel benutzt. Allerdings berichtet Wesenberg-Lund, er habe deutliche Spuren der Mandibeln der Wespe am Thorax der Fliegen gefunden, welche von *Bembex* und einigen Crabroninen gefangen und getötet worden waren, und dasselbe wird in bezug auf die letzteren von Nielsen angegeben. Dagegen haben so gründliche Beobachter wie G. und E. Peckham, Ferton und Adlerz in der langen Zeit, in welcher sie *Bembex* beobachtet haben, nie Spuren einer derartigen Behandlung an den von diesen Wespen gefangenen Fliegen gefunden, ebensowenig als Adlerz solche Spuren an von Crabroninen eingefangenen Zweiflüglern gesehen hat. Dagegen hat er nicht nur *Oxybelus*, sondern auch andere Crabroninen beobachtet, als sie mit dem Stachel ihren Raub lähmten. Es sei jedoch hinzugefügt, daß auch Marchal an den, in den Nestern von *Solenius vagus* eingepackten Fliegen (*Thereva*) Wunden beobachtet hat, die offenbar von der Crabronine selbst und nicht von ihrer Larve herstammten.

Wenn also auch der Angriff der Wespe in vielen Fällen den Tod des Raubes zur Folge hat, so wirkt dagegen in anderen das durch den Stich des Stachels zugeführte Gift, wie schon erwähnt, nur lähmend, und Grad und Dauer dieser Lähmung kann von sehr verschiedener Art sein. Immerhin ist sie ausreichend, die Wespe instand zu setzen, ihren Raub widerstandslos in ihre Höhle zu transportieren, womit der Hauptzweck der Lähmung erreicht ist. Geschieht der Transport leichter und in kürzerer Zeit, so braucht auch die Lähmung nicht allzu langwierig zu sein, da die Beute in der engen Höhle gewöhnlich so dicht eingepackt wird, daß sie nicht in der Lage ist, sich zu bewegen. Wichtig ist jedoch, daß sie wenigstens so lange dauert, als die Wespe beschäftigt ist, ihr Ei am Raube zu befestigen. Die Wirkungen des Giftes hören in der Tat in kurzem auf, z. B. bei den von *Pompilus*-Arten gelähmten Spinnen, aber selbst diese scheinen, so kräftig sie auch sind, selbst wenn sie Gelegenheit haben, sich in der sie einschließenden Zelle frei zu bewegen, sich nicht von der an ihnen befestigten Wespenlarve befreien zu können, wahrscheinlich sind daher die Organe, welche den Körperteil berühren, an welchem dieselbe befestigt ist, stärker gelähmt. So wirkt nach Ferton der Stich, welchen *Pompilus vagans* der *Nemesia badia* appliziert, nur wenige Minuten auf den

ganzen Körper, der kurz darauf seine Lebendigkeit wiedererhält; bloß das Bein, in dessen Nähe das Ei befestigt ist, verbleibt andauernd unbeweglich.

Etwas Ähnliches hat Adlerz bei den von *Dolichurus* eingesammelten Schaben (*Ectobia lapponica*) gefunden. In bezug auf diese hat er außerdem beobachtet, daß sie von der Wespe nur einen einzigen Stich in die Brust erhalten, was für ein Insekt mit so gut getrennten Nervenganglien wie *Ectobia* ganz ungenügend sein müßte, eine augenblickliche Lähmung zu erzeugen, wenn es nämlich für eine solche notwendig wäre, daß alle vornehmsten Bewegungszentren direkt vom Stachel berührt werden. Die Lähmung ist gleichwohl vollständig, dauert aber nur ganz kurze Zeit. Vielfach hat sich die Schabe, noch ehe sie in die Höhle hineingeschafft werden konnte, so weit erholt, daß sie frei ihres Weges gehen könnte. Daß sie dies nicht tut, beruht wahrscheinlich darauf, daß ihre Antennen von der Wespe abgebissen worden sind, die auch die noch zurückgebliebenen Stümpfe gründlich mit ihren Kiefern bearbeitet. In solchen Fällen dagegen, wo der Transport längere Zeit in Anspruch nimmt, wie es z. B. mit den von *Ammophila* gelähmten Schmetterlingslarven der Fall ist, muß die Lähmung gründlicher gemacht werden. Mitunter geschieht es, daß eine zu Leben und Bewegung wiedererweckte Spinne auf irgendeine Weise aus der Höhle herauskommt, in der sie eingesperrt war, und mit der an ihrem Hinterkörper befestigten Wespenlarve umherwandert. Derartige Fälle haben Anlaß zur Legende von *Pompilus*-Arten gegeben, deren Artgewohnheiten mit denen der eigentlichen Schmarotzerwespen (*Ichneumonidae*) übereinstimmen sollten, deren Instinkt sich bekanntlich auf die Befestigung des Eies an irgendeine andere Insektenart beschränkt.

Wahrscheinlich ist dasselbe auch mit den von Brauns in Südafrika gefundenen, frei umherlaufenden Blattiden der Fall, an denen Larven einer *Dolichurus*-Art, *D. rubripyx*, befestigt waren.

Die Kunst, den Raub so zu stechen, daß er auf effektive Weise gelähmt, aber nicht getötet wird, scheint übrigens, wie schon angedeutet wurde, noch heute bei verschiedenen Arten recht ungleich entwickelt zu sein, desgleichen auch, wenigstens bisweilen, bei verschiedenen Individuen derselben Art. So stechen viele Pompiliden die Spinnen auf gut Glück an irgendeiner

Stelle des Körpers, und die Lähmung tritt erst nach wiederholten Stichen ein. Andere Arten dagegen sind bedeutend geschickter. Als besonders erfahren in der Kunst, ihre Beute zu lähmen, werden die Arten der Gattungen *Sphex*, *Cerceris* und andere angeführt.

Unmöglich ist es ja nicht, daß diese Gewohnheit, die Beute nur zu lähmen und nicht zu töten, in Zusammenhang damit steht, daß die Wespenlarven frische Nahrung toter und verdorbener vorziehen. Dann aber ist es notwendig, daß die Lähmung recht effektiv gemacht wird, wenn der Raub aus einem großen und kräftigen Insekt besteht, sonst käme durch seine Bewegungen die junge Wespenlarve leicht in Gefahr, zerdrückt zu werden. Fabre ist, wie schon erwähnt, der Ansicht, die nötige Lähmung würde dadurch erzielt, daß die Wespe, wenigstens in gewissen Fällen, ihren Stachel direkt gegen die Nervenzentren richte und eine genügende Dosis Gift in dieselben einspritze. Adlerz' Beobachtung in bezug auf die Behandlung, welche die *Ammophila*-Arten den von ihnen angegriffenen Schmetterlingslarven zuteil werden lassen, macht es jedoch wahrscheinlich, daß dies keineswegs immer der Fall ist. Er hat nämlich gefunden, daß in den meisten Fällen der Stich durchaus nicht mit einiger Sicherheit gegen die Nervenknoten selbst gerichtet wurde, sondern daß der Stachel der Wespe sich in den Körperringen der Schmetterlingslarve hin und her bewegte mit ausgedehnten Schwenkungen nach den Seiten hin. Die Bewegungen des Stachels bezwecken offenbar, in derartigen Fällen nicht die Nervenknoten aufzusuchen, sondern das Gift auf die zu beiden Seiten von ihnen ausgehenden Nervenzweige zu verbreiten. Aus diesen und anderen, andere Arten betreffenden Beobachtungen zieht er den Schluß, daß die Verbreitung des Giftes bei der Lähmung die Hauptrolle spielt und daß der Stachel im allgemeinen nur zufällig die Nervenknoten selbst trifft. Doch scheint es von Gewicht zu sein, daß die Einspritzung in der Nähe derselben geschieht. Unter allen Umständen jedoch ist eine mehr oder weniger hochgradige Lähmung die Folge. Dieser Effekt wird in gewissen Fällen, wenn auch mitunter nur ausnahmsweise (*Ammophila*, *Sphex occitanica*, *Cerceris ornata*, *Diodontus americanus* u. a.), noch dadurch erhöht, daß der Schlund des Raubes oberhalb des hier gelegenen Schlundganglions mittels der Kiefer zusammengepreßt wird. Der Raub bleibt am Leben, wenngleich mehr oder weniger der Bewegungs-

fähigkeit beraubt. Würde dagegen dieses Zentrum nicht nur zusammengedrückt, sondern beschädigt, so wäre augenblicklicher Tod die Folge; gerade hierher richten z. B. die Spinnen ihre Bisse, wenn sie ihren Raub töten. Nachdem der Druck aufgehört hat, tritt auch dieses Ganglion allmählich wieder in Funktion.

Man hat gefunden, daß derartig gelähmte, in *Cerceris*-Nester eingeführte Käfer sich dort einige Monate frisch erhalten haben. Zu dieser Lebensfähigkeit trägt wohl auch der Umstand bei, daß der Raub, wie schon erwähnt, es in den Larvenkammern so eng hat, daß Bewegungen unmöglich sind, und daß er sich außerdem völlig im Dunkeln befindet, so daß die Bewegungsimpulse recht minimal sind, wodurch vielleicht der Lebensfaden langsamer abgenutzt wird als sonst. Fabre meint dies dadurch erwiesen zu haben, daß er derartig gelähmte Insekten sowohl im Tageslicht als in absoluter Dunkelheit beobachtete.

Wir führen hier einige der Beobachtungen des genannten Insektenbiologen in bezug auf die Raubwespenarten an, welche einen hohen Grad von Geschicklichkeit beim Lähmen des Raubes erlangt zu haben scheinen, und die ihn zum Schlusse veranlaßten, daß ihr Instinkt ihnen Verhältnisse offenbare, über die wir erst durch eingehende anatomische Untersuchungen Kenntnis erlangt haben.

Wenn z. B. *Cerceris tuberculata* einen *Cleonus ophthalmicus* lähmen soll, der, mit äußerst wenigen Ausnahmen, ihren einzigen Raub bildet, so stellt sie sich gerade vor ihn hin, ergreift ihn mit ihren starken Kiefern, setzt die Vorderbeine auf seinen Rücken, drückt den Käfer kräftig herunter, läßt schließlich ihren Hinterkörper rasch unter den Bauch desselben gleiten und stößt zwei- oder dreimal nacheinander den Stachel in die Mittellinie der dünnen Bindehaut zwischen Vorder- und Mittelbrust, also zwischen dem ersten und zweiten Beinpaare. Ohne die geringste konvulsivische Bewegung fällt jetzt das Opfer, wie vom Blitze getroffen auf den Rücken; die Wespe stellt sich dann sogleich, Bauch gegen Bauch und Kopf gegen Kopf auf dasselbe, umfaßt es mit dem mittleren Beinpaar und fliegt in ihr Nest. Alle käferfangenden *Cerceris*-Arten zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie sich, wie erwähnt, ausschließlich an Rüsselkäfer oder Prachtkäfer (eine Art) halten. Fabre meint, der Grund läge in der Beschaffenheit des Nervensystems gerade bei diesen Käfern.

Die Nervenknotten, welche Nerven zu den Bewegungsorganen aussenden, liegen nämlich bei den Käfern im Mittelkörper, der allein Sitz der Bewegungsorgane ist. Gewöhnlich aber sind gleichwohl die Brustganglien bei den Käfern weit voneinander getrennt; nur bei vier Familien, und unter ihnen gerade den beiden, welche den Raub der *Cerceris*-Arten bilden, nähern sie sich stark oder verschmelzen, wie bei den Prachtkäfern, zu einem einzigen großen Nervenknotten. Je weiter die Ganglienknoten voneinander entfernt sind, desto unvollständiger fällt die Lähmung aus, wie direkte Experimente gezeigt haben. Liegen dagegen die Nervenknotten nahe beieinander oder verschmelzen sie zu einem, so folgt eine fast vollständige Lähmung gleich auf den Stich, und eine solche ist, Fabres Meinung nach, auch notwendig, wenn, wie bei *Cerceris tuberculata*, nicht weniger als fünf oder sechs, von Natur außerordentlich kräftige und muskelstarke Rüsselkäfer als Nahrung für eine weiche, hilflose Larve in eine Zelle eingesperrt werden. Die beiden anderen Käferfamilien, die eine ähnliche Anordnung der Nervenknotten zeigen wie die Rüssel- und Prachtkäfer, sind *Fracticornier* und *Lamellicornier*, aber diese leben teils in Dünger, faulenden Stoffen, Ameisenhaufen usw. verborgen, teils sind sie für die Wespen zu groß, und teils scheint, wie Versuche an Mistkäfern gezeigt haben, die rechte Dosis beim Einimpfen des Giftes sehr schwer zu treffen zu sein, so daß sie bald zu viel erhalten und sterben, bald zu wenig und dann wieder zu sich kommen. Fabre, der mit in Ammoniak getauchten Nadeln experimentierte, hat nämlich gefunden, daß der Stich stets mit einer gewissen Stärke appliziert und die Giftdosis genau abgemessen sein muß. Die Wahl der Käfer, welche die *Cerceris*-Arten angreifen, ist daher bemerkenswert, da gerade diese durch ihren anatomischen Bau die einzigen für den Zweck geeigneten zu sein scheinen.

Sowohl die Prachtkäfer als die Rüsselkäfer sind jedoch friedliche, mit keinen Verteidigungswaffen ausgerüstete Tiere und bilden somit einen verhältnismäßig leichten Fang. Anders verhält es sich dagegen mit der Beute, welche sich die *Sphex*-Arten ausersehen haben, und welche bekanntlich aus den mit großen und starken, beißenden Kiefern und kräftigen Springfüßen versehenen Grillen und Heuschrecken besteht. Wenn ein solches Insekt angegriffen wird, versucht das Wespenweibchen zunächst es durch Überrumpelung auf den Rücken zu wenden, worauf es

sich rasch auf seinen Bauch stellt, den Kopf gegen den Analeihsang der Heuschrecke gerichtet, welchen es mit seinen Kiefern faßt und so das Abdomen gespannt hält. Mit den kräftigen Vorderfüßen drückt es die gewaltigen Springbeine ihrer Beute nieder, die Zwischenbeine werden dicht an den Seiten des Opfers gehalten und die Hinterbeine gegen den unteren Teil des Kopfes ausgestreckt, so daß die Bindehaut des Halses dadurch stark entblößt wird. Hierbei biegt die Wespe ihren Hinterkörper so, daß er nicht von den furchtbaren Kiefern der Heuschrecke erreicht werden kann, und stößt schließlich rasch den Stachel in die Mittellinie der Halshaut, hierauf in die Mitte der Haut vor der Vorderbrust und dann hinter die Vorderbrust. Jedesmal wird der Stachel abwechselnd zum ersten, zweiten und dritten Thorakalganglion nach hinten oder, im Hinblick auf die Stellung der Wespe, nach vorne geführt. Auch hier handelt das Insekt, nach Fabres Darstellung, als ob es den anatomischen Bau des Nervensystems des angegriffenen Geschöpfes kenne, denn bei den Gradflüglern sind die drei Thorakalganglien recht weit voneinander entfernt. Der Raub wird dann an den Antennen zum Nest geschleppt, aber stets erst draußen gelassen, während die Wespe hineingeht und dieses untersucht; erst wenn sie sich davon überzeugt hat, daß das Nest nicht von Parasiten in Beschlag genommen ist, zieht sie die Grille oder Heuschrecke in die Zelle hinein. *Sphex occitanica* unterscheidet sich, wie wir früher schon angeführt haben (siehe S. 242), nicht nur in bezug auf den Bau des Nestes, sondern auch hinsichtlich der Lähmung des Raubes von ihren Verwandten. Diese Abweichungen stehen in nächstem Zusammenhange mit der Beschaffenheit der Beute selbst. Diese Art versieht nämlich, wie erwähnt, ihre Larve mit einem einzigen, dafür aber sehr großen Gradflügler der Gattung *Ephippiger*, während die anderen jede Zelle mit drei bis vier Grillen oder Heuschrecken versorgen. Ein einziges Individuum ist jedenfalls weniger gefährlich als mehrere, wenn es auch bedeutend größer ist als diese, und *Sphex occitanica* lähmt vielleicht auch daher, wie Fabre angibt, nur schwach ihren Raub, wogegen die vier Grillen in einer Zelle von *Sphex flavipennis* stark gelähmt sein müssen, um sich nicht zu stoßen und dabei das Ei oder die Larve zu zerdrücken¹⁾.

¹⁾ Vielleicht sind diese Grillen manchmal tot. Scholz gibt nämlich an, daß die Heuschrecken, welche als Futter für die Larve einer nahestehenden Art, *Sphex maxillosa*, dienen, oft in Verwesung übergegangen waren.

Eine Ungelegenheit der schwachen Lähmung ist jedoch, daß die *Ephippiger*-Art ungebührlichen Widerstand leistet, wenn sie fortgeschleppt werden soll. Gerade hierauf beruht wesentlich der Umstand, daß *Sphex occitanica* das Nest erst nachher in nächster Nähe der Fangstelle anlegt; oft aber bezwingt sie auch ihre Beute auf die oben geschilderte Weise, indem sie mit den Kiefern ihren Hals umfaßt und zusammendrückt, jedoch sorgfältig vermeidend, ihn zu beschädigen. Hier liegt nämlich, wie angedeutet wurde, das Zervikalganglion, das zugleich Zentrum des Willens ist, und durch ein gelegentliches Zusammendrücken dieses Ganglions wird die Beute jeder Willenskraft beraubt, kein Muskel rührt sich, und mit Leichtigkeit wird sie jetzt weiter geschleppt.

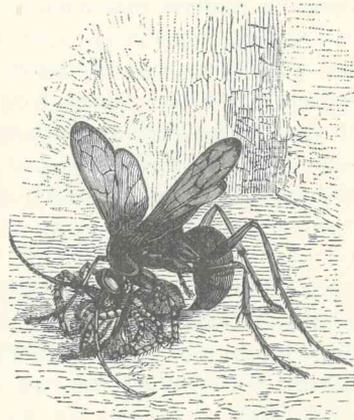
Wie oben hervorgehoben wurde, ist es wahrscheinlich, daß die Raubwespen ursprünglich durch ihre Stiche den Raub töteten, um den Widerstand desselben beim Transport zunichte zu machen. In einigen Fällen ist dann wohl der Tod ausgeblieben und infolge einer weniger starken Dosis Gift nur eine Lähmung eingetreten. Wenn sich nun diese für den Zweck als ausreichend und zugleich in der einen oder anderen Hinsicht als vorteilhaft für die Wespe erwiesen hat, ist es sehr wahrscheinlich, daß sich bei ihr allmählich die Gewohnheit entwickelt hat, kleinere Giftmengen anzuwenden, und auf diese Weise hat sich die Veränderlichkeit, welche bei einigen Arten in bezug auf den Effekt des Giftes herrschte und noch immer herrscht, bei anderen in Form eines mehr oder weniger genau geregelten Instinkts fixiert, welcher sich mitunter in so bemerkenswerten Erscheinungen äußert, wie z. B. den von Fabre bei *Cerceris* und *Sphex* beobachteten oben beschriebenen.

Tatsächlich gibt es noch zahlreiche Fälle, wo ein derartiger Instinkt sich in bei weitem noch nicht abgeschlossener Ausbildung zu befinden scheint. So haben G. und E. Peckham beobachtet, daß gewisse *Pelopaeus*-Individuen stets die eingefangenen Spinnen töten, während andere über die Hälfte derselben töten und noch andere ihren Raub nur lähmen. Die *Ammophila*-Arten versehen, wie schon erwähnt, ihre Zellen mit gelähmten Schmetterlingslarven. Da diese in jedem Körpersegment einige Nervenganglien besitzen, erhält die Larve, nach Fabre, gewöhnlich der Reihe nach nahezu gleich viele Stiche als sie Körperringe besitzt. Die schwedischen *Ammophila* scheinen jedoch, nach Adlerz, nicht dieselbe Geschicklichkeit

im Anstechen der Beute erlangt zu haben. Nach seinen Beobachtungen stechen sie ohne jede Ordnung in die verschiedenen Körperringe der Larve, wahrscheinlich je nachdem, welchen Teil des Körpers sie zufällig zuerst ergriffen haben. Die einzige Regel, die er feststellen konnte, war, daß die letzten Segmente nicht gestochen werden, wahrscheinlich weil die Wespe es vermeiden will, mit den Ausleerungen der Larve in Berührung zu kommen. In derselben Richtung gehen auch die Beobachtungen G. und E. Peckhams, eine nordamerikanische *Ammophila*-Art (*A. urnaria*) betreffend.

In gewissen Fällen ist jedoch das Anstechen des Raubes keine ganz leichte Sache, sondern wirken zur Bewältigung derselben Instinkte von nicht selten recht komplizierter Art mit.

So hat Fabre *Pompilus apicalis* beobachtet, die ihre Larven mit einer Spinne, *Segestria perfida*, nährt; diese wohnt kolonienweise in alten Mauern, wo sie sich röhrenförmige Nester baut, in deren Mündung sie auf der Lauer sitzt, die drei vorderen Beinpaare vorgestreckt und mit den hintersten sich am Boden der Röhre festhaltend. Fabre hat die Wespe an der Außenseite der Röhre hin- und herlaufen sehen und die Spinne in derselben ebenso. Aber die *Pompilus*-Art hütet sich davor, ins Nest hineinzublicken, da sie sicher durch einen einzigen Biß



Figur 78.
Pompilus natalensis eine Spinne lähmend.

in den Nacken getötet werden würde. Dagegen verliert die Spinne außerhalb ihres Nestes ihre Kühnheit und sucht sich nur durch die Flucht zu retten. Das Streben der Wespe ist daher, die Spinne aus dem Nest zu treiben. Dies kann aber nur durch plötzliche Überrumpelung geschehen. Die Wespe hält daher an der Mündung des Nestes Wache, steckt nun die Spinne ihre Füße vor und bereitet sich gleichsam zum Angriff, so faßt sie rasch die Spitze eines der Vorderfüße und zieht mit einem Ruck die Spinne heraus auf die Erde, fliegt ihr dann nach und verfolgt sie hier. Die Spinne ist jetzt völlig aus der Fassung ge-

bracht und versucht gewöhnlich, sich mit dicht angezogenen Beinen in einem Erdsplatt zu verbergen; jetzt ist es der Wespe leicht, ihr den Todesstoß zu versetzen (Fig. 78). Auf dieselbe Weise lockt auch *Calicurgus* die Tarantel aus ihren Erdröhren und lähmt jetzt ohne Schwierigkeit ihren sonst so furchtbaren Gegner. Es sieht fast aus, als ob die Wespe die Giftapparate der Spinne kenne, denn G. und E. Peckham haben einen *Pompilus marginatus* lange und sorgfältig die Mundteile einer gelähmten Spinne untersuchen sehen, ehe sie begann, dieselbe heimzuschleppen.

Höchst verwickelt scheinen die Instinkte des in Südfrankreich und Algier von Fertou beobachteten *Pompilus vagans* zu sein. Diese Art gehört zu denen, welche in Erdröhren lebende Spinnen lähmen und somit nicht selbst Höhlen für ihren Raub zu graben brauchen. Die betreffende Spinne, *Nemesia badia*, hat jedoch zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Gewohnheiten. Die tote Saison, vom Mai bis zum August, verbringt sie in Lethargie, verborgen in einer einfachen Röhre, die oben durch einen dicken Erdpfropfen verschlossen ist. Die Wespe gräbt sich nun einen Gang durch diesen, wirft sich auf die schlafende Spinne, versetzt ihr rasch einen Stich, der sie für einige Augenblicke völlig lähmt, legt hierauf ihr Ei auf dieselbe, begibt sich nach vollbrachtem Werk wieder hinaus und füllt den geöffneten Erdkanal wieder aus. Im September und Oktober dagegen, wo die Spinne aus ihrem Schlafe wieder erwacht ist, nimmt ihre unterirdische Wohnung ein anderes Aussehen an. Sie besteht auch jetzt aus einer in die Erde führenden Röhre, aber von dieser geht an einer Stelle schräg aufwärts ein Seitenzweig aus, die sogenannte Fluchtröhre, die in einer besonderen Öffnung ausmündet. Das Nest wird somit nach oben zu gabelförmig (ähnlich einem Y) und hat zwei Öffnungen, die ein Stück voneinander entfernt und beide mit einem dünnen Deckel bedeckt sind, der aus mit Blättern u. dgl. zusammengewebter Erde besteht. Kommt durch die eine Öffnung ein Feind ins Nest, so zieht sich die Spinne zurück und teilt durch die andere. Will nun ein *Pompilus vagans*, vor welchem die Spinne eine ganz besondere instinktive Furcht zu haben scheint, ein solches Nest angreifen, so stürzt sie sich diesmal nicht ohne weiteres hinein, denn die Spinne ist jetzt wach und lebenskräftig, sondern sie hebt erst die dünnen Deckel von beiden Öffnungen und steckt hierauf den

Hinterkörper durch eine derselben hinein, um auf diese Weise die Spinne aufzuschrecken. Gleich darauf stürzt sie zur anderen Öffnung, aus welcher sie jetzt offenbar erwartet die Spinne herauskommen zu sehen. Geschieht dies nicht, so taucht sie auf dieselbe Weise in diese Öffnung hinab und begibt sich gleich darauf zur ersten. Dieses wechselnde Manöver wird wiederholt, bis es ihr glückt, die Spinne herauszutreiben, welche sie jetzt einige Zentimeter weit verfolgt, durch einen Stich lähmt und wieder in das unterirdische Nest zurückbringt¹⁾. Nachdem das Ei an der Spinne befestigt ist, werden beide Gänge des Nestes mit Erde verstopft, die von den Gängen abgekratzt oder aus der Umgebung herbeigeschafft wird.

Wenn man diese *Pompilus*-Art je nach der verschiedenen Beschaffenheit des Spinnennestes die oben geschilderten, so verschiedenen Methoden zur Erreichung ihres Zieles anwenden sieht, so wäre man geneigt, ihr einen bedeutenden Grad von Intelligenz zuzuschreiben. Ferton hebt jedoch hervor, daß die Wespe hierbei keineswegs von einer individuellen Urteilskraft gelehrt wird, sondern gänzlich einem Instinkte folgt, der sich im Laufe langer Zeiträume parallel dem entwickelt hat, welcher die *Nemesia* veranlaßte, sich zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedenartige unterirdische Nester zu verfertigen.

Der Angriff auf so kräftige, giftige und raublustige Feinde, wie die Spinnen, scheint jedoch, wie schon angedeutet worden, wenn diese sich außerhalb ihrer Nester befinden, für die Pompiliden keine besondere Gefahr einzuschließen. Ferton hebt ausdrücklich hervor, er habe die Spinnen stets eine instinktive Furcht vor diesen Wespen zeigen sehen, und wenn sie von der Wespe berührt würden, wären sie im allgemeinen vor Schreck ganz hin, legten sich auf den Rücken, zögen die Beine ein und verblieben unbeweglich in dieser Stellung. Es ist auf diese Weise der Wespe leicht, die Spinne zu stechen. Einmal sah er eine Lycoside auf dem Felde einen *Pompilus viaticus* überfallen, aber als sie die Wespe erkannte, sie sogleich verlassen und Hals über Kopf davoneilen.

Übrigens hebt Ferton ganz richtig hervor, ebensowenig als man die Organisation der Blüten verstehen könne, ohne die sie besuchenden und bei ihrer Befruchtung mitwirkenden Insekten

¹⁾ Auf sehr ähnliche Weise benimmt sich nach Ferton eine andere Pompilide, *Aporus dubius*.

zu studieren, ebensowenig könne man die Spinnen und die sie jagenden Raubwespen getrennt für sich studieren. Sie greifen gegenseitig in das Leben des anderen ein, und dieser Umstand hat bei beiden Instinkte und sie begleitende organische Bildungen hervorgerufen, die ohne ein derartiges Studium unmöglich zu begreifen sind.

Wahrscheinlich jagten die Pompiliden die Spinnen ursprünglich auf offenem Felde. Diese suchten sich nun zu schützen, indem sie sich Nester in allerlei Höhlungen bauten. *Pompilus cingulatus* sucht sie daselbst auf, während *Pompilus apicalis* die Gelegenheit abwartet und, um die Spinne unschädlich zu machen, sie an einem der Vorderbeine packt und mit einem kräftigen Ruck aus der Höhle herausreißt, gewöhnlich gerade, während sie selbst im Begriff stand, sich auf eine Beute zu stürzen. Andere Spinnen vergraben sich in der Erde, damit aber entwickelt sich bei den Pompiliden der Instinkt, sie dort aufzusuchen. *Nemesia badia* verändert die Organisation der einfachen Erdröhre und gibt ihr einen besonderen Ausgang durch eine verborgene Tür, gleichzeitig aber entwickelt auch ihre Feindin *Pompilus vagans* ihre Taktik auf die oben beschriebene Weise. Während die Spinnen den beweglichen, dichtschießenden Deckel erfanden, den sie in den Mündungen ihrer Erdröhren anbringen, entwickelten sich auch bei den Pompiliden Organe zum Öffnen dieser Deckel: platte Köpfe und gewaltige Hinterschenkel zum Aufheben derselben (*Planiceps fulviventris* und *Pompilus crassitarsis*). Speziell adaptiert für diesen Zweck scheint *Pompilus plicatus*, mit seinem verlängerten Kopf und den starken Mandibeln, direkt gemacht zum Abschneiden der den Deckel festhaltenden Fäden.

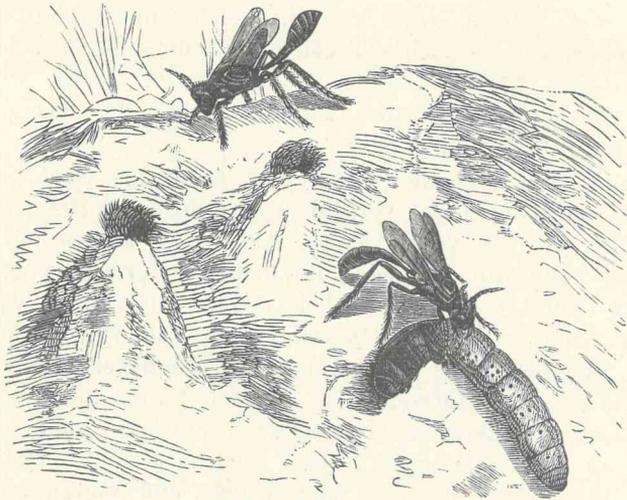
Ebenso wahrscheinlich als es ist, daß die Larven mehrerer Raubwespen frische Nahrung vertrockneter oder in Verwesung übergegangener vorziehen, dürfte dies auch mit den Larven der solitären Faltenwespen der Fall sein. Diese besitzen auch im allgemeinen die Fähigkeit, ihrer Beute nur eine vorübergehende Lähmung beizubringen, so daß sie oft in kurzer Zeit ihre Beweglichkeit wiedererlangt. Doch scheint, wie neuere Untersuchungen dargetan haben, die junge Larve der Faltenwespe wenig von dieser Beweglichkeit zu fürchten zu haben. Ihr Angriff auf die Beute dürfte auf eine für diese wenig schmerzhaft Weise geschehen und keine für die Wespenlarve schädlichen Reflexbewegungen hervorrufen. Aber der zum Leben

wiedererwachte Raub selbst, der meistens aus Schmetterlings- oder Käferlarven (Rhynchophoren oder Chrysomeliden) besteht, läuft Gefahr, in der verschlossenen Zelle Hungers zu sterben. Dem wird jedoch durch die eigentümliche Auswahl vorgebeugt, welche die Wespe trifft, indem sie nämlich in den meisten Fällen nur solche heimbringt, die gerade im Begriff stehen, sich zu verpuppen, ganz als ob sie wüßte, daß diese reichlich Fett besitzen und durch die Resorption desselben sich lange Zeit nähren könnten, ohne Futter zu sich zu nehmen. Diese Auswahl scheint die Wespe mit großer Sorgfalt zu treffen. Adlerz sah *Odynerus murarius* auf Espenblättern mit den Antennen sorgfältig die Larven des Käfers, *Lina populi*, welche ihre Beute bilden, untersuchen, ehe sie sich schließlich einer derselben bemächtigte. In der Regel werden Larven von geringerer Größe, wie auch solche von dunklerer Farbe, mit wahrscheinlich weniger entwickeltem Fettkörper, verworfen.

Schon die Art, auf welche der Raub ins Nest geschafft wird, ist natürlich recht verschieden, je nach der Beschaffenheit der Beute, die die verschiedenen Arten sich ausersuchen haben. Mitunter kann die Methode, die Beute heimzuschleppen, auch bei derselben Art oder selbst beim selben Individuum wechseln. So sah Adlerz *Pompilus plumbeus* ab und zu die gelähmte Spinne an einer Hüfte tragend mit hoch erhobenem Kopfe gerade vorwärts gehen, während er in anderen Fällen auf die für die *Pompilus*-Arten gewöhnliche Weise rückwärts geht und die Spinne an einer ihrer Spinnwarzen nach sich zieht. Viele Arten tragen ihre Beute fliegend nach Hause und halten sie dabei gewöhnlich mit dem mittelsten Beinpaare umschlossen, selten mit dem dritten, wo es dann auf dem Stachel aufgespießt getragen wird (*Oxybelus*)¹⁾. Bewundernswert ist manchmal die Stärke, von welcher hierbei verhältnismäßig kleine Wespen Proben ablegen. So z. B. die *Philantus*-Arten, wenn sie mit den von ihnen getöteten Honigbienen nach Hause fliegen. Ist aber der Raub zu groß, so ist die Wespe genötigt, ihn oft mit großer Mühe und nicht selten unter Anwendung wechselnder Methoden über ein mitunter recht beschwerliches Terrain an der Erde fortzuschleppen, wie es mit *Ammophila* der Fall ist (Fig. 79).

¹⁾ Nach Gerstaecker tragen *Oxybelus nigripes* und *O. 14-notatus* die Beute auf gewöhnliche Weise.

Die *Agenia*- und *Pseudagenia*-Arten beißen alle oder die meisten Beinpaare der von ihnen transportierten Spinnen ab, entweder um den Transport oder das Einstopfen der Spinne in die Zelle zu erleichtern. Da dies hauptsächlich nur mit größeren Spinnen geschieht, sind einige Verfasser der Ansicht gewesen, es geschehe eigentlich, um das Hineinstopfen der Spinne in die Zelle zu ermöglichen. Mehrere andere Pompiliden kauen die Beine der Spinnen, um sie biegsamer zu machen, wenn die Spinne in die Höhle eingeführt werden soll. Andererseits hat Ferton eine *Agenia punctata* eine Spinne mit zwei erhaltenen Beinen



Figur 79.

Ammophila sabulosa eine gelähmte Schmetterlingslarve transportierend.

transportieren und dann das eine abschneiden sehen, als es beim Transport hinderlich war. Mitunter wird eine derartige Amputation auch von der Gattung *Pompilus* vorgenommen; und sowohl Ferton als ich selbst haben einen *Pompilus* eine Spinne transportieren sehen, der alle Beine abgebissen waren. Eine derartige Verstümmelung wird auch von *Coelocrabro cinxius* an den von dieser Art gefangenen Schnaken (*Tiputidae*) vorgenommen.

Beim Heimschleppen ihres Raubes benehmen sich also die Raubwespen, je nach den Arten, denen sie angehören, auf wesentlich verschiedene Weise. Mitunter ist, wie schon erwähnt, nicht einmal die Höhle gegraben, wenn die Beute zu der Stelle gebracht

wird, die dazu ausersehen ist. Die Arten, für welche dies charakteristisch ist, legen dann die Beute ab, wie es mit den *Pompilus*-Arten der Fall ist, wobei sie sie nicht selten vor zudringlichen Marodeuren verbergen, indem sie sie an einer nahe-stehenden Pflanze aufhängen oder ausnahmsweise auf der Erde mit einem kleinen Sandhügel bedecken, der an anderer Stelle näher beschrieben worden ist (S. 243). Die meisten Arten dagegen haben ihre Larvenbehausungen fertig, ehe sie anfangen, sie mit Beute zu versehen. Nicht wenige aber haben, wie schon erwähnt, die Gewohnheit, jedesmal beim Verlassen der Höhle zu einem neuen Jagdausfluge diese mit Erde auszufüllen. Sie sind dann bei der Heimkehr mit der Beute genötigt, sie zuerst zu öffnen, und legen dann dieselbe gewöhnlich in der Nähe nieder und verbergen sie wohl auch auf die oben beschriebene Weise, wobei oft wiederholte Besichtigungen der Höhle und der Beute stattfinden vor dem schließlichen Hineinschaffen derselben. Andere Arten, wie *Bembex rostrata*, halten gewöhnlich die ganze Zeit während des Aufgrabens der Höhle, was mit den Vorderfüßen geschieht, ihre Beute gegen die Brust gedrückt und somit vor lauern den Parasiten verborgen. Erst wenn sie schließlich mit der Beute in die Höhle eindringen, wird dieselbe vom mittleren zum hintersten Beinpaar versetzt und erbie tet nur jetzt, wo sie frei sichtbar wird, Gelegenheit zum Eierlegen des Schmarotzers. Bleibt die Mündung die ganze Zeit über offen, so kann die Raubwespe, z. B. *Pemphredon*, direkt und ohne Aufenthalt mit ihrem Raube ins Nest fliegen. In anderen Fällen dagegen (*Oxybelus*) macht sie erst allerlei recht wunderlich erscheinende Schwenkungen und Drehungen in der Luft. Dieser Unterschied beruht auf der Ab- oder Anwesenheit von Parasiten, die vor dem Neste auf die Heimkehr der Wespe lauern, um in einem unbewachten Augenblicke ihre Eier oder, wenn der Schmarotzer vivipar ist, die Larven auf der Beute anzubringen. Die Wespe scheint nämlich eine instinktive Ahnung von der Schädlichkeit der umgebenden Parasiten zu haben und verjagt sie meistens von der Stelle.

Es könnte sonderbar erscheinen, daß die *Oxybelus*-Arten, welche ihre Larven mit getöteten oder gelähmten Fliegen füttern, gleichwohl die Fliegen der Gattung *Miltogramma*, welche gewöhnlich gleich neben ihren Nestern lauern, um ihre parasitisch lebende Larve dort einzuschmuggeln, nicht angreifen und heim-

führen. Sie begnügen sich damit, mal auf mal die lästigen, stets wiederkehrenden Feinde fortzujagen, um endlich mit ihrer getöteten oder gelähmten Fliege, die sie auf dem Stachel aufgespießt tragen, ins Nest zu kriechen. In diesem Augenblicke eilt die *Miltogramma* herbei und befestigt ihre kleine Larve — sie ist nämlich vivipar — an der Beute. Die eigentümliche Art den Raub heimzutragen, hindert allerdings die Wespe daran, den Stachel gegen die *Miltogramma* anzuwenden, aber Borries hebt auch einen anderen Umstand hervor, der vielleicht darauf eingewirkt haben mag, daß *Oxybelus* es vermeidet, gelähmte Miltogrammen in das Nest einzuführen, und zwar die Viviparität dieser Fliegen. Durch ihre Einführung als Nahrung in das Nest könnten leicht gerade die Parasiten eingeschmuggelt werden, welche die Wespe, wie es scheint, instinktiv zu fürchten versteht.

* * *

Aus dem Vorhergehenden sehen wir, daß zahlreiche, für verschiedene Gattungen und Arten charakteristische Lebensgewohnheiten sich bei den Raubwespen und den solitären Faltenwespen in bezug auf die Behandlung und Heimschaffung der zur Auffütterung der Larve bestimmten Beute ausgebildet haben. Nicht weniger verschieden scheint die Art zu sein, wie diese Wespen das von ihnen gelegte Ei und die aus diesem ausgekrochene Larve vor den Gefahren zu schützen suchen, die ihnen von seiten des vielfach nicht völlig gelähmten Raubes drohen könnten.

Was das Eierlegen betrifft, so kennt man gegenwärtig vier in systematischer Hinsicht niedrig stehende Raubwespenarten, welche ihr Ei in die Zelle legen, bevor irgendein Vorrat daselbst eingeführt worden ist. Es sind dies die Arten: *Monedula punctata*, *Stizus tridens*, *St. errans*¹⁾ und *Bembex mediterraneus*²⁾; und diese versehen auch von Zeit zu Zeit die Larve während ihres Wachsens mit neuer Beute. Diese Gewohnheiten haben sich bei ihnen wohl als Erbe aus einer Zeit längst verstorbener

¹⁾ Schon *Stizus fasciatus* dagegen benimmt sich wie die meisten Raubwespen, befestigt das Ei auf dem aufgespeicherten Futtervorrat und verschließt die Höhle auf immer.

²⁾ Die übrigen *Bembex*-Arten legen ihr Ei auf eine, gewöhnlich die erste der von ihnen getöteten oder gelähmten Fliegen und verschließen hierauf das Nest, besuchen es aber häufig wieder um neue Nahrung einzuführen.

Vorfahren erhalten. Diese ursprüngliche Form hat sich dann in divergierenden Richtungen entwickelt, indem ein Teil, wie die Faltenwespen, fortfahrend ihr Ei vor dem Einsammeln der Beute in die Zelle legen, andere dagegen, wie die allermeisten Raubwespen (*Pompilidae* und *Sphegidae*), es an der in der Zelle aufgespeicherten Beute befestigen. Von einem solchen gemeinsamen Ursprung lassen sich vielleicht auch die Familien *Scoliadae* und *Mutillidae* herleiten, welche dann, in Übereinstimmung mit gewissen Pompiliden, erst später die Gewohnheit erworben hätten, ihre Beute in deren eigenen Höhlen aufzusuchen und zu lähmen.

Hauptsächlich in den Fällen, wo, wie bei den Raubwespen, das Ei an der Beute selbst befestigt wird, handelt es sich darum, die noch junge Larve vor vielleicht verhängnisvollen Bewegungen von seiten jener zu schützen.

Ist der Raub tot, so bedarf es selbstverständlich keines Schutzes für das Ei. Gleichgültig ist es in diesem Falle auch, ob das Ei auf das erste oder irgendein anderes Stück der Beute gelegt wird. Aber auch wenn diese nur gelähmt ist, wird es, wie G. und E. Peckham nachgewiesen haben, nicht selten auf eines der später heimgebrachten, mitunter sogar auf das letzte oder eines der letzten Stücke gelegt.

Auf welchem Exemplar des Raubes das Ei auch befestigt sei, so geschieht dies doch stets an einer bestimmten Stelle, und damit wird wahrscheinlich gerade der Schutz desselben vor den Bewegungen des Raubes bezweckt. Wengleich sich in dieser Hinsicht nicht wenige Abweichungen entdecken lassen, so gilt doch als allgemeine Regel, daß das Ei, wenn der Raub gelähmt ist, an dem Punkte oder in der Nähe desselben befestigt wird, an welchem der lähmende Stich geschah, und welcher daher wohl am unempfindlichsten ist. Die junge Wespenlarve kann hier somit ruhig am Raube zu fressen anfangen, ohne Reflexbewegungen hervorzurufen, während solche wenigstens nach Fabres Angaben in vielen Fällen entstehen, wenn man einen anderen Punkt des Körpers reizt¹⁾. Um einige wenige Beispiele

¹⁾ Fabre hat auch den Satz aufgestellt, daß der Instinkt der jungen Raubwespenlarve sie nachher beim Eindringen in das Innere der Beute leitet, in solcher Richtung vorzudringen und auf solche Art zu fressen, daß die zur Aufrechterhaltung des Lebens der Beute wichtigen Organe nicht geschädigt werden. Er stützt sich hierbei auf die Beobachtungen, welche er an der *Scolia*-Larve gemacht hat. Die Schlüsse, zu denen er gelangte, dürften

zu nennen, so befestigen die *Pompilus*-Arten gewöhnlich ihr Ei auf dem Rücken der Spinne, in der Nähe der Basis des Abdomens; die Arten von *Ammophila* legen das Ei ebenfalls auf der Rückenseite der Schmetterlingslarve, und *Ammophila holosericea*, welche bloß das fünfte und sechste Körpersegment sticht, heftet meistens ihr Ei gerade an diese. *Sphex occitanica* wählt eine Stelle gleich oberhalb der Basis des Hinterschenkels ihres großen Gradflüglers, und andere Arten dieser Gattung benutzen etwas seitwärts von der Brust zwischen dem ersten und zweiten Beinpaare einen bestimmten Punkt, der, nach Fabre, völlig unempfindlich gegen jeden Schmerz gemacht ist. In einigen Tagen frißt sich die Larve der letztgenannten Wespe in den Zwischenkörper des Raubes hinein und ist jetzt hier vor jeder schädlichen Einwirkung seiner Bewegungen geschützt, welche auch nicht ausbleiben infolge des Schmerzes, der hervorgerufen wird, sobald die Larve anfängt, die Körperteile auszuhöhlen, welche sich in einiger Entfernung vom Zwischenkörper befinden. Die Larve wächst jedoch und läuft weiter keine besondere Gefahr beim Angriff auf die übrigen Grillen oder Heuschrecken, weshalb auch diese, nach Fabre, weniger stark gelähmt sind als die, welche am tiefsten in der Zelle liegt und an welcher das Ei befestigt war(?).

Fertonius, eine kleine Crabronine, welche in Algier ihre Nester mit gegen 40 Stück einer dort gemeinen Ameise, *Tapi-noma erraticum*, versieht, befestigt das Ei auf der Brust hinter dem ersten Beinpaare. Der lähmende Stich ist so appliziert, daß die vier hinteren Beine und der Hinterkörper völlig gelähmt sind, während die Antennen und die kräftigen Kiefer beweglich verbleiben. Aber das Ei liegt, wie gesagt, außer ihrem Bereich, und wenn die junge Larve ausgekrochen und gewachsen ist, hat sich die Lähmung, anstatt mit der Zeit abzunehmen, bei diesen auch auf diese Körperteile erstreckt.

Besondere Vorsichtsmaßregeln zum Schutz des Eies beobachtete Ferton bei *Bembex oculata*. Die von der Wespe zuerst

jedoch kaum Allgemeingültigkeit haben, und Maigre hat nachgewiesen, daß diese Regel wenigstens für die Larve der *Ammophila sabulosa* nicht gilt, die sich ohne alle derartigen Vorsichtsmaßregeln entwickelt. Ihre Bedeutung für andere Arten und ganz speziell für die sogenannten Schmarotzerwespen, für deren Larven ein lebender Raub Lebensbedingung ist, wird hiermit natürlich nicht geleugnet.

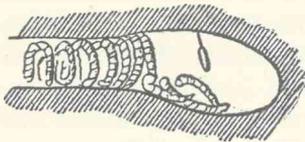
eingelegte Fliege, welche das Ei trägt, liegt auf dem Rücken, das Ei an der Seite des Thorax, unmittelbar unter der Flügelwurzel, gerade emporstehend befestigt. Das 4 mm lange Ei würde nun durch seine Last die Fliege leicht umwerfen und von den scharfen Sandkörnern beschädigt werden, wenn nicht die Wespe stets Sorge dafür trüge, daß der Flügel der Fliege auf dieser Seite als Stütze ausgespannt bliebe und das daneben liegende Zwischenbein aus dem Gelenk gedreht und unter den Flügel gesteckt wäre, vermutlich um diesen daran zu verhindern, seine normale Ruhelage wieder einzunehmen. Völlig gleiche Einzelheiten sind auch von Adlerz bei *B. rostrata* gefunden worden.

Im Gegensatz zu den meisten Raubwespen legen, wie erwähnt, die Faltenwespen stets vor dem Einsammeln des Raubes ihr Ei in die Zelle, und die solitären Arten haben, soweit es bekannt ist, die Gewohnheit, es an der Decke oder den Wänden der Zelle aufzuhängen — eine bestimmte Wahl der Stelle hat nicht nachgewiesen werden können — mittels eines feinen, aber festen und zähen Fadens, der aus demselben Stoff zu bestehen scheint wie die Eierschale. Malyshev hebt hervor, daß auch dieses Aufhängen ursprünglich den Schutz des Eies gegen Bewegungen der eingesammelten Beute bezweckt¹⁾. Dies tritt bei den primitiven Arten der Gattung *Odynerus* deutlich hervor, während die weniger primitiven sich sehr gut entwickeln, obgleich das Ei mitten in der Masse beweglicher Nahrungslarven liegen bleibt.

Fabre hat die Verhältnisse bei einer solchen Art (*Odynerus reniformis*) ausführlich beschrieben; diese sammeln in jedes Nest 22—24 Käferlarven, die nur teilweise gelähmt sind. Wenn je, so ist wohl hier für das Ei oder die junge Larve der Wespe die Gefahr groß, von den Wendungen und Bewegungen der zu ihrer Nahrung aufgespeicherten Larven zerdrückt zu werden. Dem wird aber auf eine recht sinnreiche Art vorgebeugt. Das

¹⁾ Fertons Annahme, das Aufhängen des Eies solle gegen Feuchtigkeit im Neste schützen, scheint keinen Grund zu haben, da, wie Adlerz bemerkt, dieses Aufhängen auch bei den in trockenem Material bauenden Arten stattfindet und das Ei bei den in der Erde bauenden (z. B. *Hoplomerus*) jedenfalls gegen die feuchte Erdwand gedrückt wird. An einer anderen Stelle äußert Ferton die Vermutung, das Aufhängen könne das Ei gegen Parasiten schützen, was wohl möglich ist, solange es noch frei in der Zelle hängt.

Nest (Fig. 80) wird nämlich in zwei Abteilungen gebaut, einer hinteren, breiteren und einer vorderen, schmäleren. In der letzteren sind die kreisförmig zusammengerollten Käferlarven in Schichten aufeinandergepackt, worauf die Mündung verschlossen wird. Sie fallen somit nicht in den weiteren Teil der Zelle hinein. Hier hängt dagegen das Ei an einem feinen Faden an der Decke befestigt. Wenn die junge Larve ausgekrochen ist, liegt sie mit dem Kopfe gerade nach unten, während das Hinterteil an der Spitze der sonst ganz geschrumpften Eihaut befestigt ist. Sie besitzt die Fähigkeit, in dieser Lage ihren Körper nach Bedarf zu verlängern und zu verkürzen. Nachdem die erste Larve verzehrt ist, befreit sie sich vom Faden und läßt sich auf den Boden der Zelle fallen. Noch ist sie jedoch zu schwach, um eine Berührung mit den beweglicheren Larven zu ertragen. Diese sind nun alle in solcher Ordnung eingepackt, daß die



Figur 80.
Nest von *Odynerus reniformis*.

zuerst gelähmten und also schon schwächsten zu unterst und der Wespenlarve am nächsten liegen. Zu diesen gelangt also die junge Larve zuerst, zieht sie, eine nach der anderen, aus dem engeren Teile des Nestes in den weiteren Speisesaal, den sie selbst bewohnt, und verzehrt sie daselbst. Je weiter die Zeit fortschreitet, um so kräftiger wird sie selbst und um so matter werden auch die Käferlarven, die der Reihe und dem Alter nach in die Speisekammer hereingezogen werden. Durch eine ganz besondere Anordnung des Raubes im Nest, einen zweckmäßigen Bau der Larvenkammer und eine ebenso zweckmäßige Wahl geeigneter Käferlarven, die sich beim Anstechen zusammenrollen, hat somit diese Art von Faltenwespen den nötigen Schutz für ihre Nachkommenschaft erreicht.

Bei anderen, offenbar weniger primitiven Arten liegt das aufgehängte Ei in einer vollständig verproviantierten Zelle, oft zwischen oder auf den Futterlarven eingepreßt, und wird von diesen gegen die Decke des Nestes gedrückt (*Eumenes*, *Lonotus*, *Ancistrocerus*). Hierdurch kann kein besonderer Schutz des Eies gegen die Futterlarven mehr erreicht werden, es dürfte dessen aber, wegen der festeren Konsistenz der Eierschale, auch nicht bedürfen, ebensowenig wie für die frisch ausgekrochene Wespen-

larve, die oft gerade mit den zuletzt hineingesetzten, lebenskräftigsten und beweglichsten Larven in Berührung kommt und mit ihnen außerordentlich gut fertig wird.

Es wurde oben als Eigenheit der niedrigstehenden Raubwespen, welche ihr Ei vor der Verproviantierung der Zelle dasselbst niederlegen, erwähnt, daß sie von Zeit zu Zeit ihr Nest besuchen und ihre Larve mit neuer, frischer Nahrung versorgen. Auch diese Gewohnheit, welche vielleicht noch ein Erbe früherer Ahnen bildet, ist von den sozialen Faltenwespen beibehalten worden, in deren Gemeinschaften zahlreiche Individuen darin wetteifern, die aufwachsende Nachkommenschaft täglich mit frischer Nahrung zu versehen, die jedoch nie aus gelähmten, sondern aus getöteten und zerkaute Tieren besteht. Dagegen verhalten sich, wie schon angedeutet wurde, die Raubwespen und die solitären Faltenwespen gewöhnlich so, daß die aus dem Ei ausgekrochene Larve mit ihrem aufgespeicherten Nahrungsvorrat, der bei diesen Arten für die ganze Entwicklungszeit berechnet ist, sich selbst überlassen bleibt. Im allgemeinen kümmert sich bei diesen die Mutter, nachdem sie die Zelle verschlossen hat, nicht weiter um das Schicksal ihres Nachkommen.

Interessant ist jedoch, daß eine an die der sozialen Wespen erinnernde Gewohnheit, von Zeit zu Zeit den Larven neue Nahrung zu schaffen und mit dieser in die schon geschlossene Zelle einzudringen, sich auch noch bei einigen anderen, außer den vier obengenannten, Raubwespen ausgebildet hat. Sie ist nunmehr bei allen näher beobachteten Arten der Gattung *Bembex* sowie bei *Monedula punctata* (Hudson), *Monedula surinamensis* (Brèthes), *Lyroda subita* (Peckham), *Ammophila campestris* (Adlerz), *Ammophila heydeni* (Ferton) und *Stizus tridens* (Ferton) nachgewiesen worden¹⁾.

Was die *Bembex*-Arten betrifft, so waren einige Verfasser, wie Fabre und Wesenberg-Lund, der Ansicht, der Grund, daß die Wespe im Laufe einiger Wochen ihre Larve immer wieder mit neuer Beute versorge, sei der, daß die eingesammelten Fliegen getötet wären und daher leicht trocknen oder verfaulen könnten, die Larve aber durchaus frische Nahrung brauche.

¹⁾ Unrichtig dagegen sind nach Adlerz die Angaben in der Literatur über ähnliche Lebensgewohnheiten bei *Cerceris*, *Sphex*, *Mellinus*, *Crabro quadrimaculatus* und *Cr. cephalotes*.

Aber Lepeletier, Fertton, Bouvier und Adlerz haben gefunden, daß die Fliegen, mit welchen *Bembex* ihre Larve füttert, in vielen — nach Adlerz in den meisten — Fällen nur gelähmt sind. Da mitunter eine Larve bis 80 Fliegen verzehren kann, so erfordert es nicht selten geraume Zeit, bis alle diese eingefangen sind. Ist die Witterung günstig, so wird eine bedeutend größere Anzahl in das Nest geschafft, als für den Augenblick nötig ist. Wahrscheinlich geschieht dies daher, weil der Jagdtrieb der Wespe durch das warme, sonnige Wetter beeinflusst wird, und das so angehäuften Material kommt wohl der Larve zugute, wenn dann bei schlechtem Wetter die Wespe sich still verhält. Eine besondere Voraussicht bei Anhäufung eines Reservematerials braucht nicht angenommen zu werden¹⁾. Als eigentümlicher Umstand verdient schließlich bemerkt zu werden, daß *Bembex*, nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Fabre, Wesenberg-Lund und Adlerz, ihre Larve, solange sie noch jung ist, nur mit kleinen Fliegen versieht, wogegen bei zunehmendem Alter der Proviant aus einer Mischung kleinerer und größerer Arten, zum größten Teil Bremsen (*Tabanus*) besteht.

Das Weibchen von *Ammophila (Miscus) campestris*, welches seine Larve mit kleinen gelähmten Schmetterlingslarven, vorzugsweise Spannern, versieht, die gleichfalls nach dem Auskriechen der Larve zu verschiedenen Zeiten ins Nest geschafft werden, scheint schließlich, nach Adlerz, eine noch höhere Entwicklung der mütterlichen Instinkte zu zeigen als die obengenannte Gattung. Von dem Augenblick an, wo das Ei an der zuerst niedergelegten Futterlarve befestigt ist, macht es sich die Mühe, den mit Kies oder Erdklümpchen provisorisch verschlossenen Eingang der Zelle zu öffnen, um nachzusehen, wann neuer Vorrat nötig ist. Zeigt sich hierbei, daß eine der hineingeschafften Futterlarven zusammengesunken und geschrumpft ist, so entfernt es sie aus der Zelle und schafft frisches Futter an. In dieser häufig wiederholten Inspektion der Zelle ohne gleichzeitiges Einführen von Futter und deutlich ohne anderen Zweck als den, sich vom Zustande und den Bedürfnissen der Larve zu über-

¹⁾ Eine ähnliche Niederlage gelähmter Bienen hat Alfken in dem Wall gefunden, der die Nester von *Cerceris rubiensis* umgibt. Auch er erklärt diese eigentümliche Erscheinung dadurch, daß *Cerceris* gewöhnlich an schönen Tagen mehr Bienen einfängt, als sie in ihr Nest zu schleppen vermag, und auf die obige Weise eine in der Erde verborgene Vorratsniederlage anlegt.

zeugen, zeigt sich diese Wespe als höher entwickelte Mutter als die meisten anderen solitären Wespen¹⁾: „Man wäre fast“, sagt Adlerz, „geneigt zu behaupten, sie ziehe Schlüsse aus dem Zustande in der Zelle und handele danach. Sollte längere Zeit anhaltendes, regnerisches Wetter sie nötigen, untätig in ihrem Versteck zu sitzen, so vergißt sie gleichwohl ihre Larve nicht, sondern sobald die Sonne hervorbricht, sucht sie das Nest auf und öffnet die Zelle, um zu sehen, ob die Larve, die in dieser Zeit vielleicht hat hungern müssen, noch am Leben ist, in welchem Fall sie eiligst frisches Futter herbeischafft, während sie dieselbe im entgegengesetzten Falle hinausschafft.“

Die sozialen Faltenwespen (*Vespidae s. str.*) erinnern, wie schon erwähnt, in bezug auf die Ernährung der Larven an die obenerwähnten Raubwespen, und die wenigen Raubwespen, deren Eier vor der Verproviantierung gelegt werden, sind vielleicht, wie angedeutet worden, auf einem Stadium stehen geblieben, das vor Zeiten durch gemeinsame Stammväter der Raub- und Faltenwespen repräsentiert wurde. In solchen Fällen aber, wo das Ei erst auf die eingeführte Beute gelegt wird, und wo auch die morphologischen Charaktere stark abweichend sind, wie z. B. bei *Ammophila*, liegt ohne Zweifel nur eine Analogie, eine wahrscheinlich später erworbene, wenngleich ähnliche Gewohnheit vor, mit anderen Worten, eine der vielen Konvergenzerscheinungen, an denen die Insektenwelt so reich ist.

In einer anderen Arbeit werden wir eingehender über die Lebensgewohnheiten der sozialen Wespen berichten. Wahrscheinlich hat die Entwicklung der mit den Raubwespen einem gemeinsamen Ursprung entstammenden Faltenwespen schon sehr früh divergente Richtungen genommen, von denen eine, die der sozialen Wespen (*Vespidae*), die ursprünglichen Lebensgewohnheiten beibehalten, aber in einer sozialen Richtung ausgebildet hat, während eine andere, die der solitären Wespen (*Eumenidae*), sich Lebensgewohnheiten derselben Art wie die meisten jetzt lebenden Raubwespen angeeignet hat. Die früher vielleicht be-

¹⁾ Später hat Adlerz doch auch bei *Bembex rostrata* eine derartige Inspektion des Nestes zu bemerken vermeint. Schuster teilt mit, daß *Bembex* auch solche Höhlen fortwährend besucht, in welchen die Larve sich zur Verpuppung eingesponnen hat, daß aber diese Höhlen offen zu bleiben scheinen, während dagegen die, welche eine noch wachsende Larve einschließen, jedesmal vor dem Fortfliegen der Wespe verschlossen werden.

stehenden Zwischenformen zwischen diesen beiden Gruppen sind jedenfalls längst verwischt und verschwunden. Über eine dritte Gruppe, die honigsammelnden Wespen (*Masaridae*), welche sich teilweise durch Lebensgewohnheiten auszeichnen, die sehr an die der Bienen erinnern, wird in Kürze im folgenden Kapitel berichtet werden.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Das Einsammeln von Nektar und Blütenstaub bei Wespen und Bienen.

Schon bei den Raubwespen kann man beobachten, daß sie als Imagines, wenn sie nicht mit dem Bau und der Verproviantierung ihres Nestes beschäftigt sind, ein sehr lebhaftes Verlangen nach süßen Flüssigkeiten zeigen und gern den Nektar der Blüten saugen. Obwohl sie ihre Larven mit animalischer Kost aufziehen, bildet diese doch nur in Ausnahmefällen ihre eigene Nahrung. Dies ist auch mit den Faltenwespen der Fall, welche als Imagines zum größten Teil von Blütennektar u. dgl. leben, und von denen ein Teil, sowohl der solitären als der sozialen Arten, die Vorliebe für süße Flüssigkeiten so weit getrieben hat, daß sie, gleich den Bienen, selbst ihre Nester mit Nektar statt mit animalischer Nahrung versehen. Solche solitären Wespen gehören alle einer besonderen Familie an, der der honigsammelnden Faltenwespen (*Masaridae*), die hauptsächlich in südlichen Ländern vertreten ist. Ihr Nestbau ist schon früher beschrieben worden (S. 259, 262). Die Faltenwespennatur verrät sich jedoch auch in den Masaridennestern auf den ersten Blick, so ähnlich sie auch den Nestern mehrerer Raubwespenarten sein können. Wie in anderen Nestern von Faltenwespen ist auch hier das Ei schon vor Beginn der Verproviantierung an einem feinen Faden aufgehängt, und die Larve sitzt stets mit nach unten gewendetem Kopfe. Was den in diese Nester eingebrachten, für die Larven bestimmten Honig betrifft, so ist er von bedeutend festerer Konsistenz als bei den meisten Bienen. Die Gattung *Ceramius* weicht darin ab, daß die Wespe selbst ihre Larven mit Honig füttert, bis sie erwachsen sind; eine Niederlage desselben ist in

den Zellen nicht anzutreffen. Sobald die Larve erwachsen ist, wird die Zelle von der Wespe verschlossen. In diesen Zellen können die Larven jetzt mehrere Jahre liegen, ohne eine Verwandlung zu erfahren¹⁾.

Auch unter den sozialen Faltenwespen gibt es Gattungen, welche ihre Larven mit Honig auffüttern. Die Vorliebe der ausgebildeten Wespe für süße Stoffe hat sie, wie erwähnt, schließlich veranlaßt, ihren ursprünglichen Instinkt aufzugeben und ihre Larven mit der von ihr selbst beliebten Nahrung zu versehen. Obgleich dies mit *Polistes gallica* noch nicht der Fall ist, ist diese Wespe doch so weit gekommen, daß sie in einigen Zellen Tropfen von Nektar aufspeichert, wie schon Lepeletier de Saint Fargeau beobachtet hat, obgleich dieser Vorrat, nach den Untersuchungen v. Siebolds, v. Buttel-Reepens und Adlerz', hier zunächst nur den Imagines zur Nahrung dient. Diese Art er bietet somit einen schönen Übergang zu Arten, z. B. der Gattung *Nectarinia*, welche ihre Larven mit Honig füttern.

Nach Fabres Beobachtungen in bezug auf *Vespa vulgaris* dürfte auch hier der Honig eine keineswegs unwichtige Rolle bei der Ernährung der Larven spielen. In Gefangenschaft gehaltene Gemeinschaften haben ihre Larven ausschließlich damit aufgefüttert.

Wenn somit auch unter den Faltenwespen eine Veränderung der Lebensgewohnheiten sich bemerkbar gemacht hat und das Einsammeln von Raub dem Einsammeln von Nektar gewichen ist, so hat die Ernährung der Larven mit Blütenstaub und Honig doch erst in der großen, artenreichen Gruppe²⁾ der Bienen festen Fuß gefaßt, und war es ihnen vorbehalten, die Fähigkeit, Blütenstaub und Nektar einzusammeln, auszubilden und zu vollenden, die jetzt in allen Lebensstadien die ausschließliche Nahrung dieser Insekten bilden.

H. Müller hat auf überzeugende Weise nachzuweisen versucht, daß diese in biologischer Hinsicht so interessanten Insekten von Raub- oder Grabwespen herkommen, welche allmählich, gleich den erwähnten Wespen, ihren Raubininstinkt gegen den Instinkt eingetauscht haben, Pollen und Nektar für ihre Larven

¹⁾ Dasselbe ist mit den Larven mehrerer Bienen der Fall.

²⁾ In Europa allein gibt es gegen 1000 Arten.

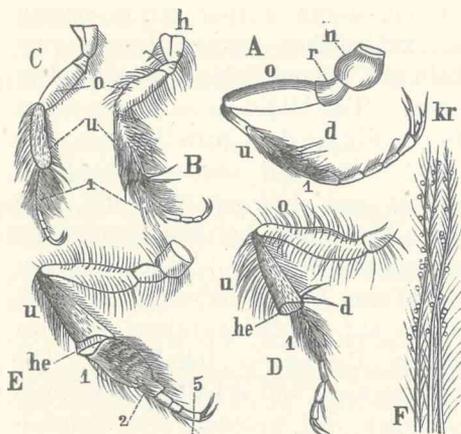
einzusammeln und in Übereinstimmung hiermit ihre Körperorganisation diesen neuen Aufgaben angepaßt haben. Interessant ist die Beobachtung Rudows, daß auch die Weibchen der Raubwespengattung *Tachytes* und die einer anderen Raubwespe, *Dinetus pictus*, mit ihren Vorderbeinen Pollenklümpchen sammeln und damit fortfliegen. Wozu diese Klümpchen angewendet werden, ist aber noch unbekannt. Auffallend ist jedoch, daß die am niedrigsten stehenden Bienen, die von Friese Urbienen genannten, *Archiapidae*, in ihrem ganzen Körperbau noch so stark mit den Raubwespen, speziell mit den zu diesen gehörenden Gattungen *Diodontus*, *Crossocerus* und *Passalococcus*, übereinstimmen, daß sie fast nur durch ihre abweichenden Lebensgewohnheiten von diesen zu unterscheiden sind. Und von diesen raubwespenartigen Bienen bis zu den am höchsten stehenden, für das Sammeln von Pollen und Honig so bewundernswert angepaßten Hummeln und Honigbienen hat, wie erwähnt, H. Müller hinsichtlich des Baues der nötigen Pollensammelapparate und des honigsaugenden Mundes eine lange Reihe von für die Entwicklungsgeschichte außerordentlich lehrreichen Übergangsformen nachgewiesen.

Wenn wir die Sammelapparate¹⁾ der Bienen und die verschiedenen Methoden, Blütenstaub und Honig einzusammeln, einer vergleichenden Prüfung unterwerfen, so werden wir bald finden, daß sich tatsächlich recht leicht eine ganze Serie Entwicklungsformen, von den einfachsten bis zu den vollkommensten, aufstellen läßt, wenngleich natürlich diese Serie nicht stets in einer einzigen ununterbrochenen und regelmäßigen Linie fortläuft. Am niedrigsten von allen Bienen steht in dieser Hinsicht unbedingt

¹⁾ H. Müller hebt hervor, daß bei zahlreichen Bienen der Pollensammelapparat der Weibchen dieselbe Farbe erhalten hat, wie der Blütenstaub der Blüten, die von ihnen am eifrigsten besucht werden. Dies ist z. B. in den „beinsammelnden“ Gattungen *Dasygaster* und *Panurgus* und in den „bauchsammelnden“ *Osmia*, *Megachile* und *Anthidium* der Fall. Müller erklärt dies dadurch, daß anfangs die Männchen durch die von weitem sichtbaren Pollenmassen zu ihren Weibchen geleitet wurden, und daß es also für unbelastete Weibchen von Nutzen gewesen war, wenn der pollensammelnde Apparat selbst die anlockende Farbe erhalten hatte. Gegen diese Hypothese ließe sich vielleicht der Einwand erheben, daß dem Sammelapparat in genannter Hinsicht in den Fällen keine größere Bedeutung beizumessen sein dürfte, wo er an einer so verborgenen Stelle des Körpers gelegen ist, wie dem Bauche.

die Gattung *Prosopis* mit ihrem völlig nackten Körper und ohne jede Spur von Sammelapparaten. Man sollte glauben, daß die Arten dieser Gattung infolgedessen nicht fähig wären, überhaupt Einsammlungen zu machen, aber dieser Schluß wäre übereilt. Bei ihnen ersetzt der Magen die Pollenbürste und den Korbapparat der hinteren Schienbeine. Sie scharren mit den Kiefern mühsam die Pollenkörnchen zusammen, die sie dann einfach unterschlucken, um sie nach der Heimkehr nebst dem eingesammelten Nektar in ihren im Mark von Baumzweigen ausgegrabenen Zellen wieder von sich zu geben. Neben dieser Gattung stehen die *Colletes*-Arten, deren Körper schon haarig ist, und deren Hinterbeine mit zahlreichen langen Haaren versehen sind, die oft an Schenkeln und Schenkelringen einen hohen Grad von Entwicklung erreichen. Hier bilden diese Haare nebst dem stark behaarten hintersten Ringe des Mittelkörpers den blütenstaubsammelnden Apparat. Ungefähr ebenso verhält es sich mit den Gattungen *Halictus* und *Andrena*, nur mit dem Unterschiede, daß der Besen der Hinterfüße bei den ersteren an Größe ab-, bei den letzteren zugenommen hat. Schon bei der mit *Colletes* nahe verwandten Gattung *Cilissa* haben sich jedoch die blütenstaubsammelnden Haare auf den Schienbeinen und dem ersten Fußgelenk des hintersten Beinpaars lokalisiert. Die tibio-tarsale Bürste ist somit konstruiert und erhält sich seitdem bei denen unserer Bienengattungen, bei welchen der Sammelapparat auf den Beinen lokalisiert ist (Beinsammler, *Podilegidae*). Die Gattung *Dasypoda*, die *Cilissa* näher steht als *Colletes*, hat noch den Schenkelbürstenapparat beibehalten, aber auf den Hüften und dem Zwischenkörper fehlt er bereits, wogegen der Tibio-Tarsalbesen eine ganz exzeptionelle Länge erhalten hat. Alle erwähnten Gattungen gehören noch zu den auf einem niedrigeren Entwicklungsstadium stehenden Bienen (*Andrenidae*), welche durch eine kurze Zunge charakterisiert werden. Von den Gattungen mit langer Zunge (*Apidae*) besitzt *Anthophora* einen Tibio-Tarsal-Bürstenapparat, der in vielem an den der vorhergehenden erinnert. Doch vermindert sich die Tarsalbürste und verschwindet schließlich. Wenn dieser Apparat also bei dem Pollensammeln nicht gleich effektiv ist wie der erstere, so besitzt er doch das Verdienst, den Übergang zum vollendetsten Apparat für das Sammeln von Blütenstaub zu bilden, der bei den Bienen überhaupt vorkommt, und zwar zu dem auf den

hintersten Schienbeinen der sozialen Bienen gelegenen sogenannten Korbe. Bei diesen verlieren diese Beine jegliche Behaarung und zeigen statt dessen ihrer ganzen Länge nach eine Einsenkung. An den beiden Rändern derselben haben sich jedoch lange, steife Haare erhalten. Auf die glatte, vertiefte Oberfläche dieses „Korbes“ wird ein von Nektar durchtränkter Teig von Blütenstaub geheftet. Dieser Blütenstaub wird von den übrigen Haaren des Körpers aufgesammelt mit Hilfe des ersten Fußgelenks der Hinterbeine, welche gleichfalls an der inneren Seite ihre pollen-



Figur 81.

Hinterbeine pollensammelnder Bienen.

h Hüfte; o Schenkel und Schienbein; d Sporne; 1-5 Tarsus; kr Kralle; A *Prosopis variegata* ♀; B *Panurgus banksianus* ♀; C *Macropis labiata* ♀; D *Bombus scrimshiranus* ♀; E *Apis mellifera*; F gefiederte Haare mit daran haftenden Pollen.

sammelnden Haare verloren haben und statt dessen zu einem Instrument für das Abschaben des Blütenstaubes von der übrigen Haarbekleidung des Körpers umgewandelt sind. Ein Anfeuchten des Blütenstaubes auf der Tibio-Tarsalbürste ist übrigens schon bei den höheren solitären Bienen, wie *Macropis*, *Eucera* und *Macrocera* zu beobachten.

Aus dem Obigen ersehen wir somit, daß bei zahlreichen Bienen die Ausdehnung der mit pollensammelnden Haaren versehenen Oberfläche allmählich reduziert ist. Zuerst verschwand der Bürstenapparat vom Zwischenkörper und den Hüften, dann von den Schenkelringen und den Schenkeln, und von der Innenseite des ersten Fußgelenks der Hinterbeine, um sich gänzlich auf den Schienbeinen zu konzentrieren, wo er schließlich zu einem Korbe umgebildet ist.

In den beigefügten Zeichnungen (Fig. 81) hat Graber die stufenweise erfolgende Entwicklung der Bienenbeine im Dienste des Pollensammelns zu veranschaulichen gesucht, teilweise in bezug auf andere Gattungen als die von uns im Text genannten.

Allein die Entwicklung hat sich nicht nur nach dieser Seite hin gerichtet. Verschiedene Bienengattungen *Heriades*, *Osmia*, *Chalicodoma*, *Megachile*, *Trachusa*, *Anthidium* u. a., welche die Gruppe der *Gastrilegidae* (Bauchsammler) bilden, haben einen anderen Weg eingeschlagen. Bei ihnen hat sich der pollensammelnde Apparat nicht auf den Hinterbeinen, sondern statt dessen auf der Bauchseite des Hinterkörpers fixiert, wo er bei verschiedenen Gattungen einen verschiedenen Grad der Entwicklung erreicht hat. Die nach hinten gerichteten, dichtstehenden Haare des langhaarigen Bauches eignen sich besonders dazu, den Blütenstaub aus offenen Blüten abzufegen, und daher sind es besonders solche und vor allem korbblütige Pflanzen, welche von diesen Bienen besucht werden, während die erstgenannten Arten mehr oder weniger geschlossene Blüten bevorzugen.

Friese hat mit Recht die große Bedeutung der Plazierung des Pollenapparates auf dem Bauche und die Befreiung der Beine von jeder diesbezüglichen Rolle hervorgehoben, da die letzteren hierdurch für andere Aufgaben frei geworden sind und speziell unbehindert zur Anfertigung der verschiedenartigen kunstvollen Zellen in Anspruch genommen werden können, welche wir an den Nestern so vieler *Gastrilegiden* bewundern.

Während sich der blütenstaubsammelnde Apparat auf die oben beschriebene Weise in verschiedenen Richtungen ausbildete, machte gleichzeitig die Unterlippe oder, wie wir im täglichen Gebrauch sagen, die Zunge ähnliche, zweckentsprechende Veränderungen durch. Die kurze Unterlippe der primitiveren Bienengattungen, welche nur zu leicht zugänglichen Honigquellen hingelangen konnte, hat sich verlängert, so daß auch der Honigvorrat tieferer Honigbehälter am Boden der Röhren und Sporne der Blüten erreicht werden kann. In dieser Hinsicht stehen die mit Bauchbürsten versehenen Apiden ihren solitären, mit Schienbeinbürsten versehenen Anverwandten nicht nach.

Die verschiedenen Gattungen erbieten uns die schönsten Übergänge von einer Zunge von nur Kopfeslänge (*Prosopis*) bis zu einer solchen von der Länge des ganzen Körpers oder noch mehr (*Anthophora*, *Osmia macroglossa*, *Bombus*). In jeder Hinsicht am besten entwickelt ist aber die Unterlippe bei den sozialen Bienen, welche auch den vollkommensten Apparat zum Pollensammeln besitzen, und in ganz speziellem Grade bei der

Honigbiene mit ihrer beweglichen, ausstreckbaren Zunge. Während des Leckens schließen sich die beiden an der Wurzel zusammengewachsenen Unterkiefer zu beiden Seiten um die Zunge und bilden so bis zur Spitze derselben eine Röhre.

Da wir wissen, daß die Länge der Zunge innerhalb gewisser Arten nicht unbedeutend variiert, und daß ebenso die Stärke der Behaarung bei Individuen derselben Art wechselt, so können wir verstehen, daß die Individuen, welche in dieser Beziehung am besten ausgerüstet waren, größere Aussicht hatten, im Kampfe ums Dasein den Sieg davonzutragen, und daß sie dann ihren Nachkommen die günstigen Eigenheiten vererben konnten, durch die sie sich ausgezeichnet hatten, und welche sich dann in weiteren Generationen steigerten, bis sie schließlich den Entwicklungsgrad erreichten, welcher jetzt die am höchsten stehenden Bienen auszeichnet. Schon das Auftreten der ersten Behaarung war von Bedeutung für eine Veränderung der Lebensgewohnheiten. Wie erwähnt, können die glatten *Prosopis*-Arten den Blütenstaub nur dadurch sammeln, daß sie ihn verschlucken. Die Bienen mit stärkerem Haarpelz können sich ausschließlicher dem Sammeln von Nektar widmen, da Blütenstaub in Menge an den Haaren hängen bleibt und nach der Heimkehr im Neste abgestreift und zur Nahrung für die Larven zubereitet werden kann. Die Arten schließlich, deren hinterste Schienbeine außen zu einem wirklichen Pollenkorbe ausgehöhlt sind, wie die der Hummeln und Honigbienen, haben zugleich die neue Gewohnheit angenommen, den vom Körper abgebürsteten Blütenstaub mit Honig anzufeuchten und in den erwähnten Körben anzuheften, wo er dann während der fortgesetzten Blütenbesuche festgehalten wird. Auf diese Weise kann die Biene von ihren Ausflügen einen bedeutend größeren Vorrat an Blütenstaub nach Hause schaffen, als wenn die Pollenbesen jedesmal bei der Heimkehr erst abgebürstet werden müßten, und erspart sich so viel unnötigen Zeitverlust.

Hand in Hand mit der oben beschriebenen Entwicklung der pollen- und nektarsammelnden Apparate der Bienen haben sich auch ihre Instinkte und ihre Geschicklichkeit ausgebildet, die verschiedenartigen Nahrungsquellen aufzusuchen und sich zunutze zu machen. Die Bedeutung der Bienen für die Befruchtung der Pflanzen ist außerordentlich groß. Die Blüten von Zehntausenden von Pflanzen könnten ohne ihren Beistand nicht be-

fruchtet werden. Ebenso wie viele Raubwespen, wie wir früher gezeigt haben, sich ausschließlich auf das Einsammeln einer bestimmten Art von Beute spezialisiert haben, so haben sich auch mehrere Bienenarten im Laufe der Zeiten mehr oder weniger ausschließlich dem Blütenbesuch ganz bestimmter Pflanzenarten angepaßt und sowohl im Bau der Bienen als der Blüten lassen sich in solchen Fällen eigentümliche Anpassungscharaktere nachweisen, die dazu dienen, diese Besuche zu erleichtern. Diese bemerkenswerten Verhältnisse, welche so vieles von Interesse er bieten, sind von Darwin, Hildebrand, H. Müller, Delpine u. a. näher studiert worden. Aber ein tieferes Eingehen auf dieselben liegt, wie schon erwähnt (siehe S. 21, 22), teils außerhalb des Rahmens dieser Arbeit, teils würde es zu einer Detailschilderung führen, welche der beschränkte Raum verbietet.

Hier sei bloß der Unterschied hervorgehoben, den verschiedene Bienenarten in bezug auf ihre Blütenbesuche darin zeigen, daß einige derselben Blüten verschiedener Art besuchen, andere dagegen sich an eine einzige oder sehr nahe verwandte Pflanzenarten halten. Die ersteren — zu ihnen gehört die Mehrzahl der Bienen — hat man *polytrope* genannt, und Robertson macht die Bemerkung, daß solche Bienen sich im allgemeinen durch lange Flugzeit auszeichnen. Mehrere derselben verhalten sich gleichwohl in der Hinsicht konstant, daß sie bei einem Ausfluge nur eine Pflanzenart besuchen. Nach den Beobachtungen Plateaus ist die Honigbiene eine derartig höchst konstante Art. Während dreier Sommer konnte er nur 14 Fälle verzeichnen, wo eine Honigbiene während eines Ausfluges Blüten von mehr als einer Pflanzenart besuchte. Auch *Anthidium manicatum* ist eine solche Art. Plateau sucht diese Beständigkeit dadurch zu erklären, daß {die schwächeren Arten instinktiv vermeiden, mehr als eine Pflanzenart zu besuchen, um sich dadurch die Erschöpfung ihrer Kräfte zu ersparen, die der Besuch verschiedenartiger Blüten bedingen würde. Die Arten der Gattungen *Bombus*¹⁾, *Megachile* und *Coelioxys* fand er während eines Ausfluges willkürlich von einer Pflanzenart zu einer anderen übergehen.

¹⁾ Was diese Gattung betrifft, so scheiden sich Plateaus Beobachtungen von denen mehrerer anderer Verfasser. Dies beruht vielleicht darauf, daß sie sich nur auf Mutterhumeln beziehen, welche bei ihren Blütenbesuchen nicht so exklusiv sein dürften wie die Arbeiterinnen.

Die sogenannten oligotropen Bienen hingegen besuchen in ihrem ganzen Leben nur eine einzige oder einige wenige, sehr nahe verwandte Pflanzen¹⁾. H. Müller hat auf den Vorteil aufmerksam gemacht, der der Biene daraus erwächst, wenn sie mit allen Einrichtungen der Blüte vertraut ist und nicht zu untersuchen braucht, auf welche Weise der Honig zu erlangen ist, und um so besser auf die Gefahren achten kann, die ihre eigene Sicherheit bedrohen. Bienen, welche Blüten besuchen, an die sie noch nicht gewöhnt sind, lassen sich, wie er fand, verhältnismäßig leicht fangen, während solche, die nur eine einzige Pflanzenart besuchen, sich als viel schwerer fangbar erwiesen.

Zwei Umstände, welche die Bienen bei ihren Blütenbesuchen einer großen Gefahr aussetzen, sind: die schwere Pollenbelastung und das tiefe Hinabsenken des Kopfes in die Kronen der Blüten. Nach H. Müller sind viele Eigentümlichkeiten in bezug auf die Tätigkeit der Bienen in den Blüten nur begreiflich als Ausdruck für ihr Bestreben diese Gefahren zu vermeiden. Die erste scheint besonders für eine Biene wie *Dasypoda hirtipes* stark drohend zu sein, die häufig auf ihren Hinterbeinen Pollenmassen trägt, die das halbe Gewicht des Körpers erreichen. Aber diese Biene beschränkt ihre Besuche nur auf die wohlbekanntesten Cicoriaceen und nimmt auf deren Blütenkörbe eine jeden Augenblick fluchtbereite Stellung ein. Dies Benehmen ist ein ganz anderes, als das der gewöhnlichen Honigbiene, welche nicht von derartigen Pollenlasten beschwert wird und allerlei Blüten besucht.

Als oligotrop sind, nach Friese, folgende Bienen bekannt: mehrere *Andrena*-Arten, welche sich erst entwickeln, wenn ihre Lieblingsblume ihren Kelch geöffnet hat, etwa die Hälfte der europäischen *Colletes*-Arten, *Macropis labiata* und *frivaldskyi*, welche ausschließlich *Lysimachia vulgaris*, *Eucera caspica* (Rosmarin), *E. perezii* (*Muscari*), *E. pannonica* (*Carduus*), *E. nana* und *E. malvae* (*Malva*) besuchen.

Bei den höher entwickelten Bienenarten scheint sich schließlich die Fähigkeit ausgebildet zu haben, schon im Fluge Blüten, deren Staubfäden noch Pollen enthalten, von solchen zu unterscheiden,

¹⁾ Eine derartige Beschränkung der Blütenbesuche gilt jedoch meistens nur von den Weibchen.

deren Pollenschläuche schon geleert sind. Niedriger stehende Arten, z. B. *Andrena gevyana*, besuchen auch solche Blüten von *Primula elatior*, welche langgestielte Pistille besitzen, und wo sie also von den tiefstehenden Staubfäden keine Beute erhalten können; sie verlassen sie daher wieder, aber mit einem Zeitverlust von einigen Sekunden. Die Hummeln hingegen fliegen stets an solchen Blüten vorbei und setzen sich nur auf die mit kurzem Pistill, deren Staubfäden sich nahe an der Mündung befinden, so daß sie mühelos abgebürstet werden können. H. Müller, der über diese Erscheinungen zahlreiche, höchst interessante Beobachtungen gesammelt hat, erzählt, daß Hummeln und auch Honigbienen schon beim ersten Anblicke an den Blüten selbst einen ganz geringen Farbenwechsel bemerken, welcher darauf hindeutet, daß sie zu welken beginnen. So fliegen sie ohne weiteres an solchen Blüten vorbei, deren Krone die Farbe gewechselt hat, nachdem der Honigvorrat versiegt ist und auch die Staubfäden und die Narbe verwelkt sind; oder sie verlassen sie, wenn sie zu ihnen geflogen waren, ohne die Zunge in die Krone zu stecken, und verwenden ihre Zeit ausschließlich zum Besuch jüngerer, noch nektarhaltiger Blüten. Auch einige alleinlebende höhere Bienen, wie *Anthophora pilipes* und *Osmia*, besitzen die Fähigkeit, die lebhafter gefärbten älteren Blüten von z. B. *Ribes aureum* oder *Fumaria pallidiflora* zu unterscheiden und meiden sie. Doch erstreckt sich die Beobachtungsgabe der Hummeln und Bienen noch weiter. Als Müller in den Alpen ein mit Pollensammeln von *Gentiana acaulis* beschäftigtes Weibchen von *Bombus terrestris* aufmerksam betrachtete, sah er, daß sie im Fluge in zahlreiche Blüten hineinschaute, aber ohne Aufenthalt vorüberflog, und bei Untersuchung dieser Blüten fand er, daß sie alle schon ihres Blütenstaubes beraubt waren. Die Hummel flog somit wenigstens an fünfmal so vielen Blüten vorüber, als sie besuchte, und die Zeitersparnis, welche diese hochentwickelte Beobachtungsfähigkeit mit sich brachte, war daher nicht gering¹⁾.

Übrigens haben die Hummeln allgemein ein Mittel gefunden, sich rasch auch in den Besitz des Honigs in Blüten mit geschlossenen Behältern oder langen Spornen zu setzen. Anstatt zu versuchen, von oben her in die oft allzu enge Blüte hinein-

¹⁾ Plateau hat jedoch gefunden, daß auch so geschickte Blütenbesucher wie die Honigbiene und die Hummel sich mitunter auf Knospen oder schon welken Blüten niederlassen. Vielleicht waren dies ganz junge Individuen.

zukriechen, durchbeißen sie die Sporne und gelangen so direkt zum Nektar. Derartige durchbissene Sporne sieht man z. B. oft bei *Corydalis* und *Fumaria*. Auch die Honigbienen kennen diesen Weg, da aber ihre Kiefer schwächer sind als die der Hummeln, so benutzen sie gerne die von diesen gemachten Löcher. Hierbei werden sie kaum noch von blindem Instinkt geleitet, da sie sich die Arbeit anderer zunutze machen. Auch eine solitäre Biene, *Xylocopa violacea*, hat Cobelli dieselbe Methode anwenden sehen. Dagegen benutzen Andreniden und Osmien nie diese Öffnungen, sondern versuchen stets von oben her in das Innere der Blüte zu gelangen und müssen weit mehr mißglückte Versuche machen als die sozialen Bienen, um zu lernen, daß dies nicht immer möglich ist.

Die Hummeln bemühen sich jedoch nicht, die Sporne solcher Blüten zu öffnen, deren Nektarbehälter schon ohne Honig sind. Müller beobachtete ein Weibchen von *Bombus terrestris*, welche allerdings zu mehreren Blüten von *Galeobdolon luteum* hinflog, sie aber wieder ohne die gewöhnlichen Bohrversuche verließ, und fand dann bei der Untersuchung dieser Blüten, daß die Farbe an der unteren Seite der Röhre schon etwas bräunlich war, und daß ihr Honigbehälter, den er mit der Lupe betrachtete, sich als leer erwies.

Aber nicht bloß in dieser Hinsicht stehen die sozialen Bienen weit über den solitären; sie vermögen auch, wie zahlreiche Beobachtungen erweisen, viel leichter und auf weit umfassendere Weise eine ansehnliche individuelle Erfahrung auszunutzen, die sie zu verschiedenen neuen Methoden, z. B. beim Eröffnen von Blüten führt, an die sie sich noch nicht völlig gewöhnt zu haben scheinen. Wir sind jedoch genötigt, uns hier auf die bloße Erwähnung dieser interessanten Tatsache zu beschränken.

Haben wir im vorhergehenden Kapitel zahlreiche, höchst bemerkenswerte Instinkte bei den von Raub lebenden Wespen in bezug auf die Art und Weise gefunden, auf die sie sich ihre Beute verschaffen und sie für ihre Larven herrichten, so ersehen wir aus dem Obigen, daß auch die Honig und Blütenstaub verzehrenden Arten eine große Geschicklichkeit beim Anschaffen der Nahrung ausgebildet haben. Und wenn uns diese Geschicklichkeit manchmal weniger instinktiv erscheint, sondern eher als Folge individueller Erfahrung, so kommt dies wohl

daher, daß sie weit später erworben ist und wir hier noch oft die Entstehung derselben gleichsam Schritt für Schritt verfolgen können. Sie scheint noch in fortschreitender Entwicklung begriffen und ein Teil derselben dürfte bereits in erblichen Instinkt übergegangen sein oder wenigstens in eine instinktmäßige Neigung für die vorkommenden Arbeiten, ein anderer Teil wieder dürfte vielleicht noch eine notwendige Entwicklung im Leben jedes Einzelwesens erfordern.

Die meisten honigsammelnden Wespen verrichten ihre Arbeit des Tages. Doch gibt es auch Ausnahmen von dieser Regel. So berichtet H. Müller, daß eine brasilianische Faltenwespe, *Apoica pallida*, nur des Nachts Honig saugt, und nach Doria hat Fea in Ober-Burma in einer schönen Mondscheinnacht eine große *Bombus*-Art die Blüten der Akazien umschwärmen sehen. Auch die südafrikanische *Xylocopa flavorufa* arbeitet nach Brauns bis spät in die Nacht hinein.

Es sind jedoch nicht nur die Blüten, aus denen der Nektar gesammelt wird. Bei den Pflanzen, welche solche besitzen, besuchen die Bienen fleißig auch die extrafloralen Nektarien, und Hetschko gibt an, daß in der Blütezeit der *Vicia*-Arten fast ausschließlich diese besucht werden. Auch die sozialen Faltenwespen finden sich in großen Mengen bei ihnen ein. Ebenso wird, besonders von *Vespa*-Arten, begierig der sog. Honigtau aufgesogen, welcher bekanntlich aus den von Blattläusen auf Baumblättern niedergelegten süßen Exkrementen besteht.

Was ferner die Beschaffenheit der Nahrung betrifft, welche die Bienen ihren Larven darreichen, so besteht dieselbe bei einigen niedriger stehenden Arten zum größten Teil aus Pollen, die nur so viel mit Nektar angefeuchtet werden, daß die Blütenstaubkörnchen zu einem Klümpchen zusammengeballt werden können¹⁾. Bei anderen Arten ist die eingesammelte Nahrung mehr flüssig und besteht aus Nektar oder Honig mit einem kleinen Zusatz von Blütenstaub. Die Polleneinsammlung geschieht, wie wir schon erwähnten, bei einigen niedrigstehenden Gattungen (*Prosopis*, *Ceratina*) dadurch, daß der Blütenstaub

¹⁾ In dem in einem Baumstamme ausgehöhlten Neste einer solitären Biene in Australien, *Lithurgus dentipes*, hat man, nach Ludwig und Friese, zwei vom Zentrum nach oben gehende Röhren gefunden, welche mit Pollen gefüllt waren, aber keine Zellen enthielten, wie die übrigen nach unten gerichteten Zweige des Nestes.

verschluckt und wieder ausgeworfen wird, in den meisten Fällen aber durch Anhaften der Pollen an besonderen, oben näher beschriebenen pollensammelnden Apparaten, die aus Haaren bestehen, deren Haftfläche, wie E. Saunders nachgewiesen hat, durch Verzweigung mehr oder weniger vergrößert worden ist.

Der Nektar aus den Blüten wird mit der Zunge aufgeleckt und in dem außerordentlich dehnbaren Kropfe heimgebracht. In vielen Fällen dürfte er jedoch, bevor er wieder ausgeworfen wird, im Magen der Biene einen gewissen Verdauungsprozeß durchgemacht haben und mit einem Drüsensekret versetzt sein, welches die Eigenschaften desselben teilweise verändert hat. Bemerkenswert ist jedoch, daß das Einführen eines solchen wirklichen Honigs in die Zellen bei den solitären Bienen nur bei *Chalicodoma* festgestellt ist, doch findet es vielleicht auch bei *Trachusa* und *Ceratina* statt.

Was schließlich die Sinne betrifft, welche die Wespen, gleich den übrigen Insekten, bei ihren Blütenbesuchen leiten, so haben wir uns schon in Kürze darüber geäußert (siehe S. 24 ff.). Einige Verfasser schreiben dem Gesicht, andere dem Geruch die wichtigste Rolle hierbei zu.

Allard ist durch eine Reihe Beobachtungen über den Besuch einer nordamerikanischen Biene (*Melissodes*) in Baumwollblüten zum Schluß gelangt, daß wenigstens in gewissen Fällen der Anblick einer Blüte ausreichend ist, die Biene anzuziehen. Je weniger sichtbar die Blüten waren, um so seltener waren auch die Besuche der Bienen, und sie blieben ganz aus, wenn die Blüten durch grüne Blätter verdeckt wurden, wie auch wenn die Blütenblätter entfernt wurden. Dagegen fand eine bemerkenswerte Anzahl von Bienenbesuchen bei einigen losen Kronblättern statt, die zu einem bis dreien an irgendeinem Zweig befestigt waren. Daß Papierblumen, welche die natürlichen nachahmen, nur wenig beachtet wurden, findet er selbstverständlich, da die Biene wahrscheinlich einen offenen Blick für die abweichende Textur derartiger Blüten besitzt und wohl auch von dem Geruch, der ihnen infolge des Bemalens anhaftet, zurückgehalten wird. Der Umstand, daß sie trotzdem, wenngleich vorübergehend, von Bienen besucht wurden, zeugt gleichwohl für die Bedeutung der Farbe als Wegeleiter der von Allard beobachteten Bienen. Als Beweis für die geringe Bedeutung des Geruchssinnes für den Blütenbesuch der Bienen führt Forel an, daß *Bombus*-Arten,

denen er die Antennen und den vorderen Teil des Kopfes nebst den Mundteilen fortgeschnitten hatte, dessenungeachtet ihre Blütenbesuche fortsetzten und von Blume zu Blume flogen. Auch die recht eingehenden, von Josephine Wery angestellten Experimente legen dar, daß die Honigbienen beim Aufsuchen der Honigquellen in weit höherem Grade vom Gesicht als vom Geruch geleitet werden.

Plateau hingegen hat hervorgehoben, daß die Besuche auch an sehr in die Augen fallenden und leuchtenden Blüten (*Dahlia*, *Heracleum*) sich nicht verminderten, wenn sie mit Papier oder grünen Blättern bedeckt wurden. Plateau meint daher, die Farbe spiele bei den Blütenbesuchen eine untergeordnete Rolle, und die Insekten würden hauptsächlich durch den Duft geleitet, den der in Blüten befindliche Honig entwickelt. Pérez und Plateau haben auch durch direkte Experimente bewiesen, daß mehrere von Insekten ganz unbeachtete Blüten Gegenstand zahlreicher Besuche wurden, sobald sie mit Honig versehen wurden. Schließlich hatten die beiden Verfasser von zahlreichen Dahlien die honigenthaltenden Scheibenblüten entfernt und sie durch ein Stück eines gleichfarbigen Blattes ersetzt; die Folge war, daß nicht eine einzige Biene sich auf die derart behandelten Blüten niederließ. Sobald aber das Blattstück mit Honig versehen, ja sogar wenn Honig auf das seiner Blüten beraubte grüne Scheibelfeld gelegt wurde, fanden sich sogleich verschiedenartige Insekten ein. Dasselbe war auch der Fall, wenn Honig auf anemophile (durch den Wind befruchtete) Blüten gelegt wurde, welche bekanntlich im allgemeinen nicht von Insekten besucht werden. Als weiteren Beweis dafür, daß die Farbe der Blüten beim Insektenbesuch nur eine untergeordnete Rolle spiele, führt Plateau noch den Umstand an, daß zahlreiche entomophile (durch Insekten befruchtete) Blüten — er zählt 91 Arten auf — klein und von ganz unbedeutendem Aussehen, grün oder bräunlich, seien. Außer dieser Beobachtung scheinen auch folgende Umstände dafür zu sprechen, daß der Geruch in weit höherem Grade den Blütenbesuch der Insekten leitet. Sie wenden sich sogleich zu natürlichen des Nektars entbehrenden Blüten, sobald Honig darin niedergelegt wird, hören dagegen mit ihren Besuchen bei lebhaft gefärbten Blüten auf, sobald sie des Honigs beraubt werden, kehren aber wieder zu ihnen zurück, wenn sie mit Honig versehen werden.

Die Resultate der Knuthschen Untersuchungen werden schließlich, wie bereits erwähnt, in den allgemeinen Satz zusammengefaßt, daß allerdings der Geruch aus weiterer Entfernung die Insekten und speziell die nektarsammelnden Wespen zu den Blüten lockt, daß sie aber in größerer Nähe (1—2 m Entfernung) von der Farbe der Blüten geleitet werden, und wenn sie sich auf den Blüten niedergelassen haben von den zu den Honigbehältern führenden, schon von Sprengel erwähnten Honigmalen.

Es sind mehrfach Versuche gemacht worden, um festzustellen, ob die Insekten bei ihren Blütenbesuchen gewisse Farben bevorzugen. Allen Experimenten mit farbigen Papier- oder Zeugstreifen und Glasscheiben, auf denen Honig niedergelegt wurde, ist schon aus dem Grunde wenig Wert beizumessen, weil diese Gegenstände völlig verschieden von denen sind, welchen man in der Natur begegnet. Aber auch die Beobachtungen in freier Natur an verschiedenfarbigen Blüten verschiedener Arten sind fast ganz bedeutungslos, da die Häufigkeit der Blütenbesuche auch von mehreren anderen Umständen als der Farbe veranlaßt werden kann, wie z. B. dem Duft, der größeren oder geringeren Fülle des Nektars, dem leichteren und schwereren Zutritt zum Nektar und Blütenstaub, welcher bekanntlich nach den verschiedenen Arten wechselt usw. Einige dieser Einwände gelten auch, wie Kienitz-Gerloff gezeigt, für die von Plateau vorgenommenen Beobachtungen in betreff verschiedenfarbiger Varietäten der Blüten einer und derselben Art. Die sichersten Resultate liefern wohl H. Müllers Versuche mit verschiedenfarbigen Blütenkronen, die zwischen Glasplatten placiert wurden, auf denen Honig niedergelegt worden war, und denen zufolge einige Insekten eine gewisse Vorliebe für gewisse Farben zeigten. Wie diese Farben von den Insekten wahrgenommen werden, ob ebenso wie von uns oder nur als verschiedene Nuancen von Dunkel und Hell, werden wir wohl nie erfahren. Ob dieselbe Insektenart in verschiedenen Gegenden eine Vorliebe für dieselbe Farbe hegt, oder ob diese Vorliebe sich auf die in den betreffenden Gegenden am allgemeinsten besuchten Blüten bezieht und dort auf verschiedene Art vererbt oder vielleicht erst im Leben des Insekts erworben ist, sind dagegen Fragen, welche wohl gelöst werden könnten, aber noch zu wenig studiert sind.

Wie es sich auch mit dem Obigen verhalten mag, so ist doch sicher, daß auch der Formensinn des Insekts eine nicht unbedeutende Rolle bei den Blütenbesuchen spielt. Wenn die Bienen also verschiedenfarbige Blüten derselben Art nicht voneinander unterscheiden, sondern sie unterschiedslos besuchen, so beruht dies wohl, wie auch Knuth bemerkt, gerade auf ihrem ausgeprägten Formensinn, der sie die Zusammengehörigkeit dieser Blüten erkennen läßt. Blüten von gleicher Farbe und Form, aber von verschiedenem Duft, wie z. B. die von *Sinapis arvensis* und *Raphanus raphanistrum*, werden ebenfalls auf dem gleichen Ausfluge von den Bienen besucht, was ja darauf deutet, daß sie hier vom Farben- und Formensinn und weniger vom Geruch geleitet zu werden scheinen.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Schmarotzende Akuleaten.

Das Studium der Lebensgewohnheiten der Akuleaten hat uns schon in den vorhergehenden Kapiteln vieles von Interesse erboten. Es zeigt uns jedoch eine recht lehrreiche Erscheinung: die allmähliche Entstehung schmarotzender Arten. Wahrscheinlich sind wohl in anderen Ordnungen auf dieselbe Weise wie hier solche Arten aus nicht schmarotzenden entstanden, wenngleich sich nunmehr ihre Herleitung nicht sozusagen Schritt für Schritt nachweisen läßt wie bei einigen der erwähnten Akuleaten.

Im vorhergehenden haben wir gesehen, welcher Fleiß und welche Arbeit von seiten der Insekten zur Sicherung ihrer Nachkommenschaft oder mit anderen Worten des weiteren Fortbestandes der Art erforderlich ist. Man kann jedoch beobachten, daß durchaus nicht alle Individuen derselben Art vom gleichen Fleiß und der gleichen Arbeitslust beseelt sind, sondern daß sich, wie bei uns Menschen, auch unter den Insekten solche finden, welche auf für sie möglichst leichte und bequeme Weise das nötige Resultat zu erreichen suchen. Sie tun dies dann ganz einfach dadurch, daß sie sich die Frucht der Arbeit anderer zu-eignen und somit Diebe oder Räuber werden. Ein zufälliges

Schmarotzen erzeugt schließlich ein beständiges, und es gibt artenreiche Insektengruppen, welche nunmehr ausschließlich auf Kosten anderer leben.

Gewisse Raubwespen, welche unter gewöhnlichen Umständen selbst Röhren in die Erde graben, annectieren ohne Bedenken alte, wenn sie solche antreffen, und begnügen sich damit, sie ganz einfach zu reparieren. So z. B. die Arten der Gattung *Cerceris*, welche Jahr für Jahr im selben Erdwall bauen, wo sie zum großen Teil nur die mehr oder weniger beschädigten, verlassenen Nester des vorhergehenden Sommers ausbessern.

Von der Anwendung solcher Nester bis zur Aneignung neuer nach Vertreibung der rechtmäßigen Besitzer ist der Weg nicht weit. Adlerz hat in Medelpad zahlreiche Individuen von *Cerceris arenaria* beobachtet, welche sich auf einer Sandzunge am Ufer des Ljungansees einfanden, die bereits von einer Kolonie Erdbienen, *Trachusa serratulae*, bewohnt war. Er erzählt, er habe hier die *Cerceris*-Weibchen gleichsam suchend auf der Erde herumwandern sehen; bisweilen drangen sie in die *Trachusa*-Höhlen ein, aus denen sie jedoch von den Bienen herausgetrieben wurden. Anfangs habe er geglaubt, der Zweck dieser Besuche sei, Honig zu stehlen, den auch die erwachsenen Raubwespen recht hochschätzen, und vielleicht war dies auch bisweilen der Fall, denn die eine oder andere *Cerceris*, die etwas länger unten verweilt hatte, putzte sich eifrig an den Mundteilen, als sie wieder heraufkam. Später erwies sich jedoch, daß der Hauptzweck ein anderer gewesen war, denn eines Tages sah er eine *Cerceris* mit einem Rüsselkäfer geflogen kommen (dem Käfer, der die Nahrung der Larve dieser Wespe bildet) und, nachdem sie sich einen Augenblick über einer *Trachusa*-Höhle schwebend gehalten hatte, in diese hineinstürzen. Nach einer Weile kam die Biene, die Besitzerin der Höhle heraus, die *Cerceris* aber blieb drin und grub nahezu $\frac{3}{4}$ Stunden, wobei man sah, wie sie Sand aus der Mündung schaffte, so daß er zu den Seiten niederfiel. Es war somit deutlich, daß sie diese Höhle in Besitz genommen hatte, um sich die Mühe zu ersparen, den Hauptgang zu graben. Die ursprüngliche Besitzerin, die Biene, kehrte nach einiger Zeit zurück, ging in die Höhle hinein, kam aber rasch wieder heraus und flog davon. Am selben und an den folgenden Tagen sah man mehrere *Cerceris*-Weibchen Rüsselkäfer teils in schon in Beschlag genommene *Trachusa*-Höhlen hineintragen

teils sich in den Besitz neuer setzen, was daran zu merken war, daß sie begannen, sie durch Graben ihren Bedürfnissen anzupassen. In einem Falle, wo der Eingang schon vom ausgegrabenen Sande erfüllt war, sah er die Besitzerin, *Trachusa*, hinkommen und anfangen, den Sand fortzuschaffen, der sie am Hineingehen hinderte. Nachdem die Biene einen Augenblick drinnen gewesen war, kam sie plötzlich sehr eilig heraus, flog heftig einige Male über der Höhle hin und her und dann fort. Sie hatte offenbar einen Zusammenstoß mit der *Cerceris* gehabt, die sich bald darauf am Eingange zeigte und hinausging. Auch *Thyreopus peltarius* vertreibt, nach Adlerz, die Biene *Halictus* aus ihrer verzweigten Erdröhre, um vom Hauptgange Nutzen zu ziehen, in dessen Seitengängen sie ihre Kammern anlegt.

Die Raubwespen annektieren jedoch nicht nur Haus und Heim anderer Arten, wie in den oben angeführten Fällen. Sie stehlen und rauben auch die fertig gelähmte Beute voneinander, wo sie sie nur antreffen.

Die Arten der Gattung *Oxybelus* graben zuerst die Höhle, deren Mündung sie provisorisch verschließen, um sich auf die Jagd nach Fliegen zu begeben, welche die Beute dieser Raubwespen bilden. Die Wespe stürzt sich auf den ausersehenen Raub, wendet ihm auf den Rücken und sticht den Stachel zwischen Kopf und Brust in den Hals der Fliege. Wenn sie mit der Beute heimfliegt, trägt sie sie, wie schon erwähnt, nur auf dem Stachel. Bei der Heimkehr schafft sie den Sand fort, welcher den Eingang verschließt, während sie dabei fortfahrend die Fliege in derselben Stellung, auf dem Stachel aufgespießt und hoch erhoben festhält, und auf diese Weise hineinträgt. Aber auch unter den *Oxybelus*-Individuen gibt es solche, die zu faul sind, selbst auf die Jagd zu gehen und statt dessen von der Jagd heimkehrende Individuen ihrer Beute berauben. Nach Adlerz stürzen sie im selben Augenblick, wo die damit beladene Wespe im Eingang der Höhle verschwindet, hervor und reißen die Fliege fort. Nachdem die Diebin sie auf ihrem eigenen Stachel befestigt hat, scharrt sie, püffig genug, rasch und gewandt Sand über den Eingang, so daß sie Zeit zum Entkommen hat, während die in der Höhle eingesperrte Wespe umkehrt und sich herausgräbt.

G. und E. Peckham berichten gleichfalls, daß Individuen von *Bembex spinolae*, deren Jagd mißglückt war, Fliegen von den mit Beute zu ihren Nestern heimkehrenden Kameraden

rauben. Eine *Bembex* war einmal mit einer ungewöhnlich großen Fliege heimgekehrt, und dies war ein ausreichendes Signal für ein halbes Dutzend anderer, sie zu umkreisen und daran zu verhindern, die Fliege ins Nest zu schaffen. Mitunter veranlassen die Räubereien einen langen Kampf zwischen dem Räuber und dem rechtmäßigen Eigentümer.

Die *Pompilus*-Arten, welche, wie schon früher (siehe S. 242) erwähnt, erst nach dem Einfangen der Spinnen ihre Höhle graben, sind daher genötigt, ihre Beute während des Grabens fortzulegen. Speziell diese Arten pflegen dann oft die Gelegenheit zu benutzen, um sich die beiseite gelegte Beute zuzueignen, weshalb auch die meisten Arten dieser Gattung die Gewohnheit haben, vor dem Beginn des Grabens ihren Raub hoch hinauf auf eine Pflanze in der Nähe zu tragen, dort aufzuhängen und in den Falten der Blätter vor den unten auf dem Boden jagenden Wespen zu verbergen. Adlerz hat sogar einmal mit angesehen, wie ein *Pompilus viaticus* ein anderes Individuum derselben Art seiner Spinne zu berauben suchte, als sie schon teilweise in die Erdhöhle eingebracht war, in welche die Wespe sich hineinbegeben hatte und ihre am Hinterkörper festgehaltene Spinne hinter sich herzog. Während die Spinne noch von außen sichtbar war, wurde sie von einem anderen *Pompilus* bemerkt, der sofort zu griff und versuchte, sie aus der Röhre herauszureißen. Der Kampf wurde jedoch recht langwierig, denn die Besitzerin der Spinne hielt auf der Innenseite fest, und die umstrittene Beute wurde so weit hereingezogen, daß auch der Räuber ganz in die Höhle eindrang. Der Räuber war jedoch etwas größer und stärker, und es gelang ihm zuletzt, die Spinne herauszuziehen; aber lange konnte er sich seiner Eroberung nicht erfreuen, denn im selben Augenblicke stürzte die wütende Eigentümerin voll höchster Erbitterung heraus, und es begann ein langwieriger und heftiger Kampf, wobei bald die eine, bald die andere der Kämpferinnen die Spinne fortzuschleppen versuchte, während sie abwechselnd heftig kämpfend auf der Erde umeinander tummelten. Die Bewegungen waren so rasch, daß sich nicht unterscheiden ließ, ob die Kämpfenden den Stachel oder die Kiefer benutzten. Schließlich glückte es der rechtmäßigen Eigentümerin, den Raub fortzuschleppen, während die Angreiferin sich ein anderes Feld suchte, und jetzt wurde die Spinne in größter Hast rasch den Abhang hinuntergeschleppt und zwischen den Wipfelblättern

einer Preiselbeerpflanze, 1,5 m vom Kampfplatze entfernt, in Sicherheit gebracht. Es war offenbar, daß die Wespe ihre Beute hoch über der Erde zu verbergen suchte, damit sie nicht so leicht von anderen auf dem Boden umherstreifenden Pompiliden entdeckt würde. Hierauf kehrte die Wespe zurück, um ihre Höhle in Ordnung zu bringen, die durch den Tumult des Streites stark beschädigt war. Nach Beendigung dieser Arbeit suchte sie ihre verborgene Beute wieder auf. Ferton hat ähnliche Kämpfe zwischen Individuen von *P. rufipes* mit angesehen. Einige Individuen dieser Art sind nämlich so kühn, daß sie in die Höhlen anderer eindringen, wo es ihnen glückt, den rechtmäßigen Besitzer zu verjagen, sich den Raub desselben anzueignen und ihn fortzuschleppen.

Schließlich treiben einige *Pompilus*-Arten, wie *P. pectinipes*, *campestris*, *aculeatus* und wahrscheinlich auch andere nahe verwandte Arten, die Räuberei so weit, daß sie ganz in sog. Parasitismus übergeht¹⁾. Nach Ferton öffnet *P. pectinipes* Höhlen, die *P. rufipes* angehören, begibt sich hinein, verzehrt das auf der Kreuzspinne, die daselbst niedergelegt ist, befestigte Ei und ersetzt es durch ihr eigenes, und Adlerz hat *P. campestris* sich auf ganz gleiche Weise hinsichtlich der Nester von *P. unguicularis*, sowie *P. aculeatus* in Nestern von *P. rufipes* und *P. fumipennis* benehmen sehen. Letzterem Verfasser zufolge sind schließlich die Arten der Pompiliden-Gattungen *Ceropales* und *Nysson* typische „Futterparasiten“, die erstere bei *Pompilus*-, die letztere bei *Gorytes*-Arten. Sie beobachteten genau alle Bewegungen dieser letzteren. Die *Ceropales*-Arten setzen sich gewöhnlich auf einen Grashalm, von dem aus sie mit nach unten gesenkten Antennen die Tätigkeit der Pompiliden verfolgen. Wenn eine *Pompilus* ihre gelähmte Spinne verläßt, um ihre Höhle zu graben (siehe S. 241), so eilt die *Ceropales* herbei, biegt ihren Hinterkörper unter den Bauch der Spinne und befestigt hier ihr Ei (siehe S. 191); die *Nysson*-Arten hingegen sitzen wartend am Eingange der *Gorytes*-Höhlen, um die Gelegenheit zu ergreifen, sich in Abwesenheit der rechtmäßigen Besitzerinnen hinein zu graben. Werden sie von diesen ertappt, so werden sie als Feinde erkannt und verjagt. Glückt es ihnen jedoch, ihr Werk auszuführen, so verschließen sie die Höhle sorgfältig wieder.

¹⁾ Daß dieses Schmarotzen wesentlich vom echten Parasitismus abweicht, haben wir schon hervorgehoben.

Adlerz macht die interessante Bemerkung, daß die oben-erwähnten sog. parasitischen Raubwespen in systematischer Hinsicht den Arten nahe stehen, bei welchen ihre Larven schmarotzen. Eine gemeinsame Veränderung, die sie in Zusammenhang mit der Annahme einer parasitischen Lebensweise erlitten haben, scheint zu sein, daß ihre Fühler kürzer und dicker geworden sind. An diese ihre vornehmsten Orientierungsorgane werden andere Ansprüche gestellt, als an die der selbstversorgenden Arten, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Ansprüche beständig gewachsen sind. Die Verdickung würde also eine Vergrößerung der Oberfläche bedeuten, wahrscheinlich mit gleichzeitiger Vermehrung der Zahl der Geruchs- oder Gefühlskolben. Das Benehmen dieser Raubwespen ist auch durchweg ein anderes als das der selbstversorgenden Arten. Ihre Bewegungen sind weit ruhiger, wenn sie suchend auf der Erde herumwandern, die sie mit ihren Fühlern berühren, ohne die Verstecke zu berücksichtigen, die vielleicht Spinnen beherbergen könnten. Sobald aber Spuren frisch aufgegrabenen Sandes angetroffen werden, bleiben diese schmarotzenden Arten plötzlich stehen und ihr Grabeinstinkt gerät in Tätigkeit.

Auch unter den Faltenwespen dürften sich Beispiele für Arten mit parasitischer Lebensweise finden. So hat man noch nie Arbeiterinnen der zu den sozialen Wespen gehörenden *Vespa austriaca*, noch Nester dieser Art gefunden. Man hat daher angenommen, daß ihre Weibchen in die Nester anderer Arten eindringen — nach den Beobachtungen von Smith in diejenigen solcher Arten, welche in freier Luft bauen — und dort ihr Ei legen. Die Larve tötet zuerst die Wirtslarve und wird mit der Nahrung aufgefüttert, welche die Mutter der letzteren täglich herbeiträgt.

Rudow hat allerdings in Südtirol ein Wespennest mit sehr feiner, glatter, fast weißer Hülle und einigen wenigen Zellen gefunden, welches, wie er glaubte, *V. austriaca* angehörte, von welcher Art sich drei Individuen im Neste vorfanden; da dies aber sonst nur einige trockene Larven enthielt, so ist es unmöglich, zu entscheiden, ob diese nicht einer anderen Art angehörten.

Auch unter den Bienen läßt sich, wie bei den Raubwespen, stufenweise die Entwicklung von selbstversorgenden zu schmarotzenden Arten verfolgen.

Wie *Cerceris* unter den Raubwespen, so wenden auch viele Arten von Erdbienen Erdröhren einer früheren Generation an, die sie nur reparieren. Aber es finden sich auch solche Arten unter den Bienen, welche die rechtmäßigen Besitzer zu vertreiben suchen und ihre Nester annectieren. Fabre hat mehr als einmal beobachtet, wie sich eine fremde Maurerbiene in Abwesenheit der Besitzerin eingefunden hatte, um sich deren schon begonnene Arbeit anzueignen und sie fortzusetzen. Hier ließe sich jedoch fragen, ob sie nicht angenommen hatte, daß das Nest verlassen war. Als die Besitzerin zurückkehrte, entspann sich ein erbitterter Kampf, der gewöhnlich mit Vertreibung der fremden Biene endete.

Die *Trachusa*-Bienen betreiben das Stehlen in großem Maßstab. Adlerz hat vielfach beobachtet, wie Bienen der Art *Tr. serratulae* in die Höhle des Nachbarn gehen und einander das Tannenharz stehlen, mit welchem sie ihre aus Blattstückchen gebauten Zellwände zusammenfügen. Das Harz muß mit vieler Mühe auf jungen Kiefernäzweigen zusammengesucht werden, und dies veranlaßt einige verschlagene Individuen, sich auf diese leichte Art die kostbare Ware zu verschaffen. Adlerz hat gefunden, daß dieses Bestehlen der Nachbarn in jeder größeren *Trachusa*-Kolonie den ganzen Tag in größter Ausdehnung fortgeht. „Es könnte von Interesse sein“, sagt er, „festzustellen, ob dieselben Individuen abwechselnd beide Methoden anwenden, um sich Harz zu schaffen oder, was wahrscheinlicher ist, ob die, welche einmal den unehrlichen Weg eingeschlagen haben, auf demselben beharren.“ Mitunter sah man eine Biene einer anderen einen auf ehrliche Weise erworbenen Harzball entreißen, während diese schwer atmend nach dem offenbar mühevollen Transporte vom Baume herab auf der Erde ausruhte. Heftige Zusammenstöße fanden selten statt, auch wenn die Besitzerin den Dieb in der Höhle ertappte. Oft sah man die erstere ganz ruhig zur Seite treten und am Eingange warten, während letzterer sich eilig davon machte. Mitunter jedoch ging die Besitzerin auch angriffsweise vor.

Ähnliche Diebereien kommen auch unter den sozialen Bienenarten vor. Drory hat einmal beobachtet, wie *Melipona*-Bienen, die enorme Lasten von *Propolis*-Wachs auf ihren Hinterbeinen trugen, von anderen überfallen wurden, welche sich ganz einfach derselben bemächtigten, indem sie das Wachs fortnagten. In

einzelnen Fällen wurde dies von der Bestohlenen bemerkt und es entstand ein Kampf, welcher stets mit eiliger Flucht des Diebes endete. Jeder Bienenzüchter weiß übrigens, daß sich auch unter den Honigbienen faule Arbeiter finden, welche es vorziehen, statt mühevoll im Freien den Nektar der Blüten zu sammeln, sich in die Stöcke anderer Gemeinschaften einzuschleichen und dort ihren Bedarf zu stehlen. Bisweilen wirkt diese Unsitte ansteckend auf die Genossen, und so entstehen ganze Gemeinschaften unnützer, schädlicher Diebsbienen.

Diese Anlage, sich die Arbeit zu erleichtern, ist bei den sog. Parasitenbienen zu voller Entwicklung gelangt, sie haben aufgehört, selbst Proviant für ihre Larven zu sammeln und legen, gleich den obengenannten Raubwespen, ihre Eier auf die von anderen aufgespeicherte Nahrung.

Von ganz besonderem Interesse ist die Bienengattung *Sphecodes*, da sie sich in einem Übergangsstadium von industriellem zu „parasitischem“ Leben zu befinden scheint. Friese zählt diese Gattung, deren Hinterbeine auf der äußeren Seite mit vereinzelt langen Haaren versehen sind, sowie die ganz glatte Gattung *Prosopis* zu den Urbienen, *Archiapidae*, und hebt ihre große Ähnlichkeit mit gewissen Raubwespen der Gattungen *Astata* und *Tachytes* hervor. Die Arten der Gattung *Sphecodes* sind häufig auf sehr verdächtige Weise an denselben Plätzen wie die Bienengattung *Halictus* angetroffen worden, und mehrere Verfasser haben sie in den Nestern dieser Bienenarten ein- und ausgehen sehen, weshalb man sie schon lange im Verdacht gehabt hat, parasitisch bei dieser Gattung zu leben. Andererseits aber ist diese Vermutung von dem hervorragenden Bienenkenner Smith entschieden abgelehnt worden, und sowohl v. Buttler-Reepen als Rudow haben Individuen von *Sphecodes* sich selbst Löcher in die Erde graben sehen. Da jedoch sowohl Breitenbach als Nielsen, ersterer mehrere Male, aus Nestern von *Halictus quadricinctus* (*quadristrigatus*) Exemplare von *Sphecodes gibbus* ausgebrütet hat, so scheint entschieden zu sein, daß diese Art wenigstens unter gewissen Verhältnissen Parasit ist.

Auch Ferton hebt hervor, daß *Sphecodes subquadratus* und *Sphecodes hispanicus* bei *Halictus malachurus* schmarotzen. Sowohl er als Adlerz haben nunmehr wirkliche, teilweise äußerst erbitterte Kämpfe zwischen *Sphecodes*, die in *Halictus*-Nestern einzudringen suchte, und der rechtmäßigen Besitzerin derselben

mit angesehen, wobei oft letztere getötet wurde. Friese vermutet, daß die Arten derselben Gattung in verschiedenen Gegenden vielleicht eine verschiedenartige Lebensweise führen, und v. Buttel-Reepen macht darauf aufmerksam, daß „Parasiten“ im allgemeinen nicht derartige Schlachten zu liefern pflegen, wie die zwischen *Sphecodes* und *Halictus* beobachteten. Andererseits aber erinnert er auch an die Ähnlichkeit mit der Gattung *Halictus* und hält es tatsächlich nicht für unmöglich, daß *Sphecodes* gleichwohl ein für Parasitismus angepaßter Zweig dieser Gattung sei¹⁾.

Morice hat jedoch wichtige Gründe für die Annahme angeführt, daß der Parasitismus dieser Gattung nicht nur auf *Halictus* beschränkt sei. Die Weibchen einiger *Sphecodes*-Arten, z. B. *Sph. rubicundus* und *Sph. spinulosus*, sind zu einer Zeit trächtig, wo sich in den *Halictus*-Zellen keine Pollen mehr finden, sondern nur erwachsene Larven, und er schließt hieraus, daß sie auf Schmarotzen bei einer anderen Gattung, *Andrena*, angewiesen sind, deren Zellen ihren Larven zu dieser Zeit ausreichende Nahrung bieten. In der Tat hat E. Saunders *Sph. rubicundus* bei *A. labialis* angetroffen und Morice selbst hat *Sph. spinulosus* Nester von *A. fulvicrus* besuchen sehen. Da er außerdem im Frühling wiederholt *Sph. gibbus* in Nester letzterer Art hat hineingehen sehen, hält er es für wahrscheinlich, daß auch die überwinternden Individuen von *Gibbus Andrena*-Nester zum Legen ihrer Eier wählen, während diejenigen, deren Auskriechzeit mit der der *Halictus*-Arten zusammenfällt, ihren ursprünglichen Instinkt unverändert beibehalten haben.

Wenn sich bei *Sphecodes* noch einige dunkle Punkte in bezug auf „Parasitismus“ finden, und wenn diese Biene, wie schon angedeutet wurde, auf der Grenze zwischen den industriellen und schmarotzenden Bienen steht, so haben sich mehrere andere Gattungen in dieser Hinsicht schon vollständig entschieden. Wie wir schon früher fanden, daß die parasitischen Formen unter den Raubwespen in nächster Verwandtschaft zu ihren Wirten stehen, so zeigt auch eine Untersuchung der schmarotzenden Bienen, daß ihre verschiedenen Gattungen den Gattungen am nächsten verwandt sind, bei welchen ihre Larven schmarotzen,

¹⁾ Die spärlichen Haare an der Außenseite der *Sphecodes*-Beine können ebensogut Überreste eines Sammelapparates sein, der durch den Parasitismus verschwunden ist, als die erste Anlage eines solchen, wie Friese annimmt.

und daß sie zweifellos durch Anpassung für „Parasitismus“ im Laufe der Zeit sich aus denselben Stammformen entwickelt haben wie jene. So hat man morphologische Gleichheiten zwischen *Sphcodes* und *Halictus*, *Stelis* und *Anthidium*, *Coelioxys* und *Megachile*, *Melecta* und *Anthophora*, *Psithyrus* und *Bombus* hervorgehoben, und E. Saunders hat die Ähnlichkeit zwischen *Nomada* und *Andrena* nachgewiesen¹⁾. Ferner sei daran erinnert, daß Friese auch biologische Ähnlichkeiten zwischen Schmarotzerbienen und ihren Wirten nachgewiesen hat. Gleich diesen sind sie, wenn auch nur im eigenen Interesse, fleißige Blütenbesucher, und der Umstand, daß sie, gleich den industriellen Bienen, mit Vorliebe bestimmte Blüten besuchen, scheint an eine Zeit zu erinnern, wo auch ihre Vorfahren Honig und Blütenstaub einsammelten. Hierzu kommt noch der bemerkenswerte Umstand, daß die von den Schmarotzerbienen bevorzugten Blüten gerade dieselben sind, welche ihren Wirten die liebsten sind, ein Sachverhalt, der einen weiteren Beweis dafür zu bieten scheint, daß sie mit diesen gemeinsamen Ursprunges sind.

Die durchgreifendste Veränderung in ihrem Aussehen, welche die Bienen durch ihre parasitische Lebensweise erlitten haben, besteht im vollständigen Verluste jeglicher Art von Sammelapparaten. Nur bei der vielleicht auf dem Übergange befindlichen Gattung *Sphcodes* gibt es, wie erwähnt, auf den Schienbeinen vereinzelt lange Haare, wahrscheinlich ein geringer Überrest der Pollenbesen der Podilegiden. Auch die Körperbehaarung ist im allgemeinen stark reduziert, besonders bei den Weibchen, aber an Übergängen zur dichteren ursprünglichen Behaarung fehlt es nicht, und verdienen in dieser Hinsicht speziell die Männchen der Gattung *Psithyrus* hervorgehoben zu werden, welche noch einen ebenso üppigen Pelz tragen wie die Hummeln, in deren Nestern die Arten dieser Gattung leben. Meistens unterscheiden sich jedoch die Männchen der Schmarotzerbienen, im Gegensatz zu den industriellen Bienen, nur wenig von ihren Weibchen. Der Parasitismus scheint somit die Geschlechtsunterschiede aufgehoben zu haben. Ein anderer bemerkenswerter Umstand, welcher den Parasitismus begleitet, ist das Auftreten

¹⁾ Nach Friese dürften mit Sicherheit nur *Stelis* von *Anthidium*, *Coelioxys* von *Megachile* und *Psithyrus* von *Bombus* herzuleiten sein. Die übrigen parasitischen Bienengattungen haben sich, seines Erachtens, dann aus *Coelioxys*-Arten entwickelt.

von, sonst bei Bienen nicht vorkommenden, grellen, lebhaften Farben und Farbenzeichnungen, gewöhnlich in rot oder gelb. Während somit die Parasiten oft ein von ihren Wirten recht abweichendes Äußere erhalten, verbleibt gewöhnlich der Bau der Mundwerkzeuge ungefähr der gleiche (*Psityrus* und *Bombus*, *Stelis* und *Anthidium*, *Coelioxys* und *Megachile*, *Melecta* und *Anthophora*).

Die Lebensweise hat ihr Gepräge auch den Bewegungen und dem Fluge der Schmarotzerbienen aufgedrückt, welche so charakteristisch sind, daß ein geübter Sammler sie sofort von den pollensammelnden Bienen unterscheiden kann. Man trifft die ersteren meistens in der Nähe der Nester letzterer, wo sie kurze Ausflüge machen. Verschiedene Arten verhalten sich hinsichtlich ihrer Wirte sehr verschieden. Einige (*Melecta*, *Coelioxys*) fliegen sogleich davon, wenn diese sich einfinden. Die Arten der Gattung *Nomada* hingegen wandern in aller Gemütlichkeit neben ihren Wirten einher, und ist eine *Nomada* im Neste, so wartet — merkwürdigerweise — die *Andrena* ruhig am Eingange, bis sie herauskommt. Vielleicht trägt zu diesem geradezu freundschaftlichen Verhältnis der aromatische Geruch bei, der für die *Nomada*-Arten charakteristisch ist.

Das Verhalten, durch welches sich die Larve der Schmarotzerbiene auszeichnet, ist von Verhoeff und Höppner nach Beobachtungen an der bei *Osmia leucomelaena* schmarotzenden *Stelis minuta* beschrieben worden. Die Schmarotzerbiene legt ihr Ei früher als die Wirtbiene und dasselbe wird von einem mehr oder weniger bedeutenden Teil des Futterballes bedeckt, auf welchen die Wirtbiene das ihrige legt. Das erstere Ei wird auch früher ausgebrütet, so daß die Larve der Schmarotzerbiene älter, größer und kräftiger wird als die der Wirtbiene. Beide zehren jetzt an der Futtermasse, die eine von unten, die andere von oben her, bis sie endlich zusammentreffen und ein Kampf zwischen ihnen entsteht, der damit endet, daß die Larve der Schmarotzerbiene ihre Kiefer in das Gehirnganglion der anderen bohrt und sie so tötet. Nachdem dies geschehen, verzehrt sie die Larve, indem sie bald an dem einen, bald an dem anderen Teile des Körpers beginnt. Durch das Töten ihres Raubes weicht somit die Larve der Schmarotzerbiene von der der Schmarotzerwespen ab.

Zu bemerken ist jedoch, daß das Verhalten von *Stelis* nicht für alle Arten maßgebend ist. Nach Fabre benimmt sich näm-

lich *Sapyga punctata* anders, indem diese Art ihr Ei auf das des Wirts legt, und zwar, nachdem die Zelle schon verschlossen ist, denn der Verschuß derselben findet statt, unmittelbar nachdem die Wirtbiene ihr Ei gelegt hat. Nach dem Auskriechen verzehrt die junge *Sapyga*-Larve das Ei des Wirts. Nielsen ist geneigt anzunehmen, daß diese Verfahrungsweise für die Gattung *Sapyga* im allgemeinen charakteristisch sei, und daß diese Gattung ihren ungewöhnlich langen Stachel gerade erhalten habe, um den Deckel damit zu durchstechen und das Ei des Wirts zu erreichen. Diese Abweichungen stehen wahrscheinlich mit den systematischen Verwandtschaftsverhältnissen der Gattung *Sapyga* in Verbindung. Früher wurde diese Gattung nämlich zu den Raubwespen gezählt, jetzt aber zu den Bienen, obgleich man noch nicht sicher ist, ob sie zur Familie *Apidae* gehörig oder als Typus einer eigenen Familie zu betrachten ist.



Figur 82.
Coelioxys rufescens.

Die *Coelioxys*-Arten (Fig. 82), welche ihre Eier in die Nester der Blattschneidebienen legen, zeichnen sich durch ihren zugespitzten Hinterkörper aus, dessen Form sich speziell dazu eignet, den Blattdeckel aufzuheben, der die *Megachile*-Zellen deckt, oder ihn in die Ritzen zwischen die Blätter einzuführen, welche die Zellen bilden.

Daß die Schmarotzerbienen wahrscheinlich durch den Geruch zu den Nestern ihrer Wirte geleitet werden, wird Latters Ansicht nach dadurch bewiesen, daß zahlreiche *Coelioxys*-Individuen sich einfanden, als er ein *Megachile*-Nest ausgrub und es auf dem Sande zerbrach.

v. Alten hat die bemerkenswerte Entdeckung gemacht, daß das Zentralnervensystem bei den Weibchen der Schmarotzerbienen bedeutend reduziert ist, während dies bei den Männchen nur in geringem Grade der Fall ist. Die Reduktion betrifft speziell die als Sitz der Intelligenz betrachteten pilzhutförmigen Körperchen, wogegen die Gesichts- und Geruchsloben gut entwickelt sind.

Komplizierter als unter den solitären Bienenarten hat sich der Parasitismus, wo er vorkommt, bei den sozialen Arten ausgebildet. Wir haben schon erwähnt, daß Anlagen zu einem

solchen „Parasitismus“ sich bei einzelnen Honigbienen, den sog. Korsarenbienen, nachweisen lassen. Andere Arten hingegen haben die Schwelle schon völlig überschritten. Dies ist z. B. mit den sog. Schmarotzerhummeln, *Psithyrus*, der Fall, welche in Form und Farbe den gewöhnlichen Hummeln der Gattung *Bombus* in hohem Grade gleichen, deren Weibchen aber der pollensammelnden Apparate entbehren. Wahrscheinlich hat ursprünglich ein Hummelweibchen sich mitunter im Frühling in einem schon von einem anderen angefangenen Nest installiert, und während diese auf ihren Verproviantierungsausflügen abwesend war, selbst zu faul, um solche zu unternehmen, dort ihre Eier gelegt. Ihr Sprößling, welcher die Arbeitsscheu der Mutter geerbt hat, hat diese dann in erhöhtem Grade auf seine Nachkommenschaft übertragen usw. Gleichzeitig sind die zur Arbeit nötigen Organe immer atrophischer geworden, so daß schließlich aus einer *Bombus* eine *Psithyrus* wurde. Die Gattung *Psithyrus* mit ihren ziemlich zahlreichen Arten wäre somit als sog. polyphyletische Gattung zu betrachten. Die *Psithyrus*-Weibchen treten gewöhnlich etwas später auf als die *Bombus*-Weibchen und dringen in deren Nester ein, wo sie merkwürdigerweise in den meisten Fällen geduldet werden. Ausnahmsweise trifft man jedoch im Neste tote *Psithyrus*-Individuen, was auf einen Kampf deutet. Aus den Eiern des *Psithyrus*-Weibchens entsteht eine ganze Brut, welche sich von dem von den Hummeln aufgespeicherten Proviante nährt und somit eigentlich als Tischgenossenschaft der Hummeln zu betrachten ist. Gleichwohl ist anzunehmen, daß das eindringende Weibchen einen Teil der Hummellarven vernichtet. Vielfach sind die in einem Hummelnest befindlichen *Psithyrus*-Individuen auch in ihrer Farbe den Hummeln selbst sehr ähnlich, aber dies ist keineswegs immer der Fall, obwohl sie trotzdem im Neste geduldet werden. Bekanntlich werden ja auch mitunter verschiedene Hummelarten im selben Neste angetroffen.

Noch verwickelter ist die Entstehung von Parasitismus oder sog. zusammengesetzten Nestern bei den Ameisen, eine Erscheinung, auf welche wir weiterhin näher eingehen werden.

Im Obigen haben wir gesehen, wie einzelne Arten oder Gattungen unter den Raubwespen, Faltenwespen oder Bienen sich parasitischen Lebensgewohnheiten angepaßt und Charaktere angenommen haben, welche solche verraten. Die Familie der

Goldwespen, *Chrysididae*, bietet ein Beispiel dafür, wie die parasitische Lebensweise allmählich in einer ganzen Familie allgemein werden kann. Die hierher gehörenden schönen, oft metallglänzenden Arten sind wohl mit den Aculeaten nahe verwandt, obgleich ihnen normal der Stachel fehlt. Von Interesse ist jedoch die Entdeckung du Buyssons, daß bei einer Art, *Chrysis shanghaiensis*, welche ihre Eier auf die in ihren Kokon eingespinnene Larve eines Schmetterlings, *Monema flavescens*, legt, noch ein Giftapparat vorhanden ist¹⁾.

Die Familie der Goldwespen ist dadurch interessant, daß bei ihnen verschiedenartige parasitische Lebensgewohnheiten oft in derselben Gattung vertreten sind. So finden sich z. B. von der bei Raubwespen, Faltenwespen und Bienen schmarotzenden Gattung *Chrysis* Arten, welche teils die Larve ihres Wirts angreifen und verzehren, teils nach Vernichtung des Eies oder der Larve des Wirts auch die für diese bestimmte Nahrung sich aneignen. Wenn man gewissen Angaben trauen darf, soll mitunter dieselbe Art bald auf die eine, bald auf die andere Weise handeln. Die meisten Chrysididen legen, wie erwähnt, ihre Eier in Nester, welche von Raubwespen, Faltenwespen oder Bienen verfertigt sind²⁾. Die Larven derselben liegen hier ganz wehrlos und ein Lähmen ist durchaus nicht nötig, um sie zur Beute der Goldwespenlarven zu machen. Greift diese dagegen nicht die Larve des Wirts an, sondern die in der Zelle aufgespeicherten, für jene bestimmten Futterinsekten, so sind diese ja schon vorher gelähmt. Die Goldwespe bedarf also keines Stachels, und dieser ist daher, wie oben hervorgehoben wurde, im Laufe der Zeit in den meisten Fällen atrophiert. Statt dessen sind die letzten Hinterkörpersegmente zu einer langen Legeröhre umgebildet worden, die ungefähr auf dieselbe Weise wie man ein Fernrohr zusammenschiebt, eingezogen werden kann.

Gewöhnlich sieht man die Goldwespen am Eingange der Aculeatennester, in die sie einzudringen beabsichtigen, Wache

¹⁾ Auch in Südafrika lebt, nach Brauns, eine *Chrysis*-Art, *Chr. bombycida*, als Larve parasitisch auf der Larve eines Spinners, und es ist nicht unmöglich, daß alle zur Untergattung *Pentachrysis* gehörenden Arten eine ähnliche Lebensweise führen.

²⁾ Nach Lepeletier legen die Arten der Gattung *Cleptes* ihre Eier auf Larven von Pflanzenwespen, nachdem diese sich in die Erde eingegraben haben, um ihren Kokon zu spinnen, und früher haben wir einige Arten erwähnt, welche ihre Eier auf Schmetterlingslarven legen.

halten und neidisch alle Individuen derselben Art fortjagen, die sich nähern. Wenn die rechtmäßige Besitzerin kommt, so erheben sie sich in die Luft und halten sich in einer gewissen Entfernung hinter derselben, welche sie jedoch nicht selten zu bemerken scheint und durch kurze Flugschwenkungen vor dem Eintritt in das Nest irre zu leiten sucht.

Wenn sie wieder ausgeflogen ist, pflegt das Goldwespenweibchen heranzukommen und forschend seine Antennen in die Nestmündung zu stecken, worauf man es oft einen kürzeren oder längeren Besuch in der Höhle machen sieht. Letzteres geschieht, wenn es den Zeitpunkt für geeignet findet, in einer Zelle sein Ei niederzulegen. Es geht dann gewöhnlich rückwärts hinunter, während es dagegen seine Untersuchungen den Kopf voraus unternimmt.

Die „parasitische“ Methode ist, wie gesagt, bei verschiedenen Arten verschieden. Im Gegensatz zu dem, was gewöhnlich der Fall ist, wird das Ei der *Chrysis ignita* und *Chr. neglecta* früher ausgebrütet als das der Faltenwespe, in deren Nest es niedergelegt ist, worauf die junge *Chrysis*-Larve zuerst das Ei und dann den für die Larve bestimmten Proviant verzehrt. Diese Arten erinnern somit stark an gewisse Futterparasiten unter den Raubwespen.

In anderen Fällen verhalten sich die Goldwespen sehr verschieden. Das auf den Boden der Zelle unter dem Proviant gelegte Ei der Goldwespe hat bei diesen Arten eine so lange Embryonalzeit, daß die Goldwespenlarve noch ganz jung ist, wenn die Wirtlarve schon Zeit gehabt hat, den größten Teil ihres Vorrates zu verzehren, und fast erwachsen ist. Erst jetzt wird sie, wie Lepeletier und du Buysson konstatierten, von der Goldwespenlarve angegriffen, die dann allmählich ihren Raub verzehrt, ohne den Proviant anzurühren, gleichgültig ob dieser aus gelähmten Insekten bei Raub- und Faltenwespen, oder aus Pollen und Honig bei Bienen besteht.

Während die allermeisten Chrysididen die Gelegenheit benutzen, in die Zellen der Wespen einzudringen, während sie noch verproviantiert werden und dabei in zahlreichen Fällen offenstehen, so dringt *Chrysis viridula* nach Adlerz in schon geschlossene, der solitären Wespe *Hoplomerus spinipes* angehörige Zellen ein und legt ihr Ei auf die dort schon in ihrem Kokon eingesponnene Larve. Sie gräbt zu diesem Zweck das Verschluß-

material aus und trägt mit den Kiefern größere Stücke davon durch die Mündung des Ganges hinaus, worauf sie die einzelnen Zellen nacheinander öffnet. Hier hat, wie erwähnt, die *Spinipes*-Larve schon ihren Kokon gesponnen, in welchen das Goldwespenweibchen jetzt ein Loch beißt, durch welches es mittelst seiner langen Legeröhre das Ei hineinlegt. Hierauf werden die Zellenmündungen verschlossen und die Röhren sorgfältig gefüllt. Auch eine andere Art, *Chrysis succincta*, hat man auf dieselbe Weise die Nester verschließen sehen, in welche sie ihre Eier legt. Die Geschicklichkeit, womit all dieses von diesen Arten ausgeführt wird, scheint auf Artgewohnheiten bei den Goldwespen zu deuten, die sie ursprünglich mit den Raubwespen gemein hatten, die aber bei den meisten Goldwespen infolge der schmarotzenden Lebensweise schon verloren gegangen sind.

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Das Ausbrüten der Akuleaten.

Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen, gehören die Nester der oben angeführten Akuleaten (Raubwespen, Faltenwespen und Bienen) drei Haupttypen an: dem Zweigtypus, dem lineären und dem kuchenförmigen Typus. Im ersten und letzten dieser Typen begegnet die entwickelte Imago bei ihrem Austritt aus den Zellen keinem Hindernis. Anders aber verhält es sich mit dem sogenannten lineären Typus, wo die Zellen in Reihen aufeinander folgen.

Dieser Typus bietet nämlich eine bedeutende Schwierigkeit beim Austritt der jungen Wespen ins Freie, da diese nicht immer in der Ordnung entwickelt werden, daß die oberste zuerst bereit ist, das Nest zu verlassen und den unter ihr befindlichen freien Zutritt zu verschaffen. Im Gegenteil sind die untersten Larven stets die ältesten und müßten somit am frühesten Imagines werden. Es zeigt sich jedoch, daß die jungen Wespen oft sich recht ungleichmäßig entwickeln. Mitunter werden die in der Mitte liegenden Puppen früher ausgebrütet als die an beiden Enden befindlichen. Wenn die junge Wespe aus der Puppenhülle ausgekrochen ist, beginnt sie in die Decke der Zelle ein

Loch zu machen; sobald sie aber findet, daß die über ihr liegende Zelle noch nicht leer ist, sondern eine Wespe oder eine Puppe enthält, zieht sie sich in ihre Zelle zurück und wartet geduldig, bis die obere Zelle leer wird. Sollte jedoch die dort befindliche Puppe aus irgendeinem Grunde tot sein, so nimmt sie weiter keine Rücksicht auf dieselbe, sondern durchbricht den Boden, zerstückelt den im Wege liegenden Kokon und dringt in die Zelle ein. Mitunter ist schon die Larve umgekommen, und dann ist es unmöglich, nach oben zu dringen, da die Zelle noch mit einer dicken Schicht von Nahrungsstoffen versehen ist, die nicht durchbrochen werden kann. In diesem Fall versucht die Wespe, ein Loch in die Seitenwand ihrer eigenen Zelle zu beißen, und nicht selten gelingt ihr dies auch, viele besitzen jedoch nicht die Kraft hierzu und sterben unter solchen Umständen. Diese Schilderung, welche Fabre von einer Bienenart, *Osmia tridentata*, gibt, paßt auch auf mehrere Raubwespen. Einige Bienen durchbrechen sogar regelmäßig die Seitenwand der Zelle und gelangen auf diesem Wege ins Freie.

In vielen Fällen aber wird die erwähnte Ungelegenheit dadurch beseitigt, daß die an der Mündung der Röhre gelegenen männlichen Puppen stets früher auskriechen als die übrigen, und Verhoeff meint sogar, daß diese Erscheinung, die von Müller *Proterandrie*, d. h. das frühere Ausbrüten des männlichen Geschlechts, genannt wird, für die Wespen und vielleicht für die Insekten überhaupt, typisch sei. Eine gleich allgemeine Regel ist, wie schon angeführt wurde, daß in dem so verbreiteten lineären Bautypus, wo ein Nest Larven verschiedenen Geschlechts enthält, die zu oberst liegenden Zellen männliche, die untersten dagegen weibliche (*Proterothese*) sind. Der Zweck dieser Anordnungen wäre nach Verhoeff in erster Reihe eine Verhinderung von Inzucht zwischen den Abkömmlingen derselben Brut, da auf diese Weise die Männchen weit früher ausgebrütet würden als die Weibchen und fortfliegen könnten. Die Ursache der rascheren Entwicklung der Männchen ist wohl der geringere Vorrat an Nahrung, dessen diese gewöhnlich kleineren Individuen bedürfen. Obgleich also die Eier in den weiblichen Zellen, als den untersten in der Reihe, zuerst gelegt werden, so werden doch normal die Weibchen später ausgebrütet und steht ihnen dann gleich das für die Befruchtung nötige andere Geschlecht reichlich zu Gebote.

Friese seinerseits ist der Ansicht, diese Proterandrie sei eine von den Arten erst später erworbene Eigenschaft. Bei den Raubwespen deutlich vorhanden, sei sie bei den am niedrigsten stehenden Bienen, wie *Prosopis*, noch nicht besonders in die Augen fallend, trete aber bei den höher stehenden Gattungen dieser Familie immer ausgeprägter hervor, wie z. B. bei *Systropha* und *Osmia*, wo die Männchen 2—3 Wochen vor den Weibchen hervorkämen.

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Geselligkeit bei nichtsozialen Arten.

Die meisten Insekten, deren Lebensgewohnheiten wir in den vorhergehenden Kapiteln betrachtet haben, leben allein oder mitunter in größerer oder kleinerer Gesellschaft, aber stets ohne eigentliche Gemeinschaften zu bilden, in welchen die einzelnen Individuen durch ein gemeinsames Ziel oder gemeinsame Pflichten gegen das Ganze vereinigt werden. Solche Gemeinschaften treffen wir erst unter den am höchsten entwickelten Hautflüglern, Faltenwespen, Bienen und Ameisen, wie auch bei den Termiten an, und soll eine Darstellung der Lebensverhältnisse dieser in einer anderen Arbeit geliefert werden.

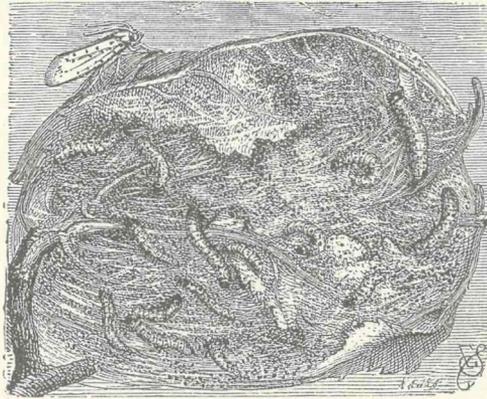
Es dürfte jedoch sicher sein, daß auch solitär lebende Insekten derselben Art ihre Zusammengehörigkeit kennen, ebenso wie ihre vornehmlichsten Feinde. Bei hoch entwickelten Arten hat man sogar feststellen können, daß das eine Individuum zweifellos ein anderes von den übrigen derselben Art unterscheiden kann. So hat Fabre durch wiederholte Experimente gezeigt, wie schon früher erwähnt wurde, daß das Männchen des in ehelicher Gemeinschaft lebenden Käfers, *Minotaurus typhalus* unter den übrigen Weibchen gerade das zu erkennen vermag, mit welchem es zusammen lebt.

Flach hat die Beobachtung gemacht, daß Käfer, welche die Fähigkeit besitzen, sich durch Verbreitung einer stark riechenden Flüssigkeit zu schützen, wie die Arten der Gattungen *Blaps*, *Aris*, *Brachynus*, *Calathus* u. a., häufig in Gesellschaft zahlreicher Individuen angetroffen werden, und vermutet, dieses Zusammen-

schließen geschehe im Interesse des gemeinsamen Schutzes. Da hierdurch vielleicht auch dem Wärmebedarf genügt wird, sieht er in diesen Vereinigungen einen Beginn des Gemeinwesens, das die wirklich sozialen Insekten auszeichnet.

Es finden sich übrigens zahlreiche Beispiele von Insektenarten, die, ohne eigentliche Gemeinschaften zu bilden, in größerer oder kleinerer Gesellschaft leben. So z. B. mehrere Schmetterlingslarven, welche mitunter sogar ein gemeinsames Nest bauen.

In Nordamerika lebt, nach Kellogg, die Larve von *Clisiocampa americana* auf Apfelbäumen in großer Gesellschaft, von oft bis 300 Individuen, umsponnen von einem gemeinsamen Nest von einigen Fuß Länge. Die Larven von *Melitaea cinxia* weben sich ein gemeinsames pyramidenförmiges Zelt mit mehreren Abteilungen, und zum Winter eine festere gemeinsame Behausung ohne getrennte Räume, in welcher sie sich, um sich wärmer zu halten, dicht aneinander drücken. Gemeinsame Nester werden ferner von den Larven von



Figur 83.
Nest von *Yponomeuta malinella*.

Euproctis chrysorrhoea, *Cnethocampa processionea*, *Eriogaster lanestris* u. a. Spinnern gewebt. Auch einige Motten, wie die dem Ahlkirschbaum und den Apfelbäumen so schädlichen Arten der Gattung *Yponomeuta*, leben in größerer Gesellschaft von einem gemeinsamen Gewebe umgeben (Fig. 83). Der Zweck des Verbandes ist hier offenbar Erlangung eines gemeinsamen Schutzes.

Mitunter machen die Larven des gemeinschaftlichen Nestes gemeinsame Ausflüge und kehren gemeinsam in dasselbe zurück. Dies ist z. B. mit den Larven des Prozessionsspinners (*Cnethocampa processionea*) der Fall, welche abends das Nest verlassen und, in eine gerade Linie geordnet, die Eichenstämme hinauf-

wandern bis zu den nächsten Blättern, um am Morgen wieder zurückzukehren. Schon gleich nach Verlassen des Eies unternehmen sie diese Wanderung, die eine hinter der andern, im sog. Gänsemarsche. Älter geworden dagegen ordnen sie sich derart, daß ein Individuum den Zug beginnt, hierauf folgen zwei, in der nächsten Reihe drei, dann vier usw., das ganze schlängelt sich in rhythmischen Bewegungen vorwärts. So unternehmen sie, wie gesagt, bei Sonnenuntergang Ausflüge aus ihrem gemeinschaftlichen Neste. Bleibt der Anführer stehen, so steht augenblicklich der ganze Zug, macht er eine Schwenkung, so wenden auch die übrigen, sobald sie den Wendepunkt erreicht haben. Jede Larve steht nämlich durch einen feinen Seidenfaden mit der vorausgehenden in Verbindung. In schnurgraden Linien, eine hinter der anderen, wandern übrigens auch die Larven anderer Spinner, z. B. *Malacosoma neustria*, *Euproctis chrysorrhoea* u. a. Diese Larven bewegen sich stets auf oben beschriebene Weise und leben wenigstens die erste Zeit ihres Lebens ständig in Gesellschaft, von einem gemeinsamen Nest umspinnen.

In den Eichenwäldern Mexikos verfertigen sich, nach Hoffmann, die Larven einer Spinnerart, *Gloveria psidii*, riesige gemeinsame Nester bis zu Meterlänge, die aus blendend weißer Seide bestehen. Hier halten sie sich in einer Anzahl von 80—100 tagsüber verborgen und gehen erst nachts aus, um Nahrung zu suchen. Schließlich verpuppen sie sich im Zentrum des Nestes, Seite an Seite dicht aneinander geschlossen. Ebenfalls in Mexiko findet sich noch eine andere sozial lebende Schmetterlingslarve, welche nachts ihr Nest verläßt, um in einem langen Zuge auf die Nahrungssuche auszugehen, der an den der erwähnten Larve des Prozessionsschmetterlings erinnert. Die hier in Rede stehende Art, welche auf Erdbeerbüschen (*Arbutus*) lebt, gehört jedoch merkwürdigerweise nicht zur Familie der Spinner, sondern ist die Larve eines Tagschmetterlings aus der Gruppe der Kohlweißlinge (*Pieridae*). Das Nest, welches aus zahlreichen aufeinanderfolgenden Schichten besteht, die feinem Papier von so fester Konsistenz gleichen, daß man sogar darauf schreiben kann, wird von Hoffmann in bezug auf das Material und die Bearbeitung desselben als das vollkommenste Nest bezeichnet, welches von Schmetterlingslarven verfertigt wird. Die Öffnung befindet sich stets am untersten der Erde zugekehrten

Punkte, was von nicht geringer hygienischer Bedeutung ist, da so Leichen und Exkremente bequem zur Erde fallen, Feuchtigkeit und Regen nicht in das Nest eindringen, welches hierdurch vor den Verheerungen der Larvenpest geschützt wird. Die Verpuppung geschieht im Nest, und die eigentümliche Form der Flügel ermöglicht dem Schmetterling den Ausgang durch die schmale Öffnung. *Eucheira socialis*, dieser merkwürdige „Tag-schmetterling“, hat gleichwohl als Imago dieselben nächtlichen Lebensgewohnheiten wie als Larve und verläßt das Nest nur nachts, kehrt aber mit Einbruch des Tages dorthin zurück, um sich zu paaren und Eier zu legen.

Auch die afrikanischen Seidenwürmer, welche der Schmetterlingsgattung *Anaphe* angehören, leben nach Barwick in Gesellschaften zusammen und unternehmen gemeinsame Wanderungen nach Futter. Kurz vor der Verpuppung verfertigen sie gemeinschaftliche Nester, in denen sie in kleinerer Anzahl, 10—100, ihre Kokons spinnen. Die an Farbe gewöhnlich matt rötlich-braunen Nester bestehen aus mehreren aufeinanderfolgenden Seidenschichten, die äußeren ziemlich lose und grob gesponnen, die inneren hart und pergamentartig und aus einem an Gummi reichen Gewebe bestehend.

Schließlich sei daran erinnert, daß eine gewisse Gesellschafftlichkeit auch bei den Larven einiger Blattwespen zu spüren ist, welche in Reihen dicht nebeneinander am Rande eines Blattes von Laub- oder Nadelbäumen sitzen und bei Annäherung einer Gefahr, z. B. wenn die erste von ihnen berührt wird, alle fast gleichzeitig einen blitzschnellen Ruck mit dem Körper machen. Die Larven einer brasilianischen Blattwespe, *Dioloceras*, spinnen nach Curtis einen gemeinsamen, etwa 30 Zellen enthaltenden Kokon. Ein gemeinsames Nest spinnen auch die Larven der in Mitteleuropa auf Tannen lebenden *Lyda hypotrophica*.

Ähnliche Verbindungen finden sich auch in anderen Insektenordnungen, besonders unter den Larven. In den meisten Fällen aber trennen sich wenigstens die völlig ausgebildeten Insekten. In einigen schließen sich jedoch auch diese zu größeren Gruppen, mitunter selbst zu enormen Schwärmen zusammen. Es ist klar, daß die verschiedenen Individuen dann ihre Zusammengehörigkeit mit anderen derselben Art kennen.

In einigen Fällen sind diese Vereinigungen völlig normale Erscheinungen im Leben der Art. Sie scheinen dann gewöhnlich

keinen anderen Zweck zu haben als die Geselligkeit. So sammeln sich häufig kleine glänzende Wasserkäfer, die sog. Wirbeltaucher (*Gyrinus*), in großen Massen und tummeln sich in den lebhaftesten Schwenkungen auf der Wasseroberfläche. Die Lufttänze der Mückenmännchen und der Eintagsfliegen sind gleichfalls wohlbekannt, und diese Insekten befinden sich dann oft in einer Anzahl von mehreren Tausenden. In derartigen Schwärmen schwingen sich auch Arten der Dipterengattung *Empis* (siehe S. 170). Diese Schwärme, wie auch die aus Maikäfern (*Melolontha*, *Rhizotrogus* u. a.), finden eigentlich in der Paarungszeit statt, und die Myriaden von Maikäfern, die zu bestimmten Tageszeiten um die Bäume schwärmen, bestehen nur aus Männchen.

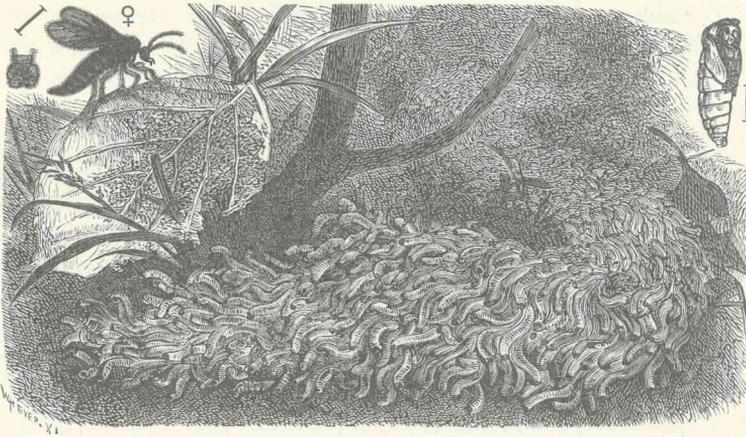
In anderen Fällen sind Vereinigungen von manchmal Myriaden von Individuen mehr oder weniger seltene Erscheinungen im Leben der Art und werden nur durch gewisse zufällig eintreffende abnorme Verhältnisse veranlaßt. So vereinigen sich bei Futtermangel zahlreiche Individuen gewisser Insekten und unternehmen sog. Hungerwanderungen, entweder als Larven oder als Imagines, u. a. die Raupen unseres gewöhnlichen Kohlweißlings (*Pieris brassicae*). Mitunter sind Raupen dieser Art, wie auch z. B. im Jahre 1888 in Ungarn die Raupe von *Ocneria dispar*, in solchen Massen quer über Eisenbahnschienen gewandert, daß sie einen in voller Schnelligkeit dahineilenden Zug zum Stehen brachten infolge der Schmiere, welche ihre zu Tausenden zerquetschten Körper auf den Schienen bildeten, und wodurch die Reibung zwischen diesen und den Rädern fast gänzlich aufgehoben wurde¹⁾. Eine solche Massenwanderung von Weißlingsraupen ist zuletzt im September 1910 in der Gegend von Paris beobachtet worden. Eine ähnliche, aus Raupen von *Pyrameis cardui* bestehend, hat nach Anker im Jahre 1884 in Ungarn stattgefunden.

In Nordamerika werden derartige Hungerwanderungen von den Raupen eines Nachtfalters, *Leuconia extranea*, unternommen, sowie bei uns von denen der Graseule (*Charaetas graminis*), welche, nachdem sie alles Gras vernichtet haben, in einem Zuge von mehreren Hunderten von Metern neue Plätze für ihre Verheerungen aufsuchen. Im August 1910 wurde die Stadt Pittsburg

¹⁾ Denselben Effekt erzeugte eine ungeheure Menge kleiner Poduriden (*Achorutes*) auf einer Eisenbahn in Sachsen.

von einer solchen Menge Raupen des Spinners *Orgyia gonostigma* überfallen, daß sie von den Straßen fortgefegt werden mußten.

Auf ähnliche Art tun sich auch die weißen, schleimigen Mückenlarven zusammen, welche in den meisten Fällen der Art *Sciara militaris* anzugehören scheinen, mitunter auch *Sc. thomae* oder bisweilen *Bibio johannis*. Diese Maden leben in der Erde verstreut, unter der Erdoberfläche, sie kommen hervor, wenn sich die Zeit der Verpuppung naht, und unternehmen lange Wanderzüge, indem sie nebeneinander und hintereinander, mitunter auch in mehreren Schichten übereinander dahinkriechen, so daß der



Figur 84.
Heerwurm.

Zug eine Länge von bis 3 Metern, eine Breite von 5—7 cm und eine Höhe von 4 mm erreichen kann (Fig. 84). Bei feuchtem, trübem Wetter schreitet er mehrere Stunden ununterbrochen vorwärts, während sich die Larven bei hervorbrechendem Sonnenschein wieder in der Erde verbergen. Der Zweck dieser merkwürdigen Zusammenhäufung, die den Namen Heerwurm oder Heerschlange erhalten hat und in den meisten Ländern vom Volke mit abergläubischer Furcht betrachtet wird, ist noch unbekannt, trotz der Aufmerksamkeit, die ihr von Entomologen, wie Bechstein, Nowicki, Beling und Lampa gewidmet worden ist.

Am bekanntesten sind jedoch die Hungerwanderungen gewisser Heuschrecken. Ihre Züge bestehen entweder aus Larven,

die in dichten Kolonnen vorwärts marschieren, oder auch aus völlig ausgebildeten Insekten, die auf ihren Flügeln dahersegeln, vom Winde getrieben, oft in solchen Massen, daß sie die Sonne verdunkeln. Besonders bekannt ist in dieser Hinsicht die sog. Wander- oder Zugheuschrecke (*Pachytylus migratorius*), welche zu verschiedenen Zeiten aus ihrer Heimat in Kleinasien, Syrien und der Tartarei gewaltige Verheerungszüge über einen großen Teil von Europa, mitunter bis nach England und Schottland hin unternommen hat¹⁾, die Saaten in ausgedehnten Gebieten vernichtend, und die in Spanien, Südfrankreich und Italien vorkommende *Caloptenus italicus*, welche in Übereinstimmung mit einer anderen Art, *Stauronotus maroccanus*, in Algier fürchterliche Verwüstungen anrichtet, wenn sie in Schwärmen von Billionen Individuen dahinzieht, in einer Breite von 50 km. Ähnliche Verheerungszüge werden in Deutsch-Ostafrika von *Schistocerca peregrina* und in Südafrika von *Gryllus devastator* unternommen, welche letztere Art mitunter ein Areal von 2000 engl. Quadratmeilen förmlich bedeckt. In Indien sieht man *Acridium succinctum* anfangs kleinere fliegende Schwärme bilden, welche sich schließlich zu solchen von ungeheurer Größe vereinigen. Im Jahre 1903 nahm ein solcher Zug im Oktober seinen Anfang und wurde ununterbrochen fortgesetzt, meist des Nachts, bis Anfang Dezember, wo eine Überwinterung stattfand, bis Ende März 1904, wo der Schwarm sich wieder in Bewegung setzte und bis zu Beginn des Juni weiter zog. In dieser Zeit war ein Areal von 25 000 engl. Quadratmeilen von Heuschrecken überschwemmt worden. Auch Nordamerika ist nicht frei von verheerenden Heuschreckenarten. Die bekannteste unter ihnen ist *Melanoplus spretus*, welche auf dem Felsengebirge zu Hause sind, von dort aus aber ab und zu, besonders in den Jahren 1866 und 1874—1876 in unerhörter Menge Kansas überschwemmten und gegen Ende dieser Periode ihren Verheerungszug nach Osten bis Jowa und Missouri und nach Süden bis Texas ausdehnten, überall vollkommenen Ruin hinter sich lassend. Der von ihnen verursachte Schaden wurde in den Jahren 1874—1876 auf 50 Millionen Dollars berechnet. Die aus Millionen Individuen bestehenden Schwärme erhoben sich hoch in die Luft, wo sie als silberglänzende Wolke der Richtung der Windströme folgten.

¹⁾ Einzelne Individuen sind so weit im Norden gefunden worden wie in Hernösand in Schweden.

Sajó hat hervorgehoben, daß es gleichwohl sicher unrecht wäre, unter allen Umständen den Hunger für die vornehmste treibende Kraft der Wanderzüge der Heuschrecken anzusehen. Wenn z. B. *Pachytylus migratorius* aus der Walachei aufbricht und über nahezu $\frac{2}{3}$ von Europa zum nördlichen Teil desselben dahinzieht, somit Gebiete passiert, die um ein Vielfaches größer sind, als zur Erlangung ausreichender Nahrung erforderlich wäre, so muß hierbei zweifellos ein anderer Impuls tätig sein, als der Hunger allein.

Sajó hat *Stauronotus maroccanus* in unermeßlichen Scharen von Wiesen fortwandern sehen, die ihnen Nahrung vollauf boten, und er hat gefunden, daß diese Heuschrecken sich nur dann zum Fluge erhoben, wenn ihre Scharen einen bestimmten Grad von Dichtigkeit erlangt hatten. Längere Ausdauer besitzt der Flug nur dann, wenn große Massen von Hunderttausenden bis Millionen von Individuen sich vereinigen, und es scheint, als ob das gemeinsame Geräusch, das hierbei verursacht wird, die Nervosität und den Wandertrieb der einzelnen Individuen steigert. Sajó bemerkt, dieses Phänomen schein eine nicht geringe psychologische Ähnlichkeit mit dem Schwärmen der sozialen Bienen zu bieten. Die gegenseitige Einwirkung der Individuen aufeinander scheint ihm unverkennbar. Gleichwohl würden die Insekten bei ihren Wanderungen wahrscheinlich in vielen Fällen von einem bestimmten Ziel geleitet, das ihnen in manchen Fällen vielleicht von ihrem im höchsten Grade entwickelten Geruchssinne angewiesen werde.

An Größe und Ausdehnung vielfach an die der Heuschrecken erinnernd, in bezug auf ihre Ursache aber wohl anderer Art, sind die Züge, welche von einigen Schmetterlingen und Libellen unternommen werden. Daß es keine Hungerwanderungen sind, geht daraus hervor, daß die daran beteiligten Individuen sich durchaus um keine Nahrung kümmern. Sie dürften, wie in vielen Fällen beobachtet worden ist, meistens aus frisch ausgekrochenen Individuen bestehen, welche sich noch nicht gepaart haben, nach vollbrachter Paarung aber sich vom Zuge trennen. Piepers — und ihm schließt sich auch Federley an — ist der Ansicht, diese Züge hätten ihren Ursprung in normalen Erscheinungen, die mit dem Paarungstrieb in Zusammenhang ständen und dem Schwärmen der Ameisen und Bienen oder den Paarungswanderungen gewisser Fische, z. B. des Aales, analog seien. Wenn

infolge günstiger Umstände eine Massenentwicklung der Art stattfindende, erreichten diese Schwärme eine solche Größe, daß sie unsere Aufmerksamkeit erregen, und während des Fluges vergrößerten sie sich dadurch immer mehr, daß sich mehrere Schwärme zusammentun und Individuen aus den Gegenden, über welche der Zug geht, suggeriert würden, mitzufolgen. Dagegen glaubt er nicht, daß der Zweck der Wanderung das Aufsuchen geeigneter Legeplätze sei, wie ebenfalls vermutet worden ist. Der Zug besteht nämlich in den meisten Fällen aus beiden Geschlechtern, aber es fehlt auch nicht an Fällen, wo er nur aus Männchen besteht. Jedoch erscheinen noch gewisse Umstände nicht völlig aufgeklärt, z. B. die oft ganz bestimmte Richtung des Zuges, der in einigen Fällen mit dem Winde geht, in anderen gegen den Wind. Was auch die Ursache dieser Vereinigungen sein mag, jedenfalls kennen die daran teilnehmenden Individuen ihre Zusammengehörigkeit.

Daß Individuen derselben Art unter den Tagschmetterlingen ihre Zusammengehörigkeit kennen, ersieht man schon daraus, daß nicht selten zwei, drei oder vier Individuen derselben Art in der Luft umeinander kreisen, ohne daß dies mit der Paarung in Verbindung stände. Dasselbe wird auch durch eine Beobachtung angedeutet, welche ich wiederholt in Südfinnland gemacht habe. Auf Landstraßen kann man nämlich hier und da schneeweiße Flecke von 10—15 cm im Durchmesser sehen. Nähert man sich denselben, so fliegt plötzlich eine Anzahl, oft zwanzig bis dreißig, großer oder kleiner Kohlweißlinge (*Pieris brassicae* oder *P. rapae*) auf, welche dicht beisammen gesessen hatten, gewöhnlich in der Spur eines Pferdehufes, um Wasser zu saugen. Die Stellen, wo sie gesessen hatten, waren nicht feuchter als mehrere andere in der Nähe und doch waren die Schmetterlinge stets in Gruppen versammelt. Dieser Umstand bildet wahrscheinlich den Ausdruck eines instinktiven Sammlungstriebes, der aus seinem Schlummer erwacht, wenn die Schmetterlinge vom Durst getrieben werden, diesen zu löschen und schon von weitem ihresgleichen damit beschäftigt sehen, wodurch ihre Zahl beständig vermehrt wird.

In Reisebeschreibungen aus Indien liest man, wie verschiedene, prachtvoll gefärbte Schmetterlingsarten sich zum selben Zweck in dichten konzentrischen Ringen niederlassen, welche in der Entfernung wie eine einzige große Blume aussehen. So erzählt Piepers kürzlich, er habe am Ufer eines Baches

auf Celebes zahlreiche Individuen einer weißen Pieride dicht nebeneinandersitzend mehrere konzentrische Ringe bilden sehen, welche von anderen umgeben waren, die von der gelb- und orangefarbenen *Callidryas scylla* angehörigen Individuen gebildet wurden, so daß die Ähnlichkeit mit einer großen Blüte mit weißer Korbscheibe und gelber Kante täuschend war. In diesen Fällen ist es wohl zweifellos deutlich, daß die verschiedenen, sonst stets isolierten Schmetterlingsindividuen, wenn sie sich derart ordnen, ihre Zusammengehörigkeit mit ihresgleichen kennen.

Viele Schmetterlingsarten sind dafür bekannt, daß sie unter gewissen, noch nicht völlig aufgeklärten Verhältnissen sich in Schwärmen von mitunter Millionen von Individuen sammeln und gemeinsam weite Strecken in derselben Richtung fliegen ohne auszuruhen. In letzter Zeit ist es in Europa besonders der große Kohlweißling (*Pieris brassicae*), der in dieser Hinsicht unsere Aufmerksamkeit erweckt hat, aber auch andere Arten derselben Gattung, ferner der Distelfalter (*Pyrameis cardui*), die Nonne (*Lymantria monacha*), die Gamma- oder Ypsiloneule (*Plusia gamma*), der große Frostspanner (*Hybernia defoliaria*), sowie ein anderer Spanner, *Eugonia angularia*. Im Jahre 1907 wurde Wien ganz plötzlich zwei Nächte hintereinander durch eine Masseneinwanderung des Ringelspinners (*Malacosoma neustria*) überschwemmt, welche sich in so dichten Schwärmen um Laternen und Lampen sammelten, daß sie diese verdunkelten, Tische und Bänke in den Kaffeegärten bedeckten, wo sie den Besuchenden ins Gesicht flogen, sie in die Häuser hineintrieben und schließlich auf der Erde eine so dicke Schicht bildeten, daß man auf weichem Sande zu gehen meinte.

Ähnliche Schmetterlingszüge sind auch in anderen Weltteilen beobachtet worden. Broadwell beschreibt einen Zug von mehreren Millionen Individuen eines Spinners, *Ennomos subsignarius*, der am 15. Juli 1908 Neuyork passierte, am 16. Paterson und am 17. Newark. Die Hauswände waren an einigen Stellen so von Schmetterlingen bedeckt, daß man nirgends seine Hand hinlegen konnte, ohne vier oder fünf von ihnen aufzujagen. Auf den ostindischen Inseln werden derartige Züge von der Pieride *Catopsilia crocale* unternommen und, nach Le Cerf, im Sunde von Malakka von *Delias aglaia*. Uzel hat in den Jahren 1901 bis 1902 und 1909—1910 auf Ceylon zahlreiche Beobachtungen über die Züge gemacht, welche vier Tagschmetterlingsarten vom

November bis zum Mai unternehmen. Vielfach wanderten alle diese Arten gleichzeitig in einer, oft aber in mehreren verschiedenen Richtungen dahin. Mitunter wandert eine Art den einen Tag in vollständig entgegengesetzter Richtung zu der des vorhergehenden Tages, mitunter wandern gleichzeitig verschiedene Scharen derselben Art in verschiedenen Richtungen dahin. Am selben Tage scheint jedoch die einmal eingeschlagene Richtung nicht verändert zu werden.

Im Amazonengebiet sah Göldi jährlich Arten der Gattung *Catopsilia* in gewaltigen bandförmigen Zügen längs dem Flußufer dahinfliegen, des Vormittags stromauf-, des Nachmittags stromabwärts.

Eine merkwürdige Periodizität findet sich in den Wanderungen, welche jährlich von zwei amerikanischen Schmetterlingen (*Urania leilus* und *U. marius*) unternommen werden und nicht wenig an die der Zugvögel erinnern. 3—4 Wochen lang ziehen nämlich Massen dieser Schmetterlinge in großen Zügen nach Texas, von wo sie nach vollendetem Eierlegen 5—6 Wochen darauf in ihre Heimat, Mexiko, zurückkehren, stark dezimiert durch zahlreiche Vögel, Libellen u. a. m.

Im östlichen Teil von Nordamerika unternimmt ein bis Kanada verbreiteter Tagschmetterling, *Anosia plexippus*, im Herbst jährliche Wanderungen in südlichere Gegenden bis nach Florida und Westindien. Auf dem Zuge ruhen diese Schmetterlinge oft in den Wipfeln der Bäume, wo ein Teil sich auf die Zweige setzt, während die übrigen sich aneinander festhängen und so große Haufen und Girlanden bilden. Im Frühling kehren einzelne Individuen wieder nach Norden zurück.

Nicht weniger bedeutende Wanderzüge werden von mehreren Libellenarten ausgeführt, in den meisten Fällen von *Libellula quadrimaculata*, selten von *L. depressa*, *L. scotica* oder *Aeschna grandis*. Auch einen *Agrion*-Zug hat man beobachtet. Zu den gewaltigsten gehören wohl die im Jahre 1900 in Belgien beobachteten Libellenzüge, von denen einer auf mehrere hundert Millionen Individuen geschätzt wurde und ein anderer sich über eine Strecke von 170 km Länge und 100 km Breite erstreckt haben soll. Der Zug von *Libellula quadrimaculata*, der am 9. Juni 1900 Antwerpen passierte, wird auf Milliarden Individuen berechnet. An einigen Stellen waren die Straßen von einer so dicken Schicht niedergefallener Libellen bedeckt, daß der Verkehr

dadurch behindert wurde. Nach Altum wurde in Nordfriesland im Jahre 1831 ein Libellenzug beobachtet, der merkwürdigerweise ausschließlich aus Männchen bestanden haben soll und 6 Tage lang vom Morgen bis zum Abend dauerte.

Außer den genannten kennt man nur wenige Insekten, die sich zu ähnlichen Wanderschwärmen vereinigen. Doch hat man schon vor langer Zeit einen derartigen von Schaumzikaden (*Philaenus spumarius*) beobachtet. Simpson hat im September 1846 am Mississippi einen 25 engl. Meilen langen Zug von fliegenden Rückenschwimmern (*Notonecta glauca*) beobachtet und in Europa sind mehrmals die nahe verwandten *Corixa*-Arten in großen Schwärmen aufgetreten. Ein anderer kleiner Halbflügler (*Orthotylus schoberiae*) zeigte sich eines Tages in Wien in großen Massen, die durch die Fenster in die Häuser flogen. Viele Blattläuse schwärmen ebenfalls in ungeheuren Scharen, und man hat ihnen mitunter nicht weniger große Scharen von fliegenden Marienkäfern (*Coccinellae*) folgen sehen, welche bekanntlich gerade von Blattläusen leben und bisweilen Züge bilden, die aus Millionen von Individuen bestehen. Ein solcher Zug war am 6. August 1893 ins Meer verschlagen und in der Äländischen See umgekommen. Auch Züge von Pflanzenwespen (*Tenthredinidae*) sind in den Annalen der Insektenwanderungen verzeichnet, und sowohl in England als im nördlichen Norwegen hat man ungeheure Schwärme eines pflanzenfressenden Käfers (*Galleruca*) aus der Luft herabfallen sehen. Montandon berichtet über ähnliche Sturzregen eines Raubkäfers, *Harpalus calceatus*, der in solcher Menge auf die Straßen Bukarests herabfiel, daß die entsetzten Einwohner in die Häuser flohen. Auf welche Weise alle diese Züge zuerst geordnet, und wie sie geleitet werden, sind gleichwohl Fragen, über welche man noch keine Klarheit gewonnen hat.

Daß somit Individuen normal solitärlebender Arten tatsächlich einander beeinflussen und Erscheinungen veranlassen können, welche an das erste Aufdämmern eines Zusammenlebens erinnern, scheint aus den oben beschriebenen Massenwanderungen verschiedener Insektenarten hervorzugehen. Hier liegt unleugbar ein psychologisches Moment vor, ohne welches sie nicht völlig erklärt werden könnten.

Sechszwanzigstes Kapitel.

Das Aufdämmern der sozialen Instinkte.

Wie aus dem Obenstehenden hervorgeht, kann kein Zweifel darüber bestehen, daß wenigstens viele typisch solitär lebende Insekten ihre Zusammengehörigkeit mit anderen derselben Art kennen. Viele Insekten leben in größerer oder kleinerer Gesellschaft, und von solchen ist der Übergang zu wirklichen Insekten-gemeinschaften unschwer zu begreifen. Derartige Gemeinschaften werden bekanntlich von einigen Wespen und Bienen sowie von den Ameisen und Termiten gebildet.

Was die Entstehung der Ameisengemeinschaften betrifft, so wird diese Frage sehr kompliziert, schon wegen der hochgradigen Differenzierung in verschiedene Kasten, die bei ihnen stattfindet. Dasselbe gilt auch für die Termiten, wozu hier noch das hohe geologische Alter dieser Tiere kommt. Jede für sich bildet eine ganze, von allen andern weit getrennte, Insektenordnung. Unter ihnen finden sich nunmehr keine solitär lebenden Arten. Anders dagegen verhält es sich mit den Wespen und Bienen. Von ihnen leben noch heute mehrere solitäre Arten, und es besteht daher einige Möglichkeit, den Übergang von solchen zu den in wirklichen Gemeinschaften lebenden Arten zu verfolgen.

Die sozialen Faltenwespen stammen wahrscheinlich von der Familie *Eumenidae* naheverwandten solitären Arten her, welche sich ihrerseits aus raubwespenartigen Vorfahren, nach Verhoeffs Vermutung von Trypoxyloniden, entwickelt haben. Die sozialen Bienen sind gleichfalls aus solitären Bienen hervorgegangen, deren am niedrigsten stehende Formen, *Colletidae* und *Sphecodidae*, ebenfalls einen deutlichen Übergang zu den Raubwespen zeigen.

Aus dem Obigen dürfte hervorgehen, von welchem Interesse es sein muß, wenn sich schon bei den Raubwespen Züge nachweisen ließen, welche auf eine Neigung zu sozialem Zusammenschluß deuteten. Und an solchen fehlt es in der Tat nicht.

Viele Raubwespen bauen nicht selten in solcher Menge und so dicht nebeneinander, daß sich sagen läßt, sie bilden wirkliche Kolonien. Aber die Vereinigung ist hier mehr scheinbar als wirklich und beruht vor allem darauf, daß die Lokalitäten für den Bau von Nestern besonders geeignet sind, und daß sich dort alte Nester finden, welche sich leicht wiederherstellen und von

neuem anwenden lassen. Stoßen die nahe nebeneinander bauenden Weibchen zusammen, so ist die Folge gewöhnlich ein mehr oder weniger heftiger Kampf zwischen ihnen. Solche dichten Kolonien von solitären Raubwespen sind bei Arten der Gattungen *Cerceris*, *Philanthus*, *Sphex* und *Bembex* beobachtet worden.

Auch unter solchen Raubwespen, die nicht in der Erde bauen, sondern ihre Zellen frei aufmauern, können derartige Vereinigungen stattfinden, und führen dann zu einem gewissermaßen gemeinsamen Nestbau. So z. B. bei der Gattung *Pelopaeus*, von welcher mehrere Weibchen ihre Zellen dicht aneinander zu einem einzigen Lehmklumpen vereinigt bauen, wobei doch stets jede einzelne ihre eigenen Zellen verproviantiert. G. und E. Peckham haben auch beobachtet, daß drei Weibchen von *Stigmus americanus* in aller Eintracht zusammen am Ausgraben der gemeinsamen Röhre arbeiteten, die zu ihren in einem Baumstumpfe befindlichen Nestern führte.

Daß mitunter ein wirkliches Gefühl der Zusammengehörigkeit diese Quasigemeinschaften beherrscht, ist von diesen Verfassern bezeugt worden. Als sie eine derartige Kolonie von *Bembex spinolae* aufstörten, vereinigten sich die sonst getrennt arbeitenden Individuen und vertrieben sie vom Platze. In kurzer Zeit gewöhnten sich die Tierchen jedoch an ihren Anblick und gestatteten ihnen ihre Beobachtungen anzustellen. Diese Forscher wiesen übrigens einen ersten Ansatz zu wirklichen sozialen Instinkten bei diesen Wespen auf, indem dieselben in Schwärmen arbeiteten, sich alle gleichzeitig auf ihre Jagdzüge begaben, und auch gleichzeitig zurückkehrten. Gleichzeitig gruben auch alle ihre Nester, versahen sie mit Beute und verjagten die Parasiten durch gemeinsame Angriffe unter starkem Gesumm. Im Nu waren alle vom Platze verschwunden, 10—15 Minuten sah man dort nur einige summende Fliegen. Da begannen die Wespen auf einmal zurückzukehren, wie mit einem Zauberschlage hatte sich die Szenerie verändert, und der Platz war wieder voll Leben und Bewegung. Hierauf beschränkt sich jedoch die Gemeinschaft der dicht nebeneinander nistenden *Bembex*-Individuen. Bouvier hebt hervor, daß diese Gemeinschaft sich ausschließlich auf ein gemeinsames Verjagen der Parasiten beschränkt.

Auch einige andere Vereinigungen mehrerer Individuen sind bekannt. So berichten die oben zitierten Verfasser, daß die frisch ausgekrochenen Individuen von *Philanthus punctatus* eine Zeitlang,

mitunter einige Tage, beisammen bleiben, ehe sie das gemeinsame Nest verlassen, das aus einer Hauptröhre mit sich seitlich abzweigenden Zellen besteht. Hier sahen sie einmal drei Brüder und vier Schwestern gemeinsam die Nacht verbringen, um am Vormittage das Nest zu verlassen und dann eines nach dem anderen zwischen $\frac{1}{2}$ 3 und 5 Uhr nachmittags wieder zurückkehren.

Adlerz hat in einigen Nestern der Raubwespengattung *Pseudagenia* gleichzeitig mehrere Weibchen gefunden und meint, daß bei dieser Art vielleicht schon der Beginn einer Gemeinschaftsbildung zu spüren sei. Seine diesbezüglichen Beobachtungen sind jedoch allzu unvollständig, um sichere Schlüsse zu gestatten.

Auch unter anderen Verhältnissen können Vereinigungen solitär lebender Raubwespen stattfinden. Fabre erwähnt, er habe einmal auf dem Gipfel des Mont Ventoux kurz vor dem Ausbruch eines Unwetters eine große Anzahl Individuen der normal allein lebenden Raubwespe *Psammodromus hirsutus* unter einem Stein versammelt gefunden.

Adlerz hat in bezug auf dieselbe Art in Schweden beobachtet, daß, wenn mehrere Individuen sich in nächster Nähe voneinander aufhalten, sie sich im ersten Sommer ihres Lebens, wo sie noch nicht begonnen haben Larvenkammern zu bauen, häufig in irgendeiner natürlichen Höhle versammeln, die sie in Eintracht und Frieden bewohnen, ohne den Neid und die Streitsucht zu zeigen, die in der Jagdzeit des folgenden Jahres so oft gewaltsam zum Ausbruch kommt. Er hat bis 40 Individuen dieselbe Höhle bewohnen sehen, gewissermaßen eine Gemeinschaft sonst allein lebender Wespen bildend, die durch das lebhaftes Ein- und Ausfliegen an eine Faltenwespengemeinschaft erinnerte. Hier wohnen sie noch beieinander, wenn der Frost im Herbst sie in Schlaf versenkt, und verbringen dicht aneinandergeschmiegt den Winter, wobei sie vielleicht durch dieses Zusammenschließen besser die Kälte ertragen. Auch die südafrikanische *Ammophila capensis* übernachtet und überwintert, nach Brauns, in größerer Gesellschaft in Erdhöhlen. Eine andere südafrikanische Raubwespe, *Stizus oxydorcus*, sammelt sich abends in größerer Anzahl auf den Gebüsch der Wassertümpel, und noch eine andere Art, *St. clavicornis*, übernachtet an geschützten Stellen, auf Büschen usw., in gewaltigen Klumpen, oft von der Größe eines Kinder-

kopfs zusammengepackt, an einen Bienenschwarm erinnernd und größtenteils aus wahrscheinlich noch unbefruchteten Weibchen bestehend. Ähnliche Verbindungen noch einiger anderen Raubwespen im Winterschlaf sind von anderen Verfassern beobachtet, und ist mehr als einmal die Ansicht ausgesprochen worden, daß gerade hiermit vielleicht der erste Keim zum sozialen Instinkte gelegt worden ist. Es ist nämlich speziell zu beachten, daß an diesen Vereinigungen nur Individuen einer und derselben Art teilnehmen, ein Umstand, der sehr beträchtlich den Charakter eines reinen Zufalls vermindert.

Bei allen diesen Vereinigungen gilt jedoch wahrscheinlich als allgemeine Regel, daß die einzelnen Individuen sich kaum sozusagen individuell kennen, sondern nur ihre Artzugehörigkeit. Dasselbe können wir ja auch mit großer Wahrscheinlichkeit von den Mitgliedern der wirklichen Insekten-gemeinschaften voraussetzen.

Auch einige solitäre Faltenwespen bieten uns Beispiele von Lebensgewohnheiten, welche eine gewisse Neigung zu einem sozialen Zusammenleben bekunden. Eine für mehrere Weibchen gemeinsame Eingangsröhre zu den unterirdischen Nestkammern hat Brauns bei gewissen südafrikanischen *Ceramius*-Arten beobachtet. Roubaud hat kürzlich nachgewiesen, daß die afrikanische Faltenwespengattung *Synagris* in mehr als einer Hinsicht ein Zwischenglied zwischen den solitären und den sozialen Faltenwespen bildet. Man findet in dieser Gattung eine ganze Reihe von Arten, von solchen beginnend, welche die Larvenkammer vor dem Ausbrüten des Eies mit Nahrung versehen und darauf auf die für die *Eumenes*-Arten typische Weise verschließen, bis zu solchen, welche den sozialen Wespen darin gleichen, daß sie ihre Larven täglich mit neuem Futter versehen. Diese Arten lähmen auch nicht mehr ihre Beute wie die solitären Wespen, sondern zerstückeln sie auf dieselbe Weise wie die sozialen es tun. Um den Übergang vollständig zu machen, ist nur erforderlich, daß mehrere Weibchen sich zu einer Gemeinschaft zusammentun, und eine Neigung hierzu findet sich tatsächlich bei *S. sicheliana* und *S. cornuta*, deren Weibchen ihre Nester sozusagen Wand an Wand bauen, und so einen bandförmigen zusammenhängenden Komplex bilden. Roubaud hält es für mehr als wahrscheinlich, daß die auf diese Weise bauenden Weibchen alle aus demselben ursprünglichen Nest stammen.

Diese Arten stehen also gewissermaßen auf der Schwelle des sozialen Lebens, wenn sie dieselbe auch noch nicht überschritten haben.

Die solitäre Faltenwespe *Eumenes caniculata* schließlich mauert häufig ihr hemisphärisches Nest allein, nicht selten aber beteiligen sich nach Bruch fünf, sechs und noch mehr Individuen an der Arbeit, wobei die einzelnen Nester durch Scheidewände getrennt werden.

Unter den solitären Bienen jedoch finden wir die meisten Anknüpfungspunkte an soziales Leben¹⁾.

Mehrere Arten bauen ihre Nester dicht aneinander und bilden so ausgedehnte Kolonien. Dies ist nach Friese mit mehreren *Halictus*- und *Andrena*-Arten der Fall — von den letzteren findet sich mitunter eine Anzahl von 300—400 Weibchen in einer Kolonie — ferner mit Arten der Gattungen *Panurgus*, *Meliturga* und *Podalirius*; nach anderen Verfassern auch *Trachusa* und *Chalicodoma*. Doch ist zu bemerken, daß die einzelnen Nester nicht miteinander kommunizieren.

Die solitären Bienen sind im allgemeinen wenig streitsüchtig, aber ein zufälliges dichtes Bauen auf demselben Platze scheint ein gewisses Gefühl von Zusammengehörigkeit erwecken zu können, so daß sie, ebenso wie *Bembex* unter den Raubwespen, sich zu einem gemeinsamen Angriff vereinigen, wenn eine von ihnen beunruhigt wird. Friese fand einmal in Ungarn die Lehmwände einer Scheune seiner Berechnung nach von 8 000—10 000 *Podalirius parietinus* (siehe S. 267) angehörigen Nestern durchbohrt und wurde, als er sie mit seinem Netze beunruhigte, von einem gewaltigen Schwarm ernstlich angegriffen, während diese Art nie zum Angriff schreitet, wenn sie mehr isoliert lebt. Alfken hat in der Nähe von Bremen eine ähnliche Erfahrung gemacht. Auch *Andrena ovina*, von welcher sich auf einer Stelle etwa 300 Nester nahe beieinander fanden, überfiel einmal Friese auf dieselbe Art, als er einige Exemplare einzufangen suchte.

¹⁾ Als ein solches kann natürlich nicht die Gesellschaft der Bienenmännchen betrachtet werden, die von den Weibchen verjagt werden und sich an gemeinsamen Schlafplätzen sammeln, in Erdspalten (*Halictinae*), alten Bohrlöchern (*Xylocopa*), oder auf Baumzweigen (*Pasiphaë iheringi*, *Tetrapedia*, *Hemisa tricolor* und andere südamerikanische Bienen). Wie Schrottky ganz richtig bemerkt, können diese Vereinigungen von lauter Männchen auf keine Weise als Beginn einer Staatenbildung betrachtet werden.

Die gewöhnliche Maurerbiene, *Chalicodoma muraria*, baut nicht selten in kleinen Kolonien von 10—20 Individuen, welche jedoch jedes für sich am eigenen Neste arbeiten. Die Haltbarkeit der alten Nester erleichtert die Entstehung derartiger Quasigemeinschaften, indem sie von den Weibchen der neuen Generation in Besitz genommen und dann nur gereinigt und ausgebessert werden. Aber jedes Nest steht doch noch isoliert da. Friese hat jedoch einmal in der Nähe von Innsbruck eine Kolonie dieser Art gefunden, die über 180 Nester enthielt, von denen mehrere so nahe aneinander gebaut waren, daß sie im Äußeren zu einem verschmolzen. Einige südeuropäische Arten derselben Gattung mauern ihre Zellen schon normal auf diese Weise. So z. B. *Chalicodoma rufescens*, die in Kolonien von mitunter mehreren Tausend Bienen ein gemeinsames, ungeheuer großes, rund um einen Baumzweig hängendes Nest aufmauert; die Zellen liegen ohne Ordnung und jede Biene arbeitet für sich an den für ihre Nachkommenschaft bestimmten Zellen. Ebenso verhält sich *Ch. pyrenaica*, die gewöhnlich ihre Nester in alten Scheunen aufhängt.

Etwas Ähnliches findet auch bei einigen unterirdisch lebenden Arten statt. So hat Lepeletier zahlreiche Weibchen einer *Panurgus*-Art durch dieselbe Öffnung eines Ganges aus- und einwandern und im Innern des Nestes ihre Pollenlasten ablegen sehen. Auch Friese macht darauf aufmerksam, daß mehrere Weibchen von *Panurgus* und *Halictus* insofern gemeinsame Sache beim Nestbau machen, als sie die einzelnen Nester durch ein gemeinsames Flugloch zu einer Art Koloniennest vereinigen. Auch Nielsen hat zwei Weibchen von *Eucera longicornis* dieselbe Flugröhre benutzen sehen. v. Buttel-Reepen bemerkt jedoch, daß die verschiedenen Weibchen, wahrscheinlich nach Gewohnheit der solitären Bienen, in der Erde jede ihr eigenes Nest hatten, und daß nur die Flugröhre gemeinsam war. Dergleichen hat Friese ein gemeinsames Flugloch zu den dicht aneinander geklebten Zellen gefunden, die unter einem Stein von drei Weibchen der *Osmia vulpecula* aufgeführt worden waren. Und schließlich hat Smith ein im British Museum aufbewahrtes, aus nicht weniger als 230 Zellen bestehendes Nest von *Osmia parietina* beschrieben, an dessen Aufführung natürlich mehrere Weibchen gearbeitet haben müssen.

Ferner zeugen gewisse Überwinterungserscheinungen auch bei solitären Bienen von einem erwachenden Zusammengehörigkeits-

gefühl. Eine solche Tendenz zu sozialem Zusammenleben äußert sich vielleicht bei den Gattungen *Ceratina* und *Xylocopa*, bei denen Männchen und Weibchen gemeinsam überwintern¹⁾ und sich erst im Frühling paaren, worauf jedoch die Weibchen eine solitäre Lebensweise führen. Diese beiden Gattungen sind hauptsächlich im Süden verbreitet. Von ersteren trifft man im Winter sowohl Männchen als Weibchen, mitunter dreißig an Zahl, in hohlen Stengeln, besonders Brombeerzweigen, welche sie nach Giraud bisweilen für diesen Zweck aushöhlen. Auf dieselbe Weise, nur in geringerer Anzahl, sieht man auch *Xylocopa* überwintern, nicht selten in im Verhältnis zu ihrer Größe erweiterten Röhren der *Anthophora*-Bienen. Verhoeff hat ein unter einem Stein befindliches Winternest von *Halictus morio* beschrieben, in welchem sich vierzehn Weibchen befanden, und dessen Gänge deutlich speziell für eine derartige gemeinsame Überwinterung berechnet waren, und ähnliches ist auch von anderen beobachtet worden. Hier kann offenbar nicht mehr von einer nur zufälligen Verbindung die Rede sein, da eine gemeinsame Arbeit zu einem gemeinsamen Zweck ausgeführt worden war.

Die Weibchen dieser Gattung unterscheiden sich von den meisten solitären Bienen dadurch, daß sie erst nach der Überwinterung ihren Nestbau beginnen, erinnern aber in dieser Hinsicht an die Hummeln, mit denen sie auch darin übereinstimmen, daß sie im Gegensatz zu den eben genannten *Ceratina* und *Xylocopa* sich schon im Herbst paaren, worauf das Zusammenleben mit den Männchen unterbrochen wird, eine Ähnlichkeit, die jedoch nur auf Konvergenz beruhen dürfte. Diese Gattung scheint übrigens den anderen solitären Bienen auf dem Wege zum sozialen Zusammenleben einen großen Schritt voraus zu sein. Während andere Arten derselben noch auf einem ziemlich ursprünglichen Standpunkt verharren, verfertigt *H. quadricinctus*, deren Ökologie speziell von Verhoeff studiert worden ist, ein in vieler Hinsicht bedeutend komplizierteres Nest und weicht auch in ihren Lebensgewohnheiten auf eine bemerkenswerte Art von den bisher erwähnten solitären Bienen ab. Zunächst gräbt das Weibchen in Lehmboden einen 8—10 cm langen senkrechten

¹⁾ Einige südafrikanische *Xylocopa*-Arten, wie nach Brauns *X. carmata*, überwintern jedoch stets geschlechtlich getrennt.

Gang und legt am Boden desselben eine oder mehrere Zellen an. Sind diese fertig und mit einem Nahrungsvorrat und Eiern versehen, so beginnt es rund um dieselben herum eine Höhle auszugraben, die schließlich so groß wird, daß die kuchenartig geordneten, inwendig glatten und glänzenden, von Speichel durchtränkten, und dadurch recht festen Zellen so gut wie frei am Gewölbe hängen, gestützt durch nur ganz dünne Lehm Pfeiler. Durch die Wände des Gewölbes wird jetzt die Anzahl der Zellen begrenzt, die oft bis 24 betragen kann. Der Umfang der Höhle kann von der Größe eines Hühnereies bis zu der eines Menschenkopfes wechseln. Dieses Gewölbe hält Verhoeff für einen wichtigen Schritt in der Entwicklung zu einem sozialen Leben. Nach vollendeter Arbeit stirbt das Weibchen dieser Art nicht, wie gewöhnlich, sondern lebt noch längere Zeit, wobei es sich in der Höhle aufhält und diese vor Feinden bewacht¹⁾, bis die jungen Bienen, eine nach der anderen, ausgebrütet werden. In der Höhle finden sich jetzt beständig mehrere Bienen, die gemeinsam den Schutz des Nestes gegen ungebetene Gäste übernehmen. Die Weibchen dieser Art zeigen nämlich die Neigung, im Nest zurückzubleiben oder nach den Ausflügen wieder dahin zurückzukehren, und schließlich überwintern sie in der Höhle. Die Männchen dagegen beeilen sich, das Nest zu verlassen, sobald sie ausgekrochen sind, wodurch nach Verhoeffs Ansicht eine für die Art schädliche Inzucht vermieden wird.

Nach den Beobachtungen Fabres, die später von anderen bestätigt worden sind, besteht die Generation, welche der überwinternden folgt, bei mehreren *Halictus*-Arten ausschließlich aus Weibchen, und diese bringen ohne vorhergehende Paarung im selben Jahre noch eine dritte Generation hervor, die Herbstgeneration.

Aus einer Verbindung gleich der oben beschriebenen ist vielleicht, wie v. Buttler-Reepen hervorhebt, allmählich die erste wirklich soziale Bienengemeinde entstanden, welche an diejenige erinnert, die gegenwärtig von den Hummeln vertreten wird. Das Bienenweibchen verfertigt eine große Anzahl mehr oder weniger kuchenförmiger Zellen und lebt neben den schon

¹⁾ Verhoeff sagt, das Weibchen sitze brütend über den Zellen, den Bauch der dünneren Rückseite derselben zugekehrt, diese Angabe wird aber von v. Buttler-Reepen bezweifelt.

aus den ersten Zellen ausgekrochenen Bienen in der gewölbten Höhle fort, immerfort mit dem Bau neuer Zellen und ihrer Verproviantierung beschäftigt. Wären nun, wie bei mehreren *Halictus*-Arten, alle Individuen dieser späteren Generation Weibchen, die sich auf rein jungfräulichem Wege fortpflanzten, so ließe sich denken, daß ihre Fütterungs- und Bauinstinkte beim Anblick der angefangenen oder noch leeren Zellen erweckt wurden und daß sie, während sie mit dem Mutterweibchen zusammen das Nest bewachten, zugleich begannen an der Vollendung und Verproviantierung desselben teilzunehmen. Ein solches Zusammenleben hat aber schon die Schwelle zwischen den Lebensgewohnheiten der solitären Wespen und denen der sozialen überschritten.

Tatsächlich deutet eine von Aurivillius in Siebenbürgen gemachte Beobachtung, die eine *Halictus*-Art (wahrscheinlich *H. longulus*) betrifft, darauf hin, daß es in dieser Gattung Arten gibt, die die Brücke zwischen den solitären und sozialen Bienen schon überschritten haben. Er fand nämlich eine ganze Kolonie von Erdhöhlen dieser Biene. In der Mündung einer jeden saß ein Weibchen, welches das Loch mit seinem Kopfe oder seinem Körper verschloß. Aber zu diesen Löchern sah er andere mit Pollen belastete Weibchen fliegen, denen die Wächterinnen bei ihrer Ankunft sogleich Platz machten. Die Anzahl solcher Weibchen, denen freier Zutritt zu den Röhren gestattet wurde, berechnete er für jede Röhre auf 10—20. Fremde Bienen oder andere Insekten dagegen wurden von den Wächterinnen augenblicklich verjagt. Nach dieser Beobachtung scheint also die oben geschilderte hypothetische Übergangsgemeinschaft tatsächlich zu bestehen. Leider unternahm Aurivillius keine genaueren Untersuchungen, so daß wir nicht wissen, ob die Erdlöcher hier nur in einen für mehrere Nester gemeinsamen Flugkanal führten oder zu einem wirklich gemeinsamen Neste. Immerhin ist die von ihm beobachtete Bewachung von großem Interesse. Vertrieben die wachthabende Biene, so wurde ihr Platz sogleich von einer anderen eingenommen. Eine ähnliche Bewachung ist auch von Fertton an der Mündung der Röhre beobachtet worden, die zu einer Erdhöhle führte, in welcher mehrere Weibchen von *H. malachurus* nisteten. Eine derartige ausgeprägte Gemeinsamkeit der Interessen scheint, wie gesagt, schon in das Gebiet des sozialen Zusammenlebens zu fallen.

Der Übergang von solitären zu sozialen Arten wird uns durch solche Beispiele begreiflich. Wann diese letzteren entstanden, ist uns gleichwohl unbekannt. Die Anwesenheit sozialer Hymenopteren läßt sich mit Sicherheit erst in der Tertiärzeit nachweisen. Aber schon im Jura fanden sich namentlich Ameisen in großen Massen. Apiden traten erst im Oligocen und Miocen auf. Termiten kamen schon in der Steinkohlenperiode vor.

Wenn günstige lokale Verhältnisse, wie oben angenommen wurde, die Entwicklung sozialer Lebensgewohnheiten aus solitären gefördert haben sollten, so müßte andererseits, wie v. Buttel-Reepen bemerkt, unter Umständen, welche in klimatologischer und ökonomischer Hinsicht die Entwicklung des sozialen Lebens erschweren, ein Übergang von den letzteren zu den ersteren stattfinden; und tatsächlich hat Sparre-Schneider im nördlichsten Norwegen die Beobachtung gemacht, daß in diesen arktischen Gegenden gewisse Hummeln zur solitären Lebensweise zurückkehren. So hat er hier in zwanzig Jahren nie eine Arbeiterin von *Bombus kirbyellus* und äußerst wenige von *B. hyperboreus* angetroffen. Desgleichen hat Schultz in Pará ein *Euglossa cordata* angehöriges Nest gefunden, welches in dem aus Harz aufgeführten Mantel nur drei, ebenfalls aus Harz gebaute Zellen einschloß und von einem einzigen Weibchen besucht wurde, während frühere Beobachtungen auf ein soziales Leben dieser Art schließen lassen. Vielleicht hat die Hitze der Tropen dasselbe Resultat gezeitigt wie die Kälte der arktischen Region.

Der wesentlichste Unterschied zwischen wirklich sozialen Gemeinschaften und solchen Vereinigungen eigentlich solitärer Arten, wie wir sie oben geschildert haben, besteht jedoch in der Differenzierung der Arten in verschiedene Kasten, eine Differenzierung, die in verschiedenen Ordnungen wahrscheinlich auf verschiedenartige Weise entstanden ist. Die Entwicklungsverhältnisse sind wahrscheinlich bei Termiten, Ameisen und Bienen phylogenetisch verschieden gewesen. Eine notwendige Voraussetzung jedoch ist, daß das Weibchen oder die Mutter so lange lebt, mitunter mehrere Jahre, daß sie mit ihrer völlig ausgebildeten Nachkommenschaft zusammentrifft. Die Kasten, welche dann entstanden sind, bestehen aus Geschlechtsindividuen, deren Aufgabe bei vielen Arten schließlich wurde, frei von aller Arbeit, ausschließlich die Art fortzupflanzen und andererseits entweder aus Weibchen oder aus Männchen und Weibchen (bei

den Termiten), welche nicht mehr in den Dienst des sexuellen Lebens treten, und deren Generationsorgane allmählich verkümmerten, indem sie die Pflege der Gemeinschaft übernahmen (sog. Arbeiter wurden) oder eine weitere Kaste bildeten, die sich in einigen Fällen speziell der Verteidigung derselben widmete (sog. Soldaten). Diese Kasten können noch in verschiedene Unterkasten zerfallen, und sowohl zwischen diesen als zwischen den eigentlichen Geschlechtsweibchen und den erwähnten Differenzierungen lassen sich noch jetzt deutliche Übergänge nachweisen.

Je nach der Lebensdauer der Mutter unterscheidet man zwischen permanenten sozialen Gemeinschaften und annuären. Die ersteren dauern mehrere Jahre fort, die letzteren werden jährlich im Herbst, beim Tode des Mutterweibchens aufgelöst und bestehen somit nur in der warmen Jahreszeit. In den ersteren kann entweder nur ein Geschlechtsweibchen anwesend sein (monogame oder richtiger monogyne), oder es finden sich gleichzeitig mehrere (polygame oder polygyne). Die annuären sind, wenigstens während des größeren Teils ihres Bestehens, monogyn.

Was speziell die primitiven Faltenwespen- und Bienengemeinschaften betrifft, von welchen oben die Rede war, so gehen v. Ihering und v. Buttler-Reepen darin auseinander, daß ersterer sie für polygyn hält, letzterer für monogyn. Mir scheint die Vermutung des ersteren richtig. R. v. Ihering hat nämlich mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß man beim Forschen nach den Grundformen der sozialen Wespengemeinschaften nicht von den Erscheinungen ausgehen darf, welche uns in den palä- und nearktischen Regionen mit ihren gegenwärtigen ungünstigen klimatologischen Verhältnissen begegnen, sondern von den typischen Bedingungen in den tropischen und subtropischen Regionen, welchen wohl in der Tertiärzeit auch jene arktischen Regionen entsprochen haben dürften, und er hebt hervor, daß z. B. in den Nestern der tropischen *Polybia*- und *Bombus*-Arten sich das ganze Jahr hindurch zahlreiche geschlechtsreife und befruchtete Weibchen neben den noch zahlreicheren Arbeiterinnen finden. Diese Gemeinschaften wären somit permanent und polygyn. Erst durch den Eintritt ungünstiger klimatischer Verhältnisse, d. h. in der holarktischen Region beim Einbruch der Eiszeit, wären die monogynen Hummel- und Faltenwespengemeinschaften entstanden. In den Tropen würden durch Aussendung von Schwärmen neue

Kolonien gegründet, wenn die Anzahl der Weibchen und Arbeiterinnen zu groß werde. Wenn aber in der holarktischen Region der Zeitpunkt zur Aussendung eines solchen Schwarmes eintrete, so nahe gleichzeitig der Winter, der hier für das Leben des jungen Schwarmes verhängnisvoll würde, und die Weibchen müßten sich daher durch Überwinterung retten, um dann im folgenden Frühling eine neue Gemeinschaft zu gründen, die bis zum Spätsommer dieses eine Weibchen enthalte und die ganze Zeit im biologischen Sinne monogyn verbleibe. Es ist daher wahrscheinlich, daß die sozialen Wespen- und Bienengemeinschaften ursprünglich polygyn waren. Hierdurch schließen sie sich auch auf natürliche Weise an die an Gemeinschaften erinnernden Vereinigungen solitärer Hautflügler an, die dann und wann angetroffen werden (siehe oben), und welche selbstverständlich polygyn sind. Ein Umstand, der ebenfalls für die von v. Ihering vertretene Auffassung zu sprechen scheint, ist noch, daß sich von unserer, jetzt meistens monogynen Honigbiene, *Apis mellifica*, eine in Egypten lebende Varietät findet, die noch normal polygyn ist.

Speziell charakteristisch für die solitären Insektenarten ist, daß sie, auch wenn sie scheinbar Vereinigungen bilden, mit Ausnahme der Blattläuse, gleichwohl nicht mit ihrer Nachkommenschaft zusammen leben. Nur in vereinzelt Fällen füttert oder pflegt die Mutter diese so lange, bis sie völlig ausgebildet ist. Gewisse Blatthornkäfer, z. B. der Gattung *Copris*, pflegen sorgfältig die Mistbirne, in welcher ihre Larven ihre Metamorphose vollenden, bis die jungen Käfer auskriechen (siehe S. 226). Einige wenige Raubwespen (siehe S. 304 u. 309) füttern ihre Larven, bis sie sich verpuppen, und unter den Bienen gelangt *Halictus quadricinctus*, wie kürzlich erwähnt, so weit, daß die Mutter hier, wie bei den erwähnten Käfern und den sozialen Wespen und Bienen, so lange lebt und ihr Nest bewacht, daß sie ihre Jungen auskriechen sieht. Aber in keinem dieser Fälle tritt das Muttertier weiter in ein näheres Verhältnis zu den völlig ausgebildeten Individuen der nächsten Generation, und in keinem derselben sind die für die sozialen Gemeinschaften so wichtigen Kasten entstanden.

Die Differenzierung in Geschlechtstiere und Arbeiter sowie mitunter auch noch in sog. Soldaten, mit der daraus folgenden Verschiedenheit der Lebensaufgaben, eine solche auch für die

menschliche Gesellschaft so bedeutungsvolle Arbeitsteilung, vielleicht auch in gewissem Grade der Umstand, daß jüngere und ältere Individuen einer Gemeinschaft angehören, und daß der Nachahmungstrieb der ersteren sich die schon erworbenen Erfahrungen der letzteren zu eigen macht, haben Anlaß zu einer Menge merkwürdiger Erscheinungen gegeben, welche die sozialen Insekten auszeichnen. Speziell die Organisation ihres Gehirns, besonders bei der sog. Arbeiterkaste, erhebt sie in nicht geringem Grade über die solitär lebenden Insekten, und ihre Lebensgewohnheiten er bieten auch ein größeres Interesse. Über diese werden wir in einem besonderen Buche reden: „Die Lebensgewohnheiten und Instinkte der sozialen Insekten.“

Literaturverzeichnis.

Dieses Literaturverzeichnis erhebt, so lang es auch erscheinen mag, doch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es enthält hauptsächlich die Titel der bei Ausarbeitung dieser Buchserie benutzten Abhandlungen und Aufsätze, welche in den letzten 20 Jahren erschienen sind und die Lebensgewohnheiten und das psychische Leben der Insekten berühren. Von älteren Arbeiten haben nur die wichtigsten Aufnahme gefunden. In bezug auf manche Verfasser, welche in zusammenfassenden Arbeiten ohne Quellenangaben erwähnt werden, muß ich auf diese verweisen.

- Adler, H., Les Cynipides, I. La génération alternante. Trad. par J. Lichtenstein. — Montpellier, 1881.
- Adlerz, G., Myrmekologiska studier. I. — Öfv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., XLI, 1884, Nr. 8, p. 43. — II, Bih. K. Sv. Vet. Akad. Förh., XI, 1886, Nr. 18. — III, *ibid.*, XXI (4), Nr. 4, 1896. — IV, Öfv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., LIX, 1902, Nr. 8, p. 263.
- Myrmekologiska notiser. — Ent. Tidskr., VIII, 1887, p. 41.
- Stridulationsorgan och ljudförmimmelser hos myror. — Öfv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., 1895, Nr. 10, p. 769.
- Myrmekologiska notiser. — Ent. Tidskr., XVII, 1896, p. 129.
- Biologiska meddelanden om rovtsteklar. — Ent. Tidskr., XXI, 1900, p. 161.
- *Ceropales maculata* Fabr., en parasitisk Pompilid. — Bih. K. Sv. Vet. Akad. Handl., XXVIII (4), Nr. 14, 1902.
- Iakttagelser över *Hoplomerus reniformis*. — Ent. Tidskr., XXIII, 1902, p. 241.
- Levnadsförhållanden och instinkter inom familjerna Pompilidae och Sphegidae. — I, K. Sv. Vet. Akad. Handl., XXXVII, Nr. 5, 1903. — II, *ibid.*, XLII, Nr. 1, 1906. — III, *ibid.*, XLV, Nr. 12, 1910. — IV, *ibid.*, XLVII, Nr. 10, 1912.
- Utvecklingen av ett *Polistes*-samhälle. — Ent. Tidskr., XXV, 1904, p. 97.
- Om cellbyggnad och tjuvbin hos *Trachusa serratulæ* Panz. — Ent. Tidskr., XXV, 1904, p. 121.
- Den parasitiska metoden hos *Chrysis viridula* L. — Arkiv f. Zool., II, Nr. 8, 1905.
- *Methoca ichneumonides* Latr., dess levnadsätt och utvecklingsstadier. — Arkiv f. Zool., III, Nr. 4, 1906.
- Iakttagelser över solitära getingar. — Arkiv f. Zool., III, Nr. 17, 1906.

- Adlerz, G., Nya iakttagelser öfver *Ammophila (Miscus) campestris*. — Ent. Tidskr., XXX, 1909, p. 163.
- Orienteringsförmågan hos steklar. — Sundsvall, 1909.
- Stekellarver som ytterparasiter på fritt kringströvande spindlar. — Ent. Tidskr., XXXI, 1910, p. 97.
- *Tiphia femorata* Fabr., dess levnadssätt och utvecklingsstadier. — Arkiv f. Zool., VII, Nr. 21, 1911.
- *Cetonia aurata* och *Trichius fasciatus* i myrbon. — Ent. Tidskr., XXXII, 1911, p. 43.
- Aigner-Abafi, L. v., Blattläuse vertilgende Raupen. — Rovartani Lapok, IV, 1897, p. 137.
- *Thalpochara communimacula* Hb. — Rovartani Lapok, IV, 1897, p. 137.
- Lepidopterenwanderungen in Ungarn. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 102.
- Über Mimikry. — Allg. Zeitschr. f. Ent. VII, 1902, p. 368.
- Alcott, W. P., Battles of the black Ants. — Bull. Essex Inst., XXIX, 1899, p. 64.
- Aldrich, J. M., & Turley, L. A., A Balloon-making Fly. — Amer. Natur. XXXIII, 1899, p. 809.
- Alfken, J. D., Über das Leben von *Cerceris arenaria* und *rybiensis*. — Ent. Nachricht., XXV, 1899, p. 106.
- Über Leben und Entwicklung von *Eucera difficilis*. — Ent. Nachricht., XXVI, 1900, p. 157.
- Allard, H. A., Some experimental observations concerning the behaviour of various bees in their visits to cotton blossoms. — Amer. Natur., XLV, 1911, p. 607.
- Alten, H. v., Zur Phylogenie des Hymenoptereengehirns. — Jen. Zeitschr. f. Naturwiss., XLVI, 1910, p. 511.
- André, Ed., Species des Hyménoptères. — Beaune, 1881.
- André, Ern., Les Fourmis. — Paris, 1885.
- Un nouvel exemple d'intelligence chez les Fourmis. — Feuille. jeun. Nat., XXIV, 1894, p. 190.
- Andreae, Eugen, Inwiefern werden die Insekten durch Farbe und Duft der Blumen angezogen. — Beiheft Bot. Centralbl., XV, 1903, p. 427.
- Anker, L., Migration d'une chenille. — Rovartani Lapok, I, 1884, p. XXX, 247.
- Anonym, Danses nuptiales des insectes. — Biologica, II, 1912, Nr. 13, p. 26.
- Armit, W. E., Agricultural Ants. — Nature, XIX, 1878, p. 643.
- Ashmead, W. H., The habits of the aculeate Hymenoptera. — Psyche, VII, 1894.
- Assmuth, J., Einige Notizen über *Prenolepis longicornis*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., III, 1907, p. 301.
- Atkinson, G. F., Singular Adaption in Nest-making by an Ant, *Cremastogaster lineolata* Say. — Amer. Natur. XXI, 1887, p. 770.
- Aurivillius, Chr., Bidrag till kännedomen om våra solitära getingars levnadssätt. — Bih., K. Sv. Vet. Akad. Handl., XII, 4, Nr. 5, 1886.

- Aurivillius, Chr., Ytterligare om lycaenidernas larver och myrorna. — Ent. Tidskr., VIII, 1887, p. 63.
- Bidrag till kännedomen om våra solitära getingars levnadssätt. — Öv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., XLV, 1888, p. 605.
- Om insekternas synförmåga. — Ent. Tidskr., X, 1889, p. 284.
- Leddjurens synförmåga. — Ent. Tidskr., XIII, 1892, p. 171.
- Über Zwischenformen zwischen sozialen und solitären Bienen. — Zool. Stud. Festschr. f. Lilljeborg, Uppsala, 1896.
- Guldsteklar, Tubulifera. — Ent. Tidskr., XXXII, 1911, p. 1.
- Bach, M., Über Ameisen und ihre Gäste. — Stett. Ent. Zeit., XII, 1851, p. 303.
- Kann man Insekten auch abrichten und zähmen. — Natur u. Offenbarung, V, 1859, p. 505.
- Bachmetjew, P., Eine Episode aus dem Leben der Ameisen. Soc. Ent., XI, 1896, p. 25.
- Über die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien. — Zeitschr. wiss. Zool., LXVI, 1899, p. 521.
- Die Abhängigkeit des kritischen Punktes bei Insekten von deren Abkühlungsgeschwindigkeit. — Zeitschr. wiss. Zool., LXVII, 1900, p. 259.
- Ballerstedt, M., Zurückziehung einer Ameisenkolonie durch den Mutterstaat. — Nat. Wochenschr., XIX, 1904, p. 824.
- Banks, N., Cases of phoresi. — The Ent. News, XXII, 1911, p. 194.
- Barwick, T., Über wilde afrikanische Seide. — Bull. Imp. Instit., VIII, Nr. 2. Ref. in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 52.
- Bates, H. W., The Naturalist on the River Amazon. — London, 1892.
- Baumann, E., Chemische Untersuchung von Bruchstücken eines von Herrn Reuleaux aus Australien mitgebrachten Ameisen- oder Termitennestes. — Sitzungsber. K. Akad. Wiss., Berlin, 1882, p. 419.
- Bechstein, Der Heerwurm, sein Erscheinen, seine Naturgeschichte und seine Poesie. — Nürnberg, 1851.
- Beer, Th., Bethe, A., Uexkull, J. v., Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems. — Biol. Centralbl., XIX, 1899, p. 517.
- Beling, T., Der Heerwurm, Heerwurmmücke u. Thomas-Trauermücke. — Halle, 1883.
- Belt, The Naturalist in Nicaragua. Ed. 2. — London, 1888.
- Beneden, P. van, Die Schmarotzer des Tierreichs. — Leipzig, 1876.
- Bengtsson, S., Studier och iakttagelser över humlor. — Arkiv f. Zool. I, 1903, p. 197.
- Bergman, A., Om Oestriderna och deras ekonomiska betydelse. — Ent. Tidskr., XX, 1899, p. 133.
- Bergsoe, V., Fra Mark og Skov. — Köpenhamn, 1878—1881.
- Bethe, A., Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben. — Arch. f. ges. Physiol., LXX, 1898, p. 15.
- Noch einmal über die psychischen Qualitäten der Ameisen. — Arch. f. ges. Physiol., LXXIX, 1900, p. 39.

- Bethe, A., Die Heimkehrfähigkeit der Ameisen und Bienen. — Biol. Centralbl., XXII, 1902, p. 193.
 — Siehe Beer, Th.
- Biedenkapp, G., Die Baukunst des Hülswurms. — Über Land und Meer, 1907, Nr. 52, p. 1276.
- Bignell, G. C., *Myrmica ruginodis* making war on its own species. — Ent. Monthl. Mag., (2) III, 1892, p. 135.
 — *Formica rufa* strengthening its nest by taking workers from others nests. — Ent. Monthl. Mag., (2) V, 1894, p. 267.
- Biro, L., Der Asilus und sein Reiter. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 42.
- Blochmann, F., Über die Gründung neuer Nester bei *Camponotus ligniperdus* Latr. und anderen einheimischen Ameisen. — Zeitschr. wiss. Zool., XLI, 1885, p. 719.
 — Über die regelmäßigen Wanderungen der Blattläuse, speziell über den Generationszyklus von *Chermes abietis* L. — Biol. Centralbl., IX, 1889, p. 271.
- Bloecker, H., Kleinere Mitteilungen. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 63.
- Blüml, E. K., Über die Lebensfähigkeit der Insekten. — Ill. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 654.
- Boas, J. E. W., Über einen Fall von Brutpflege bei einem Bockkäfer. — Zool. Jahrb. Syst. Geogr. Biol., XIII, 1900, p. 247.
- Börner, C., Systematik und Biologie der Chermiden. — Zool. Anzeig., XXXII, 1907, p. 413.
 — Über Chermesiden. — Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 600.
 — Über Chermesiden. III. Zur Theorie der Biologie der Chermiden. Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 647.
 — Eine monographische Studie über die Chermiden. — Arb. a. d. K. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtschaft., VI, 1908, H. 2, p. 81.
 — Zur Biologie der Reblaus. — Mitt. a. d. K. Anst. f. Land- u. Forstwirtschaft., VI, 1908, H. 6.
 — Über Chermesiden. V. Die Zucht des Reblauswintereies in Deutschland. — Zool. Anzeig., XXXIV, 1909, p. 13.
 — Zur Biologie und Systematik der Chermesiden. — Biol. Centralbl., XXIX, 1909, p. 118.
- Böving, A. G., Om Paussiderna och Larven till Paussus Kannegieteri Wasm. — Vidensk. Medd. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1907, p. 109.
- Boheman, C. H., Utvecklingen av en biart (*Trachusa serratulae*). — Öv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., 1852, p. 187.
- Bohls, J., Die Mundwerkzeuge der Physopoden. — Inaug.-Diss. Göttingen, 1891, p. 35. Not.
- Bohn, G., Die Entstehung des Denkvermögens. — Leipzig, 1910.
 — Die neue Tierpsychologie. — Leipzig, 1912.
- Bolivar, J., Observations sur la Phyllomorpha laciniata Villers. — Feuille Jeun. Nat., (3) XXIV, 1894, Nr. 279, p. 43.
- Bongardt, J., Beiträge zur Kenntnis der Leuchtorgane einheimischer Lampyriden. — Zeitschr. wiss. Zool., LXXV, 1903, p. 1.

- Bonnier, G., L'accoutumance des abeilles et la couleur des fleurs. — C. R. Acad. Scienc. Paris, CXLI, 1905, p. 988.
- Sur la division du travail chez les abeilles. — C. R. Acad. Scienc. Paris, CXLIII, 1906, p. 941.
- Les Abeilles n'exécutent-elles que des mouvements réflexes? — Année Psychologique, XII, 1906, p. 25.
- Sur quelques exemples d'un raisonnement collectif chez les Abeilles. — C. R. Acad. Science Paris, CXLV, 1907, p. 1380.
- Bordage, E., Phénomènes d'autotomie observés chez les nymphes de *Monandroptera inuncans* Serv. et de *Rhaphiderus scabrosus* Serv. — C. R. Acad. Scienc. Paris, CXXIV, 1897, p. 210.
- Borre, de, Kröten lebendig von Fliegen verzehrt. — C. R. Soc. Ent. Belg., 1876.
- Borries, H., Bidrag til Danske Insekters Biologie. — Ent. Meddel., I, 1887—1888, p. 199.
- Om Hvepselarver som Elektroparasiter paa frit omstrefjende Edderkopper. Ent. Meddel., II, 1889—1890, p. 151.
- *Mutilla erythrocephala* Fabr. som parasit hos Crabro (*Solenius rubicola* D. & P. — Ent. Tidskr., XIII, 1892, p. 247.
- Bidrag til danske Gravehvepses Biologi. — Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1897, p. 1.
- Om Redebygningen hos *Ancistrocerus oviventris* Wesm. — Vidensk. Meddel. naturh. Foren., Kjöbenhavn, 1897, p. 160.
- Bos, H., Mieren en bladluizen. — Tijdschr. voor Ent., XXXI, 1888, p. 235.
- Een nest van *Lasius fuliginosus* Latr. — Tijdschr. voor Ent., XXXVI, 1893, p. 230.
- Bothe, H., Aus dem Leben der Ameisen. — Neudamm, 1901.
- Bourgeois, J., Un cas de mimétisme défensif. — Mitt. Schweiz. ent. Ges., XI, 1909, p. 395.
- Bouwman, B. E., Über die Lebensweise von *Methoca ichneumonides* Latr. — Tijdschr. voor Ent., LII, 1909, p. 284.
- Bouvier, E. L., Les Habitudes des Bembex. (Monographie biologique). — Extr. l'Année Psychologique, 1900. Paris 1901.
- Sur la nidification d'une colonie d'abeilles à l'air libre. — Bull. Soc. Philom., (9), VII, p. 186.
- Sur les fourmis moissonneuses (*Messor barbara*) des environs de Royan. — 1. Congr. Int. d'Ent. Bruxelles, II, Mém. 1911, p. 237.
- Brandes, G., Der Intellect der Ameisen. — Zeitschr. Naturwiss., LXXI, 1898, p. 238.
- Über Duftapparate bei Käfern. — Zeitschr. Naturwiss., LXXII, 1899, p. 209.
- Brandicourt, V., Pucerons et fourmis. — La Nature, XXX, 1902, p. 202.
- Brauer, F., Beschreibung der Verwandlungsgeschichte der *Mantispa styriaca* Poda und Betrachtungen über die sogenannte Hypermetamorphose Fabres. — Verh. zool. bot. Ges., Wien, XIX, 1869, p. 832.
- Die Zweiflügler des Kaiserlichen Museums zu Wien, III. — Denkschr. K. Akad. Wiss., XLVII, 1883, p. 1.

- Brauer, F., Nachträge zur Monographie der Oestriden. — Wien. Ent. Zeit., V, 1886, p. 289, *ibid.*, VI, 1887, p. 217.
- Brauns, H., Ein neuer Dorylidengast des Mimikry-Typus. — Wien. Ent. Zeit., XVII, 1898, p. 224.
- Über die Lebensweise von Dorylus und Aenictus. — Zeitschr. Syst. Hym. Dipt., I, 1901, p. 14.
- Biologisches über südafrikanische Hymenopteren. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VI, 1910, p. 384. — *Ibid.* VII, 1911, p. 16.
- Biologie südafrikanischer Apiden. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 116.
- Breddin, G., Nachahmungserscheinungen bei Rhynchoten. — Zeitschr. Naturwiss., LXIX, 1896, p. 17.
- Breitenbach, W., Über *Halictus quadricinctus* Fabr. und *Sphecodes gibbus* L. — Ent. Zeit. Stettin, XXXIX, 1878, p. 241.
- Bresslau, E., Über die Versuche zur Geschlechtsbestimmung der Honigbiene. — Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 727.
- Brèthes, F. J., Notes biologiques sur trois Hyménoptères de Buenos-Ayres. — Rev. Mus. la Plata, 1901.
- Sur quelques nids des vespides. — Ann. mus. nat. Buenos-Ayres, VIII, 1903, p. 413.
- Brinkmann, A., Über die Ameisengäste (Myrmekophilen). — Verh. Ges. Naturf. u. Ärzte, Leipzig, LXIII, 1890, p. 154.
- Broadwell, W. H., A July Blizzard. — Can. Ent., XL, 1908, p. 327.
- Brockhausen, H., Erstaunliche Leistung einer Biene. — 38. Jahresber. Westf. Prov. Ver. Wiss. u. Kunst, 1909—1910, p. 26.
- Die rote Waldameise als Wespenmörderin. — 38. Jahresber. Westf. Prov. Ver. Wiss. u. Kunst, 1909—1910, p. 26.
- Brown, H., Une nouvelle invasion de chenilles. — Bull. Soc. Ent. France, 1910, p. 278.
- Bruch, Carlos, Le nid de *Eumenes caniculata* (Oliv.) Sauss. (Guêpe solitaire) et observations sur deux de ses parasites. — Rev. mus. la Plata, XI, p. 223.
- Brun, R., Zur Biologie und Psychologie von *Formica rufa* und anderen Ameisen. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 524.
- Zur Psychologie der künstlichen Allianzkolonien bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXXII, 1912, p. 308.
- Über die Ursachen der künstlichen Allianzen bei den Ameisen, ein Problem der vergleichenden Psychologie. — III. Int. Kongr. med. Psychologie u. Psychotherapie, Zürich, 1912. — Ref. in Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 334.
- Zur Biologie von *Formica rufa* und *Camponotus herculeanus* n. sp. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 15.
- Brunn, M. v., Parthenogenese bei Phasmiden. — Beih. Jahrb. Hamburg. Wiss. Anst., XV, 1898, p. 1.
- Bryan, G. H., Harvesting Ants. — Nature, LX, 1890, p. 174.
- Buchner, P., Über Belastungsteile und Anpassung bei Larvengehäusen von Trichopteren. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 374.
- Über den Wert des Spiralbaues bei einigen Trichopteren-Larven. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 358.

- Büchner, L., Aus dem Geistesleben der Thiere. — Berlin, 1876.
- Buckingham, Edith, N., Division of labor among ants. — Proc. Amer. Acad. Arts a. Sciences, XLVI, Nr. 18, 1911, p. 425. — Ref. von Viehmeyer in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 169.
- Buckley, S. B., The Cutting Ant of Texas (*Oecodoma Mexicana* Sm.). — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1860, p. 233. — Ann. Mag. Nat. Hist. (3) VI, 1860, p. 386.
- Bugnion, E., La fourmi rouge de Ceylon (*Oecophylla smaragdina*). — Arch. Scienc. Phys. Nat. (4) XXVIII, 1909.
- Le termite noir de Ceylon (Observations nouvelles). — Bull. Soc. Waud. Sc. nat., XLVII, 1911, p. 417.
- Bugnion, E., Popoff, N., Ferrière, C., Über Termes Ceylonicus Wasm. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 86.
- Bulman, G. W., On the supposed selective action of Bees and Flowers. The Zoologist, XIV, 1890, p. 424.
- The constancy of the Bee. — The Zoologist, juni, 1902.
- Butler, A. G., A few words respecting Insects and their Natural Enemies. — Trans. Ent. Soc. London, 1910, p. 151.
- Buttel-Reepen, H. v., Sind die Bienen Reflexmaschinen? — Leipzig, 1900.
- Sind die Bienen Reflexmaschinen? Experimentelle Beiträge zur Biologie der Honigbiene. — Biol. Centralbl., XX, 1900, p. 97.
- Die Parthenogenesis bei der Honigbiene. — Natur und Schule, I, 1902, p. 230.
- Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates. — Leipzig, 1903.
- Die phylogenetische Entstehung des Bienenstaates sowie Mitteilungen zur Biologie der solitären und sozialen Apiden. — Biol. Centralbl., XXIII, 1903, p. 4.
- Aus dem Leben der Honigbiene. — Allg. Zeitschr. Ent., VIII, 1903, p. 45.
- Über den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse von den geschlechtbestimmenden Ursachen bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), ein Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Präformation. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1904, p. 48.
- Soziologisches und Biologisches vom Ameisen- und Bienenstaat. Wie entsteht eine Ameisenkolonie? — Arch. Rass. Ges. Biol., II, 1905, p. 1.
- Biologische und soziologische Momente aus den Insektenstaaten. — C. R. VI. Congr. int. Zool., Genève, 1905, p. 462.
- Beiträge zur Systematik, Biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), ihrer Varietäten und der übrigen *Apis*-Arten. — Apistica, 1906, p. 121.
- Psychologische und biologische Beobachtungen an Ameisen, Bienen und Wespen. — Naturwiss. Wochenschr., XXII, 1907, p. 465.
- Zur Psychobiologie der Hummeln. — Biol. Centralbl., XXVII, 1907, p. 579.
- Zur Fortpflanzungsgeschichte der Honigbiene. — Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 280.

- Buttel-Reepen, H. v., Atavistische Erscheinungen im Bienenstaat (*Apis mellifica* L.). — 1. Congr. Int. d'Ent., Bruxelles, II, Mém., 1911, p. 113.
- Buysson, R. du, Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie. Les Chrysidides.
- La Chrysis shanghaiensis Sm. — Ann. Soc. Ent. France, LXVII, 1898, p. 80.
- Nidification de quelques Mégachiles. — Ann. Soc. Ent. France, LXXI, 1902, p. 751.
- Monographie des Guêpes ou Vespa. — Ann. Soc. Ent. France, LXXII, 1903, p. 260, *ibid.*, LXXIV, 1905, p. 485.
- Monographie des Vespides du genre Nectarinia. — Ann. Soc. Ent. France, LXXIV, 1905, p. 537.
- Monographie des genres Apoica et Synoeca (Vespides). — Ann. Soc. Ent. France, LXXV, 1906, p. 333.
- Cameron, P., A monograph of the British Phytophagous Hymenoptera. — London, Roy. Society, I, 1882.
- Carpenter, G. H., Some recent Researches on the Habits of Ants, Bees and Wasps. — Nat. Scienc., III, 1893, p. 267.
- Further notes upon the habits of insects. — Nat. Scienc., IV, 1894, p. 365.
- Caudell, A. N., An Orthopteron leaf-roller. — Proc. Ent. Soc. Washington, VI, Nr. 1, 1904.
- Cholodkovsky, N., Zur Biologie der Lärchen-Chermes-Arten. — Zool. Anzeig., XIX, 1896, p. 37.
- Zur Kenntnis der auf Fichte (*Picea excelsa* Lk.) lebenden Lachnus-Arten. — Zool. Anzeig., XIX, 1896, p. 145.
- Über die auf Nadelhölzern vorkommenden Pemphigiden. — Zool. Anzeig., XIX, 1896, p. 257.
- Ein interessanter Ameiseninstinkt. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 363.
- Über den Lebenscyklus der Chermes-Arten und die damit verbundenen allgemeinen Fragen. — Biol. Centralbl., XX, 1900, p. 265.
- Claparède, E., siehe Edinger und Claparède.
- Cobelli, R., Entomologische Mitteilungen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., IX, 1904, p. 11.
- Cockerell, T. D. A., Case-making Coleopterous Larvae. — Ent. Monthl. Mag. (2) II, 1891, p. 190.
- The use of Ants to Aphids and Coccidae. — Nature, XLIV, 1226, 1891, p. 608.
- Comstock, J. H., Relations to Ants and Aphids. — Amer. Natur., XXI, 1886, p. 382.
- Cornetz, W., Das Problem der Rückkehr zum Nest der forschenden Ameise. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VII, 1911, p. 181.
- La conservation de l'orientation chez la fourmi. — Rev. Suisse. Zool., XIX, 1911, p. 153.
- Observations à faire à propos des trajets de la fourmi. — Feuille. jaun. Natur., XLI, 1911, p. 176.

- Couper, W., Remarks on the Tent-building Ants. — Proc. Ent. Soc. Phil., 1863, p. 373.
- Coupin, H., Les plantes myrmécophiles. — La Nature, XXVII, 1898, p. 70.
- Le Monde des Fourmis. — Paris, 1904.
- Cowan, T. W., The Honey Bee: Its natural History, anatomy and physiology. — London, 1904.
- Crawley, W. C., siehe Donisthorpe, H. St. J.
- Cuénot, L., Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Sauterelles. — C. R. Acad. Scienc., Paris, CXXII, 1896, p. 328.
- Cussac, E., Moeurs et métamorphoses du *Spercheus emarginatus* et de l'*Helochares lividus*. — Ann. Soc. Ent. France, X, 1852, p. 617.
- Czwalina, Dr., Neues aus dem Leben der Ameisen. — Schrift. Phys. ökon. Ges., Königsberg, XVII, 1877, p. 27.
- Dahl, F., Das Leben der Ameisen im Bismarck-Archipel, nach eigenen Beobachtungen vergleichend dargestellt. — Mitt. Zool. Mus. Berlin, II, 1901, p. 1.
- Was ist ein Instinkt? — Zool. Anzeig., XXXII, 1907, p. 4.
- Die Definition des Begriffs „Instinkt“. — Zool. Anzeig., XXXII, 1907, p. 468.
- Noch einmal über den Instinkt. — Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 120.
- Dahlgren, O., Förpuppling af *Cossus cossus*. — Ent. Tidskr., XXXII, 1911, p. 79.
- Dahm, O. E. L., Några iakttagelser rörande getingar. — Ent. Tidskr., II, 1881, p. 97.
- Dalla Torre, K. W. v., Interessante Nestanlagen von *Odynerus parietum* (L.) und *Anthidium oblongatum* Latr. — Wien. Ent. Zeit., XXI, 1902, p. 21.
- Dampf, A., Diskussion über die Lebensweise der Copeognathen. — Schrift. phys. ökon. Ges. Königsberg, LI, 1910, p. 338.
- Referat von v. Alten: Zur Phylogenie des Hymenopteregehirns. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 49.
- Dankler, M., Die Ameisen. — Die Natur, XLVII, 1898, p. 259.
- *Dytiscus marginalis* L. (Col.). — Ill. Zeitschr. f. Ent., V, 1900, p. 350.
- Darwin, Ch., On the Origin of Species by means of natural selection. — London 1861.
- Instinct. Perception in Ants. — Nature, VII, 1873, p. 443.
- The habits of Ants. — Nature, VIII, 1873, p. 244.
- D. E., Einige Erscheinungen aus dem Leben der Insekten. — Rovartani Lapok, IX, 1902, p. 97.
- Decaux, F., Recherches sur les moeurs de la courtillière (*Gryllotalpa vulgaris*). — Ann. Soc. Ent. France, LXII, 1903, p. 341.
- Deegener, P., Lebensweise und Organisation. Eine Einführung in die Biologie der wirbellosen Tiere. — Leipzig—Berlin, 1912.
- De Geer, Ch., Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. — Stockholm, 1752—1778.

- Delpino, F., Sui rapporti delle Formiche colle Tettigometri e sulla genealogia degli Afidi e dei Coccidi. — Bull. Soc. Ent. Ital., 1872, p. 343.
- Demoll, R., Die Königin von Apis mell., ein Atavismus. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 271.
- Denso, P., Über Mimikry. — Soc. Lepidopt., Genève, I, 1905, p. 38.
- Desneux, J., Termites du Sahara algerien. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLVI, 1902, p. 436.
- De Stefani, T., Sulla nidificazione e biologia della *Sphex paludosus* Rossi. — Natur. Sicil., N. S. Anno I, 1896, p. 131.
- Dickel, F., Meine Ansicht über die Freiburger Untersuchungsergebnisse von Bieneneiern. Nebst Entgegnung von Aug. Weismann. — Anat. Anzeig., XIX, 1901, p. 104.
- Tatsachen entscheiden, nicht Ansichten. — Anat. Anzeig., XIX, 1901, p. 110.
- Die Ursachen der geschlechtlichen Differenzierung im Bienenstaat. — Arch. f. Physiologie, XCV, 1903, p. 66.
- Zur Frage nach der Geschlechtsbestimmung der Honigbiene. — Zool. Anzeig., XXXIII, 1908, p. 222.
- Über Petrunkevitch's Untersuchungsergebnisse von Bieneneiern. — Zool. Anzeig., XXXV, 1909, p. 20.
- Über die Entwicklungsweise der Honigbienen. — Zool. Anzeig., XXXV, 1909, p. 39.
- Über das Geschlecht der Bienenlarven. — Zool. Anzeig., XXXVI, 1910, p. 189.
- Dickel, O., Literatur-Referate über die Biologie der Insekten. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 224.
- Dodd, F. P., Notes on Maternal Instinct in Rhynchota. — Trans. Ent. Soc. London, 1904, p. 483.
- Doflein, Fr., Beobachtungen an den Weberameisen. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 497.
- Die Pilzkultur der Termiten. — Verh. deutsch. zool. Ges., 1905, p. 140.
- Über Schutzanpassung durch Ähnlichkeit (Schutzfärbung und Mimikry). Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 243.
- Dohrn, C. A., Zur Lebensweise der Paussiden. — Stett. Ent. Zeit., XXXVII, 1876, p. 333.
- Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. — Stett. Ent. Zeit., LII, 1891, p. 304.
- Dominique, J., Note orthoptérologique. La parthénogénèse chez le *Bacillus gallicus*. — Bull. Soc. Scienc. Nat. Ouest, Nantes, VI, 1896, p. 67.
- Doncaster, L., Recent work on the determination of sex. — Smithson. Rep. 1910 (1911), p. 473.
- Donisthorpe, H. St. J., The life-history of *Clythra quadri-punctata*, L. — Trans. Ent. Soc. London, 1902, p. 11.
- On the origin and ancestral form of myrmecophilous Coleoptera. — Trans. Ent. Soc. London, 1909, p. 397.
- On the Colonisation of New Nests of Ants by Myrmecophilous Coleoptera. — Trans. Ent. Soc. London, 1909, p. 413.

- Donisthorpe, H. St. J., On the founding of nests by Ants, and a few notes on Myrmecophiles. — Ent. Record, XXII, Nr. 4, 1909.
- Further Observations on Temporary Social Parasitismus and Slavery in Ants. — Trans. Ent. Soc. London, 1911, p. 175.
- Fourmis et leurs hôtes. — 1. Congr. Int. d'Ent., II, Mém., Bruxelles, 1911, p. 199.
- Donisthorpe, H. St. J., and Crawley, W. C., Experiments on the formation of colonies by *Lasius fuliginosus* ♀♀. — Trans. Ent. Soc. London, 1911, p. 664.
- Doria, G., Nächtliche mellophage Hymenopteren. — Ent. Nachricht., XII, 1886, p. 111. — Nature, London, 1886, Nr. 852.
- Dowes, Annie, Von der Lebensfähigkeit von *Acherontia Atropus*. — The Entomologist, N:o 216. — Ent. Nachricht., VII, 1881, p. 156.
- Drory, E., Quelques Observations sur la Mélipone. (*Melipona Scutellaris*). — Bordeaux, 1872.
- Note sur quelques espèces de Mélipones d'Amérique de Sud. — C. R. Séances Soc. Linn. Bordeaux, XXIX, 1873, p. XXXI.
- Ducke, A., Die Bienengattung *Osmia*. Monographie. — Innsbruck, 1900.
- Biologische Notizen über einige südamerikanische Hymenoptera. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VIII, 1903, p. 368.
- Nouvelles contributions à la connaissance des vespides sociaux de l'Amérique du sud. — Rév. d'Ent., XXIV, 1905, p. 1.
- Biologische Notizen über einige südamerikanische Hymenoptera. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 175.
- Biologische Notizen über einige südamerikanische Hymenoptera. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 17.
- Révision des Guêpes sociales polygames d'Amérique. — Ann. hist.-nat. Mus. Nat. Hung., II, 1911, p. 449.
- Dudich, A., Sur la biologie des Mégachiles. — Rovartani Lapok, I, 1884, p. 241, p. XXIX.
- Dufour, H., siehe Forel, A.
- Edinger, L., und Claparède, E., Über Tierpsychologie. Zwei Vorträge. Die Beziehungen der vergleichenden Anatomie zur vergleichenden Psychologie. Neue Aufgaben von Edinger. Die Methoden der Tierpsychologischen Beobachtungen und Versuche von Claparède. — Leipzig, 1909.
- Edwards, H., Notes on the Honey-making Ant of Texas and New Mexico. — Amer. Natur., VII, 1873, p. 722.
- Notes on the Honey-making Ant of Texas and New Mexico, *Myrmecocystus Mexicanus* of Westwood. — Proc. Calif. Acad. Scienc., V, 1873, p. 72.
- Edwards, W. H., Notes on *Lycaena pseudargiolus* and its larval history. — Can. Ent., X, 1878, p. 1.
- On the larvae of *Lycaena pseudargiolus* and attendant Ants. — Can. Ent., X, 1878, p. 131.
- E. K., Betrunkene Hummeln. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 351.

- Eltringham, H., An account of some experiments on the Edibility of certain Lepidopterous Larvae. — Trans. Ent. Soc. London, 1909, p. 471.
- Emery, C., Untersuchungen über *Luciola italica*. — 1884.
- Über myrmekophile Insekten. — Biol. Centralbl., IX., 1889, p. 23.
- Zur Biologie der Ameisen. — Biol. Centralbl., XI, 1891, p. 165.
- Älteres über Ameisen in Dornen afrikanischer Akazien. — Zool. Anzeig., XV, 1892, p. 237.
- Intelligenz und Instinkt der Tiere. — Biol. Centralbl., XIII, 1893, p. 151.
- Zirpende und springende Ameisen. — Biol. Centralbl., XIII, 1893, p. 189.
- Über Entstehung des Soziallebens bei Hymenopteren. — Biol. Centralbl., XIV, 1894, p. 21.
- Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XIV, 1894, p. 53.
- Neuere Untersuchungen über das Leben der Wespen. — Biol. Centralbl., XVII, 1897, p. 267.
- Le végétarisme chez les Fourmis. — Rev. Scient., (4) XIII, 1900, p. 228.
- Zur Kenntnis des Polymorphismus der Ameisen. — Zool. Jahrb. Suppl., VII, 1904, p. 587.
- Sur l'origine des fourmilières. — C. R. 6^{me} Congr. Int. Zool., Genève, 1905.
- Remarques sur les observations de M. de Lannoy, touchant l'existence de *L[asius] mixtus* dans les fourmilières de *L. fuliginosus*. — Ann. Soc. Ent. Belg., LII, 1908, p. 182.
- Über den Ursprung der dulotischen, parasitischen und myrmekophilen Ameisen. — Biol. Centralbl., XXIX, 1909, p. 352.
- Il polimorfismo e la fondazione delle società negli insetti sociali. — Scientia, Riv. di Scienza, Vol. VII, Anno 4, 1910, p. 336.
- Einiges über die Ernährung der Ameisenlarven und die Entwicklung des temporären Parasitismus bei *Formica*. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 4.
- Beobachtungen und Versuche an *Polyergus rufescens*. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 625. — Ref. in Ent. Mitt., I, 1912, p. 95.
- Enderlein, G., *Archipsocus textor* nov. spec. eine Gespinste anfertigende Copeognathe aus Ostafrika. — Zool. Anzeig., XXXVII, 1911, p. 142.
- Über die Gespinste von *Archipsocus recens* Enderl., 1903, mit biologischen Beobachtungen von Edward Jacobson. — Notes from the Leyden Museum, XXXIV, 1912, p. 157.
- Enslin, E., Fleischfressende Blattwespen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 197.
- *Gargara genistae* und *Formica cinerea*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VII, 1911, p. 19.
- Ernst, Chr., Einige Beobachtungen an künstlichen Ameisennestern, I. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 47. II, *ibid.*, XXVI, 1906, p. 210.

- Ernst, Chr., Neue Beobachtungen an Ameisen. — Biol. Centralbl., XXXII, 1912, p. 146.
- Errera et Gevaert, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs. — Bull. Soc. royale Bot. Belg., XVII, 1878, p. 108.
- Escherich, K., Aus dem Leben der Pillendreher. — Die Natur, 1895, p. 445.
- Zur Kenntnis der Myrmekophilen Kleinasiens. — Wien. Ent. Zeit., XVI, 1897, p. 229.
- Künstliches Nest mit Myrmecocystus megalocola und dem Ameisengast Thorictus foreli. — Verh. deutsch. Zool. Ges., VIII, 1898, p. 172.
- Zur Biologie von Thorictus Foreli. — Zool. Anzeig., XXI, 1898, p. 483.
- Zur Anatomie und Biologie von Pausus turcicus — zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Myrmekophilen. — Zool. Jahrb., Syst. Geogr. Biol., XII, 1898, p. 27.
- Ameisen-Psychologie. — Beil. Allg. Zeit., München, Nr. 100, 1899.
- Zur Naturgeschichte von Pausus favieri Fairm. — Verh. zool. bot. Ges. Wien, XLIX, 1899, p. 278.
- Über myrmekophile Arthropoden, mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. — Zool. Centralbl., VI, 1899, p. 1.
- Über Myrmekophilen. — Verh. Naturwiss. Ver. Karlsruhe, XIII, 1900, p. 103.
- Über Ameisengäste und Ameisenstaat. — Verh. Naturwiss. Ver. Karlsruhe, XIII, 1900, p. 137.
- Biologische Studien über algerische Myrmekophilen, zugleich mit allgemeinen Bemerkungen über die Entwicklung und Bedeutung der Symphilie. — Biol. Centralbl., XXII, 1902, p. 638.
- Zur Biologie der nordafrikanischen Myrmecocystus-Arten (Formiciden). — Allg. Zeitschr. f. Ent., VII, 1902, p. 353.
- Über die Gäste der Ameisen. — Mitt. Philom. Ges. Elsass. Lothr., 1902, p. 461.
- Über die Biologie der Ameisen, I. — Zool. Centralbl., X, 1903, p. 209. II, *ibid.*, XIII, 1906, p. 405.
- Literaturreferate über Ameisen und Ameisengäste. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 33.
- Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. — Braunschweig, 1906.
- Neue Beobachtungen über Pausus in Erythrea. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., III, 1907, p. 1.
- Eine Ferienreise nach Erythrea. — Leipzig, 1908.
- Die Termiten oder weissen Ameisen. — Leipzig, 1909.
- Ameisen und Pflanzen. — Tharandt. forstl. Jahrb., LX, 1909.
- Die myrmekologische Literatur von 1906 bis Juni 1909. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 285, *ibid.*, VI, 1910, p. 25.
- Termitenschaden. Ein Beitrag zur kolonialen Forstentomologie. — Tharandt. forstl. Jahrb., LXI, 1910, p. 168.
- Zwei Beiträge zum Kapitel Ameisen und Pflanzen. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 44.
- Termitenleben auf Ceylon. Neue Studien zur Soziologie der Tiere, zugleich ein Kapitel kolonialer Forstentomologie. — Jena, 1911.

- Espinas, A., Die tierischen Gesellschaften. Eine vergleichend-psychologische Untersuchung. — Deutsch von W. Schlosser. — Braunschweig, 1879.
- Ettlinger, M., Sammelbericht. — Zeitschr. f. Psychologie, XLIX, 1908, p. 145.
- Exner, S., Die Frage von der Funktionsweise der Facettaugen. — Biol. Centralbl., I, 1881, p. 272.
- Eysell, A., Das Schlüpfen der Stechmücke. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 69.
- Fabre, J. H., Notes sur quelques points de l'histoire des *Cerceris*, des *Bembex* etc. — Ann. Sc. nat. zool., 4 ser., VI, 1856, p. 183.
- Etude sur les moeurs et la parthénogénèse des *Halictes*. — Ann. Sc. nat. Zool. 6 ser. IX, 1879—1880, p. 1. — Extr. Compt. Rend., LXXXIX, 1879, p. 1079.
- Souvenirs entomologiques. — I—X, Paris, 1879.
- Bilder aus der Insektenwelt. — I, 1908; II, 1911, Stuttgart.
- La vie des Insectes. — Paris, 1911.
- Ur insekternas värld. — Stockholm, 1911.
- Fallou, J., Note sur un nid de fourmi. — Ann. Soc. Ent. France, LX, 1891, p. 4.
- Federley, H., Einige Libellulidenwanderungen über die zoologische Station bei Tvärminne. — Acta Soc. F. et Fl. Fenn., XXXI, Nr. 7, 1908.
- Über die Färbung einiger Lepidopterenkokons und ihre Ähnlichkeit mit der Umgebung. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXVI, 1910, p. 91.
- Ferrière, C., siehe Bugnion, E.
- Ferton, Ch., L'évolution de l'instinct chez les hyménoptères. — Rev. scient., XLIV, Nr. 16, 1890, Paris.
- Recherches sur les moeurs de quelques espèces algériennes d'Hyménoptères du genre *Osmia*. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLIV, 1890, p. 201.
- Notes pour servir à l'histoire de l'instinct des Pompilides. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLIV, 1890, p. 281.
- Un hyménoptère ravisseur de fourmis. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLIV, 1890, p. 341.
- Sur les moeurs de quelques Hyménoptères de la Provence du genre *Osmia* Panz. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLV, 1891—1892, p. 231.
- Seconde note sur les moeurs de quelques Hyménoptères principalement du genre *Osmia* Panz. de la Provence. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLVII, 1894, p. 203.
- Sur les moeurs du *Dolichurus haemorrhous* Costa. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLVII, 1894, p. 215.
- Observations sur l'instinct de quelques hyménoptères du genre *Odynerus* Latr. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLVIII, 1895, p. 219.
- Nouvelles observations sur l'instinct des Hyménoptères gastrilérides de la Provence. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLVIII, 1895, p. 241.
- Nouveaux hyménoptères fouisseurs et observations sur l'instinct de quelques espèces. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, XLVIII, 1895, p. 261.

- Ferton, Ch., Nouvelles observations sur l'instinct des Hyménoptères gastrilégides de France et de Corse. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, LII, 1897, p. 37.
- Nouvelles observations sur l'instinct des Pompilides. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, LII, 1897, p. 101.
- Remarques sur les moeurs de quelques espèces de *Prosopis* Fabr. — Bull. Soc. Ent. France, 1897, p. 58.
- Sur les moeurs des *Sphecodes* Latr. et des *Halictus* Latr. (Hymen.). — Bull. Soc. Ent. France, 1898, p. 75.
- Sur les moeurs du *Chrysis dichroa* Dbm. — Bull. Soc. Ent. France, 1899, p. 70.
- Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs avec la description de quelques espèces. — I. Ann. Soc. Ent. France, LXX, 1901, p. 83; II, *ibid.*, LXXI, 1902, p. 499; III, *ibid.*, LXXIV, 1905, p. 58; IV, *ibid.*, LXXVII, 1908, p. 535; V, *ibid.*, LXXVIII, 1909, p. 401; VI, *ibid.*, LXXIX, 1910, p. 145; VII, *ibid.*, LXXX, 1911, p. 351.
- Hyménoptères nouveaux d'Algérie et observations sur l'instinct d'une espèce. — Bull. Soc. Ent. France, 1912, p. 186.
- Ficke, H., Wanderungen der Gattung *Pieris*. — Ent. Zeitschr., X, 1884, p. 373.
- Fiebrig, K., Eine Wespen zerstörende Ameise aus Paraguay, *Eciton vagans* Oliver. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., III, 197, p. 83.
- Skizzen aus dem Leben einer *Melipone* aus Paraguay. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., III, 1907, p. 374.
- Eine Schaum bildende Käferlarve *Pachyschelus spec.* (Bupr. Sap.). Die Ausscheidung von Kautschuk aus der Nahrung und dessen Verwertung zu Schutzzwecken (auch bei *Rhynchoten*). — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1898, p. 333.
- *Cecropia peltata* und ihr Verhältnis zu *Azteca Alfari*, zu *Atta sexdens* und anderen Insekten; mit einer Notiz über Ameisendornen bei *Acacia cavenia*. Ein kritischer Beitrag zur Ameisenpflanzen-Hypothese. — Biol. Centralbl., XXIX, 1909, p. 1.
- Fiedler, A. jun., Über den Nestbau von *Vespa media*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 147.
- Fielde, A. M., Notes on an ant. — Proc. Acad. Nat. Scienc., Philadelphia, LIV, 1902, p. 599.
- Artificial mixed Nests of Ants. — Biol. Bull., V, 1903, p. 320.
- A cause of feud between ants of the same species living in different communities. — Biol. Bull., V, 1903, p. 326.
- Supplementary Notes on an Ant. — Proc. Acad. Nat. Scienc., Philadelphia, LV, 1903, p. 491.
- Experiments with Ants induced to Swim. — Proc. Acad. Nat. Scienc., Philadelphia, LV, 1903, p. 617.
- Observations on Ants in their relation to temperature and to submergence. — Biol. Bull., VII, 1904, p. 170.
- Power of Recognition among Ants. — Biol. Bull., VII, 1904, p. 227.
- Tenacity of life in Ants. — Biol. Bull., VII, 1904, p. 300.
- Three odd incidents in Ant-life. — Proc. Acad. Nat. Scienc., Philadelphia, LVI, 1904, p. 639.

- Fielde, A. M., The sense of Smell in Ants. — The Independent., XVII, 1905, p. 375. — Ann. N. Y. Acad. Scienc., XVI, 1905, p. 394.
- Observations on the Progeny of Virgin Ants. — Biol. Bull., IX, 1905, p. 355.
- Temperature as a Factor in the Development of Ants. — Biol. Bull., X, 1905, p. 361.
- The Communal Life of Ants. — Nature-Study Review, I, 1905, p. 239.
- Tenacity of Life in Ants. — Scient. Amer. XCIII, 1905, p. 363.
- Suggested Explanations of certain Phenomena in the Lives of Ants; with a Method of Tracing Ants to their respective Communities. — Biol. Bull., XIII, 1907, p. 134.
- Fielde, A. M., and Parker, G. H., The Reactions of ants to material vibrations. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, LVI, 1904, p. 642.
- Flach, C., Biologische Kleinigkeiten. — Stett. Ent. Zeit., XLVIII, 1887, p. 257.
- Biologische Plaudereien, II. — Wien. Ent. Zeit., XXVII, 1908, p. 127.
- Bionomische Notizen, II. — Wien. Ent. Zeit., XXVII, 1908, p. 130.
- Flügel, O., Das Seelenleben der Tiere. — Langensalza, 1897.
- Zur Psychologie und Entwicklungsgeschichte der Ameisen. — Zeitschr. Exact. Philos., XX, 1, p. 66.
- Forbes, E. L., Relations of Ants and Aphids. — Amer. Natur., XXI, 1888, p. 579.
- Forel, A., Observation sur les moeurs du *Solenopsis fugax*. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., III, 1869, p. 105.
- Notices myrmécologiques sur le *Polyergus rufescens*. — Descr. du *Cremastogaster sordidula* ♂. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., III, 1869, p. 306.
- Les Fourmis de la Suisse. — Nouv. Mem. Soc. Helv. Scienc. Nat., Zürich, XXVI, 1874, p. 118.
- Etudes myrmécologiques en 1875, avec remarques sur un point de l'anatomie des Coccides. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., XIV, 1875, p. 33.
- Beitrag zur Kenntniss der Sinnesempfindungen der Insekten. I. — Mitt. Münch. Ent. Ver., 1878.
- Über das Nest von *Cremastogaster*. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., VII, 1884, p. 3.
- Etudes myrmécologiques en 1884 avec une description des organes sensoriels des antennes. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., XX, 1885, p. 316.
- Les Fourmis perçoivent-elles l'ultraviolet avec leur yeux ou avec leur peau? — Phys. et Nat. Genève, 1886, p. 16.
- Expériences et remarques critiques sur les sensations des insectes. — Rec. Zool. Suisse, II, IV, 1886—1888, p. 1.
- Appendices à mon mémoire sur les sensations des insectes. — Rec. Zool. Suisse, IV, 1888, p. 516.
- Über neue Beobachtungen, die Lebensweise der Ameisengäste und gewisser Ameisen betreffend. — Humboldt, IX, 1890, p. 190.

- Forel, A., Eine myrmekologische Ferienreise nach Tunesien und Algier. — Humboldt, IX, 1890, p. 296.
- Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. — München, 1891.
- Die Nester der Ameisen. — Neujahrsbl. Ges. Zürich, 1892, p. 1. — Ann. Rep. Smith. Inst., 1894, p. 479. — Intern. Journ. Micr. Nat. Scienc., XVI, 1897, p. 347.
- Observations nouvelles sur la biologie de quelques Fourmis. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., (3) XXIX, 1893, p. 51.
- Les Formicides de la province d'Oran. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., (3) XXX, 1894, p. 1.
- Über den Polymorphismus und Ergatomorphismus der Ameisen. Verh. Ges. Deutsch. Naturf., LXVI, 1894, p. 142. — Arch. Scienc. Phys. Nat., XXXII, 1896.
- Une nouvelle fourmi melligère. — Ann. Soc. Ent. Belg., XXXIX, 1895, p. 429.
- Ants Nests. — Ann. Rep. Smiths. Instit., 1896, p. 479.
- Zur Fauna und Lebensweise der Ameisen im kolumbischen Urwald. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., IX, 1896, p. 401.
- Un aperçu de Psychologie comparée. — Ann. psych., II, 1896, p. 18.
- Communication verbale sur les moeurs des Fourmis de l'Amérique tropicale. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLI, 1897, p. 329.
- La parabiose chez les Fourmis. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., (4) XXXIV, 1898, p. 380.
- Gehirn und Seele. — Vortrag, Bonn, 1899.
- Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes. I—V. — Riv. Scienc. Biol., Como, II—III, 1900—1901.
- Ebauche sur les moeurs des fourmis de l'Amérique du Nord. — Riv. Scienc. Biol., Como, II, 1900, p. 180.
- Über nordamerikanische Ameisen. — Verh. deutsch. Naturf. u. Ärzte, II, 1900, p. 239.
- Strongylognathus Huberi et voisins. Fourmilière triple etc. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., X, 1900, p. 267.
- Critiques des expériences faites dès 1887 avec quelques nouvelles expériences. — Riv. Biol. Gen., Como, III, 1901.
- Sketch of the Habits of North American Ants. I—II. — Psyche, X, 1901, p. 231.
- Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen und einiger anderen Insekten, mit einem Anhang über die Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes bei jenen Tieren. — Vorträge, gehalten am 13. August auf dem V. Int. Zool.-Kongreß zu Berlin. München, 1901.
- Fourmis termitophages, Lestobiose, Atta tardigrada, sous-genres d'Euponera. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLV, 1901, p. 389.
- Die Eigentümlichkeiten des Geruchssinnes bei den Insekten. — Verh. V. Int. Zool.-Kongreß Berlin, 1901, p. 806.
- Quatre notices myrmécologiques. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLVI, 1902, p. 170.
- The Social Life of Ants. — Transl. by Prof. F. C. Sumichrast. — Intern. Monthly, 1902, p. 563.

- Forel, A., Beispiele phylogenetischer Wirkungen und Rückwirkungen bei den Instinkten und dem Körperbau der Ameisen als Belege für die Evolutionslehre und die psychophysiologische Identitätslehre. — Journ. Phys. u. Neurol., I, 1902, p. 99.
- Die Sitten und Nester einiger Ameisen der Sahara bei Tugurt und Biskra, beobachtet von Dr. August Diehl. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., X, 1903, p. 453.
- Nochmals Herr Dr. Bethe und die Insektenpsychologie. — Biol. Centralbl., XXIII, 1903, p. 1.
- The Psychical Faculties of Ants and some other Insects. — Ann. Rep. Smiths. Institut. (1903), 1904, p. 587.
- Miscellanea myrmécologiques. — Rev. Suisse Zool., XII, 1904, p. 1.
- In und mit Pflanzen lebende Ameisen aus dem Amazonasgebiet und aus Peru, gesammelt von Herrn E. Ule. — Zool. Jahrb. Syst., XX, 1904, p. 677.
- Über Polymorphismus und Variation bei den Ameisen. — Zool. Jahrb. Suppl., VII, 1904, p. 571.
- Sklaverei, Symbiose und Schmarotzertum bei Ameisen. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., XI, 1905, p. 85.
- Einige biologische Beobachtungen des Herrn Prof. Dr. E. Göldi an brasilianischen Ameisen. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 170.
- Einige neue biologische Beobachtungen an Ameisen. — C. R. Séanc. 6^{me} Congr. int. Zool., Genève, 1905, p. 449.
- Moeurs des Fourmis parasites des genres *Wheeleria* et *Bothriomyrmex*. — Rev. Suisse Zool., XIV, 1906, p. 51.
- Lettre à la Société Entomologique de Belgique. — Ann. Soc. Ent. Belg., LII, 1908, p. 180.
- Konflikt zwischen zwei Raubameisenarten. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 445.
- Das Sinnesleben der Insekten. — München, 1910.
- Une colonie polycalique de *Formica sanguinea* sans esclaves. — 1^{er} Congr. Int. d'Ent., II, Mém. Bruxelles, 1911, p. 101.
- Forel, A., et Dufour, H., Über die Empfindlichkeit der Ameisen für Ultraviolett und Röntgensche Strahlen. — Zool. Jahrb. Syst., XVII, 1902, p. 335.
- Formánek, R., Zur näheren Kenntnis der Gattung *Brachysomus*. — Wien. Ent. Zeit., XXIV, 1905, p. 169.
- Fowler, W. W., Coccids in Ants Nests. — Ent. Monthl. Mag., (2) IV, 1893, p. 17.
- Friederichs, K., Aphodius-Arten als Fäulnisbewohner. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 326.
- Beobachtungen über *Phosphuga atrata* L., ihre Nahrung und die einiger anderen Silphiden. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 348.
- Friese, H., Beitrag zur Biologie der *Andrena pratensis*. — Ent. Nachricht., 1882. — Ibid. 1891.
- Beiträge zur Biologie der solitären Blumenwespen. — Zool. Jahrb. Syst. Geogr. Biol., III, 1888, p. 751.

- Friese, H., Die Schmarotzerbienen und ihre Wirte. — Zool. Jahrb. Syst. Geogr. Biol., III, 1888, p. 847.
- Beiträge zur Biologie der solitären Blumenwespen (Apidae). — Zool. Jahrb., V, 1891, p. 751.
- Die Bienenfauna von Deutschland und Ungarn. — Berlin, 1893.
- Osmien-Studien. — Ent. Nachricht., XIX, 1893, p. 353.
- Die Bienen Europas (Apidae europaeae) nach ihren Gattungen, Arten und Varietäten auf vergleichend morphologisch-biologischer Grundlage. — I—VI, 1895—1901, Innsbruck-Berlin.
- Der Nestbau von *Osmia bicolor*. — Ent. Nachricht., XXIII, 1897, p. 113.
- Über *Sitaris* und *Meloë*. — Ill. Zeitschr. f. Ent., III, 1898, p. 97.
- Über Osmien-Nester. — Ill. Zeitschr. f. Ent., III, 1898, p. 193.
- Eine neue Nestanlage von *Anthidium lituratum* Panz. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 116.
- Über eine Koloniebildung bei der Mörtelbiene (Hym.) *Chalicodoma muraria* Retz. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VIII, 1903, p. 313.
- Ein Bienennest mit Vorratskammern (*Lithurgus dentipes* Sm.). — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 118.
- Die Bienen Afrikas nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse. — Denkschr. med. naturw. Ges., Jena, XIV, und Forschungsreise, II, 2, X, Insekten, 3 Ser., 1909.
- Fritsch, R., Notiz über den Zug des Distelfalters (*Vanessa cardui*). — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 195.
- Über den Herbstzug des Distelfalters (*V. cardui*) in Salzburg. — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 314.
- Froggatt, W. W., Australian Termitidae. I—II. — Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, 1895.
- Honey Ants. — Horn Scient. Exp. Centr. Austral., II, 1896, p. 385.
- Friendly Insects. — Farmers Bull., Nr. 34, dec., 1900.
- White Ants (Termitidae). — Sydney, 1905.
- Frohawk, J. W., Attitude of hibernating Wasps. — The Entomologist, XXXVI, 1903, p. 33.
- Gander, P. M., Ameisen und Ameisenseele. — Köln, 1908.
- Gauckler, H., Beobachtungen aus dem Leben des Eichenprocessionsspinner (*Cnethocampa processionea* L.). — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 113.
- Über Anpassung und Schutzfärbung. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 14.
- Bombardierende Ameisen. — Insektenbörse, XV, 1898, p. 46.
- Gentry, T. G., The Milch-Cows of the Ants. — Can. Ent., V, 1873, p. 207.
- Germar, E. F., Beiträge zur Naturgeschichte der Gattung *Claviger*. — Mag. der Ent., III, 1818, p. 60.
- Gerstaecker, A., Beiträge zur näheren Kenntnis einiger Bienen-Gattungen. — Stett. Ent. Zeit., XXX, 1869, p. 139.
- Gevaert siehe Errera.
- Giraud, J., Notes sur les moeurs du *Ceramius lusitanicus* Kl. — Ann. Soc. Ent. France, (5) I, 1871, p. 375.

- Girault, A., Standards of the number of eggs laid by Insects. — Ent. News, XXII, 1911, p. 14.
- A few expériences with the Effects of the protective Vapors of Heteroptera on other Insects. — Ent. News, XXIII, 1912, p. 346.
- Girschner, E., Zur Biologie von Hilara. — Ent. Nachricht., XV, 1889, p. 220.
- Beiträge zur Biologie von Hilara. — Ent. Nachricht., XX, 1894, p. 61.
- Entgegnung auf Herrn Prof. Mik's Artikel in Nr. X, Jahrgang 1894 dieser Zeitschrift. — Ent. Nachricht., XX, 1894, p. 241.
- Zur Naturgeschichte der gemeinen Wespe. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 421.
- Godaert, J., Metamorphosis et historia naturalis Insectorum. — I, 1662, p. 168.
- Godelmann, R., Beiträge zur Kenntnis von Bacillus Rossii Fabr. mit besonderer Berücksichtigung der bei ihm vorkommenden Autotomie und Regeneration einzelner Gliedmaßen. — Arch. f. Entwickl. Mech., XII, 1901, p. 265.
- Göldi, E. A., Beobachtungen über die erste Anlage einer neuen Kolonie von Atta cephalotes. — C. R. 6^{me} Congr. Int. Zool., Genève, 1905, p. 457.
- Myrmecologische Mitteilung das Wachsen des Pilzgartens bei Atta cephalotes betreffend. — C. R. 6^{me} Congr. Int. Zool. Genève 1905, p. 508.
- Die erste Anlage einer neuen Kolonie von Atta cephalotes. — Bull. VI. Int. Zool. Congr., Berne, 1904, Nr. 4, p. 8.
- Der Ameisenstaat, seine Entstehung und seine Einrichtung, die Organisation der Arbeit und die Naturwunder seines Haushaltes. — Naturw. Monatschr. Himmel und Erde, XXIII, Sept. 1911. — Ref. in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 161.
- Das die Staatenbildung bei den Insekten regulierende Naturgesetz. — Rev. Suisse Zool., XIX, 1911, p. 235.
- Goodschild, J. G., Ants in Relation to Flowers. — Trans. Edinb. Field Soc., V, 1903, p. 10.
- Gorka, A., Zwei biologische Erscheinungen. — Rovartani Lapok, IV, 1897, p. 197.
- Die Insekten und die Blumen. — Rovartani Lapok, V, 1898, p. 139.
- Gosse, P. H., Letters from Alabama on Natural History. — London, 1859.
- Gould, W., An Account of English Ant. — London, 1747.
- Gounelle, E., Transport de terres affectué par des Fourmis au Brésil. — Bull. Soc. Ent. France, 1896, p. 332.
- Graber, V., Die Insekten. — Die Naturkräfte, XXI, 1877, München.
- Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. I—II. — Arch. f. wiss. Anat., XX—XXI, 1882.
- Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Tiere. — Sitzungsber. math. naturwiss. Kl. Akad. Wiss., Wien, 5. April, 1883.
- Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere. — Prag, 1884.

- Gradl, H., Biologische Notizen (Über *Metococcus* und *Hetaerius*). — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 224.
- Grassi, B., Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis des Termitenreiches. — Ent. Nachricht., XV, 1889, p. 213.
- Costituzione e sviluppo della società dei Termitidi. — Atti Accad. Gioenia, VI, 1893.
- Grassi, B., e Sandias, A., Costituzione e sviluppo della società dei Termitidi. Osservazioni sui loro costumi. Con un' appendice sui Protozoi parassiti dei Termitidi e sulla famiglia della Embidine. — Atti dell' Accad. Gioenia di Sc. nat., (4) VI—VII, 1893, Catania.
- The constitution and the development of the Society of Termites: Observations on their habits etc. — Quart. Journ. Microscop. Scienc., XXXIX—XL, London.
- Green, E. E., On the Habits of the Indian Ant (*Oecophylla smaragdina* F.). — Trans. Ent. Soc. London, Proc., 1896, p. IX.
- Note on the Web-spinning Habits of the 'Red Ant' *Oecophylla smaragdina*. — Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., XIII, 1900, p. 181.
- Note on the Attractive Properties of Certain Larval Hemiptera. — Ent. Monthl. Mag., XI, 1900, p. 185.
- On carnivorous *Lycaenid* Larvae. — The Entomologist, XXXV, 1902, p. 202.
- Greppin, L., Naturwissenschaftliche Betrachtungen über die geistigen Fähigkeiten des Menschen und der Tiere. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 331.
- Gribodo, J., Note pour servir à la connaissance de la biologie de *Chrysidides*. — Bull. Soc. Ent. France, 1896, p. 179.
- Groos, K., Die Spiele der Tiere. — Jena, 1896.
- Grünberg, K., Ref. von H. v. Ihering: Die Biologie der stachellosen Honigbienen Brasiliens. — Biol. Centralbl., XXIV, 1904, p. 7.
- Grund, Fr., Massenhaftes Auftreten von Schmetterlingen im Jahre 1908. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1908, p. 428.
- Gräser, K., Die Vorstellungen der Tiere. — Berlin, 1906. — Ref. in Zool. Centralbl., XIV, 1907, p. 301.
- Gueinzus, Etwas über die Lebensweise einiger Paussiden. Mitgeteilt von C. A. Dohrn. — Stett. Ent. Zeit., 1851, p. 227.
- On the Habits of Paussidae, Communicated by Stevens. — Trans. Ent. Soc. London, Proc., (2) 5, 1858—1859, p. 2.
- Guênée, A., D'un organ particulier que présente une chenille de *Lycaena*. — Ann. Soc. Ent. France, V, 1867, p. 605.
- Guenther, K., Die lebenden Bewohner der Kannen der insektenfressenden Pflanze, *Nepenthes destillatoria*, auf Ceylon. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 90.
- Hachet-Souplet, P., Untersuchungen über die Psychologie der Tiere. — Leipzig, 1909.
- Hacker, L., Zur Biologie von *Megachile maritima* Kirby, einer Blattschneiderbiene. — Natur u. Offenbarung, XLVIII, 1902, p. 94.
- Hagemann, J., Beiträge zur Kenntnis von *Corixa*. — Zool. Jahrb., Anat., XXX, 1910, p. 373.

- Hagens, J. v., Die Gastfreundschaft der Ameisen. — Jahresber. Naturw. Ver. Elberf.-Barmen, 1863, p. 111.
- Über Ameisengäste. — Berl. Ent. Zeitschr., 1865, p. 105.
- Über Ameisen mit gemischten Kolonien. — Berl. Ent. Zeitschr., 1867, p. 101.
- Hagmann, G., Beobachtungen über einen myrmekophilen Schmetterling am Amazonenstrom. — Biol. Centralbl., XXVII, 1907, p. 337.
- Hajoss, J., Zweikampf von *Lethrus cephalotes*. — Rovartani Lapok, XI, 1904, p. 11.
- Hallier, E., Die Symbiose zwischen Ameisen und Pflanzen. — Humboldt, VI, 1887, p. 453.
- Hamann, O., Über das Gehör der Schmetterlinge. — Berl. Ent. Zeitschr., LV, 1910, p. 7.
- Hamm, A. H., Observations on *Empis opaca*. — Ent. Monthl. Mag., (2) XX, 1909, p. 132.
- Further observations on the Empinae. — Ent. Monthl. Mag., (2) XX, 1909, p. 157.
- Hancock, J. L., The habits of the striped Meadow-Cricket (*Oecanthus fasciatus*). — Amer. Natur., XXXIX, 1905, p. 457.
- Handlirsch, A., Monographie der mit Nysson und *Bembex* verwandten Grabwespen. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1887—1895.
- Zur Kenntnis der Stridulationsorgane der Rhynchoten. — Ann. Nat. Hofmus., Wien, XV, 1900, p. 127.
- Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. — Leipzig, 1906—1908.
- Harrach, Nahrungswechsel bei den Raupen in verschiedenen Zeiträumen. Einfluß der Futterpflanzen. — Ent. Nachricht., IV, 1878, p. 186.
- Hartmann, E. v., Philosophie des Unbewußten. — Berlin, 1869.
- Hartog, M., On certain Habits and Instincts of social Insects. — Science, I, 1895, p. 98.
- Haviland, G. D., Observations on termites; with descriptions of new Species. — Journ. Linn. Soc. London, XXVI, 1898, p. 358.
- Heim, Plantes et Fourmis. Relations biologiques. — Rev. Scienc., (4) V, 1896, p. 103.
- Helms, Zählebigkeit von Insekten. — Ent. Nachricht., IV, 1878, p. 312.
- Hertwig, O., Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Tierreich. — Jena, 1883.
- Heß, W., Die Silphen als Rübenfeinde. — Ent. Nachricht., XI, 1885, p. 9.
- Neue Beobachtungen über das Leben der Hornisse. — Ent. Nachricht., XI, 1885, p. 218.
- Hesse, R., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren, VII. Von den Arthropoden-Augen. — Zeitschr. wiss. Zool., LXX, 1901.
- Das Sehen der niederen Tiere. — Jena, 1908. — Ref. im Zool. Centralbl., XV, 1908, p. 180.
- *Lucilia* als Schmarotzer. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 753.
- Ökologie der Tiere. — Handwörterbuch Naturw., Jena, VII, 19, 1912, p. 229.

- Hetschko, A., Der Ameisenbesuch bei *Centaurea montana* L. — Wien, Ent. Zeit., XXVI, 1907, p. 329.
- Über den Insektenbesuch bei einigen *Vicia*-Arten mit extra-floralen Nektarien. — Wien, Ent. Zeit., XXVII, 1908, p. 299.
- Heycke, E., Wie die Insekten sehen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VIII, 1903, p. 206.
- Heyden, L. v., Drei koleopterologisch-biologische Mitteilungen. — Ent. Blätter, IV, 1908, p. 89.
- Heymons, R., Über die Lebensweise von *Hemimerus* (Orth.). — Deutsch. Ent. Zeitschr., 1911, p. 163.
- Hilbert, R., Zur Biologie von *Tetramorium caespitum*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1908, p. 308.
- Hilgard, E. W., The Prairie Mounds of Louisiana. — Science N. S., XXI, 1905, p. 551.
- Hill, J. A., Fights between Two Species of Ants. — Victorian Natur., XXII, 1905, p. 35.
- Höppner, H., Über zwei unbekannte oder weniger bekannte Hummelnester. — Ent. Nachricht., XXIII, 1887, p. 313.
- Zur Biologie nordwestdeutscher Hymenopteren. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 374.
- Weitere Beiträge zur Biologie nordwestdeutscher Hymenopteren. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 132; *ibid.*, VIII, 1903, p. 194.
- Zur Biologie der *Rubus*-Bewohner. — Allg. Zeitschr. f. Ent., IX, 1904, p. 129.
- Beiträge zur Biologie niederrheinischer *Rubus*-Bewohner. — Verh. Naturf. Ver. Preuss. Rheinl. Westf., LXVI, 1910, p. 265.
- Hofeneder, K., *Stichotrema* n. g. *Dalla-Torreanum* n. sp. Eine in einer Orthoptere lebende Strepsiptere. — Zool. Anz., XXXVI, 1910, p. 47.
- Hoffer, E., Die Hummeln Steiermarks. — Graz, 1882.
- Skizzen aus dem Leben unserer heimischen Ameisen. — Mitt. Nat. Ver. Steiermark, XXVI, 1890, p. 149.
- Biologische Beobachtungen an Hummeln und Schmarotzerhummeln.
- Hoffmann, C., Humboldts Nachrichten über die in Mexiko einheimischen seidenspinnenden Raupen unter spezieller Bearbeitung des von ihm erwähnten *Madroña*-Falters, *Eucheira socialis*. — Humboldts Festschrift, Mexiko, 1910. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 33.
- Hollande, A. Ch., L'autohémorrhée ou le rejet du sang chez les insectes (toxicologie du sang). — Arch. d'anat. microsc., XIII, 1911, p. 171. — Ref. in *Biologica*, II, Nr. 15, 1912, p. 88.
- Holliday, M., A Study of some ergatogynic Ants. — Zool. Jahrb. Syst., XIX, 1903, p. 293.
- Holmes, S. J., The evolution of animal intelligence. — New York, 1911.
- Holmgren, N., Ameisen als Hügelbildner in Sümpfen. — Zool. Jahrb. Syst., XX, 1904, p. 353.
- Studien über südamerikanische Termiten. — Zool. Jahrb. Syst., XXIII, 1906, p. 521.

- Holmgren, N., Zur Frage der Inzucht bei Termiten. — Biol. Centralbl., XXIX, 1909, p. 125.
- Bemerkungen über einige Termiten-Arten. — Zool. Anz., XXXVII, 1911, p. 545.
- Om termiter och myror. — Vetenskap och bildning, Stockholm, 1912.
- Holtermann, C., Pilz anbauende Termiten. — Bot. Untersuch. (Festschr. Schwendener), 1899, p. 411.
- Horn, W., Über zweigbewohnende Cicindelinenlarven und ihre Entdeckung in Brasilien durch Herrn Jos. Zikau. — 1^{er} Congr. Int. d'Ent., II, Mém., Bruxelles, 1911, p. 173.
- Horne and Smith, Notes on the Habits of some Hymenopterous Insects from the North West Provinces of India. — Trans. Zool. London, VII, 1870, p. 161.
- Horváth, G., Sur l'intelligence des Fourmis. Suppl. contenant la revue des articles publiés dans la Rovartani Lapok. — Rovartani Lapok, III, 1886, p. XII.
- Les Polyténides et leur adaption à la vie parasitaire. — 1^{er} Congr. Int. d'Ent., II, Mém., Bruxelles, 1911, p. 249.
- Howlett, M., Note on the coupling of *Empis borealis*. — Ent. Monthl. Mag., (2) XVIII, 1907, p. 229.
- Hubbard, H. G., The ambrosia beetles of the United States. — U. S. Dep. Agric. Div. Ent., 1897, Bull. Nr. 7.
- Huber, Fr., Nouvelles observations sur les abeilles. — 2. ed., 1814.
- Huber, J., Über die Koloniegründung bei *Atta sexdens*. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 606.
- Huber, P., Recherches sur les moeurs de Fourmis indigènes. — Paris, 1810.
- Hudson, G. W., The Naturalist in La Plata. — 1892.
- Huth, E., Ameisen als Pflanzenschutz. Verzeichnis der bisher bekannten myrmekophilen Pflanzen. — Berlin, 1886.
- Myrmekophile und myrmekophobe Pflanzen. — Berlin, 1887.
- Ihering, H. v., Der Stachel der Meliponen. — Ent. Nachricht., XII, 1886.
- Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen in den Tropen. — Das Ausland, XXIV, 1891, p. 474.
- Die Ameisen von Rio Grande do Sul. — Berl. Ent. Zeitschr., XXXIX, 1894, p. 321.
- Zur Biologie der socialen Wespen Brasiliens. — Zool. Anz., XIX, 1896, p. 447.
- Die Anlage neuer Kolonien und Pilzgärten bei *Atta sexdens*. — Zool. Anz., XXI, 1898, p. 238.
- Biologie der stachellosen Honigbienen Brasiliens. — Zool. Jahrb. Syst., XIX, 1903, p. 179.
- Die Cecropien und ihre Schutzameisen. — Englers Bot. Jahrb., XXXIX, 1907, p. 666.
- Zur Biologie der brasilianischen Meliponiden. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 1.

- Ihering, H. v., Biologie und Verbreitung der brasilianischen Arten von *Eciton*. — Ent. Mitteil., I, 1912, p. 226.
- Ihering, R. v., Zur Frage nach dem Ursprung der Staatenbildung bei den sozialen Hymenopteren. — Zool. Anz., XXVII, 1903, p. 113.
- Biologische Beobachtungen an brasilianischen *Bombus*-Nestern. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VIII, 1903, p. 447.
- Jacobi, A., Mimikry und verwandte Erscheinungen. — Die Wissenschaft, XLVII, Braunschweig, 1913.
- Jacobsen, O., Lidt om St. Hans-Ormenes Levemaade. — Ent. Meddel., I, 1887—1888, p. 212.
- Jacobson, E., Notes on Web-spinning Ants. — Victorian Natur., XXIV, 1907, p. 36.
- Ein Moskito als Gast und diebischer Schmarotzer der *Cremastogaster difformis* Smith und eine andere schmarotzende Fliege. — Tijdschr. voor Ent., LII, 1909, p. 158.
- Pheidologeton diversus Jerd. und eine myrmekophile Fliegenart. — Tijdschr. voor Ent., LIII, 1910, p. 328.
- Nähere Mitteilungen über die myrmekophile *Culicida Harpagomyia splendens* de Meij. — Tijdschr. voor Ent., LIV, 1911, p. 158.
- *Mallophaga* transported by *Hippoboscidae*. — Tijdschr. voor Ent., LIV, 1911, p. 168.
- Biological Notes on the Hemipteron *Ptilocerus ochraceus*. — Tijdschr. voor Ent., LIV, 1911, p. 175.
- Ameisen aus Java: Biologische Beobachtungen. — Notes from the Leyden Mus., XXXIV, 1912, p. 113.
- Über eine myrmecophile Gryllide. — Notes from the Leyden Mus., XXXIV, 1912, p. 230.
- Symbiose zwischen der Raupe von *Hypolycaena erylus* Godart und *Oecophylla smaragdina* Fab. — Tijdschr. voor Ent., LV, 1912, p. 9.
- Jacobson, G., Zur Kenntnis der Termiten Russlands. — Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. St. Pétersbourg, IX, 1904.
- Janet, Ch., Rapport des Animaux myrmécophiles avec les Fourmis. — Limoges, 1880—1897.
- Marques extérieurs correspondant aux organes chordotonaux des Fourmis. — Ann. Soc. Ent. France, LXI, 1892, p. 247.
- Sur la production des sons chez les Fourmis et sur les organes qui les produisent. — Ann. Soc. Ent. France, LXII, 1893, p. 159.
- Etudes sur les Fourmis. — 8 Note. Sur l'organe de nettoyage tibiotarsien de *Myrmica rubra* L., race *levinodis* Nyl. — Extr. Ann. Soc. Ent. France, LXIII, 1894, p. 691.
- Sur les nerfs de l'antenne et les organes chordotonaux chez les Fourmis. — C. R. Acad. Scienc. Inst. France, CXVIII, 1894, p. 814.
- Sur les nids de la *Vespa crabro* L., ordre d'apparition des alvéoles. — C. R. Acad. Scienc., Paris, CXX, 1895, p. 1282.
- Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, IX. Sur *Vespa crabro* L., histoire d'un nid depuis son origine. — Mém. Soc. Zool. France. XIII, 1895.
- Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, X. Sur *V. media*, *V. silvestris* et *V. saxonica*. — Mém. Soc. Acad. Oise, XVI, 1895.

- Janet, Ch., Etudes sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, XI.
 Sur *V. germanica* et *V. vulgaris*. — Limoges, 1895.
- Les fourmis. — Bull. Soc. Zool. France, XXI, 1896, p. 60.
- Sur les rapports des Lépismides myrmécophiles avec les Fourmis.
 — C. R. Acad. Scienc., Paris, CXXII, 1896, p. 799.
- Sur la présence de nymphes nues dans les nids de *Lasius flavus*. —
 Bull. Soc. Zool. France, XXIV, 1899, p. 192.
- Observations sur les Fourmis. — XXIV, Limoges, 1904.
- Japhe, A., Die Trutzstellung des Abendpfauenauges (*Smerinthus ocellatus* L.). — Zool. Jahrb. Syst., XXVII, 1909, p. 321.
- Jordan, H., Über extraintestinale Verdauung im allgemeinen und bei *Carabus auratus* im besonderen. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 85.
- Jörgensen, P., Beitrag zur Biologie einiger südamerikanischer Bienen.
 — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., XIII, 1912, p. 268.
- Kaltenbach, J. H., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten.
 — Stuttgart, 1874.
- Kammerer, Zuchtversuche zur Abstammungslehre. — V. Vortrag.
 Die Abstammungslehre. Zwölf gemeinverständliche Vorträge über
 die Deszendenztheorie im Lichte der neueren Forschung. Jena, 1911.
- Karawajew, M., Beobachtungen an Ameisen. — Mém. Naturf. Ges.
 Kiew, XIX, 1903.
- Karsch, J., Eine Invasion von Libellen. — Ent. Nachricht., XXVI,
 1900, p. 253.
- Kathariner, L., Lebensfähigkeit der Larven von *Ephydra riparia*
 Fall. (*Caenia holophila* v. Heyden). — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV,
 1899, p. 43.
- Versuche über die Art der Orientierung der Honigbiene. — Biol.
 Centralbl., XXIII, 1903, p. 646.
- Katter, F., Fliegen im menschlichen Körper. — Ent. Nachricht., III,
 1877, p. 38.
- Phytophage Silphenlarven. — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 153.
- Mordraupen. — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 161.
- *Vanessa cardui* auf Wanderschaft. — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 188.
- Weitere Nachrichten über die Wanderung von *Vanessa cardui*. —
 Ent. Nachricht., V, 1879, p. 197.
- Über die Wanderung von *Vanessa cardui*. — Ent. Nachricht., V,
 1879, p. 211.
- Kaufmann, E., Optische Täuschung von Insekten. — Rovartani
 Lapok, VI, 1899, p. 151.
- Keller, C., Neue Beobachtungen über Symbios zwischen Ameisen und
 Akazien. — Zool. Anz., XVI, 1892, p. 137.
- Kellogg, V. L., An extraordinary maritime Fly. — Biol. Bull., I,
 1900, p. 81.
- Are the Mallophaga degenerate Psocids. — Psyche, IX, 1902, p. 339.
- American Insects. — Westminster, 1905.
- Kessler, Über die Lebensweise von *Silpha opaca*. — Landwirtsch.
 Zeit., II, 46, 1880. — Ent. Nachricht., VII, 1881, p. 52.

- Kieffer, J. J., Diptera, Chironomidae. — Wytzman, Genera Insectorum, 42, 1906.
- Dryinidae. — Wytzman, Genera Insectorum, 1907.
- Kienitz-Gerloff, F., Professor Plateau und die Blumentheorie. — Biol. Centralbl., XVIII, 1898, p. 417; II, ibid., XXIII, 1903, p. 557.
- Besitzen die Ameisen Intelligenz? — Naturw. Wochenschr., XIV, 1899, p. 225.
- King, G. B., Naked and Cocoon Pupae of Ants. — Can. Ent., XXIX, 1897, p. 147.
- Kirby, W. F., Mental status of ants. — Evolution and Natural Theology, 1883, p. 149.
- Kirby, W., and Spence, W., An introduction to entomology. — 5. Ed. London, 1828.
- Kirchner, O., Blumen und Insekten. — Leipzig, 1911.
- Kirkaldy, G. W., On the parental care of the Cimicidae. — Entomologist, XXXV, 1902, p. 319.
- Upon maternal solicitude in Rhynchota and other nonsocial Insects. — Smiths. Rep., 1903, p. 577.
- Upon maternal solicitude in Rhynchota and other nonsocial Insects. — The Entomologist, XXXVI, 1903, p. 113.
- Some remarks on the Reduviid subfamily Holoptilinae, and on the species *Ptilocerus ochraceus* Montandon. — Tijdschr. voor Ent., LIV, 1911, p. 170.
- Kiesenwetter, H. v., Entomologische Notizen. Zur Entwicklungsgeschichte des *Spercheus emarginatus*. — Stett. Ent. Zeit., VI, 1845, p. 220.
- Kleine, R., Biologische Beobachtungen an *Crypturgus cinereus* Herbst. — Ent. Blätter, IV, 1908, p. 98.
- Zwei merkwürdige Nestanlagen von *Trypoxylon figulus*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VI, 1909, p. 24.
- Die Kümmelmotte *Schistodepressaria nervosa* Hw. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 37.
- Lebensfähigkeit von Schmetterlingsraupen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 59.
- Klug, J. Ch., Die Blattwespen nach ihren Gattungen und Arten zusammengestellt. — Ges. Naturf. Freunde, Berlin, II, 4, 1808, p. 261.
- Knauer, Fr., Aus dem Leben der Ameisen. — Der Naturhistoriker, V, 1883, p. 340.
- Neues über Ameisen und Termiten. — Die Umschau, VIII, 1904.
- Die Ameisen. — Aus Natur u. Geisteswelt, XCIV, Leipzig, 1906.
- Tierwanderungen und ihre Ursachen. — Köln, 1909.
- Kneißl, L., Beiträge zur Trophobie bei den Ameisen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 76.
- Knuth, P., Künstliche Blumen und Syrphus. — Ill. Zeitschr. f. Ent., III, 1898, p. 71.
- Wie locken die Blumen die Insekten an? — Bot. Centralbl., LXXIV, 1898.
- Handbuch der Blütenbiologie. I—II. — Leipzig, 1898—1899.
- Koch, V., *Attelabus curculionoides*. — Ent. Meddel., I, 1887—1888, p. 22.

- Koelsch, K. A., Die Theorie der Ameisenpflanzen — ein Irrtum der Biologie. — Beil. Allg. Zeit., München, 1908, Nr. 8, p. 59.
- Koenig, J. G., Naturgeschichte der sog. weißen Ameisen. — Sitzungsber. Naturf. Freunde, Berlin, IV, 1779, p. 1.
- König, C., Die Ursache der verschiedenen Bienenformen und Bienenriebe. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 600.
- Kogevnikov, G., Zur Frage vom Instinkt. — Biol. Centralbl., XVI, 1896, p. 657.
- Beiträge zur Naturgeschichte der Biene (*Apis mellifera* L.). I. — Denkschr. Kais. Ges. Freunde Naturw. usw., XCIX. Arb. Zool. Sektion, XIV, Moskva, 1900.
- Kohl, H. J., Zur Biologie der spinnenden Ameisen. — Natur u. Offenbarung, LIII, 1906, p. 166.
- Die Ameisenpflanzen des tropischen Afrikas mit besonderer Berücksichtigung ihrer biologischen Verhältnisse. — Natur u. Offenbarung, LV, 1909, p. 90.
- Kolbe, J. H., Beitrag zur Biologie der Aphiden. — Berl. Ent. Zeitschr., 1884, p. 343.
- Die getreidesammelnden und die ackerbautreibenden Ameisen. — Naturw. Wochenschr., V, 1890, p. 193.
- Einführung in die Kenntnis der Insekten. — Berlin, 1893.
- Über die psychischen Funktionen der Tiere. — Naturw. Wochenschr., N. F., III, Nr. 1, 1903.
- Über myrmekophile Insekten, speziell über *Thorictus foreli* Wasm. — Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1903, p. 237.
- Über Brutpflege bei den Käfern (Coleopteren). — Aus der Natur, VI, 1910, p. 201.
- Über ekto- und entoparasitische Coleopteren. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 116.
- Konow, F. W., Ein neues System der Chalastogastra. — Wien. Ent. Zeit., XVII, 1898, p. 268.
- Kopp, C., Beiträge zur Biologie der Insekten. — Jahreshefte Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, LX, 1904, p. 344.
- Koschevnikov, G., siehe Kogevnikov, G.
- Kraepelin, K., Über die Geruchsorgane der Gliedertiere. — Program. Realschule Johanneum, Hamburg, Ostern, 1893.
- Einiges über Ameisennester. — Verh. Nat. Ver. Hamburg, (3) X, 1903, p. XLVII.
- Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. — Leipzig, 1905.
- Krausse, A. H., Einiges Terminologische über die Begriffe Reflex, Instinkt, Intelligenz, Modifikationsvermögen, Automatismus, Plastizität, Kleronomie und eubionische Qualität, speziell in der Ameisenpsychologie. — Insektenbörse, XIX, 1902, p. 259.
- Erkennen Ameisen einer Kolonie andere, derselben Art angehörende, aber aus einer anderen Kolonie stammende Ameisen? — Nerthus, V, 1903, p. 7.
- Die moderne Ameisen-Biologie und -Psychologie. — Nerthus, V, 1903, p. 493.

- Krause, A. H., *Lasius flavus* Ltr., *Tetramorium caespitum* L. und *Formica nigra* L. Biologische Beobachtungen. — Ent. Jahrb., XIV, 1904, p. 214.
- Die antennalen Sinnesorgane der Ameisen in ihrer Zahl und Verteilung bei den Geschlechtern und Individuen einiger Arten. — Inaug.-Diss., Jena, 1907.
- Über die Maden der Käsefliege *Piophilha casei*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 394.
- *Euboriella moesta* Gené, ein Dermapteron als Räuber von Ameisenlarven auf Sardinien. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 124.
- Zirplaute bei Ameisen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VII, 1911, p. 359.
- Kristof, L. J., Über einheimische, gesellig lebende Wespen und ihren Nestbau. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 1878, p. 38. Graz, 1879.
- Krüger, J. G., Gedanken von der Vernunft der Tiere.
- Kryger, J. P., *Snyltiere i Edderkoppeeg*. — Ent. Meddel., (2) III, 1910, p. 257.
- Kulagin, N., Aus dem Leben der Bienen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VIII, 1903, p. 395.
- Kultscher, A., Der Trompeter im Hummelstaate. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 271.
- Lagerheim, C., Über *Lasius fuliginosus* (Latr.) und seine Pilzzucht. — Ent. Tidskr., XXI, 1900, p. 17.
- Lameere, A., Note sur les moeurs des fourmis du Sahara. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLVI, 1902, p. 160.
- Lampa, S., Om så kallade mordlarver. — Ent. Tidskr., XXVII, 1906, p. 68.
- Om härmasken. — Ent. Tidskr., XXVIII, 1907, p. 223.
- Lampert, K., Aus dem Leben der Ameisen. — Jahresber. Ver. Vaterl. Naturk., Württemberg, LVII, 1901, p. CXVIII.
- Landois, H., Über das Gesetz der Entwicklung des Geschlechtes bei den Insekten. — Vorl. Mitt. Z. wiss. Zool., XVII, 1867, p. 375.
- Landquart, H. Th., Schmetterlinge und Ameisen. Beobachtungen über eine Symbiose zwischen *Lycaena argus* L. und *Formica cinerea* Mayr. — Chur, 1901.
- Landwehr, F., Der Zug von *Libellula 4-maculata*. — Ent. Nachricht., VII, 1881, p. 280.
- Langfeldt, Dr., Tier- und Menschenverstand. — München, 1909.
- Lannoy, F. de, Notes sur les moeurs du *Lasius niger*. — Ann. Soc. Ent. Belg., L, 1906, p. 43.
- Notes sur le *Lasius niger* et le *Lasius fuliginosus*. — Ann. Soc. Ent. Belg., LII, 1908, p. 47.
- Observations sur les Fourmis. — Ann. Soc. Ent. Belg., LII, 1908, p. 313.
- Lataste, F., Quelques observations sur l'étiologie du *Brachymyrmex Giardi* Emery. — Act. Soc. Scient. Chili, VI, 1896, Mém., p. 84.
- Latreille, P. A., Mémoires sur les Abeilles. Recueil d'observations de Zoologie et d'Anatomie comparée par Al. de Humboldt et A. Bonpland. I. — Paris, 1811.

- Latter, O. H., How do inquiline bees find the nest of their host. — Nature, London, LXXIV, p. 200.
- Le Cerf, F., Migration d'une espèce du genre *Delias* Hübn. (Lep. Pieridae). — Bull. Soc. Ent. France, 1912, p. 348.
- Ledebur, A., Über Pilze züchtende Ameisen. — Nerthus, III, 1901, p. 411.
- Lee siehe Wright, A.
- Leeuwen, W. van, Über die Lebensweise und die Entwicklung einiger holzbohrenden Cicindeliden-Larven. — Tijdschr. voor Ent., LIII, 1910, p. 18.
- Leidy, J., The Yellow Ant and its flock of *Aphis* and *Coccus*. — Amer. Journ., 1882, p. 148.
- Lenz, G., Instruktive und andere bemerkenswerte Eigenschaften der Honigbiene. — Szabadka, 1909.
- Lenhossék, M. v., Das Problem der geschlechtlichen Ursachen. — Jena, 1903.
- Lepelletier de St. Fargeau, Encyclopédie méthodique. Hist. Nat. Ent. X. — Paris, 1829.
- Lesne, P., Mœurs du *Limosina sacra* Meig. — Bull. Soc. Ent. France, 1896, p. 162.
- Les relations des fourmis avec les hémiptères-homoptères de la famille des fulgorides. Domestication des *Tettigometra*. — C. R. Soc. Biol. Paris, LVIII, 1905, p. 1005.
- Lespès, C., Observations sur les Fourmis neutres. — Ann. Scienc. Nat. Zool., (4) XIX, 1863, p. 241.
- Levander, K. M., Einige biologische Beobachtungen über *Sminthurus apicalis* Reuter. — Acta Soc. F. et Fl. Fenn., IX, 1894, Nr. 9, p. 1.
- Lewis, R. H., Case of maternal Attendance on the larva by one Insect of the Tribe of Terebrantia, belonging to the genus *Perga*, observed at Hobarton Tasmania. — Trans. Ent. Soc. London, I, 1836, p. 232.
- Lichtenstein, J., Note on the relations of *Tettigometra* to the ants. — Pet. Nouv. Ent., XIX, 1870, p. 74.
- Relations amicales des Fourmis avec les pucerons. — Bull. Soc. Ent. France, 1880, p. CIII.
- Lie-Pettersen, O. J., Biologisches über norwegische Collembola. — Bergens Mus. Aarb., 1899, Nr. VII.
- Neue Beiträge zur Biologie der norwegischen Hummeln. — Bergens Mus. Aarb., 1906, Nr. 9.
- Lincecum, G., On the Agricultural Ant of Texas. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, XVII, 1866, p. 323.
- The Cutting Ant of Texas (*Oecodoma texana*). — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, XIX, 1867, p. 24.
- Linden, M. v., Aus dem Insektenleben (*Phryganea striata*). — Biol. Centralbl., XI, 1891, p. 71.
- Lindner, Ch., Observations sur les Fourmilières Boussoles. — Bull. Soc. Vaud. Scienc. Nat., XLIV, 1908, p. 303.
- Lloyd Morgan, C., Instinkt und Gewohnheit. — Leipzig-Berlin, 1909.
- Loew, O., The Honey Ants. — Amer. Nat., VIII, 1874, p. 365.

- Losy, J., Commensalismus der Biene und Bienenlaus (*Braula coeca*).
— *Rovartani Lapok*, IX, 1902, p. 153.
- Lozinski, P., Über einen eigentümlichen Nestbau von *Osmia bicornis* L. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VII, 1911, p. 223.
- Lubbock, J., On two Aquatic Hymenoptera, one of which uses its wings in swimming. — *Trans. Linn. Soc. London, Zool.*, 1863.
- On the Habits of Ants, etc. — *Sc. Lect. London* 1879.
- Longevity of Ants. — *Amer. Nat.*, XX, 1885, p. 170.
- On the Senses, Instincts and Intelligence of Animals, with special Reference to Insects. — London, 1888.
- Die Sinne und das geistige Leben der Tiere. — Leipzig, 1889.
- Ants, Wasps and Bees. — *Int. Scient. Ser. N. Y.*, London, 1894.
- Lucas, H., Observations sur la manière de vivre de la *Typhlopone oraniensis*. — *Ann. Soc. Ent. France*, (3) I, 1853, Bull., p. 37.
- Note sur le *Myrmecocystus mexicanus*. — *Ann. Soc. Ent. France*, (3) III, 1855, p. 54.
- Observations sur les *Busileras* ou fourmis à miel du Mexique (*Myrmecocystus melligerus*). — *Rev. Mag. Zool.*, (2) XII, 1860, p. 269.
- Lüderwaldt, H., Beobachtungen über die Lebensweise von *Campnotus rufipes*. — *Zeitschr. wiss. Insectenbiol.*, V, 1909, p. 226.
- *Sphex striatus* bei seinem Brutgeschäft. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VI, 1910, p. 177.
- Zur Biologie zweier brasilianischer Bienen. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VI, 1910, p. 297.
- Ludwig, F., Weitere Untersuchungen über Ameisenpflanzen. — *Biol. Centralbl.*, VIII, 1888, p. 577.
- Über den Blumenbesuch der Apiden in Nordamerika nach den Beobachtungen von Charles Robertson. — *Ill. Zeitschr. f. Ent.*, V, 1900, p. 307.
- Lundström, C., Om *Desmometopa-arternas* snyltgästning hos spindlar och rofinsekter. — *Medd. Soc. F. et Fl. Fenn.*, XXXII, 1906, p. 100.
- Mc Cook, H., Notes on the Architecture and Habits of *Formica pennsylvanica*. — *Trans. Amer. Ent. Soc.*, V., 1876, p. 277.
- The Agricultural Ant of Texas. — *Proc. Acad. Nat. Scienc.*, Philadelphia, 1877, p. 299.
- The Mound-making Ants of the Alleghanies. — *Trans. Amer. Ent. Soc.*, VI, 1877, p. 253.
- Note on the Adoption of an Ant-queen. — *Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia*, 1879, p. 137.
- Note on the Marriage-flights of *Lasius flavus* and *Myrmica lobicornis*. — *Proc. Acad. Nat. Scienc.*, Philadelphia, 1879, p. 140.
- Combats and Nidification of the Pavement Ant, *Tetramorium caespitum*. — *Proc. Acad. Nat. Scienc.*, Philadelphia, 1879, p. 156.
- The Natural History of the Agricultural Ant of Texas. A monograph of the habits, architecture and structure of *Pogonomyrmex barbatus*. — Philadelphia, 1879.

- Mc Cook, H., On *Myrmecocystus mexicanus* Wesm. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1879, p. 197. — Ann. Mag. Nat. Hist., (5) IV, 1879, p. 474.
- The Shinning Slave-maker. Notes on the Architecture and Habits of the American Slave-making Ant, *Polyergus lucidus*. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1880, p. 376.
- The Natural History of the Agricultural Ant of Texas. — 1880.
- The Honey Ants of the Garden of the Gods and the Occident. Ants of the American Plains. — Philadelphia, 1882.
- How a Carpenter Ant founds a Colony. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1883, p. 303. — Ann. Mag. Nat. Hist., (5) XIII, 1883, p. 419.
- Note on the Intelligence of a Cricket parasitised by a *Gordius*. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1884, p. 293. — Ent. Nachricht., XI, 1885, p. 124.
- Modifications of Habit in Ants through fear of enemies. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, 1887, p. 27.
- Maeterlinck, M., *Bikupan* (La vie des Abeilles). — Helsingfors, 1902.
- Maigre, E., Quelques observations sur les Ammophiles. — Feuille Jeun. Natur., (4) XL, Nr. 469, 1909, p. 1.
- Mainardi, A., Carabidi fitofagi. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 327.
- Makowski, Harpalus pubescens Müll. (ruficornis) als Vegetarianer. — Verh. naturf. Ver. Brünn, XV, 1, p. 21. — Ent. Nachricht., IV, 1878, p. 175.
- Mallasz, J., Über gewisse Eigenheiten der Coccinellen. — Rovartani Lapok, VI, 1899, p. 113.
- Malte, M. O., Svampodlingen hos myror och termiter. — Bonniers Månadshäften, 1910, p. 358.
- Malyshév, S. J., Zur Biologie von *Odynerus*-Arten und ihrer Parasiten. — Hor. Soc. Ent. Ross., XL, Nr. 2, 1911, p. 1.
- Marchal, P., Observations biologiques sur les Crabronides. — Ann. Soc. Ent. France, LXII, 1893, p. 331.
- La vie des Guêpes. — Rev. Scientif., I, 1894.
- Le parasitisme des Sphecodes. — Ann. Soc. Ent. France, LXIII, 1894, Bull.
- La reproduction et l'évolution des guêpes sociales. — Arch. Zool. expér., (3) IV, 1896, p. 1.
- Observations sur les Polistes. Cellule primitive et première cellule du nid. Provision de miel. Associations de reines fondatrices. — Bull. Soc. zool. France, XXI, 1896, p. 15.
- Le retour au nid chez le *Pompilus sericeus* V. d. L. — C. R. Soc. biol. Paris, 1900, p. 1113.
- Marlatt, C. L., The periodical Cicada. — U. S. Dep. Agric. Div. Ent. Bull., 14, 1898.
- The periodical Cicada (*Tibicen septemdecim* L.) in 1911. — Washington Circ. Dep. Agric., 1911.
- Marshall, W., Leben und Treiben der Ameisen. — Leipzig, 1889.

- Marshall, G. A. K., and Poulton, E. B., *Mimétisme chez les insects de l'Afrique australe.* — Trans. Ent. Soc. London, 1902.
- Marshall, W. S., and Vorhies, C. F., *The repair and rebuilding of the larval case of *Platyphylax designatus* Walk. (Phryganid).* — Biol. Bull., IX, 1905, p. 232.
- Martinow, B. A., *Eine Bienengemeinschaft, die ausschließlich Drohnenkulten enthält (russisch).* — Arb. Labor. Zool. Instit. Moskau, VII, 1.
- Mayet, V., *Moeurs et métamorphoses du *Sitaris colletes*.* — Ann. Soc. Ent. France, 1875, p. 63.
- Meijere, J. H. C. de, *Studien über südostasiatische Dipteren, VI.* — Tijdschr. voor Ent., LIV, 1911, p. 258.
- Meinert, Fr., *Bidrag til de danske myrers Naturhistorie.* — Dansk. Vidensk. Selsk., V, 1860, p. 275.
- *Vandløberne, Hydrometridae, deres Faerden og Leven.* — Ent. Meddel., I, 1887—1888, p. 81.
- *Aenigmatias blattoides, Dipteron novum apterum.* — Ent. Meddel., II, 1890, p. 212.
- Meisenheimer, J., *Lebensgewohnheiten der Ponerinen.* — Nat. Wochenschr., XVII, 1902, p. 487.
- *Neuere Forschungen über die geistigen Fähigkeiten der Ameisen und Bienen.* — Naturw. Wochenschr., N. F., I, 1902, p. 37.
- Meissen, K., *Berittene Ameisen.* — Humboldt, VIII, 1889, p. 157.
- Meissner, O., *Biologisches von *Chrysomela varians* Schall.* — Ent. Blätter, III, 1907, p. 151.
- *Über die Lebensfähigkeit der Insekten.* — Ent. Wochenbl., XXIV, 1907, p. 191.
- *Hymenopterologische Notizen.* — Int. Ent. Zeitschr. Guben, I, 1907, p. 239.
- *Das Orientierungsvermögen der Ameisen.* — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1908, p. 344.
- *Wie finden sich die Geschlechter bei den Insekten zusammen.* — Ent. Jahrb., 1908.
- *Biologische Beobachtungen an der indischen Stabheuschrecke, *Dixippus morosus* Br. (Phasm., Orth.).* — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 55.
- *Abnorme Lebensdauer eines Weibchens der indischen Stabheuschrecke *Dixippus morosus*.* — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 56.
- *Ameisen und Ameisenlöwen. Ein Beitrag zur Ameisenpsychologie.* — Soc. Entomologica, XXVI, 1911, p. 59.
- *Biologische Beobachtungen an *Dixippus morosus* Br.* — Ent. Zeitschr. Frankfurt a. M., XXV, 1911.
- *Kleinere Beobachtungen.* — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VII, 1911, p. 394.
- Metcalf, M. M., *Hearing in Ants.* — Science, N. S., XI, 1900, p. 194.
- Miehe, H., *Über die javanische *Myrmecodia* und die Beziehungen zu ihren Ameisen.* — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 733.
- *Ameisenpflanzen.* — Handwörterbuch Naturwiss., Jena, I, 3, 1912, p. 255.

- Mik, J., Zur Biologie von *Gonatopus pilosus* Thoms. — Wien. Ent. Zeit., I, 1882, p. 215.
- Über Elliptera ommissa Egg. — Wien. Ent. Zeit., V, 1886, p. 337.
- Zur Biologie von *Zonosoma Meigenii* Lw. und einer neuen Anthomyinen Art. — Wien. Ent. Zeit., VI, 1887, p. 293.
- Einige Worte über *Hilara sartor* Beck. — Ent. Nachricht., XX, 1894, p. 49.
- Einige Worte zu Herrn Girschners Artikel in den Entomologischen Nachrichten, Jahrg. 1894, p. 61, betitelt: Beiträge zur Biologie von *Hilara*. — Ent. Nachricht., XX, 1894, p. 151.
- Merkwürdige Beziehungen zwischen *Desmometopa M-atrum* Meig. aus Europa und *Agromyza minutissima* v. d. Wulp aus Neu-Guinea. — Wien. Ent. Zeit., XVII, 1898, p. 146.
- Miltz, Ref. von Plateau, F.: Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. — Mém. Soc. Zool. France, XIII, 1900, p. 266. — Biol. Centralbl., XXI, 1901, p. 650.
- Ref. von Plateau, F.: Observations sur les erreurs commises par les Hymenoptères visitant les fleurs. — Biol. Centralbl., XXIII, 1903, p. 224.
- Mjöberg, E., Über *Systellonotus triguttatus* L. und sein Verhältnis zur *Lasius niger*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 107.
- Biologiska iakttagelser öfver *Odynerus oiventris*. — Ark. för. Zool., V, 1909, Nr. 7.
- Studien über Mallophagen. — Ark. för Zool., VI, 1910, p. 10.
- Möbius, K., Die Nester der geselligen Wespen. — Abhandl. aus dem Geb. d. Naturw., herausgegeben v. d. naturw. Ver. in Hamburg, III, 1856.
- Können die Tiere Schönheit wahrnehmen und empfinden? — Sitzungber. K. Preuß. Akad. Wiss., X, 1906, p. 302.
- Möller, A., Die Pilzgärten einiger südamerikanischen Ameisen. — Jena, 1893.
- Moewes, Symbiose zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. — Humboldt, VII, 1889, p. 456.
- Moggridge, J. T., Harvesting Ants and Trapdoor Spiders, with Observations on their Habits and Dwellings. — London, 1873.
- Montandon, A. L., A propos des soi-disant pluies d'insectes. — Bull. Soc. Scienc. Bucarest, VIII, 1899, Nr. 1—2.
- Montrouzier, Essai sur la Faune de l'île de Woodlark ou Moiou. — Ann. Scienc. phys. nat. agric. Lyon, (2) VII, 1855, p. 91.
- Mordwilko, A., Die Ameisen und Blattläuse in ihren gegenseitigen Beziehungen und das Zusammenleben von Lebewesen überhaupt. — Biol. Centralbl., XVII, 1897, p. 212.
- Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse. — Biol. Centralbl., XXVII, 1907, p. 529; II, *ibid.*, XXIX, 1909, p. 82.
- Beiträge zur Biologie der Pflanzenläuse, Aphididae Passerini. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 631.
- Morice, R. F. D., Queens and Males of *Formica fusca* in a nest of *F. sanguinea*. — Nature, Nov. 22, 1900, p. 98.
- Observations on Sphecodes. — Ent. Monthl. Mag., (2) XII, 1901, p. 53.

- Morstatt, H., Über das Vorkommen von Gespinsten bei Psociden. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 142.
- Mrazek, A., Gründung neuer Kolonien bei *Lasius niger*. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 109.
- Fleischfressende Blattwespen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 245.
- Muckermann, H., The structure of the Nests of some North American Species of *Formica*. — *Psyche*, IX, 1902, p. 355.
- Müller, Fr., Contributions towards the natural history of the termites. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (4) XIII, 1874, p. 402.
- The Habits of various insects (letter to Chas. Darwin). — *Nature*, Juni 11, 1874, p. 102.
- Über die Haarkissen der *Imbauba*. — *Jen. Zeitschr. f. Nat.*, X, 1876.
- Die *Imbauba* und ihre Beschützer. — *Kosmos*, VIII, 1880—1881, p. 109.
- Müller, H., Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. — *Enzykl. Naturw.*, I, Botanik.
- Anwendung der Darwinschen Lehre auf Bienen. — *Verh. Nat. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph.*, XXIX, 1872, p. 1.
- Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. — Leipzig, 1873.
- Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben. — Leipzig, 1881.
- Ein Beitrag zur Lebensgeschichte der *Dasyпода hirtipes*. — *Verh. Nat. Ver. preuß. Rheinl. u. Westph.*, XLI, 1884, p. 1.
- Die Entwicklung der Blumentätigkeit der Insekten. — *Kosmos*, IX, 1882, p. 204.
- Müller, J., Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes der Menschen und der Tiere. — Leipzig, 1826.
- Müller, M., Mütterliche Fürsorge der heimischen Insekten. — *Ill. Wochenschr. f. Ent.*, I, 1896, p. 238.
- Zur Biologie unserer Apiden, insbesondere der märkischen Osmien. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, III, 1907, p. 247.
- Müller, W., Beobachtungen an Wanderameisen (*Eciton hamatum* Fabr.). — *Kosmos*, XVIII, 1886, p. 81.
- Murfeldt, E., Traces of maternal affection in *Entylia sinuata* Fabr. — *Ent. Amer.*, III, p. 177.
- Nagel, W. A., Über eiweißverdauenden Speichel bei Insektenlarven. — *Biol. Centralbl.*, XVI, 1896, p. 51.
- Navas, R. P. L., Biologische Beobachtungen. — *Ent. Mitt.*, I, 1912, p. 300; *ibid.*, II, 1913, p. 81.
- Neger, F. W., Die Pilzkulturen der Nutzholzborkenkäfer. — *Vorl. Mitt. Cent. Bakt. Par. Abt. II*, XX, 1908, p. 279.
- Die pilzzüchtenden Bostrychiden. — *Naturw. Zeitschr. Forst- u. Landwirtsch.*, VI, 1908, p. 274.
- Neue Beobachtungen an körnersammelnden Ameisen. — *Biol. Centralbl.*, XXX, 1910, p. 138.

- Newcomer, E. J., Some observations on the Relations of Ants and Lycaenia Caterpillars and a Description of the relational Organs of the latter. — Journ. N. Y. Ent. Soc., XX, 1912, p. 31.
- Newell, W., Notes on the habits of the Argentine or New Orleans Ant, *Iridomyrmex humilis* Mayr. — Journ. Econ. Ent., I, 1908, p. 21.
- Nielsen, I. C., Biologiske Studier over Gravehvepse. — Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1900, p. 255.
- Biologische Studien über einige Grabwespen und solitäre Bienen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 307.
- Biologiske Studier over danske enlige Bier og deres Snyltere. — Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1902, p. 75.
- Zur Lebensweise und Entwicklung von *Ceratocolus subterraneus* Fabr. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VII, 1902, p. 178.
- Om bislækten *Sphecodes* Latr. — Ent. Meddel., (2) II, 1903—1905, p. 22.
- Om *Perisemus fulvicornis* Curt. En Overgangsform mellem Snylte og Gravehvepsene. — Ent. Meddel., (2) II, 1903—1905, p. 105.
- Lakttagelser over nogle danske Gravehvepses Biologi. — Ent. Meddel., (2) II, 1903—1905, p. 111.
- Nieuwenhuis von Uxkull-Güldenbrandt, M., Extraflorale Zucker-ausscheidungen und Ameisenschutz. — Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, (2) VI, p. 195.
- Nordström, F., Om *Trichius fasciatus* L. — Ent. Tidskr., XXXIII, 1912, p. 130.
- Nowicki, M., Der Kopaliner Heerwurm. — Verh. naturf. Ver. Brünn, VI, 1867.
- Nüßlin, O., Zur Biologie der Gattung *Chermes* Htg., insbesondere über die Tannenrindenlaus *Chermes piceae* Ratz. — Verh. naturw. Ver. Karlsruhe, XVI, 1903, p. 3.
- Zur Biologie der Gattung *Chermes*, I. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 333. II, *ibid.*, XXVIII, 1908, p. 710. III, *ibid.*, XXX, 1910, p. 16.
- Zur Biologie der *Chermes piceae* Ratz. — Verh. deutsch. Zool. Ges., 1908.
- Ohaus, Fr., Bericht über eine entomologische Reise nach Zentralbrasilien. — Stett. Ent. Zeit., LXI, 1900, p. 164.
- Bericht über eine entomologische Studienreise in Südamerika. — Stett. Ent. Zeit., LXX, 1909, p. 3.
- Olfers, E., Annotationes ad anatomiam Podurarum. — Inaug.-Diss., Berlin, 1862.
- Olivier, E., Contribution à l'histoire des Lampyrides. — 1^{er} Congr. Int. d'Ent., II, Mém., Bruxelles, 1911, p. 273.
- Osten-Sacken, R. v., Ants and Aphids. — Psyche, III, 1882, p. 343.
- A Remarkable Instance of Deliberation observed in an American Ant. — Ent. Monthl. Mag., (2) XIII, 1902, p. 172.
- Oudemans, A. C., Symbiose von *Coptorthosoma* und *Greenia*. Eine Prioritätsfrage. — Zool. Anz., XXVII, 1903, p. 137.

- Oudemans, J. Th., Over de paring van *Sminthurus*. — Tijdschr. nederl. dierk. Ver., (2) D, 3. Aufl., 1 p., LI, 1890.
- *Trichosoma lucorum* L., eene biologische Studie. — Tijdschr. voor Ent., XLII, 1900, p. 223.
- Zwei merkwürdige Hymenopteren-Nester von *Lasius fuliginosus* Latr. und von *Osmia rufa* L. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 179.
- Packard, A. S. jr., Experiments on the vitality of Insects. — Psyche, 1877, p. 35.
- Color-Preference in Insects. — Journ. N. Y. Ent. Soc., XI, 1903, p. 132.
- Pagenstecher, H. A., Über Honig produzierende Ameisen. — Forieps Notiz., II, 1861, p. 194.
- Über *Myrmecocystus mexicanus*. — Heidelb. Jahrb., Litt. III, 1861. — Wien. Ent. Monatsschr., V, 1861, p. 317.
- Pantel, J., Recherches sur les diptères à larves entomobies. I. Caractères parasitiques aux point de vue biologique, éthologique et histologique. — La Cellule, XXVI, 1, 1909.
- Parker, G. H., siehe Fielde, A. M.
- Pascoe, F. P., Maternal solicitude in Hemiptera. — Trans. Ent. Soc. London, Proc., 1888, p. I.
- Paszlavszyk, J., Beiträge zur Biologie der Cynipiden. — Wien. Ent. Zeit., II, 1883, p. 129.
- Paulcke, W., Zur Frage der parthenogenetischen Entstehung der Drohnen. — Anat. Anz., XVI, 1899, p. 474.
- Pearson, K., siehe Wright, A.
- Peckham, G. W. and E. G., Some observations on the special Senses of Wasps. — Proc. Nat. Hist. Soc. Wisc., 1887.
- Notes on the Habits of *Trypoxylon rubrocinctum* and *Trypoxylon albopilosum*. — Psyche, VII, 1894—1896, p. 303.
- On the Instincts and Habits of the Solitary Wasps. — Wisconsin. Geol. Nat. Hist. Survey, Bull. Nr. 2, Scient. Ser. I, Madison, Wis., 1898.
- The Instincts and Habits of Solitary Wasps. — Madison, Wis., 1899.
- Instinkt und Gewohnheiten der solitären Wespen. — Berlin, 1904.
- Wasps, social and solitary. — Westminster, 1905.
- Pelser-Berensberg, H. v., Notizen über *Cordylobia Rodhaini*. — Soc. Ent., XXVI, p. 34.
- Pérez, J., Les Abeilles. — Paris, 1889.
- Sur quelques particularités curieuses du rapprochement de sexe chez certains Diptères. — Bull. scient. France et Belgique, 1911.
- Pergande, Th., The ant-decapiting Fly. — Proc. Ent. Soc. Washington, IV, 1901, p. 497.
- Perkins, R. C. L., Notes on some Habits of *Sphecodes* Latr. and *Nomada* Fabr. — Ent. Monthl. Mag., XXIII, 1887, p. 271.
- Is *Sphecodes* parasitic? — Ent. Monthl. Mag., XXV, 1889, p. 206.
- On a special Acarid-Chamber formed within the basal abdominal segment of bees of the genus *Coptorthosoma* (Xylocopinae). — Ent. Monthl. Mag., (2) X, 1899, p. 37.
- Perty, M., Über das Seelenleben der Thiere. Thatsachen und Betrachtungen. — Leipzig-Heidelberg, 1876.

- Petch, T., The Fungi of certain Termite nests. — Ann. Roy. Bot. Gardens Peradeniya, Ceylon, III, 1906, p. 185, t. V—XXI.
- Peter, K., Versuche über das Hörvermögen eines Schmetterlings (*Endrosa v. ramosa*). — Biol. Centralbl., XXXII, 1912, p. 724.
- Petersen, E., Om planktonfangende, fangnetspindende Hydropsychidlarver i Danmark. — Vidensk. meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1907, p. 137.
- Bidrag til Kundskab om planktonfangende, fangnetspindende Trichopterlarver i Danmark, II. — Vidensk. Meddel. naturh. Foren. Kjöbenhavn, 1908, p. 123.
- Petrunkewitsch, A., Die Richtungskörper und ihr Schicksal im befruchteten und unbefruchteten Bienenei. — Zool. Jahrb. Anat., XIV, 1901.
- Picard, T., Moeurs de l'Ammophila Tydei Guill. — Feuille. jeun. Nat., 1903, Nr. 397, p. 1.
- Recherches sur l'éthologie du *Sphex maxillosus*. — Mém. soc. nat. scienc. nat. math. Cherbourg, XXXIII, 1903, p. 97.
- Note sur l'instinct du *Pompilus viaticus*. — Feuille. jeun. Nat., XXXIV, 1904, p. 142.
- Pictet, A., Contribution à l'étude de la sélection naturelle et de la protection chez les Insectes Lépidoptères. — Bull. Soc. Lépidopt. Genève, I, 1905, p. 9.
- Piepers, M. C., Mimikry, Selection, Darwinismus. — Leyden, 1903.
- Noch einmal Mimikry, Selection, Darwinismus. — Leyden, 1907.
- Pierce, W. Dwight, A monographic revision of the twisted winged insects comprising the order Strepsiptera Kirby. — Smiths. Instit. U. S. Nat. Mus. Bull., 66, 1909.
- Piéron, H., Du rôle du sens musculaire dans l'orientation des fourmis. — Bull. Inst. Gen. Psychol. Paris, IV, 1904, p. 168; Discuss. p. 185.
- Contribution à l'étude du problème de la reconnaissance chez les Fourmis. — C. R. Séanc. 6^{me} Congr. Int. Zool., Genève, 1905, p. 482.
- Généralité du Processus olfactif de Reconnaissance chez les Fourmis. — C. R. Séanc. Soc. Biol. Paris, LXI, 1906, p. 385.
- Le rôle de l'olfaction dans la reconnaissance des Fourmis. — C. R. Acad. Scienc. Paris, CXLIII, 1906, p. 845.
- Sur la fondation de nouvelles colonies d'*Aphaenogaster* (*Messor*) *barbara nigra*. — Bull. Soc. Ent. France, 1907, p. 280.
- Pierre, Abbé, Sur *Phyllomorpha laciniata*. — Bull. Soc. Ent. France, 1903, p. 57.
- Pietschker, H., Das Gehirn der Ameisen. — Jen. Zeitschr. f. Naturw., XLVII, 1911, p. 42. — Ref. in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 137.
- Pintner, Th., Aus dem Leben der Ameisen. — Schrift. Ver. Nat. Kenntn., Wien., XLVI, 1906, p. 101.
- Ameisen unter sich und ihre Gäste. — Schrift. Ver. Nat. Kenntn., Wien, XLVII, 1907, p. 1.
- Plateau, F., Recherches experimentales sur la vision chez les Arthropodes. — Bull. Acad. royale Belg., 1888.

- Plateau, F., Comment les fleurs attirent les Insectes. — Bull. Acad. royale Belg., XXX, XXXII, XXXIII, XXXIV, 1895—1897.
- Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. Etude sur le rôle de quelques organes dits véxillaires. — Mém. Soc. Zool. France, XI, 1898, p. 339.
- La vision chez l'*Anthidium manicatum* L. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLIII, 1899, p. 452.
- Expériences sur l'attraction des Insectes par les étoffes colorées et les objets brillants. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLIV, 1900, p. 174.
- Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs., III. Les Syrphides aiment-ils les couleurs des fleurs. — Mém. Soc. Zool. France, XIII, 1900, p. 266.
- Observations sur le phénomène de la constance chez quelques Hyménoptères. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLV, 1901, p. 56.
- Observations sur les erreurs commises par les Hyménoptères visitant les fleurs. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLVI, 1902, p. 113.
- Polimanti, O., Über eine beim Phototropismus des *Lasius niger* L. beobachtete Eigentümlichkeit. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 222.
- Popoff, N., siehe Bugnion, E.
- Portschinsky, J., Biologie des mouches coprophages et necrophages, II. Etudes sur la *Lucilia bufonivora* Moniez, parasite des batraciens anoures. — Hor. Soc. Ent. Ross., XXXII, 1898, p. 225.
- Poulton, E. B., siehe Marshall, G. A. K.
- Poulton, E. B., The colours of animals. Their meaning and use especially considered in the case of Insects. — 2. Ed., London, 1890.
- Predaceous Insects and their prey. — Trans. Ent. Soc. London, 1906, p. 323.
- Protection, larva of *Spiramapsis*. — Trans. Ent. Soc. London, Proc., 1907, p. XI.
- Prehn, Die Schutzmittel der Raupen. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 24.
- Prerovsky, R., Auffallendes Vorkommen eines Hummelnestes. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 123.
- Prochnow, O., Über die Färbung der Lepidoptera. IV. Die Mimikry-Theorie. — Ent. Zeitschr. und Int. ent. Zeitschr. XX, bezw. I, 1906—1907.
- Färbungsanpassungen. Kritischer Sammelbericht über Arbeiten aus dem Gebiete der Schutz-, Warn-, Schreck- und Pseudo-Warn-Färbung aus den Jahren 1905—1911, nebst einer zusammenfassenden Einleitung. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 63.
- Raciborski, M. v., Über myrmekophile Pflanzen. — Flora, LXXXVII, 1900, p. 38.
- Rade, E., Zahme Wespen. — Ent. Nachricht., XIX, 1893, p. 47.
- Das Ködern der *Necrophorus*-Arten. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 330.
- Rádl, E., Untersuchungen über die Lichtreaktionen bei den Arthropoden. — Arch. ges. Physiol. Bonn, LXXXVII, 1901.
- Über das Gehör der Insekten. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 1.

- Rafin, G., Ignivorous Ant. — *Compte Rendu XCIX*, 1884, p. 212. — *Journ. Roy. Micr. Soc.*, IV, 1884. — *Amer. Natur.* 1885, p. 403.
- Ratzburg, J. T. C., Forstinsekten. III. — Berlin, 1844.
- Rayward, A. L., Larvae of *Lycaena corydon* and their Association with Ants. — *The Entom.*, XXXIX, 1906, p. 197.
- Larvae of *Lycaena bellargus* and their Association with Ants. — *The Entom.*, XXXIX, 1906, p. 219.
- Larvae of *Polyommatus icarus* and their connections with Ants. — *Ent. Rec. Journ. Var.*, XIX, 1907, p. 108.
- Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. — I—VI, Paris, 1734—1742.
- Redtenbacher, J., Übersicht der Myrmeleoniden-Larven. — *Denkschr. K. Akad. Wiss.*, Wien, XLVIII, 1884, p. 335.
- Über Wanderheuschrecken. — *Jahresber. deutsch. K. K. Staatsrealschule in Budweis*, 1893, p. 1.
- Reh, L., Biologische Beobachtungen an brasilianischen Ameisen. — *Allg. Wochenschr. f. Ent.*, II, 1897, p. 600.
- Reiche, L., Note sur les propriétés lumineuses de *Pyrophorus*, *Nyctophanes*, et sur le bruit fait par les *Passalus*; *Oecodoma cephalotes*. — *Ann. Soc. Ent. France*, (2) II, 1844. *Bull.* p. LXIII, p. LXVII.
- Reichenau, W. v., Beiträge zur Biologie und Psychologie. I. — *Ent. Nachricht.*, V, 1879, p. 93; II, *ibid.*, VI, 1880, p. 203.
- Reichenbach, H., Eine Sklavenjagd an Grafenbruch. — *Ber. Senckenb. naturf. Ges. Frankfurt a. M.*, 1894, p. 99.
- Bilder aus dem Leben der Ameisen. — *Ber. Senckenb. naturf. Ges. Frankfurt a. M.*, 1896, p. XCII.
- Über Partenogenese bei Ameisen und andere Beobachtungen an Ameisenkolonien in künstlichen Nestern. — *Biol. Centralbl.*, XXII, 1902, p. 461.
- Der Ameisenstaat und die Abstammungslehre. — *Ber. Senckenb. naturf. Ges. Frankfurt a. M.*, 1908, p. 126.
- Reichensperger, A., Beobachtungen an Ameisen. — *Biol. Centralbl.*, XXXI, 1911, p. 596. — Ref. von Viehmeyer in *Deutsch. Ent. Nat. Bibl.*, II, 1911, p. 169.
- Reichert, A., Über Cetoniden, ihre Lebensweise und ihr Vorkommen in der Umgegend von Leipzig. — *Ill. Wochenschr. f. Ent.*, II, 1897, p. 167.
- Auffallendes Vorkommen von Hummelnestern, I. — *Ill. Zeitschr. f. Ent.*, IV, 1899, p. 283.
- Reinhardt, L., Einige interessante Symbiosen bei Ameisen. — *Beil. Allg. Zeit. München*, Nr. 81—82, 1906.
- Reinhardt, H., Weben der Ameisen. — *Natur u. Haus*, XIV, 1906, p. 248.
- Reitter, E., Lebensfähigkeit bei Insekten. — *Ent. Nachricht.*, V, 1879, p. 60.
- Einiges über bekannte und neue *Thorictus*. — *Deutsch. Ent. Zeitschr.*, 1895, p. 295.
- Remisch, F., Die Hopfenblattlaus *Aphis humuli* Schr. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VII, 1911, p. 240.

- Rengel, C., Zur Biologie des *Hydrophilus piceus*. — Biol. Centralbl., XXI, 1901, p. 173.
- Rettig, E., Ameisenpflanzen — Pflanzenameisen. Ein Beitrag zur Kenntnis der von Ameisen bewohnten Pflanzen und der Beziehungen zwischen beiden. — Beih. Bot. Centralbl., Jena, XVII, 1904, p. 89.
- Reuter, E., Lebensfähigkeit der *Ephydra*-Larven. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 122.
- *Aeolothrips fasciata* (L.). Eine carnivore Thysanoptere. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXVIII, 1901, p. 75.
- En egendomlig plats för boet af *Odynerus parietum* (L.) Latr. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXIII, 1906, p. 61.
- Berättelse öfver skadeinsekters uppträdande i Finland år 1906. — Landtbruksstyrelsens Meddelanden, Nr. LXIV, Helsingfors, 1909.
- Om könsbestämningen inom djurriket enligt nyaste undersökning på celllärans område. — Finsk Tidskr., LXX, 1911, p. 245.
- Reuter, O. M., Etudes sur les Collemboles. I—III. — Acta Soc. Scient. Fenn., XIII, 1880.
- Om myrornas s. k. instinkt med särskild hänsyn till de nyaste undersökningarna rörande densamma. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XXIV, 1882, p. 136.
- De nyaste upptäckterna inom insekternas utvecklingshistoria. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XXVI, 1884, p. 223.
- De lägre djurens sjäslif. — Ur vår tids forskning, 34—36, 1886—1888.
- Nya rön om myrornas omtvistade medlidande och hjälpsamhet. — Ent. Tidskr., IX, 1888, p. 55.
- Ströftåg i djurvärlden. — Helsingfors, 1888.
- På gränsen till det olösbara. Ett blad ur insekternas biologi. — Finsk Tidskr., XXVI, 1889, p. 102.
- Blitophaga opaca härjande våra kornåkrar. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XXXV, 1893, p. 87.
- Lefvande ljus. — Finsk Tidskr., XXX, 1891, p. 342.
- Om massvis förekomst af *Coccinella*-arter. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XX, 1894, p. 5.
- Sinnrika utvägar. — Finsk Tidskr., XLII, 1896, p. 421.
- Myrornas gäster. — Atheneum, I, 1898, p. 483.
- Forntida gudomligheter. Nyupptäckta under inom insektvärlden. — Atheneum, h. V, 1900, p. 290.
- Drag ur djurens lif. — I, 1901; II, 1903; III, 1904.
- Massuppträdande af insekter. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXIX, 1904, p. 197.
- Samhällen af förvildade bin. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXX, 1904, p. 83.
- Insekternas sjäslif, belyst af våra dagars forskningar. — Finsk Tidskr., LVIII, 1905, p. 210, p. 400; *ibid.*, LIX, 1906, p. 305.
- „Intelligensen“ hos insekterna enligt våra dagars forskningar. — Finsk Tidskr., LXIII, 1907, p. 203.
- Charakteristik und Entwicklungsgeschichte der Hemipteren-Fauna der paläarktischen Koniferen. — Acta Soc. Scient. Fenn., XXXVI, 1908, Nr. 1.

- Reuter, O. M., Die Seele der Tiere im Lichte der Forschung unserer Tage. — Leipzig, 1908.
- Richter, M., Wasserkäfer als Opfer einer Sinnestäuschung. — Allg. Wochenschr., II, 1897, p. 320.
- Ridley, On the Habits of the *Caringa* (*Formica gracilipes* Gray). — Journ. Straits Branch Roy. Asiat. Soc. Singapore, 1890, p. 345.
- Riley, C. W., Habits of *Coscinoptera dominicana*. — Amer. Natur., XVI, 1882, p. 589.
- Eine carnivore Tagfalter-Raupe. — Ent. Nachricht., XII, 1886, p. 219. — Science, Nr. 169.
- Social Insects from psychical and evolutionary points of view. — Proc. Ent. Soc. Washington, IX, 1894, p. 1.
- Le Sens des Insectes, la télépathie et les idées de William Crookes. — L'Année biologique, 1895, p. 641.
- Ritzema Bos, J., Futteränderung bei Insekten. — Biol. Centralbl., VII, 1887, p. 321.
- Futteränderung bei einem Laufkäfer. — Biol. Centralbl., XIII, 1893, p. 255.
- Robert, E., Observations sur les moeurs des Fourmis. — Ann. Scienc. Nat., (2) XVIII, 1842, p. 151.
- Robertson, Ch., Seed-Crests and Myrmecophilous Dissemination in certain Plants. — Bot. Gaz. Chicago, XXIV, 1897, p. 288.
- Röhler, E., Beiträge zur Kenntnis der Sinnesorgane der Insekten. — Zool. Jahrb. Anat. Ontolog. Tiere, XXII, 1905, p. 225.
- Roger, J., Einiges über Ameisen. — Berl. Ent. Zeitschr., I, 1857, p. 10.
- Romanes, G. J., Animal Intelligence. — Int. Scient. Ser., XLI, London, 1883.
- Mental evolution in animals. With a posthumous essay on instinct by Ch. Darwin. — London, 1884.
- Die geistige Entwicklung im Tierreich. — Leipzig, 1885.
- The use of Ants to Aphids and Coccids. — Nature, XLVIII, 1893, p. 54.
- Rosenhauer, W. G., Entomologische Mitteilungen. VI. Über die Larve der *Clythra quadripunctata*. — Stett. Ent. Zeit., 1842, p. 50.
- Über die Entwicklung und Fortpflanzung der Clythren und Cryptoccephalen. — Erlangen, 1852.
- Rossi, G. de, Beobachtungen über Änderungen in der Ernährungsweise der Insekten. — Ill. Zeitschr. f. Ent., V, 1900, p. 40.
- Wespenzucht im Hause. — Ill. Zeitschr. f. Ent., V, 1900, p. 385.
- Roth, H. L., Notes on the Habits of some Australian Hymenoptera Aculeata. — Journ. Linn. Soc., XVIII, 1885, p. 318.
- Rothe, H. H., Seele und Sinne des Tieres. — Dresden, 1906. — Ref. im Zool. Centralbl., XIV, 1907, p. 340.
- Rothney, G. A. J., Note on *Lepto thorax acervorum* etc. in nests of *Formica sanguinea*. — Ent. Monthl. Mag., (2) III, 1892, p. 50; *ibid.*, (2) IV, 1893, p. 67.
- Roubaud, E., Recherches sur la biologie des *Synagris*. Evolution de l'instinct chez les Guêpes solitaires. — Ann. Soc. Ent. France, LXXIX, 1910, p. 1.

- Rouget, A., Note sur *Tettigometra laeta* et *Tapinoma erraticum*. — Ann. Soc. Ent. France, (4) VII, 1867, Bull., p. LXXXIII.
- Note sur *Tettigometra obliqua* et *Formica pratensis*. — Ann. Soc. Ent. France, (4) X, 1870, Bull., p. LXXVI.
- Rousseau, E., Les Hyménoptères aquatiques. — Ann. Biol. lacustre, II, 1907, p. 388.
- Rudow, F., Die Nester der europäischen Ameisen. — Die Natur, XXXVI, 1881, p. 435.
- Einige Ameisenwohnungen. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 473.
- Eine große Nestkolonie von *Halictus*. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 513.
- Einige Kunstbauten von Faltenwespen. — Ill. Zeitschr. f. Ent., II, 1897, p. 321.
- Beobachtungen an Bauten und Nestern von Hymenopteren. — Ill. Zeitschr. f. Ent., II, 1897, p. 680.
- Einige Ameisenbauten. — Insektenbörse, XIV, 1897, p. 67.
- Beobachtungen bei Ameisen. — Insektenbörse, XV, 1898, p. 223.
- Einige merkwürdige Bienenbauten, II. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 188; III, *ibid.*, p. 251.
- Die Wohnungen der Hautflügler Europas. — Berl. Ent. Zeitschr., 1902.
- Die Wohnungen der Ameisen. — Ent. Jahrb., XV, 1905, p. 143.
- Ameisen als Gärtner. — Insektenbörse, XXII, 1905, p. 199.
- Die Wohnungen der Raub-, Grab- und Faltenwespen. Sphegiden, Crabroniden, Wespiden. — Perleberg, 1905.
- Lebensweise und Nestbau der Raub-, Mord- und Grabwespen, Sphegidae und Crabronidae. — Ent. Zeitschr., Frankfurt a. M., XXVI, 1912, p. 30.
- Rupertsberger, M., *Sisyphus Schaefferi* L., der Pillendreher. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 69.
- Ruser, Zur Entwicklungsgeschichte der *Oestrus*-Larven. — Zeitschr. f. Fleischb. u. Milchhyg., VI, 1896, p. 127.
- Sahlberg, J., Om larverna af släktet *Lomechusa*. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., IX, 1883, p. 89.
- Nya bidrag till kännedom om solitära biarters arkitektur. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XVII, 1892, p. 1.
- En fjärrilary, som vältrar sig fram med sitt bo. — Ent. Tidskr., XIX, 1898, p. 57.
- Bo af *Vespa rufa*. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXVI, 1900, p. 44.
- Hoppande insektkokonger. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XLIX, 1907, Nr. 8.
- Beobachtungen über hüpfende Käferlarven-Kokons. — Wien. Ent. Zeit., XXVI, 1907, p. 202.
- Om parasitstekelsläktet *Gonatopus* och dess finska representanter. — Acta Soc. F. et Fl. Fenn., XXXIII, Nr. 7, 1912.
- Sajo, K., Die Blattschneiderei der *Megachile*-Arten. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 581.
- Insektenreisen. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 229.

- Sajo, K., Betrachtungen über die staatlich lebenden Immen. — Prometheus, X, 1899.
- Krieg und Frieden im Ameisenstaat. — Stuttgart, 1908.
- Unsere Honigbiene. — Stuttgart, 1909.
- Sandias, A., siehe Grassi, B.
- Santschi, F., A propos des moeurs parasitiques temporaires des fourmis du genre *Bothriomyrmex*. — Ann. Soc. Ent. France, LXXV, 1906, p. 363.
- Quelques observations nouvelles et remarques sur la Variabilité de l'Instinct de Nidification chez les Fourmis. — Journ. Psych. Neur., XIII, 1908, p. 136.
- Observations et remarques critiques sur le mécanisme de l'orientation chez les Fourmis. — Rev. Suisse. Zool., XIX, 1911, p. 303.
- Saunders, E., Honey-Bees destroyed by Wood Ants (*Formica rufa*). — Ent. Monthl. Mag., XXXII, 1896, p. 161.
- Saunders, W., The Mexican Honey-Ant (*Myrmecocystus Mexicanus*). — Can. Ent., VII, 1875, p. 12.
- Saussure, H. de, Nouvelles considerations sur la nidification des Guêpes. — Bibl. Univ. Genève, fevrier, 1855.
- Monographies des Guêpes sociales. — 1858.
- Savage, T. S., On the Habits of the Drivers or visiting Ants of West-Africa. — Trans. Ent. Soc. London, V, 1847, p. 1.
- The Driver Ants of Western Africa. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, IV, 1850, p. 195.
- Observations on the species of Termitidae of West Africa described by Smeathman as *T. bellicosus* and by Linnæus as *T. fatalis*. — Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia, IV, 1850, p. 211.
- Saville-Kent, W., The Naturalist in Australia. — London, 1897.
- Schaaf, H., Raupenverstand. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 167.
- Schaeffer, E., Die geistigen Fähigkeiten der Ameisen. — Verh. Nat. Ver. Hamburg, (3) IX, 1902, p. 14.
- Schaitter, Libellenschwärme in Galizien. — Ent. Nachricht., VI, 1880, p. 167.
- Schenk, H., Über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Wald. — Ber. Senckenb. Nat. Ges. Frankfurt a. M., 1900, p. CIV.
- Schenkling, S., Im Wasser lebende Hymenopteren. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 33.
- Über echte Ameisengäste. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 364.
- Schenkling-Prévôt, Ameisen als Pilzzüchter und -Esser. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 89.
- Die Pilzgärten der Haarameisen. — Insektenbörse, XIII, 1896, p. 153.
- Die Höckerameisen und ihre Pilzgärten. — Insektenbörse, XIII, 1896, p. 264.
- Etwas über Myrmeco-Architektur. — Insektenbörse, XIV, 1897, p. 25.
- Kämpfende Käfermännchen. — Ill. Zeitschr. f. Ent., II, 1897, p. 697.

- Schilling, v., Zur Lebensfähigkeit von Insekten. — Ill. Wochenschr. f. Ent. II, 1897, p. 672.
- Schimmer, F., Beitrag zu einer Monographie der Gryllodeengattung *Myrmecophila* Latr. — Zeitschr. wiss. Zool., XCIII, 1909, p. 409.
- Über die Wasmann'sche Hypothese des „Duldungsinstantes“ der Ameisen gegenüber synökten Myrmekophilen. — Zool. Anzeig., XXXVI, 1910, p. 82.
- Schimper, A. F. W., Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. — Jena, 1888.
- Schirmer, C., *Psammophila viatica* L. — Ill. Zeitschr. f. Ent., III, 1898, p. 265.
- Schiödte, J. C., Ett ejendommeligt Tilfælde av Omsorg för Yngelen hos en brasiliansk Rhynchotform, *Phloea corticata* Drur. — Kröyers Naturh. Tidskr., (2) I, 1844, p. 19.
- Schlüter, K., Die Intelligenz der Ameisen. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 142.
- Schmiedeknecht, O., *Apidae Europaeae*. (Die Bienen Europas.) — I—II. Gumperda-Berlin, 1882—1886.
- Schmidt, E., Über die Beteiligung einiger Belostomiden an der Brutpflege. — Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1895, p. 38.
- Schmidt, F., Wandernde Kohlweisslinge bei Wismar. — Ent. Nachricht., III, 1877, p. 124.
- Schmitz, H., Das Leben der Ameisen und ihrer Gäste. — Naturw. Jugend u. Volksbibliothek, XXXV, 1906.
- Die Ursachen der Doppelwirtigkeit bei *Atemeles*. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., I, 1910, p. 13.
- Über die selbständige Koloniegründung und die Folgen künstlicher Pleometrose bei *Camponotus ligniperda*. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 166.
- Schwabl, Über Libellenschwärme. — Ent. Nachricht., VI, 1880, p. 167.
- Schneider, G., Über eine Urwald-Biene (*Apis dorsata*) F. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1908, p. 447.
- Schneider, K. C., Vorlesungen über Tierpsychologie. — Leipzig, 1909.
- Schneider, O., *Tettigometra barani* bei *Cnemato-gaster sordidula*. — Ent. Nachricht., XIX, 1893, p. 79.
- Schoenichen, W., Der Scheintod als Schutzmittel des Lebens. — Darwin. Vortr. Abh. Nr. 7, Odenkirchen, 1903.
- Schött, H., *Collembola* på snö och is. — Ent. Tidskr., XVII, 1896, p. 113.
- Scholz, E., Die Lebensgewohnheiten schlesischer Grabwespen. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 21.
- Scholz, E. J. R., Zur Lebensgeschichte unserer Raubwespen. — Aus der Heimat, XXIV, 1911, p. 39.
- Scholz, R., Biologische Beziehungen der Ameisen zu den übrigen Insekten, insbesondere den Käfern. — Natur und Haus, XVI, 1908.
- Schouteden, H., *Les Aphides radicales de Belgique et les fourmis*. Ann. Soc. Ent. Belg., XLVI, 1902, p. 136.
- Schrebank, Raupenkampf. — Ent. Nachricht., VIII, 1882, p. 193.

- Schreiner, J., Die Lebensweise und Metamorphose des Reben-
schneiders oder grossköpfigen Zwiebelhornkäfers (*Lethrus apterus*
Laxm.). — Hor. Soc. Ent. Ross., XXXVII, 1906, p. 197.
- Schroeder, E., Von den Ameisen. — Zool. Gart., VIII, 1867, p. 225.
- Schroeter, J. S., Von der Klugheit der Ameisen, wenn sie genötigt
sind, ihre Wohnung zu verändern. — Schröters Abh. Naturgesch.,
I, p. 251.
- Schrottky, C., Ensaio sobre as abelhas solitarias do Brazil. — Riv.
Mus. Paul., V, 1901, p. 329.
- Schröder, Chr., Zur Tatsache der Schutzfärbung. — Ill. Wochenschr.
f. Ent., I, 1896, p. 567.
- Die Schutzfärbung und ihr Wesen. — Allg. Wochenschr. f. Ent., II,
1897, p. 94.
- Experimentelle Studien über den Blütenbesuch, besonders der *Syritta*
pipiens L. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 181.
- Über experimentell erzielte Instinktvariationen. — Verh. Deutsch.
Zool. Ges., 1903, p. 158.
- Schulz, O., Über die Lebensweise von *Carpocapsa saltitans* Westw.
(*Carpocapsa dehaiana* Luc.). — Allg. Wochenschr. f. Ent., II,
1897, p. 10.
- Zwei sonderbare Hypothesen, betreffend den Kunsttrieb der Insekten.
— Allg. Wochenschr. f. Ent., II, 1897, p. 109.
- Zur Kenntnis der Nistweise von *Euglossa cordata*. — Allg. Zeitschr.
f. Ent., VII, 1902, p. 153.
- Dipteren als Ektoparasiten an südamerikanischen Tagfaltern. —
Zool. Anz., XXVIII, 1904, p. 42.
- Das Nest von *Polistes hebraeus*. — Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1905,
p. 490.
- Neue Beobachtungen an südbrasilianischen Meliponiden-Nestern. —
Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 199.
- Schwimmende Braconiden. — Ann. Soc. Ent. Belg., LI, 1907, p. 164.
- Die indoaustralische *Trigona laeviceps* F., Sm. und ihr Nest. —
Zeitschr. wiss. Insektenbiol., III, 1907, p. 65.
- Neuer Beitrag zur Kenntnis der Wasserimmen. — Ann. Biol. lacustre,
IV, 1910.
- Schulze, P., Die Nackengabel der Papilioniden-Raupen. — Inaug-
Dissert., Berlin, 1911.
- Schumann, K., Ameisenpflanzen. — Gartenflora, 1902.
- Schuster, W., Biologisches über die *Crioceris*-Typen. — Wien. Ent.
Zeit., XXVI, 1907, p. 111.
- Aufzeichnungen über *Bembex rostrata*, die größte deutsche Mord-
wespe. — Wien. Ent. Zeit., XXVII, 1908, p. 124.
- Bio- und psychologisches Verhalten von *Cheimatobia boreata* (Hb.).
— Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 24.
- *Eurrhyncha urticata* L. Beiträge zur Oekologie und Biologie dieser
Lichtmotte. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IX, 1913, p. 42.
- Schütz, L., Der sogenannte Verstand der Tiere oder der animalische
Instinkt. — Paderborn, 1880.

- Scott, J.: Ants-nests and their inhabitants. — Zool., XVIII, 1860, p. 7024.
- Seabra, A. F. de, A propos des dernières invasions du *Phloeotribus oleae* (Fabr.) en Portugal. — Bull. Soc. Portug. Scienc. Nat., Vol. I, Fasc. IV, 1908, p. 184.
- Semichon, L., Recherches morphologiques et biologiques sur quelques Mellifères Solitaires. — Lille, 1906.
- Semon, R., Können erworbene Eigenschaften vererbt werden. — Die Abstammungslehre. Zwölf gemeinverständliche Vorträge über die Descendenztheorie im Lichte der neueren Forschung. IV Votr., Jena, 1911.
- Sergi, G., Recherche su alcuni organi di senso nelle antenne delle Formiche. Bull. Ent. Ital., XXIV, 1892, p. 18.
- Seurich, P., Über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen. — 11. Ber. Naturw. Ges. Chemnitz, 1891, p. XXXVIII.
- Séverin, G., Les Fourmis. — Mouv. Geogr. Bruxelles, 1896.
- Sharp, D., On stridulation in ants. — Trans. Ent. Soc. London, 1893, p. 199.
- Siebold, C. Th. v., Observationes quaedam entomologicae de *Oxybelo uniglume* atque *Miltogramma conica*. — Erlangen, 1841.
- Silfvenius (Siltala), A. J., Trichopterologische Untersuchungen I. Über den Laich der Trichopteren. — Acta Soc. F. et Fl. Fenn., XXVIII, Nr. 4, 1906.
- Über *Agrypnètes crassicornis* Mc Lach. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXI, 1906, p. 111.
- Beobachtungen über die Ökologie der Trichopteren-Puppe. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 88.
- Silvestri, F., Contribuzione alla conoscenza dei Termitidi e Termitofile dell'America meridionali. — Redia, I, Portici, 1901.
- Contribuzione alla Conoscenza dei Meliponidi del Bazino del Rio de la Plata. — Riv. Patol. Veget., Portici, X, 1902, p. 121.
- Ergebnisse biologischer Studien an sydamerikanischen Termiten. — Übersetzt und veröffentlicht von P. Speiser in Allg. Zeitschr. f. Ent., VII, 1902, p. 173.
- Contribuzioni alla conoscenza dei Mirmecofili. I. Osservazioni su alcuni mirmecofili dei Dintorni di Portici. — Ann. Mus. Zool. Univ. Napoli, I, 1903, p. 5.
- Contribuzione alla conoscenza dei Termiti e Termitofili dell' Eritrea. — Redia, III, Portici, 1905.
- Sviluppo del *Ageniaspis fuscicollis*. — Rendic. R. Acc. Lincei cl. fis. mat. nat., XV, 1906, p. 650.
- Contribuzioni alla conoscenza biologica degli Imenotteri parassiti. I. Biologia del *Litomastix truncatellus* (Dalm.). — Ann. della R. Scuol. Sup. d'Agric., Portici, VI, 1906, p. 1. — Boll. labor. zool. gen. agrar. Portici, I, 1907, p. 17.
- Sjöstedt, Y., Termes Lilljeborgi. — Festschr. f. Lilljeborg, 1896, p. 269.
- Monographie der Termiten Afrikas. — K. Sv. Vet. Akad. Handl., XXXIV, Nr. 4, Stockholm, 1900.

- Sjöstedt, Y., Nachtrag zur Monographie der Termiten Afrikas. — K. Sv. Vet. Akad. Handl., XXXVIII, Nr. 4, Stockholm, 1904.
- Akaziengallen und Ameisen auf den Ostafrikanischen Steppen. — Wiss. Ergebn. Schwed. Zool. Exp. Kilimandjaro, Meru etc., VIII, Hymenoptera, p. 98, Uppsala, 1908.
- Symbios mellan akacior och myror på de ostafrikanska stepperna. — Fauna och Flora, 1909, p. 34.
- Sladen, F. W. L., Observations on *Sphecodes rubicundus* v. Hag. — Ent. Monthl. Mag., XXXI, 1895, p. 256.
- Smalian, E., Altes und Neues aus dem Leben der Ameisen. — Zeitschr. f. Naturwiss., LXVII, 1894, p. 1.
- Smeathman, H., Some account of the Termites, which are found in Africa and other hot climates. — Phil. Transact., LXXI, 1781, p. 139.
- Smith, F., Notes on the Habits of Various Species of British Ants. — Trans. Ent. Soc. London, 1842, p. 151.
- Notes on *Formica sanguinea* and other Hymenoptera. — Zool., I, 1843, p. 262.
- Economy of Brazilian Ants. — Zool., XIII, 1855, p. 4604.
- Smith, J. B., Ants-nests and their inhabitants. — Amer. Natur., V, 1886, p. 680.
- Smith, W. W., On the origin of Ants-Nests. — Ent. Monthl. Mag., (2) III, 1892, p. 60.
- On the Habits of New Zealand Ants. — Trans. Proc. New Zeal. Inst., XXVIII, 1896, p. 468.
- Large Colonies of Ants in New Zealand. — Ent. Monthl. Mag., (2) XI, 1900, p. 7.
- Smith siehe Horne.
- Sörensen, W., Vorledes lever larven av *Hypoderma bovis* De Geer. — Ent. Tidskr., XXIX, 1908, p. 65.
- Sondheim, M., Wahrnehmungsvermögen einer Libellenlarve. — Biol. Centralbl., XXI, 1901, p. 307.
- Soos, L., Kampf zwischen Ameisen und Wespen. — Rovartani Lapok, X, 1903, p. 171.
- Sorhagen, L., Die Klein-Schmetterlinge der Mark Brandenburg. — Berlin, 1886.
- Mordraupen. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 49.
- Southcombe, W. H., Formation of a New Nest by *Lasius niger*. — Trans. Ent. Soc. London, 1906, p. LXXV.
- Sparre-Schneider, J., Humlerne og deres forhold til flora'en i det arktiske Norge. — Tromsø Mus. Aarhefter, 1894, p. 133.
- Hymenoptera aculeata im arktischen Norwegen. — Tromsø, 1909.
- Spence, W., siehe Kirby, W.
- Spencer, H., The Inadequacy of Natural Selection. — Contemp. Review, 1895, p. 153.
- Professor Weismanns Theories. — Contemp. Review, 1893, p. 743.
- A Rejoinder to Professor Weismann. — Contemp. Review, 1893, p. 893.
- Origin of classes among the „Parasol“ Ants. — Nature, LI, 1894, p. 125.

- Spengel, J. W., Was uns die Bienen über Vererbung lehren. — Deutsche Revue, März, 1902.
- Sprengel, C. C., Das entdeckte Geheimnis der Natur im Baue und der Befruchtung der Blumen. — Berlin, 1793.
- Stadelmann, H., Über einen Fall von Parthenogenese bei *Bacillus rossius*. — Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1898, p. 153.
- Stadler, H., Die Biologie der Biene. — Würzburg, 1911.
- Stainton, H. T., Note on a Lepidopterous Insect in Ants-Nests. — Proc. Ent. Soc. London, (2) 5, 1859, p. 68.
- Standfuss, M., Aus dem Liebesleben unserer Falterwelt. — Aus der Natur, IV, 1908, p. 385.
- Stannus, H. S., *Enyalipsis Durandi* und *E. Petersi*. — Bull. Ent. Research., II, p. 180. Ref. in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 136.
- Stein, R. v., Massenhaftes Auftreten von *Vanessa cardui*. — Ent. Nachricht., V, 1879, p. 206.
- Steinmann, Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Eine faunistisch-biologische Studie. — Ann. biol. lacustre, II, 1908, p. 30.
- Steinworth, Ameisenpflanzen. — Jahresber. Nat. Ges. Hannover, 1897, p. 32.
- Stephan, J., Schmetterlinge und Ameisen. — Natur u. Haus, XIII, 1905, p. 150.
- Stobbe, R., Über das abdominale Sinnesorgan und über den Gehörsinn der Lepidopteren mit besonderer Berücksichtigung der Noctuiden. — Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin, 1911, p. 93.
- Strohmeyer, H., Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Platypus* var.? *cylindriciformis* Reitt. — Ent. Blätter, III, 1907, p. 65.
- Die biologische Bedeutung sekundärer Geschlechtscharaktere am Kopfe weiblicher Platypodiden. — Ent. Blätter, VII, 1911, p. 103.
- Ströse, Untersuchungen über die Biologie der Dasselfliege (*Hypoderma bovis* De Geer) und über die Bekämpfung der Dasselplage. — Arb. K. Gesundheitsamt, XXXIV, Berlin, 1910, p. 41.
- Stäger, R., Psychologische Beobachtungen an der Raupe des Pflaumenwicklers (*Carpocapsa funebrana* Tr.). — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 102.
- Sulc, K., Über Respiration, Tracheensystem und Schaumproduktion der Schaumcadenlarven (Aphrophorinae-Homoptera). — Zeitschr. wiss. Zool., XCIX, 1911, p. 147.
- Sumichrast, Fr., Notes on the Habits of certain Mexican Hymenoptera presented to the American Entomological Society. — Trans. Amer. Ent. Soc., II, 1868, p. 39.
- Sundvik, E. E., Lakttagelser i afseende å *Volucella pellucida*. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXII, 1906, p. 115.
- Biologiska iakttagelser angående humlorna (humlevägar). — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXII, 1906, p. 156.
- Biologiska iakttagelser i afseende å humlorna. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXIV, 1908, p. 131.
- Iakttagelser angående humlorna. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXXVII, 1911, p. 56.

- Swingle, W. T., Fungus Gardens in the Nest of an Ant (*Atta tardigrada* Buckl.) near Washington, D. C. — Proc. Amer. Assos. Adv. Scienc. 44th Meet., 1896, p. 185.
- Tanguary, M. C., Experiments on the adoption of *Lasius*, *Formica* and *Polyergus* queens by colonies of alien species. — Biol. Bull., XX, 1911, p. 281. — Ref. von Viehmeyer in Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 170.
- Tarnani, J. K., Der Rebenschneider (*Lethrus apterus* Laxm.) und dessen Biologie, Schaden und Bekämpfung. — Arb. land. u. forstwiss. Inst. Nowaja Alexandria, XIII, 1900.
- Taschenberg, E. L., Die Hymenopteren Deutschlands nach ihren Gattungen und teilweise nach ihren Arten. — Bremen, 1866.
- Die Insekten. — Brehms Tierleben, IX, 1892.
- Teich, Über Gehörsinn bei Schmetterlingen. — Corr.-Bl. Naturf. Ver. Riga, XX, p. 66.
- Teichmann, E., Die Befruchtung und ihre Beziehung zur Vererbung. Leipzig, 1912.
- Tepper, J. G. O., Observations about the Habits of some South Australian Ants. — Trans. and Proc. Roy. Soc. S. Austral., V, 1882, p. 24.
- Theen, H., Über den Farbensinn der Bienen. — Ill. Wochenschr. f. Ent., I, 1896, p. 101.
- Thesing, C., Über den Nestbau einiger Ameisen. — Aus der Natur, I, 1906, p. 664.
- Altes und Neues aus der Ameisenbiologie. — Himmel und Erde, XIX, 1907, p. 23.
- Thienemann, A., Trichopterenstudien. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., IV, 1908, p. 378.
- Zwecklose instinktive Handlungen. — 38. Jahresber. Westf. Prov. Ver. Wiss. u. Kunst, 1909—1910, p. 14.
- Thomann, H., Schmetterlinge und Ameisen. — Inaug.-Dissert., Chur, 1901.
- Schmetterlinge und Ameisen. Beobachtungen über eine Symbiose zwischen *Lycaena argus* L. und *Formica cinerea* Mayr. — Jahresber. Nat. Ges. Graubünden, N. F., XLIV, 1901, p. 1.
- Schmetterlinge und Ameisen. Über das Zusammenleben der Raupen von *Psecatia pusiella* Röm. und der *P. decemguttella* Hb. mit Formiciden. — Jahresber. Nat. Ges. Graubünden, N. F., L, 1908, p. 21.
- Tiebe, Ref. von Plateau, F., Wodurch locken die Blumen Insekten an. — Biol. Centralbl., XVI, 1896, p. 417; *ibid.*, XVII, 1897, p. 599; *ibid.*, XVIII, 1898, p. 469.
- Entgegnung. — Biol. Centralbl., XVIII, 1898, p. 465.
- Ref. von Plateau, F.: Treffen die Insekten unter den Farben eine Auswahl. Mém. Soc. Zool. France, XII, 1899, p. 336. — Biol. Centralbl., XX, 1900, p. 490.
- Tomala, F., Über Mantis religiosa. — Rovartani Lapok, X, 1903, p. 177.
- Townsend, B. R., The Red Ant of Texas. — Am. Ent. and Bot. St. Louis, Mo, II, 1870, p. 324.

- Treat, M., The Harvesting Ants of Florida. — Harpers New Monthl. Mag. N. Y. Nov. 1878.
- Notes on the Slave-making Ant, *F. sanguinea*. Amer. Natur., XIII, 1879, p. 707.
- A Chapter in the History of Ants. — Harpers New Monthl. Mag. N. Y. Jan. 1879.
- Trelease, W., Unusual Care of Ants for Aphides. — Psyche, III, 1882, p. 310.
- Myrmecophilism. — Psyche, V, 1889, p. 171.
- Trimen, R., Letter on the Habits of some species of Paussidae. — Proc. Ent. Soc. London, 1870, p. III.
- Note on South African Honey-Ant. — Proc. Ent. Soc. London, 1895, p. XXIII.
- Trybom, F., Massvandring af trollsländor. — Ent. Tidskr., XV, 1894, p. 178.
- Trägårdh, J., Termiten aus dem Sudan. — Swed Zool. Exp. Egypt. and the White Nil, 1901, I, Nr. 12, 1903.
- Descriptions of Termitomimus, a new genus of termitophilous physogastric Aleocharini, with notes on its anatomy. — Zool. Stud. tillägn. Prof. T. Tullberg, I, 1907, Uppsala.
- Contributions to the knowledge of Thaumatoxena Bredd. a. Börn. — Ark. f. Zool., IV, Nr. 10, 1908.
- Contributions towards the metamorphosis and biology of *Orchestes populi*, *O. fagi* and *O. quercus*. — Ark. f. Zool., VI, Nr. 7, 1910.
- Tullgren, A., Skadeinsekter i trädgården och på fältet. — Stockholm, 1906.
- T(uलगren), A., *Pachytylus migratorius* L. — Ent. Tidskr. XXXVIII, 1912, p. 262.
- Turley, L. A., siehe Aldrich, J. M.
- Turner, C. H., Do Ants Form Practical Judgments? — Biol. Bull., XIII, 1907, p. 333.
- The Homing of Ants, an Experimental Study of Ant Behavior. — Journ. Comp. Neur. Psych., XVII, 1907, p. 367.
- Uexküll, J. v., siehe Beer, Th.
- Uexküll, S. v., Über die Stellung der vergleichenden Physiologie zur Hypothese der Tierseele. — Biol. Centralbl., XX, 1900, p. 497.
- Ule, E., Symbiose zwischen *Asclepias curassavica* und einem Schmetterling. — Berl. Deutsch. Bot. Ges., XV, 1897, p. 385.
- Ameisengärten im Amazonas-Gebiet. — Englers Bot. Jahrb., XXX, 1901, Beibl., Nr. 68, p. 45.
- Über Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom. — Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte, LXXXVI, 1905, p. 245.
- Wechselbeziehungen zwischen Ameisen und Pflanzen. — Flora, XCIV, 1905.
- Ameisenpflanzen. — Bot. Jahrb., XXXVII, 1906, p. 335.
- Eigentümliche mit Pflanzen durchwachsene Ameisennester am Amazona-Strom. — Nat. Wochenschr., XXI, 1906, p. 145.

- Ulke, H., Account of the habits of *Tachys incurvus*. — Proc. Ent. Soc. Washington, II, 1890, p. 87.
- Unterberger, F., Kämpfende Schmetterlingsmännchen. — Ill. Wochenschr. f. Ent., III, 1898, p. 360.
- Ulrich, F. W., Notes on the Fungus growing and eating Habit of *Sericomyrmex opacus* Mayr. — Trans. Ent. Soc. London, 1895, p. 77.
- Notes on some fungus growing Ants in Trinidad. — Journ. Trinidad Club, II, 1895, p. 175.
- Uzel, H., Beobachtungen über wandernde Schmetterlinge auf Ceylon. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VIII, 1912, p. 69.
- Varela, A. G., La processionaria del pina (*Cnethocampa Pityocampa* Cat.) en los bosques de Galicia. — Bol. Real. Soc. españ. Hist. Nat., Abril, 1909, p. 193.
- Verhoeff, C., Biologische Aphorismen über einige Hymenopteren, Dipteren und Coleopteren. — Verh. nat. Ver. preuss. Rheinl., 48, VIII, 1891.
- Lebensfähigkeit bei *Chrysis ignita*. Ent. Nachricht., XVII, 1891, p. 144.
- Einige biologische Fragmente (*Microdon-Formica sanguinea*). — Ent. Nachricht., XVIII, 1892, p. 13.
- Einige Worte zu H. Frieses Osmien-Studien und über einen Bau von *Osmia tridentata*. — Ent. Nachricht., XVIII, 1892, p. 225.
- Über kämpfende und gesellige Bienenmännchen. — Ent. Nachricht., XVIII, 1892, p. 244.
- Zur Kenntnis des biologischen Verhältnisses zwischen Wirt- und Parasiten-Bienenlarven. — Zool. Anzeig., XV, 1892, p. 41.
- Neue und wenig bekannte Gesetze aus der Hymenopteren-Biologie. — Zool. Anzeig., XV, 1892, p. 362.
- Beiträge zur Biologie der Hymenopteren. — Zool. Jahrb. Syst., VI, 1892, p. 732.
- Zur Biologie von *Hilara*. — Ent. Nachricht., XX, 1894, p. 1.
- Zur Lebensgeschichte der Gattung *Halictus* (*Anthophila*), insbesondere einer Übergangsform zu sozialen Bienen. — Zool. Anzeig., XX, 1897, p. 369.
- Viehmeier, H., Beobachtungen über das Zurückfinden von Ameisen (*Leptothorax unifasciatus* Ltr.) zu ihrem Neste. — Ill. Zeitschr. f. Ent., V, 1900, p. 311.
- *Lomechusa strumosa* F. und die Pseudogynen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VII, 1902, p. 472.
- Allerhand aus dem Leben der Ameisen. — Ent. Jahrb., XII, 1902, p. 210.
- Experimente zu Wasmanns *Lomechusa*-Pseudogynen-Theorie und andere biologische Beobachtungen an Ameisen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., IX, 1904, p. 334.
- Kleine Beiträge zur Biologie einiger Ameisengäste. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 292.
- Beiträge zur Ameisenfauna des Königreichs Sachsen. — Abhandl. nat. Ges. Isis, Dresden, II, 1906, p. 55.

- Viehmeyer, H., Vorläufige Bemerkungen zur Myrmekophilie der Lycaenidenraupen. — Ent. Wochenbl., XXIV, 1907, p. 4.
- Zur Koloniegründung der parasitischen Ameisen. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 18.
- Bilder aus dem Ameisenleben. — Naturwiss. Bibl. f. Jugend u. Volk, Leipzig, 1908.
- Beobachtungen und Experimente zur Koloniegründung von *Formica sanguinea* Latr. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., V, 1909, p. 353.
- Ontogenetische und phylogenetische Betrachtungen über die abhängige Koloniegründung von *Formica sanguinea*. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 569.
- Hochzeitsflug und Hybridation bei den Ameisen. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., II, 1911, p. 28.
- Viturat, Note sur *Amphotis marginata* avec *Formica rufa*. — Pet. nouv. Ent., II, 1876, p. 62.
- Vogel, R., Beiträge zur Anatomie und Biologie der Larve von *Lampyris noctiluca*. — Zool. Anz. XXXIX, 1912, p. 515.
- Voigt, Neues über die Nester der Ameisen. — Biol. Centralbl., XIII, 1893, p. 280.
- Vorhies, C. F., siehe Marshall, W. S.
- Vosseler, J., Über Anpassung und chemische Verteidigungsmittel bei nordafrikanischen Orthopteren. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. Giessen, 1902, p. 108.
- Die ostafrikanische Treiberameise. — Der Pflanze, Nr. 19, 1905, p. 289.
- Die ostafrikanische Honigbiene. — Ber. Landforstwirtschaft. Deutsch-Ostafrika, II, 1907, p. 15.
- Vretlind, E. G., Förpuppningen af *Cossus cossus* L. — Ent. Tidskr., XXXIII, 1912, p. 129.
- Wachsmann, F., Wohlthun bei Insekten. — Ill. Zeitschr. f. Ent., IV, 1899, p. 62.
- Wacht, F. A., Über ein aussergewöhnliches Vorkommen der Larven von *Cephenomyia stimulator* Clk. — Wien. Ent. Zeit., V, 1886, p. 305.
- Wagner, F. v., Zur Biologie der wilden Bienen. — Biol. Centralbl., XII, 1892, p. 572.
- Wagner, W., Psychobiologische Untersuchungen an Hummeln. — Zoologica, XIX, 46, 1906, p. 1.
- Wahlberg, P. F., Bidrag till kännedom om stickmyggorna och deras fiender. — Öfv. K. Sv. Vet. Akad. Förh., 1847, p. 257.
- Ytterligare bidrag till kännedom om Svampmyggan *Ceroplastus sesoides*. — K. Sv. Vet. Akad. Handl., II, 1848, p. 317.
- Wahlgren, E., Svensk Insektfauna, 11. Tvåvingar, Diptera, I. Nomenclera. Fam. 1—9. — 1905.
- Wakefield, R., On Some of the Habits of Ants. — Proc. Linn. Soc. London, II, 1854, p. 293.
- Walker, A. O., The Use of Ants to Aphids and Coccidae. — Nature, XLVIII, 1893, p. 54.

- Wallace, A. R., *Tropical Nature and other Essays*. — London, 1878.
- Walsh, B. D., and Biley, C. W., *Ants and Aphids*. — *Amer. Ent.*, I, 1869, p. 110.
- Walsh, J. H. T., *On the Habits of certain Harvesting Ants*. — *Sc. Mem. Med. Off. Army of India*, VI, 1891.
- Wanach, B., *Einige auffällige Beobachtungen aus dem Insektenleben*. — *Berl. Ent. Zeitschr.*, L, 1905, p. 235.
- *Beobachtungen an Ameisen*. — *Berl. Ent. Zeitschr.*, LII, 1907, p. 220; II, *ibid.*, LV, 1911, p. 203.
- Wandollek, B., *Die Fühler der cyclorrhaphen Dipterenlarven*. — *Zool. Anzeig.*, XXI, 1898, p. 283.
- Warburg, O., *Über Ameisenpflanzen (Myrmekophyten)*. — *Biol. Centralbl.*, XII, 1892, p. 129.
- Wasmann, E., *Die Honigameise des Göttergartens*. — *Stimmen aus Maria Laach*, 1884, p. 275.
- *Der Trichterwickler*. — *Münster*, 1884.
- *Über die Lebensweise einiger Ameisengäste, I*. — *Deutsch. Ent. Zeitschr.*, 1886, p. 49; II, *ibid.* 1887, p. 108.
- *Beiträge zur Lebensweise der Gattungen Atermes und Lomechusa*. — *Tijdschr. voor Ent.*, XXXI, 1888, p. 245.
- *Zur Bedeutung der Palpen bei den Insekten*. — *Biol. Centralbl.*, IX, 1889, p. 303.
- *Die Getreide sammelnden Ameisen in alter und neuer Zeit*. — *Tijdschr. Ent. Nederl. Vereen.*, XXXI, 1889, p. 104.
- *Über sklavenhaltende Ameisen*. — *Ent. Nachrichten*, XV, 1889, p. 65. — *Natur und Offenbarung*, XXXV, p. 1.
- *Zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte von Dinarda*. — *Wien. Ent. Zeitschr.*, 1889, p. 153.
- *Zur Lebensweise der gelbroten Säbelameise (Strongylognathus testaceus)*. — *Natur und Offenbarung*, XII, 1890.
- *Vergleichende Studien über Ameisengäste und Termitengäste*. — *Tijdschr. voor Ent.*, XXXIII, 1890, p. 27. *Nachtrag*: p. 262.
- *Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen*. — *Münster*, 1891.
- *Parthenogenesis bei Ameisen durch künstliche Temperaturverhältnisse*. — *Biol. Centralbl.*, XI, 1891, p. 21.
- *Zur Bedeutung der Fühler bei Myrmedonia*. — *Biol. Centralbl.*, XI, 1891, p. 23.
- *Zur Frage nach dem Gehörsvermögen der Ameisen*. — *Biol. Centralbl.*, XI, 1891, p. 26.
- *Vorbemerkungen zu den internationalen Beziehungen der Ameisengäste*. — *Biol. Centralbl.*, XI, 1891, p. 331.
- *Eine neue Clavigeride aus Madagaskar (Rhynchoclaviger cremastogastris), mit vergleichenden biologischen Bemerkungen*. — *Stett. Ent. Zeitschr.*, LII, 1891, p. 3.
- *Über Lautäußerungen von Myrmica ruginodis und Gehörsvermögen von Formica rufa*. — *Stimmen aus Maria Laach*, L, 1891, p. 214.
- *Neue Termitophilen, mit einer Übersicht über die Termitengäste*. — *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, XLI, 1891, p. 647.

- Wasmann, E., Die internationalen Beziehungen von *Lomechusa strumosa*. — Biol. Centralbl., XII, 1892, p. 584.
- Zur Biologie einiger Ameisengäste. — Deutsch. Ent. Zeitschr., 1892, p. 347.
- Lautäußerungen der Ameisen. — Biol. Centralbl., XIII, 1893, p. 39.
- Kritisches Verzeichnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden. Mit Angabe der Lebensweise und Beschreibung neuer Arten. — Berlin, 1894.
- Zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte von *Atemeles pubicollis*, mit einem Nachtrag über *Atemeles emarginatus*. — Deutsch. Ent. Zeitschr., 1894, p. 281.
- *Formica exsecta* Nyl. und ihre Nestgenossen. — Verh. Nat. Ver. Bonn, LI, 1894, p. 10.
- Die ergatogynen Formen bei den Ameisen und ihre Erklärung. — Biol. Centralbl., XV, 1895, p. 606.
- Zur Kenntnis einiger *Thorictus*-Arten. — Deutsch. Ent. Zeitschr., II, 1895, p. 291.
- Zur Biologie von *Lomechusa strumosa*. — Deutsch. Ent. Zeitschr., II, 1895, p. 294.
- Die Myrmecophilen und Termitophilen. — C. R. Séanc. 3me Congr. int. Zool. Leyde, 1895, p. 411. Zool. Centralbl., III, 1896, p. 636.
- Die Ameisen- und Termitengäste von Brasilien. — Verh. zool. bot. Ges. Wien, XLV, 1895, p. 137.
- Zur Kenntnis der myrmekophilen und termitophilen Arthropoden. — Zool. Anz., XVIII, 1895, p. 111.
- Einige neue Paussus aus Java, mit Bemerkungen über die myrmekophile Lebensweise der Paussiden. — Notes Leyd. Mus., XVIII, 1896, p. 63.
- Zur Biologie der *Lomechusa*-Gruppe. — Deutsch. Ent. Zeitschr., 1897, p. 275.
- Zur Entwicklung der Instinkte. — Verh. zool. bot. Ges. Wien, XLVII, 1897, p. 168.
- Über ergatoide Weibchen und Pseudogynen bei Ameisen. — Zool. Anz., XX, 1897, p. 251.
- Zur Biologie und Morphologie der *Lomechusa*-Gruppe. — Zool. Anz., XX, 1897, p. 463.
- Die Familie der Paussiden. — Stimmen aus Maria Laach, 1897, Nr. 9—10.
- Eine neue Reflextheorie des Ameisenlebens. — Biol. Centralbl., XVIII, 1898, p. 578.
- Die Gäste der Ameisen und Termiten. — Ill. Zeitschr. f. Ent., III, 1898, p. 145.
- Zur Lebensweise von *Thorictus* Foreli. — Natur und Offenbarung, VIII, 1898, p. 466.
- Erster Nachtrag zu den Ameisengästen von Holländisch Limburg, mit biologischen Notizen. — Tijdschr. voor Ent., XLI, 1898, p. 1.
- Über Myrmekophilen. — Tijdschr. voor Ent., XLI, 1898, p. 60.
- Neueres über Paussiden. — Verh. zool. bot. Ges. Wien, LXVIII, 1898, p. 507.

- Wasmann, E., Über die Gäste von *Tetramorium caespitum*, sowie über einige andere Myrmecophilen. — Versl. 53 Sonnerverg. Nederl. Ent. Ver., 11 juni 1898, p. 60.
- *Thorictus* Foreli als Ectoparasit der Ameisenfühler. — Zool. Anz., XXI, 1898, p. 435.
- Instinkt und Intelligenz im Tierreich. — 2 Ed., Freiburg i. Br., 1899.
- Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. — Stuttgart, 1899.
- Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. — Zoologica, XI, 26, 1899.
- *Lasius fuliginosus* als Raubameise. — Zool. Anz., XXII, 1899, p. 85.
- Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. — 2 Ed., Freiburg i. Br., 1900.
- Einige Bemerkungen zur vergleichenden Psychologie und Sinnesphysiologie. — Biol. Centralbl., XX, 1900, p. 342.
- Über *Atemeles pubicollis* und die Pseudogynen von *Formica rufa*. — Deutsch. Ent. Zeitschr., 1900, p. 407.
- Zur Kenntnis der termitophilen und myrmekophilen Cetoniden Südafrikas. — Ill. Zeitschr. f. Ent., V, 1900, p. 65.
- *Termitoxenia*, ein neues flügelloses, physogastres Dipterengenus aus Termitennestern. I. Äußere Morphologie und Biologie. — Zeitschr. wiss. Zool., LXVIII, 1900, p. 599. — II. Nachtrag zum systematischen und biologischen Teil. — Zeitschr. wiss. Zool., LXX, 1901, p. 289.
- Neue Dorylinengäste aus dem neotropischen und dem äthiopischen Faunengebiet. — Zool. Jahrb. Syst. Geogr. Biol. der Tiere, XIV, 1900, p. 215.
- Zum Orientierungsvermögen der Ameisen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI, 1901, p. 19.
- Nervenphysiologie und Tierpsychologie. — Biol. Centralbl., XXI, 1901, p. 23.
- Gibt es tatsächlich Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? Zugleich mit allgemeineren Bemerkungen über die Entwicklung der Myrmecophilie und Termitophylie und über das Wesen der Symphylie. — Biol. Centralbl., XXI, 1901, p. 689.
- Zur Lebensweise der Ameisengrillen (*Myrmecophila*). — Natur und Offenbarung, V, 1901, p. 129.
- Zur näheren Kenntnis der termitophilen Dipterengattung *Termitoxenia* Wasm. — Verh. V. Int. Zool. Congr., Berlin, 1901, p. 852.
- Neues über die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. — Allg. Zeitschr. f. Ent., VI—VII, 1901—1902, p. 353.
- Noch ein Wort zu Bethes Reflextheorie. — Biol. Centralbl., XXII, 1902, p. 573.
- Biologische und phylogenetische Bemerkungen über die Dorylinengäste der alten und der neuen Welt, mit spezieller Berücksichtigung ihrer Konvergenzerscheinungen. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. Leipzig, XII, 1902, p. 86.
- Neue Bestätigungen der *Lomechusa*-Pseudogynentheorie. — Verh. Deutsch. Zool. Ges., Leipzig, XII, 1902, p. 98.

- Wasmann, E., Zur Kenntnis der myrmecophilen Antennophorus und anderer auf Ameisen und Termiten reitender Acarinen. — Zool. Anz., XXV, 1902, p. 66.
- Termiten, Termitophilen und Myrmecophilen. Gesammelt auf Ceylon von Dr. W. Horn 1899 mit anderem ostindischen Material. — Zool. Jahrb. Syst., XVII, 1902, p. 99.
- Zur näheren Kenntnis des echten Gastverhältnisses (Symphilie) bei den Ameisen- und Termitengästen. — Biol. Centralbl., XXIII, 1903, p. 63.
- Die monistische Identitätstheorie und die vergleichende Psychologie. — Biol. Centralbl., XXIII, 1903, p. 545.
- Zur Brutpflege der blutroten Raubameise (*Formica sanguinea* Ltr.). — Insektenbörse, XX, 1903, p. 275.
- Zum Mimikrytypus der Dorylinengäste. — Zool. Anz., XXVI, 1903, p. 581.
- Neue Beiträge zur Kenntnis der Paussiden mit biologischen und phylogenetischen Bemerkungen. — Notes Leyden Mus., XXV, 1904, p. 1.
- Zur Kenntnis der Gäste der Treiberameisen und ihrer Wirte am oberen Congo nach den Sammlungen und Beobachtungen von Herrn P. Herm. Kohl bearbeitet. — Zool. Jahrb. Suppl., VII, 1904, p. 611.
- Ameisenarbeiterinnen als Ersatzköniginnen. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., XI, 1904, p. 67.
- Phylogenetische Umbildung ostindischer Ameisengäste in Termitengäste. — Mitt. Schweiz. Ent. Ges., XI, 1904, p. 66. — C. R. VI. Congr. Int. Zool. Genève, 1905, p. 436.
- Ursprung und Entwicklung der Sklaverei bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 117.
- Nochmals zur Frage über die temporär gemischten Kolonien und den Ursprung der Sklaverei bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 644.
- Beobachtungen über *Polyrhachis dives* auf Java, die ihre Larven zum Spinnen der Nester benutzt (enthält briefliche Mitteilungen von E. Jacobson). — Notes Leyden Mus., XXV, 1905, p. 133.
- Zur Lebensweise einiger in- oder ausländischer Ameisengäste. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., I, 1905, p. 329.
- Instinkt und Intelligenz im Tierreich. Ein kritischer Beitrag zur modernen Tierpsychologie. — Dritte stark vermehrte Auflage, Freiburg i. Br., 1905.
- Die moderne Biologie und die Entwicklungslehre. — Freiburg i. Br., 1906.
- Beispiele rezenter Artbildung bei Ameisengästen und Termitengästen. — Biol. Centralbl., XXVI, 1906, p. 564.
- Zur Geschichte der Sklaverei beim Volke der Ameisen. — Stimmen aus Maria Laach, LXX, 1906, p. 405.
- Zur Lebensweise von *Atemeles pratensoides* Wasm. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., II, 1906, p. 1.

- Wasmann, E., Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg. I—III. — Arch. trim. Inst. Gr.-Duc. Sect. Sc. I—II, 1906—1909.
- Die Gäste der Ameisen und der Termiten. — Vortr. 77. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, Meran, Verh., 1906.
- Sur les nids des Fourmis migrantes (*Eciton* et *Anomma*). — Atti Pontif. Accad. Rom. Nuov. Linc., XL, 1907, p. 1.
- Ameisennester „Boussole du Montagnard“. — Naturw. Wochenschr. N. F., VI, 1907, p. 391.
- Zur Kastenbildung und Systematik der Termiten. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 68.
- Weitere Beiträge zum sozialen Parasitismus und der Sklaverei bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXVIII, 1908, p. 257. Nachtrag; p. 726.
- Die Sinne der Ameisen. — Vortrag Wanderversamml. Luxemburger Naturfreunde, Ettelbrück. Luxemburg, 1908.
- Über den Ursprung des sozialen Parasitismus, der Sklaverei und der Myrmekophilie bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXIX, 1909, p. 587.
- Zur Geschichte der Sklaverei und des sozialen Parasitismus bei den Ameisen. — Naturw. Wochenschr., VIII, 1909, p. 401.
- Über gemischte Kolonien von *Lasius*-Arten. — Zool. Anz., XXXV, 1909, p. 129.
- Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. — Stuttgart, 1909.
- Über das Wesen und den Ursprung der Symphilie. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 97.
- Nils Holmgrens neue Termitenstudien und seine Exsudattheorie. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 303.
- Nachträge zum sozialen Parasitismus und der Sklaverei bei den Ameisen. — Biol. Centralbl., XXX, 1910, p. 453.
- Zur Doppelwirtigkeit der *Atemeles*. — Deutsch. Ent. Nat. Bibl., I, 1910, p. 55.
- *Staphylinus*-Arten als Ameisenräuber. — Zeitschr. wiss. Insektenbiol., VI, 1910, p. 5.
- K. Escherisch: Termitenleben auf Ceylon. — Biol. Centralbl., XXXI, 1911, p. 394.
- Die Ameisen und ihre Gäste. — 1er Congr. Int. d'Ent. Bruxelles, II, Mém., 1911, p. 209.
- Die Anpassungsmerkmale der *Atemeles*. — 1er Congr. Int. d'Ent. Bruxelles, II, Mém., 1911, p. 265.
- Gibt es erbliche Instinktmodifikationen im Verhalten der Ameisen gegenüber ihren Gästen. — Zool. Anzeig., XXXVII, 1911, p. 7.
- Neue Beiträge zur Kenntnis der Termitophilen und Myrmecophilen. — Zeitschr. wiss. Zool., CI, 1912, p. 70.
- *Mimonomma spectrum*, ein neuer Dorylinengast des extremsten *Mimikrytypus*. — Zool. Anzeig., XXXIX, 1912, p. 473.
- Waterhouse, C. O., Notes on the nests of bees of the genus *Trigona*. Trans. Ent. Soc. London, 1903, p. 133.
- Webster, F. M., The relation of Ants to the Corn-Aphis. — Rep. Comm. Agric. Wash., 1887—1888, p. 148.

- Webster, F. M., On the relations of a Species of Ant, *Lasius americanus*, to the Peach Root Louse, *Aphis prunicola*. — *Can. Ent.*, XXXI, 1899, p. 15.
- Weidinger, G., Libellenschwarm. — *Ent. Nachricht.*, VII, 1881, p. 187.
- Weismann, A., Über die Vererbung. — Jena, 1883.
- Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. — Jena, 1892.
- Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer. — Jena, 1893.
- *The Effect of External Influences upon Development*. — London, 1894.
- Über die Parthenogenese der Bienen. — *Anat. Anzeig.*, XVIII, 1900, p. 492.
- Vorträge über Descendenztheorie. — Jena, 1902.
- Weitlaner, F., Weiteres vom Johanniskäferchenlicht und vom Organismenleuchten überhaupt. — *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, LXI, 1911, p. 192.
- Weld, Le Roy D., The Sense of Hearing in Ants. — *Science N. S.*, X, 1899, p. 766.
- Werner, Fr., Selbstverstümmelung bei Heuschrecken. — *Zool. Anzeig.*, XV, 1892, p. 58.
- Das Ende der Mimikryhypothese. — *Biol. Centralbl.*, XXVII, 1907, p. 174.
- Nochmals Mimikry und Schutzfärbung. — *Biol. Centralbl.*, XXVIII, 1908, p. 567.
- Wery, J., Quelques Expériences sur l'attraction des abeilles par les fleurs. — *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 1904, p. 1211.
- Wesenberg-Lund, C., Traek av Linnés Vaegge-Bis (*Anthophora parietina* Fabr.) *Biologi og Anatomi*. — *Ent. Meddel.*, II, 1889—1890, p. 97.
- *Bembex rostrata*, dens Liv og Instinkter. — *Ent. Meddel.*, III, 1891—1892, p. 19.
- *Mochlonyx-Corethra*, eine Anpassungsreihe in bezug auf das Planktonleben der Larven. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, Leipzig, III, 1910, p. 4.
- Über die süßwasserbiologischen Forschungen in Dänemark. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, Leipzig, III, 1910, p. 128.
- Biologische Studien über netzspinnende Trichopteren-Larven. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. Leipzig, Suppl.* III, 1911.
- Westerlund, A., Wie *Bombus* seinen Nestbau beginnt. — *Ill. Zeitschr. f. Ent.*, III, 1898, p. 113.
- Westwood, J. O., An Introduction to the modern classification of insects, founded on the natural Habits and corresponding organisation of the different families, I—II. — London, 1840.
- Notice of the Occurrence of a Strepsipterous Insect parasite on Ants, discovered in Ceylon by J. Nietner. — *Trans. Ent. Soc. London*, (2) V, 1861, p. 418.
- Wettstein, R. v., Über Kompositen der österr.-ungar. Flora mit zuckerabscheidenden Hülschuppen. — *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien*, 1888.

- Wettstein, R. v., Pflanzen und Ameisen. — Schrift. Ver. Verbreit. Naturw. Kenntn. Wien, XXIX, 1890, p. 307.
- Wheeler, W. M., The female of *Eciton sumichrastris* Norton, with some notes on the habits of Texan Ecitons. — Amer. Natur., XXXIV, 1900, p. 563.
- A new Myrmecophile from the mushroom gardens of the texan leaf-cutting ant. — Amer. Natur., XXXIV, 1900, p. 851.
- The habits of *Ponera* and *Stigmatomma*. — Biol. Bull., II, 1900, p. 43.
- The habits of *Myrmecophila nebrascensis* Bruner. — Psyche, IX, 1900, p. 111.
- Notices biologiques sur les Fourmis mexicaines. — Ann. Soc. Ent. Belg., XLV, 1901, p. 199.
- The Compound and mixed Nests of American Ants. — Amer. Natur., XXXV, 1901, p. 431.
- The parasitic origin of *Macroergates* among Ants. — Amer. Natur., XXXV, 1901, p. 877.
- An extraordinary Ant-Guest. — Amer. Natur., XXXV, 1901, p. 1007.
- Microdon-Larvae in *Pseudomyrma* Nests. — Psyche, IX, 1901, p. 222.
- A new agricultural Ant from Texas, with remarks on the known north-american species. — Amer. Natur., XXXVI, 1902, p. 85.
- A neglected factor in evolution. — Science, N. S., XV, 1902, p. 766.
- Some new gynandromorphous Ants, with a Review of the Previously Recorded Cases. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XIX, 1903, p. 653.
- Ethological observations on an American Ant (*Leptotherax emersoni* Wheel.). — Journ. Psychol. Neurol., II, 1903, p. 1.
- Some notes on the habits of *Cerapachys augustae*. — Psyche, X, 1903, p. 205.
- The Origin of Female and Worker Ants from the Eggs of Parthenogenetic Workers. — Science, N. S., XVIII, 1903, p. 830.
- A Crustacean-eating Ant (*Leptogenys elongata* Buckl.). — Biol. Bull., VI, 1904, p. 251.
- Three new genera of inquiline ants from Utah and Colorado. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XX, 1904, p. 1.
- The American Ants of the Subgenus *Colobopsis*. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XX, 1904, p. 139.
- A new type of social Parasitism among Ants. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XX, 1904, p. 347.
- Social Parasitism among Ants. — Amer. Mus. Nat. Hist. Journ., IV, Nr. 4, 1904, p. 74.
- How the queens of the parasitic and slave-making Ants establish their Colonies. — Amer. Mus. Nat. Hist. Journ., V, Nr. 4, 1905, p. 144.
- Some Remarks on Temporary Social Parasitism and the Phylogeny of Slavery among Ants. — Biol. Centralbl., XXV, 1905, p. 637.
- An interpretation of the slave-making instincts in Ants. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXI, 1905, p. 1.

- Wheeler, W. M., Dr. O. F. Cook's Sozial Organisation and Breeding Habits of the Cottonprotecting Kelep of Guatemala. — Science N. S., XXII, 1905, p. 706.
- The Habits of the Tent-Building Ant (*Cremastogaster lineolata* Say). — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIV, 1906, p. 1.
- On the founding of Colonies by Queen-Ants, with special reference to the parasitic and slave-making species. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXII, 1906, p. 33.
- The Queen-Ant as a Psychological Study. — Pop. Sc. Monthl., April, 1906, p. 291. — Suppl. Scient. Amer. 1906.
- The Polymorphisme of Ants, with an Account of some Singular Abnormalities due to Parasitism. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIII, 1907, p. 1.
- The Fungus-growing Ants of North-Amerika. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIII, 1907, p. 669.
- Notes on a new Guest-Ant, *Leptothorax glacialis*, and the Varieties of *Myrmica brevinodis* Em. — Bull. Wisc. Nat. Hist. Soc., V, 1907, p. 71.
- On certain modified Hairs peculiar to the Ants of arid regions. — Biol. Bull., XIII, 1907, p. 185.
- The origin of slavery among Ants. — Pop. Sc. Monthl., LXXI, 1907, p. 550.
- The Polymorphism of Ants. — Ann. Ent. Soc. Amer., I, 1908, p. 39.
- Honey ants, with a revision of the American Myrmecocyste. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. XXIV, 1908, p. 345.
- The Ants of Casco Bay, Maine, with Observations on two Races of *Formica sanguinea* Latr. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XXIV, 1908, p. 619.
- Studies on Myrmecophiles. I. *Cremastocheilus*. — Journ. N. Y. Ent. Soc., XVI, 1908, p. 68; II, *Hetaerius*. — *ibid.*, p. 135; III, *Microdon*, *ibid.*, p. 202.
- Comparative Ethology of the European and North-American Ants. — Journ. Psychol. Neurol., XIII, 1908, p. 404.
- Ants, their structure, development and behavior. — New-York, 1910.
- The Ant-Colony as an Organism. — Journ. of Morphology, XXII, 1911, p. 307.
- Additions to our knowledge of the ants of the genus *Myrmecocystus* Wesmael. — Psyche, dec., 1912.
- White, F. B., The Nest of *Formica rufa* and its inhabitants. — Scott. Nat., I, 1871—1872, p. 216.
- White, W. F., Ants and their Ways; with illustrations, and an appendix giving a complete list of genera and species of the British Ants. — London, 1883.
- Wichmann, H., Borckenkäfernotizen. — Ent. Blätt., VI, 1911, p. 209.
- Wikström, D. A., Ett egendomligt fall af öfvervintring. — Medd. Soc. F. et Fl. Fenn., XXVIII, 1902, p. 49.
- Will, F., Die Geschmacksorgane der Insekten. — Zeitschr. wiss. Zool., XLII, 1885, p. 674.

- Wille, A., Forms, Markings and Attitudes in Animal and Plant Life. — *Nature*, LXXX, 1909, p. 247.
- Witzthum, H., Über einige auf Apiden lebende Milben. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VIII, 1912, p. 61.
- Wright, Alex., Lee and Pearson, K., A comparative Study of queens, drones and workers in *Vespa vulgaris*. — *Biometrika*, V, 1907, p. 407.
- Wroughton, R., Our Ants. — *Journ. Bombay Nat. Hist. Soc.*, 1892.
- Wundt, W., Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele. — 5 ed., Hamburg und Leipzig, 1911.
- Xambeu, V., Moeurs et métamorphoses d'Insectes. — I, *Ann. Soc. Linn. Lyon*, XXXVIII—XXXIX, 1891—1893; II, *ibid.*, XLVIII—XLIX, 1901—1902.
- Yung, E., Combien ya-t-il des fourmis dans une fourmilière? (*Formica rufa*). — *Arch. Sc. Phys. Nat. Genève*, (4) X, 1900, p. 46. — *Rev. Sc.*, (4) XIV, 1900, p. 269.
- Zerny, H., Über myrmekophile Lepidopteren. — *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, LX, 1910, p. 93.
- Ziegler, H. E., Über den Begriff des Instinkts. — *Verh. Deutsch. Zool. Ges.*, 1892, p. 122.
- Theoretisches zur Tierpsychologie und vergleichenden Neurophysiologie. — *Biol. Centralbl.*, XX, 1900, p. 1.
- Der Begriff des Instinktes einst und jetzt. — Jena, 1910.
- Zimmer, C., Nest von *Lasius fuliginosus* Latr. in einem Sarge. — *Zeitschr. wiss. Insektenbiol.*, VIII, 1912, p. 32.
- Zoufal, V., Beitrag zur Lebensgeschichte des *Lethrus apterus* Laxm. — *Ent. Blätter*, III, 1907, p. 120.
- Zugmayer, E., Über Mimikry und verwandte Erscheinungen. — *Zeitschr. wiss. Zool.*, XC, 1908, p. 313.

-
- Adlerz, G., *Myrornas liv.* — Stockholm 1913.
- Göldi, E. A., Die sanitärisch-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere, namentlich als Krankheitserreger und -Überträger. — Berlin 1913.
- Linnaniemi, W. M., Zur Kenntniss der Blattminierer, speziell derjenigen Finnlands I. — *Acta Soc. F. et Fl. Fenn.*, XXXVII, Nr. 4, 1913.
- Newell, Wilmon and Barber, G. C., The Argentine Ant. U. S. Dep. Agric. — *Bull. offent.* Nr. 122, 1913.
-

Sachregister.

- Aaskäfer 15, 188.
Acanthaclisis 33.
Acanthosominen 206.
Acariden 54, 56.
Achorutes 348.
Acis 344.
Acraea oblineata 127.
Acridium 287, 288.
Acridium succinctum 350.
Adela viridella 171.
Adolias adonia 156.
Aeolothrips fasciata 14.
Aëpophilus 3.
Aëpus 2.
Aeschna grandis 354.
Agathidium 134.
Agenia 249, 302.
Agenia intermedia 249.
Agenia punctata 302.
Agenia structor 249.
Agenia variegata 249.
Ageniaspis 199.
Agrion 168.
Agriotes lineatus 13.
Agriotes obscurus 13.
Agrotis segetum 13.
Agrypnetes crassicornis 106.
Agrypnia 197.
Agrypnia pagetana 106.
Aktive Schutzmittel 140—151.
Akuleaten 237, 241, 242, 324, 342 bis 344.
Allantus 15.
Aleochariden 131.
Altruistischer Instinkt 234.
Alydidae 138.
Amasis 15.
Amauris 138.
Amblyopinus 48.
Ambrosia 19.
Ameisen 5, 9, 17, 21, 38, 39, 64, 95, 97, 98, 121, 133, 138, 139, 140, 145, 168, 187, 235, 306, 339, 344, 356, 365.
Ameisenjungfer 33.
Ameisenlöwe 33, 34.
Ameisenähnlichkeit 138, 139.
Ameisenähnliche Halbdeckflügler (Wanzen) 138, 139.
Ameles decolor 195.
Ametabole Insekten 151.
Ammophila 6, 52, 242, 245, 286, 288, 291, 292, 296, 301, 306, 311.
Ammophila campestris 309, 310.
Ammophila capensis 358.
Ammophila heydeni 309.
Ammophila hirsuta 177.
Ammophila holosericea 246, 306.
Ammophila sabulosa 245, 249, 250, 302, 306.
Ammophila tydei 242.
Ammophila urnaria 297.
Ammophila yarrvoii 246.
Anacaena 134.
Anaphe 347.
Ancistrocerus 308.
Ancistrocerus antilope 255.
Ancistrocerus callosus 255, 259.
Ancistrocerus oviventris 259.
Ancistrocerus parietum 254, 259.
Andrena 24, 50, 267, 284, 315, 320, 335, 336, 337, 360.
Andrena fulvicrus 335.
Andrena gwynana 321.
Andrena labialis 335.
Andrena ovina 360.
Andrenidae, Andreniden 315, 322.
Andricus 73.
Anisotomiden 131.
Annuäre Gemeinschaften 366.
Anobium 21, 131.
Anobium pertinax 133.
Anobium tessellatum 178, 179.
Anosia plexippus 354.
Anoxia villosa 166.
Antherophagus 186.
Anthidium 91, 278, 314, 317, 336, 337.

- Anthidium bellicosum* 279.
Anthidium contractum 278.
Anthidium lituratum 279.
Anthidium manicatum 319.
Anthidium septemdentatum 279.
Anthidium strigatum 278.
Anthypna abdominalis 177.
Anthocharis cardamines 126.
 Anthocoridae 44.
Anthomyia 170.
Anthonomus pomorum 86.
Anthonomus rubi 215.
Anthophora 79, 80, 82, 83, 91, 269,
 271, 315, 317, 336, 337, 362.
Anthophora fulvitarus 81.
Anthophora furcata 271.
Anthophora parietina 79, 267.
Anthophora personata 267.
Anthophora pilipes 183, 321.
Anthophora senescens 271.
Anthophora vulpinus 268.
Anthothrips aculeata 14, 143.
Anthrax 77, 161.
Anthrax trifasciata 59, 75, 76, 161.
Anthriscus sylvestris 126.
Aphaniptera 49.
 Aphidinae 69.
Aphilatrix 73.
Aphis evonymi 69.
Aphodius 231.
 Apidae, Apiden 200, 235, 254, 315,
 338, 365.
Apis mellifica 316, 367.
Apoderus 217.
Apoica pallida 323.
Aporia crataegi 88, 100.
Aporus dubius 299.
Aporus fasciatus 244.
Appasus 205.
Apterygota 2, 85, 86, 106.
Aradus 131.
Arbeiter 366.
Archiapidae 314, 334.
Archipsocus 92.
Archipsocus recens 21.
Archipsocus textor 93.
Arctia flavia 143.
Arctosa allodroma 74.
Argynnis selene 126.
Architekturtypen 262.
Asiliden 57.
Asilus crabroniformis 142.
Asilus cyanurus 167.
Asmeterium 147.
Astata 334.
Athalia 15.
Atta sexdens 140.
Attelabus curculionoides 217—219.
Attelabus 217, 219.
Atropis 21.
 Augenflecke 149.
 Autohämorrhoe 141, 143, 144.
 Autotomie 107.
Bacillus 130.
Bacillus rossi 107, 124, 130.
Barbitistes 103.
Batrachedra stegodyphobius 57.
 Bauchsammler 314, 317.
 Baumläuse 92, 179.
 Baumtöter 152.
 Beinsammler 314, 315.
 Belostomatidae 28, 30, 205.
Bembex 52, 193, 246, 285, 286, 288,
 289, 290, 304, 309, 310, 357, 360.
Bembex mediterranea 304.
Bembex oculata 306.
Bembex rostrata 253, 289, 303, 307,
 311.
Bembex spinolae 244, 329, 357.
Bengalia latro 39.
 Bethyriden 27.
Bibio johannis 349.
 Bienenlaus 56.
 Bienen 5—7, 16, 23, 24, 32, 56, 57,
 65, 73—83, 178, 187, 189, 194,
 200, 201, 227, 236, 256, 262,
 263, 265—268, 270, 272, 278, 282,
 312—315, 318, 319, 320, 321, 323,
 324, 328, 332, 333, 336, 342, 344,
 351, 356, 364, 365, 367.
Biorhiza aptera 73.
 Birkenstecher 215.
 Bittacidae 29.
Bittacus apterus 176.
Bittacus strigosus 29.
 Blaps 143, 344.
 Blasenfüßer 14, 143.
Blatta orientalis 9.
Blattella germanica 188.
 Blattflöhe 106, 209.
 Blatthornkäfer 8, 9, 168, 184, 232,
 286, 367.
 Blattläuse 14, 64, 68, 72, 143, 145,
 158, 199, 209, 210, 286, 289, 323.
 Blattidae, Blattiden 287, 291.
 Blattidenweibchen 135.
 Blattschneidebiene 338.
 Blattwespen 92, 347.
Bledius 2.

- Blennocampa 15.
 Blitophaga opaca 15.
 Blutergüsse 141, 144.
 Blutrote Ameisen 95, 133.
 Blütenbesuche: Anemophile Blüten 325.
 Blütenbesuche: Entomophile Blüten 325.
 Bockkäfer 20, 159, 160.
 Bolbites onitoides 221.
 Bombardierkäfer 143, 144.
 Bombus 317, 319, 323, 324, 336, 337, 339, 366.
 Bombus hyperboreus 365.
 Bombus kirbyellus 365.
 Bombus scrimshiranus 316.
 Bombus terrestris 321, 322.
 Bombyces 154, 167.
 Bombycidae 8.
 Bombyliidae 23.
 Bombyx diego 14.
 Bombyx rhodama 14.
 Boreus 2.
 Forken- oder Rindenkäfer 187, 214.
 Borstenschwänze 107.
 Bostrychidae 18.
 Bothynoderus albidus 288.
 Bourletiella 180.
 Bourletiella insignis 180.
 Bourletiella lutea 180.
 Brachelytra 30.
 Brachynus 143, 144, 344.
 Brachynus crepitans 143.
 Brachyderus incanus 86.
 Braula coeca 56.
 Bremen 43, 195.
 Bremsen 17, 30, 170, 310.
 Brentidae 184.
 Broscus cephalotes 110.
 Bruchus pisi 66, 157.
 Brummfliege 162, 194.
 Bryophila perla 127.
 Buprestidae, Buprestiden 61, 286.
 Byrrhus 125, 131.
 Calathus 344.
 Calicurgus 298.
 Calicurgus annulatus 241.
 Callidryas scylla 353.
 Calliphora 162, 194.
 Caloptenus italicus 350.
 Calosoma 143.
 Calymnia trapezina 13.
 Campodeider Larventypus 35.
 Camptonotus carolinensis 114.
 Cantharis 186.
 Cantharis vesicatoria 83.
 Canthon 229.
 Capricornes 159.
 Capsidae 101, 138.
 Carabidae, Carabiden 27, 140.
 Carabus 59, 143.
 Carcinocoris 28.
 Carnus haemapterus 54.
 Carpocapsa funebrana 103.
 Carpocapsa saltitans 95.
 Cassididae 207.
 Catocala 127.
 Catocala nupta 129.
 Catopsilia 354.
 Catopsilia crocale 353.
 Cebrio 167, 176.
 Cecidomyiidae 209.
 Celonites 261.
 Cemonus unicolor 248.
 Cephalothorax 50.
 Cerambycidae, Cerambyciden 159, 161.
 Cerambyx heros 8, 195.
 Cerambyx scopoli 20.
 Ceramius 259, 312, 359.
 Ceramius capicola 259.
 Ceramius karooensis 259.
 Ceramius lichtensteini 259.
 Ceratina 263, 323, 324, 362.
 Ceratocolus laevis 247.
 Ceratocolus subterraneus 247.
 Ceratophorus morio 248.
 Cerceris 183, 247, 251, 266, 286, 288, 292, 293, 294, 296, 309, 310, 328, 329, 333, 357.
 Cerceris arenaria 328.
 Cerceris bupresticida 286.
 Cerceris ornata 292.
 Cerceris rubiensis 310.
 Cerceris tuberculata 286, 293, 294.
 Ceria conopsoidea 136.
 Ceria gambiana 136.
 Ceropales 191, 192, 242, 331.
 Ceroplatus 92, 145, 153.
 Cerura 154.
 Cetonia 239.
 Cetonia aurata 154.
 Chaerocampa elpennor 148.
 Chalastogastra 14.
 Chalcididae 158.
 Chalicodoma 75, 86, 202, 282, 317, 323, 360.
 Chalicodoma muraria 202, 271, 272, 361.
 Chalicodoma pyrenaica 361.
 Chalicodoma rufescens 361.

- Charaeas graminis 348.
 Cheimatobia boreata 106.
 Chermes piceae 71.
 Chermes pini 71.
 Chermes strobi 71.
 Chermetinae 68, 69.
 Chionea 84.
 Chionea araneoides 85.
 Chironomidae 2, 171.
 Chironomus 145.
 Chlorion 287.
 Chortophila rupicapra 66.
 Chrysididae 41, 65, 134, 340, 341.
 Chrysididenlarven 65.
 Chrysis 340.
 Chrysis bombycida 340.
 Chrysis ignita 103, 257, 341.
 Chrysis neglecta 341.
 Chrysis shanghaiensis 340.
 Chrysis succincta 342.
 Chrysis viridula 341.
 Chrysomela sanguinolenta 90.
 Chrysomela varians 13.
 Chrysomeliden 301.
 Chrysopa 121.
 Cicada septemdecim 8, 112.
 Cicadariae 147.
 Cicadidae 8.
 Cicindela 32, 110, 240.
 Cicindelidae 27, 28, 32.
 Cilissa, Cilissus 283, 315.
 Cimbex 143.
 Cimicidae 30, 44.
 Cionus gibbifrons 94.
 Cladius 144.
 Cleonus alternans 288.
 Cleonus ophthalmicus 286, 288, 293.
 Cleptes 340.
 Clisiocampa americana 345.
 Clothilla pulsatoria 179.
 Clunioninae 2, 3.
 Clunio adriaticus 3.
 Clytra 119.
 Cnethocampa processionea 345.
 Cobboldia elephantis 195.
 Coccinella 21, 88, 141, 144, 355.
 Coelioxys 91, 319, 336, 337, 338.
 Coelioxys conica 91.
 Coelioxys rufescens 338.
 Coelocrabro cinxius 302.
 Coleophora 118, 119.
 Colias hyale 85.
 Collembola 2, 85, 107, 179.
 Colletes 91, 263, 272, 282, 315, 320.
 Colletidae 356.
 Collyris 32.
 Coniopterygidae 153.
 Conops 109.
 Copeognatha 47, 92.
 Copris 59, 222, 224, 226, 367.
 Copris carolinus 224.
 Copris hispanus 63, 222, 223, 225, 227, 228.
 Copris lunaris 227, 228.
 Coprophaga 11.
 Coptorthosoma latipes 56.
 Cordylobia rodhaini 187.
 Coreiden 205.
 Corethra 3.
 Corixa 96, 140, 355.
 Corixa geoffroyi 179.
 Cosmia trapezina 102.
 Cosmopteryx eximia 100.
 Cosmopteryx lienigella 100.
 Cossus 13.
 Cossus cossus 152.
 Crabroniden 248, 249, 274, 289, 290.
 Crabro cephalotes 309.
 Crabro quadrimaculatus 309.
 Crabro stirpicolus 253.
 Crabro vagus 259.
 Cremnocephalus albolineatus 139.
 Cricetomys 47.
 Crioceris duodecimpunctata 104.
 Crossocerus 249, 314.
 Cryptocephalus 105, 119.
 Cryptophagidae 186.
 Crypturgus cinereus 212.
 Ctenoplax 47.
 Culex 3.
 Culicidae, Culiciden 17, 171, 182.
 Curculionidae 211.
 Cymatophoriden 178.
 Cynipidae, Cynipiden 72, 132, 140, 209.
 Cyrtopeltis 101.
 Dämmerungsfalter 6.
 Danaiden 140.
 Danais 138.
 Dasselfliege 43, 195.
 Dasypoda 284, 314, 315.
 Dasypoda hirtipes 194, 267, 320.
 Dasyproctus 247.
 Decticus 31, 178.
 Deilephila 102.
 Deinacrida 102.
 Delias aglaia 353.
 Deltochilum 229.

- Dendroleon 32.
 Dendrolimus pini 88.
 Dermaptera 206, 207.
 Dermestes bicolor 16.
 Dermestidae, Dermestiden 26, 131, 162.
 Desmometopa 57.
 Dicranura 154.
 Dicyphus 29, 101.
 Diebsbienen 334.
 Diglossa 2.
 Dilina tiliae 175.
 Dinetus pictus 314.
 Diodontus 289, 314.
 Diodontus americanus 292.
 Dioloceras 347.
 Diprion 14.
 Diptera 105.
 Discoelius zonalis 254.
 Distelfalter 353.
 Dixippus morosus 9, 13, 133.
 Dolichoderus bituberculatus 39.
 Dolichurus 245, 291.
 Dolichurus rubripyx 291.
 Dolomedes 74.
 Doppelter Larvenzustand 64.
 Doryphora decemlineata 90.
 Drohnen 200, 201, 204.
 Dryinidae 192.
 Dytiscidae 96, 142.
 Dytiscus 59, 96.
 Eecoptogaster destructor 211.
 Eecoptogaster multistriatus 211.
 Ectobia lapponica 291.
 Ectoparasitische Schmetterlinge 48.
 Eichenwickler 113.
 Eintagsfliege 8, 195, 348.
 Einzellige Nester 256.
 Elasmucha 206.
 Elateridae 146.
 Elektrische Schläge 150.
 Elefantenbremse 195.
 Elliptera 153.
 Elmis 122.
 Emesinae 28.
 Empidae, Empiden 170, 182.
 Empis 182, 348.
 Empis borealis 182.
 Empis poplitea 182.
 Empodium 193.
 Empusa egena 124.
 Empusa pauperata 197.
 Encyrtus 199.
 Endochus cingalensis 206.
 Ennomos subsignarius 353.
 Entomoscelis adonidis 90.
 Entylia sinuata 206.
 Entwicklungszyklus 70, 72.
 Enyaliopsis durandi 142.
 Enyaliopsis petersi 142.
 Eoctenes 46.
 Epeira strix 140.
 Ephemera vulgata 8.
 Ephemeridae 195.
 Ephippigera 103, 181, 242, 287, 295, 296.
 Ephippigera brunneri 142.
 Ephippigera vitium 181.
 Ephedra 2, 102.
 Epicauta 74, 83.
 Epicauta vittata 75.
 Epicypta scatophora 120.
 Epigame Geschlechtsbestimmung 201.
 Erbsenkäfer 157.
 Erdbienen 333.
 Erdflöhe 106.
 Eremobia cisti 123.
 Eretmoptera browni 3.
 Eriogaster lanestris 8, 345.
 Eucera 24, 316.
 Eucera caspica 320.
 Eucera difficilis 267.
 Eucera longicornis 267, 361.
 Eucera malvae 320.
 Eucera nana 320.
 Eucera pannonica 320.
 Eucera perezii 320.
 Eucheira socialis 100, 347.
 Eugaster guyoni 143.
 Euglossa cordata 365.
 Eugonia angularia 353.
 Eumenes 254, 257, 260, 261, 308, 359.
 Eumenes amadei 260, 272.
 Eumenes caniculata 360.
 Eumenes exuriens 261.
 Eumenes pomiformis 260.
 Eumenes tinctor 261.
 Eumenidae 311, 356.
 Euploea 140.
 Euproctis chrysoorrhoea 87, 103, 187, 196, 345, 346.
 Eurycorypha varia 139.
 Exulantes 71.
 Fächerflügler 49.
 Faltenwespen 200, 254, 260, 313, 323, 332, 339, 340, 342, 344.
 Feldgrillen 6, 142, 207, 287.
 Fenescia torquinus 14.

- Fertoniuss 306.
 Festuca 243.
 Fichtenrüsselkäfer 86.
 Fliegenlarven 2.
 Fliegen 8, 15—17, 21—23, 30, 32,
 35, 39, 54, 56, 66, 101, 136, 152,
 167, 181, 182, 183, 194, 286—288,
 303, 304, 307, 309, 310.
 Flöhe 106.
 Forficula auricularia 207.
 Foresie 54, 79, 83, 186.
 Formica rufa 95.
 Formica sanguinea 95, 133.
 Formicaleo 32.
 Formicidae 235.
 Fracticornier 294.
 Frostspanner 353.
 Frühlingsgeneration 199.
 Fulgora laternaria 147.
 Fundatrix 70 73.
 Furcula 107, 179.
 Futterparasiten 40, 53, 73, 331, 341.
 Gallenbildungen 72, 73, 109, 158,
 159, 209, 210.
 Galleruca 144, 355.
 Gallmücken 209.
 Gallwespen 72, 140, 199, 209, 210.
 Gammaeule 353.
 Gartengrille 181.
 Gastrilegidae 263, 279, 283, 284, 317.
 Gastrophilus equi 195.
 Gastrophilus haemorrhoidalis 195.
 Gaurodytes marginalis 31.
 Gelechia subocella 117, 118.
 Geometrae, Geometriiden 130, 178.
 Georyssus 122.
 Geotrupes stercorarius 63, 94, 230.
 Gerridae 180.
 Gerris 169.
 Geruchssinn 176.
 Geruchsstrahlen 177.
 Gespinste 91.
 Gewebeindustrie 92, 93.
 Ghilianella 206.
 Glanzkäfer 92.
 Gloveria psidii 346.
 Glühwürmer 6, 145.
 Göra 116.
 Goldkäfer 188.
 Goldschmied 154, 239.
 Goldwespen 6, 41, 65, 134, 150, 189,
 257, 259, 340—342.
 Gonatopus 192, 193.
 Gonatopus pilosus 192.
 Gorytes 331.
 Grabwespen 91, 247, 313.
 Gracilaria ononidis 100.
 Gradflügler 130, 151, 190.
 Graseule (Raupe) 67, 348.
 Gratidia voluptaria 125.
 Greeniella alfeni 56.
 Greeniella perkensi 56.
 Gryllotalpa 111, 207.
 Gryllus 111, 207, 287.
 Gryllus devastator 350.
 Gryllus campestris 111.
 Gymnopleurus 229.
 Gyrimus 348.
 Hadena tritici 13.
 Hagedornspanner 130.
 Halbdeckflügler 151.
 Halbparasiten 27.
 Halictinae 360.
 Halictophagus 52.
 Halictus 52, 270, 271, 284, 315, 329,
 334, 335, 336, 360, 361, 363.
 Halictus cylindricus 271.
 Halictus longulus 364.
 Halictus maculatus 271.
 Halictus malachurus 271, 334, 364.
 Halictus morio 362.
 Halictus quadricinctus 334, 362, 367.
 Halictus quadristrigatus 334.
 Halictus zebrus 270.
 Halobatidae 2.
 Halticidae 106.
 Harpalus calceatus 355.
 Harpalus pubescens 15.
 Harpalus ruficornis 15.
 Harpyia 147.
 Hausfliege 30, 89, 96, 97.
 Heerwurm 349.
 Heerschlange 349.
 Helicopsis acis 56.
 Helicopsis cupido 56.
 Helochares lividus 205.
 Helophorus 122, 197.
 Hemideina thoracica 102.
 Hemimerus talpoides 47.
 Hemimetabole Insekten 151.
 Hemiptera 86, 143.
 Hemisa tricolor 360.
 Hemischizus 46.
 Herbivoren 11, 12, 17.
 Herbstgeneration 199, 363.
 Herbstmigration 86.
 Heriades 271, 280, 317.
 Hesperia conjuncta 156.

- Hesperoctenes 46.
 Heteroptera 52, 143.
 Hetrodidae 141.
 Heuschrecken 125, 129, 142, 286,
 287, 294, 295, 349—351.
 Hibernia 175.
 Hilara aëronetha 183.
 Hilara instincta 183.
 Hilara maura 183.
 Hilara sartor 183.
 Hippobosca equina 49.
 Hippoboscidae 47.
 Hirschkäfer 8, 155, 239.
 Histeriden 131.
 Holocentropus 36.
 Holometabole Insekten 151.
 Holoptilinae 39.
 Holzbiene 265.
 Holzbock 8
 Holzläuse 21.
 Holznagende Käfer 278.
 Homalomyia 170.
 Homoptera 52, 206.
 Honigbienen 9, 22, 167, 186, 188,
 200—204, 286, 301, 314—318, 325,
 334, 339, 367.
 Honigwespen 259, 261, 312.
 Hoplomerus 254, 307.
 Hoplomerus melanocephalus 258.
 Hoplomerus reniformis 258, 268.
 Hoplomerus spinipes 258, 272, 341.
 Hornisse 141.
 Hotinus candelarius 147.
 Hotinus pyrorrhynchus 147.
 Hummeln 7, 24, 109, 136, 168, 186,
 227, 238, 242, 318, 319, 321, 339,
 362, 365.
 Hungerwanderungen 67, 348, 349.
 Hülsenwürmer 35, 36, 114.
 Hybernia defoliaria 353.
 Hydrobius 197.
 Hydrocyrius 205.
 Hydrophilus 96, 197.
 Hydrophilus piceus 197, 198.
 Hydropsyche 197.
 Hydropsychidae 37.
 Hydrous 197.
 Hylechtrus 52.
 Hylesinus fraxini 94, 211, 212—213.
 Hylesinus micans 211.
 Hylesinus minor 211, 212.
 Hylesinus piniperda 211, 212.
 Hylobius abietis 86.
 Hyloicus pinastri 175.
 Hylotoma 15.
 Hymenoptera 105, 168, 365.
 Hymenoptera aculeata 235.
 Hypermetamorphose 75.
 Hyphantria 127.
 Hypoderma bovis 77, 78.
 Hypogastrura 85.
 Hypolimnas misippus 138.
 Ichneumonidae 41, 236, 237, 291.
 Ichneumonidenlarven 41.
 Indische Holzlaus 21.
 Industrielle Bienen 335, 336.
 Insektengemeinschaften 211.
 Ipidae, Ipiden 18, 211.
 Ips curvidens 213.
 Ips typographus 212.
 Isibungu-Fliege 187.
 Isotoma 85.
 Isotoma glacialis 85.
 Jungfern 151.
 Jungfräuliche Fortpflanzung 196
 Kallima 130.
 Kannibalismus 13.
 Karnivoren 11—15, 25, 121.
 Kartoffelkäfer 90.
 Kasten 356, 365, 366, 367.
 Kieferngallenwickler 209, 249.
 Kleine Schmetterlinge 6.
 Käsefliege 10.
 Kataplexie 133, 141.
 Kohlraupe 67.
 Kohlweißling 67, 127, 189, 195, 346,
 348, 352, 353.
 Kokons 10, 155, 157, 347.
 Kommensalismus 55, 57.
 Konvergenz 136, 311, 362.
 Korsarenbiene 339.
 Kotfresser 11.
 Krabbenspinne 32.
 Kreuzspinne 140, 331.
 Kritischer Punkt 89.
 Kuckucksspeichel 121.
 Kugelroller 228.
 Kurzdeckflügler 30.
 Labidura riparia 207.
 Lamellicornes 8, 177, 286, 294.
 Lamprohiza 172.
 Lampyridae 145, 172.
 Lampyris 59, 172.
 Lampyris noctiluca 98, 172.
 Landisopoden 135.
 Langhornkäfer 8.
 Laphria 144.

- Lasiocampa quercus* 175.
Lasius niger 17, 84.
 Läuse 47.
Lecanium persicae 121.
Lecanium prunastri 121.
 Leichenfresser 11.
Leionotus 242.
Lemalarven 121.
Lema melanopus 86.
 Lepidoptera 105.
Leptis vermileo 35.
 Leptoceridae 197.
Leptodirus hohlenwarty 105.
Lestes sponsa 169.
Lethrus 110, 232.
Lethrus apterus 9, 110, 168, 184, 232.
Lethrus cephalotes 232.
Leucania extranea 348.
 Leuchtkäfer 146, 171—174.
Leucoma salicis 142, 187, 196.
Leucospis gigas 64, 65.
 Libellen 354.
Libellula depressa 354.
Libellula quadrimaculata 354.
Libellula scotica 354.
Limenitis populi 88.
Limnaeum 122.
 Limnophilidae 164.
Limosina sacra 54.
Lina populi 143, 301.
Lindenius albilabris 288.
Linearer Bautypus 248, 254, 342.
Lionotus 308.
Liparis dispar 166, 175.
Lithurgus dentipes 323.
Litomastix 199.
Lixus 105.
 Locksignale 178.
Locusta 103.
Locusta viridissima 181.
 Locustidae, Locustiden 114, 142, 178, 196.
Locustina 190.
Lougicornes 8.
Loxaspis 45.
 Lucanidae 184.
Lucanus cervus 239.
Lucilia 16, 78.
Lucilia bufonivora 43, 78.
Lucilia caesar 16.
Lucilia hominivora 43.
Lucilia sericata 16.
Luciola 172.
Luciola italica 173.
Luciola lusitanica 173.
 Lycaenidae, Lycaeniden 14.
Lycosa biimpressa 240.
Lycosa inquilina 74.
 Lycosidae, Lycosiden 74, 299.
Lycocoris campestris 44.
Lyda campestris 88.
Lyda hypotrophica 347.
 Lygaeidae 138.
Lymantria monacha 195, 353.
Lyonetia prunifoliella 100.
Lyroda subita 309.
Lytta vesicatoria 83.
 Macrocephalidae 28.
Macrocera 316.
 Macrochetæ 97.
 Macrolepidoptera 13.
Macrolophus 101.
Macropis 316.
Macropis frivaldskyi 320.
Macropis labiata 316, 320.
Macrotylus 29, 101.
Macroxylia cluentis 23.
 Maikäfer 8, 166, 188, 348.
Malacosoma neustria 346, 353.
 Mallophaga 47.
 Mantidae, Mantiden 28, 135.
Mantis 31, 110, 166.
Mantis religiosa 31, 144, 166, 185, 196.
Mantispa 74, 153.
Mantispa styriaca 74.
 Mantispidae, Mantispiden 28, 135.
 Marienkäfer 21, 88, 141, 144, 355.
 Marine Arten 2.
 Masaridae 259, 312.
 Maskierung 121, 137.
 Maulwurfsgrielle 111, 207.
 Maurerbiene 75, 86, 161, 202, 203, 271, 333, 361.
Megachile 91, 263, 272—277, 314, 317, 319, 336, 337, 338.
Megachile analis 276.
Megachile buyssoni 272.
Megachile centuncularis 275.
Megachile ericetorum 274.
Megachile genalis 276, 277.
Megachile inquirenda 273.
Megachile lagopoda 274.
Megachile ligniseca 274.
Megachile maritima 275.
Megachile octosignata 274.
Megachile papaveris 274.
Megachile sericans 274.
 Megalopta 270.
 Megalopta ipomoeae 270.

- Melampsalta montana* 111.
Melanoplus 75.
Melanoplus spretus 350.
Melasoma tremulae 103.
Melecta 83, 336, 337.
Melipona 333.
Melissodes 24, 324.
Melitaea cinxia 345.
Meliturga 360.
Mellinus 309.
Meloë 82, 142, 186, 190.
 Meloïdae, Meloïden 10, 188.
Melolontha 348.
Melophaga ovina 49.
Melusina 153.
 Melusinidae 17, 30.
 Membracinen 206.
Methoca 27, 239, 240.
Methoca ichneumoides 239.
Metoeus paradoxus 52.
Microlimma 2.
 Migration 67.
Miltogramma 193, 194, 303, 304.
Miltogramma conica 194.
 Mimikry 123, 124, 125, 126, 130, 135, 136.
Mindarus abietinus 70.
Minotaurus typhoeus 61, 168, 230, 344.
 Miridae, Miriden 17, 29, 101, 138.
 Mistkäfer 219—228.
Miscus campestris 310.
Mitosoma chapuisi 20.
Mochlonyx 3.
Molanna 116.
Monedula 285.
Monedula punctata 285, 289, 304, 309.
Monedula surinamensis 309.
Monema flavescens 340.
Monoctenus 14.
 Monogame Gemeinschaften 366.
 Monogamie 168.
 Monogyne Gemeinschaften 366.
 Mononychidae 28.
Monophaga 11—13.
Morpho achilles 56.
 Motten 57, 113, 118.
Musca 30.
 Mutillidae 238, 305.
Mutilla 239.
Mutilla erythrocephala 238.
Mutilla europaea 238.
 Mutualismus 55.
 Mücken 2, 3, 29, 30, 89, 101, 120, 137, 138, 145, 164, 348.
 Mückenlarven 101, 349.
 Mütterliche Fürsorge 205.
Mycetophila 120.
 Myodochidae 138.
 Myrmecoridae 139.
Myrmecoris 138, 139.
Myrmegrillus dipterus 139.
Myrmeleon fornicarius 32.
Myrmica scabrinodis 133.
Myrmosa melanocephala 238.
Mytillus minimus 3.
Myzine andrei 238.
 Nabidae 67.
 Nachahmung s. Mimicry.
 Nachtinsekten 5, 108.
 Nachtschmetterlinge 6, 25, 108, 143, 208, 348.
 Naucoridae 28.
Necrophaga, *Necrophagen* 11, 16.
Necrophorus 233.
Necrophorus germanicus 16.
Nectarinia 313.
 Nektarsaugende Insekten 21—24.
Nemesia badia 290, 298, 299, 300.
Nepticula sublimaculella 100.
Nerius fuscus 185.
 Nerthridae 28.
Neuroclipsis bimaculata 37.
 Neuroptera 135, 153.
Neuroterus 72, 73.
Neuroterus fumipennis 72.
Niptus hololeucus 10.
 Noctuae, Noctuiden 108, 178.
Noctua segetum 177.
Nomada 336, 337.
Nomia 284.
 Nonnen 353.
Notonecta 27, 150.
Notonecta glauca 355.
Nycteribia 49.
 Nycteribiidae 45—49.
Nycterobius 110.
 Nysson 331.
 Oberea 105.
Obisium longimanum 105.
Ocnaria dispar 184, 187, 196, 348.
Ochthebius marinus 2.
Ocypris olens 103.
Odynerus 136, 254, 255, 256, 259, 262, 307.
Odynerus bifasciatus 257.
Odynerus crassicornis 257.
Odynerus dorsalis 257.
Odynerus laevipes 257.

- Odynerus murarius* 257, 258, 301.
Odynerus reaumuri 256.
Odynerus reniformis 307, 308.
Oecanthus fasciatus 181.
Oecanthus pellucens 181.
Oeciacus hirundinis 67.
Oedaleus 142.
 Ölkäfer 142.
Oeneis jutta 127.
 Oestridae 43.
 Oligotrope Bienen 320.
 Omnivoren 11, 17, 19.
Omoplata 207.
Oncideres 214.
Oncideres dejeani 214.
Oncideres impluviatus 214.
Onychiophorus armatus 147.
Onychiurus 147.
Orgyia 175.
Orgyia gonostigma 349.
Orrhodia 13.
Orthophrys 3.
 Orthoptera, Ortopteren 52, 106, 206.
Orthosia 13.
Orthotylus schoberiae 355.
Osmia 91, 203, 263, 264, 271, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 314, 317, 321, 344.
Osmia aenea 282.
Osmia bicolor 281.
Osmia bicornis 263, 280, 282.
Osmia caementaria 282, 283.
Osmia claviventris 280.
Osmia coerulescens 282.
Osmia cornuta 263.
Osmia cristata 273, 274, 276.
Osmia cyanea 282.
Osmia emarginata 281.
Osmia exenterata 280.
Osmia fossorum 281.
Osmia gallarum 280.
Osmia lanosa 281.
Osmia lepeletieri 271, 282.
Osmia leucomelaena 280, 337.
Osmia macroglossa 317.
Osmia maritima 280.
Osmia muraria 7.
Osmia ononidis 273.
Osmia papaveris 274, 280.
Osmia parietina 361.
Osmia rubicula 280.
Osmia stelidoides 280.
Osmia tricornis 203.
Osmia tridentata 263, 280, 343.
Osmia tunensis 280.
Osmia villosa 273, 280.
Osmia vulpecula 361.
Otiiorhynchus niger 86.
Oxybelus 246, 287, 290, 301, 303, 304, 329.
Oxybelus 14-notatus 301.
Oxybelus nigripes 301.
Oxybelus uniglumis 194, 287.
Pachymeria 182.
Pachyschelus 61.
Pachytylus migratorius 350, 351.
Paedogenesis 199.
Panorpata 84.
Pantophaga 11, 13.
Panurgus 314, 360, 361.
Panurgus banksianus 316.
Papilionidenlarven 147.
Papilio merope 138.
Pararge megaera 127.
Parasita, Parasiten 26, 40, 43, 48, 53, 73, 74, 243, 304.
 Parasitenartige Raubwespen 177, 190, 191, 192, 243.
 Parasitenbienen 40, 91, 332—339.
 Parasitierende Wespenlarven 60, 191.
 Parasitenfliegen 26, 41, 42—44, 75—78, 161, 190, 193.
 Parasitenhummeln 339.
 Parasitische Fliegenlarven 76, 77.
 Parasitische Raubwespen 331, 340.
 Parasitische Methode der Goldwespen 341.
 Parasitismus 55.
 Parasitenwespen 26, 41, 42, 64, 190, 199, 237, 331, 340—342.
 Parasitoidea 53.
Parnassius 147.
Parthenogenesis 199.
Pasiphaë iheringe 360.
 Passalidae 211, 234.
Passaloecus 249, 314.
Passaloecus turionum 249.
 Passive Schutzmittel 100—139.
 Passive Wanderung 82, 83.
Pelania 172.
Pelopaeus 252, 253, 296, 357.
Pelopaeus figulus 253.
Pelopaeus lunatus 253.
Pelopaeus vindex 252.
 Pelzflügler 6, 35, 117, 195.
 Pemphigidae 209, 210.
 Pemphiginae, Pemphiginen 14, 68.
Pemphigus nidificus-poschingeri 71.
Pemphredon 248, 286, 289, 303.

- Pemphredon lugubris* 249.
Pentachrysis 340.
Pentatomiden 206.
Perga lewisii 207.
Perisemus fulvicollis 237.
 Permanente Gemeinschaften 366.
 Pfaunaugle, kleines 157.
 Pferdefliege 49.
 Pflanzwespe 14, 15, 132, 143, 144,
 190, 207, 209, 355.
Phalera bucephala 129.
Phaneroptera quadripunctata 243.
Phanaeus milon 221.
Phasmiden 125.
Pheidologeton diversus 39.
Philaenus spumarius 121, 355.
Philanthus 242, 286, 301, 357.
Philanthus apivorus 286.
Philanthus punctatus 235, 357.
Philhydrus 197.
Philopotamus 37.
Phloea 131, 206.
Phloeotribus scarabaeoides 214.
Phosphaenopterus 172.
Phosphaenus 172, 174.
Phosphaenus hemipterus 98.
Photophorus 146.
Phrenapates benetti 234.
Phryganea 197.
Phryganeidae 164.
Phyllium siccifolium 131.
Phyllodecta vitellinae 87.
Phyllomorpha 205.
Phylloscirtus macilentus 139.
Phylloxera vastatrix 69.
Phymatidae 28.
Phytodecta formicata 86.
Phytodecta viminalis 90.
Phytophaga, *Phytophagen* 11, 21.
Pieridenlarven 346.
Pieris brassicae 195, 348, 352, 353.
Pieris napi oder *napaeae* 89.
Pieris rapae 127, 195, 352.
 Pillendrehende Mistkäfer 188, 229.
 Pilzgewebe 19.
 Pilzkulturen 20.
 Pilzmückenlarven 92, 145, 153.
 Pilzvegetationen 19, 213.
Pilophorus cinnamopterus 139.
Pimpla instigator 191.
Piophila casei 10, 107.
Pison 248, 253.
Planiceps fulviventris 300.
Platypodidae 20, 213.
Platypus 187, 213.
Platypsyllus castoris 46, 48.
Plectrocnemia 36.
Ploea 140.
Ploiariola 137.
Plusia gamma 353.
Podalirius 91, 360.
Podalirius fulvitaris 81.
Podalirius parietinus 267, 360.
Podalirius (Anthophora) personata 267.
Podalirius vulpinus 268.
Podilegidae 263, 270, 283, 284, 315.
Podura 107.
Poduriden 86.
Poecilosoma pulveratum 92.
Pogonus 2.
Pogonius variegatus 250.
Polistes gallica 52, 313.
Polistes marginalis 136.
Polistes pallipes 103.
 Pollensammelnde Arten 22.
 Polyandrie 168.
Polybia 366.
Polycentropus 37, 116.
Polyctenes 46.
Polyctenes lyrae 46.
Polyctenidae 45, 53.
 Polyembryonie 199.
 Polygame Gemeinschaften 366.
Polygnotus 199.
 Polygyne Gemeinschaften 366.
 Polygynie 168.
Polyommatus phlaeus 89.
Polyommatus porsenna 14.
Polyphaga, *Polyphagen* 11.
 Polytrope Bienen 319.
Pompilidae, *Pompiliden* 27, 235, 241,
 252, 254, 300, 305.
Pompilus 192, 240, 243, 244, 249, 290,
 291, 301, 302, 306, 330, 331.
Pompilus aculeatus 331.
Pompilus apicalis 241, 297, 300.
Pompilus campestris 331.
Pompilus cingulatus 300.
Pompilus coccineus 241.
Pompilus crassitarsis 241, 300.
Pompilus effodiens 241.
Pompilus fumipennis 331.
Pompilus holomelas 241.
Pompilus luctuosus 240.
Pompilus marginatus 298.
Pompilus natalensis 297.
Pompilus nigerrimus 241.
Pompilus pectinipes 331.
Pompilus plicatus 241, 300.
Pompilus plumbeus 243, 244, 301.

- Pompilus pulcher* 244.
Pompilus rufipes 331.
Pompilus scelestus 244.
Pompilus sericeus 244.
Pompilus spissus 241.
Pompilus quinquenotatus 242.
Pompilus unguicularis 331.
Pompilus vagans 241, 290, 298, 300.
Pompilus viaticus 299, 330.
Porthesia similis 88.
 Prachtkäfer 286.
Precis iphita 130.
 Primäre Larven 10, 64, 65, 80–83.
Prionemis 247.
Prionotus carinatus 150.
 Proctotrupiden 27.
 Promiscuität 168.
Pronuba yuccasella 208.
Prosopis 52, 91, 263, 283, 315, 318, 323, 334, 344.
Prosopis variegata 316.
 Protektive Farbenähnlichkeit 123.
 Protektiver Instinkt 128.
 Protektive Mimikry 136.
 Proterandrie 343.
 Proterothese 343.
 Prozessionsspinner 345.
Psacasta exanthematica 132.
Psammophila 176, 243.
Psammophila hirsuta 242, 358.
Psen 248, 286.
Psen atratus 91.
Pseudagenia 134, 251, 302, 358.
Pseudagenia albifrons 251.
Pseudoglomeris 135.
Psithyrus 336–339.
 Psocidae 47, 92, 197.
Psocus quadripunctatus 197.
 Psyche 122.
Psyche graminella 118.
Psyche helix 118.
 Psychiden 118.
 Psyllidae 106, 209.
Ptilocerus ochraceus 38.
Pupipara 49, 54.
 Puppen 10, 161–163, 165.
Pyrameis cardui 348, 353.
Pyrochroa coccinea 12.
Pyrophorus 146.
Pyrophorus noctilucus 146, 147.

Raphiglossa zethoides 254.
Raptatoria 52.
 Raubfliegen 39, 57, 143, 144, 170, 183.
 Raubinsekten 14, 26, 27, 29, 30, 41, 42, 44, 52, 53, 55, 57, 60, 140, 237.
 Raubkäfer 6, 15, 27, 32, 143.
 Raubschmetterlinge 127.
 Raubwanzen 27, 29, 30, 31, 32, 38, 57, 137, 150.
 Raubwespen 6–9, 27, 32, 40, 97, 183, 189, 193, 200, 201, 235, 242, 266, 313, 314, 321, 329–332, 339, 340, 342, 356, 357, 358.
 Raubwespenlarven, Konservierung der Nahrung 60.
 Reduviidae, Reduviiden 28, 31, 67, 206.
Reduvius 150.
Reduvius personatus 121.
 Reihen-Bautypus 248.
 Reinlichkeitstrieb 96–100.
Retina resinella 209, 249.
Rhagium inquisitor 102.
Rhamphomyia 182.
 Rheumatobates 180.
Rhinocoris iracundus 32.
Rhipidius pectinicornis 52.
Rhizotrogus 348.
Rhodites rosae 210.
Rhopalum clavipes 248.
Rhyacophila 164.
 Rhyacophilidae 164.
Rhynchites 105, 214, 217.
Rhynchites alliariae 215.
Rhynchites auratus 214.
Rhynchites bacchus 214.
Rhynchites betulae 214.
Rhynchites betuleti 215.
Rhynchites conicus 214.
Rhynchites cupreus 214.
Rhynchites populi 215.
Rhynchium nitidulum 261.
 Rhynchophoren 131, 301.
Rhyssa 190.
 Ringelspinner 353.
Rivellia bosci 181.
Rumia crataegi 130.
 Rückenschwimmer 27, 150, 355.
 Rüsselkäfer 105, 214, 215, 217, 286, 293, 294.

 Saga 103.
 Sandjäger 29, 32, 110, 240.
 Sägekäfer 214.
Sapyga punctata 338.
Sarcophaga 11.
Sarcophila 16, 43.
Sarcophila wohlharti 43.
Saperda 105.

- Saperda populnea* 213.
Saturnia pavonia 174.
Saturnia pavonia minor 157.
Saturnia pyri 174.
Satyrus circe 127.
Satyrus hermione 127.
Satyrus semele 126, 127.
 Scarabaeidae 59, 63, 184, 211.
Scarabaeus sacer 54, 61, 62, 219, 220, 229.
Scarites eurytus 166.
Scellus virago 181.
 Schaben 188, 291.
 Schaumzikaden 24, 121, 355.
 Scheintod 132, 133.
 Schildkäfer 207.
 Schildläuse 14, 121, 206.
Schistocerca peregrina 350.
Schistodepressaria nervosa 128.
Schizoneura 69.
Schizoneura corni 69.
Schizoneurinae 68.
 Schlafsucht 96.
 Schmarotzerbienen 40, 91, 332—339.
 Schmarotzerfliegen 26, 41.
 Schmarotzerhummeln 339.
 Schmarotzerwespen 25, 41, 42, 64, 199, 237, 331, 340—342.
 Schnabeljungfern 29.
 Schnabelkerfe 67, 288.
 Schneefloh 107, 179.
 Schneller 13, 146, 148.
 Schwarze fliegende Ameise 84.
 Schwarze Ameise 17.
 Schwarzer Schnee 85.
 Schwimmkäfer 142.
Sciaphila cellaria 120.
Sciara militaris 349.
Sciara thomae 349.
Scolia 9, 27, 60, 167, 176, 177, 238, 239, 286.
Scolia bifasciata 239.
Scolia hortorum 239.
 Scoliidae 238, 305.
Scoplosoma satellitia 102.
 Scutelleridae, Scutelleriden 131, 132.
 Secundäre Larven 65, 81.
Segestria perfida 297.
 Seidenraupen 347.
 Seidenspinner 154.
 Selandria 132.
 Selbstverstümmelung 107.
 Serienbau 256.
Serphus 205.
Sesia 163.
 Sexuales 70.
 Sexupara 70.
 Silphae 131.
 Silphidae 15.
 Simuliidae 17, 30.
Simulium 153.
 Singzikade 111.
 Siphonaptera 48, 49, 53.
Siphunculata 47.
Sirex 190.
 Siricidae 160.
Sisyphus schaefferi 228, 229.
Sitaris 79, 80, 81, 186.
Sitaris humeralis 79.
Sitodrepa panicea 10.
 Skorpionfliegen 29.
Smerinthus ocellatus 149, 175.
Smerinthus populi 175.
Sminthurides 180.
Sminthurides aquaticus 99.
Sminthurus aquaticus 180.
 Soldaten 366.
Solenius vagus 290.
 Solitäre Bienen 75—83, 201, 203, 262—284, 316, 322, 338, 356, 360, 361, 362—364.
 Solitäre Faltenwespen 26, 65, 201, 203, 242, 254—262, 284—288, 312—327, 358, 360.
 Sommerschlaf 7, 90.
 Soziale Bienen 322, 338, 351.
 Soziale Faltenwespen 285, 309, 311, 313, 323, 332, 356, 357.
 Spanische Fliege 74, 83.
 Spanner 130, 353.
Spathegaster baccarum 210.
Spathegaster tricolor 72.
Spathidicerus thomsoni 213.
Spercheus emarginatus 205.
Sphecodes 334, 335, 336.
Sphecodes gibbus 334.
Sphecodes hispanicus 334.
Sphecodes rubicundus 335.
Sphecodes spinulosus 335.
Sphecodes subquadratus 334.
 Sphecodidae 356.
 Sphegidae 235, 254, 262, 305.
Sphex 52, 60, 246, 286, 292, 294, 295, 296, 309, 357.
Sphex albisecta 287, 288.
Sphex afra 287.
Sphex flavipennis 246, 287, 288, 295.
Sphex maxillosa 295.
Sphex occitanica 242, 286, 287, 292, 295, 296.

- Sphex paludosa* 242.
 SpHINGEN 23.
 Sphinxlarve 41.
Sphinx ligustri 175.
Spilosoma 127.
Spilosoma mendica 187.
Spilostethus saxatilis 143.
 Spinnenartige Mücken 2.
 Spinnen 57, 58, 74, 286, 291, 296—302,
 330—332.
 Spinner 154, 353.
 Springgabel 179.
 Stabschrecke 9, 13, 124, 133.
 Stammutter 70.
 Staphylinidae, Staphyliniden 15, 48, 141.
 Starrkrampf 132, 133.
Stauronotus maroccanus 350, 351.
 Stechfliege 30.
 Stechmücken 89, 164.
Stegodyphus 57.
Stelis 336, 337.
Stelis minuta 337.
Stereonychus 94.
Stenopterix hirundinis 49.
Stenus 30.
Stigmus americanus 357.
Stilbum cyanurum 6.
Stizus 251.
Stizus clavicornis 251, 258, 358.
Stizus errans 304.
Stizus fasciatus 304.
Stizus oxydorcus 358.
Stizus tridens 304, 309.
Stomoxys 30.
 Stratiomyidae 2.
Stratiomys 152.
 Strepsiptera 48, 49, 53.
 Stridulationsapparate 178.
 Stylopisierte Bienen 51.
Stylops 50, 51.
Symbios blattarum 52.
Synagris 359.
Synagris cornuta 359.
Synagris siceliana 359.
 Syrphidae 23, 170.
Systellonotus 138, 139.
Systellonotus triguttatus 17, 138.
Systropha 344.
 Tabanidae, Tabaniden 17, 170, 310.
Tachina 190.
Tachysphex 245, 253.
Tachytes 314, 334.
 Taginsekten 5, 7.
 Tagschmetterlinge 88, 126, 147, 352,
 353.
 Tanzende Bohnen 95, 158.
 Tapezierbienen 272, 273—277.
Tapinoma erraticum 306.
 Tarantel 298.
Tectocoris lineola 206.
 Telephoriden 167.
 Temperatursinn 95.
 Tenebrioniden 176, 234.
 Tenthredinidae 209, 355.
 Tenthredo 15.
Tentyria 238.
Teras terminalis 73.
Termes bellicosus 188.
 Termiten 5, 18, 20, 168, 178, 179,
 187, 188, 211, 344, 356, 365.
 Terpentinbaum-Blattlaus 158.
Tetraneura 69.
Tetrapedia 360.
Tetropium luridum 20.
Thalessa lunator 190.
Thalpochares cocciphaga 14.
Thalpochares communimacula 14, 120.
Thalpochares pulvinariae 14.
Thereva 290.
Thomisus 32.
Thrips communis 14.
 Thynnidae 239.
Thyreopus 247.
Thyreopus peltarius 329.
 Thysanoptera 14.
Thysanura 107.
Tinea pellionella 118.
Tinea tapetiella 118.
 Tineidae, Tineiden 113, 171.
 Tingididae 209.
 Tinodes 37, 116.
Tiphia 27, 239, 286.
Tiphia femorata 239.
 Tipulidae 302.
Tischeria 100.
 Tomicidae 211.
 Tortricidae 113.
 Totengräber 233.
 Totenuhr 178.
Toxotus 105.
Trachusa 263, 278, 317, 324, 328, 329,
 333, 360.
Trachusa serratulae 278, 328, 333.
Trienodes 116, 117.
Trichius fasciatus 12.
 Trichterwickler 217.
 Trichome 38.
Tricondyla 32.

- Trichoptera 35, 105, 195, 197.
 Trichopterengehäuse 115, 164.
 Trichopterenlarven 114.
 Tristega 235.
 Triungulinen 75, 80.
 Trochillum 135.
 Troctes 21.
 Trogophloeus 15.
 Trophobiose 58.
 Trotzstellungen 148.
 Trypoxyloniden 356.
 Trypoxylon 235, 248, 253, 286.
 Trypoxylon albopilosum 235.
 Trypoxylon attenuatum 249.
 Trypoxylon clavicerum 248.
 Trypoxylon figulus 248.
 Trypoxylon rubrocinctum 235.

 Urania leilus 354.
 Urania marius 354.
 Urbienen 314, 334.
 Urinsekten 85.
 Uropodiden 54.
 Überwinternde Flöhe 88.
 Überwinternde Marienkäfer 88.
 Überwinterung 85—90, 361.

 Vanessa prorsa 89.
 Vanessa levana 89.
 Vanessa ichnusa 86.
 Vanessa polaris 86.
 Vanessa urticae 86.
 Vegetarianer 15.
 Velleius dilatatus 141.
 Vespa 52, 203, 323.
 Vespa austriaca 332.
 Vespa vulgaris 313.
 Vespidae 235, 254, 311.
 Virgopara 70.
 Volucella 136.
 Volucella bombylans 289.

 Wanderndes Blatt 131.
 Wanderhuschrecke 350.

 Wanderschwärme 349—355.
 Wanzen 30, 44, 45, 53, 67, 131, 137,
 138, 140.
 Wasserläufer 169, 180.
 Wasserkäfer 197, 205, 348.
 Wasserskorpion 96.
 Wasserwanzen 28, 96, 140, 205.
 Wechselnde Generationen 67.
 Weidenwickler 113.
 Weidenblattkäfer 12.
 Weinberggrille 181.
 Weinlaus 69.
 Weisel 201.
 Wesmaelinus sanguinolentus 240.
 Wickler 113.
 Winterschlaf 88, 90.
 Wirbeltaucher 348.
 Wurmlöwe 35.

 Xenos 52.
 Xenos vesparum 52.
 Xerophagen 21.
 Xyleborus dispar 19.
 Xyleborus saxeseni 19.
 Xylocopa 56, 170, 263, 265, 360, 362.
 Xylocopa carmata 362.
 Xylocopa flavorufa 323.
 Xylocopa violacea 265, 266, 322.
 Xylophagi 278.
 Xyloterus lineatus 19.

 Yponomeuta 345.
 Yponomeuta malinella 345.
 Yuccafalter 208.

 Zabrus gibbus 15.
 Zaitha 205.
 Zaphodiopsis hyanella 14.
 Zikade 24, 112, 121, 181.
 Zirpen 147.
 Zonosoma meigenii 66.
 Zygaena 142.
 Zwischenwirte 70, 71, 72.

Berichtigung.

Auf S. 26, 65, 203, 242 ist statt solitäre Wespen solitäre Faltenwespen
 zu lesen.
 Statt Stachelwespen ist immer Akuleaten (Stechimmen) zu lesen.

Verbesserungen (Druckfehler):

Seite	2	Zeile	2	von	unten	statt	
						<i>Octebius</i>	
						lies: <i>Ochthebius</i> .	
"	13	"	14	"	"	statt Soehagen	
						lies: Sorhagen.	
"	14	"	2	"	"	statt <i>Chalastrogastra</i>	
						lies: <i>Chalastrogastra</i> .	
"	19	"	20	"	oben	statt <i>saxiseni</i>	
						lies: <i>saxesen</i> .	
"	20	"	11	"	unten	statt <i>scopoli</i>	
						lies: <i>scopolii</i> .	
"	21	"	5	"	oben	statt <i>Atropos</i>	
						lies: <i>atropos</i> .	
"	26	"	10	"	"	statt <i>Desmestidae</i>	
						lies: <i>Dermestidae</i> .	
"	32	"	4	"	unten	statt <i>Coryllis</i>	
						lies: <i>Collyris</i> .	
"	33	"	16	"	oben	statt <i>formicarium</i>	
						lies: <i>formicarius</i> .	
"	52	"	2	"	unten	statt Hofer	
						lies: Hoffer.	
"	61	"	10	"	"	statt <i>typhaeus</i>	
						lies: <i>typhoeus</i> .	
"	63	"	5	"	"	statt <i>hispanicus</i>	
						lies: <i>hispanus</i> .	
"	92	"	5	"	oben	statt <i>pulverata</i>	
						lies: <i>pulveratum</i> .	
"	94	"	8	"	unten	statt <i>Scionus</i>	
						lies: <i>Cionus</i> .	
"	96	"	13	"	oben	statt <i>Borixa</i>	
						lies: <i>Corixa</i> .	
"	100	"	11	"	"	statt <i>ononichis</i>	
						lies: <i>ononidis</i> .	
"	102	"	18	"	"	statt Katvariner	
						lies: Kathariner.	
"	102	"	22	"	"	statt <i>inquisitum</i>	
						lies: <i>inquisitor</i> .	
"	122	"	1	"	"	statt Sulc	
						lies: Šulc.	
"	122	"	10	"	unten	statt <i>Limneus</i>	
						lies: <i>Limnaeum</i> .	
"	124	"	5	"	oben	statt <i>Convolvulus</i>	
						lies: <i>Convolvulus</i> .	

Seite 116	Zeile 17	von unten	statt	<i>Anthocaris cardaminis</i>
			lies:	<i>Anthocharis cardamines.</i>
" 138	" 18	" oben	statt	mirmecoide
			lies:	myrmecoide.
" 144	" 3	" unten	statt	<i>Brachines</i>
			lies:	Brachynus.
" 158	" 12	" "	statt	<i>Pistachia</i>
			lies:	<i>Pistacia.</i>
" 168	" 14	" oben	statt	<i>typhaeus</i>
			lies:	<i>typhoeus.</i>
" 170	" 3	" unten	statt	Regimbard
			lies:	Regimbart.
" 177	" 2	" oben	statt	<i>Anthipna</i>
			lies:	<i>Anthypna.</i>
" 195	" 13	" "	statt	<i>cerdo</i>
			lies:	<i>heros.</i>
" 205	" 4	" "	statt	Kiesewetter
			lies:	Kiesenwetter.
" 221	" 12	" "	statt	<i>Phaneus</i>
			lies:	<i>Phanaeus.</i>
			Desgl. bei Figur 64.	
" 222	Zeile 4	von oben	statt	<i>hispanicus</i>
			lies:	<i>hispanus.</i>
			Desgl. bei Fig. 66 u. 67.	
" 224	Zeile 4	von unten	statt	<i>carolina</i>
			lies:	<i>carolinus.</i>
" 227	" 15	" "	statt	<i>hispanicus</i>
" 228	" 15	" oben	lies:	<i>hispanus.</i>
" 230	" 5	" unten	statt	<i>typhaeus</i>
			lies:	<i>typhoeus.</i>
" 238	" 16	" oben	statt	<i>Scoliidae</i>
			lies:	<i>Scoliidae.</i>
" 278	" 3	" unten	statt	<i>Stachis</i>
			lies:	<i>Stachys.</i>
" 282	" 13	" "	statt	<i>cynaca</i>
			lies:	<i>cyanea</i>
" 286	" 18	" oben	statt	<i>Bupresticidae</i>
			lies:	<i>Buprestidae.</i>
" 288	" 8	" "	statt	<i>ophthalmicus</i>
			lies:	<i>ophthalmicus.</i>
" 302	" 5	" unten	statt	<i>Tipulidae</i>
			lies:	<i>Tipulidae.</i>
" 304	" 10	" "	statt	<i>mediterraneus</i>
			lies:	<i>mediterranea</i>

Seite 314	Zeile 11	von oben	statt <i>Passaloccus</i>
			lies: <i>Passaloecus</i> .
" 316	Figur 81		statt <i>scrimschiramus</i>
			lies: <i>scrimshiramus</i> .
" 321	Zeile 2	von oben	statt <i>gevyana</i>
			lies: <i>gwynana</i> .
" 336	" 12	" unten	statt <i>Psityrus</i>
" 337	" 5	" oben	lies: <i>Psithyrus</i> .
" 344	" 7	" unten	statt <i>typhalus</i>
			lies: <i>typhoeus</i> .
" 344	" 2	" "	statt <i>Aris</i>
			lies: <i>Acis</i> .

895



POLSKA AKADEMIA NAUK
BIBLIOTEKA
Instytutu im. M. Nenckiego

11149