

Pentastomiden, Pentastomosen und ihre humanmedizinische Bedeutung

Wolfgang BÖCKELER, Ira RICHLING & Helmut SATTMANN

Abstract: Pentastomids, pentastomosis and their importance in human medicine. Pentastomosis is a globally known zoonotic infection caused by so-called tongue-worms, Pentastomida or Linguatulida (Arthropoda). This group includes about 120 species with sizes up to 160 mm. All life stages are obligate endoparasites. 91 % of their hosts are reptiles, and 5 % parasitize mammals including humans (zoonosis). Amphibians and birds each represent 2 % of the hosts. Systematically, pentastomids are a poorly defined taxon of vermiform, blood-sucking endoparasites that inhabit the respiratory tract of their hosts. The so-called „Halzoun Syndrome“ in the Middle East and Africa describes nasopharyngeal pentastomosis infections from *Linguatula serrata*, which occur when raw organs of ruminants infested with *Linguatula*-cysts are eaten. After several weeks, victims sneeze out entire *L. serrata* females and males. The genera *Linguatula*, *Armillifer* and *Porocephalus* are known to infect humans and cause visceral pentastomosis. Close contact with Canidae or tropical snakes may effect these infections. The clinical prognosis is usually quite good in both cases.

In a short historical appendix the work of CARL M. DIESING in anatomical and systematic research on Pentastomids is commemorated.

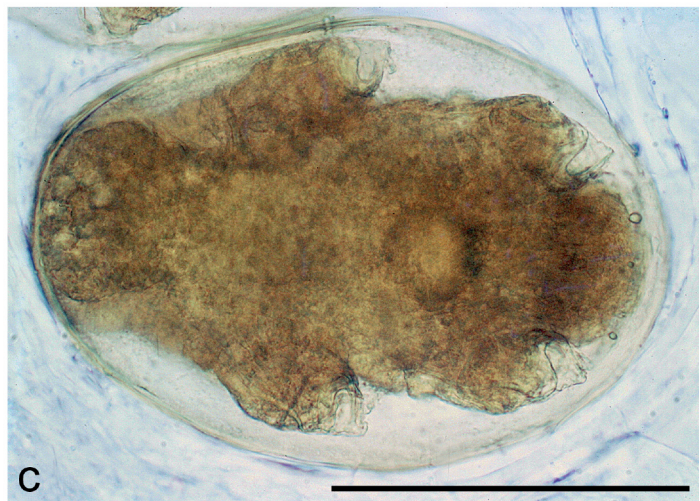
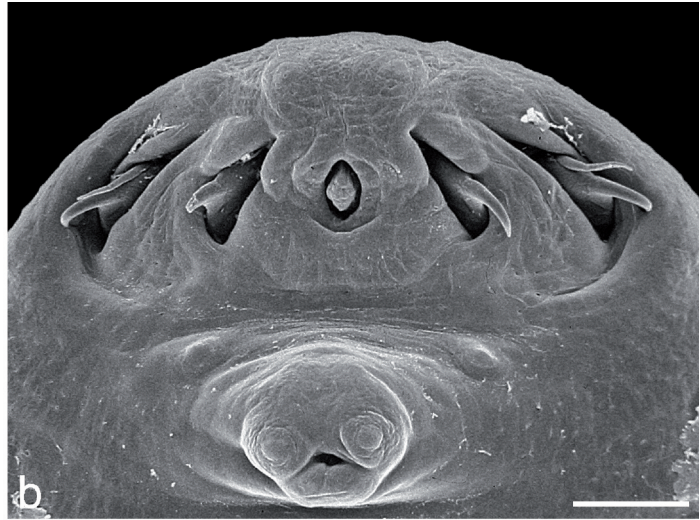
Key words: Linguatulida, pentastomosis, zoonosis, clinical manifestations.

Inhaltsübersicht

1. Einleitung	412
2. Systematische Stellung, Phylogenie, Klassifikation	412
3. Artenzahl, Verbreitung, Epidemiologie	413
4. Morphologische und biologische Charakteristik	413
5. Pentastomose – der Mensch als Wirt von Pentastomiden ..	414
5.1. Entwicklungszyklus von <i>Linguatula</i> spp., Erreger einer nasopharyngealen und einer viszeralen Pentastomose	415
5.2. Entwicklungszyklus von <i>Porocephalus</i> spp. und <i>Armillifer</i> spp., Erreger der viszeralen Pentastomose über Schlangen	415
5.3. Klinik der nasopharyngealen Pentastomose durch <i>Linguatula</i> spp.	416
5.4. Klinik der viszeralen Pentastomose durch <i>Linguatula</i> spp.	417
5.5. Klinik der viszeralen Pentastomose durch <i>Porocephalus</i> - und <i>Armillifer</i> -Arten	418
5.6. Diagnostik	418
5.7. Therapie und Prophylaxe	419
6. Diskussion	419
7. Anhang – Carl Moritz DIESING und die Wiener Pentastomiden-Sammlung	419
7.1. DIESINGS Monographie der Pentastomiden	419
7.2. DIESINGS morphologische Erkenntnisse	421
8. Dank	424
9. Zusammenfassung	424
10. Literatur	425

H. ASPÖCK (Hrsg.):
Krank durch
Arthropoden,
Denisia **30** (2010):
411–426

Abb. 1: Habitus und Geschlechtsdimorphismus der Pentastomida, gezeigt an
a: *Armillifer* sp. Weibchen (links), Männchen (rechts) (Lehrsammlung, Zoologisches Institut, Universität Kiel),
b: REM-Aufnahme: Vorderende eines Männchens von *Porocephalus* sp. aus *Crotalus durissus* LINNAEUS, 1758,
c: Ei mit infektiöser Larve von *Reighardia sterna* aus *Larus argentatus* PONTOPPIDAN, 1763 (Fotos: W. BÖCKELER);
 Balken: **a** = 1 cm, **b-c** = 100 µm.



1. Einleitung

Die Pentastomida (auch Linguatulida, Zungenwürmer) sind geschlechtsdimorphe wurmförmige Arthropoden (Abb. 1a) mit pseudometamerer Ringelung (BÖCKELER 1984a). Sie sind permanent-stationäre Endoparasiten, die sich von Blut und Schleim ihrer Wirte ernähren. Die meisten Arten leben als Erwachsene in den Atemorganen von Landwirbeltieren, in erster Linie Reptilien, einige in Säugern, Vögeln und Amphibien. Die Larven entwickeln sich in verschiedenen Wirbeltieren, manche auch in Insekten. Die meisten bekannten Arten entwickeln sich diheteroxen. Es sind aber auch homoxene Arten bekannt, z. B. *Reighardia sterna* (DIESING, 1864) und einige Vertreter der Gattung *Railietiella* SAMBON, 1910, die zum Teil auch zur Autoinfektion befähigt sind (BANAJA et al. 1976; BOSCH 1987; SELF 1969). Pentastomiden ♀♀ können bis zu 160 mm und die ♂♂ maximal 30 mm lang werden. Männchen sterben in der Regel nach der Kopulation ab (BÖCKELER 1984a) und spielen bei der Pathogenese nur eine untergeordnete Rolle. Manche Arten parasitieren auch den Menschen.

Die frühe Erforschungsgeschichte der Pentastomida ist in DIESING (1836) und in HEYMONS (1936) beschrieben.

2. Systematische Stellung, Phylogenie, Klassifikation

Die freilebenden Vorfahren der Pentastomida werden als „minimized arthropods“ aus dem Kambrium beschrieben, in Ablagerungen inmitten von kleinen Krebslarven (WALOSZEK & MÜLLER 1994). Ihre Größe betrug weniger als ein Millimeter. Der Übergang zum Parasitismus erforderte nicht nur die Verlängerung ihres (Hinter-) Körpers um ein Vielfaches zur Erweiterung des Darmtraktes und zur Vergrößerung von Ovar und Uterus (BÖCKELER 1984a), sondern zog noch weitere morphologische Adaptationen nach sich: Herz, Kreislauf-, Atem- und Exkretionssystem sowie Lichtsinnesorgane bildeten sich vollkommen zurück.

Die Einschätzung der systematischen Stellung der Pentastomida hat sich seit ihrer Entdeckung durch WRISBERG (1776) vielfach geändert. Während sie im

18. und bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts den „niederen Würmern“ zugeordnet wurden (s. z. B. DIESING 1850, LEUCKART 1860), siedelten spätere Forscher sie im Übergangsfeld von Anneliden zu den Arthropoden an (HEYMONS 1935; VON HAFNER 1974). OSCHKE (1963) sprach sich für eine Einordnung zu den Arthropoden („progoneate Myriapoden“) aus. Ihre Stellung innerhalb der Arthropoden ist bis zur Gegenwart noch Gegenstand kontroverser Diskussionen (WINGSTRAND 1972; BÖCKELER 1984a, ABELE 1989; STORCH & JAMIESON 1992; LAVROV et al. 2004). Fest steht jedoch, dass Pentastomida Arthropoden sind und in zwei Großgruppen unterteilt werden: Cephalobaenida und Porocephalida.

3. Artenzahl, Verbreitung, Epidemiologie

Es sind insgesamt etwa 120 Arten bekannt. Die Hauptverbreitung der Pentastomida liegt in den Tropen und Subtropen, wo sie überwiegend in Reptilien vorkommen. Pentastomida von Säugetieren und von bisher 13 bekannten Seevogelarten (Charadriiformes: Möwen, Seeschwalben und Alken) sind bis in die gemäßigten und kalten Zonen vorgedrungen (BÖCKELER & VAUKHENTZELT 1980). Die Endwirte der Pentastomiden sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Als Verursacher der Pentastomose des Menschen spielen der Kontakt mit Schlangen und der Verzehr unzureichend gegarter infestierter Säuger eine Rolle. Wirbellose kommen als Ansteckungsquelle nicht in Betracht.

4. Morphologische und biologische Charakteristik

Charakteristisch für die Pentastomida sind vier in Taschen zurückziehbare Haken und eine subterminal gelegene ovale Mundöffnung (= stoma; Abb. 1b). Diese fünf Öffnungen gaben dem Taxon schließlich den Namen Pentastomida = „Fünfmundtiere“, „Fünflochtier“ (RUDOLPHI 1819).

Die Cephalobaenida sind dadurch charakterisiert, dass ihre Hakenpaare hintereinander angeordnet sind, während bei den Porocephalida die Hakenpaare nebeneinander und in einer Reihe mit der Mundöffnung stehen (Abb. 1b).

Pentastomida sind überwiegend gelblich-weiße Tiere, deren Körperquerschnitt kreisrund ist und mit ihrer pseudometameren Ringelung an die Gestalt eines Regenwurmes erinnert. Eine Abweichung davon zeigt die humanmedizinisch bedeutsame Gattung *Linguatula* FROELICH, 1789, die dorsoventral abgeplattet, einer Zunge ähnelt (Abb. 3d) und mitunter leicht rötlich er-

Tab. 1: Wirtstiere der Pentastomida nach BOSCH (1987).

Serpentes (Schlangen)	43 %
Crocodylia (Krokodile)	24 %
Sauria (Echsen)	24 %
Amphibia (Amphibien)	2 %
Aves (Vögel)	2 %
Mammalia (Säuger)	5 %

scheinen kann. Nach ihr wurde die gesamte Großgruppe zeitweise „Linguatulida“ genannt (Abb. 1a, 3a-d).

Die Ontogenese beginnt mit einer Oozyte, die während ihrer Wanderung durch den Ovidukt aus einem Receptaculum seminis befruchtet wird. Die darauf im Uterus folgende Embryogenese bis zum infektiösen, larvenhaltigen Ei (Abb. 1c) dauert bei *Reighardia sterna* etwa 6 Monate.

Die Pentastomiden-Embryonen können sich z. B. bei *Reighardia sterna* schon in der Eihülle häuten. Die meisten Arten aber durchlaufen postembryonal mehrere Häutungen zu Jugendstadien in bzw. an den inneren Organen oder in der Hämolymphe der Zwischenwirte.

Nach Aufnahme durch den Endwirt durchbohren die Jugendstadien dessen Darmwand und beginnen eine Körperwanderung bis zu den Lungen bzw. Luftsäcken (z. B. bei Möwen), wobei ihnen offensichtlich ihre vor allem am Vorderende befindlichen Sensillen behilflich sind (STORCH & BÖCKELER 1979; von HAFNER 1926).

Die adulten Tiere leben ausnahmslos endoparasitisch und ernähren sich vom Blut bzw. vom nasopharyngealen Schleim ihrer Wirte.

Mit ihren 2 Hakenpaaren heften sie sich im Gewebe (z. B. Lunge, Eingeweide, Nasen-Rachenraum) fest und beginnen Blut oder Schleim zu saugen. Ihnen fehlen die ansonsten bei Arthropoden vorkommenden differenzierten Mundwerkzeuge. An ihre Stelle tritt eine von Chitin ausgekleidete elastische Mundhöhle mit cuticularem Mundring und dorsal ansetzender Zunge (THOMAS & BÖCKELER 1992a) (Abb. 2). Ventral von der Zunge verläuft ein im Querschnitt hufeisenförmig gebogener Pharynx mit dorsalem steifem Chitiring. Daran setzen Muskelstränge an, die die Zunge hochziehen und das Lumen des Pharynx nach dorsal erweitern können. Auf der ventralen Wand des Pharynx ist eine starke chitinige Versteifung zu erkennen. Sie setzt sich in mehreren Verzweigungen caudad fort, die als Ansatzstellen für Muskelbündel dienen.

Die in Abbildung 2 dargestellten anatomischen Grundlagen erlauben eine Interpretation des Saugaktes bei Pentastomiden, der letztlich in der Erzeugung eines Unterdruckes besteht, um Kapillarwände zu zerstören, Blut zu saugen oder Schleim bzw. Hämolymphe aufzunehmen (THOMAS & BÖCKELER 1992a).

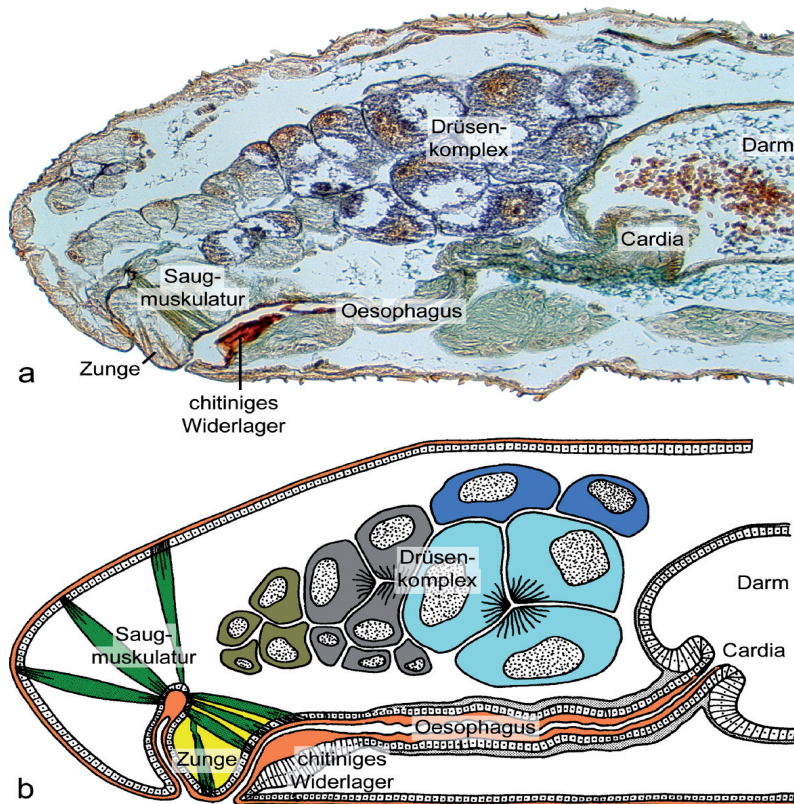


Abb. 2: Vorderende von *Reighardia sterna*: **a:** histologischer und **b:** schematischer Längsschnitt (verändert nach THOMAS & BÖCKELER 1992a).

Die Nahrungsflüssigkeit gelangt nach der Pharynx-Passage über einen chitinig ausgekleideten Ösophagus und eine Kardie in den Darm (Abb. 2). Dort wird sie von den mit Mikrovilli ausgestatteten Epithelzellen auf-

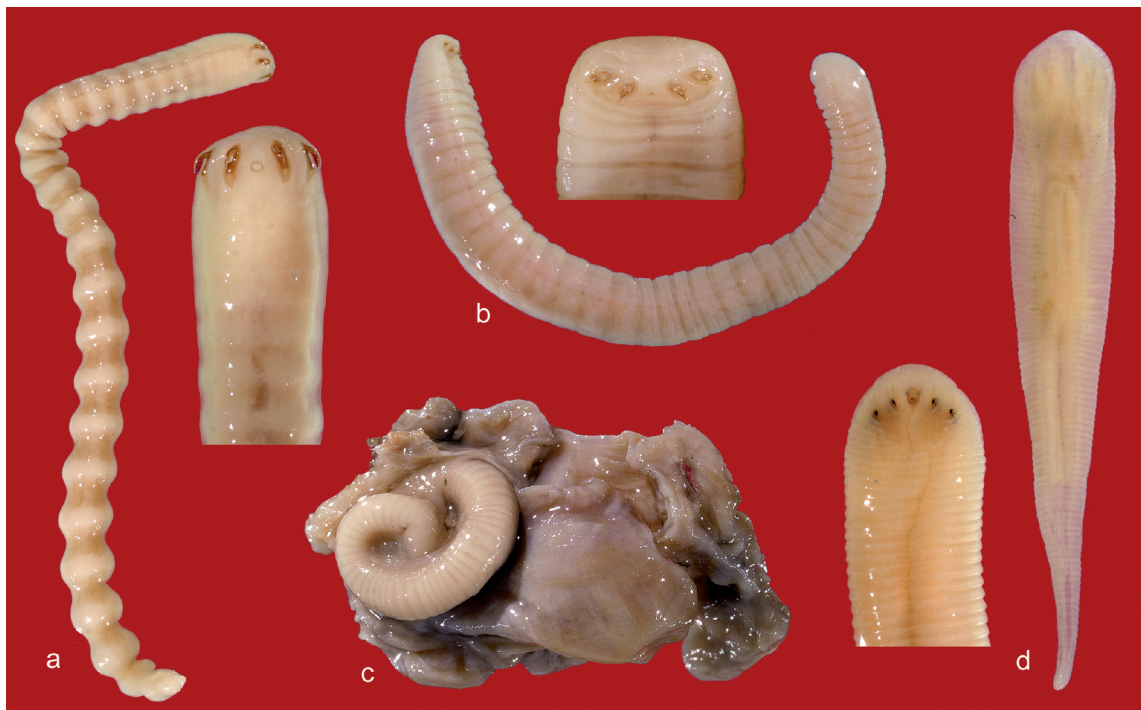
genommen und intrazellulär verdaut. Unverdauliches wird zusammen mit den Epithelzellen in das Darmlumen abgegeben und ausgeschieden (THOMAS & BÖCKELER 1992b).

STENDER-SEIDEL & BÖCKELER (2004) wiesen mindestens vier Drüsenausführgänge im Mundvorraum nach, die einem großen cephalen Drüsenkomplex (Abb. 2) entspringen. Es ist davon auszugehen, dass sie Sekrete produzieren, die beim Nahrungserwerb behilflich sind (z. B. histolytisch, gerinnungshemmend, bakterizid). Interessant im Zusammenhang mit den Funktionen des Drüsenkomplexes ist, dass bei Reptilien fast nie histopathologische bzw. pyrogene Veränderungen an den befallenen Geweben beobachtet wurden. Die humanmedizinische Bedeutung der Pentastomiden ist im Allgemeinen gering, doch mitunter beim Menschen post mortem gefundene Zysten könnten auch eine Todesursache gewesen sein (s.u.).

5. Pentastomose – der Mensch als Wirt von Pentastomiden

Die Pentastomose kann in zwei Erscheinungsformen auftreten. Bei der nasopharyngealen Pentastomose fungiert der Mensch als Endwirt (*Linguatula*). Die viszerale Pentastomose betrifft den Menschen als Zwischenwirt (*Linguatula*, *Armillifer* SAMBON, 1922, *Porocephalus* HUMBOLDT, 1811, etc.), wobei man von einem Fehlwirt sprechen muss, da der Mensch in der Regel nicht zur Beute der potenziellen Endwirte wird (carnivore Säuger, Schlangen). Er stellt also eine Sackgasse für die Larven dar.

Abb. 3: Vertreter der Zoonose-Erreger unter den Pentastomida,
a: *Armillifer* sp. (Länge: 85 mm),
b: *Porocephalus stilesi* (Länge: 65 mm) aus *Lachesis muta* (Peru, leg. J. KOEPECKE),
c: *Porocephalus* sp. - Juvenilstadium (25 mm, in Wirtsgewebe (Säugetier),
d: *Linguatula* sp. (a, c: Präparate aus der Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien) (Fotos: I. RICHLING).



Humanmedizinisch relevante Pentastomiden sind nahezu ubiquitär verbreitet (Abb. 3, Tab. 2). *Porocephalus*- und *Armillifer*-Arten fehlen nur in der Paläarktischen und *Linguatula*-Arten nur in der Australischen Region. *Armillifer*-Arten werden bevorzugt in Kobras (*Naja* spp.) und *Porocephalus*-Spezies eher in Klapperschlangen (*Crotalus* spp.) und in Grubenottern (z. B. in *Agkistrodon piscivorus* LACEPEDE, 1789) angetroffen.

In Tabelle 3 sind die Zoonose-Erreger unter den Pentastomiden zusammengefasst. Wenn der Mensch zum (Fehl-)Zwischenwirt mit viszeralem Symptomen wird, spielt er epidemiologisch praktisch keine Rolle. Als Endwirt von *Linguatula* kann er sehr wohl epidemiologisch eine Rolle spielen, da er die *Linguatula* ♀♀ mit ihren infektiösen Eiern ausnäst. Es sind zwei weitere mögliche Zoonose-Erreger in Tabelle 3 aufgenommen worden: *Parasambonia* STUNKARD & GANDAL, 1968 und *Waddycephalus* SAMBON, 1922. Klinische Fälle sind für diese Gattungen noch nicht nachgewiesen worden.

5.1. Entwicklungszyklus von *Linguatula* spp., Erreger einer nasopharyngealen und einer viszerale Pentastomose

Endwirte der Gattung *Linguatula* sind Hundartige (z. B. Fuchs, Wolf, Schakal, Wildhund), aber auch Löwe, Leopard, Hyäne und der Mensch, bei denen der adulte Parasit in Nasenhöhle und paranasalem Sinus lebt. In diesem Zyklus sind keine Reptilien involviert. Zwischenwirte sind herbivore Säugetiere.

Linguatula ♀♀ werden mit infektiösen Eiern ausge-näst (Abb. 4). Die stark klebenden Eier gelangen bei der Nahrungsaufnahme oder beim Trinken aus ver-seuchten Gewässern in die Zwischenwirte, häufig Rinder, Ziegen, Schafe, Kamele. Der Mensch kann ebenfalls als Zwischenwirt betroffen sein. Im Darm angekommen, schlüpfen die infektiösen Larven aus den Eiern. Eine histotrope Wanderung beginnt mit der Penetration durch die Darmwand und endet an den inneren Organen mit der Bildung von Zysten. Dieser Weg führt bei Tier und Mensch, in diesem Fall als Zwischen-wirte, zur viszerale Pentastomose. Der Befall der Zwischenwirte im Freiland führt nach v. HÄFFNER (1974) zu

Tab. 2: Biogeographische Verteilung der Pentastomiden-Verbreitung, zusammengestellt aus FAIN (1961), OVERSTREET et al. (1985), RILEY et al. (1981), RILEY et al. (1987), STUNKARD & GANADAL (1968).

Biogeografische Region/ Pentastomida	<i>Porocephalus</i> , <i>Armillifer</i>	<i>Linguatula</i>	<i>Parasambonia</i> , <i>Waddycephalus</i>
Äthiopische Region	+	+	
Australische Region	+		+
Orientalische Region	+	+	+
Neotropische Region	+	+	
Nearktische Region	+	+	
Paläarktische Region		+	

Verhaltensänderungen, die sie zu leichter Beute für karnivore Raubtiere werden lässt. Nach dem Verzehr der inneren Organe der Zwischenwirte durch geeignete Endwirte befreien sich die Nymphen im Dünndarm aus ihren Zysten und wandern den Ösophagus hoch über die Choanen in den Nasen-Rachenraum und verursachen die nasopharyngeale Pentastomose.

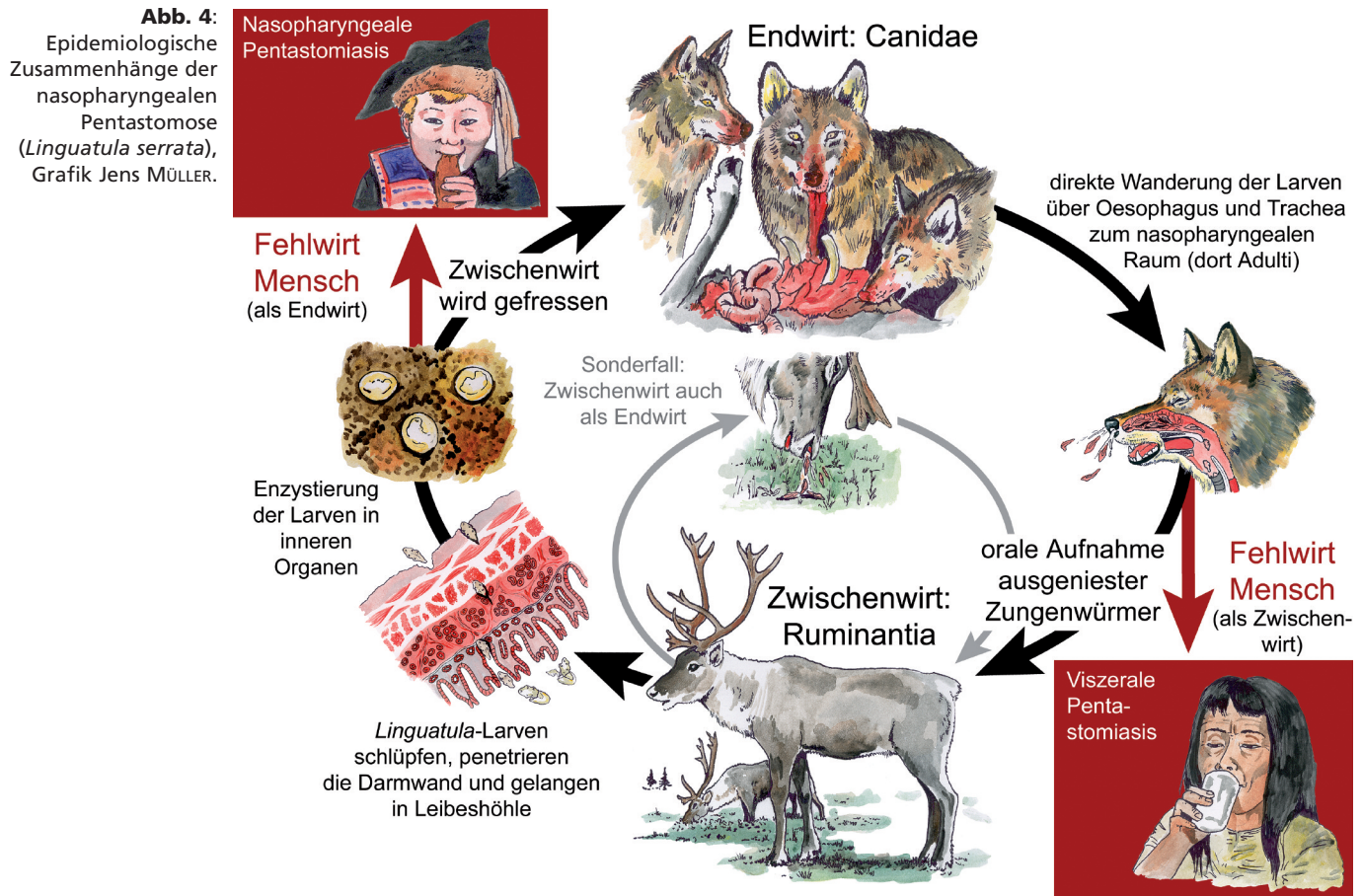
Bei einem ungewöhnlichen und erst selten beobachteten Weg zur nasopharyngealen Pentastomose (z. B. bei Rentieren, RILEY et al. 1987) gelangen die aus den Eiern geschlüpften Larven nicht in den Darm, sondern wandern direkt aus dem Magen des Herbivoren zurück in den Ösophagus, gelangen von hier aus in die Choanen und in den nasopharyngealen Raum, womit der eigentliche Zwischenwirt zum Endwirt wird. Dann führt der Befall zu adulten *Linguatula*-Individuen, die wieder mit infektiösen Eiern ausgenäst werden.

5.2. Entwicklungszyklus von *Porocephalus* spp. und *Armillifer* spp., Erreger der viszerale Pentastomose über Schlangen

Adulte *Porocephalus*- oder *Armillifer*-♀♀ leben in der Lunge von Schlangen und entlassen sukzessive Eier, die durch das Flimmerepithel, von den Bronchiolen und der Trachea kommend, in den Rachen gelangen und über das Gastrointestinal-System und die Fäzes ausgeschieden werden. Es können aber auch ganze Tiere den Weg bis in die Mundhöhle nehmen und als Ganzes oder in Teilen in einer gallertig-schleimigen Masse (Abb. 6, kleine Kreise) über den Mund nach außen gelangen.

Tab. 3: End- und Zwischenwirte bei den Zoonose-Erregern nach BOSCH (1987).

Ordnung	Familie	Gattung	Endwirte	Entwicklung/Zwischenwirte
Porocephalida	Porocephalidae	<i>Porocephalus</i>	Schlangen	Säuger, Reptilien, Mensch als Fehlwirte
	Armilliferidae	<i>Armillifer</i>	Schlangen	Säuger, Mensch als Fehlwirte
Linguatulidae	Linguatulidae	<i>Linguatula</i>	carnivore Säuger, Mensch	herbivore Säuger, Mensch als Fehlwirte
		<i>Parasambonia</i>	Schlangen	heteroxen über Vertebraten (?)
		<i>Waddycephalus</i>	Schlangen	heteroxen über Vertebraten (?)



Auf Grund ihrer Klebrigkeit haften die freiwerdenden Eikonglomerate auf dem Untergrund und werden von Kleinsäugern als den natürlichen Zwischenwirten aufgenommen. Nicht selten kleben sie aber auch an der Haut der Schlangen, wenn diese sich z. B. über die Gallertmasse hinweg bewegen. Dann sind auch Menschen

in Gefahr, die mit kontaminierten Schlangen in Berührung kommen und Pentastomiden-Eier oral aufnehmen (Abb. 6). Die aus den aufgenommenen Eiern schlüpfenden Larven durchbohren den Darm, setzen sich an den inneren Organen fest und beginnen sich zu enzystieren (Abb. 3c). Beim Menschen sind vor allem Lunge und Leber betroffen. Bei Kleinsäugern können auch Darm, Lymphgefäße und Ösophagus befallen sein.

Wird der Zwischenwirt von einer Schlange aufgefressen, befreien sich die inzwischen durch Häutung größer gewordenen juvenilen Stadien und erreichen durch eine Körperwanderung das respiratorische System der Schlange (Abb. 5).

5.3. Klinik der nasopharyngealen Pentastomose durch *Linguatula* spp.

Der Befall mit adulten *Linguatula* wird in der Türkei, im Iran, in Marokko, Griechenland und Indien gelegentlich beobachtet. Häufiger kommt er jedoch im Libanon und in zentralafrikanischen Staaten vor und wird dort als „Halzoun-Syndrom“ bezeichnet (SCHWABE 1958). Zur Infestation kommt es durch den Verzehr von rohem oder unzureichend gegartem Fleisch, insbesondere Leber, Lunge, Trachea und Magen von den natürlichen Zwischenwirten (z. B. Ziege, Schaf). Falls die Aufnahme von befallenen Organen zum Erbrechen führt, können die ca.



Abb. 5: *Porocephalus stilesi* ♀♀ in der Lunge von *Lachesis muta* (Peru, leg. J. KOEPECKE) (Foto: I. RICHLING); Balken: 1 cm.



Abb. 6: Epidemiologische Zusammenhänge der viszeren Pentastomose (*Porocephalus*, *Armillifer*) (Grafik: Jens MÜLLER).

5-10 mm langen Jugendstadien im Erbrochenen nachgewiesen werden. In anderen Fällen wird nach Aufnahme eine Gehörlosigkeit beobachtet (DRABICK 1987). Im Sudan wird eine ähnliche Erkrankung unter dem Namen „Marrara“ (YAGI et al. 1996) beschrieben. Nach dem Verzehr von Pentastomiden-haltigen Organen kann nach YAGI et al. (1996) zeitgleich eine Hypersensitivitätsreaktion des oberen Respirationstraktes und der bukkopharyngealen Mukosa auftreten. Untersuchungen im Sudan zeigten, dass 20 % von 240 untersuchten Erwachsenen solche nasopharyngealen Allergien nach dem Verzehr von Ziegen- oder Schafeingeweiden aufwiesen. Beobachtet werden auch Juckreiz, Gesichtssedeme, Rhinitis, Pharyngitis, Atemnot und Erbrechen einige Stunden nach der Aufnahme der befallenen Innereien. Bakterielle Sekundärinfektionen verursachten Mittelohr-Entzündungen (YAGI et al. 1996). Dass der Mensch ein Zufalls- oder auch Fehlwirt für beide Generationen (Jugendstadien und Adulti) ist, manifestiert sich vor allem in der höheren Anzahl von Symptomen als bei Tieren. Es gibt aber auch Fälle, in denen ein geringer Befall mit *Lingua-*

tula-Stadien symptomlos verlaufen kann. Dann entwickeln sie sich zu adulten Tieren und werden nach einer Präpatenz von einigen Wochen ausgeniest und in die Umgebung abgegeben. In China entdeckten MA et al. (2002) drei Fälle von nasopharyngealer Linguatulosis. Sie fordern ebenso wie HOPPS (1971) Vorsorgeuntersuchungen in China, weil sie eine wesentlich höhere Prävalenz vermuten.

5.4 Klinik der viszeren Pentastomose durch *Linguatula* spp.

V. HAFFNER (1974) berichtet, dass Anfang des 20. Jahrhunderts in Deutschland Larven und Nymphen von *Linguatula* spp. beim Menschen (hauptsächlich in Lunge und Leber) vorgekommen sind. Die Nähe zu Hunden und die mangelnde Hygiene spielten dabei noch eine große Rolle. KOCH (1906) untersuchte in Berlin 400 Leichen und fand bei 47 (= 11,75 %) Pentastomiden. SONOBE (1927) fand in Louisiana (New Orleans) Zysten in 16 von 500 Lebern (post mortem). Die Intensität des Befalls mit *Linguatula*-Larven stellte sich in allen Fällen

als gering dar. Im Verlauf des 20. Jahrhunderts konnte die viszerale Linguatulose durch die verbesserte Hygiene in Deutschland stark reduziert werden. TAPPE et al. (2006) berichten jedoch noch über einen 39-jährigen Patienten russischer Herkunft, der schon seit 1999 ununterbrochen in Deutschland lebte, und sich mit akutem starken Gewichtsverlust, Schweißausbrüchen und Schmerzen in der Brust vorstellte. Es wurden viele Knötchen mit gehäuteten *Linguatula*-Larven festgestellt. Nach operativer Entfernung blieben Husten und Brustschmerzen. Die Autoren nennen die kutikulären Überreste der Parasiten als Ursache. In den USA (North Carolina) fanden GARDINER et al. (1984a) bei einem zur Laparotomie anstehenden 62-jährigen Patienten einen verkalkten Knoten an der Leber, den sie eindeutig als eine ehemalige *Linguatula*-Zyste diagnostizieren konnten. In einer anderen Studie (GARDINER et al. 1984b) in den USA fanden sie ebenfalls Patienten mit Knoten von *L. serrata* FROELICH, 1789 an der Leber, von denen drei als autochthon galten. In Ecuador wurde von LAZO et al. (1999) ein frühes Pentastomiden-Stadium bei einer 34 Jahre alten Einheimischen im Auge entdeckt (starke Conjunctivitis mit Sehschwierigkeiten). Es handelte sich um ein wanderndes drittes Jugendstadium von *L. serrata*. Die Autoren berichten über weitere Literatur, wo *Linguatula*-Larven im Auge beschrieben werden.

5.5. Klinik der viszeralen Pentastomose durch *Porocephalus*- und *Armillifer*-Arten

Verschiedene Schlangenarten mit den Pentastomiden-Gattungen *Armillifer* und *Porocephalus* sind die Infektionsquelle für Menschen. Die graviden Weibchen leben in den Lungen und den sich ihnen kaudal anschließenden Luftsäcken der Schlangen (z. B. Würgeschlangen, Klapperschlangen etc.) und produzieren Eier.

Präparatoren und Mitarbeiter von Reptilien-Verarbeitungsbetrieben sind hier gefährdet. Auch über kontaminiertes Trinkwasser kann eine Übertragung auf den Menschen erfolgen. Die Gefahr besteht darin, direkt infektiöse Eier oder gravide Weibchen aufzunehmen. Die aus den Eiern im Zwischenwirt schlüpfenden Primärlarven durchbohren die Darmwand und setzen sich in der Leibeshöhle an den verschiedenen Organen fest, kapseln sich ein und entwickeln sich über mehrere Häutungen zu einem (normalerweise für den Endwirt) infektiösen Übertragungsstadium. Dieses Stadium kann unbemerkt überdauern oder je nach Lokalisation selten zu Schmerzen und mittelschweren bzw. schweren Komplikationen (z. B. steigende Insuffizienz der befallenen Organe) führen.

5.6. Diagnostik

Das diagnostische Bild der nasopharyngealen Pentastomose wird vor allem durch ausgenieste adulte *Linguatula* ♀♀ geprägt. Daneben lassen sich im Ausgeniesten und bisweilen etwas blutigem Schleim sowohl Jugendstadien als auch ca. 65 µm große, meist rund-ovale Eier nachweisen, die Milbeneiern ähneln (Abb. 1c). In ihnen befinden sich schon die fertigen Larven. Auch im Stuhl werden heruntergeschluckte *Linguatula*-Eier gefunden. Bei der viszeralen Pentastomose des Menschen stellen sich vor allem abgestorbene (eingekapselte), aber auch vitale Jugendstadien aller relevanten Gattungen bei einer Durchleuchtung als helle, leicht gekrümmte Strukturen von 2-3 cm dar.

Da die viszerale Pentastomose in vielen Fällen symptomlos bzw. unspezifisch verläuft, wird sie eher zufällig, z. B. bei einer Röntgenaufnahme (kalzifizierte Jugendstadien) oder bei einer Autopsie entdeckt. Zudem ruft ein Befall keine spezifischen Immunreaktionen hervor. Daher sind serologische Tests nicht einfach zu entwickeln. Bei der Anwendung von Gel-Immudiffusions- und Indirektem Immunfluoreszenz-Test (IIFT) werden große Mengen an Antikörpern benötigt (DRABICK 1987).

NZEH et al. (1996) analysierten in einem nigerianischen Krankenhaus Röntgenaufnahmen der Abdominalregion von 214 Patienten und fanden in drei Fällen, bei einem 50 und einem 70 Jahre alten Patienten und bei einer 35 Jahre alten Patientin, kalzifizierte, kommaförmige Individuen von *Armillifer armillatus* (WYMAN, 1847) (ca. 5mm lang).

Obwohl von manchen Menschen bekannt wurde, dass sie mehrere Hundert Zysten mit Jugendstadien aufwiesen, blieben sie dennoch ohne Symptome. Lokale Ansammlungen hoher Konzentrationen von Zysten können jedoch auch zum Tode führen (HERZOG 1985). Bei schwerer Erkrankung mit starken Symptomen, vor allem verursacht durch die Wanderung der Juvenilstadien und folgender Perforation der inneren Organe, ist die operative Entfernung der Pentastomiden dringend angezeigt (LAVARDE & FORNES 1999). Die Autoren beschreiben, dass etwa „100 Nymphen“ (= Juvenilstadien) von *A. armillatus* aus Lunge, Leber, Mesenterium und Darm eines Kongolesen zum plötzlichen Tod geführt haben. Die Symptome seien unspezifisch, toxikologische Tests negativ und MRI, CT, Elektromyogramm, EEG und CFS unauffällig gewesen. Der Patient habe sich aber neurologisch auffällig und depressiv verhalten. Daher wird vermutet, dass neurotoxische Substanzen von den Pentastomiden ausgehen könnten (LAVARDE & FORNES 1999).

DRABICK (1987) geht davon aus, dass die Pentastomiden-Stadien innerhalb von zwei Jahren absterben

und kalzifiziert werden. Trotz der hohen Inzidenz beim Menschen sind Todesfälle die Ausnahme.

Befallen werden alle inneren Organe, inklusive Mesenterialgewebe. Mehrere Autoren berichten, dass *Linguatula serrata*-Stadien von ihrem gewöhnlichen Wanderweg abweichen und im Auge angetroffen werden können (weitere Literatur bei LAZO et al. 1999).

5.7. Therapie und Prophylaxe

Die geeignete Therapie der Pentastomose beim Menschen ist noch umstritten, da bislang relativ wenige Erfahrungen vorliegen. Im Zeitalter des Internets wäre im Falle einer akuten Pentastomose eine aktuelle online-Recherche angezeigt. Eine Expositionsprophylaxe ist daher umso wichtiger. Diese ergibt sich aus den Entwicklungszyklen der involvierten Pentastomiden-Gattungen: Zur Vermeidung der nasopharyngealen Pentastomose sollten Innereien vor dem Verzehr gut abgekocht werden.

Der viszerale Pentastomose beugt man vor, indem herumstreunende Hunde in Endemiegebieten nicht berührt werden (*Linguatula* spp.) und bei der Handhabung von wildlebenden oder aus der Wildnis entnommenen Reptilien (v.a. Schlangen) Handschuhe benutzt werden (*Armillifer* spp. und *Porocephalus* spp.). In beiden Fällen verhindert man auf diese Weise die orale Aufnahme von Eiern mit infektiösen Larven oder von ganzen Pentastomiden ♀♂.

Tierpfleger in Reptilienfarmen, Mitarbeiter von Reptilien-Leder verarbeitenden Betrieben, Präparatoren und Veterinärmediziner gehören zu dem stärker gefährdeten Personenkreis (Abb. 6).

6. Diskussion

Die Pentastomiden geben noch viele Rätsel auf: nicht nur ihre Entwicklungsgeschichte ist umstritten, sondern es fehlen weitere Fakten zur humanmedizinischen Beurteilung: wie kann es sein, dass einige Autoren (s.o.) in Fallberichten den Tod von Patienten z. B. bei *Armillifer*-Infektionen beschreiben, andere sich über Patienten mit post mortem zufällig entdeckten mehreren hundert Larven wundern, die klinisch völlig inapparent waren. Möglicherweise liegt es daran, dass die vier verschiedenen *Armillifer*-Arten (*A. grandis* (HETT, 1915), *A. armillatus*, *A. moniliformis* (DIESING, 1836), *A. agkistrodontis* SELF & KUNTZ, 1966) unterschiedliche klinische Manifestationen bewirken und unterschiedliche diagnostische Ergebnisse zeigen. In der Literatur zu den Fallbeispielen wird selten angegeben, ob eine Artdiagnose vorgenommen wurde. In der Regel wurde *A. armillatus* als Verursacher angenommen. Die Gattungen *Linguatula* (*L. serrata*, *L. arctica* RILEY et al., 1987, *L. rhina-*

ria) und *Porocephalus* (*P. clavatus*, *P. crotali*, *P. dominicana*) beinhalten ebenfalls je mehrere Arten. Es ist also nicht auszuschließen, dass im Vorliegen verschiedener Pentastomiden-Arten Gründe für verschieden stark ausgeprägte klinische Manifestationen liegen.

7. Anhang – Carl Moritz DIESING und die Wiener Pentastomiden-Sammlung

Carl Moritz DIESING (*16.6.1800 †10.1.1867) war einer der führenden Helminthologen des 19. Jahrhunderts. Grundlage seiner systematischen Studien war die weltberühmte Helminthensammlung des k.k. Naturaliencabinet in Wien. Carl Moritz DIESING wurde in Krakau geboren, besuchte das Gymnasium in Lemberg und studierte ab 1819 Medizin an der Universität Wien. Ab 1829 war er Praktikant am kaiserlichen Mineralien-Cabinet, ab 1835 Aufseher am zoologischen Cabinet, 1836 wurde er zum Custosadjunkt ernannt. Er schuf neben zahlreichen anderen Publikationen das zweibändige Standardwerk „Systema Helminthum“ (DIESING 1850, 1851). Die Wiener Helminthensammlung wurde auf Initiative von Carl v. SCHREIBERS begründet und durch Johann Gottfried BREMSER seit 1806 systematisch aufgebaut. Einen bedeutenden Schwerpunkt stellen die Aufsammlungen Johann NATTERERS in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Brasilien dar (SATTMANN 2002).

7.1. DIESINGS Monographie der Pentastomiden

NATTERERS Aufsammlungen und die Wiener Sammlung sind die wichtigste Grundlage für den „Versuch einer Monographie der Gattung *Pentastoma*“ durch DIESING (1836). Dazu schreibt er in seiner Einleitung:

„Einem in der Schule des Wiener k.k. Hof-Naturalien-Cabinetes gebildeten, auch um andere Zweige der Zoologie hochverdienten österreichischen Reisenden war es vorbehalten, nicht nur die Anzahl der Arten von *Pentastoma* beträchtlich zu vermehren, sondern auch durch höchst genaue, in einem fernen Himmelsstrich während der Gefahren einer beschwerlichen und vieljährigen Reise angestellte Beobachtungen, die wichtigsten Erfahrungen über das Vorkommen dieser in unseren Klimaten so seltenen Thiere zu sammeln. Durch die von Herrn Johann NATTERER während seiner auf Allerhöchsten Befehl in Brasilien unternommenen Reise für das k.k. Hof-Naturalien-Cabinet zusammengebrachte in ihrer Art ganz einzige Sammlung von Binnenwürmern, über deren Umfang ich an einen anderen Ort einige Notizen gemacht habe, und mit deren Sichtung, Aufstellung und Bestimmung ich im Auftrag des Herrn Directors und Regierungsrathes Ritter von SCHREIBERS, der dieser so wichtigen Abtheilung der k.k. Sammlung

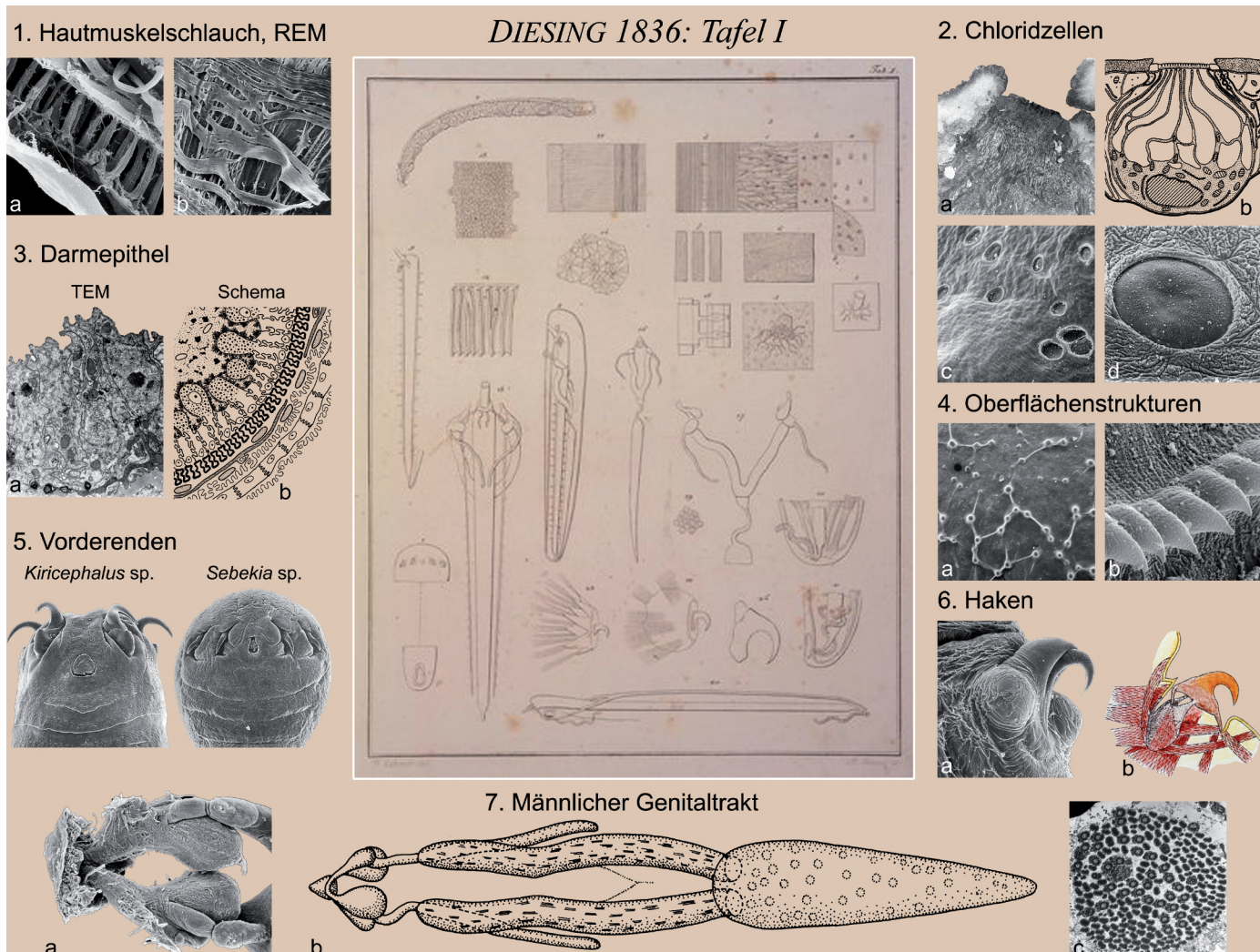


Abb. 7: Reproduktion der historischen Darstellung der Pentastomida von DIESING (1836: Tafel 1, Fig. 1-24) und Ergänzung neuerer Erkenntnisse (Fig. 7.1-7.7). **7.1:** Hautmuskelschlauch, **a:** innere Ringmuskulatur, **b:** innere Längsmuskulatur. **7.2:** Chloridzellen, **a:** histologischer Querschnitt, **b:** schematischer Querschnitt, **c-d:** REM – Oberfläche. **7.3:** **a-b:** Darmepithel von *Reighardia sterna*. **7.4:** Oberflächenstrukturen von **a:** *Reighardia sterna*, **b:** *Linguatula serrata*. **7.5:** Vorderenden von *Kiricephalus* sp. und *Sebekia* sp. **7.6:** Haken von *Raillietiella furcocerca*. **7.7:** Männlicher Genitaltrakt von Pentastomiden (Schema).

seit ihrer ersten Begründung durch ihn, und durch meinen hochgefeierten und unvergesslichen Lehrer, Dr. BREMSER, seine aufgeklärte Vorsorge ununterbrochen widmet, seit mehreren Jahren beschäftigt bin; wurde ich in Stand gesetzt eine Monographie dieser Gattung in nachfolgenden Blättern zu bearbeiten. Möge diess auf eine des mir zu Gebote stehenden Materiales nicht unwürdige Weise geschehen sein.“

Johann Gottfried BREMSER (1767-1827), hatte bereits zwei Arten in seinen prachtvollen *Icones Helminthum* (BREMSER 1824) dargestellt. Hundert Jahre nach DIESINGS Monographie bezieht sich eine weitere wichtige und umfangreiche Arbeit zur Systematik der Pentastomiden ebenfalls auf die Bedeutung der Wiener Sammlung: „Von besonderer Wichtigkeit ist uns die Pentastomidensammlung des Naturhistorischen Museums in Wien gewesen ...Wir glauben auf dieser Grund-

lage manches zur Klärung der Pentastomidensystematik beitragen zu können ...“ (HEYMONS & VITZTHUM 1936). Aus den genannten Gründen wird an dieser Stelle auf die Bedeutung der Wiener Pentastomiden-Sammlung und Carl Moritz DIESINGS für die Pentastomiden-Forschung hingewiesen.

Wie aus den nachfolgenden Reproduktionen (Abb. 7-10) aus der Monographie DIESINGS (1836: Tafeln 1-4) hervorgeht, hat er das ihm vorliegende Material schon differenziert beschrieben und 11 verschiedenen Pentastomiden-Arten zugeordnet (aus heutiger Sicht sind es acht Arten).

Pentastoma taenioides R. = *Linguatula serrata** FROELICH, 1789

Pentastoma subtriquetum = *Linguatula serrata** FROELICH, 1789

Pentastoma denticulatum R. = *Linguatula serrata**

FROELICH, 1789

Pentastoma serratum R. = *Linguatula serrata** FROELICH, 1789

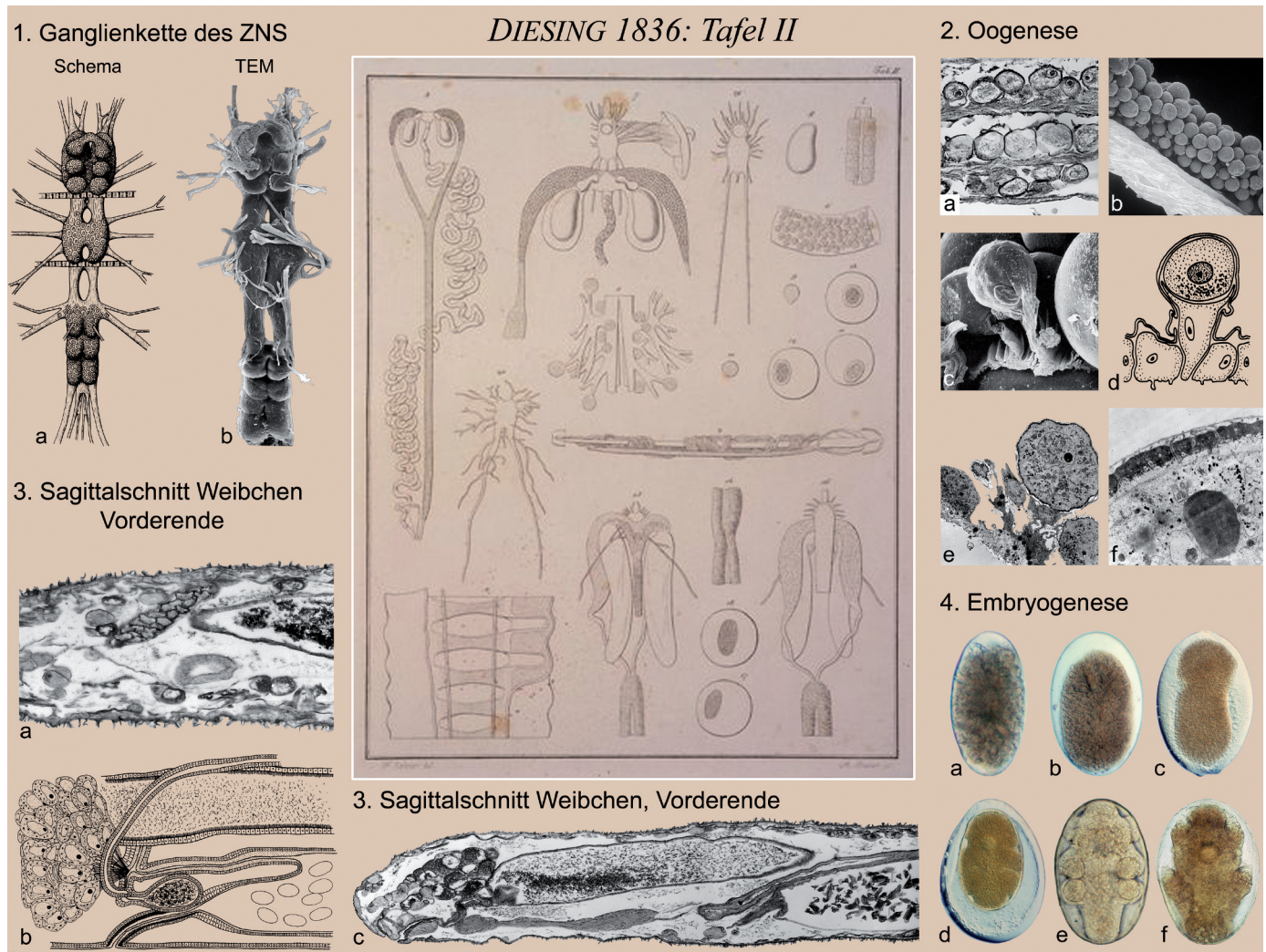


Abb. 8: Reproduktion der historischen Darstellung der Pentastomida von DIESING (1836: Tafel 2, Fig. 1-20) und Ergänzung neuerer Erkenntnisse (Fig. 8.1 bis 8.4). **8.1:** Ganglienkette des ZNS bei den Cephalobaenida. **8.2:** Oogenese, am Beispiel von *R. sterna*, nach BÖCKELER (1984d). **8.3:** Sagittalschnitt, ♀, Vorderende von *R. sterna*. **8.4:** Embryogenese am Beispiel von *R. sterna*, **a-c:** Frühstadien, **d:** Extremitätenanlagen mit Dorsalorgan, **e:** Stadium mit 4 Extremitätenpaaren, **f:** infektiöse Larve mit 2 Extremitätenanlagen.

Pentastoma oxycephalum = *Sebekia oxycephala* (DIESING, 1836)

Pentastoma subcylindricum = *Porocephalus crotali*

(HUMBOLDT, 1808) / *clavatus** (WYMAN, 1847)

Pentastoma proboscideum R. = *Porocephalus crotali*

(HUMBOLDT, 1808)

Pentastoma moniliforme = *Armiller moniliformis**

(DIESING, 1836)

Pentastoma megastomum = *Diesingia megastoma*

(DIESING, 1836)

Pentastoma gracile = Jugendform, entweder von *Sebekia oxycephala* (DIESING, 1836) oder von *Leiperia gracilis*

(DIESING, 1836)

Pentastoma furcocercum = *Raillietiella furcocerca*

(DIESING, 1863)

(* Zoonose-Erreger)

7.2. DIESINGS morphologische Erkenntnisse

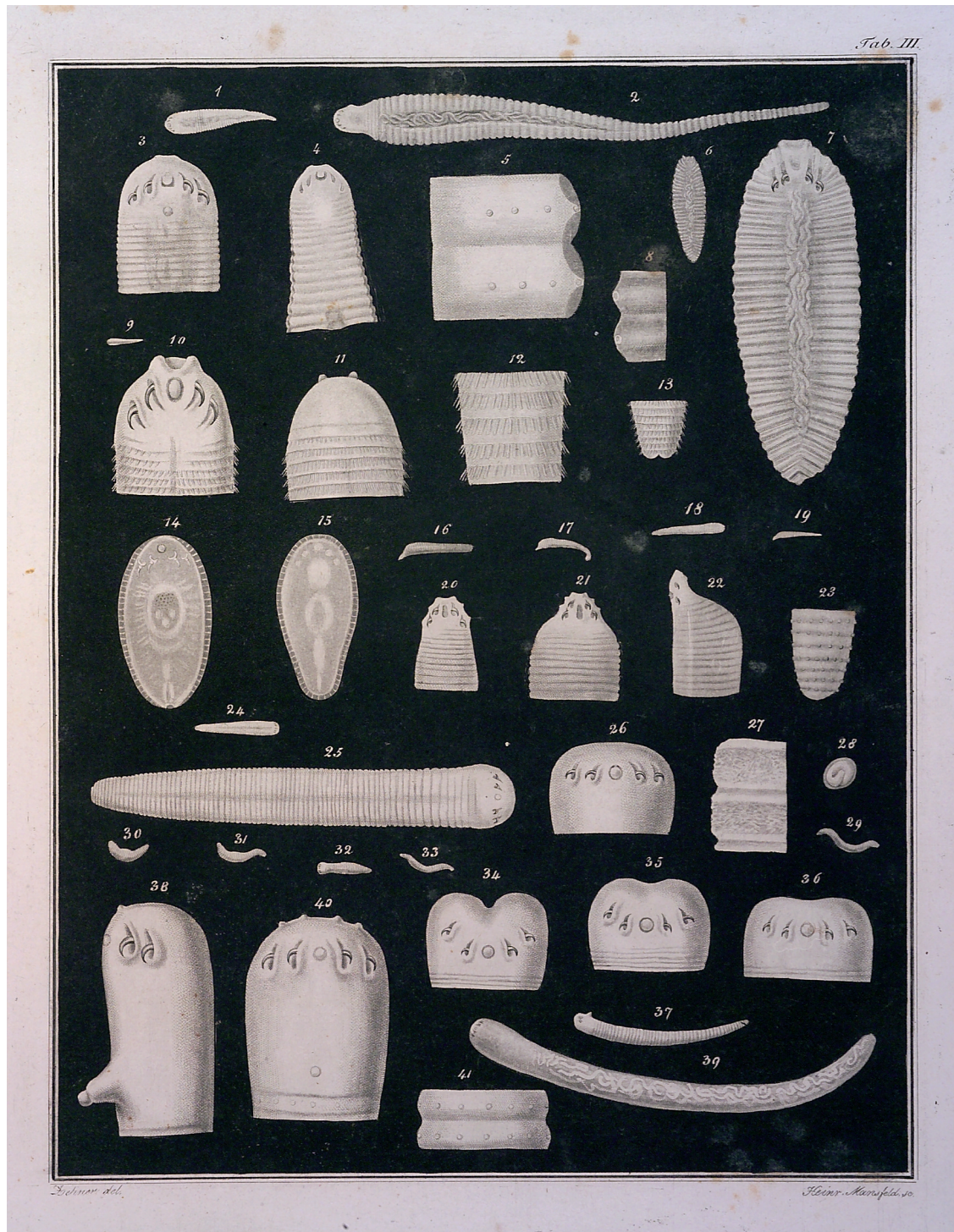
Die von DIESING bearbeiteten Pentastomiden entstammen verschiedenen geographischen Regionen, vor

allem aber aus Brasilien (s.o.). Er benennt ihre Wirte und beschreibt die Lokalisationen in den End- und Zwischenwirten. DIESING teilte die Gattung *Pentastoma* anhand ihrer Eidonomie in „plattgedrückte“ und „stielrunde“ Formen. Die stielrunden „kommen nur in Thieren mit kaltem Blute vor“. Eine Ausnahme schien seiner Meinung nach *Pentastoma subcylindricum* (heute: *Porocephalus crotali*/P. *clavatus*) zu sein. Die Ausnahme erklärt sich dadurch, dass er diese Art nicht in Schlangen, sondern die Jugendformen in „warmen“ Säugetieren gefunden hat.

Bei der äußeren Inspektion fiel DIESING auf, dass sich Pentastomiden häuten und eine unterschiedliche Oberflächenstruktur aufweisen. Bei der Beschreibung der inneren Anatomie legte er sein Hauptaugenmerk auf Intestinaltrakt, Genitaltrakt und Nervensystem.

Die Reproduktionen (Abb. 7-8) geben uns schon einen Einblick in bemerkenswerte Details und demons-

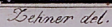
Abb. 9a, b:
Reproduktionen von
DIESING (1836: Tafel 3,
Fig. 1-41 und Tafel 4,
Fig. 1-32):
Habitusformen der
Pentastomiden.



trieren, was DIESING mit seinen geringen optischen Möglichkeiten bereits entdeckt hat. Daher werden sie jeweils moderneren Abbildungen mit aktueller optischer Ausrüstung (Lichtmikroskopie, REM und TEM) gegenübergestellt (Abb. 7.1-7.7, 8.1-8.4).

Die Oberflächenstrukturen sind von DIESING recht detailliert wiedergegeben worden. Er erkannte „becherförmige Gefäße“, die heutigen „Chloridzellen“ (Abb. 7.2a-d) sowie Zähnnchen und Tuberkel (Abb. 7, Tafel-Fig. 3 sowie 7.2, 7.5).

DIESING hatte den ersten Versuch unternommen, die komplizierte Hakenmuskulatur zu analysieren. Es ist zu erkennen, dass er sich schon grundsätzlich richtige Gedanken zur Bewegungstechnik der Haken gemacht hat: Seine Zeichnungen (Abb. 7, Tafel-Fig. 22-24) implizieren, dass Retraktormuskeln die Umgebung der Haken zurückziehen und dadurch die Haken ausgefahren werden können. Hinzu kommt, dass die Haken durch weitere Muskulatur selbst noch sehr gut in verschiedene Richtungen bewegt werden können (Abb. 7.6).



H. Mansfeld sc.

hängt, die einen „Tunnel“ bilden, in den das Ovar von dorsal durch ein eigenes Mesenterium hineingehängt ist (Funktion siehe unten).

423

Jugendstadien mit einbezogen zu haben. Er erkannte, dass die Porocephalida ♀♀ opisthogoneat, die ♂♂ dagegen progoneat sind.

Der Vergleich der Tafelfiguren 16 und 17 in Abbildung 7 mit der neueren Erkenntnis des männlichen Genitalsystems (Abb. 7.7a-b) zeigt eine große Übereinstimmung in der morphologischen Darstellung. Die aktuelle Interpretation liefern STORCH et al. (1990): „vom Hoden, testis, (Abb. 7.7b) führen zwei dicke, röhrenförmige Samenblasen in die distal ein Ejakulations-Bulbus einmündet, je über ein Vas deferens in einen Zirrus. Dieser ist in einem Zirrus-Beutel knäuelartig aufgewunden und wird bei der Kopulation mit Hilfe eines Dilators in die weibliche Genitalöffnung geführt“. Die REM-Aufnahme (Abb. 7.7a) zeigt die Verhältnisse ab dem Ejakulationsbulbus bis zur Zirrusöffnung. Ultrastrukturell (Abb. 7.7c) sind Spermatocysten mit fast reifen Spermien zu erkennen (BÖCKELER & STORCH 1990).

Die Details des Ovars mit nach außen gerichteten Oozyten, die proximal wieder im Ovarlumen zu finden sind, hat DIESING bereits gesehen. Jedoch den komplexen Zusammenhang der hier ablaufenden dynamischen Prozesse (Abb. 8.2) konnte er mit seinen Möglichkeiten noch nicht nachvollziehen.

Das Ovar besteht aus somatischen und generativen Zellen. Die generativen (Oozyten) werden in einem dynamischen Prozeß zunächst aus dem Lumen durch sich deh nende somatische Zellen nach außen gedrückt (Abb. 8.2a-b). Ein dünnes Coelothel verhindert, dass sie frei in die Leibeshöhle gelangen (Abb. 8.2c-e). Das ermöglicht den mit Mikrovilli ausgestatteten Oozyten (Abb. 8.2f) eine transmembranöse exogene Ernährung (BÖCKELER 1984b). Kanalisiert wird dies durch den oben genannten „Tunnel“, der verhindert, daß die vom Darm in die Leibeshöhle abgegebenen Nährstoffe in die Haemolymph diffundieren.

Die mit Nährstoffen beladene Oozyte wandert ins Ovarlumen zurück (Mechanismus unbekannt) und wird über den Ovidukt am Receptaculum seminis vorbei in den Uterus weiter befördert (Abb. 8.3a-c). Die Nährstoffe müssen für die gesamte Entwicklung der Embryonen bis zur schlüpfreifen Larve ausreichen.

DIESING hat sich nicht zum Verlauf der Embryogenese geäußert, doch soll hier auf zwei Besonderheiten aufmerksam gemacht werden: bis zur schlüpfreifen Larve (Abb. 8.4) bildet sich zum einen ein Dorsalorgan aus (Abb. 8.4d-f), das an der Bildung einer Schleimhülle beteiligt ist, zum anderen werden die vier angelegten Extremitätenpaare (Abb. 8.4e) noch vor dem Schlüpfen reduziert. Die beiden hinteren werden zu Haken-Extremitäten (Abb. 8.4f) ausgebildet, die beiden vorderen zu kleinen Sensillen (BÖCKELER 1984c) reduziert.

DIESING beschrieb den Zentralnervenkomplex der Porocephalida generell als ein „sehr großes Cerebralganglion“. Deutlich hat er die Supraoesophageal-Kommissur, verschiedene Nervenabzweigungen und zwei durch den gesamten Körper hindurch ziehende ganglienfreie Nerven-Längsstämme erkannt, die nicht, wie bei den meisten übrigen Protostomia ventral, sondern lateral verlaufen (v.a. Abb. 8, verschiedene Tafelfiguren, und Abb. 8.1a-b). Erstaunlich ist die richtige Zuordnung bestimmter Abzweigungen zu den Haken (Abb. 8, Tafel-Fig. 7 und Abb. 8.1b).

Bei den Cephalobaenida (Abb. 8.1a-b, 8.3c) ist ein in deutlich abgesetzte Ganglien unterteiltes ZNS zu differenzieren, wie es auch im Sagittalschnitt (Abb. 2a) erkennbar ist. Es erlaubt eine genaue Analyse und bestätigt die Beschreibungen DIESINGS von Oesophageal-Kommissur und den abgehenden cranialen, lateralen und caudalen „Nervenfäden“.

In Abb. 9 und 10 geben die Tafelfiguren Habitusformen von Porocephaliden wieder. Hier finden wir aber auch eine Cephalobaeniden-Art abgebildet (Abb. 10, Tafel-Fig. 24-32), die von DIESING als *Pentastoma furcocercum* benannt wird. Sie wird heute als *Railietiella furcocerca* (DIESING, 1836) bezeichnet.

8. Dank

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Biol. Jens MÜLLER für die speziell für diesen Beitrag nach Vorgabe angefertigten Zeichnungen der Entwicklungszyklen und Dr. Jürgen GRUBER und Mag. Christoph HÖRWEIG für die Möglichkeit der Einsichtnahme in die Pentastomiden-Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien.

9. Zusammenfassung

Die Pentastomose ist eine weltweit vorkommende Zoonose, die von den sogenannten Zungenwürmern (Pentastomida) hervorgerufen wird. Dabei handelt es sich um obligate Endoparasiten. 91 % ihrer Wirte sind Reptilien, 5 % Säugetiere – darunter auch der Mensch. Jeweils 2 % der Wirte sind Amphibien und Vögel. Die systematische Stellung ist auch heute noch umstritten, jedoch steht fest, dass es sich um Arthropoden handelt. Sie halten sich im respiratorischen System (Endwirte) und in der Leibeshöhle (Zwischenwirte) auf.

Das „Halzoun-Syndrom“ beschreibt eine Pentastomose im Zusammenhang mit dem Verzehr von wenig gegarten oder ungegarten Eingeweiden von Ruminantien, die vor allem im Nahen Osten und in afrikanischen Ländern, jedoch auch in anderen Teilen der Erde, beobachtet wird. Aufgenommene infizierte Organe z. B. von Ziegen, Schafen, Kamelen, Rentieren führen dann

zu einer nasopharyngealen Pentastomose. Der Berührungs-Kontakt zu infizierten, meist streunenden Hunden oder der Kontakt mit befallenen Schlangen kann zur viszerale Pentastomose führen, z. B. in einem Schlangen verarbeitendem Betrieb. Die Prognosen für beide Erkrankungsformen sind in der Regel günstig.

Ein kurzer historischer Anhang würdigt die Verdienste DIESINGS um das anatomische Verständnis der Pentastomiden vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Kenntnisse und die Bedeutung der Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien für die Pentastomidenforschung.

10. Literatur

- ABELE L.G., KIM W. & D.E. FELGENBAUER (1989): Evidence for inclusion of the Phylum Pentastomida in the Crustacea. — *Molecular Biology and Evolution* **6**: 685-691.
- BANAJA A.A., JAMES J.L. & J. RILEY (1976): Some observations on egg production and autoreinfection of *Reighardia sterna* (DIESING, 1864), a pentastomid parasite of the herring gull. — *Parasitology* **72**: 81-91.
- BÖCKELER W. (1984a): Der Entwicklungszyklus von *Reighardia sterna* (Pentastomida) nach Untersuchungen an natürlich und experimentell infestierten Möwen. — *Zoologischer Anzeiger* **213** (5/6): 374-394.
- BÖCKELER W. (1984b): Ovarmorphologie und Oogenese bei *Reighardia sterna*. Ein Beitrag zur systematischen Stellung der Pentastomiden. — *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* **111** (2): 175-193.
- BÖCKELER W. (1984c): Embryogenese und ZNS-Differenzierung bei *Reighardia sterna*. Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Tagmosis und systematischen Stellung der Pentastomiden. — *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* **111** (3): 297-342.
- BÖCKELER W. (1984d): Entwicklung und Ultrastruktur des weiblichen Genitaltraktes von *Reighardia sterna* (Pentastomida). — *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* **111** (4): 409-432.
- BÖCKELER W. & V. STORCH (1990): Ultrastructural analysis of the male genital system of *Cephalobaena tetrapoda* HEYMONS, 1922 (Pentastomida). — *Parasitology Research* **76**: 270-277.
- BÖCKELER W. & E. VAUK-HENTZELT (1980): Die Mantelmöwe (*Larus marinus*) als neuer Wirt des Luftsackparasiten *Reighardia sterna* (Pentastomida). — *Zoologischer Anzeiger* **203** (1-2): 95-98.
- BOSCH H. (1987): Vergleichende experimentelle Untersuchungen zur Biologie der Pentastomidengattungen *Raillietiella* (Cephalobaenida) und *Elenia* (Porocephalida) unter Berücksichtigung der Erforschungsgeschichte der Pentastomiden. — *Diss. Univ. Hohenheim*, 1-118.
- BREMSE J.G. (1824): *Icones Helminthum Systema Rudolphii Entozologicum Illustrantes*. — Antonius Strauss, Viennae: 1-12 + 18 Tab.
- CHABERT P.H. (1782): *Traité des maladies vermineuses dans les animaux*. Editio **1**. — Paris: Imprimerie royale: 1-120 + 2 Tab.
- DIESING C.M. (1836): Versuch einer Monographie der Gattung *Pentastoma*. — *Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte* **1**: 1-32, 4 Tafeln.
- DIESING C.M. (1850): *Systema Helminthum*. Vol. 1 — Wilhelm Braumüller, Vindobonae: 1-680.
- DIESING C.M. (1851): *Systema Helminthum*. Vol. 2 — Wilhelm Braumüller, Vindobonae: 1-588.
- DIESING C.M. (1864): Revision der Cephalocotyleen. — *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* **48**: 200-430.
- DRABICK J.J. (1987): Pentastomiasis. — *Reviews of Infectious Diseases* **9** (6): 1087-1094.
- FAIN A. (1961): Les Pentastomides de L'Afrique centrale. — *Annales Musée royal de l'Afrique centrale* **8** (92): 1-127.
- GARDINER C.H., DYKE J.W. & S.F. SHIRLEY (1984b): Hepatic granuloma due to a nymph of *Linguatula serrata* in a woman from Michigan: a case report and review of the literature. — *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **33** (1): 187-189.
- HAFFNER K. von (1926): Die Sinnesorgane der Linguatuliden, nebst einer Betrachtung über die systematische Stellung dieser Tiergruppe. — *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* **128**: 201-252.
- HAFFNER K. von (1974): Über die Bedeutung der Zungenwürmer (Pentastomida) – eine Gruppe wenig bekannter tierischer Parasiten. — *Abhandlungen und Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg NF* **17**: 139-151.
- HERZOG U., MARTY P. & F. ZAK (1985): Pentastomiasis: case report of an acute abdominal emergency. — *Acta Tropica* **42** (3): 261-271.
- HEYMONS R. (1935): Pentastomida. — In: BRONN H.F. (Hrsg.), *Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig*: 1-268.
- HEYMONS R. & H. VITZTHUM (1936): Beiträge zur Systematik der Pentastomiden. — *Zeitschrift für Parasitenkunde* **8**: 1-103.
- HOPPS H.C. (1971): Pentastomiasis. — In: MARCIAL-ROJAS R.A. (Ed.), *Pathology of Protozoal and Helminthic Diseases*. — The Williams and Wilkins Company, Baltimore: 970-989.
- KOCH M. (1906): Zur Kenntnis des Parasitismus der Pentastomen. Biologische und experimentelle Untersuchungen über den Parasitismus der *Linguatula rhinaria* PILGER und ihrer Larve. — *Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Pathologie [Arbeiten am pathologischen Institut Berlin; ORTH Johannes Hrsg.]* **10** (5-6): 288-348, 2 Tab.
- LAVARDE V. & P. FORNES (1999): Lethal infection due *Armillifer armillatus* (Porocephalida): A snake related parasitic disease. — *Clinical Infectious Diseases* **29**: 1346-1347.
- LAVROV V.D., BROWN W.M. & J.L. BOORE (2004): Phylogenetic position of the Pentastomida and (pan)crustacean relationships. — *Proceedings of the Royal Society B* **271**: 537-544.
- LAZO R.F., HIDALGO E., LAZO J.E., BERMEO A., LLAGUNO M., MURILLO J. & V.P. TEIXEIRA (1999): Ocular linguatuliasis in Ecuador: case report and morphometric study of the larva of *Linguatula serrata*. — *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* **60** (3): 405-409.
- MA K.C., QIU M.H. & Y.L. RONG (2002): Pathological differentiation of suspected cases of pentastomiasis in China. — *Tropical Medicine and International Health* **7** (2): 166-177.
- LEUCKART R. (1860): Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen nach Untersuchungen besonders von *Pent. taenioides* und *P. denticulatum*. — C.F. Winter'sche Verlagshandlung. Leipzig & Heidelberg, i-viii, 1-160 + 6 Tafeln.

- NZEH D.A., AKINLEMBOLA J.K. & G.C. NZEH (1996): Incidence of *Armillifer armillatus* (pentastome) calcification in the abdomen. — Central African Journal of Medicine **42** (1): 29-31.
- OSCHE G. (1963): Die systematische Stellung und Phylogenie der Pentastomida. Embryologische und vergleichend anatomische Studien an *Reighardia sterna*. — Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere **52**: 487-596.
- OVERSTREET R.M., SELF J.T. & K.E. VLIET (1985): The pentastomid *Sebekia mississippiensis* sp. n. in the American alligator and other hosts. — Proceedings of the Helminthological Society Washington **52**: 266-277.
- RILEY J. & J.T. SELF (1981): Some observations of the taxonomy and systematics of the pentastomid genus *Armillifer* (SAMBON, 1922) in South East Asian and Australian snakes. — Systematic Parasitology **4**: 125-133.
- RILEY J., HAUGEROD R.E. & A.C. NIELSEN (1987): A new species of Pentastomid from the nasal passages of the reindeer (*Rangifer tarandus*) in Northern Norway, with speculation about its life-cycle. — Journal of Natural History **21** (3): 707-716.
- RUDOLPHI C.A. (1819): Entozoorum Synopsis cui accedunt mantissa duplex et indices locupletissimi. — Augustus Rücker, Berolini: I-X, 1-811 + 3 Tab.
- SAMBON L.W. (1922): A synopsis of the family Linguatulida. — Journal of Tropical Medicine and Hygiene, London **25**: 188-206, 391-488.
- SATTMANN H. (2002): Anfänge der systematischen Helminthologie in Österreich. — In: ASPÖCK H. (wiss Red.), Amöben, Bandwürmer, Zecken. Denisia **6**: 271-290.
- SCHWABE C.W. (1958): What is halzoun? — Journal Medical Libanais **11**: 42-44.
- SELF J.T. (1969): Biological relationships of the Pentastomida: A bibliography of the Pentastomida. — Experimental Parasitology **24** (1): 63-119.
- SONOBE K. (1927): Über Linguatuliden-Larven-Knötchen (sogen. Pentastomen Knötchen) der Leber des Menschen. Nebst Bemerkungen zur Veröffentlichung von N. SAGREDO. — Virchows Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie **263**: 753-768.
- STENDER-SEIDEL S. & W. BÖCKELER (2004): Investigation of various stages of *Raillietiella* sp. (Pentastomida: Cephalobaenida): Survey of gland systems. — In: ASPÖCK U. (wiss Red.), Entomologie und Parasitologie. Festschrift zum 65. Geburtstag von Univ. Prof. Dr. Horst Aspöck. Denisia **13**: 473-482.
- STORCH V. & W. BÖCKELER (1979): Electron microscopical observations on the sensilla of the pentastomid *Reighardia sterna* (DIESING, 1864). — Zeitschrift für Parasitenkunde **60**: 77-86.
- STORCH V. & B.G.M. JAMIESON (1992): Further spermatological evidence for including the Pentastomida (Tongue worms) in the Crustacea. — International Journal of Parasitology **22**: 95-108.
- STORCH V., BÖCKELER W. & J. RILEY (1990): Microscopic anatomy and ultrastructure of the male genital system in *Porocephalus crotali* and *P. stilesi* (Pentastomida Porocephalida). — Parasitology Research **76**: 610-618.
- STUNKARD H.W. & C.P. GANADAL (1968): The pentastomes *Waddycephalus teretiusculus* (BAIRD, 1862) SAMBON, 1922 and *Parasambonia bridgesi* n. gen. n. sp. from the lungs of the Australian snake *Pseudechis porphyriacus*. — Zoologica **53**: 49-56.
- TAPPE D., WINZER R., BÜTTNER D.W., STRÖBEL P., STICH A., KLINKER H. & M. FROSCH (2006): Linguatuliasis in Germany. — Emerging Infectious Diseases **12** (6): 1034-1036.
- THOMAS G. & W. BÖCKELER (1992a): Light and electronmicroscopical investigations on the feeding Mechanism of *Reighardia sterna* (Pentastomida; Cephalobaenida). — Zoologische Jahrbücher für Anatomie und Ontogenie der Tiere **122** (1): 1-12.
- THOMAS G. & W. BÖCKELER (1992b): Light and electronmicroscopical investigations of the midgut epithelium of different Cephalobaenida (Pentastomida) during digestion. — Parasitology Research **78**: 587-593.
- WALOSZEK D. & K.J. MÜLLER (1994): Pentastomid parasites from the Lower Palaeozoic of Sweden. — Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences **85**: 1-37.
- WINGSTRAND K.G. (1972): Comparative spermatology of a pentastomid, *Raillietiella hemidactyli*, and a branchiuran crustacean, *Argulus foliaceus*, with a discussion of pentastomid relationship. — Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter **19**: 1-72.
- WRISBERG H.A. (1765): Observationum de animalculis infusoriis satura, 1. — Vandenhoeck, Goettingae: 1-110 + 1 Tab.
- YAGI H., BAHARI S. el & H.A. MOHAMED (1996): The Marrara syndrome: a hypersensitivity reaction of the upper respiratory tract and buccopharyngeal mucosa to nymphs. — Acta Tropica **62**: 127-34.

Anschriften der Verfasser:

PD Dr. Wolfgang BÖCKELER
 Zoologisches Institut der Universität
 Am Botanischen Garten 9
 D-24118 Kiel
 E-Mail: wboeckeler@zoologie.uni-kiel.de

Dr. Ira RICHLING
 Zoologisches Institut der Universität
 Am Botanischen Garten 9
 D-24118 Kiel
 E-Mail: ira@richling.de

Dr. Helmut SATTMANN
 Naturhistorisches Museum Wien
 Burgring 7
 A-1010 Wien
 E-Mail: Helmut.sattmann@nhm-wien.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denisia](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [0030](#)

Autor(en)/Author(s): Böckeler Wolfgang, Richling Ira, Sattmann Helmut

Artikel/Article: [Pentastomiden, Pentastomosen und ihre humanmedizinische Bedeutung 411-426](#)