

Beiträge zur Ökologie von Nadelbaum- und Laubbaum-Holzwespen (Hymenoptera, Siricidae)¹

Von ERWIN SCHIMITSCHEK

Mit 5 Abbildungen

Abstract

Contributions to the ecology of coniferous and leaf wood Siricidae in Europe. Further studies were made on wood wasps in 1968–1972 in different parts of Germany, Austria and northern Italy. The distribution of coniferous and leaf wood Siricidae as well of the succeeding pests are considered. Connecting with the attraction of trees on wood wasps ammonia and amino acids as ingredients of the cambial zone are investigated. A list of parasites reared by the author and an other such put together by FULMEK (Vienna) are given. The ichneumonid *Rhyssa persuasoria* was found to be the chief parasite of coniferous wood wasps. A polyhydrosis of larvae wood wasps as an important regulation factor is described. By enlarging of fungi of wood wasps on wood damage is strengthened considerably. The economic importance of leaf wood Siricidae had been undervalued until now. The observations of distribution, hostplants, damages, bionomy, parasites, diseases and economic importance of *Xiphydria camelus* and *X. longicollis* are reported.

1. Einleitung

Die alljährlich durch Holzwespenbefall bewirkten Schäden sind, wie nachgewiesen wurde, von größter wirtschaftlicher Bedeutung (SCHIMITSCHEK 1968). In Ergänzung zu den seinerzeit durchgeführten Untersuchungen über die wirtschaftlich wichtigen Holzwespenarten, deren Gegenspieler und das Ausmaß der durch Holzwespen bewirkten Schäden wurden weitere Studien besonders im Weserbergland, in Bayern, in Südtirol und in Österreich vorgenommen. Sie bestätigten im Grundsätzlichen die bei früheren Studien gemachten Beobachtungen und brachten weitere, neue Erkenntnisse.

Die Untersuchungen in Südtirol erstreckten sich insbesondere auf das Ahrn- und Pustertal sowie auf die Gebiete um Brixen und das Eisacktal, in Österreich auf Tirol und Niederösterreich.

2. Nadelbaum-Holzwespen

2.1. Allgemeines

Die Eiablage dieser Holzwespen-Arten erfolgt sowohl an stehende wie liegende, berindete Nadelhölzer wie auch an frische Stöcke. Bei liegenden Bäumen werden entastete, frisch gefällte Stämme und Windwürfe bevorzugt.

¹ Die Arbeit wurde durch Unterstützung seitens der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* gefördert. Hierfür sei auch an dieser Stelle gedankt, ebenso danke ich meinen Mitarbeitern.

Der Befall stehender Bäume mit voll grüner Krone erstreckt sich auf solche, die physiologisch gestört sind oder Verletzungen verschiedener Art aufweisen, so auch vom Blitz getroffene Bäume.

Im Ahrntal war auf allen Holzlagerplätzen beachtlicher Befall der Fichte durch *Urocerus gigas gigas* festzustellen. Es handelte sich durchwegs um be-
 rindetes Stammholz, das ein bis zwei Jahre am Waldlager und anschließend am Sägelager lag.

Die Fichten weisen alten Befall durch *Ips typographus* und zum Teil *Xyloterus lineatus*-Befall und weiter nachfolgenden Befall durch *Monochamus sartor* auf. Nach zweijähriger Lagerung des Stammholzes in Rinde trat im Ahrntal 1972 frischer Befall durch *Hylotrupes bajulus* am Sägelager hinzu, Eiablage und Anflug August 1972. Auch im Gebiete von Mauls wurde gemeinsamer Befall der Fichte durch *Urocerus (Sirex) gigas* und *Monochamus sartor* festgestellt.

Von *Xeris spectrum* wurden lebende Fichten mit durch Hochwild verursachten Schälstellen befallen. Es tritt somit zu den, zum Teil überwallten Schäden durch Rotwildschälung, der viel bedeutendere durch Holzwespen hinzu. Jedenfalls bewirken auch alte Schälwunden eine besondere Disposition der Fichte für Holzwespenbefall, worauf schon RATZBURG hinwies. Auch die Anfälligkeit „gelachteter“ Fichten hat schon RATZBURG (1866) festgestellt.

In Südtirol werden vielfach für die Verbreitung der Holzwespen *Urocerus gigas gigas*, *Xeris spectrum* und *Sirex noctilio* dadurch besonders günstige Bedingungen geschaffen, daß in den Bauernwäldern die Entrindung des Einschlages unterbleibt. Dazu tritt noch die lange Lagerung des Holzes in der Rinde im Wald und am Sägelager (1 bis 2 Jahre). Weiter kommt hinzu, daß absterbende und abgestorbene, von Borkenkäfern befallene Bäume oft ein bis zwei Jahre stehenbleiben.

Bei Fichte stellt sich besonders Befall durch *Urocerus gigas gigas*, *Xeris spectrum*, sodann *Monochamus sartor*, *Ips typographus*, *Polygraphus poligraphus*, *Pityogenes chalcographus*, *Xyloterus lineatus* und später *Hylotrupes bajulus* ein.

An Tannen-Windwürfen war in Südtirol beachtlicher Befall durch *Urocerus gigas gigas* zu beobachten, in Niederösterreich ausschließlich von *Sirex juvencus*.

Es war von Interesse, das Auftreten von Holzwespen in dem größten mitteleuropäischen Urwald, dem Urwald Rotwald im Gebiete des Dürnstein (Lassing-Alpen) in Niederösterreich zu untersuchen.

Im unberührten Urwald-Innern konnten bei früheren Studien keine Holzwespen festgestellt werden (SCHIMITSCHEK 1952, 1953).

1971 waren Ränder des Urwaldes, anschließend an Sturmschäden im Wirtschaftswalde, übergreifend vom Wirtschaftswald, von Borkenkäfern, so *Ips typographus*, befallen. Hier ergab sich an Fichte auch beachtlicher Befall, durch *Urocerus gigas gigas* (geschlüpft vom 3. bis 17. 7. 1971), der aber nicht in das Innere des Urwaldes vordrang.

Der Befall durch Holzwespen kann jenem durch Borkenkäfer vorangehen oder auch folgen. Hier folgte er dem Borkenkäferbefall. Ähnlich stellte ich in der Türkei Befall der *Picea orientalis* durch *Xeris spectrum* und *Sirex juvencus* nachfolgend dem Befall durch *Ips sexdentatus* fest (SCHIMITSCHEK 1944).

2.2. Siriciden-Spektren und Folgeschädlinge

Auf Grund jahrelanger eingehender Untersuchungen im Weserbergland, in Rheinhessen, Bayern, Tirol, Südtirol und Niederösterreich wurden eine Reihe von Siriciden als Nadelholzbesiedler festgestellt; sie sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

An Fichte, *Picea alba*

Urocerus tardigradus Ced.

Urocerus gigas gigas L.

Sirex juvencus L.

Xeris spectrum L.

Die Häufigkeit der einzelnen Arten war in den verschiedenen Untersuchungsgebieten sehr verschieden. Eine allgemein gültige Aussage kann nicht mit Sicherheit gemacht werden. Vielleicht ist im Süden *Urocerus gigas gigas* allgemein häufiger.

An Tanne, *Abies alba*

Sirex noctilio F. sehr häufig

Sirex juvencus L. sehr häufig

Urocerus gigas gigas L.

Xeris spectrum L.

An Kiefer, *Pinus silvestris*

Urocerus tradigradus Ced.

Sirex juvencus L. am häufigsten

Sirex noctilio F.

Die aus Amerika eingeschleppte *Sirex cyaneus* F. wurde in keinem Gebiet erhalten.

Über gemeinsam und nachfolgend auftretende Schädlinge wurden bereits früher (SCHIMITSCHEK 1968) Angaben gemacht. Hinzuzufügen sind:

An Fichte

Dendroctonus micans, *Pityogenes chalcographus*, *Polygraphus poligraphus*, *Pityophthopus micrographus*, *Ips typographus*, *Ips amitinus*, *Xyloterus lineatus* u. a.

An Tanne

Cryphalus piceae, *Ips spinidens*, *Ips curvidens*, *Pissodes piseae* und *Xyloterus lineatus*.

An Kiefer

Anthaxia quadripunctata, *Criocephalus rusticus*, *Monochamus galloprovincialis*, *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, *Xyloterus lineatus* u. a.

In der Regel geht der Befall durch Holzwespen jenem durch Borkenkäfer voraus, er kann aber – bei frischen Windbrüchen, frischen Windwürfen

und frisch geschlägerten, in der Rinde liegendem Holze – auch gleichzeitig mit dem Befall durch *Ips typographus*, *Ips amitinus*, *Ips sexdentatus* bzw. *Cryphalus piceae* und *Ips spinidens* sowie *Ips curvidens* erfolgen oder auch nachfolgen.

2.3. Befallsbereitschaft

Für den Befall durch Nadelbaumholzwespen genügt bereits eine geringe Störung des physiologischen Zustandes von Fichte, Tanne, Kiefer, wie sie durch Fällungsschäden, Schälsschäden und Verletzungen durch Bringungsgeräte, ferner durch Störung des Wasserhaushaltes, zustande kommt (vgl. SCHIMITSCHEK 1968).

Bei den Laubhölzern führen Gipfeldürre, mangelnde Wasserversorgung, Absenkung des Grundwassers, Verletzungen, Blitzschäden u. a. zum Befall.

Durch Wind und Sturm gebrochene Stämme von Nadelhölzern wie Laubhölzern werden von Holzwespen besiedelt, besonders die mit dem Stock verbundenen Teile, aber auch frische, liegende Stämme.

Auch unberindetes Stammholz, das am Waldlager verbleibt, wird von Holzwespen befallen.

Dem Befall durch Holzwespen geht häufig Befall von Bockkäfern und Borkenkäfern voran, oder folgt ihm nach. Es sind also durch den Holzwespenbefall die biochemischen Schutzvorkehrungen der Pflanze noch weiter gestört. Bei den Nadelhölzern – und wahrscheinlich auch bei den Laubhölzern – äußert sich dies in der Zusammensetzung der *Exhale* des Stammes. Die Exhale sind in ihrer Zusammensetzung abhängig von dem Zustand der Kambialzone und im weiteren auch von jenem der Zellen der Assimilationsorgane.

2.3.1. Ammoniak im Kambium

SCHIMITSCHEK (1929) stellte auf Grund von Analysen der Exhale von Fichte fest: „Es muß und kann mit Recht angenommen werden, daß in jedem einzelnen Zeitabschnitt des Zerfalles, beginnend vom ersten Tag der Fällung bzw. von einem bestimmten Erkrankungszustand, die ständige Zerfallsfolge der Stoffe der Kambialzone eine sich entsprechend ständig ändernde, für jeden Zeitabschnitt typische, Geruchsfolge (Exhalation) bedingt. So konnte ich in den Exhalaten der im Zerfall – bei *Ips typographus*-Befall – befindlichen Fichten-Kambialzonen sehr viel Ammoniak nachweisen.“

Es erhebt sich die Frage, woher diese Ammoniak-Mengen im Exhalat herühren.

Der Stickstoff wird von der Pflanze vornehmlich als Ammonium- oder Nitrat-Ion aufgenommen; er kann aber nur in reduzierter Form assimiliert werden. Der reduzierte und damit assimilierte Stickstoff wird in den Pflanzen besonders zum Aufbau der Aminosäuren, den Grundbausteinen der Eiweißkörper, verwendet.

Die Aminosäuren entstehen im Plasma durch Nitratreaktion NO_3^- - NO_2^- - NO_3^- -Aminosäuren.

Aminosäuren können durch reduktive Aminierung von α -Ketonsäuren entstehen. Die Bildung von Glutaminsäure aus der im Zitronensäurezyklus entstehenden α -Ketoglutarinsäure ist wahrscheinlich derjenige Prozeß, über den das Ammoniak in eine organische Bindung eingebracht wird. Von der Glutaminsäure kann die NH_2 -Gruppe leicht auf andere α -Ketonsäuren übertra-

gen werden. „Wahrscheinlich werden die meisten Aminosäuren aus den entsprechenden α -Ketosäuren auf diese Weise gebildet“ (MOHR 1969).

Nach KLEIN und STEINER ist Ammoniak die erste und letzte Stufe des Stickstoffwechsels der Pflanze; die Amide sind jeweils festgelegte Zwischenstufen beim Aufbau und Abbau von Eiweiß.

Bei der Keimung, besonders eiweißreicher Samen, werden die aufgespeicherten Stickstoffreserven in eine Reihe Aminosäuren beziehungsweise Ammoniak gespalten und bei genügend vorhandenen stickstofffreien Baustoffen (z. B. im Licht) zur Eiweißregeneration verarbeitet. Bei Mangel an stickstofffreien Reserven, im Dunkelversuch, tritt aber Desaminierung ein, die bei Fehlen von Kohlehydraten zur Ammoniakankreicherung führt und sogar Vergiftung bewirkt, bei genügenden Mengen von N-freien Reserven zur Aminobildung (Asparagin, Glutamin, nicht Arginin) und am Licht unter neuerlicher Desaminierung zur Eiweißsynthese führt.

KLEIN und STEINER weisen darauf hin, daß die Verhältnisse in der Baumrinde bei der Reservestoffmobilisierung im Frühjahr ähnlich liegen dürften wie bei der Keimung.

Nur bei Kohlehydrathunger reichert sich das überschüssige Ammoniak bis zur Schädigung an und kann in diesem Zustand nicht entgiftet werden². Es entsteht ein Übermaß an Ammoniakmolekülen, das zu Schäden führt. Ein Übermaß an Ammoniak entsteht auch bei physiologischer Störung und Schwächung des Baumes und kommt in großen Ammoniakmengen im Exhalat zum Ausdruck³ (SCHIMITSCHEK 1929).

henden mit mehr oder weniger normaler Wasserversorgung durch die Wur-

2.3.2. Aminosäuren im Kambium

Es war von Interesse festzustellen, welche Aminosäuren im Kambium auftreten. Orientierende chromatographische Untersuchungen von Äthanol-extrakten aus dem Kambium wurden an der Fichte, *Picea abies*, vorgenommen.

Die Proben wurden im April bzw. Juni von stehenden Bäumen mit altem und ohne Borkenkäferbefall (*Ips typographus*) in etwa 1 m Höhe über dem Boden, bzw. von gefälltten Fangbäumen und vom Sturm entwurzelten Bäumen, zum Teil mit frischem, zum Teil ohne Befall durch *Ips typographus*, entnommen. Die Auswahl der stehenden Stämme erfolgte nach dem Zustand der Krone, d. h. nach dem Vergilbungszustand der Benadelung, der Ausdruck für den Gesundheitszustand des Baumes und für seine Anfälligkeit für Borkenkäfer ist. Die untersuchten Bäume lassen sich in zwei Gruppen von grundsätzlich verschiedenen physiologischen Voraussetzungen teilen: in die Steheln, und in die Gefällten, die sich in fortschreitendem Austrocknungszustand

² Normalerweise wird es von einem Großteil der Pflanzen durch Aminobildung, von Säurepflanzen durch Überschuß an organischen Säuren vorübergehend bis zur eventuell weiteren Verwertung entgiftet (KLEIN und STEINER).

³ KLEIN und STEINER ermittelten an abgeschnittenen Blatt- und Blütensprossen ganz allgemein Exhalation von gasförmigem Ammoniak. Die Desaminierung verläuft scheinbar – (besonders bei Blüten) schnell. Bei Blüten treten mit der Ammoniakexhalation gleichzeitig typische Amine auf; beide entstehen durch Eiweißspaltung. Nach neueren Untersuchungen ist das Vorkommen von Aminosäuren im Nektar der Blütenpflanzen die Regel. Der Aminosäuregehalt von Blüten, die von Bienen besucht werden, ist signifikant geringer als jener des Nektars von Schmetterlingsblumen... (Aminosäuren im Nektar. Naturwiss. Rundschau 1973, S. 530).

befinden. Bei den gefällten Bäumen ist weiter zu unterscheiden zwischen solchen, deren Rinde in vollem Umfang am Stamm belassen war, da sie als Fangbäume zu dienen hatten, und anderen, deren Rinde oberflächlich geschält war, so daß das Kambium und ein Teil des Bastes noch am Holzkörper verblieben waren. In den vollständig berindeten Stämmen geht die Austrocknung wesentlich langsamer vor sich als in den geschälten, doch war dieser Prozeß in letzteren offensichtlich nicht rasch genug verlaufen, da sie frischen Befall durch *Ips typographus* aufwiesen.

Nachstehend wird eine Aufstellung der untersuchten Proben, nach den oben angeführten Gesichtspunkten geordnet, gegeben:

- Nr. 35: Fichte 60jährig, stehend, Krone dicht, grün, kein Borkenkäferbefall (Juni).
 Nr. 34: Fichte 60jährig, stehend, Krone schütter, leicht vergilbt (Juni). Borkenkäferbefall nicht erkennbar.
 Nr. 33: Derselbe Baum wie 34, Probe aber mit harzreichen Bastteilen.
 Nr. 36: Fichte 60jährig, stehend, Krone sehr schütter, stark vergilbt, Borkenkäferbefall nicht erkennbar (Juni).
 Nr. 23: Fichte 113jährig, stehend, sehr geringer Befall durch *Ips typographus* aus dem Vorjahr (April).
 Nr. 22: Fichte 113jährig, stehend, Befall von *Ips typographus* aus dem Vorjahr (April).
 Nr. 21: derselbe Baum wie 22, Probe aber mit harzreichen Bastteilen.
 Nr. 19: Fichte 113jährig, stehend, schwacher Befall von *Ips typographus* aus dem Vorjahr (April).
 Nr. 20: Fichte 113jährig, stehend, mittlerer Befall von *Ips typographus* aus dem Vorjahre (April).
 Nr. 24: Fichte 113jährig, stehend. Befall von *Ips typographus* aus dem Vorjahr (April).
 Nr. 30: Fichte 62jährig, liegend, Windwurf berindet, Krone grün. Kein Borkenkäferbefall (Juni).
 Nr. 38: Fichte 62jährig, liegend. Frischer Windwurf, berindet, ein Teil der Wurzeln noch intakt, Krone grün. Frischer Befall von *Ips typographus* mittelstark (Juni).
 Nr. 32: Fichte 62jährig, liegend, Fangbaum, berindet, Krone etwas vergilbt, mittelstarker Befall von *Ips typographus* (Juni).
 Nr. 31: Fichte 62jährig liegend, Fangbaum, berindet, Krone stark vergilbt. Starker Befall von *Ips typographus* (Juni).
 Nr. 41: Fichte 113jährig, liegend, Rinde oberflächlich geschält, Krone entfernt. Frischer Befall von *Ips typographus* (Juni).
 Nr. 42: Fichte 113jährig, liegend, Rinde oberflächlich geschält, Krone entfernt. Frischer Befall von *Ips typographus* (Juni).
 Nr. 43: Fichte 113jährig, liegend. Rinde oberflächlich geschält, Krone entfernt. Vorjähriger und frischer Befall durch *Ips typographus* (Juni).
 Nr. 44: Fichte 114jährig, liegend, Stamm mit Befall von *Ips typographus*. Die Probe wurde von einem Ast der noch grünen Krone entnommen. Frischer Befall von *Pityogenes chalcographus* (Juni).

Die Analyse der Äthanolextrakte ist als orientierender Vorversuch aufzufassen, ihre Ergebnisse daher nur mit Vorbehalten zu betrachten. Die Extrakte stellen Gemische gelöster freier Aminosäuren, Peptide und Amine dar, deren Unterscheidung auf Grund der angewandten Technik nicht sicher möglich ist. Durch Hydrolysieren hätte man die Peptidnatur der betreffenden Substanzen nachweisen können, doch mußten die Untersuchungen vor diesem Analysenschritt leider abgebrochen werden. Es wurde daher versucht, mittels Gemischen bekannter Substanzen und der Verteilung derselben im zweidimensionalen Chromatogramm die in den Kambium- und Bast-Extrakten enthaltenen freien Aminosäuren zu identifizieren und die nicht identifizierbaren Komponenten auf Grund ihrer *rf*-Werte zu charakterisieren.

Die in der Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse der Analysen sind als vorläufig und als der Überprüfung bedürftig zu betrachten. Die Anordnung der Proben erfolgt in der gleichen Reihenfolge wie bei der Beschreibung der

Probestämme. Nach den rf-Werten konnten einige Aminosäuren nicht voneinander unterschieden werden, weshalb in der Übersicht die leicht verwechselbaren Aminosäuren Glycin und Threonin bzw. Methionin und Thyrosin

Tabelle 1

Analyse der Äthanolextrakte aus dem Kambium von *Picea abies*

Probe Nr.	Arginin	Asparaginsäure	Glutaminsäure	Glycin Threonin	Lysin	Methionin Tyrosin	Serin	Valin	20/7	18/37	26/31	15/29	25/5	30/6	19/2
35	+	+	+	+	+		+			+	+				
34	+	+	+	+			+		+						
33	+	+	+	+			+	+		+	+				
36	+	+	+	+			+	+		+	+				
23	+	+	+	+		(+)	+	+		+				+	+
22	+	+	+		+		+		+			+			
21	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+
19	+	+	+				+			+			+	+	+
20	+	+	+	+	+		+							+	+
24	+		+	+		+	+	+		+	+	+		+	+
30			+		+									+	+
38	+	+	+	+			+		+						
32		+	+	+		+	+	+		+	+				
31		+	+	+		+	+	+	+	+	+				
41	+	+	+	+		+	+			+	+				
42	+	+	+	+		+	+	+		+					
43		+	+	+		+	+	+		+	+				
44	+	+	+	+			+	+	+	+					

jeweils zusammen in eine Rubrik gestellt wurden. Die rf-Werte der nicht identifizierbaren Substanzen beziehen sich auf die Trennungsmittel n-Butanol-Eisessig-Wasser vor und Phenol-Wasser hinter dem Schrägstrich.

In der Probe 30 konnten nur zwei Aminosäuren sichtbar gemacht werden. Vielleicht war die Konzentration des Extrakts zu gering, als daß die übrigen Substanzen in nachweisbarer Menge darin auftreten könnten.

Einige Aminosäuren, nämlich Asparaginsäure, Glutaminsäure und Serin scheinen in den Kambialextrakten regelmäßig vorzukommen. Arginin trat in den meisten Proben auf, doch scheint die Konzentration dieser Aminosäure vom physiologischen Zustand des Probebaumes abzuhängen. Arginin ist nämlich bei der Analyse geringer Substanzmengen im eindimensionalen Chromatogramm nur in Proben stehender Stämme nachzuweisen, in denen liegender Stämme nicht. Erst bei Verwendung doppelter Substanzmengen erscheint Arginin bei ein- und zweidimensionalen Chromatogrammen in den meisten Proben von liegenden Stämmen, ist aber sogar dann noch in den Proben 32, 31 und 43 nicht nachzuweisen. Möglicherweise verschwindet Arginin mit dem Absterben des Kambiums und des Bastes nach und nach. Auffallend ist weiter das Auftreten einer Aminosäure, die ihren rf-Werten nach entweder Methionin oder Tyrosin sein dürfte, ausschließlich in Kambiumproben von Bäumen mit Borkenkäferbefall. In sämtlichen borkenkäfer-

freien Proben 35, 34, 33, 36 (und 30) – und in den von *Ips* befallenen Stämmen 19, 20, 38 (und 44) fehlt diese Aminosäure.

Schließlich ist bemerkenswert, daß im Kambium der stehenden, 113jährigen Fichten mit Borkenkäferbefall aus dem Vorjahr eine Anzahl nicht identifizierter Substanzen (Peptide?) nachzuweisen waren, die in den übrigen Proben nicht erschienen.

Es konnten somit folgende Aminosäuren festgestellt werden:

Monoamino-monocarbonsäure (Neutrale Aminosäuren)

Glycin

Valin

Monoamino-dicarbonsäure

Säure A?

Asparagin

Glutaminsäure

Diamino-monocarbonsäure (Basische Aminosäuren)

Lysin, Arginin

Aromatische Aminosäuren

Tyrosin

Schwefelhaltige Aminosäuren

Methionin

Oxyaminosäuren

Serin, Threonin

Es sind somit verschiedene Aminosäuren im Kambium vorhanden; dies ist von großer Bedeutung.

KLEIN und STEINER haben an abgeschnittenen Blatt- und Blüten sprossen mit eindeutiger Methodik ganz allgemein Exhalation von gasförmigem Ammoniak nachgewiesen. Die Desaminierung verläuft so schnell und weitgehend, daß ein Teil des gebildeten Ammoniaks entweicht. Die anlockende Wirkung dieser „Ammoniakphase“ wurde von SCHIMITSCHEK (1929) als anlockende Phase für *Ips typographus* nachgewiesen. Es kann wohl mit Recht angenommen werden, daß die Zerfalls- und Geruchsfolgen die Befallsfolgen auslösen. Für Holzwespen an Fichte können die gleichen oder doch sehr ähnliche Wirkungen der Ammoniakphase vorausgesetzt werden, wie für erstbesiedelnde Borkenkäfer, wie eben *Ips typographus*.

Bei vielen Blüten und auch bei Blättern treten neben der Ammoniakexhalation auch Amine auf (KLEIN u. STEINER), dies kann auch für die Kambialzone angenommen werden. In dem physiologisch geschwächten Kambium tritt wohl in erhöhtem Maße Eiweißspaltung ein⁴.

Unsere Untersuchungen mögen ein kleiner Beitrag zur Erfassung des Zustandes der Kambialzone sein, der für den Befall durch Holzwespen und erstbesiedelnde Borkenkäfer, wie *Ips typographus* maßgebend ist.

Interessant ist die Feststellung von FRANCKE-GROSMANN (1939), daß

⁴ KERCK (1972) hat bei Rotbuche Äthylalkohol als eine Komponente der Primäranlockung von *Xyloterus domesticus* ermittelt. Vermutlich ist er Begleiter von Duftstoffen. – Nach BAUMEISTER und REICHART (1969) wird bei anaerobem Abbau im physiologischen Geschehen Brenztraubensäure zu Milchsäure oder unter Decarbonisierung zu Äthylalkohol hydriert. Hier ist wieder eine Parallele zur Keimung, denn keimende Erbsen bilden in den ersten Stadien bei anaerober Atmung Äthylalkohol.

sich das Holz, das von Holzwespen zur Eiablage aufgesucht wird, in einem Zustande befindet, in dem es auch zum Befall durch holzerstörende Hymenomyceten, „insonderheit von Pilzen, die zu den ‚facultativen Perthophyten‘ gehören“, neigt.

2.4. Parasiten und Einmieter

Es sei zuerst die Parasitenliste der Nadelholz-Siriciden aus dem leider noch immer nicht veröffentlichten Werke von L. FULMEK „Die Parasitinsekten der wichtigsten Schadinsekten“ (Band III), wiedergegeben. Das umfangreiche Manuskript wird im Naturhistorischen Museum Wien aufbewahrt.

Parasiten von *Urocerus gigas* L., *Sirex juvencus* L. und *Xeris spectrum* L. (nach FULMEK):

Braconidae

Spathius giraudi Rond.

Chalcididae

Xiphidriophagus (Pteromalus) meyerinckii Ratz.

Cynipidae

Ibalia leucospoides

Ichneumonidae

Coleocentrus excicator Pod. (Gall.)

Perithous (Ephialtes) mediator Fb.

Rhyssa amoena Grv.

Rhyssa approximator Fb.

Rhyssa nigricornis Ratz.

Rhyssa obliterata Grv.

Rhyssa persuasoria L. (Brit., Frankr., USSR, Türkei)

Thalessa emarginatoria Thb. (= *Rhyssa leucographa* Grv.)

Thalessa superba Schrk. (= *Rhyssa clavata* Fb.)

Thalessa superba Schrk. var. *schwerinensis* Brauns.

Thalessa curvipes Grv. (= *Rhyssa*)

Aulacidae

Aulacus exaratus Ratz.

Parasiten von *Sirex juvencus* L. (nach L. FULMEK):

Cynipidae

Ibalia drewseni Borr. (Dänemark, Italien, Ungarn)

Ibalia leucospoides Hochw. (Europa, USSR)

Ibalia scutellator F. (Holland, Ungarn)

Ichneumonidae

Coleocentrus excicator Poda (CSSR gezogen aus Mischung von *Urocerus gigas* und *Sirex juvencus*)

Ephialtes carbonarius Christ (Deutschland)

Ephialtes mediator F. (Ungarn)

Mesostenus gladiator Scop. (Deutschland)

Rhyssa amoena Grv. (Rumänien, USSR)

Rhyssa persuasoria L. (Frankr., Deutschl. Österr., Polen, USSR, Italien)

Rhyssa praealpina Györfi (Ungarn)

Thalessa emarginata Thbg. (= *leucographa* Grav.) (USSR, Ungarn)

Parasiten aus *Sirex noctilio* F. (nach L. FULMEK):

Cynipidae

Ibalia arcuata D.T. (Österreich)

Ibalia leucospoides Hochw. (Niederösterr., Engl.)

Ibalia scutellator F. (Österreich)

Ichneumonidae

Rhyssa persuasoria L. (Deutschland, England)

Rhyssa praealpina Györfi (Ungarn)

Parasiten von *Sirex cyaneus* F. (nach L. FULMEK):

Cynipidae

Ibalia leucospoides Hchw. (England)

Ichneumonidae

Rhyssa lineolata Kchb.*Rhyssa persuasoria* L. (England, Schottland)Parasiten von *Urocerus augur* Kl. (nach L. FULMEK):

Ichneumonidae

Rhyssa persuasoria L. (Deutschland)Parasiten von *Urocerus gigas* L. (nach L. FULMEK):

Chalcididae

Xiphydriophagus (Pteromalus) meyerinckii Ratz. (Italien)

Cynipidae

Ibalia leucospoides Hchw. (England, Frankreich, USSR)

Ichneumonidae

Coleocentrus excicator Poda (Frankreich)*Coleocentrus maximus* Rdw. (Deutschland)*Rhyssa approximator* F. (Italien, Deutschland, Österreich)*Rhyssa amoena* Grv. (Rumänien, USSR)*Rhyssa curvipes* Grv. (= *Thalessa curvipes* Grv.) (Italien)*Rhyssa nigricornis* Ratz. (Italien)*Rhyssa obliterata* Grv. (Italien)*Rhyssa (Megarhyssa) emarginata* Thb. (= *Thalessa leucographa* Grv. Russland)*Rhyssa (Megarhyssa) = Thalessa superba* Schrk. (= *Rb. chavata* F.) (USSR)*Rhyssa persuasoria* Grv. (Deutschl., Engl., Frankr., Italien, Österr., USSR, Ungarn, Irland)*Ephialtes mediator* Fb. (= *Perithous*) (Ungarn)

Aulacidae

Aulacus exaratus Ratz. (Ungarn)*Aulacus striatus* Jur. (Italien, Leonardi)Parasiten von *Urocerus augur* Kl. (nach L. FULMEK):

Ichneumonidae

Rhyssa persuasoria L. (Deutschland)Parasiten von *Urocerus fantoma* F. (nach L. FULMEK):

Ichneumonidae

Coleocentrus excicator Poda. (Polen)Parasiten aus *Sirex* sp. (nach L. FULMEK):

Diptera

Argyraamoeba Anthrax anthrax Schulz

Cynipidae

Ibalia sp.

Ichneumonidae

Casinarina ischnogaster Thn. (Deutschland)*Rhyssa amoena* Grv. (Deutschland)*Rhyssa nigricornis* Ratz. (Deutschland)Parasiten aus *Xeris spectrum* L. (nach L. FULMEK):

Cynipidae

Ibalia leucospoides Hochw. (USSR)

Ichneumonida

- Megarhyssa emarginatoria* Thbg. (= *Thalessa leucographa* Grv.) Deutschland
Rhyssa amoena Grv. (USSR)
Rhyssa persuasoria L. (Deutschl., Frankr., Italien, USSR, Ungarn)

Ergebnisse eigener Parasitenzuchten

Auf Grund jahrzehntelang im Weserbergland, in Rheinhessen, Bayern, Südtirol, Nordtirol und Niederösterreich durchgeführter Parasitenzuchten können für diese Gebiete folgende Reihen von Parasiten der einzelnen, an Nadelhölzern beobachteten Holzwespenarten aufgestellt werden:

Urocerus tardigradus Ced.

- Rhyssa persuasoria* L., meist vorherrschend
Pseudorhyssa ruficoxis Kriech.
Ephialtes tenuiventris H.
Perithous septemcinctorius Thbg.
Ibalia leucospoides Hochw.

Urocerus gigas gigas L.

- Rhyssa persuasoria* L.

Sirex noctilio F.

- Rhyssa persuasoria* L., meist vorherrschend
Pseudorhyssa ruficoxis Kriechb.
Lissonota sp.
Ibalia arcuata Hochw.
Ibalia leucospoides Hochw.

Sirex juvencus L.

- Rhyssa persuasoria* L.
Ephialtes carbonarius Christ.
Mesostenus gladiator Scop.
Perithous septemcinctorius Thbg. (= *varius* Grav.)
 (vereinzelt, Lorsch)
Ibalia leucospoides Hw., örtlich vorherrschend

Xeris spectrum Lin.

- Rhyssa persuasoria* L., vorherrschend
Poemenia hectica Grav.

Hauptparasit der meisten Nadelbaum-Holzwespen war in allen untersuchten Gebieten *Rhyssa persuasoria*, örtlich dominierte *Ibalia leucospoides*, so bei *Sirex juvencus* in Rheinhessen und im Marchfeld, während hier *Rhyssa persuasoria* an zweiter Stelle stand.

Gegenüber *R. persuasoria* treten die anderen Parasiten der Nadelbaum-Holzwespen an Häufigkeit zurück. *R. persuasoria* ist vorzüglich Parasit von *Urocerus tardigradus*, aber auch von *Xeris spectrum*, *Sirex noctilio* und *Sirex juvencus*.

An zweiter Stelle stand bei unseren Zuchten *Ibalia leucospoides* als Parasit von *Sirex juvencus* als auch von *Urocerus tardigradus* und *Sirex noctilio*.

Die Parasiten können mit gutem Erfolg zur biologischen Bekämpfung herangezogen werden. In Tasmanien wurden von europäischen Arten *Ibalia drewseni*, *I. leucospoides*, *Rhyssa amoena* und *R. persuasoria* zur Bekämpfung von *Sirex noctilio* eingesetzt (TAYLOR 1967).

Für die Laborzucht von *Rhyssa persuasoria* und *R. amoena*, die primäre Ektoparasiten von Siriciden sind, können Larven und Puppen von Honigbienen mit bestem Erfolg als Ersatzwirte benutzt werden. So lassen sich Massenzuchten von Holzwespen parasitierenden Ichneumoniden, besonders *Rhyssa*, unter künstlichen Bedingungen durchführen. (SPRADBERY 1968).

Folgende Sphegiden und Furchenbienen wurden als Einmieter aus Gängen von *Xeris spectrum* und *Sirex noctilio* erhalten:

Rhopalum clavipes L. (Sphegidae)
Trypoxylon figulus L. (Sphegidae)
Halictus morio C.F. (Apidae).

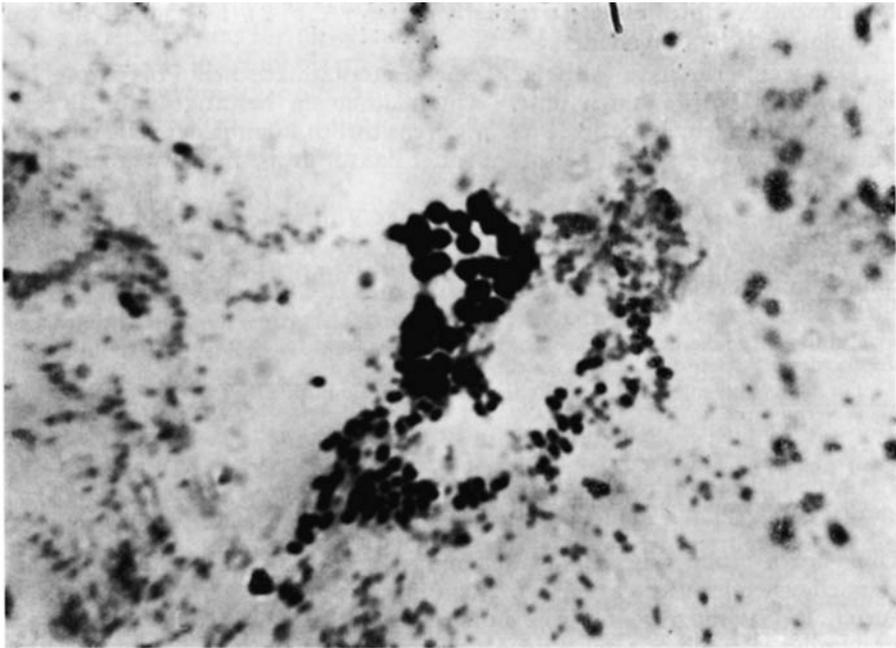
Für *Trypoxylon figulus* L. führt FULMEK 34 Parasitenarten an, darunter *Ephialtes manifestator* L., *E. mesocentrus* Grv., *E. tenuiventris* Hgn. und *Perithous (Ephialtes) mediator* Hgn. Die bei unseren Zuchten erhaltenen *Ephialtes*-Arten hatten eindeutig in *Urocerus tardigradus* und *Sirex juvencus* parasitiert, da diese Zuchten frei von Einmietern waren. Somit sind *Ephialtes*-Arten unzweifelhaft sowohl Parasiten von Siriciden wie von Sphegiden.

2.5. Krankheiten

Polyedrosen

Von ausschlaggebender Bedeutung sind Polyederkrankheiten. Schon bei früheren Untersuchungen von Holzwespen wurden Viruserkrankungen bei im Holzkörper abgestorbenen Larven und Imagines gefunden. Bereits KLEIN (1964, 1965) stellte im Oberharz das Auftreten einer Polyedrose bei, in den Fraßgängen abgestorbenen, mehr oder weniger ausgefärbten Imagines von *Sirex juvencus* fest. Es handelte sich um polyederförmig begrenzte Einschlüsse von 1 μ Durchmesser, in denen rundliche Partikelchen, wie sie für Kugelviren cytoplasmatischer Polyeder bekannt sind, eingeschlossen waren. Der Körperinhalt der abgestorbenen Tiere war mehr oder weniger stark verflüssigt. Nur wenige Imagines blieben von der Erkrankung verschont. Es handelte sich wahrscheinlich um eine cytoplasmatische Polyedrose. Wir dehnten unsere einschlägigen Studien auf Nadelholz bewohnende Holzwespen in Hessen (Lorsch), Niedersachsen (Weserbergland), Bayern, Südtirol, Österreich aus und untersuchten im Holz abgestorbene *Sirex juvencus* (aus Fichte), *Sirex noctilio* (aus Tanne), *Xeris spectrum* (aus Fichte), *Urocerus tardigradus* (aus Fichte) und *Urocerus gigas gigas* (aus Fichte). Es konnte durch elektronenmikroskopische Untersuchungen eindeutig nachgewiesen werden, daß es sich bei den Erkrankungen dieser Holzwespen um die gleiche cytoplasmatische Polyedrose handelte. Innerhalb der Polyeder und auch in den Präparaten aus dem Überstand der Zentrifugate wurden Viruspartikel von 30 bis 60 μ m nachgewiesen (vgl. SCHIMITSCHEK und JAHN 1967). Diese Untersuchungen wurden weitergeführt und erstreckten sich auf mehrere Jahre. Es wurden vorwiegend im Holzkörper abgestorbene Imagines und von *Xeris spectrum* und *Sirex juvencus* auch im Holzkörper abgestorbene Larven untersucht. Die befallenen Larven zeigten zunächst eine gelbbraune, später eine schwarzbraune Verfärbung und schrumpften schließlich ganz ein. Bei den befallenen nicht ausgefärbten Imagines von *Sirex*, *Xeris*, *Paururus*, *Urocerus* war das Abdomen meist ockergelb bis braungelb. Bei den ausgefärbten

befallenen Imagines sind die Intersegmentalmembranen deutlich braun ver-
färbt. Der Körperinhalt der befallenen Tiere ist verflüssigt, später trocknen
die Tiere ein.



*Abb. 1 (oben). Xeris spec-
trum* L. Polyederförmige
Körper umgeben von Bakte-
rien. Lichtmikroskopische
Aufnahme 2400 \times . (Photo:
Prof. Dr. E. JAHN)



*Abb. 2 (links). Xeris spec-
trum* L. Polyeder. Negativ-
färbung mit Phosphorwolf-
ramsäure. 28 000 \times . (Photo:
Prof. Dr. JÖRG KLIMA, Inns-
bruck)

Weitere Untersuchungen von im Holzkörper abgestorbenen *Xeris spectrum* bestätigten die bisherigen Ergebnisse voll und ganz (Abb. 1). Mit Hilfe von Negativfärbung mit Phosphorwolframsäure konnten die gleichen polyederförmigen Körper nachgewiesen werden wie wir sie bisher bei Nadelholz bewohnenden Holzwespen festgestellt hatten (Abb. 2). Es handelt sich um cytoplasmatische Polyeder.

Das weitverbreitete Auftreten einer cytoplasmatischen Polyedrose bei Holzwespen wurde durch unsere Untersuchungen bestätigt und für alle Untersuchungsgebiete nachgewiesen. Offensichtlich kommt der Viruserkrankung von Holzwespen als beschränkender Faktor große Bedeutung zu.

Bakteriosen

Auffallend war in vielen Präparaten das Vorhandensein von Bakterien, die oft intensive Farbannahme an den Polen aufwiesen, so daß man sie wohl den Gürtelbazillen der nicht sporifizierenden Familie Entobacteriaceae zuordnen kann.

Zu dieser Familie gehören ja Erreger von Insektenseuchen, so z. B. *Cocobacillus acridorum*, der die „Heuschreckenpest“ verursacht.

Für Unterstützung bei diesen Studien bin ich Frau Prof. Dr. ELSE JAHN zu großem Dank verpflichtet.

2.6. Wirtschaftliche Bedeutung der Nadelbaum-Holzwespen

Über durch Holzwespen an Nadelbäumen verursachte Verluste wurde bereits eingehend berichtet. Zu den schon erörterten Wertverlusten (SCHIMITSCHEK 1968) treten weiter jene hinzu, die von den, mit den Holzwespen verbundenen symbiotischen Pilzen verursacht werden, sie sind von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Die nadelholzbewohnenden Siriciden *Urocerus gigas gigas*, *Urocerus tardigradus*, *Sirex juvencus* und auch *Sirex cyaneus* sind mit einem symbiotischen Pilz verbunden, der bei der Eiablage auf das Holz übertragen wird. (Nur bei *Xeris spectrum* konnte kein symbiotisches Organ festgestellt werden.) Dieser nicht nur symbiotische, sondern auch holzerstörende Pilz der nadelholzbewohnenden Siriciden ist identisch oder nahe verwandt mit *Stereum (Amylostereum) chailletii* (Pers. ex. Fr.) (FRANCKE-GROSMANN briefl. Mitt.). Der Pilz wird von den Holzwespen übertragen und findet sich in dem von ihnen befallenen Holze. Der Pilz steht nach FRANCKE-GROSMANN den Erregern vieler Lagerholzfäulen wie beispielsweise *Stereum sanguinolentum* nahe.

Von den symbiotischen Pilzen der Nadelbaum-Holzwespen werden sowohl das Lignin als auch die Cellulose abgebaut (FRANCKE-GROSMANN 1963, 1967). Das vom Symbiosepilz der Holzwespe *Sirex juvencus* befallene Holz zeigte 5 bis 10 % Gewichtsabnahme und 20 bis 47 % Festigkeitsabnahme. Die Schlagbiegefestigkeit nahm bei Fichte um 37 % ab (FRANCKE-GROSMANN 1963). Feuchtigkeit begünstigt die Ausbreitung des Pilzes. Das Bohrmehl in den Gängen kann Feuchtigkeit besonders aufnehmen und so die Ausbreitung und Entwicklung des Pilzes befördern.

Es ergibt sich somit, daß auch Hölzer mit nur geringem Siriciden-Befall nicht eingebaut werden sollen. Dies bedeutet eine weitere Verschärfung des ganzen Holzwespenschadens.

3. Laubbaum-Holzwespen

3.1. Allgemeines

Die Bedeutung der in Laubhölzern auftretenden Holzwespen wurde meist sehr unterschätzt, ja, für unwesentlich erachtet. Es wird z. B. darauf hingewiesen, daß alle in Laubhölzern auftretenden Holzwespen selten sein sollen, und durch sie verursachte Schäden nicht bekannt sind. Nach KÖNIG (1957) ist *Xiphydria camelus* L. wohl die häufigste Art, „aber verursacht von ihr sind keine ernstlichen Schäden bekanntgeworden“. Nach SCHWERTFEGER (1970) leben die *Xiphydria*-Arten *X. prolongata* Geoffr., *X. longicollis* Geoffr., *X. camelus* L., „sämtlich in anbrüchigem Holz“.

Über das starke Auftreten von *Xiphydria longicollis* an gipfeldürren Eichen und an solchen, die vom Blitz getroffen waren, habe ich seinerzeit berichtet (SCHIMITSCHEK 1935). Ein starkes Auftreten von *X. longicollis* und *X. camelus* bei Oberwaltersdorf in Niederösterreich bot Gelegenheit zu Studien über beide Arten. *X. prolongata* hat JAHN (1964) in Niederösterreich aus *Salix* erhalten. Stärkeres Auftreten von *Tremex fuscicornis* F. an Hainbuche beobachtete ich im Gebiete des Forstamtes Lorsch in Hessen. Es handelte sich nie um anbrüchige, sondern um physiologisch geschwächte, noch lebende Bäume.

Das Untersuchungsgebiet von Ober-Waltersdorf liegt im nördlichen „subpannonischen Wuchsgebiet“, es ist regenarm und durch hohe Temperaturen gekennzeichnet: Juli-Isotherme 22 bis 23° C, Januar-Isotherme 1 bis 0° C, Jahres-Isotherme 10 bis 11° C. Hinzu treten austrocknende Ostwinde.

Das Wiener Becken, in dem Ober-Waltersdorf liegt, ist ausgesprochenes Maikäferseuchengebiet sowie Massenvermehrungsgebiet von *Saperda*, *Melasma*, *Tortrix viridana*, *Hyponomeuta*, Frostspannerarten, *Agrotis*-Arten, *Stilpnotia salicis*, *Lymantria dispar*, *Diprion sertifer*, *Evetria*-Arten, *Leucaspis Löwi*, *Leucaspis austriaca* (SCHIMITSCHEK 1950).

Die Böden bestehen aus trockenen Schottern mit einer geringen, armen Humusschicht. Die Erdauflage auf den groben Schottern des Untersuchungsgebietes beträgt 25 cm.

Neben der Befallsstelle wurde der Schotter auf breiter Fläche abgetragen und gewonnen, so daß sich eine weitere ungünstige Beeinflussung der Wasserführung in den angrenzenden Böden ergab. Dies führte zu bedeutenden physiologischen Störungen und Schwächung der auf dieser Fläche stockenden Holzarten. Die Bestände setzten sich zusammen aus: *Ulmus carpinifolia*, *Acer campestre*, *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus angustifolia*, *Carpinus betulus*, *Betula verrucosa* und *Celtis australis*. In der Nähe stockte ein künstlicher junger Kiefern-Fichtenbestand, der ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen war.

Die durch Wassermangel bedingte physiologische Schwächung zog Befall durch folgende Insekten nach sich:

Acer campestre, Befall durch: *Xiphydria camelus* und besonders *X. longicollis*. Einmieter leben in den verlassenen Puppenwiegen. Coccinelliden und Chrysomeliden-Imagines überwintern in diesen.

Ulmus carpinifolia, Befall durch: *Xiphydria camelus*, besonders aber durch *X. longicollis*. Ferner: *Scolytus scolytus*, *Scolytus multistriatus*, *Scolytus laevis* *Pteleobius vittatus*, *Agrilus* sp.

Quercus, Befall durch: *Xiphydria camelus*, besonders durch *X. longicollis*, *Scolytus intricatus*.

Fraxinus excelsior und *Fraxinus angustifolia*, Befall durch *Hylesinus fraxini*, *Hylesinus crenatus*.

Carpinus betulus, Befall durch: *Scolytus carpini*.

Betula verrucosa, Befall durch: *Xiphydria longicollis*.

In den angrenzenden, ebenfalls durch Störung des Wasserhaushaltes arg betroffenen Nadelholzbeständen traten auf:

Fichte, Befall durch: *Anthaxia quadripunctata*, *Dendroctonus micans*, *Polygraphus poligraphus*, *Pityogenes chalcographus*, *Pityophthorus micrographus*, *Crypturgus cinereus*, *Ips typographus*.

Kiefer, Befall durch: *Urocerus tardigradus* Ced., *Crioccephalus rusticus*, L. *Ips sexdentatus* Boern.

Bei den Laubhölzern handelte es sich um 50jährige Stämme, bei den Nadelhölzern um ein junges Stangenholz.

Die durch Störung des Wasserhaushaltes bewirkte physiologische Schwächung löste die übergroße Befallsbereitschaft aus. Es ist dies geradezu ein kennzeichnendes Beispiel für die Auslösung einer umfangreichen Befallsbereitschaft durch menschliche Zugriffe (vgl. SCHIMITSCHEK 1969).

Hier liegt eine gewisse Ähnlichkeit mit der Disposition für den Befall von Eichen durch *Xiphydria longicollis*, wie sie seinerzeit in süd-mährischen und niederösterreichischen, niederschlagsarmen Gebieten festgestellt wurde, vor. Gipfeldürre und vom Blitz betroffene Eichen wurden in erster Linie befallen (vgl. SCHIMITSCHEK 1935). Auch das Gebiet von Lorsch in Hessen, wo stärkerer Befall von Hainbuchen durch *Tremex fuscicornis* F. erfolgte, ist ein regenarmes Gebiet mit bedeutender Grundwasserabsenkung.

JAHN (1964) erhielt *Xiphydria prolongata* Geoffr. aus *Salix* im Tullnerfeld, Niederösterreich. Das Tullnerfeld zeigt ebenfalls Grundwasserabsenkung.

3.2. *Xiphydria camelus* Linne 1758

3.2.1. Verbreitung, Bruthölzer

Die Art ist über Europa, den europäischen Teil der USSR, Sibirien, Kamtschatka, Sachalin und Japan verbreitet.

Bezüglich der Brutholzarten finden sich in der alten Literatur sehr unterschiedliche Angaben, die zum Teil nicht zutreffen. BECHSTEIN und SCHARFENBERG (1805) führen an „Aufenthalt in faulem Holz der Weiß- und Rotanne, worin die Larve lebt“. RUDOW (1878) gibt gesundes Kiefernbraunholz als Lebensstätte an, was auch nicht zutrifft. RUDOW (1888) zog *X. camelus* aus Weide und Kirsche, „in dieser massenhaft gemeinsam mit *Necydalis major*“. FRAUENFELD (1968) hat den Befall einer 1½ Zoll starken Birke beobachtet.

Als gesichert sind nach dem Schrifttum und besonders auf Grund der Zuchten der letzten Jahre folgende Laubholzarten anzuführen: *Acer campestre* (Ober-Waltersdorf/Niederösterreich, leg. JAHN); *Alnus*-Arten, so *Alnus glutinosa* (SCHIMITSCHEK 1936; ESCHERICH 1942; HELLRIGL, mündl. Mitt); *Betula verrucosa* (SCHIMITSCHEK 1936; LANGHERI 1969); *Ulmus carpiniifolia* (Ober-Waltersdorf/Niederösterreich, leg. JAN); *Quercus* (Ober-Waltersdorf, leg. JAHN); *Ostrya carpiniifolia* (Südtirol, leg. HELLRIGL); *Populus* (Niederösterreich, leg. JAHN; Kirsche (RUDOW 1878).

Die älteren Angaben über den Zustand des befallenen Holzes stimmen nicht mit den von uns gemachten Beobachtungen überein. LINNE (1758) gibt an „Habitat in Ligno putrido“ und in den S.C. „Habitat in ligno antiquo

corrupto“. DEGEER (cit. nach FRAUENFELD 1869) glaubte, daß *X. camelus* nach der Art der Ichneumoniden lebe. Die Beobachtungen LINNES und die von uns gemachten gegenteiligen Feststellungen beruhen darauf, daß die Symbiose der Holzwespen mit Pilzen und deren Auswirkung noch nicht bekannt war.

Nach unseren Beobachtungen werden physiologisch geschwächte, stehende, noch belaubte wie auch absterbende unbelaubte Bäume mit unzersetztem Holze befallen. HELLRIGL hat *X. camelus* oft aus Windwurfhölzern, *Alnus* und *Ostrya carpinifolia*, in Südtirol gezogen. In *Alnus* trat *X. camelus* gemeinsam mit *Agrilus viridis* und *Xyloterus domesticus* auf (HELLRIGL, briefl. und mündl. Mitteilung).

3.2.2. Lebensweise und Schadensbild

Die Flugzeit liegt vorwiegend in den Monaten Juni, Juli, August. Eine Beschreibung des Eies liegt von FORSIUS (1919) vor. „Weißlich, wenig durch-

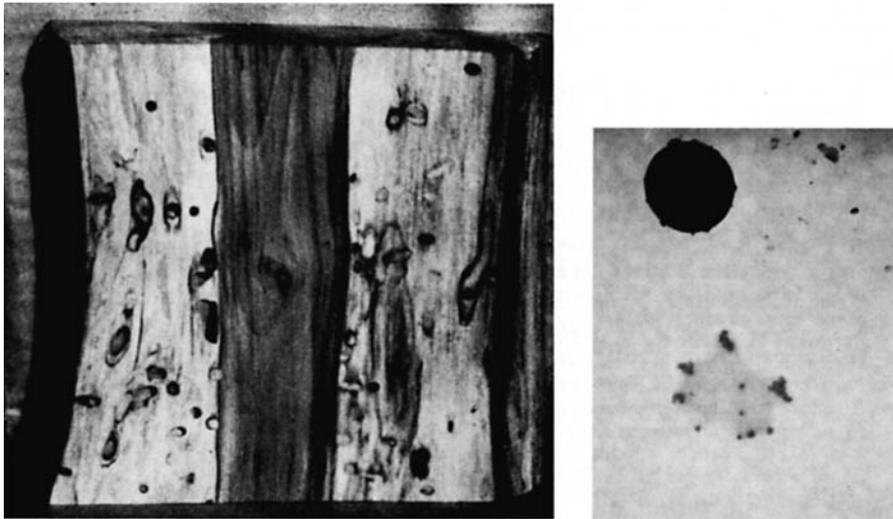


Abb. 3 (links). *Xiphydria camelus* L. Larvenfraß und starke von diesem ausgehende Verpilzung und Verfärbung. – Abb. 4 (rechts). *Xiphydria camelus* L. Intakter nicht durchstrahlbarer Polyeder und sich auflösender, durchstrahlbarer Polyeder mit Partikeln von Virusgröße am Rande und im Inneren (siehe Text). Nach Behandlung mit n/100 molarer KOH. Elektronenmikroskopische Aufnahme 8000 \times . (Photo: Prof. Dr. J. KLIMA, Innsbruck)

sichtig. Längsdurchmesser \times größter Querdurchmesser: des Corpus 0,97 bis 1,03 \times 0,35 bis 0,39. Appendix 1,77–1,80. Gesamtlänge 2,74–2,83.“

Der Befall ist außerordentlich dicht, dies ergibt sich aus der großen Eizahl der Holzwespen.

Die Larvengänge können Durchmesser von 7 mm erreichen und dringen

⁵ Es ist daher begreiflich, daß der dem Holzwespenbefall nachfolgende Pilzbefall zu der irrigen Annahme, es werde anbrüchiges Holz befallen, führte.

bis in die Mitte 40 cm starker Stämme ein. Der Befall erstreckt sich auf den ganzen Stamm, vom Wurzelanlauf bis in die starken Äste der Krone beim Kronenansatz. Die Larvengänge verlaufen in verschiedenen Richtungen, bis in die Mitte des Stammes eindringend. Stets sind sie, wie bei allen Holzwespen, mit feinstem Bohrmehl dicht gefüllt. Von den Larvengängen gehen starke, durch Pilze verursachte Verfärbungen aus (Abb. 3). Bei dem symbiontischen Pilz handelt es sich wohl um *Daldinia concentrica*, den FRANCKE-GROSMANN (briefl. Mitt.) in Erle, die von *X. camelus* befallen war, feststellte.

Die Puppenwiege liegt knapp unter der Splintoberfläche und ist gegen diese mit erhärtetem hellgelblichem Sekret abgeschlossen. Die Puppenwiege selbst ist mit Sekret ausgekleidet. Die Puppe liegt mit dem Kopf zur Splintoberfläche gerichtet. Die Fluglöcher haben einen Durchmesser von 2,5 bis knapp 5 mm. Auf den Quadratdezimeter wurden bei Eiche bis 27 Fluglöcher gezählt.

3.2.3. Parasiten

L. FULMEK gibt in dem unveröffentlichten Werke „Parasitensekten“ für *X. camelus* folgende in Europa festgestellte Parasiten an:

Braconidae

- Doryctes striatellus* Nees. (Deutschland)
- Syntomomelus rossicus* Kok. (CSSR, Mähren)

Chalcididae

- Xiphydriophagus (Pteromalus) xiphydriae* (Ratz. (Deutschl., Österr., Engl.)

Ichneumonidae

- Megarhyssa curvipes* Grv. (= *Rhyssa*, *Rhysella*, *Scambus*) (Österr., Belg., Engl., Holl., Frankr., Schweiz, Lettl., USSR, Schweiz)
- Megarhyssa citraria* Ol. (= *Thalessa*) (Lettland)
- Megarhyssa* sbg, *Rhysella oblitterata* Grv. (Niederösterreich.)
- Megarhyssa superba* Schrk. (= *Rhyssa*) (USSR)
- Perithous divinator* Rossi. (USSR)
- Perithous* (= *Ephialtes*) *mediator* Fb. (Deutschland)
- Pseudorhyssa alpestris* Hgn. (England)
- Pseudorhyssa approximata* F. (Frankreich, Lettland)
- Pseudorhyssa maculicoxis* Kchb. (*approximator* var. *maculicoxis*) (Lettland)
- Pseudorhyssa ruficoxis* Kchb. (*approximator* var. *ruficoxis*). Lettl
- Xorides ephialtoides* Kchb. (*Macrosterotrichus*, *Xylonomus*) (Niederösterreich.)

Aulacidae

- Aulacus exaratus* Ratz. (Gir.Lab)
- Aulacus striatus* Jur. (Österr., Frankr., Deutschl., Holl., Schweiz, Lettl., Schweden)

3.2.4. Krankheiten

Unsere Untersuchungen von im Holze von Nadelbäumen abgestorbenen Holzwespen, so *Sirex juvencus*, *Urocerus gigas gigas*, *U. tardigradus*, *U. fantoma*, *Xeris spectrum* (SCHIMITSCHEK und JAHN 1967), konnten nun auch auf eine in Laubholz lebende Holzwespe, *Xiphydria camelus*, ausgedehnt werden. Gelegenheit hierzu boten im Holzkörper abgestorbene Imagines von *Xiphydria camelus* bei Ober-Waltersdorf (Niederösterreich). Die abgestorbenen Tiere stammten aus Ahorn und Eiche, sie wurden von JAHN in Menge gefunden und untersucht. In den abgestorbenen Tieren (Imagines)

* Für die elektronenmikroskopischen Aufnahmen (Abb. 1, 2, 4) habe ich Herrn Prof. Dr. JÖRG KLIMA, Innsbruck, zu danken.

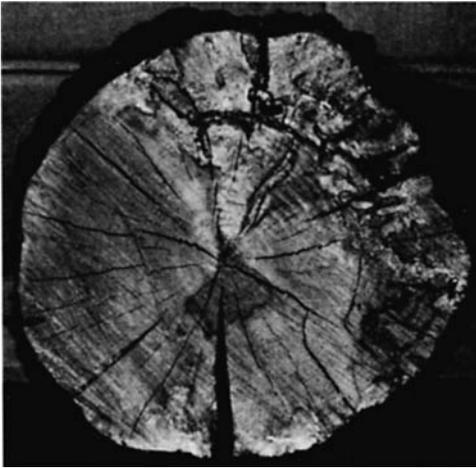
wurden polyederförmige Körper, in deren Innerem sich rundliche Partikel von Virusgröße befanden, nachgewiesen⁶. Abbildung 4 zeigt neben einem nicht durchstrahlbaren Polyeder mit kugelförmigen Partikelchen an den Rändern, einen durchstrahlbaren, sich auflösenden Polyeder mit freiwerdenden und eingeschlossenen Partikeln von Virusgröße. (Die Behandlung erfolgte mit n/100 KOH.) Es konnte somit auch für *Xiphydria camelus* das Auftreten einer sehr wirksamen cytoplasmatischen Polyedrose nachgewiesen werden. Aus den eingezwängerten Stammstücken schlüpften überhaupt keine gesunden Tiere, sie waren im Holzinneren der Polyedrose erlegen (JAHN). Offen bleibt die Frage nach dem Infektionsgang und nach den, das massenweise, geradezu seuchenhafte, Auftreten der Polyedrose disponierenden Umständen. Jedenfalls kommt auch dieser Viruserkrankung als Gegengewicht große Bedeutung zu.

3.3. *Xiphydria longicollis* Geoffr.

3.3.1. Verbreitung, Lebens- und Schadensweise

Diese Holzwespenart ist in Europa und dem europäischen Teil der USSR verbreitet. Ihre Brutholzarten sind: *Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Betula* und *Pirus*.

Eine eingehende Beschreibung der Lebensweise findet sich bei SCHIMITSCHEK (1935). Auf Grund der Beobachtungen des massenweisen Auftretens



bei Ober-Waltersdorf müssen jedoch einige Erweiterungen gemacht werden. In diesem Beobachtungsgebiete erstreckte sich der Befall von Ahorn, Ulme und Eiche auf den ganzen Stamm und die starken Äste. Ahorn- und Eichenstämmen mit Mittendurchmesser von 30 bis 40 cm waren der ganzen Länge nach befallen. Der Larvenfraß erstreckte sich bis in die Mitte des Holzes, war also nicht nur auf den Split be-

Abb. 5. *Xiphydria longicollis* Geoffr. Larvenfraß mit weit fortgeschrittenem und ausgedehntem Pilzbefall; *Acer campestre*

schränkt (Abb. 5), so daß die befallenen Stämme als Nutzholz vollkommen unbrauchbar waren.

Bei Ahorn wie bei Eiche war längs der Larvengänge und von diesen weit ausstrahlend, weitreichender, äußerst starker Pilzbefall festzustellen (Abb. 5).

Die Zerstörung des Holzes durch den Pilz, der wohl von *X. longicollis* übertragen wird, ist viel umfangreicher und stärker als bei Nadelhölzern und *Sirex*-Befall.

Während in den grundlegenden Arbeiten von FRANCKE-GROSMANN (1963, 1967) nachgewiesen wurde, daß der Pilz nadelholzbewohnender Siri-

ciden identisch oder doch nahe verwandt mit *Stereum chailletii* ist, sind die von Laubbaum-Holzwespen übertragenen Pilze noch wenig erforscht. Es ist gewiß, daß die Holzwespen der Gattungen *Xiphydria* und *Tremex* mit symbiontischen Pilzen verbunden sind. Nach unserem derzeitigen Wissen wurde aus *Tremex fuscicornis* in Deutschland vermutlich *Polyporus imberbis* erhalten. In den USA und in Canada kommt die Buchen bewohnende *Tremex columba* mit *Daedalea unicolor* Bull. ex Fries vor. Bei dem mit *Xiphydria prolongata* Geoffr. vergesellschafteten Pilz dürfte es sich um einen *Daldinia concentrica* (Bolt, Ces. u. de Not.) nahestehenden Pilz handeln, somit um einen Holz zerstörenden Ascomyceten (FRANCKE-GROSMANN 1963, 1967 und briefl. Mitt.).

Bei dem symbiontischen Pilz von *Xiphydria longicollis* handelt es sich, wie das auch bei dem von FRANCKE-GROSMANN früher bearbeiteten Material von *X. camelus* in Erle der Fall war, wohl um *Daldinia concentrica* oder um eine Spielart dieses Pilzes; denn das „Erscheinungsbild des befallenen Holzes entspricht genau dem auch an Erle beobachteten: wolzig-fleckige Weißfäule mit schwarzen Linien und Flecken. Auch das mikroskopische Bild ist das gleiche: der Pilz erfüllt viele der großen Frühholzgefäße mit seinen schwärzlichen, in eigenartiger Weise dichoton verzweigten Hyphen, die teils die Tüpfel als Durchgang benutzen, teils die Zellwand durchdringen. Alle Risse und Hohlräume sind mit dunklen Pilzmatten erfüllt, in denen sich die Perithezien entwickeln“. (FRANCKE-GROSMANN, briefl. Mitt.)

Ich danke Frau Prof. FRANCKE-GROSMANN für die Untersuchung des Materials. Bei früheren Untersuchungen mit *X. camelus* fand FRANCKE-GROSMANN in den Puppenwiegen auch massenhaft die Konidien der *Daldinia*.

Befallen werden besonders physiologisch geschwächte Bäume und solche, die vom Blitz getroffen wurden. Die Voraussetzungen für die Befallsbereitschaft sind die gleichen wie jene bei *X. camelus* beschrieben.

3.3.2. Parasiten, Räuber und Einmieter

L. FULMEK („Parasitensekten“ unveröff.) stellte folgende Parasitenliste von *X. longicollis* zusammen:

Chalcididae

Xiphydriophagus meyerinckii Ratz. (= *Pteromalus*) (Österr.)

Xiphydriophagus meyerinckii Ratz. var. *xiphydriae* Fahringer. (CSSR, Mähren)

Ichneumonidae

Denteroxorides nitens Grv. (*Neoxorides*, *Xorides*) (Österr., Mähren)

Ephialtes carbonarius Christ. (Österr., Mähren)

Megarhyssa curvipes Grv. (Frankreich)

Megarhyssa oblitterata Grv. (*Rhyssa*, *Thalessa*) (Österr., S-Mähren)

Megarhyssa superba Schrk. (*Thalessa*) (Ungarn)

Pseudorhyssa approximator F. (Österr., Mähren)

Pseudorhyssa alpestris Hgn. (Österr., Mähren)

Pseudorhyssa ruficoxis Kchb. (Österr., Mähren)

Xorides sbg., *Sichelia filiformis* Grv. (*Xylonomus*) (Österr.)

Aulacidae

Aulacus latreilleanus Nees (Gir. Lab.)

Aulacus striatus Jur. (Ungarn)

Pristaulacus patratii Kieff. (M. Eur., Frankr.)

Eigene Parasitenzuchten aus Ober-Waltersdorf, 1973:

Braconidae

Rhoptrocercus piceus Marshall. det. Haeselbarth

Chalcididae

Xiphydriophagus meyerinckii Ratz. det. Bouček

In der Wirtsliste von FULMEK und jener von SCHIMITSCHEK (1935) findet sich die Art *X. (Pteromalus) xiphydriae* Fahr. Nach BOUČEK (briefl. Mitt.) ist die FAHRINGERSche *X. xiphydriae* synonym zu *X. meyerinckii* Ratz. FAHRINGER hatte die Tiere aus Südmähren als eigene Art beschrieben.

Ichneumonidae

Ephialtes carbonarius Christ. (= *Pimpla manifestator* L.) det. Haeselbarth

Ephialtes tenuiventris H.

Nematopodius formosus Grav. det. Haeselbarth

Nach HAESELBARTH (briefl. Mitt.) sind Wirte von *Nematopodius formosus* bisher nicht bekannt. SCHMIEDEKNECHT gibt als Habitat an „an Mauern, Wänden, altem Holz“. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß in Ahorn, der von *X. longicollis* und Sphegiden befallen war, *N. formosus* sich in letzteren entwickelte.

Als räuberisches Insekt dringt *Raphidia major* Burmeister (det. Aspöck) möglicherweise in die Puppenwiegen oder die Niststätten von Einmietern ein. Nach ASPÖCK (1971) findet sich *R. major* in Griechenland in verwilderten Weingärten, in Mitteleuropa in Obstgärten an Apfel- und Birnbäumen. Die Larven leben von nicht zu stark chitinisierten Insekten.

Als Einmieter wurden aus Gängen von *Xiphydria longicollis* folgende Sphegiden, solitäre Vespiden und solitäre Apiden erhalten:

Coelocrabro cetratus Shuck. (Sphegidae)

Ancistrocerus (Odynerus) gazella Panz. (Vespidae)

Osmia aurulenta Penz. (Apidae)

Als Parasit wurde aus *Osmia aurulenta* gezogen: *Chrysis cyanea* L. (Aculeata, Chrysididae).

Ch. cyanea hatte vermutlich bei *Ancistrocerus gazella* oder *Osmia aurulenta* schmarotzt. *Ch. cyanea* ist bekannt als Parasit von *Trypoxylon*, *Odynerus*, *Eriades* (ESCHERICH 1942).

FULMEK gibt als Parasiten von *Osmia aurulenta* an:

Diptera

Anthrax anthrax Schrk. (Deutschland)

Argyramoeba aethiops F. (Frankreich)

Miltogramma murinum Mg. (Deutschland)

Chalcididae

Monodontomerus nitidus Newp. (Frankreich)

Chrysis coeruleipes F. (Frankreich)

Chrysis dichroa Dhlb. (Deutschland)

Chrysis mulsanti Abb. (Frankreich, Kleinasien)

Chrysis cuprea Ross. (Deutschland, Holland)

Chrysis trimaculata Fst. (CSSR, Deutschl., Holl., Frankr.)

Chrysis hirsuta G. (Holland, Frankreich)

Sapyga quinquepunctata Fb. (Deutschland)

Chrysis-Arten treten unter den *Osmia*-Parasiten hervor, so hat *Chrysis cyanea* vermutlich in *Osmia aurulenta* schmarotzt.

3.4. Zur wirtschaftlichen Bedeutung der Laubbaum-Holzwespen

Die wirtschaftliche Bedeutung der Laubbäume befallenden Holzwespen ist außerordentlich groß, sie wurde bisher meist durchaus unterschätzt. Durch

den Befall des Stammes wird das Holz als Nutzholz unbrauchbar und kann nur mehr als Brennholz minderer Güte verwendet werden. Verschärft wird der Schaden noch durch den mit dem Holzwespenbefall verknüpften starken Pilzbefall (Abb. 3, 5). Die Verluste sind bei Werthölzern wie Eiche, Ahorn, Ulme, Esche daher besonders fühlbar.

Die Wertverluste werden in der Gegenüberstellung der Preise für gesundes Stammnutzholz und Brennholz deutlich. Die Entwertung bedeutet bei Ahorn und Eiche (Stammnutzholz) einen Geldverlust von 70,5 bis 79 Prozent. Hinzu tritt noch bei den von Holzwespen befallenen Laubhölzern eine oft außerordentlich starke Verpilzung; bei Ahorn macht sie sich zum Teil durch Schwarzfärbung bemerkbar. Dies bedingt eine Herabdrückung in die unterste Brennholzklasse und schwere Erlösverluste.

Zusammenfassung

Es wurden von 1968–1972 weitere Untersuchungen über die Siriciden in verschiedenen Teilen Deutschlands sowie in Österreich und Südtirol durchgeführt. Eine Übersicht über das Vorkommen der Nadel- und Laubholz-Siriciden sowie ihrer Folgeschädlinge in diesen Gebieten wird gegeben. In Zusammenhang mit der Befallsbereitschaft der Bäume wurden das Ammoniak und die Aminosäuren als Bestandteile des Cambiums näher untersucht. Listen der von Fulmek/Wien zusammengestellten sowie der vom Autor gezogenen Parasiten der Holzwespen werden gegeben. Hauptparasit der Nadelholz-Siriciden war in allen untersuchten Gebieten *Rhyssa persuasoria* L. Eine erhebliche Bedeutung als Regulationsfaktor bei Nadel- und Laubholz-Siriciden hat eine Polyedrose. Der Schaden durch Siriciden wird durch Ausbreitung von mit den Schädlingen in Symbiose lebenden Pilzen im Holz erheblich vergrößert. Die Bedeutung der in Laubhölzern lebenden Siriciden ist bisher unterschätzt worden. Es werden Beobachtungen über die Bruthölzer, Lebensweise, Schadenssymptome, Parasiten und Krankheiten sowie die wirtschaftliche Bedeutung von *Xiphydria camelus* und *X. longicollis* mitgeteilt.

Literatur

- BAUMEISTER, V.; REICHART, G., 1969: Lehrbuch der angewandten Botanik. Stuttgart. G. Fischer Verlag.
- BECHSTEIN; SCHARFENBERG, 1805: Naturgeschichten der Forstinsekten. V 3, 870.
- ESCHERICH, K., 1942: Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. V. Hamburg u. Berlin: Paul Parey.
- FORSIUS, 1919: Zur Kenntnis der Tenthredinoiden-Eier Medd. Soc. F. Fl. Fenn. 45, 169–184.
- FRANCKE-GROSMANN, H., 1939: Über das Zusammenleben von Holzwespen (Siricidae) mit Pilzen. Z. ang. Ent. XXV, 647–680.
- 1963: Untersuchungen über Eigenschaften des symbiontischen Pilzes der Holzwespe *Sirex juvencus* L. und des von ihm befallenen Holzes. Mittg. DGf. 50, 1–2.
- 1967: Ectosymbiose in Wood-Inhabiting Insects Symbiosis VI, 2, 142–205. London: Academic Press.
- FRAUENFELD, G. RITTER v., 1868: Zoologische Miscellen. Verh. Zoolog. Bot. Ges. 18, 885–886.
- FULMEK, L.: Die Parasitensekten der wichtigsten Schadinsekten. Unveröffentlichtes Manuskript. Aufbewahrt im Naturhistorischen Museum Wien.
- JAHN, E.; MAISNER, N., 1969: Untersuchungsergebnisse von Parasitenzuchten. Inform. 82. Folge der Forstl. Bundesversuchsanst. Wien v. Juli 1969.
- KANGAS, E., 1968: Über die Orientierungsmechanismen der Borkenkäfer auf ihr Fortpflanzungsmaterial. Anz. f. Schädlingskde. XLI, 177–180.
- KERCK, K., 1972: Athylalkohol und Stammkontur als Komponenten der Primäranlockung bei *Xyloterus domesticus* L. (Col. Scolytidae). Die Naturwiss. 59, 423.
- KLEIN, G.; STEINER, M.: Stickstoffbasen im Eiweißabbau höherer Pflanzen.
- KLEIN, A., 1964: Die Viruserkrankungen von Holzwespen. Anz. f. Schädlingskde. XXXVII, 43.

- KÖNIG, E., 1957: Tierische und pflanzliche Holzschädlinge. Stuttgart: Verlag Holz-Zentralbl.
- MOHR, H., 1969: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Springer Ver.
- RUDOW, F., 1878: Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 51, 234.
- RUDOW, 1888: Societas Entomologica, Zürich, Vol. 2, 171.
- SCHIMITSCHEK, E., 1929: *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum*. Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. Z. ang. Ent. XV, 229-334.
- 1935: Forstschädlingaufreten in Österreich 1927 bis 1933. Cbl. f. d. ges. Forstw. Wien.
- 1936: Ergebnisse von Parasitenzuchten. Z. ang. Ent. XXII, 558-564.
- 1950: Bericht über aufgetretene Forstschäden und deren Bekämpfung in Niederösterreich in den Jahren 1946 bis 1949. Wien.
- 1944: Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Prag.
- 1952/1953: Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. Z. ang. Ent. 34, 178-215, 513-542; 35, 1-54.
- 1968: Ursachen der Befallsbereitschaft für Holzwespen, Ausmaß der Schäden und Vorbeugungsmaßnahmen. Z. ang. Ent. 61, 45-60.
- 1969: Grundzüge der Waldhygiene. Hamburg und Berlin: Paul Parey.
- SCHIMITSCHEK, E.; JAHN, E.: Über Viruserkrankungen von Holzwespen (Fam. Siricidae). Z. ang. Ent. 54, 173-179.
- SCHWERDTFEGER, F., 1970: Die Waldkrankheiten. Hamburg und Berlin: Paul Parey.
- SPRADBERY, J. F., 1968: A Technique for Artificially Culturing Ichneumonid Parasites of Woodwasps (Hymenoptera, Siricidae). Ent. Exp. et Appl. 11, 257-260.
- TAYLOR, K. L., 1967: The Introduction Culture, Libaration and Recovery of Parasites of *Sirex noctilio* in Tasmania 1962-67. Divis. Entom. Techn. Paper 8. Comm. Sc.: a. Ind. Res. Org. Australia.
- ZANGHERI, F., 1969: Repertorio Sistematico e Topographico della Flora e Fauna vivente e fossile Della Romagna, p. 1523.

The change of the chemical information by bark beetle *Ips typographus* L. in a phloem treated with cacodylic acid

By PAVEL ŠVIHRA¹

With 5 figures

Abstract

After the male bark beetle *Ips typographus* L. invades phloem treated with cacodylic acid, a different communication mechanism starts. Perhaps in the first phase the male produces population-aggregating pheromone, but immediately after the females penetrate and mate in the nuptial chamber, the pheromone changes character and the females rapidly respond (1 ♂:3.5 ♀♀). This phenomenon does not stop even after the females construct their brood galleries but continues until the death of the micropopulation (1 ♂:4.18 ♀♀). The new pheromone which occurs is chemically modified pheromone, which is described in the present paper.

¹ Forest Research Institute, 96 092 Zvolen, Czechoslovakia.