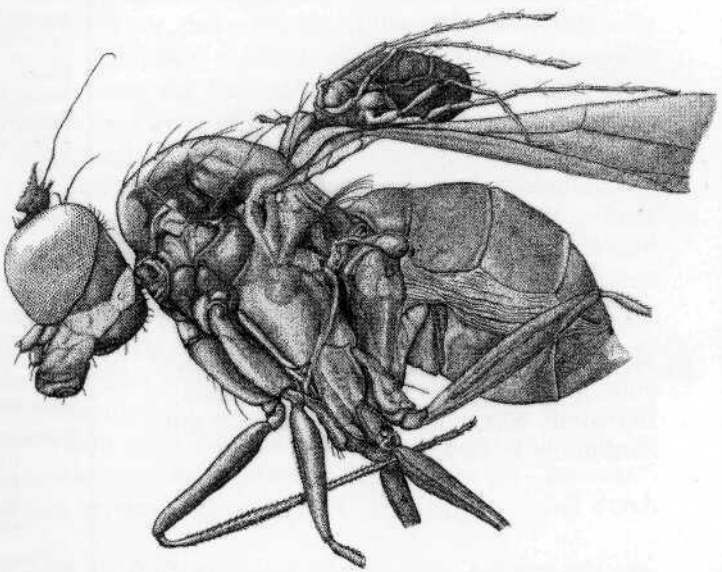
1 | 1 – 28

ARBEITSKREIS PALÄONTOLOGIE HANNOVER



30.
JAHRGANG
2002

30. Jahrgang 2002
Heft 1

ARBEITSKREIS PALÄONTOLOGIE HANNOVER

Zeitschrift für Amateur-Paläontologen

Herausgeber:
Arbeitskreis Paläontologie Hannover

Geschäftsstelle:
Dr. Dietrich Zawischa
Am Hüppefeld 34
31515 Wunstorf

Schriftleitung:
Dr. Dietrich Zawischa

Redaktion:
Fritz J. Krüger,
Adrian Popp,
Joachim Schormann,
Angelika Schwager

Alle Autoren sind für ihre Beiträge selbst verantwortlich

Druck:
unidruck
Windthorststraße 3–4
30167 Hannover

INHALT:

1 Friedhelm Eichmann: Paläosymbiosen im Bernstein

TITELBILD:

Milbenlarve *Leptus* sp. auf dem Pronotum einer Langbeinfliege aus dem Baltischen Bernstein. Körperlänge der Fliege 1,5 mm, Sammlung F. Eichmann

BILDNACHWEIS (soweit nicht bei den Abbildungen selbst angegeben):
Alle Abbildungen: F. Eichmann

Die Zeitschrift erscheint in unregelmäßiger Folge. Der Abonnementspreis ist im Mitgliedsbeitrag von jährlich z.Zt. 20,– Euro enthalten. Ein Abonnement ohne Mitgliedschaft ist nicht möglich.

Zahlungen auf das Konto
Klaus Manthey
Kreissparkasse Hildesheim
BLZ 259 501 30
Konto-Nr. 72077854

Zuschriften und Anfragen sind an die Geschäftsstelle zu richten.

Manuskripteinsendungen für die Zeitschrift an die Geschäftsstelle erbeten

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.
© Arbeitskreis Paläontologie Hannover 2002

ISSN 0177-2147

Paläosymbiosen im Bernstein

Friedhelm Eichmann

Definition: Symbiose [griech. symbiōsis = das Zusammenleben]: Spezielle Verhaltensweisen oder Beziehungen im Zusammenleben von Organismen unterschiedlicher Spezies.

Der Bernstein erfüllt beste Voraussetzungen, was die Einbettung von Organismen in situ und von Weichteilen betrifft. Bei einem schnellen Tod werden vor allem ungestörte Beziehungen zwischen Organismen vorzüglich überliefert, welche bei Paläoektosymbiosen (ein oder mehrere Symbionten haften an der Außenhülle oder äußeren Teilen des Wirtes) eine „Conditio sine qua non" darstellen. Eine gute Erhaltung ist sehr wichtig für das Erkennen solcher Einschlüsse. Denn wie oft kommt es vor, daß z. B. eine Milbe nicht mehr eindeutig am Körper sitzt, nur wenige Millimeter entfernt, aber eben nicht festgebissen oder festgesaugt. Eine Zuordnung zur Paläosymbiose ist dann für den „normalen" Sammler nur sehr schwer möglich, es sei denn, man kann Schlieren erkennen, die auf die ursprüngliche Position an der Körperhülle hindeuten. Ergänzend dazu die Paläoendosymbiose (ein oder mehrere Symbionten befinden sich im Körperinneren des Wirtes). Diese Symbioseform ist primär schwierig festzustellen, nur wenn ein Symbiont gerade den Wirt verläßt und ebenfalls eingeschlossen wurde, ist ein sicherer Nachweis zu führen. Erfahrene Sammler und Experten können jedoch einen Nematodenbefall in einem Insekt anhand von „körperuntypischen" Bestimmungsmerkmalen erkennen, so sind z. B. die Fühler eines Zuckmückenmännchens bei einem Befall nicht richtig ausgebildet, das Erscheinungsbild des Fühlers liegt zwischen dem eines gesunden Männchens und dem eines Weibchens. Dieser Habitus wird als Intersexualität (wischengeschlechtlichkeit) bezeichnet, das Tier als „Intersex". Diese Entwicklungsstörung veranschaulicht relativ deutlich den Befall durch Fadenwürmer.

Aber um noch tiefer in die Paläosymbiose einzusteigen, müssen wir weitere Symbioseformen aufführen. Folgende Gliederung von AHMADJIAN und PARACER (1986) soll hier Verwendung finden:

Symbiose
- Kommensalismus
- Mutualismus
- Parasitismus
- Inquilinismus

- **Kommensalismus** [lat. cum = mit, mensa = Tisch]: ein Organismus profitiert, der andere Part wird weder geschädigt noch hat er einen Nutzen (in diese Form fällt die häufigste im Bernstein überlieferte symbiotische Beziehung: die **Phoresie**)
- **Mutualismus** [lat. mutuus = gegenseitig]: beide Organismen habe einen Nutzen voneinander (wird häufig oder allgemein als Symbiose aufgefaßt)
- **Parasitismus** [griech. parásitos = bei einem anderen essend]: Organismen, die auf oder in einem artfremden Wirt leben, ziehen aus diesem Zusammenleben einseitig Nutzen
- **Inquilinismus** [lat. inquilinus = Hausgenosse]: zwei Organismen leben in derselben Nische, weder profitieren beide voneinander noch hat einer einen Nutzen vom anderen.

Es werden nun die oben erwähnten Punkte im einzelnen erörtert, soweit sie im Bernstein überliefert oder in der Literatur erwähnt sind. In dieser Arbeit werden einige Beispiele von Symbioseformen vorgestellt, die aus verschiedenen Bernsteinsammlungen stammen. Sicherlich existiert im Bernsteinwald noch eine Vielzahl anderer Symbiosen als jene, die in dieser Arbeit erläutert werden. Es sollen hier durchaus auch eigene Erfahrungen mit einfließen und Beobachtungen aus der Natur Eingang finden. Dazu muß man natürlich Vergleiche mit rezenten Fällen anstellen, die aber nur mit Vorsicht auf die fossilen Beispiele anzuwenden sind.

Kommensalismus

Unter Kommensalismus finden sich in Bernsteinsammlungen die meisten Beispiele, die sogenannte externe Phoresie [Phoresie, griech. phórësis = das Tragen]. Hier wiederum sind es meist Milben, die im zweiten Nymphenstadium, sie werden als Deutonymphen oder auch als Wandernymphen bezeichnet, Gliedertiere als Wirte besteigen und sich zur Erschließung neuer Futterquellen und zur Verbreitung der Art in weiter entfernte Kleinbiotope transportieren lassen. Diese Milben nehmen in diesem Nymphenstadium keine Nahrung zu sich, die Mundwerkzeuge sind noch nicht vollständig entwickelt, können somit ihren Wirt auch keinen Schaden zufügen, daraus folgt: externe Phoresie.

Vollständigkeitshalber sei noch die interne Phoresie erwähnt, die angeblich im Bernstein noch nicht nachgewiesen ist. Sie kommt zwischen Gliederfüßern und nicht parasitischen Fadenwürmern vor. Juvenile Nematoden und ebenso schon die Larven suchen nach dem Schlüpfen ihre Wirte auf und lassen sich in neue bessere Habitate transportieren. Meist leben diese Fadenwürmer im Wurzelbereich von Pflanzen, im Aas und Dung, oder aquatisch im Schlamm, sind daher im Bernstein kaum vertreten, höchstens zufällig als

phoretischer Nachweis zu erwarten.

Bevor Beispiele von Phoresie erörtert werden, in denen Milben den entscheidenden Part der Einschlüsse im Bernstein bilden, soll noch etwas über die Milben selbst gesagt werden. Die Milben (engl. mites) sind mit etwa 0,1 bis 4 mm Länge sehr kleine Tiere und mit bloßem Auge nur schwer zu erkennen. Ihrer Lebensweise entsprechend haben sie die Körpergestalt und das Aussehen der Extremitäten der jeweilig unterschiedlichen Situation angepaßt.

In der Systematik werden sie nach der Stigmenöffnung in Meso-, Pro- und Astigmata unterteilt. Milben müssen während ihres Wachstums mehrfach ihre Außenhaut (chitinöses Exoskelett) wechseln. Dabei durchlaufen sie meist drei Stadien: Larve (mit nur drei Beinpaaren), Nymphe und Adulte (je vier Beinpaare). Ursprünglich waren neben dem Ei sogar sechs Stadien vorhanden: Praelarve, Proto-, Deuto-, Tritonymphe, sowie weiblicher und männlicher Adultus. In der heutigen Zeit kommt es vor, daß mindestens eins dieser Stadien wegfällt, so kann z. B. bei günstigen Lebensbedingungen das zweite Nymphenstadium, welches ein Warte- bzw. Dauerstadium ist, ohne weiteres ausfallen. Bei schlechten Bedingungen sind viele Milben in der Lage, sich auf Wanderschaft zu begeben, sowohl Larven als auch Nymphen.

Erstaunt ist man über das hohe stammesgeschichtliche Alter der Acari. Erste Individuen wurden bereits im Devon (vor mindestens 360 Millionen Jahren) nachgewiesen. Sie lebten demnach schon in einer Zeit, in der geflügelte Insekten und Landwirbeltiere völlig fehlten. Inwiefern sich dann verschiedene Milbengruppen in jüngeren Erdperioden an diese höheren Tierarten als Schmarotzer und Parasiten angepaßt haben, ist sehr interessant, aber nicht ohne entwicklungsgeschichtliche Kenntnisse zu beantworten. Es bleibt nur soviel zu sagen, daß sie sich höchstwahrscheinlich aus freilebenden Arten (nicht parasitisch) entwickelt haben, welche den heutigen primitiven, freilebenden Moosmilben (Oribatei) am nächsten stehen.

Beim „Bestimmen" der Kommensalen (nur Phoresie) ist das Erkennen der Wandernymphen von großer Bedeutung, aber meist sehr problematisch. Auch ist eine klare Trennung zwischen „Kommensal" und „Parasit" nicht eindeutig definierbar, es besteht vielmehr ein fließender Übergang. Einige wesentliche Merkmale dieses Nymphenstadiums sollen dennoch beschrieben werden: Meist besitzen diese Wandernymphen vier Beinpaare, haben reduzierte Mundwerkzeuge (kaum sichtbar), oft befinden sich noch Larven- und Protonymphenhautreste auf dem Hinterkörper (meist als zwei konzentrische ringähnliche Anordnungen zu erkennen, häufig z. B. bei Moosmilben). Leider fehlen in wenig sklerotisierten Entwicklungsstadien noch die Stigmen. Um sie bestimmen zu können, werden meist Bein- und Rumpfbehaarung, Ausbildung der Palptarsen und Beinansatzstellen herangezogen.

Die meisten Vertreter dieser Milben, jetzt unabhängig ob Parasiten oder Kommensalen, gehören den Gruppen der Gamasina und Uropodina (beide Parasitiformes, Mesostigmata), selten den Hydrachnellae (Süßwassermilben), sowie *Parasiténgonae* und *Leptus*-Arten (alle Trombidiformes, Prostigmata) und Vertretern aus der Familie der Anoetidae (Sacroptiformes, Astigmata) an.

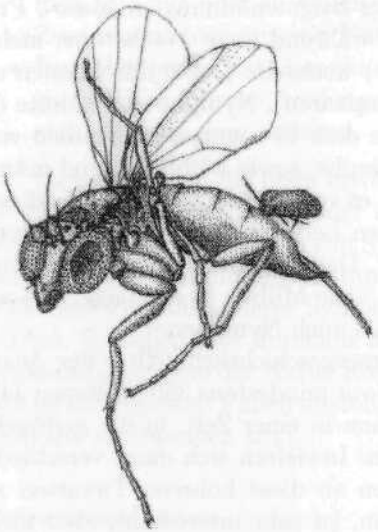


Abb. 1: zeigt eine Milbenlarve, die auf dem Abdomen einer Langbeinfliege festsitzt, sie weist drei Beinpaare auf und, soweit erkennbar, hat sie sich festgesogen oder festgebissen. Auf eine genaue Beziehung (Phoresie oder Parasitismus) wird an dieser Stelle aber nicht eingegangen. In der Literatur wurde sie nur als phoretische Milbe bezeichnet, was aber angesichts der Dolichopodidae (sie vermittelt den Eindruck, am Abdomen aufgebläht zu sein) fraglich erscheint. Es könnte sich auch um eine parasitische Milbenlarve handeln. Dies zu entscheiden bleibt letztendlich dem Spezialisten vorbehalten. Länge der Milbe ca. 0,5 mm. Wandernymphen der Anoetidae (Modermilben) tragen im gleichen Entwicklungsstadim eine Anordnung von Saugnäpfen bauchseitig, die sie auf dem Wirt an glatten Flächen wie Druckknöpfe festhalten. Coll.: F. EICHMANN

Aus Abb. 1 wird schon ersichtlich, daß die Grenzen zwischen Phoresie und Parasitismus nicht immer auf den ersten Blick erkennbar sind. Meist ist der Erhaltungszustand zu schlecht, oder die geringe Größe macht einem schwer zu schaffen, so daß nötige Strukturen gar nicht erst erkennbar sind (Hinschleifen an die Milbe bis auf wenige Zehntelmillimeter und ein sehr gutes Mikroskop wären vielleicht von Vorteil, aber ob das ohne Zerstörung des Wirtes vonstatten geht?). Brennende Fragen hinsichtlich der Bestimmung, oder die Frage „Phoresie oder Parasitismus", zu beantworten, ist selbst für Milbenspezialisten sehr schwierig. So haben Larven und sogar Nymphen mit dem Habitus adulter Individuen nicht viel gemeinsam, eine Zuordnung zu fossilen parasitischen Taxa ist somit fast unmöglich. Somit kann man keine klare Feststellung treffen, ob Phoresie oder Parasitismus vorliegen. Der Übergang beider Formen ist auch als fließend zu betrachten.

Ein Beispiel einer Phoresie zeigt Abbildung 2. In diesem Fall benutzt eine Milbenlarve (drei Beinpaare) ein Zuckmückenmännchen als Transporteur.

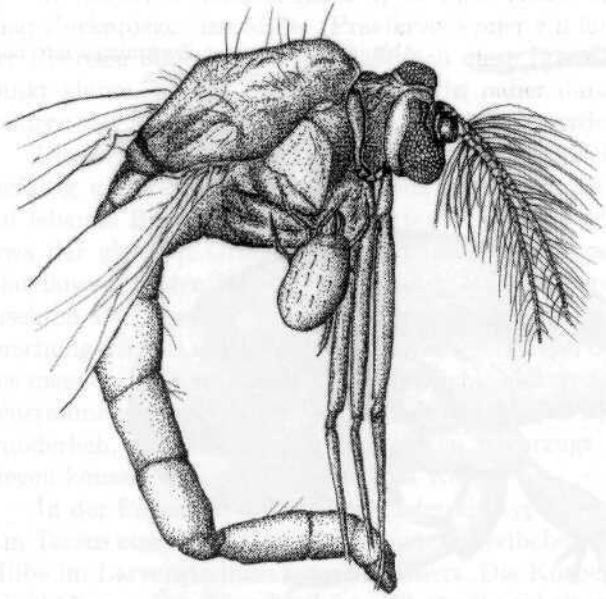


Abb. 2: Larve einer Milbe sitzt festgeklammert auf einem Zuckmückenmännchen (Diptera, Fam. Chironomidae). Mundwerkzeuge der Milbe sind gut sichtbar, aber noch nicht ganz ausgebildet. Der Einschluß liegt vollständig vor. Der Vereinfachung wegen wurden Teile der Zuckmücke in der Zeichnung weggelassen. Länge der Milbe: ca. 0,4 mm
Coll.: F. EICHMANN

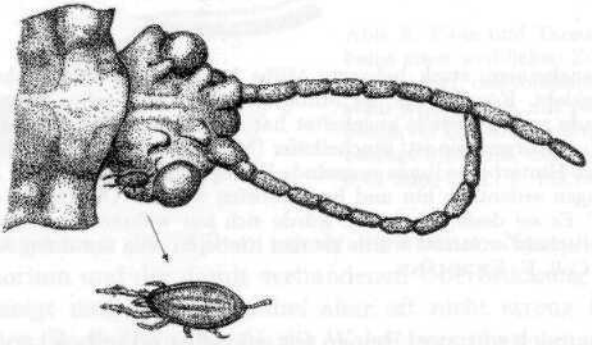


Abb. 3: zeigt eine Deutonymphe der Schildkrötenmilben (Parasitiformes, Mesostigmata, Uropodina) mit vier Beinpaaren, welche sich hinter einem Auge eines Käfers (Fam. Cupedidae?) festgeklebt hat. Deutlich ist der ringähnliche Protonymphenhäutungrest zu erkennen. Körperlänge der Milbe 0,3 mm. Im Vordergrund ist die Milbe mit „Klebestiel" vergrößert dargestellt. Aus der Literatur sind z. Zt. nur Deutonymphen aus der Familie der Schildkrötenmilben (Uropodidae) gut beschrieben, die in der Lage sind, durch die vergrößerte Analöffnung einen Klebstoff auszustoßen, der sofort haftet und rasch an der Luft trocknet.
Coll. F. EICHMANN

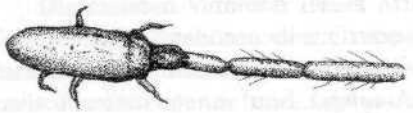


Abb. 4: Tarsus einer Zuckmücke mit noch unbestimmtem Symbionten

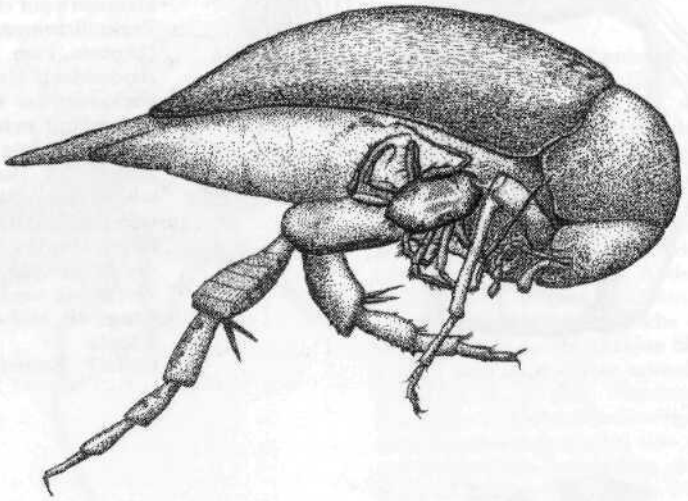


Abb. 5: Eine langbeinige, stark behaarte Milbe hat sich am Vorderschenkel eines Stachelkäfers festgeklebt. Körperlänge der Milbe 0,5 mm. Es ist schon erstaunlich, daß sich diese Milbe gerade an einer Stelle angeheftet hat, wo eigentlich kein geeigneter Ruheplatz für einen Transport vorgesehen ist. Stachelkäfer (Mordellidae) sind flüchtige Käferchen, deren lange kräftige Hinterbeine ihnen purzelnde Bewegungen erlauben. Die Milbe würde bei diesen Bewegungen ordentlich hin und her geworfen werden. Ob das für einen Transport von Nutzen ist? Es sei denn, die Milbe würde sich nur während der Flugphase auf dem Kafer aufhalten, sobald er landet würde sie den Klebepfropfen aus ihren Anus pressen und sofort abfallen. Coll. F. EICHMANN

Diese Milbe hat sich mit zwei Beinen festgekrallt und schadet so in keiner Weise den Wirt, er empfindet es höchstens als lästig. Ein schönes und eindeutiges Beispiel einer Phoresie.

Abb. 3 vermittelt uns einen Transport einer achtbeinigen Milbennymphe, die sich mittels eines Klebestiels an einen Käfer angeheftet hat. Einige Arten der Schildkrötenmilben leben in unmittelbarer Nähe ihrer Wirte, so halten sie sich vorzugsweise an Insekten auf, die holz- oder düngerliebend sind, wie z. B. Trauermücken, Borkenkäfer oder Buntkäfer.

Im nächsten Beispiel (Bild 4) ist nicht sicher erkennbar, ob am Tarsus einer Zuckmücke eine Milbe (Praelarve?) oder ein lausartiges Insekt den Teil der Phoresie bilden. Vielleicht läßt sich diese Frage an einem späteren Zeitpunkt klären. Es soll deshalb noch nicht näher darauf eingegangen werden, sondern nur als Zeichnung erstmals vorgestellt werden.

Die Beziehungen des Milbenvolkes zu den Insekten sind überaus mannigfaltig und verschlungen. Einerseits dienen sie als Nahrungsgrundlage für auf lebende Beute spezialisierte Arten, soweit es sich dabei um Insekten in etwa der gleichen Größenordnung handelt (Springschwänze, Zwergspinnen, Blattläuse, Rindenläuse, Fadenwürmer etc.), andererseits ist die Rolle der Insekten als Tragwirte ein bedeutender Bestandteil der modernen Verhaltensforschung (SCHALLER, Forsch. u. Fortschr.). Wegen der winzigen Körpergröße der meisten Milben besteht kaum Aussicht, daß weit auseinanderliegende Lebensräume erreicht bzw. neu besiedelt werden. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, wenn Milben sich deswegen bevorzugt Insekten aussuchen, die fliegen können (Fliegen, Mücken und Käfer).

In der folgenden Zeichnung wieder ein typisches Beispiel einer Phoresie. Am Tarsus eines sehr kleinen Zuckmückenweibchen (Chironomidae) sitzt eine Milbe im Larvenstadium festgeklammert. Die Körperlänge der Milbe beträgt nur 0,15 mm. Der Einschluß ist vollständig erhalten, die Abbildung 6 zeigt nur das wesentliche Detail.

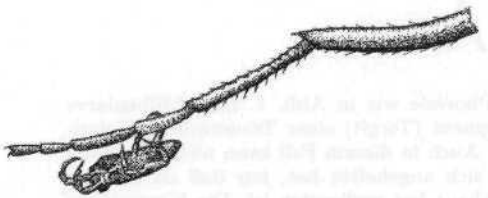


Abb. 6: Tibia und Tarsus eines Hinterbeins einer weiblichen Zuckmücke (Chironomidae), die vollstandig im Bernstein erhalten ist, mit phoretischer Milbenlarve. Die Körperlänge der Larve beträgt 0,15 mm, die der Zuckmücke 0,75 mm. Coll.: F. EICHMANN

In der Regel sind die Milben immer im zweiten Nymphenstadium zu einem Symphorium und der damit verbundenen Überbrückung größerer Entfernungen geneigt und befähigt, dabei aber oft nicht streng an bestimmte Wirte gebunden. So finden sich z. B. die Wandernymphen von Anoetiden auf Ameisen aber auch an verschiedenen Käferarten.

Erst in neuerer Zeit wurde Ausnahmen von der Einstadium-Regel erkannt. So fand man an einigen rezenten Mistkäfern (Scarabaeidae) Proto-, Deuto- und Tritonymphen, Weibchen sowie Männchen als Symphoristen. Allerdings verhalten sie sich dabei ganz monoxen, d. h. auf eine Käferart (z. B. *Geotrupes silvaticus*, Waldmistkäfer) spezialisiert und nehmen außerdem schon den Charakter von „Mitessern“ an. Der bevorzugte Aufenthaltsplatz dieser

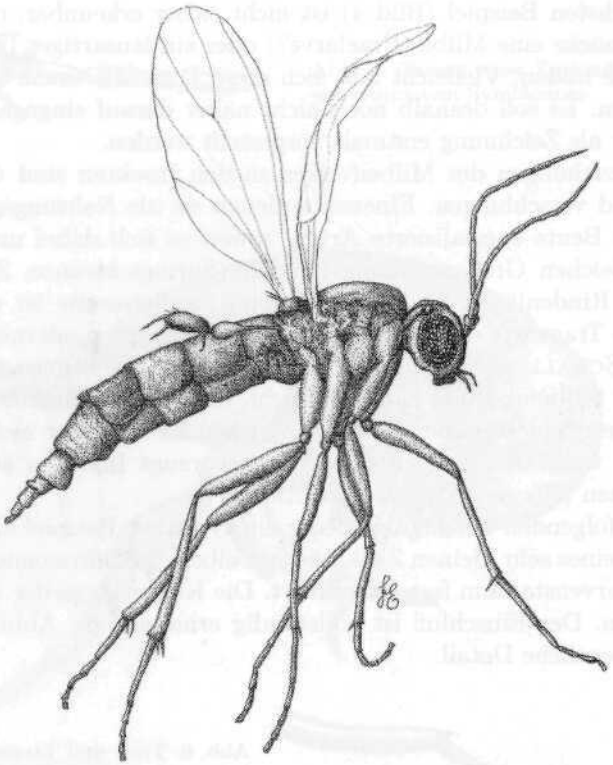


Abb. 7: Ähnliches Beispiel einer Phoresie wie in Abb. 1. Eine Milbenlarve hat sich am zweiten Abdominalsegment (Tergit) einer Trauermücke (Sciaridae) festgebissen oder festgesogen. Auch in diesem Fall kann nicht eindeutig erkannt werden, wie die Nymphe sich angeheftet hat, nur daß sie mit der Mundregion direkt an der Segmenthaut fest verbunden ist. Die Körperlänge der Milbe beträgt 0,25 mm. Vom äußeren Erscheinungsbild wird die Milbe der gleichen Familie bzw. sogar Gattung zuzuordnen sein, wie die in Abb. 1. Bemerkenswert ist nur der Unterschied in der Körpergröße. Größenvergleich 0,5 mm zu 0,25 mm. Könnte es sein, daß die Nymphe in Abb. 1 vollgesogen ist und in Abb. 7 noch nicht? Falls es die gleichen Milben wären, wäre es sinnvoll, auf andere Beispiele im Bernstein hinsichtlich der Größenverhaltnisse der Nymphen zu achten. Sammlung: R. KRULL

Milben ist der Bereich der Mundwerkzeuge (aus: HIRSCHMANN, 1966).

Die Auslöser zum Besteigen der Wirte sind je nach Gattungen verschieden ausgeprägt. Nymphen der Mistkäfermilbe (*Parasitus coleoptratorum*) werden durch Geruchsreize gesteuert. Ist ihr Habitat von Austrocknung und somit eintretenden Nahrungsmangel bedroht, so gibt ihnen der vom Mistkäfer der

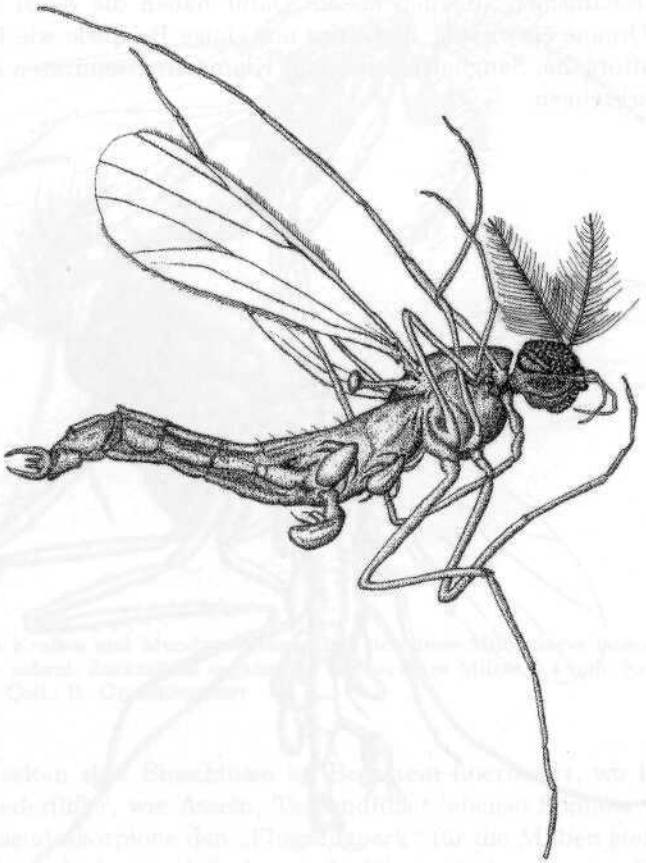


Abb. 8: Männliche Zuckmücke mit drei Milbenlarven, die sich am vorderen Teil des Abdomens ventral und lateral angesiedelt haben. Die hinterste Larve ist mit einer sekretartigen Substanz, die aber im Mundbereich zu erkennen ist (nicht wie üblicherweise bei den Uropodiden als Klebesekret am Anus), mit dem Hinterleib der Mücke verbunden. Der interessante Fund stammt von der dänischen Insel Fanö. Sammlung: D. BULTMANN

Gattung *Geotrupes* ausgehende Duftreiz, der über die Tarsen der Vorderbeine aufgenommen wird, das Signal zum Lufttransport. Bei den gleichfalls dünger-bewohnenden *Macrocheles*-Arten ist es das befruchtete Weibchen, das nach erfolgreicher Begattung vom Phoresiedrang befallen wird.

Bei der Mehrzahl von Transporten sind aber Berührungsreize und Tastempfindungen als Auslöser bekannt, welche die Instinkte und angeborenen Reflexmechanismen ablaufen lassen. Dafür haben die Acari speziell ausgebildete Organe entwickelt, hier dazu nur einige Beispiele wie Palpenscheren, Anal-Haftorgane, Saughaftplatten und Klammerextremitäten an Beinen und Mundwerkzeugen.

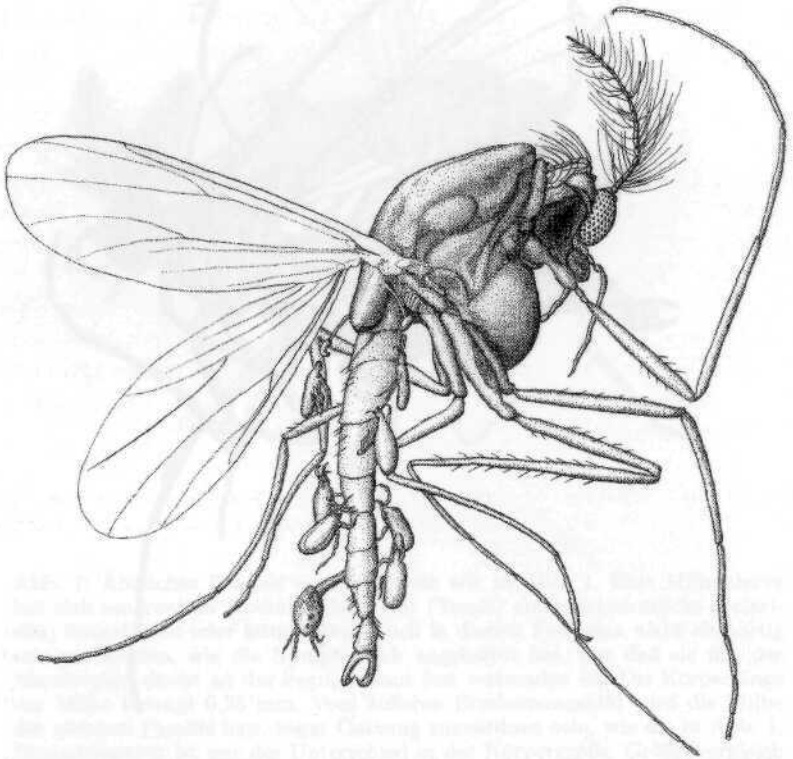


Abb. 9: Am Abdomen einer männlichen Zuckmücke haften mehrere Milben unterschiedlicher Familien Körperlängen der Milben ca. 0,2 mm Länge der Chironomidae ca. 1,9 mm Erwähnenswert: Eine Milbe krallt sich an eine andere, um den Transport nicht zu verpassen? Coll.: F. EICHMANN

Abb. 9 zeigt verschiedene Varianten der Art und Weise, wie sich Milben am Transport-Wirt anhaften können. Einmal ist es der anale Klebestiel der Schildkrötenmilbe zum anderen spezielle Krallen der zweiten Milben-Gattung. Leider ist dieser Bernsteineinschluß nicht besonders gut erhalten, um die genauesten Details erkennen zu lassen.

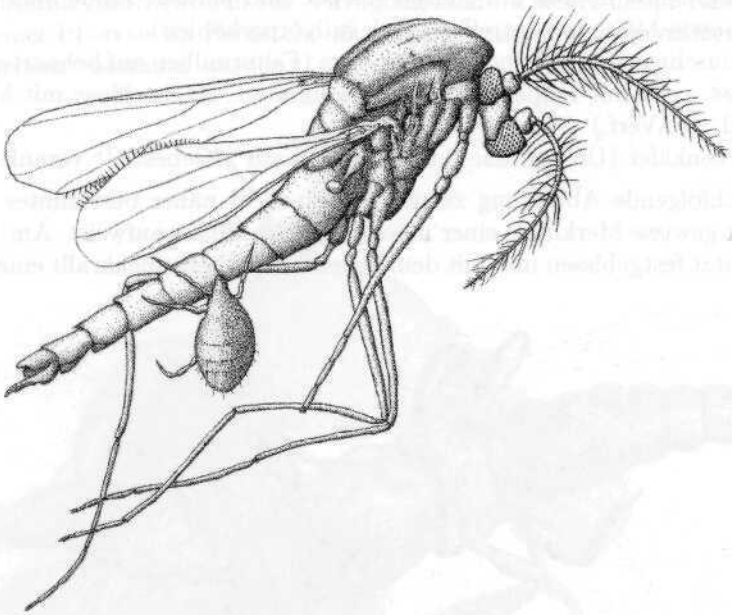


Abb. 10: Mittels Krallen und Mundwerkzeugen hat sich diese Milbenlarve lateral zw. den Segmenten einer männl. Zuckmücke angeheftet. Körperlänge Milbe: 0,4 mm; Körperlänge Mücke: 1,6 mm. Coll.: H. GRABENHORST

Überaus selten sind Einschlüsse im Bernstein überliefert, wo bodenbewohnende Gliederfüßer, wie Asseln, Tausendfüßer, ebenso Spinnen und Weberknechte, Pseudoskorpione den „Flugzeugpark" für die Milben stellen. Das liegt sicherlich auch daran, daß eben aufgeführte Ordnungen im Bernstein schon relativ selten sind. Aus der Beobachtung an rezenten Weberknechten (Opiliones) und Pseudoskorpionen konnte man häufig *Leptus*larven-Arten an ihnen entdecken.

Unter den nicht bodenbewohnenden Insekten könnten unter Umständen auch Funde im Bernstein zu erwarten sein. Erwähnenswert erscheinen hier folgende Vergleiche rezenter Beobachtungen zu sein:

- Schildläuse (Schilde bilden einen begehrten Unterstand für verschiedene Milbenarten, von denen sich einige allerdings auch an den Eiern und jugendlichen Stadien ihrer Wirte bedienen, in Coll. des Verf.)
- Hummeln aller Art (im Haarpelz rezenter Hummeln aller Arten ist sehr

häufig das Weibchen von *Scutacarus acarorum* anzutreffen)

- Bienen (fast überall am ganzen Körper sind parasitierende oder schmarotzende Milben anzutreffen, auch in Körperhöhlen)
- Kleinschmetterlinge und Köcherfliegen (Faltermilben auf behaarter Kopfbrust, oder mit Palpenscheren angeklammert, Köcherfliege mit Milbe in Coll. des Verf.)
- Borkenkäfer (Uropodidae und Acaridiae mit „Klebestiel" verankert)

Nachfolgende Abbildung zeigt ein noch nicht näher bestimmtes Insekt, das aber gewisse Merkmale einer männlichen Schildlaus aufweist. Am Fühleransatz sitzt festgebissen und mit dem linken Vorderbein angekrallt eine Milbe.

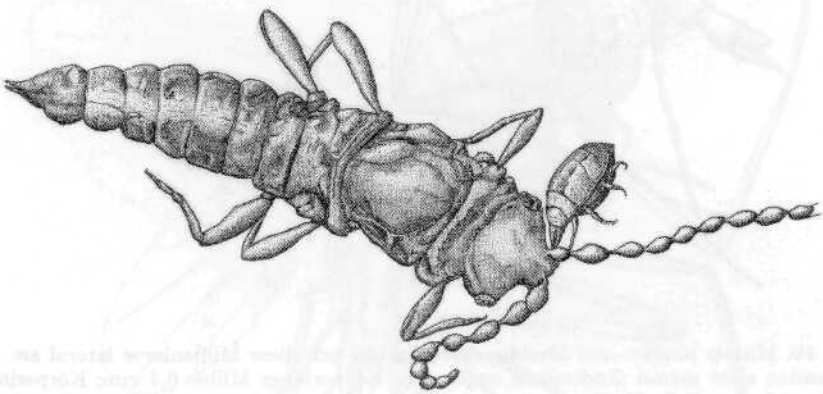


Abb. 11: Dieser interessante Einschluß stammt aus Bitterfeld, der inzwischen klassischen Fundstelle für Bernstein. Weder konnte das Insekt noch die Milbe z. Zt. eindeutig bestimmt werden. Allein schon die sehr geringe Körpergröße beider Individuen erschwert die Einteilung in die Systematik. Körperlänge der Deutonymphe? = 0,15 mm; Körperlänge des Pflanzensaugers? = 0,8 mm. Coll.: H. GRABENHORST

Phoresie wird nicht nur allein von Milben praktiziert. Sie bilden aber mit Abstand den größten Bestand in unseren Sammlungen. Wunderbare Beispiele, nur viel seltener im Bernstein überliefert, zeigen uns die Pseudoskorpione. Diese klammern sich mit ihren Pedipalpenscheren vorzugsweise an die Beine ihrer Transportwirte. Nachgewiesen als Bernsteininklusen wurden bis jetzt Pseudoskorpione an Stelzmücken (Limoniinae), Schlupfwespen (Braconidae und Ichneumonidae), Weberknechten (Opiliones) und an einer Köcherfliege (Trichoptera). Daß Pseudoskorpione nicht besonders wählerisch in Bezug auf ihre Wirte sind, kann man mit etwas Glück und Ausdauer in der Natur des öfteren beobachten.

Auf eine Abbildung muß an dieser Stelle leider verzichtet werden, da kein Material zum Zeichnen zur Verfügung stand. Diese wunderschönen Beispiele einer Phoresie im Bernstein können aber mittlerweile in einigen „Bernsteinbüchern" bestaunt werden.

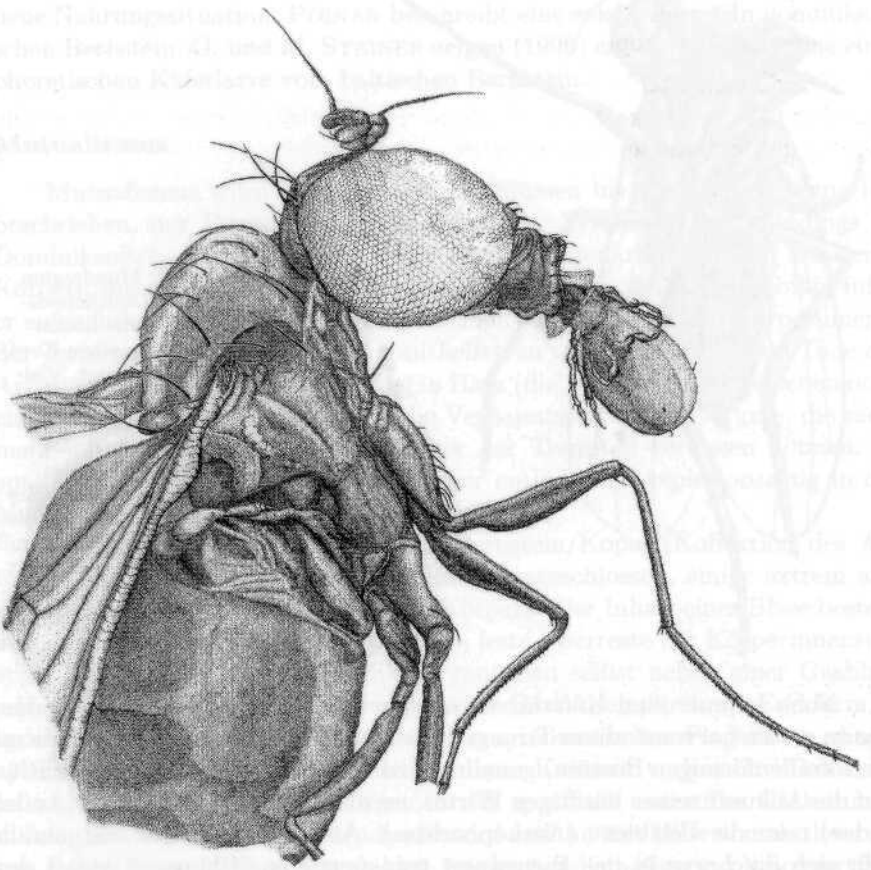


Abb. 12: Langbeinfliege (*Dolichopodidae*) mit Milbenlarve direkt am Saugrüssel. Ob die Milbe nur an Nahrungsresten schmarotzt, oder parasitisch festgebissen am Rüssel hängt, oder auch nur als Wandernymphe transportiert wird, ist durch eingeschränkte Sicht nur sehr schwer festzustellen. Gesamtlänge der Fliege = 3,2 mm; Körperlänge der Milbe = ca. 0,5 mm. Coll.: J. VELTEN

Nahezu unerschöpflich ist das Thema „Insekt und Milbe", immer mit dem Hinweis, daß der Übergang zwischen „Kommensal" und „Parasit" fließend

sei. So veranschaulichen die zwei Zeichnungen 12 und 13 eindrucksvoll diesen besonderen Umstand.

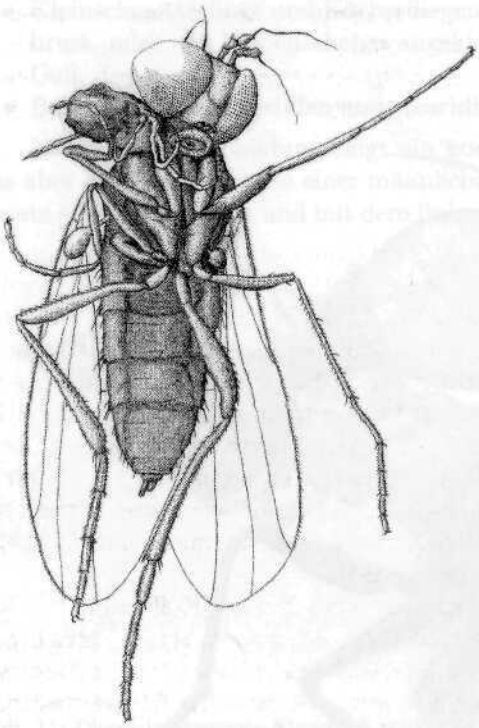


Abb. 13: Nahe an der Mundregion einer Langbeinfliege (Dolichopodidae) eine Milbenlarve, die höchst unbequem eingeengt zwischen Kopf, Rüssel und Vorderbrust sitzt. Vielleicht übernahm die Milbe eine Art „Putzerfunktion", oder sie verweilt an dieser Stelle nur für kurze Zeit, um sich transportieren zu lassen. Auch ein „parasitisches Mahl" wäre denkbar. Leider ist die Sicht auf die Mundwerkzeuge der Milbe durch milchige Trübungen sehr eingeschränkt. Flügellänge der Fliege = 2 mm; Körperlänge der Milbe = ca. 0,6 mm. Coll.: F. EICHMANN

Noch seltener sind Käferlarven aus der Familie der Ölkäfer (Meloidae), die im ersten Larvenstadium Triungulinus-Larve (Dreiklauer-Larve, Klaue mit zwei krallenförmigen Borsten) genannt wird. Diese Larve wartet in einer Blüte auf die Ankunft seines künftigen Wirtes, meist ist dies die Sandbiene (Andrenidae) oder die Pelzbiene (Anthophoridae). Am Pelz der Biene festgekrallt, läßt sich die Larve in das Bienennest transportieren (Phoresie), steigt dort auf das in einer Zelle schwimmende Ei, und beginnt das ganze Ei aufzufressen (Parasitismus), während die Biene die Zelle verschließt. Sobald vom Ei nichts mehr vorhanden ist, verwandelt sich die Triungulinus-Larve in eine fußlose Made, welche sich nun allein vom Honig ernährt. Ist dieser verzehrt, verläßt die Made die Bienenzelle und verkriecht sich in der Erde. Hier beginnt das dritte Larvenstadium, wobei die Hülle der Made aber nicht vollständig abgestreift wird, so daß die im folgenden inaktive Larve mit ihrem Hinterleib noch in der Haut des zweiten Larvenstadiums steckt. Im Frühjahr häutet sie

sich zu einem vierten Stadium, das dem zweiten ähnlich sieht. Sie nimmt keine Nahrung mehr zu sich und verpuppt sich alsbald. Nach einer kurzen Puppenruhe schlüpft dann der eigentliche Käfer. Diesen komplizierten Werdegang nennt man „Überentwicklung" bzw. Hypermetamorphose. Im eigentlichen Sinn ist es aber die staunenswerte Anpassung der Larvenstadien an eine neue Nahrungssituation. POINAR beschreibt eine solche Larve im dominikanischen Bernstein. G. und M. STEINER zeigen (1996) eine Detailaufnahme einer phoretischen Käferlarve vom baltischen Bernstein.

Mutualismus

Mutualismus wurde in Bernsteineinschlüssen bis jetzt nur sehr spärlich beschrieben, nur POINAR (1992) erwähnt eine Symbioseform, allerdings im Dominikanischen Bernstein. Er beschreibt Termitenarbeiterinnen, aus deren Körpern immense Gasblasen austreten. Diese blasenähnlichen Gebilde führt er auf zelluloseverdauende Mikroorganismen zurück, welche im Körperinneren der Termiten die holzige Nahrung mithelfen zu verdauen. Nach dem Tode der Arbeiterinnen durch die Einbettung in Harz (die Mikroorganismen leben noch ein wenig länger) entstehen durch die Verdauungsprozesse Gärgase, die nicht mehr auf natürliche Weise den Körper der Termiten verlassen können. Es entsteht schließlich ein Überdruck, dieser entlädt sich explosionsartig in das Medium Harz und wird so sichtbar überliefert.

In einem Stück kolumbianischen Bernstein/Kopal (Kollektion des Autors) sind mehrere Termitenarbeiterinnen eingeschlossen, einige extrem aufgebläht, andere mit Gasblasen an den Körpern. Der Inhalt einer Blase besteht aus einer fossilen Flüssigkeit, in der noch feste Überreste der Körperinnensubstanz und vielleicht auch die Mikroorganismen selbst neben einer Gasblase schwimmen. Niedere Termiten besitzen eine Gärkammer in ihrem Enddarm, in welcher das vorzerkaute Holzmaterial von symbiontischen Flagellaten phagozytiert und abgebaut wird. Spezielle in dieser Kammer vorhandene Bakterien halten Nährstoffe bereit und sorgen für ein spezifisch anaerobes Gärkammermilieu. Das entstandene Kohlendioxid wird sodann mit Hilfe von methanogenen Bakterien in Methan umgebildet, was letztendlich diese explosionsartigen Gebilde an den Außenskeletten von den Termiten erklärt.

Auf weitere Bakterien- und/oder Pilzsymbiosen, die hier zum Mutualismus gezählt werden, wird nicht genauer eingegangen. Viele Insekten mit einseitig spezialisierter Nahrung (Holz, Blut) beherbergen in eigens dafür bestimmten Organen (Mycetome) Bakterien oder Pilze. Diese Organismen spielen in Bernsteineinschlüssen aber keine große Rolle, treten sie doch so gut wie nie an der Außenhülle ihrer Wirte auf (höchstens bei der Eiablage oder an der Eihülle selbst).

Im baltischen Bernstein soll angeblich auch eine Form dieser Symbiose gefunden worden sein. Es wird von einem Fund berichtet, der einen besonderen Einblick in die Vergangenheit gewährt. Wie in einer Momentaufnahme ist eine Ameise gerade im Begriff, eine Blattlaus zu melken. Der gegenseitige Nutzen, der beiden zum Vorteil gereicht, ist in einem Fall der Schutz durch die Ameise, im anderen die Nahrung (Honigtau) für die Ameise.

Parasitismus

Mehrere Beispiele von Parasitismus und dadurch hervorgerufene Krankheiten wurden im baltischen Bernstein nachgewiesen. In dieser Arbeit sollen aber nur Beispiele vorgestellt werden, in denen Parasit und Wirt gemeinsam auftreten. Parasitische Milben werden sicherlich wieder den Hauptbestandteil in unseren Kollektionen repräsentieren.

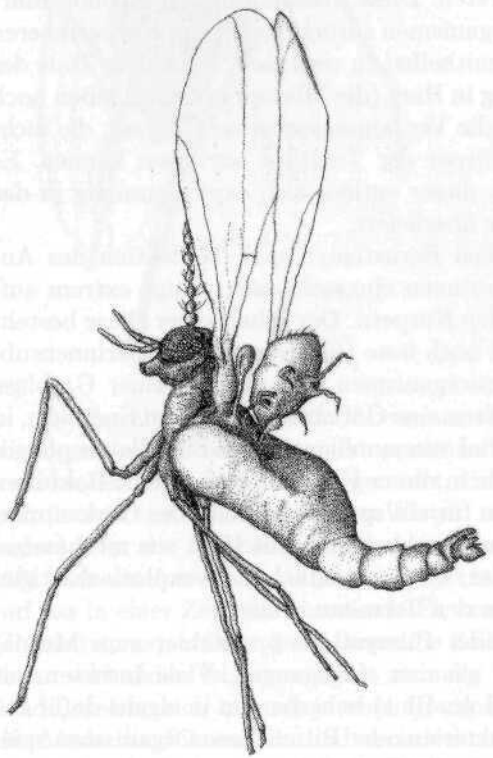


Abb. 14: Parasitische Milbenlarve dorsal auf Anfangstergit einer Gallmücke (Cecidomyiidae), die Umgebung der Einstichstelle ist eingesenkt, der vordere Teil des Abdomens erscheint aufgebläht oder aufgedunsen. Körperlänge der Milbe 0,45 mm; Körperlänge der Mücke ca. 1,7 mm. Coll.: F. EICHMANN

Gut beschrieben sind *Leptus*-Arten (WEITSCHAT/WICHARD), die sich meist hinter dem Kopf auf chitinartigen Oberflächen von Mücken und Fliegen

mit ihren stilettartigen Mundwerkzeugen festgebissen haben. Larven saugen dort die Lymphflüssigkeit ihrer Wirte, wenn sie für ihre weitere Entwicklung genug aufgenommen haben, lassen sie sich an geeigneter Stelle abfallen.

Alle parasitischen Milben und die Raubmilben überwältigen ihre Beutetiere durch das Einschlagen ihrer zangen- oder scherenförmigen Kieferklauen. Da durch ihren engen Schlund aber nur flüssige Nahrung aufgenommen werden kann, wird das Innengewebe des Opfers durch Absonderung von Verdauungssaft etappenweise verflüssigt (extraorale Verdauung, auch bei den echten Spinnen typisch!) und allmählich aufgesogen. Dieser Vorgang wird in Abb. 14 verdeutlicht. Es spricht einiges dafür, diese Milbe den Mesostigmata, Raubmilben zuzuordnen.

In Bild 14 wird eine parasitische Milbenlarve gezeigt. Diese Milbe sitzt dorsal am Anfangsbereich des Abdomens an einer Gallmücke (Cecidomyiidae). Ihre Mundwerkzeuge, an der ein Klebe-, Lymph- oder Speicheltropfen sitzt, sind in die Tergithaut eingestochen. Der Körper der Gallmücke ist in der Nähe der Einstichstelle ungewöhnlich aufgedunsen, ebenso erscheint die Milbenlarve reichlich vollgesogen und prall.

Trotzdem und durch alle Neuentdeckungen sind die von LEUCKART schon um 1850 niedergelegten Sätze auch in der heutigen Zeit noch relevant: „Eine scharfe Grenze zwischen Parasiten und freilebenden Tieren besteht nicht. Die Parasiten sind aus ursprünglich freilebenden Tieren hervorgegangen". In dieser Hinsicht sollen sich grundsätzlich alle Beobachtungen über Schmarotzermilben orientieren.

Abb. 15 zeigt drei Milbenlarven, welche deutlich ihre Mundwerkzeuge in die Tergite eines Zuckmückenmännchens eingeschlagen haben. Allein deswegen kann aber nicht unbedingt auf Parasitismus geschlossen werden, da das Verhalten der fossilen Milbenlarven unbekannt ist. Ob eine Phoresie vorliegt, oder eine Nahrungsaufnahme auf Kosten der Mücke erfolgte, bleibt vorerst unbeantwortet. Es besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit Schildkrötenmilben (Uropodina), unter denen sind Gattungen bekannt, welche im Deutonymphenstadium dem Drang der Phoresie unterliegen, aber auch solche, die sich von tierischer Kost ernähren. Diese Familie bildet somit hinsichtlich der Nahrungsaufnahme einen Übergang von aasfressenden zu nach lebender Beute suchenden Raubmilben.

Da der Verfasser kein Milben-Fachmann ist, möchte er nicht weiter darauf eingehen, und beschränkt sich nur mit der Präsentation dieses Beispieles. Vielleicht könnte ein Wissenschaftler nach genauem Studium diese interessanten Fragen klären?

Abbildungen 16–20 zeigen ausschließlich Milbenlarven aus der Familie der Erythraeidae (Acariformes, Trombidiformes, Prostigmata). Mit der fossi-

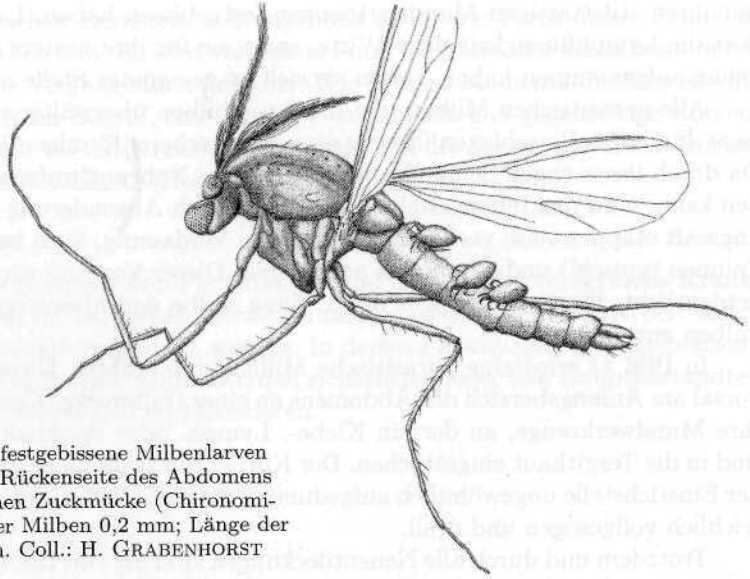


Abb. 15: Drei festgebissene Milbenlarven sitzen auf der Rückenseite des Abdomens einer männlichen Zuckmücke (Chironomidae). Länge der Milben 0,2 mm; Länge der Mücke 1,6 mm. Coll.: H. GRABENHORST

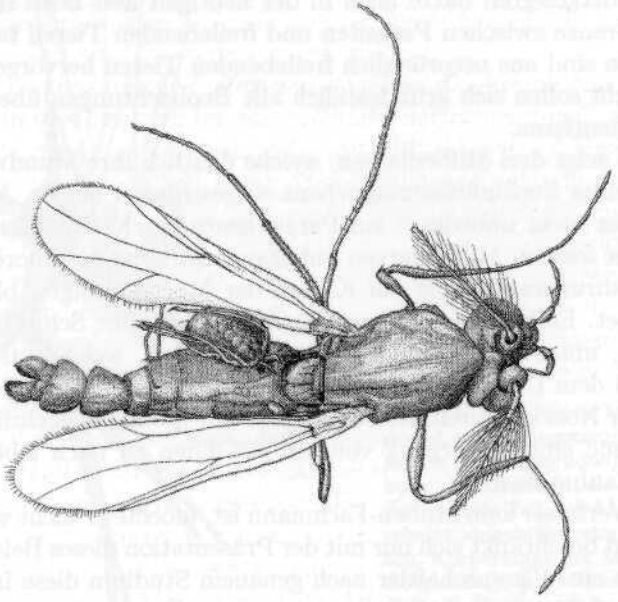


Abb. 16: Parasitische Milbenlarve der Gattung *Leptus* saugt Hämolymphe am Abdomen eines Zuckmückenmännchens. Das Abdomen wirkt um die Stichstelle, an der die Cheliceren tief eingedrungen sind, unnatürlich und aufgebläht. Länge der Mücke = 1,5 mm; Körperlänge der Milbe = ca. 0,3 mm. Coll.: F. EICHMANN

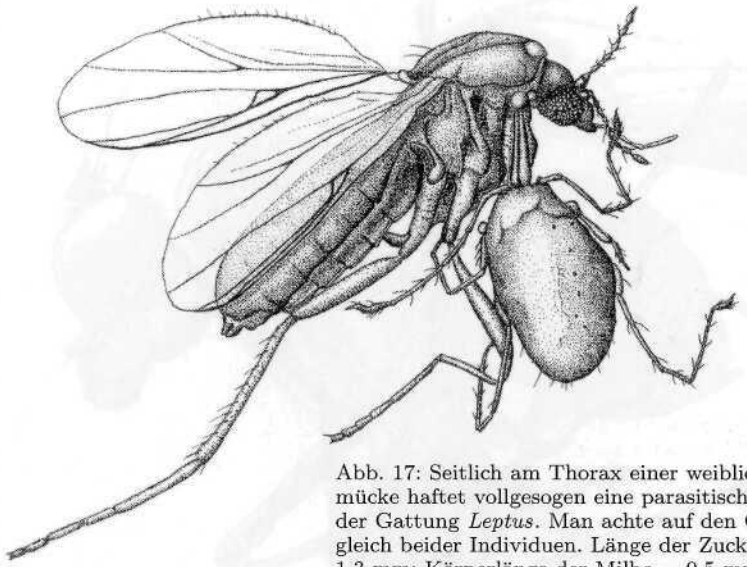


Abb. 17: Seitlich am Thorax einer weiblichen Zuckmücke haftet vollgesogen eine parasitische Milbenlarve der Gattung *Leptus*. Man achte auf den Größenvergleich beider Individuen. Länge der Zuckmücke = ca. 1,3 mm; Körperlänge der Milbe = 0,5 mm.
Coll.: H. GRABENHORST, Fundort: Bitterfeld

len Gattung *Leptus* spiegeln sich eindrucksvolle Dramen aus dem „Bernsteinwald" wieder. Schon vor vielen Millionen Jahren drangsalierte diese Gattung andere Gliederfüßer, wie Mücken und Fliegen, Zikaden, ebenso Spinnen und Weberknechte, und das ist bis auf den heutigen Tag so geblieben. Die Larven, keine Nymphen, können sich dank ihrer langen, dünnen Beine sehr schnell an Wirte heranpirschen, besteigen sie und kleben sich an geeigneter Stelle mittels eines Sekrets aus dem Mundbereich fest. Fast gleichzeitig stechen sie mit ihrer stilettartigen Chelicerenform mühelos durch die Cuticula und beginnen die Hämolymphe des Wirtes zu saugen. In dieser Stellung verharren sie circa sechs Tage, danach lassen sie sich vollgesogen abfallen und entwickeln sich weiter zum nächsten Stadium.

Wie eingangs erwähnt, können Nematoden im Inneren von Mücken parasitieren. Abb. 21 zeigt eine Zuckmücke, die Merkmale eines Weibchens und eines Männchens aufweist (Intersex). Vier Fadenwürmer liegen auffallend nahe am hinteren Ende des Abdomens. Ob ein Fadenwurm direkt aus dem Analbereich austritt, ist nicht klar zu erkennen, aber wahrscheinlich. Das letzte Tergit der Zuckmücke ist aufgebrochen und nach oben geklappt und es scheint, daß bei der Aufbruchstelle ein Fadenwurm austritt. Da die Zuckmücke zwischengeschlechtlich erscheint, muß ein Wurmbefall vorgelegen haben.

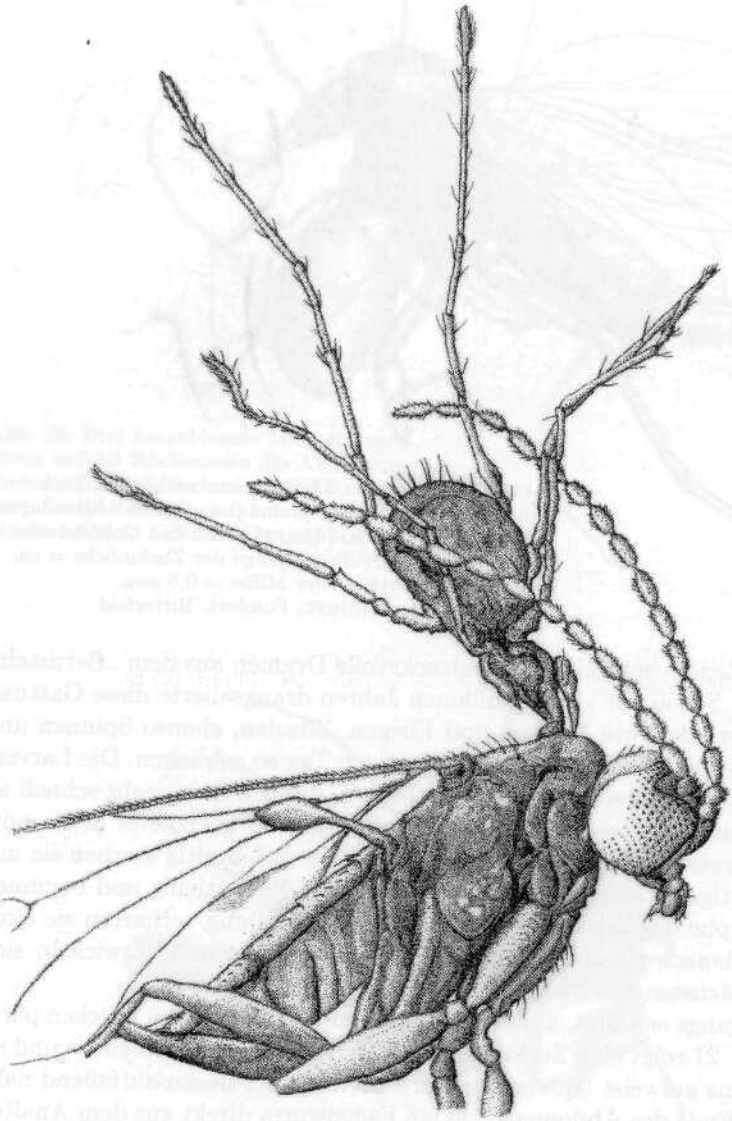


Abb. 18: Parasitische Milbenlarve *Leptus* sp. genüßlich beim Mahl. Die Larve sitzt dorsal am sklerotisierten Pronotum einer männlichen Trauermücke (Sciaridae). Rezente Beobachtungen jener Milbengattung ergaben, daß sie diesen Bereich als Einstichstelle bevorzugen. Die Körperlänge der Milbe beträgt 0,4 mm, die der Mücke 1,5 mm. Coll.: F. EICHMANN

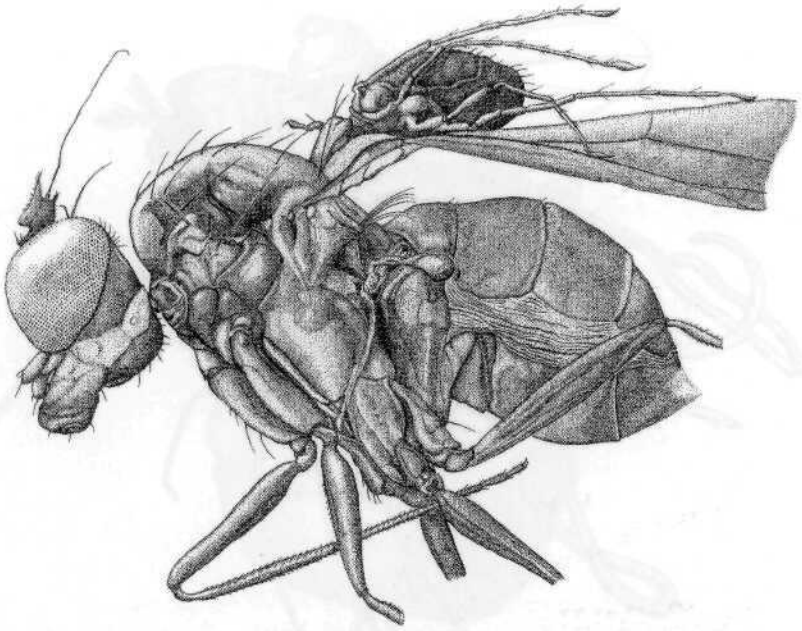


Abb. 19: Milbenlarve *Leptus* sp. dorsal auf dem Pronotum einer Langbeinfliege (Dolichopodidae) Körperlänge der Fliege = 1,5 mm; Körperlänge der Milbe = 0,5 mm. Coll.: F. EICHMANN

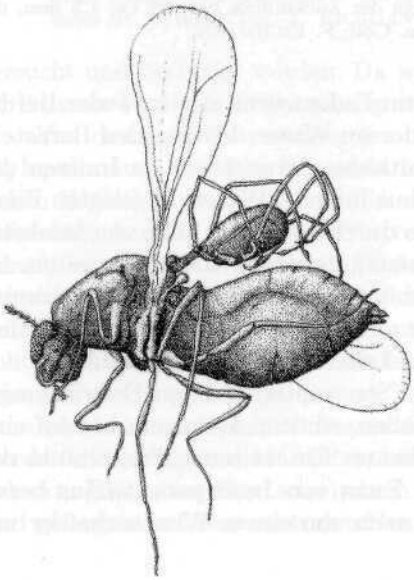


Abb. 20: Parasitische Milbenlarve *Leptus* sp. am bevorzugten, sklerotisierten Pronotum einer Gnitze (Ceratopogonidae). Körperlänge der Mücke = 0,8 mm, Körperlänge der Milbe = 0,3 mm; Fundort: Bitterfeld. Coll.: H. GRABENHORST

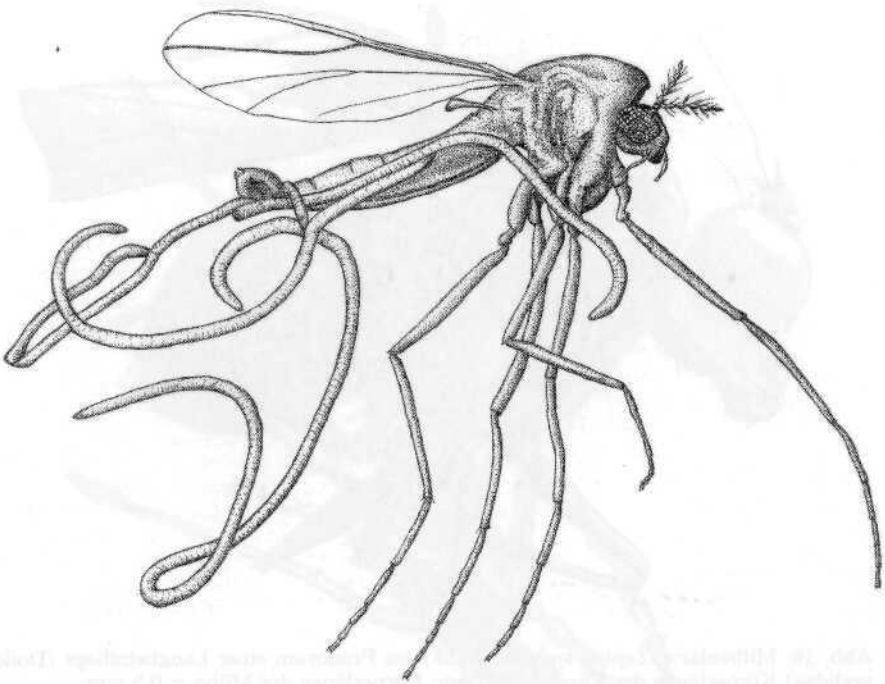


Abb. 21: Vier parasitische Fadenwürmer (Nematoda, Mermithidae) an und neben einer Zuckmücke (Chironomidae, Intersex). Die Länge der Zuckmücke beträgt ca. 1,5 mm, die Längen der Fadenwürmer zwischen 3 und 3 mm. Coll. F. EICHMANN.

Es ist schon außergewöhnlich, daß ein Fadenwurm, der entweder tief im Wurzelbereich der Erde, im Schlamm oder im Wasser lebt, in den Bernstein geraten ist. Juvenile Formen der Mermithidae parasitieren im Inneren der Leibeshöhle von Insekten. Nachdem sie aus ihren in Wasser abgelegten Eiern geschlüpft sind, bohren sich diese Larven durch die Außenhülle von Insekten. Aquatische Zuckmückenlarven werden häufig ein Opfer dieser Parasiten. Im Inneren der Körper reifen sie zeitgleich mit den Chironomiden heran, kommt die Mücke allmählich zu Tode, sucht sie meist wieder wasserähnliche Bedingungen auf, und die Würmer haben neue Lebensbedingungen gefunden.

Aus der Ordnung der Fächerflügler (Strepsiptera), deren Entwicklungsstadien vorwiegend als Innenparasiten leben, sind im Bernstein bis auf eine Ausnahme nur geflügelte Männchen bekannt. Ein weiterer Einschluß in der Sammlung des Verfassers könnte diese Form von Innenparasitismus bereichern. Der seltene Einschluß muß aber noch von einem Wissenschaftler un-

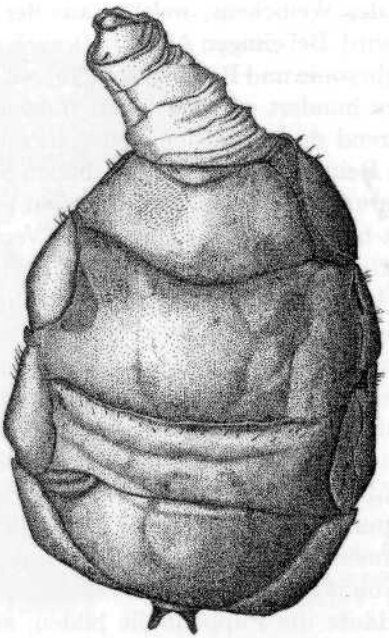


Abb. 22: Nicht näher bestimmte endoparasitische Larve! Parasit ragt aus dem Analbereich eines Ameisenabdomens hervor. Länge des Abdomens = 2,5 mm, Max. Breite des Abdomens = 2,0 mm, Länge des sichtbaren Endoparasitenteiles ist 1,1 mm. Coll.: F. EICHMANN

tersucht und bestätigt werden. Da weitere Funde durchaus zu erwarten sind, wird dieser Fund zur Diskussion gestellt.

Von den zwei Unterordnungen der Fächerflügler sind Mengenillidia und Stylopidia auch aus dem Bernstein bekannt. Die ungeflügelten, blattlausähnlichen Weibchen der Mengenillidia sind freilebend, deren Larven kommen in Silberfischchen vor. Weibliche Vertreter der Stylopidia hingegen leben zeitlebens in einem Wirtsinsekt, dabei strecken sie ihr Kopfbruststück und ein Paar Stigmen aus den Hinterleibsringen des Wirtes heraus. Als Wirte sind folgende Insekten bekannt geworden: Hautflügler (Weg-, Grab- und Faltenwespen, solitäre Bienen, Ameisen), Silberfischchen, Orthopteren, Schaben, Zikaden, Wanzen und Dipteren (Bremsen). Ist ein Insekt von Strepsipteren befallen, so wird es als „stylopisiert" bezeichnet. Sind Weibchen zur Paarung geneigt, werden die geflügelten Männchen höchstwahrscheinlich durch Pheromone angelockt. Die reifen Eier schwimmen frei in der Hämolymphe der Weibchen und gelangen in einen ventralen Brutraum. Die Besamung erfolgt über einen

Schlitz im Puparium des Weibchens, welches aus der letzten Larven- sowie Puppenhaut gebildet wird. Bei einigen Arten tritt auch ungeschlechtliche Fortpflanzung, wie Polyembryonie und Parthenogenese, auf. Alsbald werden durch den Brutspalt mehrere hundert winzige Triungulinuslarven von 0,1–0,3 mm Länge entlassen, während das Weibchen weiter in seinem Wirt sitzt. Diese Primärlarven besitzen Beine und Punktaugen, haben Springvermögen, indem sie ihre Caudalborsten unter das Abdomen schlagen und sich dann strecken. Sie sind dadurch recht beweglich und suchen nach Vertretern einer Wirtsart.

Zum Beispiel warten diese Primärlarven an Blüten auf Wirtsimagines, um von ihnen zu den begehrten Wirtslarven in den Nestern transportiert zu werden. Dort angelangt, dringen sie nach dem enzymatischen Auflösen der Wirtslarvencuticula in deren Körperinneres, häuten sich zu einem madenartigen 2. Stadium, dessen Augen, Beine und Mundwerkzeuge zurückgebildet sind. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch Resorption durch die dünne Cuticula. Insgesamt existieren mehrere solcher Larvenstadien, wobei das letzte Stadium, wieder mit Mandibeln zum Öffnen der Wirtscuticula ausgestattet, den Wirt zur Verpuppung verläßt (Mengenillidia) oder nur sein Vorderende durch das Wirtsintegument nach außen steckt (Stylopidia). Bei letzt genannter entsteht nach der Subimaginalhäutung die Imago, wobei bei den Weibchen verschiedene larvale Häute die Puppenhülle bilden, sie verbleibt im Wirtsinsekt.

Um das Thema Parasitismus zum Abschluß zu bringen, soll noch etwas über Pilzinfektionen berichtet werden. Auffällig sind z. B. im Bernstein Langbeinfliegen voll Pilzmyzel, das an deren Außenskelett hervorsprießt. Hier könnte es sich in einigen Fällen um einen pathogenen Pilz handeln, der rezent schon lange bekannt ist. Jene Pilze aus der Familie der Entomophtoraceae infizieren in warmen und feuchten Klimata bevorzugt Dipteren. Über die dünnen Intersegmentalhäute gelangt er ins Körperinnere und entwickelt sich im Fettkörper weiter. Alsbald bricht das Myzel durch das Integument nach außen, dann bilden sich Konidien (Exosporen), welche abgeschleudert werden und weitere Insekten infizieren. Schimmelpilze dieser Familie verursachen den Tod ihrer Wirte. *Empusa muscae* tritt rezent bei Stubenfliegen, *E. aulicae* bei Raupen auf. *Entomophthora rimosa* parasitiert an Mücken.

Inquilinismus

Unter Inquilinismus werden in der Regel keine Funde zu erwarten sein. Fraßgänge, Gallen oder Brutbauten bilden die Aufenthaltsorte der Inquilinen. Diese leben in den bewohnten oder unbewohnten Nischen anderer Arten, weder profitieren sie voneinander, noch hat einer einen Nutzen vom anderen. Diese Aufenthaltsorte sind nicht in Bernstein überliefert. Außerdem ist ein

Abb. 23: Käfer (Coleoptera) mit pilzförmigen Strukturen am Analbereich, Gasblasen an der Kopfregion und zwei Schildlauslarven. Coll.: F. EICHMANN

Abb. 24: Vergrößerte Darstellung einer aus dem Eisack schlüpfenden Schildlauslarve (aus Abb. 23)

sicherer Beweis nur sehr schwer zu führen, denn manche Inquilinen machen den ursprünglichen Bewohnern Konkurrenz, indem sie von deren Nahrungsvorräten fressen oder auch die Nische streitig machen. Die Übergänge zum Parasitismus sind also fließend anzusehen. Wie steht es aber um Fraßgänge in Koprolithen, die im Bernstein vorzufinden sind? Aufenthaltsorte könnten auch Zapfen dokumentieren, denn an und in ihnen leben/lebten mehrere Organismen.

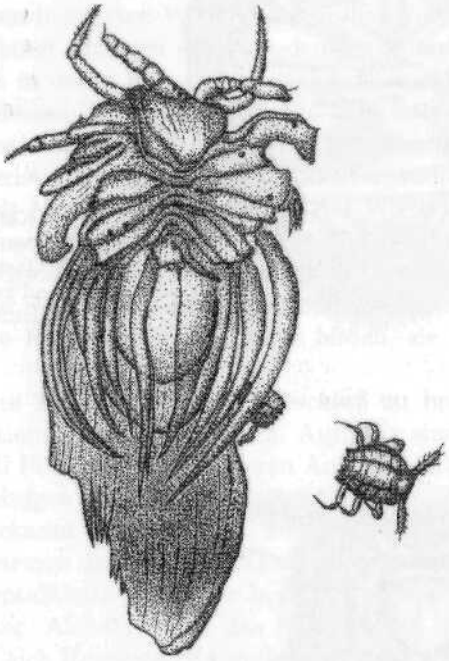


Abb. 25: Schildlausweibchen mit zwei Junglarven aus der Familie der Ortheziidae (Röhrenschildlaus). Coll.: G. KLICHE

Trotz der immensen Fortschritte, welche die Bernsteinforschung in der jüngsten Vergangenheit gemacht hat, bleiben immer noch Fragen, die das Zusammenleben der eingeschlossenen fossilen Kreaturen betrifft, offen.

In der Sammlung des Autors gibt es noch einige Stücke, die nur sehr schwer zu interpretieren sind. Über einen solchen Einschluß wird im Nachstehenden berichtet.

Es handelt sich um ein Bernsteinstück, in dem eine Thanatozönose (Grab- oder Todesgemeinschaft) eingeschlossen ist, belegt durch Ameisen (Formicinae), zwei Käfer (Coleoptera) der gleichen Gattung und zahlreichen Schildlauslarven (Coccoidea).

Interessant sind hierbei die Larven der Schildläuse. Sie sind in ca. 20 bis 30 Individuen, zusammen mit einigen leeren Eischalen, vertreten. Zwei Larven befinden sich an einem der Käfer (Abb. 23), wobei eine gerade aus dem am Käfer befestigten Eisack schlüpft (Abb. 24), die andere sitzt am Schenkel desselben. Der Käfer weist des weiteren am Abdomen pilzähnliche Strukturen auf, an der Mundregion austretende, enganliegende Blasen. Weitere Schildlauslarven halten sich in unmittelbarer Nähe der Ameisen auf. Einen Hinweis nach der Zugehörigkeit der Larven erbrachte ein Vergleich mit einem Stück Bernstein aus der Kollektion von Herrn KLICHE. Eine verblüffende Ähnlichkeit wurde an den Junglarven eines Schildlausweibchens aus der Familie der Ortheziidae erkannt. Unter den Wachsplatten des Weibchens waren noch Umrisse von Larven (unter Durchlicht) zu erkennen, zwei Larven aber waren außerhalb der Platten, und somit gut zu erkennen (Abb. 25).

Die sich aufdrängende Frage, ob diese fossile Gesellschaft auch eine Lebensgemeinschaft war, kann die moderne Wissenschaft auch heute nicht eindeutig beantworten. Nur wenn zahlreiche, identisch gleiche Einschlüsse dieser fossilen Gemeinschaft vorlägen, könnte man von einer befriedigenden Regelmäßigkeit sprechen, die eine Lebensgemeinschaft dann sehr wahrscheinlich macht.

Den Herren D. BULTMANN, H. GRABENHORST, Dipl.-Ing. G. KLICHE, R. KRULL, J. VELTEN sei an dieser Stelle für die freundliche Bereitstellung ihrer interessanten Bernsteininklusen zum Anfertigen von Zeichnungen gedankt. Dank gebührt auch Herrn Dipl.-Phys. H. NICKEL und Herrn H. WEGNER, die mich zum Verfassen dieser Arbeit bewogen. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. W. WEITSCHAT und Herrn Prof. Dr. W. WICHARD für wertvolle Hinweise zu diesem sehr interessanten Thema.

Literatur:

AHMADJIAN, V. and PARACER, S. (1986): Symbiosis. Univ. Press New England, Hanover

ANDRÉE, K. (1937): Der Bernstein und seine Bedeutung in Natur- u. Geisteswissenschaften. Gräfe u. Unzer Verlag, Königsberg,

BACHOFEN-ECHT, A. (1949): Der Bernstein und seine Einschlüsse. Springer Verlag, Wien

BROHMER, P. (1944): Fauna von Deutschland. 5. Verb. Auflage, Quelle u. Meyer, Leipzig

DETTNER, K., PETERS, W. (Hrsg.) (1999): Lehrbuch der Entomologie. Fischer Verlag, Jena

EISENBEIS, G., WICHARD, W. (1985): Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden. Fischer–Verlag, Jena

ENGLER–GILG (1924): Syllabus der Pflanzenfamilien. Borntraeger

HAUPT, J. u. H (1998).: Fliegen und Mücken. Naturbuch-Verlag,

HIRSCHMANN, W. (1966): Milben (Acari). Kosmos – Franckh, Stuttgart

MEHLHORN, H., PIEKARSKI, G. (1998): Grundriß der Parasitenkunde. 5. Aufl., Fischer, Jena

MÜLLER, A. (1981): Lehrbuch der Paläozoologie. Band II, 3. Aufl., Fischer, Jena

POINAR, G. O. Jr. (1992): Life in Amber. Stanford Univ. Press, Stanford, Cal.

STEINER, G. u. M. (1985): Paläosymbiosen. Fossilien, Heft 4, Goldschneck–Verlag, Korb

SCHLEE, D. (1990): Das Bernsteinkabinett. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C, Nr. 28

WEITSCHAT, W., WICHARD, W. (1998): Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein. Pfeil, München

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. (FH) Friedhelm Eichmann
Fundstraße 9
D–30161 Hannover