



Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz	Band 70 Heft 2	S. 155-164	1998
--	-------------------	------------	------

ISSN 0373-7586

Zur postembryonalen Entwicklung von *Julus terrestris* (Porat, 1889) (Diplopoda, Julidae)

Von MATTHIAS Z E R M

FU Berlin, Institut für Zoologie, AG Bodenzoologie und Ökologie

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

Abstract

On the post-embryonic development of *Julus terrestris* (Porat, 1889) (Diplopoda, Julidae).

The post-embryonic development of the millipede *Julus terrestris* was studied from material sampled by means of pitfall traps in 1994 in the northeastern part of Germany (Lower Oder Valley, Brandenburg). In addition, millipedes were reared from eggs in the laboratory to examine individual pathways of anamorphosis.

Basic data are shown for the stadial development of *J. terrestris*, i. e., number of podous and apodous rings, body length and body diameter. Individual developmental pathways are demonstrated. The post-embryonic development of *J. terrestris* appears to be quite similar to that of *Julus scandinavicus* studied in England.

Phenological data from one year obtained by means of pitfall traps are presented. These data show neither clear evidence for a two nor for a three-year life-cycle.

1. Einleitung

Obwohl im Vergleich zu anderen Ordnungen der Diplopoda viele Untersuchungen zur postembryonalen Entwicklung von Arten der Ordnung Julida vorliegen (41 Arten, VOIGTLÄNDER 1996), besteht nach wie vor Forschungsbedarf, da innerhalb dieses Taxons die Anamorphose recht verschieden verläuft. Dies resultiert u. a. daraus, daß mit Ausnahme der jüngsten Entwicklungsstadien bei jeder Häutung jeweils eine unterschiedliche Anzahl an Körperringen addiert wird. Das führt dazu, daß die Zahl der Körperringe unterschiedlicher Entwicklungsstadien z. T. breit überlappt und die Stadienabgrenzung erschwert wird (ENGHOFF et al. 1993, VOIGTLÄNDER 1987, 1996).

In der vorliegenden Arbeit soll die postembryonale Entwicklung von *Julus terrestris* untersucht werden. Die Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im Osten und Norden Europas und wird in Deutschland nur im Nordosten gefunden (u. a. SCHUBART 1934, LOKŠINA & GOLOVATCH 1979, GULIČKA 1985, VOIGTLÄNDER 1992). Untersuchungen zur postembryonalen Entwicklung und Phänologie dieser Art sind bisher nicht unternommen worden.

Zur verwandten Art *Julus scandinavus* liegen dagegen Ergebnisse aus Freilanduntersuchungen aus England vor (BLOWER 1970).

Für die vorliegende Arbeit standen Fallenfänge eines Jahreslaufes zur Verfügung. Desweiteren sollte die Zucht einer Generation im Labor Aufschluß über individuelle Entwicklungsgänge geben.

2. Material und Methoden

2.1. Freiland-Fänge

Im Rahmen einer größeren Untersuchung (ZERM 1997) im Nationalpark Unteres Odertal (Brandenburg) wurden 1994 in einem kleinen Waldstück (*Salicetum albae*) im Schwedter Polder 104 Exemplare von *Julus terrestris* mit Barberfallen gefangen. Es wurden 6 Fallen mit einem Öffnungsdurchmesser von 6,5 cm eingesetzt, als Fangflüssigkeit wurde Formalin (4 %) verwendet. Standzeit der Fallen: 19.4. (unmittelbar nach ca. 14tägiger Überflutung) bis 15.12.1994. Die Leerungen erfolgten meist 14tägig.

2.2. Haltung und Zucht

Im Februar 1995 wurden am gleichen Standort unter der Rinde von Weiden (*Salix alba*), deren Stammbasis überflutet war, 30 Tiere (Männchen und Weibchen) abgesammelt und in Haltung genommen. Jeweils 4 Tiere wurden auf Erde in Plastikdosen bei Raumtemperatur gehalten. Nach erfolglosen Versuchen mit Kartoffelschalen, Mohrrüben, Erlen- und Eschenlaub wurden sie mit vermoderndem Weidenlaub gefüttert, das regelmäßig vom Fundort geholt wurde.

Am 13.4.1995 wurde ein Eigelege entdeckt. Die Eier wurden vorsichtig in mehrere kleine Plastikdosen überführt, deren Böden mit Agar (ca. 4 %) ausgegossen waren.

Die geschlüpften Tiere wurden zunächst zu mehreren, später einzeln in mit Agar ausgegossenen Dosen gehalten und ca. alle 3 Wochen in neue Dosen umgesetzt. Die Kontrolle der Behältnisse erfolgte anfangs täglich, später meist einmal wöchentlich. Hierbei wurde Futter (vermoderndes Weidenlaub) ausgewechselt und Zustand sowie Stadium der Tiere notiert. Ergänzend wurden Mohrrüben und zerstoßene Eierschalen angeboten. Die Zucht wurde nach fast 15 Monaten abgebrochen, als 5 der 7 Männchen der 8 bis dahin überlebenden Tiere mit dem Erreichen des Stadium XI geschlechtsreif wurden (s. u.).

2.3. Determination der Entwicklungsstadien

Bei toten Tieren wurde die Körperlänge und -höhe (= diameter sensu BLOWER 1985) nach BLOWER (1985) bestimmt.

Die Entwicklungsstadien der Tiere aus dem Freiland wurden anhand der Anzahl der Ocellen-Reihen ermittelt (nach ENGHOFF et al. 1993). Daß mit dieser Methodik die Stadien zuverlässig determiniert werden können, ließ sich anhand der Zuchttiere prüfen, bei denen die mittels der Ocellen-Reihen festgelegten Stadien stets mit den tatsächlichen übereinstimmen. Terminologie sowie Zählweise der Entwicklungsstadien und Körperlinge folgt ENGHOFF et al. (1993).

3. Ergebnisse

3.1. Vorbemerkungen

Das Eigelege, auf das die Zucht zurückgeht, wurde als ein recht kompakter Haufen mit ca. 45 Eiern in sehr lockerer Erde abgelegt, ohne daß eine Eikammer erkennbar gewesen wäre. Aus dem Gelege schlüpfen 32 Tiere. Es wird davon ausgegangen, daß das Gelege von einem einzigen Weibchen stammt. Alle anderen Weibchen legten keine Eier und verstarben ebenso wie die Männchen bis Mitte 1995.

Bei den Tieren aus der Zucht stimmte das anhand der Anzahl an Ocellen-Reihen bestimmte Entwicklungsstadium stets mit dem tatsächlichen Stadium überein. Auch die Anzahl beinloser Ringe am Körperende stimmte stets mit dem Zuwachs beintragender Ringe bei der nächsten Häutung überein. Beintragende Ringe wiesen ab Ring 6 stets Wehrdrüsen auf.

3.2. Anamorphose von *Julus terrestris*

Bis Stadium IV besaß jedes Tier konstant die gleiche Anzahl beintragender Ringe auf (Tab. 1). Ab Stadium V traten Unterschiede in der Anzahl beintragender Ringe auf, wobei das Ausmaß der Unterschiede bis zum Stadium X zunahm. Die Zunahme an beintragenden Ringen pro Häutung war von Stadium IV bis Stadium VII am größten und wurde in älteren Stadien sukzessiv kleiner.

Zuchttiere wiesen gegenüber Tieren aus Freilandfängen ab Stadium VII geringere Körperanzahl auf, wobei die Unterschiede bei älteren Stadien zunahm (Tab. 1) und waren in den Stadien X und XI hinsichtlich Körperlänge und -höhe kleiner (Tab. 2).

Die Entwicklungsgänge von *J. terrestris* aus der Zucht zeigten, daß die Anzahl der Häutungsereignisse jeweils für ein oder zwei Varianten am größten war (Abb. 1, dicke Linien = Hauptentwicklungsgänge).

3.3. Sexualdimorphismus und Reifehäutungen

Sowohl bei Tieren aus Freilandfängen als auch bei Zuchttieren konnten ab Stadium VII Männchen durch das Fehlen der Beinpaare am Ring 7 von den Weibchen unterschieden werden. Sie wurden dann als geschlechtsreif angesehen, wenn die Gonopoden voll ausgebildet, das erste Beinpaar klein und hakenförmig und die Auswüchse der Coxen des zweiten Beinpaars voll ausgebildet waren.

In den Freilandfängen traten einige adulte Männchen bereits im Stadium IX auf. Dagegen wurden die Männchen in der Zucht (5 Individuen) erst im Stadium XI geschlechtsreif.

Weibchen aus Freiland und Zucht zeichneten sich gegenüber den Männchen in der Tendenz durch größere Körper aus, sowohl hinsichtlich der Anzahl beintragender Ringe als auch bezüglich der Körperlänge und -höhe (s. Tab. 1 und 2). Ab welchem Stadium Weibchen geschlechtsreif waren, wurde nicht ermittelt.

Tab. 1 Anamorphose von *Julus terrestris*
 In Klammern: Anteil < 10 %; beinlose Ringe = Ringe ohne Beine am Körperende, exklusiv Telson; Juv. = Juvenile Tiere; * = Geschlechtsreife bezieht sich nur auf Männchen.

Stadium	beintragende Ringe						beinlose Ringe						beintragende Ringe						beinlose Ringe						
	Laborzucht						Freilandfänge						Freilandfänge						Freilandfänge						
	n	♂	Juv.	♀	Juv.	♀	n	♂	Juv.	♀	Juv.	♀	n	♂	Juv.	♀	Juv.	♀	n	♂	Juv.	♀	Juv.	♀	
I	32		4			2	-					-							-						
II	32		6			5	-					-							-						
III	32		11			4	3		11			3		11			4		3		11			4	
IV	32		15			5-6	2		15			2		15			6		2		15			6	
V	26		20-21			5-6	-					-							-						
VI	21		25-27			5-6	4		26-27			4		26-27			5-7		4		26-27			5-7	
VII	8♂,3♀	30-32	31;32		3-6	4-5	4♂,4♀	32				32	32-34	5-6			5-6		4♂,4♀	32				5-6	subadulte
VIII	7♂,2♀	34-36	36;37		3-5	4-5	2♂,5♀	38				2♂,5♀	36-39	3			4-5		2♂,5♀	38				4-5	Tiere
IX	7♂,2♀	38-40	40;42		1-2	1	7♂,13♀	41-43				7♂,13♀	40-44(45)	1-3			(1)2-3		7♂,13♀	41-43				(1)2-3	adulte
X	7♂,1♀	40-42	43		1-3	1	35♂,23♀	42-45				35♂,23♀	43-46(48)	1(2)			1-2		35♂,23♀	42-45				1-2	Tiere *
XI	7♂	42-44	-		1	-	1♂,1♀	43				1♂,1♀	46	1			1		1♂,1♀	43				46	1

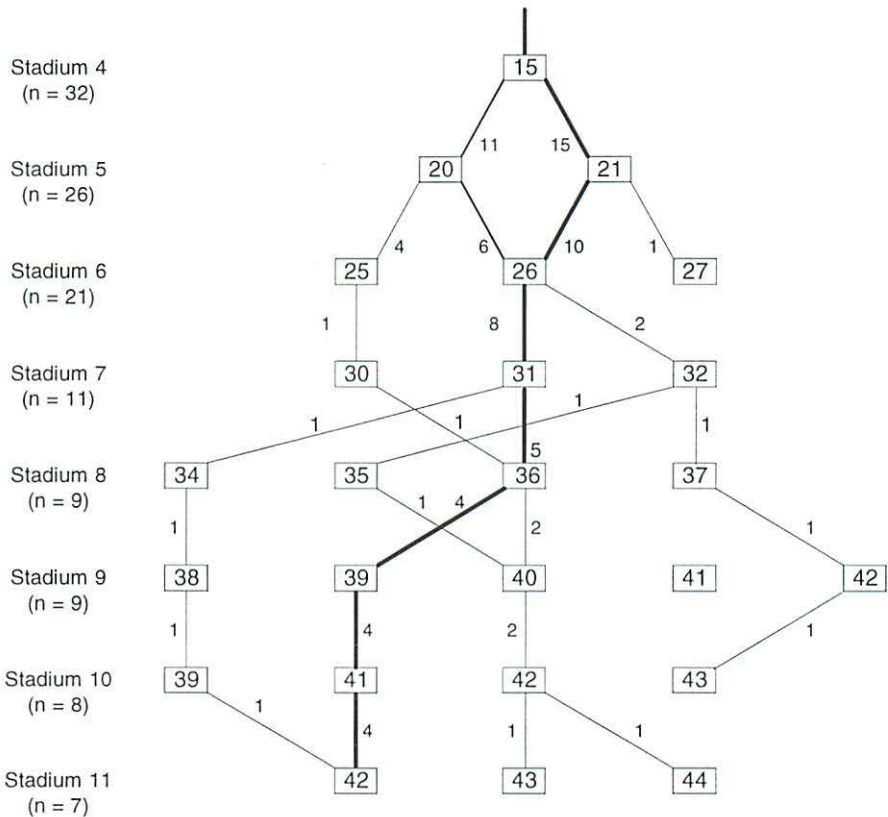


Abb. 1 Entwicklungsgänge von *Julus terrestris*. In horizontalen Reihen ist die beobachtete Anzahl beintragender Ringe für jedes Stadium dargestellt. Die Ziffern an den Verbindungslinien zeigen die Anzahl Tiere, die vor und nach der Häutung eine entsprechende Anzahl beintragender Ringe aufwiesen. Dicke Verbindungslinien zeigen die Hauptentwicklungsgänge. Alle Tiere entstammen demselben Eigelege.

3.4. Entwicklung und Phänologie

Die Dauer der Embryonalentwicklung ist nicht rekonstruierbar, da der Termin der Eiablage im Labor nicht bekannt war. Sie kann maximal 1-1,5 Monate betragen haben, da die Tiere im Februar gesammelt wurden, die Haltungsbehältnisse sporadisch überprüft wurden und die Tiere Mitte April aus den Eiern geschlüpft waren. Etwa 3 Wochen nach dem Schlüpfen waren viele Tiere im Stadium III, die ersten hatten bereits Stadium IV erreicht. Die Dauer der nachfolgenden Stadien waren jeweils deutlich länger. Nach knapp 15 Monaten erreichten die ersten Zuchttiere im Mai/Juni des 2. Lebensjahres die Geschlechtsreife. Über die Wintermonate setzte eine Phase geringerer Aktivität und Nahrungsaufnahme ein.

Außer beim Schlüpfvorgang und den Häutungen konnte keine Bewegungsaktivität bei Tieren der Stadien I und II beobachtet werden. Erst Tiere im Stadium III waren bewegungsaktiv und nahmen Nahrung auf.

Abbildung 2 zeigt die Phänologie von *J. terrestris* aus Barberfallenfängen. Im Freiland war die Aktivitätsdichte unmittelbar nach dem Hochwasserabfluß Mitte April am höchsten, jedoch wurden Tiere bis Dezember gefangen. Nur wenige juvenile Tiere traten in Fallen auf (Stadium III im August, Stadium IV im Juni und September). Zu Beginn und am Ende der Fangsaison (April bzw. November/Dezember) waren Tiere der Stadien VI-VIII und X am häufigsten.

4. Diskussion

4.1. Anamorphose

Die Ergebnisse zur Anamorphose von *J. terrestris* aus der Zucht stimmen mit den für andere Juliformia bekannten Regelmäßigkeiten überein (»law of anamorphosis« u. a., vgl. ENGHOFF et al. 1993).

Die konstante Anzahl beintragender Ringe der Stadien I-IV korrespondiert mit entsprechenden Befunden zu *Julus scandinavicus* und *Ophiulus pilosus* (BLOWER 1970, BLOWER & MILLER 1974). Die Anzahl beintragender Ringe der Stadien IX-XI ist z. T. deutlich größer als SCHUBART (1934) für *J. terrestris* angibt (dort angegeben als Zahl der Beinpaare). Für Tiere aus Freilandfängen stimmt sie bis zum Stadium IX gut mit entsprechenden Angaben zu *J. scandinavicus* überein. Bei den Stadien X und XI von *J. terrestris* wurden im Vergleich tendenziell weniger beintragende Ringe gezählt. Bei der Anzahl beinloser Ringe am Körperende ist bei *J. terrestris* keine auffällige Abweichung von den Befunden zu *J. scandinavicus* festzustellen (vgl. BLOWER 1970). In dem von BLOWER (1970) untersuchten Wald bei Cheshire (England) waren Tiere der Art *J. scandinavicus* im Stadium XI nicht selten, offenbar aber seltener als Tiere im Stadium X. Im Unteren Odertal wurden dagegen nur zwei Tiere von *J. terrestris* im Freiland im Stadium XI gefunden.

Die gemessenen Körperlängen der Stadien IX-XI sind z. T. größer als von SCHUBART (1934) allgemein für *J. terrestris* angegeben. Die Körperlängen der einzelnen Stadien von *J. terrestris* entsprechen in etwa den Angaben zu *J. scandinavicus* (BLOWER 1970). Die für *J. terrestris* bei Tieren aus dem Freiland gemessenen Körperhöhen sind z. T. geringer als bei SCHUBART (1934) und bei allen untersuchten Stadien deutlich geringer als bei *J. scandinavicus*. In Übereinstimmung mit entsprechenden Angaben zu *J. scandinavicus* (BLOWER 1970, 1985) sind bei *J. terrestris* Weibchen in ihren Körperausmaßen bei gleichem Entwicklungsstadium größer als Männchen.

Die geringere Körpergröße, die geringere Zahl an Körperringen sowie die z. T. »spätere« Reifehäutung bei Männchen der Zuchttiere gegenüber den Freilandtieren könnten mit den Zuchtbedingungen zusammenhängen. Dafür spricht, daß die »zu geringen Zuwächse« dann auftraten, als die Mortalität in der Zucht am höchsten war (zwischen Entwicklungsstadium VI und VII). Diese Unterschiede könnten aber auch damit zu erklären sein, daß die Zucht nur auf ein einziges Gelege zurückgeht und somit eine geringere Variabilität als eine natürliche Population aufweist, wobei das Phänomen des vergleichsweise geringeren Ringzuwachses dann zufällig zustande gekommen wäre.

4.2. Sexualdimorphismus und Reifehäutung

Sexualdimorphismus tritt ab Stadium VII auf. Geschlechtsreife Männchen sind in den Stadien IX-XI gefunden worden, jedoch in der Laborzucht erst im Stadium XI. Für die Freilandfänge stimmt dies überein mit entsprechenden Angaben zu *J. scandinavius* (BLOWER 1970, 1985).

4.3. Entwicklung und Phänologie

Der Befund, daß sich Tiere im Stadium I und II praktisch nicht bewegen, stimmt mit entsprechenden Angaben zu *J. scandinavius* und *Ophiulus pilosus* überein (BLOWER 1985).

Die vorliegenden Daten zur Phänologie von *J. terrestris* sind nur begrenzt aussagefähig, da man mit der verwendeten Fangmethode im Freiland nur Aktivitätsdichten feststellen kann. Besonders laufaktive Stadien oder Geschlechter werden häufiger gefangen, zudem ist zu vermuten, daß die Laufaktivität sich auch innerhalb eines Stadium des gleichen Geschlechts im Jahreslauf ändert.

J. terrestris ist im Frühjahr offenbar vermehrt aktiv, zeigt aber im weiteren Verlauf des Jahres keine ausgeprägte Aktivitätspause.

Angesichts der Entwicklungszeiten von ca. 3 Wochen vom Ei bis zum Stadium III im Labor ist zu vermuten, daß die im Freiland gefangenen Tiere der Stadien III und IV aus Eiern geschlüpft waren, die im gleichen Jahr gelegt wurden (d. h. wegen des Hochwassers frühestens ab Mitte April). Unter den überwinterten Stadien (VI-XI) dürften die Jüngeren der neuen Generation entstammen. Ob diese im darauffolgenden Jahr bereits zur Fortpflanzung kommen oder erst im übernächsten (und damit dritten Jahr), ist anhand der vorliegenden Daten nicht zu klären. Im letzteren Fall würde die Phänologie von *J. terrestris* übereinstimmen mit entsprechenden Befunden zu *J. scandinavius* aus England, wo ein dreijähriger Reproduktionszyklus gefunden wurde (BLOWER 1970). Ob es sich bei *J. terrestris* wie bei *J. scandinavius* (BLOWER 1970) um eine semelpare Art handelt, bleibt offen.

5. Zusammenfassung

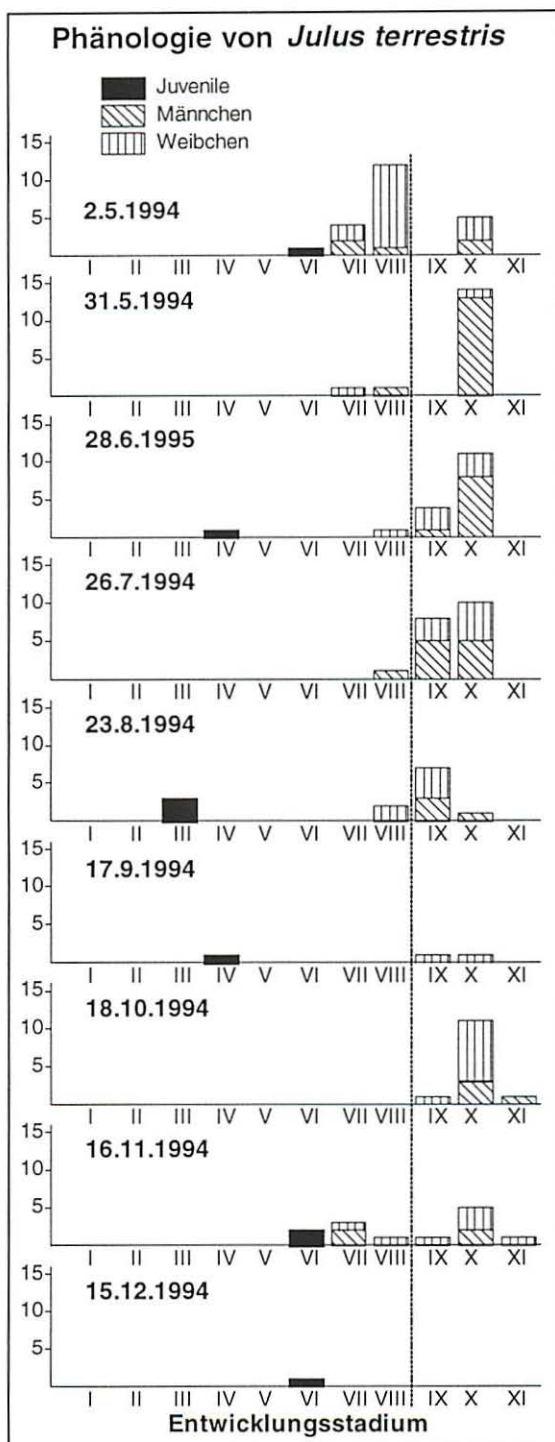
In der vorliegenden Arbeit wurde die postembryonale Entwicklung von *Julus terrestris* anhand von Barberfallenfängen aus dem Jahr 1994 untersucht, die aus dem Nordosten Deutschlands (Unteres Odertal, Brandenburg) stammen. Zur Bestimmung individueller Entwicklungsgänge wurden Tiere aus Eiern gezüchtet.

Es werden grundlegende Daten zur Anamorphose von *J. terrestris* vorgestellt (Anzahl beinloser und beintragender Ringe sowie Körperlängen und -höhen) sowie individuelle Entwicklungsgänge angegeben.

Die postembryonale Entwicklung von *J. terrestris* ist der von *Julus scandinavius*, die in England untersucht wurde, ähnlich.

Phänologische Daten aus Barberfallenfängen eines Jahres lassen nicht erkennen, ob der Lebenszyklus von *J. terrestris* zwei- oder dreijährig ist.

Abb. 2 Phänologie von *Julus terrestris* im Freiland. Fangzahlen der Tiere aus Barberfallen im Jahre 1994, aufgeschlüsselt nach Entwicklungsstadium und Geschlecht. Ab Stadium VII waren die Geschlechter unterscheidbar, frühestens ab Stadium IX waren die Tiere geschlechtsreif (s. Text). Die Fallen wurden am 19.4.1994 ausgebracht, z. T. sind mehrere Leerungstermine zusammengefaßt.



7. Danksagung

Dank schulde ich Herrn Professor Dr. Weigmann, der die Arbeitsmöglichkeiten stellte. Frau Dr. Voigtländer bestätigte freundlicherweise die Identität der Art *Julus terrestris*. Die Freilanddaten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes »Tier- und pflanzenökologische Untersuchungen im deutsch-polnischen Nationalpark Unteres Odertal«, gefördert durch den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, gesammelt.

8. Literatur

- BLOWER, J. G. (1970): The millipedes of a Cheshire wood. - J. Zool., London **160**: 455-496
- (1985): Millipedes. - In KERMACK, D. M. & R. S. K. BARNES (eds.): Synopses of the British Fauna. Linnean Society of London & Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, New Series 35. Brill/Dr. W. Backhuys, London, 242 S.
- & P. F. MILLER (1974): The life-cycle and ecology of *Ophiulus pilosus* (Newport) in Britain. - Symp. zool. Soc. Lond. **32**: 503-525
- ENGHOFF, H., W. DOHLE & J. G. BLOWER (1993): Anamorphosis in millipedes (Diplopoda) - the present state of knowledge with some developmental and phylogenetic considerations. - Zool. J. Linn. Soc **109**: 103-234
- GULIČKA, J. (1985): Kritisches Verzeichnis der Diplopoden der ČSR (Böhmen/Čechy, Mähren/Morava, Schlesien/Slezsko). - Faun. Abh. Dresden **12**, 11: 107-123
- LOKŠINA, I. E., S. I. GOLOVATCH (1979): Diplopoda of the USSR fauna. - Pedobiologia **19**: 318-389
- SCHUBART, O. (1934): Tausendfüßler oder Myriapoda I. Diplopoda. - In DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 28. Teil. Fischer, Jena, 318 S.
- Voigtländer, K. (1987): Untersuchungen zur Bionomie von *Enantiulus nanus* (Latzel, 1884) und *Allajulus occultus* C. L. Koch, 1847 (Diplopoda, Julidae). - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **60**, 10: 1-116
- (1992): Myriapoda - Vielfüßer, Tausendfüßer. - In HANNEMANN, H.-J., B. KLAUSNITZER & K. SENGLAUB (Hrsg.): Exkursionsfauna von Deutschland, begr. v. E. Stresemann; Band 1: Wirbellose. 8. Auflage, Volk und Wissen, Berlin: 544-565
- (1996): The life cycle of *Cylindroiulus latestriatus* (Curtis, 1845). - In GEOFFROY, J. J., J. P. MAURIÈS & M. NGUYEN DUY-JAQUEMIN (eds.): Acta Myriapodologica. Mém. Mus. natn. Hist. nat. **169**: 501-508
- ZERM, M. (1997): Die Fauna der Tausend-, Hundert- und Zwergfüßer (Myriapoda: Diplopoda, Chilopoda, Symphyla) sowie der Landasseln (Isopoda, Oniscidea) im Unteren Odertal, unter besonderer Berücksichtigung des Standortfaktors Überschwemmung. - Zool. Beitr. **38**, 1: 1-38

Manuskriptannahme: 22.1.1998

Anschrift des Verfassers:

Matthias Zerm, AG Tropenökologie, Max-Planck-Institut für Limnologie,
August-Thienemannstraße 2, D-24306 Plön