

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz, Außenstelle Kleinmachnow, und Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde

Zu einem ungewöhnlichen Massenaufreten der Holzwespe *Sirex juvencus* an Kiefern und ihrer Parasitierung durch Nematoden der Gattung *Deladenus*

On an unusual gradation of the woodwasp *Sirex juvencus* on pines and their parasitization by nematodes of the genus *Deladenus*

Von Helen Braasch und Karl-Heinz Apel

Zusammenfassung

Infolge zweier heißer und trockener Sommer in den Jahren 1991 und 1992 kam es im norddeutschen Tiefland zu einer Massenvermehrung holz- und rindenbrütender Insekten. Die sowohl im territorialen Ausmaß als auch in der Befallsintensität ungewöhnliche Gradation von Holzwespen der Gattung *Sirex* (hauptsächlich *S. juvencus*) an *Pinus sylvestris* gab Anlaß, Erhebungen über deren Besatzdichte und über ihren Parasitierungsgrad mit Nematoden durchzuführen. In einem stark geschädigten Stangenholz-Bestand bei Straupitz im Land Brandenburg wurde bei einem Vorhandensein von durchschnittlich 86 Ausbohrlöchern pro Stamm (Durchmesser 12–13 cm) ein bevorzugter Befall in der Höhe von 2–6 m festgestellt. Aus gekäfigten Stammsegmenten von einem Kiefernforst bei Theeßen an der Grenze zwischen Brandenburg und Sachsen-Anhalt schlüpften 179 Holzwespen der Art *S. juvencus* und 77 Holzwespen-Parasiten der Gattung *Ibalia*. 83 % der weiblichen und 77 % der männlichen Holzwespen waren von Nematoden der Art *Deladenus siricidicola* befallen, welche die Vermehrungsrate der Holzwespen senken und in einigen außereuropäischen Gebieten zur Bekämpfung der Holzwespen eingesetzt werden. Die Eier der Holzwespen waren nur zu einem geringen Prozentsatz, die parasitischen Hymenopteren nicht von Nematoden parasitiert.

Stichwörter: *Sirex juvencus*, *Deladenus siricidicola*, *Ibalia*, Holzwespen, *Pinus sylvestris*, Schäden, Parasitierung

Abstract

Caused by two hot and dry summers, in 1991 and 1992, many wood and bark breeding insects of pines had a gradation in the northeastern plain of Germany. On the occasion of an outbreak of woodwasps of the genus *Sirex* (mainly *S. juvencus*) on *Pinus sylvestris*, unusual in extent and intensity, investigations on their density on trunks and parasitization by nematodes were carried out. An average of 86 grub holes per trunk (12–13 cm in diameter) and infestation preferably at 2–6 m height of trunk were observed in a pine forest near Straupitz, Land Brandenburg. Caged trunk segments from a pine forest near Theeßen, at the border between Land Brandenburg and Land Sachsen-Anhalt, yielded 179 woodwasps of the species *S. juvencus* and 77 Hymenoptera of the genus *Ibalia* parasitising the woodwasps. 83 % of the female and 77 % of the male woodwasps contained nematodes of the species *Deladenus siricidicola*, which decrease the multiplication rate of the woodwasps and are used to control wood-

wasps in some non-European countries. Infestation of woodwasp eggs was low while no nematodes were present in the parasitic Hymenoptera.

Key words: *Sirex juvencus*, *Deladenus siricidicola*, *Ibalia*, woodwasps, *Pinus sylvestris*, damage, parasitization

Einleitung

Im Jahre 1992 kam es in den Kiefernbeständen des norddeutschen Tieflandes zu Massenvermehrungen holz- und rindenbrütender Insekten. Die Gradation dieser Arten wurde durch den heißen und trockenen Sommer 1991 ausgelöst, dem ein ebenfalls heißer und trockener Sommer 1992 folgte (Abb. 1). So kam es zur bisher gravierendsten Massenvermehrung von *Phaenops cyanea* F. (Col., Buprestidae), die bisher eher vereinzelt vorkommende Art *Monochamus galloprovincialis* Olivier (Col., Cerambycidae) trat vielerorts als technischer Schädling auf, und hohe Befallsraten wurden auch durch Vertreter der Gattung *Pissodes* (Col., Curculionidae) verzeichnet. Als ungewöhnlich sowohl im territorialen Ausmaß als auch in der Befallsintensität ist die das gesamte Gebiet umfassende Gradation von Holzwespen der Gattung *Sirex* zu bezeichnen. Aufsammlungen in verschiedenen Lokalitäten zeigten, daß ca. 94 % der gefangenen Holzwespen der Art *S. juvencus* L. zuzuordnen waren, als zweite Art wurde *S. noctulio* F. gefunden.

Die genannten holz- und rindenbrütenden Insekten traten sowohl einzeln als auch in unterschiedlichen Kombinationen im Befall an stehenden Kiefern auf. Der Grad der Vorschädigung der Kiefern durch die extreme Witterung reichte von absterbenden Kiefern mit braunroten Nadeln bis zu Stämmen, deren Kronenhabitus noch keinen Hinweis auf einen bestehenden Schaden ergab. Umfangreiche Schäden durch Holzwespen sind in Europa nicht häufig, wozu offenbar natürlich vorhandene Parasiten beitragen. Siriciden befallen vorwiegend Bäume, die eine physiologische Störung des Wasserhaushaltes aufweisen. Die beobachtete Massenvermehrung der Nadelholzwespen bot die Möglichkeit, Erhebungen über ihre Besatzdichte und über ihren Parasitierungsgrad mit Nematoden durchzuführen.

In einigen außereuropäischen Gebieten sind Holzwespen ernsthafte Schädlinge. So wurden im Jahre 1987 infolge des Befalls mit *S. noctulio* in Südostaustralien und im Südwesten von Victoria 1,8 Millionen Bäume von *Pinus radiata* D. Don abgetötet (HAUGEN und UNDERDOWN, 1991). Der Befall von Holzwespen mit parasitischen

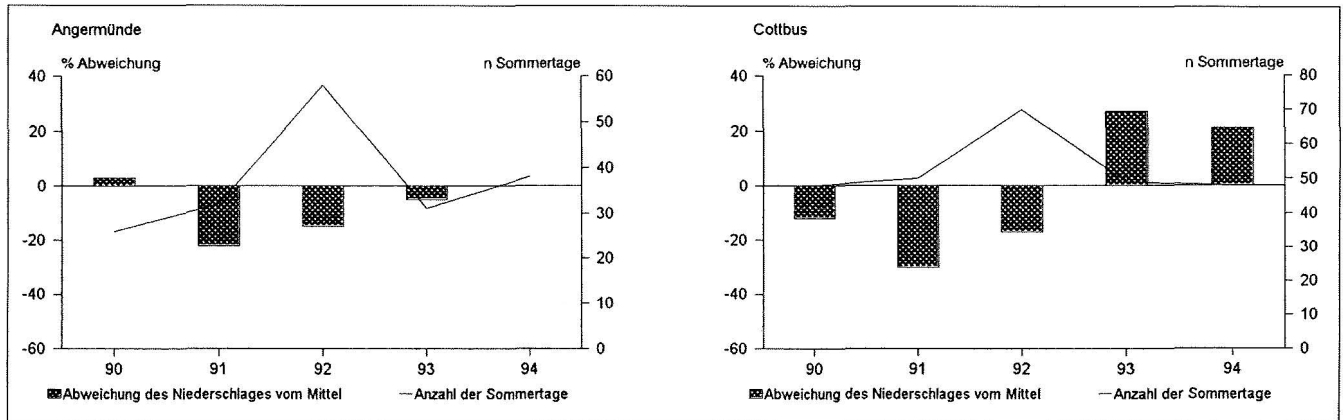


Abb. 1. Niederschlagsdifferenzen zum langjährigen Mittel und Anzahl der Sommertage (über 25 °C) ausgewählter meteorologischer Stationen in Brandenburg.

Nematoden der Gattung *Deladenus* ist von verschiedenen Siriciden-Arten aus unterschiedlichen geographischen Regionen bekannt. In Australien, Neuseeland und Brasilien, wo *S. noctulio* eingeschleppt wurde und ein bedeutender Schädling von *Pinus radiata* bzw. *P. taeda* L. und *P. elliottii* Engelm. ist, werden *Deladenus*-Arten erfolgreich zur Bekämpfung von Holzwespen eingesetzt (BEDDING, 1972; HAUGEN et al., 1991; VIBRANS, 1991). Der Bekämpfungserfolg beruht darauf, daß die Entwicklung der Ovarien der Holzwespen durch den Nematodenbefall gehemmt wird und Anzahl und Größe der produzierten Eier vermindert werden.

Die Nematoden werden bei der Eiablage der Holzwespen ins Holz übertragen. Gleichzeitig übertragen die Holzwespen den im Holz wachsenden symbiontischen Pilz *Amylostereum areolatum* (Chail. in Fr.) Boid, von dem sich ihre im Holz lebenden Larven und auch die Nematoden der Gattung *Deladenus* ernähren, die damit vom parasitischen zum freilebenden, mycetophagen Lebenszyklus wechseln. Nach Vermehrung im Holz treten bei den Nematoden infektionsfähige Weibchen auf, die in die *Sirex*-Larven eindringen. Abgestimmt auf die Gonadenentwicklung der Siriciden, entlassen diese zum geeigneten Zeitpunkt die Junglarven, die dann in die Gonaden der Holzwespen gelangen.

Material und Methoden

Zu den Erhebungen über die Besatzdichte der Siriciden wurden drei augenscheinlich stark befallene Stämme von *Pinus sylvestris* L. (Durchmesser 12, 13 und 13 cm) ausgewählt. Die Dichte des Befalls wurde durch Zählung der Ausbohrlöcher in Metersegmenten ermittelt.

Zur Ermittlung des nematologischen Parasitierungsgrades wurden im April 1992 ca. 30–40 cm lange Stammsegmente von *P. sylvestris* aus einem Bestand bei Theeßen nahe der Grenze zwischen Brandenburg und Sachsen-Anhalt aus mehreren stehenden, durch Spechte weitgehend geschälten Stämmen mit noch grünen Kronen entnommen und in Kleinmachnow bei Berlin in Käfigen an einem schattigen Platz im Freiland gelagert. Dem Befall des Holzes mit holzbrütenden Insekten war im Vorjahr Befall der Bäume mit der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* (L.)) vorausgegangen. Um eine Austrocknung des Holzes zu verhindern, wurden die Stammstücke wöchentlich einmal kurz in Wasser getaucht. Der Insektenschlupf wurde täglich kontrolliert. Die geschlüpften Holzwespen und die diese parasitierenden Hymenopteren wurden auf das Vorhandensein von Nematoden durch Sektion unter dem Stereomikroskop untersucht. Die Bestimmung der Nematoden erfolgte nach Extraktion der adulten Stadien aus Holzproben. Die örtlichen mo-

natlichen Durchschnittstemperaturen während des Schlupfversuches betrug während der Monate April bis August 8,1°, 14,4°, 19,3°, 19,4° und 19,6°C.

Ergebnisse

Besatzdichte der Siriciden

Abbildung 2 stellt die Höhenverteilung der Ausbohrlöcher in Metersegmenten basierend auf Durchschnittswerten der untersuchten Kiefernstämme dar. Daraus ist ersichtlich, daß Stammhöhen von 2 bis 6 m bevorzugt befallen wurden.

Schlupf und Parasitierungsgrad von Sirex juvencus:

Die untersuchten Stammsegmente von *P. sylvestris* waren fast ausnahmslos nur von *S. juvencus* befallen. Der Schlupf der Holzwespen begann am 12. 6. und dauerte bis zum 3. 8. 1992. Ab 29. 6. schlüpfte außerdem ein die Holzwespen parasitierender Hautflügler der Gattung *Ibalia*. Insgesamt schlüpfen 179 Holzwespen und 77 Hautflügler, was einem Parasitierungsgrad der Holzwespen von rund einem Drittel entspricht. Bis Mitte Juli waren 93 % der Holzwespen, jedoch nur 82 % des Hautflüglers geschlüpft; der Schlupf der Parasiten erfolgte etwas versetzt gegenüber dem Schlupf des Wirtes. Das Männchen-Weibchen-Verhältnis der Holzwespen betrug 1:1,4.

Von den geschlüpften Holzwespen wurden 60 auf das Vorhandensein von Nematoden kontrolliert. 83 % der Weibchen und 77 % der Männchen enthielten Nematoden. Maximal wurden 30 parasitierende *Deladenus*-Weibchen in einer Holzwespe festgestellt. Die durchschnittliche Anzahl der *Deladenus*-Larven in den von Nema-

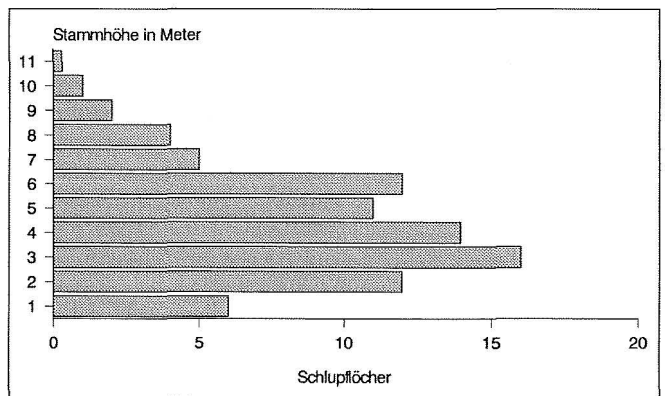


Abb. 2. Verteilung der Schlupflöcher von *Sirex spec.* über die Stammhöhe von Kiefern.

toden parasitierten Holzwespen betrug 14 000 pro Weibchen und 12 400 pro Männchen. Bei der Untersuchung von 40 Eiern aus 8 nematodenparasitierten Weibchen konnten nur in einem Ei 6 Larven gefunden werden. Die Hautflügler enthielten keine Nematoden.

Determination der *Deladenus*-Art:

Die wurstförmig angeschwollenen, in der Leibeshöhle der Holzwespen gewunden liegenden, reifen Nematodenweibchen waren bis 5 mm lang und mit Eiern und Larven vollgestopft. Die in das Haemocoel entlassenen Larven ($n = 20$) hatten eine Länge von 462 (410–500) μm , ihr Mundstachel maß 7,6 (7–8) μm und der relative Wert a (Längen-Breiten-Verhältnis) betrug 36. Sie besaßen einen zart geknöpften Mundstachel und ein stumpf gerundetes, schwach keulig erweitertes Schwanzende.

Die aus dem Holz isolierten infektiösen Weibchen ($n = 7$) hatten folgende Maße: $L = 1056$ (945–1205) μm , Mundstachel = 18,6 (18–20) μm , $a = 69$ (59–76), V (Lage der Vulva als Prozent der Körperlänge) = 93 (92–94)%. Nur wenige mycetophage Weibchen konnten im Frühjahr im Holz gefunden werden. Deren Maße ($n = 2$) betragen: $L = 993/1130$ μm , Mundstachel = 10/14 μm , $a = 62/74$, $V = 93/94$ %. Das Seitenfeld zeigte in der Körpermitte wenigstens 10 Linien. Während die Infektionsweibchen einen ungeknöpften, kräftigen und relativ langen Mundstachel zum Durchbohren der Larven-Cuticula der Holzwespen besitzen, haben die mycetophagen Weibchen einen zarten geknöpften Stachel. Bei den Infektionsweibchen verjüngt sich der am Ende stumpf gerundete Schwanz deutlich, während er sich bei den mycetophagen Weibchen kaum verjüngt. Der Uterus der Infektionsweibchen war mit winzigen Spermatozoen gefüllt.

Männchen und Larven waren zahlreicher im Holz vorhanden als Weibchen, was vermutlich mit dem Untersuchungszeitpunkt im Zusammenhang steht. Die Maße der Männchen ($n = 20$) waren: $L = 1323$ (1052–1540) μm , Mundstachel = 8,4 (7,5–10) μm , $a = 73$, Spikula = 15,4 (13–17) μm . Die Männchen besitzen geknöpften Mundstachel und eine schwanzumfassende Bursa. Das Gubernakulum maß 5–7 μm .

Nach dem Bestimmungsschlüssel von CHITAMBAR (1991) und der Originalbeschreibung (BEDDING, 1986) handelt es sich um *D. siricidicola* Bedding, 1968. Dieser Art außerordentlich ähnlich ist *D. wilsoni* Bedding, 1986. Die beiden Arten unterscheiden sich hauptsächlich durch die Lage des Exkretionsporus zum Hemizonid (geringerer Abstand bei *D. wilsoni*). Bei *D. siricidicola* liegt er ca. $1\frac{1}{2}$ –2 Körperbreiten vor dem Hemizonid, was bei den untersuchten Tieren der Fall war und bereits bei den Larven erkennbar ist.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Nach vorliegenden Beobachtungen ist bei günstigen Entwicklungsbedingungen auch in Mitteleuropa eine Massenvermehrung von Holzwespen möglich; die Ergebnisse sprechen jedoch dafür, daß eine fortdauernde hohe Schadwirkung durch natürliche Parasiten eingedämmt wird. Im Jahre 1993 wurden nur noch vereinzelt schlüpfende Holzwespen oder frische Ausschlupflöcher beobachtet, während die übrigen, oben erwähnten Arten zwar in geringerer Dichte vorkamen, aber durchaus noch merkliche Schäden verursachten. Diese Unterschiede im Ablauf der Gradationen der Holzwespen einerseits und der anderen holz- und rindenbrütenden Insekten andererseits weisen deutlich darauf hin, daß den hohen Parasitierungsraten der Siriciden vermutlich ein wesentlicher Anteil am Zusammenbruch der Populationen zukommt.

Die Vermehrung der Nematoden während ihres mycetophagen Zyklus im Holz wird durch die gleichen Bedingungen gefördert, die zu verstärktem Befall durch Holzwespen führen. In feuchtem Holz breiten sie sich nur geringfügig aus (BEDDING, 1972). Wird das Holz jedoch trockener, können die Nematoden überall dort gefunden wer-

den, wo der Nahrungspilz wächst: in den Tracheiden, zwischen Holz und Rinde, in den Larvengalerien und in den Harzkanälen. In der Nähe von Wirtslarven entstehen dann die Infektionsweibchen und dringen in die Siriciden-Larven ein.

Das Vorhandensein der Nematoden in den männlichen Holzwespen wird als „dead end“ betrachtet, da eine Übertragung der Nematoden während der Kopulation auf die Weibchen nicht beobachtet werden konnte (BEDDING, 1972). Obwohl im vorliegenden Fall keine Nematoden in den parasitischen Hymenopteren gefunden wurden, ist *Deladenus* nach BEDDING (1968) auch in den die Holzwespen parasitierenden Gattungen *Ibalia* und *Rhyssa* nachgewiesen worden.

In Abhängigkeit von der Art und der geographischen Herkunft der befallenen Holzwespen dringen die *Deladenus*-Larven in die Eier der Holzwespen ein oder auch nicht. In den Untersuchungen von BEDDING (1968) waren nahezu alle Eier von *S. noctulio* und *S. siricidicola* befallen, in den vorliegenden Untersuchungen wurde nur geringfügiger Befall beobachtet. Ein belgischer Nematodenstamm aus *S. noctulio* zum Beispiel befiel dort die Eier nicht, drang jedoch in die Eier einer australischen Herkunft von *S. noctulio* ein. Auch unbefallene Eier werden bei Befall der Muttertiere mit Nematoden in ihrer Entwicklung gehemmt, und die Vermehrungsrate der Siriciden-Population wird gesenkt.

Die Anzahl der in den einzelnen Holzwespen festgestellten adulten Weibchen entsprach den bekannten Beobachtungen von 1–91 (gewöhnlich 5–20) Weibchen pro Wirt (*S. juvencus*), und auch die Länge dieser Weibchen korrespondierte mit publizierten Daten (3,25–25 mm nach BEDDING, 1972). Pro Weibchen werden durchschnittlich 750 Junglarven produziert.

Von der Originalbeschreibung weichen die Exemplare der aufgefundenen Population in folgenden Merkmalen ab: Die mycetophagen Weibchen ($n = 2$) sind kleiner als bei BEDDING (1968) angegeben. Die hohe Variabilität der Körperlänge bei *Deladenus*-Arten ist jedoch bekannt, weshalb diese als diagnostisches Merkmal unbrauchbar erscheint. Der Mundstachel der Männchen (im Mittel 10 μm nach BEDDING, 1968) ist bei der Theeßener Population (im Mittel 8,4 μm) etwas kürzer.

Die Nutzung von Nematoden der Gattung *Deladenus* zur biologischen Bekämpfung ist dadurch erleichtert, daß ihre Massenzucht im mycetophagen Zyklus relativ leicht möglich ist. Das Auffinden neuer *Deladenus*-Stämme ist von Wichtigkeit, weil manche Stämme während jahrelanger Zuchten die Fähigkeit zur Bildung infektiöser Stadien verlieren (BEDDING, 1972). Die Kenntnis ihrer Rolle im Rahmen der Populationsentwicklung der Holzwespen leistet einen Beitrag zur Beurteilung des Schadauftritts der Siriciden, deren Vorkommen auch im Handel mit solchen Ländern wie Australien und Neuseeland Bedeutung besitzt, die Quarantäneforderungen hinsichtlich des Verbringens dieser Schädlinge mit Holz stellen.

Literatur

- BEDDING, R. A., 1968: *Deladenus wilsoni* n. sp. and *D. siricidicola* n. sp. (Neotylenchidae), entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricid woodwasps. *Nematologica* **14**, 515–525.
 BEDDING, R. A., 1972: Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae), an entomophagous-mycetophagous nematode parasitic in siricid woodwasps. *Nematologica* **18**, 482–493.
 CHITAMBAR, J. J., 1991: On the genus *Deladenus* Thorne, 1941 (Nemata: Alantonematidae). Review of the mycetophagous stage. *Revue Nematol.* **14**, 427–444.
 HAUGEN, D. A. und M. G. UNDERDOWN, 1991: *Sirex noctulio* control program in response to the 1987 Green Triangle outbreak. *Australian Forestry* **53**, 33–40.
 VIBRANS, A., 1991: Zur biologischen Bekämpfung der Holzwespe (*Sirex noctulio* F.) in Brasilien. *Forstarchiv* **62**, 97–99.

Kontaktanschrift: Dr. Helen Braasch, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz, Außenstelle Kleinmachnow, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow