

Zur Parasitierung von Heuschrecken (Caelifera et Ensifera) durch Larven von *Mermis* (Nematoda) und *Blaesoxipha* (Sarcophagidae, Diptera, Insecta) in der Elbaue bei Dessau (Sachsen-Anhalt) nach dem Frühjahrshochwasser 2006

Niels FISCHER und Werner WITSACK

3 Abbildungen und 6 Tabellen

Abstract

FISCHER, N., WITSACK, W. (2010): Parasitisation of grasshoppers (Caelifera et Ensifera) by larvae of *Mermis* (Nematoda) and *Blaesoxipha* (Sarcophagidae, Diptera, Insecta) in floodplains near Dessau (Saxony-Anhalt) after the spring flood of 2006. - *Hercynia N. F.* 44 (2011): 229 – 240.

After a spring flood in the river Elbe region in 2006, grasshoppers in floodplain meadows of the Biosphere Reserve 'Flusslandschaft Mittlere Elbe' were checked for the occurrence of parasitoids. Five species of the local grasshopper faunations (15 species) were affected by parasitoids: *Chorthippus parallelus*, *C. biguttulus*, *C. dorsatus*, *C. albomarginatus* and *Stethophyma grossum*. Parasitoids from the taxa *Mermis* (Nemathelminthes), *Blaesoxipha* (Diptera, Sarcophagidae) and larvae of a Tachinidae (Diptera) species played a role in grasshopper parasitisation.

Mermis depends on a high degree of soil moisture, even in the egg-laying period. *Blaesoxipha*, however, showed no relation to the flood and was also found in the control meadow. *Blaesoxipha* can fly in its adult stage and is widespread in the region.

All grasshoppers infected by *Mermis* were sterile, with the exception of a single *C. parallelus* female with a (low) number of eggs in the ovaries. In contrast, grasshoppers infected by *Blaesoxipha* showed a rather normal fertility. In *C. biguttulus* (two cases) we found more than a single parasitoid. The parasitoid generation cycle is discussed.

Key words: Caelifera, *Mermis*, *Blaesoxipha*, parasitoid, parasitism, phenology, fertility, soil humidity, inundation meadows.

1 Einleitung

Unter den Gegenspielern der Heuschrecken (Caelifera et Ensifera) befinden sich Parasiten und Parasitoide der Eier, Larven und Imagines. Während Eiparasitoide in Mitteleuropa kaum eine Rolle spielen, sind Larval- und Imaginalparasitoide häufiger zu finden (GREATHEAD 1963). Für die Heuschrecken Mitteleuropas sind als Parasitoide zum einen Fadenwürmer der Gattung *Mermis* (Nematoda) und Saitenwürmer der Gattung *Gordius* (Nematomorpha) bekannt (MÜLLER 1931, HARZ 1957). Zum anderen leben die Larven einiger Arten der Dickkopffliegen (Conopidae), Blumenfliegen (Anthomyiidae), Schmeißfliegen (Calliphoridae), Fleischfliegen (Sarcophagidae) und Raupenfliegen (Tachinidae) parasitoid (FRITSCHKE et al. 1968). In Regionen der Erde, in denen Heuschrecken für den Menschen ertragsschädigend vorkommen, ist deren Parasitierung ein ökologisch und ökonomisch relevantes Forschungsgebiet mit einer umfangreichen Datenlage (z. B. MONGKOLKITI & HOSFORD 1971, LOCKWOOD 1993, BARBARA 2005). Da Heuschrecken in Mitteleuropa als Schädlinge aber kaum eine Rolle spielen, klaffen hier größere Erkenntnislücken zu deren natürlichen Antagonisten.

Die Elbauen bei Dessau waren im Frühjahr des Jahres 2006 von einem Hochwasser betroffen. Im Anschluss an eine Studie zum Überleben von Heuschreckenarten in dieser Überschwemmungsaue (FISCHER & WITSACK 2009) sollen im vorliegenden Aufsatz parasitologische Aspekte bezüglich der Heuschreckenfauna(en) im Kontext besagten Frühjahrshochwassers beleuchtet werden.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet und Erfassungsmethode

Nach dem Frühjahrshochwasser des Jahres 2006 wurden im Biosphärenreservat „Flusslandschaft Mittlere Elbe“ zwischen Vockerode und Aken auf mehreren Dauerbeobachtungsflächen (Abschnitte von Wirtschaftswiesen) Untersuchungen zum Einfluss von Hochwasserereignissen auf die Heuschreckenfauna durchgeführt (s. FISCHER & WITSACK 2009). Die nachfolgend präsentierten Daten wurden im Zuge der damaligen Studie erhoben. Tabelle 1 gibt einen Überblick zu den Untersuchungsflächen.

Tab. 1 Geografische Lage und Charakteristika der Wiesen-Dauerbeobachtungsflächen (DB).

Table 1 Geographic position and characteristics of the permanent surveillance plots (meadows).

| Bezeichnung | DB 8 | DB 9 | DB 10 | DB 12 | DB 16 |
|---------------------|---|--|---|--|---|
| Koordinaten | 51°51.668 N 12°05.946 O | 51°50.703 N 12°18.626 O | 51°50.514 N 12°19.198 O | 51°50.861 N 12°20.054 O | 51°51.230 N 12°08.150 O |
| Lage | nordöstlich Aken | östlich Waldersee | südlich A9/ Vockerode | östlich A9/ Vockerode | westlich Mildensee |
| Fläche der Wiesen | 12 ha | 1,9 ha | 0,4 ha | 0,6 ha | 2 ha |
| Standort | Offenlandwiese | Offenlandwiese | Waldwiese | Waldwiese | Offenlandwiese |
| vorhandene Gewässer | temporär in Flutrinne | temporärer Tümpel | temporär in Graben | keine | Kolk |
| Vegetation | Sanguisorbo officinalis- Silaetum silai | <i>Ranunculus repens</i> - Gesellschaft | Sanguisorbo officinalis- Silaetum silai | Galio molluginis- Alopecuretum pratensis | Sanguisorbo officinalis- Silaetum silai |

Nur die Fläche DB 12 (Referenzfläche) wird bei Hochwasserereignissen nicht überflutet, da sie durch einen Hochwasserdamm geschützt ist. Deshalb sind hier nach Hochwässern auch keine temporären (im Übrigen auch keine permanenten) Gewässer vorhanden (vgl. Tab. 1). Sie ist wie die übrigen Flächen nicht eben – man kann jeweils einen höher gelegenen A-Bereich von einem tiefer gelegenen (und somit feuchteren) B-Bereich unterscheiden. Die entsprechenden Flächen (Ausnahme DB 12) waren bereits im Frühjahr 2005 von einem Hochwasser betroffen. Die einzelnen Flächen waren im Frühjahr 2006 zu unterschiedlichen Zeiten und verschieden hoch überflutet (DB 8: 30.03. – 25.04., 2,05 m; DB 9: 31.03. – 15.04., 1,60 m; DB 10: 29.03. – 28.04., 2,60 m; DB 16: 31.03. – 15.04., 1,60 m).

Zur Erfassung der jeweiligen Heuschreckentaxozönose wurde mit einer standardisierten Methode (WITSACK 1975) von Mai bis Oktober gekeschert (Termine: 14.05., 04.06., 22.06., 17.07., 07.08., 30.08., 18.09., 10.10.2006). Pro Kontrollfläche wurden 100, zuweilen auch 50 (bei sehr hoher Dichte der Heuschrecken) oder 200 Kescherschläge (bei sehr geringer Dichte) ausgeführt.

2.2 Untersuchungen der Weibchen

Zur Untersuchung der Ovarientwicklung, Auszählung der Eier und Prüfung auf das Vorhandensein von Larven der Parasitoide wurden die Abdomina geöffnet. Zudem wurde unter einem Stereomikroskop der Entwicklungs- bzw. Schädigungsgrad der inneren Organe, vor allem der Ovarien, untersucht. Die Parasitoide wurden separat aufbewahrt. Auf die Präparation von Männchen und Larven der Heuschrecken wurde verzichtet. Die aufgefundenen Parasitoide konnten mit dankenswerter Hilfe von Herrn Dr. V. Neumann (Halle) (Nemathelminthes) und Herrn Dr. J. Ziegler (Berlin) (Diptera) systematisch eingeordnet bzw. determiniert werden. Für die Larven war dies bis auf Artniveau nicht möglich.

3 Ergebnisse

3.1 Befall der Heuschreckenarten mit Parasitoiden

Es fanden sich folgende Parasitoide in den Proben: zum einen Fadenwürmer (Larven der Gattung *Mermis*) und zum anderen Dipterenlarven aus der Gattung *Blaesoxipha* (Familie Sarcophagidae) sowie aus der Familie Tachinidae [wahrscheinlich *Acemya acuticornis* (MEIGEN1824)].

Von den 15 untersuchten Heuschreckenarten (s. FISCHER & WITSACK 2009) wurden Parasitoide nur in *Chorthippus parallelus* (nachfolgend abgekürzt: Cho par), *C. biguttulus* (Cho big), *C. albomarginatus* (Cho alb), *C. dorsatus* (Cho dor) und *Stethophyma grossum* (Ste gro) gefunden (Tab. 2). Die drei erstgenannten Spezies waren stärker mit Parasitoiden befallen als *C. dorsatus* und *S. grossum*. Bei den übrigen Arten (einschließlich aller aufgefundenen Ensifera) konnten Parasitoide nicht nachwiesen werden. *Stethophyma grossum* gehört im Land Sachsen-Anhalt zu den gefährdeten Arten (Kategorie 3 der Roten Liste, WALLASCHEK 2004).

Tab. 2 Gesamtabundanzen der Weibchen der parasitierten Heuschreckenarten. Nomenklatur nach BELLMANN (2006).

Table 2 Total female abundances of the parasitised grasshopper species. The nomenclature follows BELLMANN (2006).

| Art | DB 8 | DB 9 | DB 10 | DB 12 | DB 16 | Ges. |
|---|------|------|-------|-------|-------|------|
| <i>Stethophyma grossum</i> (LINNAEUS, 1758) | 27 | 19 | 4 | 1 | 6 | 57 |
| <i>Chorthippus biguttulus</i> (LINNAEUS, 1758) | 7 | 1 | 18 | 48 | 0 | 74 |
| <i>Chorthippus dorsatus</i> (ZETTERSTEDT, 1821) | 12 | 4 | 8 | 4 | 35 | 63 |
| <i>Chorthippus albomarginatus</i> (DE GEER, 1773) | 2 | 15 | 1 | 3 | 1 | 22 |
| <i>Chorthippus parallelus</i> (ZETTERSTEDT, 1821) | 102 | 44 | 7 | 5 | 72 | 230 |
| Gesamtanzahl der Individuen der 5 Arten | 150 | 83 | 38 | 61 | 114 | 446 |

3.2 Nachweise der Parasitoide auf den Untersuchungsflächen

Die Verteilung der *Mermis*-Larven auf den einzelnen Untersuchungsflächen zeigt kein einheitliches Muster.

Tab. 3 Nachweise von *Mermis*-Larven (Nematoda) auf den Dauerbeobachtungsteilflächen. Anzahl der Heuschreckenweibchen (n ges.), Anzahl der Parasitoide (n) und Befallsrate in %.

Table 3 Records of *Mermis* larvae (Nematoda) in the permanent plots. Number of grasshopper females (n ges.), number of parasitoids (n) and parasitization rate (%).

| | | 8A | 8B | 9A | 9B | 10A | 10B | 12A | 12B | 16A | 16B |
|----------|--------|---------|---------|---------|---------|-----|--------|-----|-----|---------|---------|
| Cho par | n ges. | 77 | 25 | 32 | 12 | 3 | 4 | 2 | 3 | 39 | 33 |
| Parasit. | n (%) | 3 (3,9) | 0 | 2 (6,2) | 2 (17) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (2,6) | 1 (3,0) |
| Cho big | n ges. | 5 | 2 | 1 | 0 | 18 | 0 | 18 | 30 | 0 | 0 |
| Parasit. | n (%) | 1 (20) | 1 (50) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cho dor | n ges. | 3 | 9 | 4 | 0 | 4 | 4 | 1 | 3 | 14 | 21 |
| Parasit. | n (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (25) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cho alb | n ges. | 0 | 2 | 4 | 11 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| Parasit. | n (%) | 0 | 0 | 1 (25) | 5 (45) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ste gro | n ges. | 9 | 18 | 7 | 12 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| Parasit. | n (%) | 1 (11) | 1 (5,5) | 0 | 1 (8,3) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Auf den Flächen DB 8 und 9 sind die meisten Fadenwürmer gefunden worden. Auch das Wirtsartenspektrum war hier am größten (vgl. Abb. 3). Die Anzahl der Heuschrecken war auf DB 10 und 12 vergleichsweise gering (abgesehen von *C. biguttulus*), was einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer Parasitierung bzw. des Fundes eines parasitierten Tieres hat. Nur auf DB 10 wurde in einem *C. dorsatus*-Weibchen eine *Mermis*-Larve gefunden. Auf der außerhalb des Überschwemmungsbereiches liegenden Referenzfläche DB 12 gelang kein Nachweis parasitärer Nematoda. Auch auf DB 16, auf der ebenfalls eine hohe Heuschreckenabundanz gefunden wurde, sind nur zwei *Mermis*-Larven nachgewiesen worden. Die Befallsrate auf den einzelnen Teilflächen schwankt von 2,6% bis 50%. Hierbei ist zu beachten, dass sich einige Angaben auf wenige gefundene Heuschrecken mit einzelnen Parasitoiden beziehen (z.B. *C. biguttulus* auf DB 8B mit 50%, *C. dorsatus* auf DB 10B mit 25%). Vor allem *C. parallelus* und *S. grossum* waren Wirte für *Mermis*-Larven. *C. biguttulus*, *C. albomarginatus* und *C. dorsatus* wurden nur vereinzelt befallen.

Bezüglich der Sarcophagide *Blaesoxipha* ist eine etwas gleichmäßigere Verteilung auf den Probestellen zu sehen. Nur auf DB 10 gab es keine Nachweise von *Blaesoxipha*. Es fällt auf, dass die Anzahl der durch Fliegen parasitierten Heuschrecken geringer ist als die durch *Mermis*. Auch fehlen Nachweise aus *Chorthippus dorsatus* und *Stethophyma grossum*. Die Parasitierungsrate schwankt zwischen 2,6% und 25%. Bei der Anzahl befallener Tiere muss wiederum beachtet werden, dass auf einigen Flächen nur geringe Fangzahlen von Heuschrecken vorliegen (siehe z.B. die Parasitierungsrate von 100% auf DB 12B bei *C. albomarginatus*; hier nur ein parasitiertes Tier).

Tab. 4 Nachweise von *Blaesoxipha*-Larven (Sarcophagidae, Diptera) auf den Dauerbeobachtungsteilflächen. Anzahl der Heuschreckenweibchen (n ges.), Anzahl der Parasitoide (n) und Befallsrate (%).

Table 4 Records of *Blaesoxipha* larvae (Sarcophagidae, Diptera) in the permanent plots. Number of grasshopper females (n ges.), number of parasitoids (n) and parasitisation rate (%).

| | | 8A | 8B | 9A | 9B | 10A | 10B | 12A | 12B | 16A | 16B |
|----------|--------|---------|----|---------|---------|-----|-----|-----|---------|---------|---------|
| Cho par | n ges. | 77 | 25 | 32 | 12 | 3 | 4 | 2 | 3 | 39 | 33 |
| Parasit. | n (%) | 2 (2,6) | 0 | 2 (6,2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (2,6) | 1 (3,0) |
| Cho big | n ges. | 5 | 2 | 1 | 0 | 18 | 0 | 18 | 30 | 0 | 0 |
| Parasit. | n (%) | 1 (20) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 (13) | 0 | 0 |
| Cho dor | n ges. | 3 | 9 | 4 | 0 | 4 | 4 | 1 | 3 | 14 | 21 |
| Parasit. | n (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cho alb | n ges. | 0 | 2 | 4 | 11 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| Parasit. | n (%) | 0 | 0 | 1 (25) | 1 (9,1) | 0 | 0 | 0 | 1 (100) | 0 | 0 |
| Ste gro | n ges. | 9 | 18 | 7 | 12 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| Parasit. | n (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Bei Fängen im Jahr 2005 ist auf DB 9A im Juli ein *Chorthippus parallelus*-Weibchen mit einem Parasitoid der Familie Raupenfliegen (Tachinidae, Diptera) festgestellt worden. Die gefundene L3-Larve unterschied sich von den übrigen Dipteren-Larven durch den markanten caudalen Bereich und die verästelten Stigmenschlitze der Hinterstigma. Der Fund dieser Tachinidenlarve ist der einzige im gesamten Gebiet. Im Jahr 2006 gelang kein Wiederfund. Herr Dr. J. Ziegler hat die Art in der Elbaue bei Magdeburg nachgewiesen (mdl. Mitteilung). Nachfolgend wird auf die Raupenfliegen nicht weiter eingegangen.

3.3 Parasitierungsraten in den Abschnitten der Kontrollflächen

Wegen der unterschiedlichen Bodenfeuchte der einzelnen Probeflächen ist es möglich, den Einfluss dieses Faktors auf den Befall der Heuschrecken mit Parasitoiden zu prüfen. Fläche DB 12 dient als Referenzfläche (ohne Gewässer und ohne Überschwemmung).

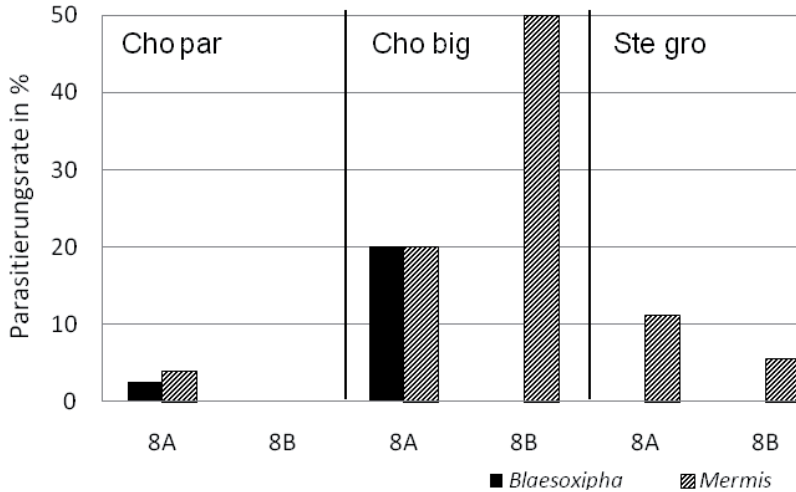


Abb. 1 Parasitierung von *C. parallelus*, *C. biguttulus* und *S. grossum* mit *Blaesoxipha*- und *Mermis*-Larven auf der Fläche DB 8.

Fig. 1 Parasitization of *C. parallelus*, *C. biguttulus* and *S. grossum* with *Blaesoxipha* larvae and *Mermis* larvae (DB8).

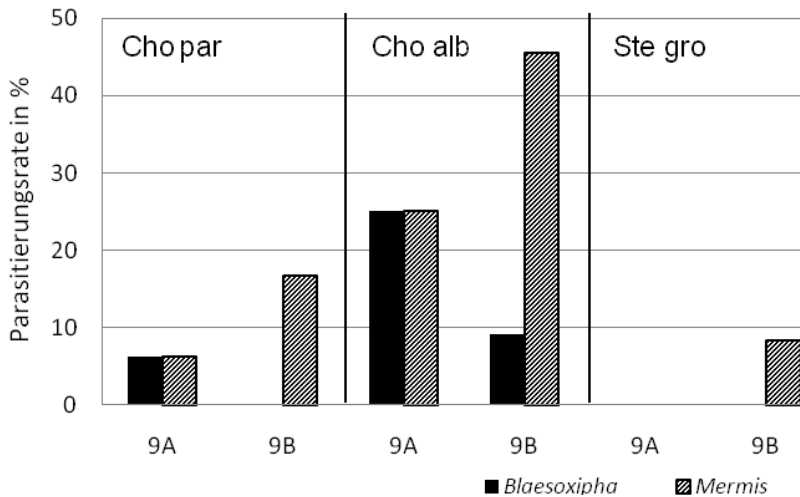


Abb. 2 Parasitierung von *C. parallelus*, *C. albomarginatus* und *S. grossum* mit *Blaesoxipha*- und *Mermis*-Larven auf der Fläche DB 9.

Fig. 2 Parasitization of *C. parallelus*, *C. albomarginatus* und *S. grossum* with *Blaesoxipha* larvae and *Mermis* larvae (DB 9).

Ein Indiz für eine enge Bindung von *Mermis* an eine hohe Bodenfeuchte ist ihr Vorkommen auf den Überschwemmungswiesen bzw. das Fehlen auf der außerhalb des Überschwemmungsbereiches liegenden Referenzfläche DB 12 (vgl. Tab. 3). In Abb. 1 und 2 sind die Parasitierungsraten von Heuschrecken durch *Mermis*-Larven (schraffierte Balken) auf den Teilflächen von DB 8 und 9 dargestellt. Für DB 9 zeigt sich eine durchgängig höhere Befallsrate auf den feuchteren B-Bereichen als auf den trockeneren A-Teilflächen. *Mermis* kommt hier in *S. grossum* überhaupt nur auf der B-Fläche vor. Für DB 8 zeigt sich diese Verteilung auch bei *C. biguttulus* (für jede Teilfläche allerdings nur ein Parasitoid). Hier kamen in *C. parallelus* und *S. grossum* die Parasitoide jedoch auf der trockenen Teilfläche häufiger vor als auf der feuchten.

Blaesoxipha kam auf DB 10 nicht vor. Auf der Referenzfläche trat sie aber in relativ hoher Individuenzahl auf (vgl. Tab. 4). Aus Abb. 1 und 2 geht hervor, dass *Blaesoxipha*-Larven (schwarze Balken) überwiegend in den A-Bereichen von DB 8 und 9 nachgewiesen wurden. In den B-Bereichen wurden parasitierte Weibchen von *C. albomarginatus* auf DB 9, von *C. parallelus* auf DB 16 und von *C. biguttulus* auf DB 12 gefunden (siehe Tab. 4). Es ist jedoch auf die generell geringe Anzahl gefundener Parasitoide hinzuweisen.

3.3 Parasitierung im Verlauf der Vegetationsperiode

Es wurden die phänologischen Daten der Heuschreckenparasitoide untersucht. Dies sollte Aufschluss über Befallsmaxima (eine eventuelle 2. Generation), die zeitliche Einnischung und Unterschiede im Auftreten der parasitären Taxa geben. Da es hierbei um die saisonale Dynamik der Parasitoide ging, wurden die Funde an den einzelnen Fangdaten wirtsübergreifend zusammengefasst (Abb. 3).

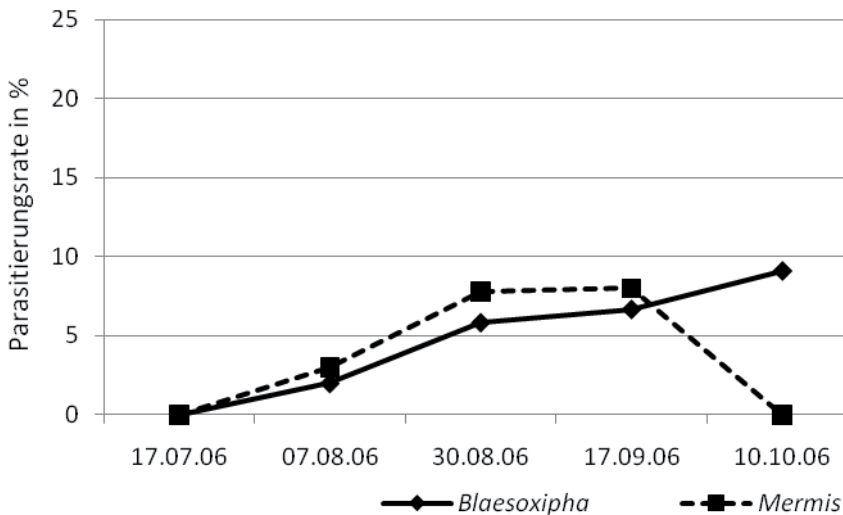


Abb. 3 Nachweise von *Blaesoxipha*- und *Mermis*-Larven im Verlauf der Vegetationsperiode 2006.

Fig. 3 Records of *Blaesoxipha* larvae and *Mermis* larvae in the course of the vegetation period 2006.

Die ersten *Mermis*-Larven wurden Anfang August gefunden. Bis Ende August stieg die Parasitierungsrate an. Sie hielt dieses Niveau bis Mitte September. Am letzten Fangtermin (10.10.06) waren keine Fadenwürmer mehr nachzuweisen. Die Anzahl der Heuschrecken war bereits deutlich zurückgegangen (07.08.: n = 100; 30.08.: n = 103; 17.09.: n = 75, 10.10.: n = 11). Die Befallsentwicklung bei *Blaesoxipha* verlief anfangs ähnlich. Auch hier erfolgte der Erstnachweis am 07.08. Die Kurve stieg Ende August / Mitte September an. Am 10.10. war ein weiterer Anstieg auf 9% zu beobachten, bedingt durch einen Einzelnachweis. Das Vorkommen von *Mermis* und *Blaesoxipha* konzentriert sich somit auf den Hoch- und Spätsommer.

3.4 Fertilität parasitierter Weibchen

Parasiten und Parasitoide schränken die Fitness ihrer Wirte ein, indem sie die Entwicklung von deren Gonaden hemmen. In vielen Literaturquellen wird auf eine reduzierte Fertilität der durch *Mermis* oder *Blaesoxiphus* parasitierten Heuschrecken hingewiesen. Einzelne der befallenen Tiere können sich aber fortpflanzen (BAKER 1995, INGRISCH & KÖHLER 1998, DANYK et al. 2000, CRANSHAW 2008). Da die Eianzahl aller Heuschreckenweibchen der fünf Probeflächen erfasst wurde, ließen sich Vergleiche zwischen befallenen und gesunden Tieren anstellen. Hierfür sind die Individuen einer Art ohne Flächenbezug zusammengefasst worden.

Tab. 5 Eianzahl bei durch *Mermis* parasitierten Heuschrecken-Weibchen und Anzahl von nicht entwickelten Ovarien bei parasitierten Heuschrecken-Weibchen.

Table 5 Number of eggs in non-parasitised grasshopper females, and number of undeveloped ovaries in *Mermis* parasitised grasshopper females.

| | ♀ (n) nicht befallen | Ø Eianzahl | | ♀ (n) befallen | ♀ mit nicht entwick. Ovarien |
|---------|-------------------------|---------------|--|-------------------|---------------------------------|
| Cho par | 88 | 9 | | 9 | 9 |
| Cho big | 54 | 9,7 | | 2 | 2 |
| Cho dor | 45 | 9,5 | | 1 | 1 |
| Cho alb | 1 | 9 | | 6 | 6 |
| Ste gro | 24 | 21 | | 3 | 3 |

Die *Mermis*-Larven kamen relativ häufig in den einzelnen Heuschreckenarten vor (Tab. 3). Es ist deutlich zu erkennen, dass ein solcher Befall zu einer Fehlentwicklung der Ovarien führt (Tab. 5). Auf den Probeflächen kam kein parasitiertes Tier mit ablagereifen Eiern vor. Nur bei einem von *Mermis* parasitierten *C. parallelus*-Weibchen, das im Jahr 2006 außerhalb der Probeflächen gefangen wurde, waren entwickelte Eier ($n = 4$) in den Ovariolen zu finden.

Es wurde stets nur ein Wurm pro Wirt gefunden.

Tab. 6 Vergleich der Eizahlen der durch *Blaesoxipha* parasitierten und nicht parasitierten Heuschrecken-Weibchen; Entwicklungszustand der Ovarien.

Table 6 Comparison of number of eggs in non-parasitised and *Blaesoxipha* parasitised female grasshoppers; state of development of the ovaries.

| | ♀ (n) nicht befallen | Ø Eizahl | | ♀ (n) befallen | Eizahl einzelner ♀ | ♀ mit entw. Ovarien | ♀ mit nicht ent- wick. Ovarien |
|---------|-------------------------|-------------|--|-------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Cho par | 88 | 9 | | 6 | 3, 7*, 10*, 10 | 2 | 4 |
| Cho big | 54 | 9,7 | | 5 | 9**, 10, 15, 15*** | 3 | 2 |
| Cho dor | 45 | 9,5 | | 0 | | 0 | 0 |
| Cho alb | 1 | 9 | | 3 | | 0 | 3 |
| Ste gro | 24 | 21 | | 0 | | 0 | 0 |

* Heuschrecke außerhalb der DB gefangen

** Heuschrecke von 2 *Blaesoxipha*-Larven befallen

*** Heuschrecke außerhalb der DB gefangen und von 3 *Blaesoxipha*-Larven befallen

Von *Blaesoxipha*-Larven waren weniger Heuschrecken befallen als von *Mermis*-Larven. Aus Tab. 6 geht hervor, dass es trotz eines Befalls durch *Blaesoxipha* mitunter (bei *C. parallelus* und *C. biguttulus*) zur Ausbildung einer größeren Anzahl ablagebereiter Eier kommen kann.

Ebenfalls bemerkenswert ist, dass zwei der eiablegenden Heuschrecken von mehreren *Blaesoxipha*-Larven (junges Larvenstadium) befallen waren. Ein *C. biguttulus*-Weibchen auf DB 12 wies zwei Parasitoide auf, ein weiteres Weibchen, das allerdings außerhalb der Probeflächen aufgenommen wurde, trug drei Fliegenlarven in sich. Das von drei Parasitoiden befallene Weibchen trug 15 entwickelte Eier in sich.

4 Diskussion

Als Parasitoide der Heuschrecken (Caelifera et Ensifera) kommen auf den untersuchten Flächen von den Rundwürmern (Nemathelminthes) Saitenwürmer der Gattung *Gordius* (Nematomorpha) und Fadenwürmer der Gattung *Mermis* in Betracht, zum anderen die Larven von Arten verschiedener Dipteren-Gruppen (Sarcophagidae, Tachinidae, Anthomyiidae).

Saitenwürmer durchlaufen einen semiaquatischen Lebenszyklus. Daher sind die Vertreter dieser Gruppe auf das Vorhandensein von Gewässern angewiesen (TAPPENBECK 2006). Fadenwürmer hingegen sind bodenbürtige Landlebewesen. Im Frühjahr kommen die Weibchen oft nach Regenfällen an die Oberfläche und legen ihre Eier an Pflanzen ab. Diese werden dann von phytophagen Organismen aufgenommen (STAMMER 1961). Während der Verdauung kommt es zum Schlupf, die Larven verlassen über die Darmwand den Verdauungstrakt und nisten sich in der Leibeshöhle der Wirte ein. Hier reifen sie 4 – 10 Wochen und verlassen dann das Wirtstier, um im Boden weiter zu leben und zu überwintern (HOSTETTER 2000, LÖLIGER-MÜLLER 2003).

Arten der Dipteren-Familie Sarcophagidae (Fleischfliegen) gehören in Mitteleuropa zu den häufigsten Endoparasitoiden der Acrididae (INGRISCH & KÖHLER 1998). Die weiblichen Fliegen verfolgen im Frühsommer die Heuschreckenlarven am Boden und legen eine Larve (die Sarcophagidae sind vivipar) am Abdomen des Wirtstieres ab. Dabei werden bevorzugt junge weibliche Heuschreckenlarven infiziert. Nachdem die Fliegenlarve zur Verpuppung den Wirt verlassen hat, verendet dieser.

Raupenfliegen (Tachinidae) sind ebenfalls in Europa verbreitete Heuschreckenparasiten. Befall und Entwicklung verlaufen ähnlich wie bei den Sarcophagidae. Die Larven werden an den Wirt geheftet, dringen in die Leibeshöhle ein und ernähren sich hier von Körperflüssigkeit und Gewebe. Die Fliegenmade durchläuft drei Larvenstadien und verlässt den sterbenden Wirt, um sich im Boden zu verpuppen (GÄBLER 2002).

Auf den untersuchten Wiesen wurden Fadenwürmer (*Mermis*) und Sarcophagidae (*Blaesoxipha*) als Heuschreckenparasitoide nachgewiesen. SCHÄDLER (1998) stellte bereits auf Mähwiesen bei Dessau *Blaesoxipha*-Larven in *C. parallelus* und *C. albomarginatus* fest und schätzte die Parasitierungsrate als vergleichsweise hoch ein. Über den Befall von Fadenwürmern in der Region liegen keine älteren Daten vor. Ebenso wurden weder in der regionalen Literatur noch auf den Untersuchungsflächen andere Gruppen von Parasiten gefunden. Der einzig hinzukommende Parasitoid war eine Tachiniden-Larve (ebenfalls Diptera), die auf DB 9A im Juli 2005 in einem *C. parallelus*-Weibchen gefunden wurde.

Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Heuschrecken selbst nach einem relativ langen Frühjahrshochwasser mit Überschwemmungszeiten von knapp einem Monat und Wasserständen von 160 bis 260 cm über Flur durch Parasitoide befallen werden. Das bedeutet, dass die überwinterten Entwicklungsstadien der Fadenwürmer der Gattung *Mermis* selbst solch relativ extreme Hochwassersituationen im Boden überdauern können. Gleiches könnte auch für das Überwinterungsstadium der Sarcophagide *Blaesoxipha* gelten, obwohl die Fliegen auch aus benachbarten, vom Hochwasser nicht betroffenen Gebieten eingeflogen sein können.

Mermis-Larven wurden häufiger auf DB 8 und 9 als auf den übrigen Flächen gefunden. Auf der dritten weitläufigen Offenlandfläche (DB 16) mit hoher Heuschreckenabundanz kam der Parasitoid jedoch nur in einzelnen Tieren vor. Mit Ausnahme von *C. biguttulus* traten auf den Waldwiesen DB 10 und 12 nur

wenige Heuschrecken auf. Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, auf einen Parasiten zu stoßen, geringer. Doch auch unter den zahlreich auftretenden *C. biguttulus* war nur ein von *Mermis* parasitiertes Weibchen auf DB 10 zu finden. Auf der Referenzfläche DB 12 gelang kein Nachweis parasitoider Nematoda. Für den subterranean Lebensabschnitt wird besonders im Frühjahr eine hohe Bodenfeuchte benötigt (MÜLLER 1931). In der Literatur wird angegeben, dass Fadenwürmer nach starken Regenfällen zahlreich an der Oberfläche erscheinen (RAMMNER 1952, CHRISTIE 1938). Neben dem Niederschlag können sich aber auch Gewässernähe oder Überflutungsereignisse vorteilhaft auf das benötigte Feuchteverhältnis auswirken. Durch angrenzende Gewässer oder Frühjahrshochwasser (wie im Untersuchungsjahr) werden günstige Bedingungen für ein Aufkommen der Fadenwürmer geschaffen. MONGKOLKITI & HOSFORD (1971) vermuten einen direkten Zusammenhang zwischen der Parasitierungsrate und der Bodenfeuchte im Frühjahr. Eine erhöhte Parasitierungsrate ist zudem im Umfeld des Wassers, also in den feuchten B-Bereichen der Untersuchungsflächen, zu erwarten. Die abnehmende Häufigkeit der von *Mermis* parasitierten Heuschrecken von den feuchteren zu den trockeneren Teilflächen entspricht der Wahrscheinlichkeit einer an die Bodenfeuchte gekoppelten Infektionsgefahr. Für die teils höheren Fundergebnisse in trockeneren Bereichen bei *C. parallelus* kann eine deutlich höhere Weibchenanzahl auf diesen Teilflächen verantwortlich sein.

Blaesoxipha-Larven kommen nicht getrennt nach überfluteten und nicht überfluteten Wiesen bzw. feuchten oder trockenen Teilflächen auf den untersuchten Flächen vor. Ihre Anzahl ist geringer, was sichere Aussagen erschwert. Markant war jedoch das Vorkommen auf der Referenzfläche DB 12 (insgesamt häufiger als auf allen anderen Flächen). Die adulten Fliegen sind als Überträger der nächsten Parasitengeneration sehr mobil. Jedoch ist nicht bekannt, wie weit sie sich nach der Entwicklung zur Imago an den Ort der Wirtssuche für die nächste Generation (vor allem auf inselhaften Waldwiesen) bewegen. Die entwickelten Larven müssen sich letztlich zur Verpuppung in den Boden graben. Als ein beeinflussender Faktor für den Bestand der lokalen Population kann daher der Boden angesehen werden. Die Bodentypen der Untersuchungsflächen sind gleich. Unterschiede im Boden ergeben sich bei den durch Wald umgebenen Wiesen (DB 10 und 12) durch ein anderes Mikroklima. Bei der Referenzfläche DB 12 kommt eine ganzjährige relative Trockenheit des Bodens hinzu. Dies erklärt möglicherweise das erhöhte Aufkommen von *Blaesoxipha*.

Die Feuchtebedingungen einer Aue wirken sich vor allem positiv auf hygrophile Heuschrecken aus. Damit geht aber auch ein Befallsrisiko (aller Heuschrecken) durch feuchtebedürftige Parasitoide einher (BELLMANN 2006, TAPPENBECK 2006). In Jahren ohne Hochwasser und bei niedrigem Grundwasserflurabstand bildet sich beispielsweise der flache Tümpel auf DB 9 nicht aus. Die Wasserdynamik der Aue beeinflusst also in gewisser Weise ebenso das Parasitierungsmuster.

Da die adulte *Blaesoxipha*-Fliege, unabhängig von ihrem Schlupfort, aktiv und im Flug auf die Suche nach Flächen mit potentiellen Wirten gehen kann, sind deren Larven in allen Wiesenbereichen zu erwarten. Dies wurde mit Ausnahme von DB 10 bestätigt.

Die meisten Parasitoide (*Mermis* und *Blaesoxipha*) wurden im Hochsommer (Ende August – Mitte September) nachgewiesen. Ein Zeitraum gehäuftes Auftretens oder ein Hinweis auf mehrere Generationen pro Vegetationsperiode wurde nicht festgestellt. HOSTETTER (2000) beschreibt die Möglichkeit zur Ausbildung von ein bis drei Generationen für die Sarcophagidae, je nach Art, Wirtsvorkommen und Umweltbedingungen. Auf den im Frühjahr überfluteten Bereichen wird der Schlupfbeginn der Heuschreckenlarven weiter in den Sommer verzögert (FISCHER & WITSACK 2009). Die verkürzte Zeit, in der die Wirte den Parasitoiden zur Verfügung stehen, kann dazu beitragen, dass es nicht zur Ausbildung einer zweiten Generation kommt. Durch die wenigen Parasitenfunde auf der Referenzfläche kann allerdings nicht nachvollzogen werden, ob die Möglichkeit einer zweiten Generation hier besteht.

Auch in ihrer Einflussnahme auf die Fertilität der Wirte unterscheiden sich die beiden gefundenen Parasitentaxa. *Mermis* hat in (fast) allen Wirtstieren zu einer Degeneration der Ovarien geführt. Weibchen mit ablagebereiten Eiern konnten auf den Untersuchungsflächen nicht gefunden werden. Bei einem Weibchen, das außerhalb der DB gefangen wurde und reife Eier in sich trug, war die Eizahl deutlich reduziert. Dies und die Tatsache, dass bei den übrigen Heuschrecken gar keine ablagereifen Eier gefunden wurden, zeigt die schädigende Wirkung, die ein Befall von Fadenwürmern auf die Fertilität der Heuschrecken ausübt.

Die *Blaesoxipha*-Larven riefen weniger Schaden an den reproduktiven Organen ihrer Wirte hervor. Neben Weibchen ohne Eier ergaben sich mehrere Funde von Weibchen mit entwickelten Eiern und *Blaesoxipha*-Larven. Zumeist war die Eianzahl dem Durchschnittswert der Eier gesunder Tiere ähnlich. Oftmals waren die Larven noch als kleine bis „mittelgroße“ Maden in den Abdomen der Heuschrecken zu finden. In einigen Fällen war offensichtlich das dritte Larvenstadium bereits erreicht. Die Parasitoide beanspruchten dann wesentlich mehr Platz (und „Nahrung“) in der Leibeshöhle der Heuschrecken. In späteren Phasen der Parasitierung ist von einem ebenfalls deutlich eingeschränkten Reproduktionsvermögen auszugehen. BAKER (1995) beobachtete, dass bestimmte *Blaesoxipha*-Arten im 1. und 2. Larvalstadium keine oder wenige Gewebeschäden am Wirt verursachen. Sie ernähren sich vom Luftsack und von Fettkörpern. Erst im L3-Stadium beginnt die Larve von der Muskulatur zu zehren. BAKER beschrieb, dass reproduktiven Organen keine Schäden zugefügt wurden. Bei den reproduzierenden befallenen Heuschrecken der Elbaue wurde sogar mehrfach eine erhöhte Eianzahl bei *C. biguttulus* gefunden (im Zusammenhang mit jungen Larven). In einem Wirt wurden in zwei Fällen 2 und 3 *Blaesoxipha*-Larven festgestellt. Mehrfacher Befall eines Wirtes von *Blaesoxipha* wurde in der Literatur beschrieben (INGRISCH & KÖHLER 1998, MIURA 2003). Beide Heuschrecken wurden erst Mitte September gefangen. Die Fliegenlarven waren klein [< 3 . Larvenstadium (CANTRELL 1980)] im Vergleich zu anderen *Blaesoxipha*-Larven, was auf eine verlangsamte Entwicklung innerhalb des Wirtes hindeutet.

5 Zusammenfassung

FISCHER, N., WITSACK, W.: Zur Parasitierung von Heuschrecken (Caelifera et Ensifera) durch Larven von *Mermis* (Nematoda) und *Blaesoxipha* (Sarcophagidae, Diptera, Insecta) in der Elbaue bei Dessau (Sachsen-Anhalt) nach dem Frühjahrshochwasser 2006. - *Hercynia* N. F. 44 (2011) 229 – 240.

Die Heuschrecken der Auenwiesen im „Biosphärenreservat Mittelelbe“ wurden auf vier vom Hochwasser betroffenen Probeflächen und einer nicht durch das Hochwasser beeinträchtigten Fläche nach dem Frühjahrshochwasser 2006 auf den Befall durch Parasitoide untersucht. Andere Daten über die Parasitierung von Heuschrecken liegen aus dem Gebiet kaum vor. Nur SCHÄDLER (1998) stellte auf Mähwiesen bei Dessau Maden der Sarcophagidae in *Chorthippus parallelus* und *C. albomarginatus* fest.

Es wurden Nematelminthes-Larven der Gattung *Mermis* sowie Dipterenlarven der Gattung *Blaesoxipha* (Sarcophagidae) gefunden. Von 15 untersuchten Heuschreckenarten kamen Parasitoide in *Chorthippus parallelus*, *C. biguttulus*, *C. dorsatus*, *C. albomarginatus* sowie *Stethophyma grossum* vor. Auf einer Probefläche wurde zudem im Vorjahr eine einzelne Tachinidenlarve (Diptera) in *C. parallelus* gefunden.

Blaesoxipha-Larven wurden auch auf der Referenzfläche ohne Gewässer festgestellt. Der an eine hohe Bodenfeuchte gebundene *Mermis* wurde nur auf Wiesen mit (temporären) Gewässern und diesjährigem Frühjahrshochwasser nachgewiesen. Überwiegend ist er auf den Teilbereichen der Probeflächen gefunden worden, die in der Nähe von Gewässern lagen. Die Anzahl dieser Parasitoide war höher als die von *Blaesoxipha*. Insgesamt ist die Wahrscheinlichkeit, von Parasitoiden befallen zu werden, in der mit Gewässern durchzogenen Überflutungsaue aber höher als in gewässerfernen Bereichen.

In Heuschreckenweibchen, die von *Mermis*-Larven befallen waren, konnten bis auf eine Ausnahme keine ablagereifen Eier gefunden werden. Bei dem einzigen reproduktiven *C. parallelus*-Weibchen war nur etwa die Hälfte der sonst gefundenen Eianzahl ausgebildet. Im Gegensatz dazu kamen bei *Blaesoxipha*-Befall durchaus einige Tiere mit ausgereiften Eiern vor. Diese Tiere zeigten oft eine dem Durchschnitt entsprechende Anzahl von Eiern, zuweilen sogar eine überdurchschnittliche. Diese Erscheinung scheint sich auf ein frühes Parasitierungsstadium zu beziehen. Es wurden bis zu drei Larven in einer fortpflanzungsfähigen Heuschrecke nachgewiesen.

Auf den Überschwemmungsflächen konnte nur eine Jahresgeneration an Parasiten gefunden werden.

6 Danksagung

Den Mitarbeitern des „Biosphärenreservates Mittelbe“ möchten wir für die Unterstützung der Untersuchungen und die notwendigen Genehmigungen herzlich danken. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. V. Neumann (Universität Halle-Wittenberg) für die Unterstützung bei der Determination der *Mermis*-Larven und Herrn Dr. J. Ziegler (Museum für Naturkunde Berlin) für die Determination der Dipteren-Larven.

7 Literatur

- BARBARA, K. A. (2005): Management of pest mole crickets using the insect parasitic nematode *Steinernema scapterisci*. – Diss., Univ. of Florida.
- BAKER, G. L. (1995): Larval development of *Blaesoxipha pachytyli* (Skuse) (Diptera: Sarcophagidae), a parasite of grasshoppers and locusts (Orthoptera: Acrididae) in Australasia. - J. Aust. ent. Soc. 34: 129 – 133.
- BELLMANN, H. (2006): Der Kosmos Heuschreckenführer. - Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- CANTRELL, B. K. (1980): Larvae of *Blaesoxipha* LOEW (Diptera: Sarcophagidae) and an unidentified Tachinid (Diptera) parasitic in Acrididae (Orthoptera) in Australia. - J. Aus. ent. Soc. 19: 217 – 221.
- CHRISTIE, J. R. (1938): *Mermis subnigrescens*, a Nematode parasite of grasshoppers. - J. agricult. Res. 55: 353 – 364.
- CRANSHAW, W. (2008): Weird Worms: Horsehair Worm and the Grasshopper Nematode. - Colorado State University, Bioagricultural sciences and pest management 4/08: 1 – 2.
- DANYK, T., JOHNSON, D. L., MACKAUER, M. (2000): Parasitism of the grasshopper *Melanoplus sanguinipes* by a sarcophagid fly, *Blaesoxipha atlantis*: influence of solitary and gregarious development on host and parasitoid. - Entomologia Experimentalis et Applicata 94: 259 – 268.
- FISCHER, N., WITSACK, W. (2009): Untersuchungen zum Überleben der Heuschrecken (Caelifera et Ensifera) in der Überschwemmungsaue der Elbe bei Dessau (Sachsen-Anhalt). - Hercynia N. F. 42: 255 – 304.
- FRITSCHKE, R., GEILER, H., SEDLAG, U. (1968): Angewandte Entomologie. - Fischer-Verlag, Jena.
- GÄBLER, H. (2002): Die Raupenfliegen. - Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp-Verlag, Hohenwarsleben.
- GREATHEAD, D. J. (1963): A review of the insect enemies of Acridoidea (Orthoptera). - Trans. R. Entomol. Soc. Lond. 114: 437 – 517.
- HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. - Fischer Verlag, Jena.
- HOSTETTER, D. L. (2000): Natural enemies attacking grasshopper nymphs and adults. - In: CUNINGHAM, G. L., SAM-
PSON, M. W.: Grasshopper integrated pest management user handbook. - United States Department of Agriculture
Animal and Plant Health, Washington DC.
- INGRISCH, S., KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. - Westarp-Wiss. Verlag, Magdeburg.
- LOCKWOOD, J. A. (1993): Environmental issues involved in biological control of rangeland grasshoppers (Orthoptera:
Acrididae) with exotic agents. - Environ. Entomology 22: 503 – 518.
- LÖLIGER-MÜLLER, B. (2003): Die parasitischen Würmer, Teil 1: Rundwürmer Nematoda - ihre Biologie und Bekämp-
fung. - Die Neue Brehm-Bücherei, Bd. 114, Westarp-Verlag, Hohenwarsleben.
- MIURA, K. (2003): Parasitism of *Parapodisma* grasshopper species by the flesh fly, *Blaesoxipha japonensis* (Hori)
(Diptera: Sarcophagidae). - Appl. Entomol. Zool. 38: 537 – 542.
- MONGKOLKITI, S., HOSFORD, R. M. (1971): Biological control of the grasshopper *Hesperotettix viridis pratensis* by the
nematode *Mermis nigrescens*. - J. Nematology 3 (4): 356 – 363.
- MÜLLER, G. W. (1931): Über Mermithiden. - Z. Morph. Ökol. Tiere 24: 82 – 147.
- RAMMNER, W. (1952): Brehms Tierleben. 1. Band: Wirbellose. - Urania Verlag, Leipzig.
- SCHÄDLER, M. (1998): Die Heuschreckenfauna des bewirtschafteten Auengrünlandes im Biosphärenreservat „Mittlere
Elbe“ (Orthoptera). - Naturwiss. Beitr. Museum Dessau 10: 169 – 190.

- STAMMER, H. J. (1961): Protozoen und Würmer als Parasiten in Insekten. - Dtsch. Ent. Z. 9: 441 – 460.
- TAPPENBECK, L. (2006): Zum Vorkommen und zur Ökologie der Saitenwürmer (Nematomorpha) in Sachsen-Anhalt. - Abh. Ber. Mus. Heineanum 7: 87 – 153.
- WITSACK, W. (1975): Eine quantitative Keschermethode zur Erfassung der epigäischen Arthropoden-Fauna. - Ent. Nachr. 19 (8): 123 –127.

Manuskript angenommen am: 14. März 2011

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Biol. Niels Fischer
Gaillardstraße 19, D-13178 Berlin
E-Mail: nielsmann@web.de

Doz. Dr. habil. Werner Witsack
Stieger Weg 55, D-06120 Halle (Saale)
E-Mail: witsack@zoologie.uni-halle.de