

*With authors compliments!*

1292.

Z. f. Parasitenkunde 23, 16—44 (1963)



Aus dem Zoologischen Institut der Universität Gießen (Direktor: Prof. Dr. ANKEL)

EIN BEITRAG ZUR KENNTNIS ZWEIER PINNIPEDIERLÄUSE  
(*ANTARCTOPHTHIRUS TRICHECHI* BOHEMAN  
UND *ECHINOPHTHIRIUS HORRIDUS* OLFERS)

Von

HEINZ SCHERF

Mit 20 Textabbildungen

(Eingegangen am 12. Januar 1963)

Inhalt	Seite
A. Vorwort . . . . .	16
B. <i>Antarctophthirus trichechi</i> BOHEMAN . . . . .	17
1. Kopulation und Eiablage . . . . .	17
2. Entwicklungsstadien . . . . .	18
C. <i>Echinophthirus horridus</i> OLFERS . . . . .	25
1. Kopulation und Eiablage . . . . .	25
2. Entwicklungsstadien . . . . .	26
3. Untersuchungen zur Wachstumsprogression . . . . .	32
D. Morphologische Adaptation . . . . .	33
1. Extremitätenbau . . . . .	35
2. Integumentbewehrung und Respiration . . . . .	39
E. Unterscheidungsmöglichkeit der Entwicklungsstadien . . . . .	42
Zusammenfassung . . . . .	42
Literatur . . . . .	43

### A. Vorwort

Während des Aufenthaltes einer Gruppe Gießener Zoologen auf der Insel Sylt wurde im Juli 1960 an der Nordspitze der Insel, am Ellenbogen, ein Walroß erlegt und im Lister Hafen an Land gebracht. Bei näherer Betrachtung des Tieres fielen mir einige Läuse auf, die Anlaß gaben, den Wirt auf weitere Parasiten abzusuchen.

Das erlegte Walroß (*Odobenus rosmarus* L.), ein erwachsenes Weibchen von 3,75 m Länge, machte einen vollkommen entkräfteten Eindruck, hatte den linken oberen Caninus verloren und den rechten oberen zur Hälfte eingebüßt. Die Pulpa des angebrochenen Eckzahnes erwies sich bei der Präparation stark vereitert. Magen und Darm waren ungefüllt und enthielten nur einige Opercula von *Buccinum undatum*. Die letzte Nahrungsaufnahme dürfte schon geraume Zeit zurückgelegen haben. Bei diesem Zustand ist nicht weiter erstaunlich, daß dem Tier die Kugeln aus wenigen Metern Entfernung am Strand angetragen werden konnten, und es sich wohl, vor Entkräftung den Meeresströmungen ausliefernd, in die Sylter Gewässer verirrte. Die Erlegung dieses Walrosses erregte großes Aufsehen, da seit über 100 Jahren in diesen Gewässern kein Stück mehr erschienen war, wie diese Tiere ja überhaupt nur ausnahmsweise in die Nordsee gelangen. *Die Walroßläuse fanden sich vor allem auf den Hautpartien hinter den Vorderextremitäten.*

Seehundläuse erhielt ich im Jahre darauf ebenfalls auf Sylt von einem kurz zuvor getöteten jungen Seehund, dessen ganzer Körper überall dicht mit Läusen besetzt war. Diese gleichmäßige Verteilung der bewegungsaktiven Parasiten resultierte ohne Zweifel aus dem Wirtstod als hospitifugale Reaktion auf das Absinken der Körpertemperatur.

Während bei dem enormen Befall des Seehundes (*Phoca vitulina* L.) ein reiches Parasitenmaterial abgelesen werden konnte, war die Ausbeute auf dem Walroß aus Zeitmangel nur gering, da hier die Parasiten mühsam gesucht werden mußten. Die vom Walroß stammenden Läuse waren Angehörige der Species *Antarctophthirus trichechi* BOHEMAN; die Seehundläuse gehören zur Art *Echinophthirus horridus* OLFERS.

*Antarctophthirus trichechi* und *Echinophthirus horridus* zählen beide zur Anopluren-Familie Echinophthiriidae, deren Mitglieder durch ihre Lebensweise als luftatmende Dauerparasiten an Pinnipediern besonderes Interesse erwecken. Indessen sind unsere Kenntnisse dieser Arten, wie das Literaturstudium ergab, noch sehr ergänzungsbedürftig. Die Imagines wurden des öfteren mehr oder weniger genau beschrieben, doch finden sich so gut wie keine Angaben über ihren Entwicklungsgang, wie überhaupt ihre Biologie noch weitgehend unbekannt geblieben ist. Diese Feststellung bot Veranlassung, das eingesammelte Material näher in Augenschein zu nehmen, wobei sich zeigte, daß mir von beiden Arten das Ei (für *Antarctophthirus* allerdings nur als leere Schale ohne Deckel) und verschiedene Nymphenformen vorlagen, die im folgenden bekannt gemacht werden sollen. Der Vollständigkeit halber wird zu den Jugendstadien noch die Beschreibung der Imagines mit Ergänzungen gegeben.

*Antarctophthirus trichechi* lebt bihospital an *Odobenus rosmarus* L. und *O. obesus* ILLIG. und scheint in deren gesamtem Verbreitungsgebiet, aus den bisher vorliegenden Meldungen zu schließen, vorhanden zu sein. *Echinophthirus horridus* bewohnt *Phoca vitulina* L., *Phoca hispida* SCHREB., *Halichoerus gryphus* FABR., vielleicht auch *Erignathus barbatus* ERXLEBEN und *Cystophora cristata* ERXL., von denen nach HOPKINS (1949) nur je eine Meldung vorliegt, sowie *Phoca groenlandica* ERXL. in der ssp. *groenlandicus* BECHER und *Phoca sibirica* GMELIN in der ssp. *baicalensis* ASS.

Während die Autoren zum Studium der Imagines von *Echinophthirus horridus* über genügend Material verfügten, lagen für *Antarctophthirus trichechi* immer nur ein bis wenige Stücke vor, meistens aus älteren Museumsbeständen.

Die beigelegten Zeichnungen verdanke ich Frau RUTH DREWS-HORN und Fräulein INGRID WIEDENHÖFER.

### B. *Antarctophthirus trichechi* BOH.

#### 1. Kopulation und Eiablage

Die Kopulation ist bisher nicht beobachtet worden, doch nimmt FREUND (1928) auf Grund der dorsalen Lage des männlichen Kopulationsapparates an, daß — wie bei anderen Läusen — sich das Männchen

mit der Dorsalfläche der Ventralseite des Weibchens anschmiegt, an dessen Extremitäten sich verankernd und den ausgestülpten Kopulationsapparat unter dorsaler Einkrümmung der Abdomenspitze in die terminale Geschlechtsöffnung des Weibchens einführt, also eine subfeminale Begattung stattfindet.

Wie bei allen Anopluren werden auch bei den Pinnipedierläusen die Eier an einem Haar des Wirtes mit Hilfe eines Kittsekretes befestigt. Dieses in größerer Menge von den Kittdrüsen des Eileiters produzierte Sekret sammelt sich in der Ovarialampulle und im Ovidukt. Beim Durchgleiten eines Eies wird dieses von der hochviskosen Kittmasse teilweise umhüllt, die von dem Ei nach außen geschoben wird. Das Kittsekret umfließt die Stelle des Haarschaftes, an der das Ei befestigt wird und muß alsbald erstarren, da die Schlieren des zähen Flusses kenntlich bleiben, blasige Einschlüsse vorhanden sind und die Borsten der Geschlechtsöffnung Spuren hinterlassen. Zudem bleibt das Ei gegenüber dem Haarschaft in dem Neigungswinkel, in dem es sich im Augenblick der Ablage befindet. Über den Zeitpunkt der Eiablage sind wir bei allen Pinnipedierläusen nicht informiert, doch dürfte solange wie sich die Läuse mit dem Wirt unter Wasser befinden und sich bei dessen andauernden Schwimmbewegungen am Aufenthaltsort verankern müssen, keine Eiablage erfolgen. Man geht also wohl nicht fehl in der Annahme, daß die Oviposition in den Zeiten erfolgt, die der Wirt außerhalb des Wassers verbringt, so daß die Eier infolge der raschen Erstarrung des Sekretes bei erneutem Aufsuchen des Wassers über eine sichere Befestigung verfügen. Gleich den anderen Läusen sind auch bei *Antarctophthirus trichechi* die Eier relativ zur Gesamtgröße des Tieres besonders groß.

Im durchfallenden Licht erkennt man im stark angeschwollenen Abdomen die reifenden Eier, von denen jeweils höchstens zwei gleichen Ausbildungsstand zeigen, während die übrigen erst nach der Ablage der fertigen Eier der Reifung sukzessive zugeführt werden können. Dieser Befund erfährt beim Vergleich der Proportionen eines mir vorliegenden abgesetzten Eies mit denen im Abdomen eines Weibchens seine Bestätigung.

## 2. Die Entwicklungsstadien

*Das Ei.* Über die Eier von *Antarctophthirus trichechi* findet sich in der Literatur kaum etwas verzeichnet. Lediglich MJÖBERG (1910) macht einige unzulängliche Angaben und liefert eine Zeichnung eines an einem Haar angekitteten, abgelegten Eies. Ich besitze in meinem Material ein bereits geschlüpftes Ei ohne Deckel in situ an einem Walroßhaar (Abb. 1). Im Vergleich zu den Eiern anderer Anopluren macht das Ei der Walroßlaus ohne Deckel schon einen relativ gedrungenen

Eindruck. Nach der Zeichnung MJÖBERGS unterstreicht der oben ein wenig abgeplattete Deckel noch dieses Empfinden. Bis zum Deckelfalz hat das Ei eine Länge von 0,73 mm; seine größte Breite liegt bei 0,6 mm. Das von MJÖBERG abgebildete Ei hat selbst keinen Kontakt mit dem Haar, an dem es befestigt ist, sondern ruht lediglich auf dem Eiträger aus erstarrtem Sekret. Die photographische Aufnahme weist indessen aus, daß das von mir gefundene Ei im unteren Teil dem Haarschaft eng anliegt. Eiachse und Haarachse bilden einen spitzen Winkel. Es ist mit einer kräftigen Sekretmanschette am Haar festgeheftet und sitzt in einem Sekretbecher. Die aufgelagerte Sekretschicht wird nach oben immer dünner, läßt sich aber in ihrem Vorhandensein insbesondere bei Betrachtung im polarisierten Licht eindeutig nachweisen. Dies ist MJÖBERG entgangen, da nach dessen Darstellung das Ei nur mit dem hinteren Pol in das Kittsekret eingesenkt ist. Der Sekret-



Abb. 1. *Antarctophthirus trichechi*. Eihülse ohne Deckel in situ an einem Walroßhaar. 57:1

becher umhüllt das Ei bis zum Deckelfalz. Eine Verkittung der Deckelnaht wird wohl dadurch verhindert, daß der Falzrand als Ringwulst sich der Wand des Eileiters beim Durchgleiten des Eies besonders dicht anlegt und das Sekret vor sich her drängt. Ob auch an dem von mir untersuchten Ei der Deckel einen feinen Sekretüberzug besitzt, wie ihn W. J. SCHMIDT (1939) bei *Pediculus capitis* nachwies, muß wegen seines Fehlens dahingestellt bleiben. In dickerer Schicht zeigt das Sekret bei Betrachtung im Mikroskop eine hornbraune Farbe. Durch die Ausbildung des Sekretbechers, der an dem Chorion innig adhärirt, und der Sekretmanschette um das Haar wird das Ei mit großer Sicherheit am Substrat verankert und sitzt auch während des Schlüpfaktes des Jungtieres unverrückbar fest.

Hinzu kommt noch eine Art Druckknopfverschluß am sog. Eistigma (Abb. 2). Dieses eigenartige Kanalsystem, welches bei vielen landlebenden Läusen und Mallophagen vorhanden ist, kommt somit auch den Pinnipedierläusen zu. Noch immer wissen wir keine befriedigende Erklärung für die physiologische oder biologische Bedeutung dieser merkwürdigen Struktur. Sicher ist, daß es nach der Eiablage vollkommen vom Sekret

umschlossen wird. Ebenso wie bei anderen Arten treten auch hier zahlreiche konvergierend verlaufende Kanälchen auf, die im Bereich des im optischen Schnitt napfartig in das Chorion eingesenkten Stigmas die Wand des Eies durchziehen und offenbar an der Innenseite unter der Dotterhaut münden. Wie bereits GROSS (1906) und später RIES (1932) und W. J. SCHMIDT (1939) hervorheben, sind die Kanälchen beim festgekitteten Ei vollständig mit dem Haftsekret gefüllt und in der Tat drängt sich bei diesem Tatbestand die Vorstellung eines zusätzlichen Haftapparates auf, der zudem das Ei in seiner Orientierung arretiert.



Abb. 2. *Antarcticophthirus trichechi*. Eistigma.  
587:1

Alle anderen Deutungen erwiesen sich gegenüber dieser zuerst von LEUCKART (1855) ausgesprochenen Auffassung als unzutreffend.

Das Eistigma hat im optischen Schnitt einen Durchmesser von  $52\ \mu$ . Das derbe Chorion verfügt über eine beträchtliche Härte und Druckfestigkeit. Es gliedert sich in ein dünnes Endochorion, dem als verhältnismäßig mächtige Schicht ein Exochorion aufgelagert ist. Dem Endochorion scheint ein besonderer Feinbau eigen zu sein, während

das Exochorion im optischen Schnitt homogen in Erscheinung tritt. Auf der Oberfläche des Chorions erblickt man eine sehr feine retikuläre Skulptur. Die Dicke der Eischale beträgt  $14-17\ \mu$ , davon entfallen auf das Endochorion  $4\ \mu$ , auf das Exochorion  $10-13\ \mu$ . Es verhält sich also das Endochorion zum Exochorion etwa wie 1:3.

Nach MjöBERG ist der Deckel deutlich abgesetzt und etwas abgeplattet. Einen Mikropylenapparat konnte MjöBERG nicht entdecken, doch möchte ich dessen Vorhandensein annehmen; denn wo sonst böte sich dem Embryo eine Verbindung zum atmosphärischen Sauerstoff, wenn nicht über jene Deckelkonstruktion.

Von den drei Jugendstadien liegen mir Nymphen des 2. und 3. Stadiums vor, die bisher noch nicht beschrieben worden sind.

**2. Nymphenstadium** (Abb. 3). Kopf oval, augenlos, größte Breite hinter den Antennen, Lobus postantennalis vorhanden; Stirnschiene breit, ihre Schenkel gehen um die Mundöffnung zur Ventralseite und ziehen dort unter S-förmiger Krümmung um die Antennenbasis, von der noch eine Spange bis zum Kopfhinterrand reicht. Hinter der Stirn-

schiene umgibt ein Dörnchenkranz den Vorderteil des Kopfes, dahinter liegen zwei freie Felder, umsäumt von Dörnchen. Der postantennale Kopfabschnitt ist mit kräftigen Börstchen bedeckt, die posterior-lateral besonders lang sind. Ventral inserieren in sagittaler Anordnung ab der Kopfmittle nach hinten fast in zwei Doppelreihen geordnete Dornen. Antennen fünfgliedrig; Glieder gedrunge, im basalen Bereich mit einigen feinen Börstchen besetzt; Endglied abgestutzt, mit einer apikal stehenden Gruppe sensorischer Börstchen.

Thorax weist Andeutungen der Segmentgrenzen auf und ist dorsal mit breiten Dornen und mit Schuppen besetzt. Stigmenschwiele ragt etwas über die Seitenkontur des Mesothorax hinaus. Sternalregion trägt diffus verteilte spatelförmige Dornen, deren Zwischenräume von Schuppen eingenommen werden. Einlenkungsstellen der Extremitäten rücken vom ersten bis zum dritten Paar weiter auseinander. Erstes Beinpaar weicht im Bau stark von den anderen ab. Coxen und Trochanteren ventral mit 1—2 Dornen; dorsal sämtliche Extremitätenglieder mit einigen Borsten; Tibiotarsen stark sklerotisiert.

Abdomen läßt die Grenzen aller neun Segmente erkennen; letztes Segment mit zwei Analloben. Abdomen breit gerundet, dorsal dicht mit Schuppen bedeckt; zur Seite hin folgen kurze kräftige Dornen, die nach hinten an Zahl abnehmen und auf den drei letzten Segmenten fehlen. Stigmenpaare gehören dem 3.—8. Segment an. Ventralseite mit einigermaßen transversalen Reihen spatelförmiger Dornen, deren Größe lateral zunimmt; dazwischen inserieren Schuppen.

**3. Nymphenstadium** (Abb. 4). Kopf augenlos, nach vorn abgesetzt verschmälert, hinter den Antennen am breitesten, frontal gleichmäßig gerundet. Stirnschiene breit, umgreift hufeisenförmig den Mund und steht in Verbindung mit der Verstärkung der Konturlinien um die Antennenbucht. Frontalregion hat hinter der Stirnschiene eine Querreihe kleiner Dörnchen; dahinter folgen zwei durch Mitteldornen getrennte Felder ohne Bewehrung. Posterolateral inserieren am Kopf breite stumpfe und längere spitze Dörnchen, die an der Seitenwölbung

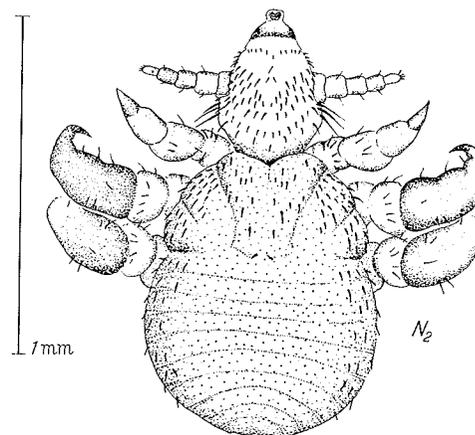


Abb. 3. *Antarcticophthirus trichechi*. 2. Nympho

zu langen Borsten geworden den Kopf überragen. Ventral zieht eine sagittal-medial angeordnete Schar dicht gestellter Dörnchen. Wie auch bei  $N_2$  befinden sich am Vorderrand des Kopfes unterschiedlich lange, feine Tastborstchen. Antennen fünfgliedrig, zur Spitze verschmälert, vom zweiten Glied ab mit Chitinmanschetten, die die Ventralpartien umfassen. Die einzelnen Glieder tragen einige feine Börstchen. Endglied stumpfkönisch, am Apex mit kleiner Gruppe von Sinnesbörstchen.

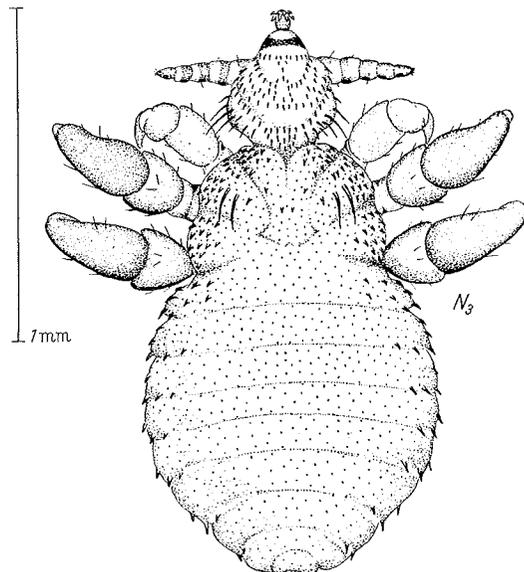


Abb. 4. *Antaretophthirus trichechi*. 3. Nymphe

Lobus postantennalis weniger vortretend als bei  $N_2$ . Thorax mit seitlichen Furchen, die den Segmentgrenzen entsprechen. Pro-Mesothorakale Intersegmentalfurche zieht caudalwärts über den Thorax, ein medianes Feld umgrenzend. Dorsalfläche des Thorax gleichmäßig mit Schuppen besetzt. Laterale Segmentwülste tragen Lanzettornen und spitze Borsten, die auf dem Prothorax am kleinsten sind. Beine heteronom; 1. Beinpaar kleiner als die folgenden und mit eigenem Größenverhältnis der Glieder. Tibiotarsus des 1. Beinpaars relativ schwach entwickelt und ohne die Differenzierung der übrigen Beine. Die Glieder der Extremitäten mit einigen Börstchen ausgestattet; Basalglieder sind ventral mit zwei Lanzettborsten versehen; Trochanteren haben ventral je eine gedrungene Borste. Die Tibiotarsen verfügen dorsal über einige Borsten. Insertionsstellen der Extremitäten weichen von vorn nach hinten auseinander.

Abdomen läßt alle neun Segmente erkennen, die ihre maximale Breite im vierten erreichen und dann rasch schmaler werden, wobei die Segmentgrenzen immer engere Bogen beschreiben. Dorsalfläche des Abdomens zeigt dichte Schuppenbedeckung deren Einzelelemente jeweils im Zentrum polygonaler Felder sitzen. Die Seitenflächen werden von kräftigen Blattdornen eingenommen, an Zahl caudalwärts abnehmend. Stigmen liegen dorsopleural im 3.—8. Segment. Ventralseite mit kräftigen Lanzettborsten armiert, zum Teil in Transversalreihen ange-

ordnet, dazwischen stehen Schuppen. Zu den Seiten hin verändern sich die Borsten zu starken Dornen.

*Imago: Weibchen* (Abb. 5a und b). Kopf augenlos, nach vorn und hinten verschmälert, hinter den Antennen am breitesten, davor winkelig einspringend verengt und hinter der Stirnschiene noch einmal mit flacher Einschnürung. Stirnschiene zum Rande hin verbreitert, umwölbt die Mundöffnung seitlich und bildet mit ihren Schenkeln auf der Unterseite den sklerotisierten Saum der Antennenbucht; von dort zieht jederseits ein sklerotisierter Streifen lateroventral nach hinten. Hinter der Stirnschiene befindet sich eine Querreihe von Dörnchen, auf die unter Aussparung zweier Felder vor den Antennen und eines medianen hinter den Antennen mit caudalwärts gerichteten Dörnchen und Borsten besetzte Areale folgen. In der Schläfenregion vergrößern sich die Borsten zu je einem den Kopf überragenden Büschel. Um den Mund stehen einige feine Börstchen. Ventralseite des Kopfes wird von Dörnchen eingenommen, die in der Gularregion zu Borsten umgestaltet sind. Antennen kräftig, fünfgliedrig; Durchmesser der Glieder nimmt vom 1. bis zum 5. Glied ab, so daß die spärlich mit Börstchen besetzten Glieder zunehmend schlanker werden. Alle Glieder sind proximal stärker sklerotisiert. Apikalglied stumpf abgerundet und mit feinen Sinnesstiftchen besetzt. Basalglieder der Antennen eingesenkt.

Thorax breiter als lang, von vorn nach hinten an Breite zunehmend, Vorderrand konkav, desgleichen die hintere Begrenzung. Dorsalfläche im hinteren Drittel mit medianer dunkler Quervertiefung, zu der alle Intersegmentalfurchen und die vom Vorderrand einspringende Medianfurche ziehen, die stärker sklerotisiert sind. Thorax seitlich und am Vorderrand bedornt, einige Dornen überragen auf jedem Segment die übrigen beträchtlich. Dorsalfläche mit einigen Dornen vor der Quervertiefung, sonst mit rundlichen Schuppen besetzt. Schuppenkörper zart, der Stiel deutlich. Jede Schuppe inseriert in einer Masche der retikulären Kutikulafelderung. Vorderrand des Thorax in Ventralansicht kaum ausgebuchtet, Hinterrand stark konkav. Insertionsstellen der Beine weichen nach hinten auseinander. Sternalfeld mit Dornen und Schuppen versehen. Beine kräftig, heteronom; 1. Beinpaar kürzer und von abweichendem Bau. Coxen mit je zwei Dörnchen. Endklaue des Vorderbeines schlank, die des Mittel- und Hinterbeines sehr kräftig und groß. Klauenglieder stark sklerotisiert. Sämtliche Extremitätenglieder tragen einige Börstchen.

Abdomen breit, gewölbt, mit konvexen Seiten und gerundetem Ende. Segmentgrenzen auf der Dorsalfläche undeutlicher werdend. An der Seitenwölbung stehen caudalwärts gerichtete schwärzliche, dicke Dornen an Zahl nach hinten abnehmend. Gesamte Dorsalfläche mit Schuppen gleichmäßig besetzt, welche nur entlang der Segmentgrenzen

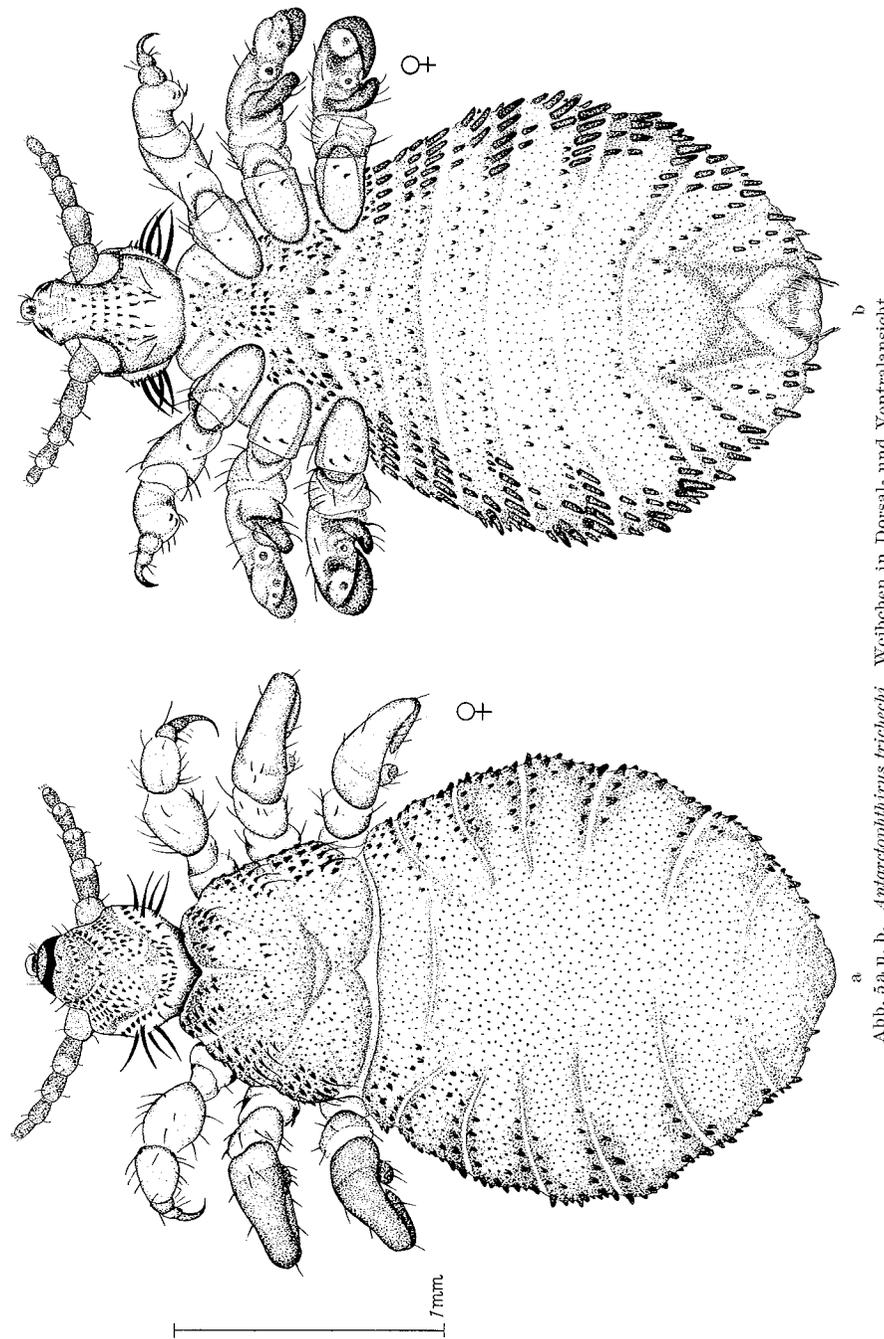


Abb. 5a u. b. *Antarctophthirus trichechi*. Weibchen in Dorsal- und Ventralansicht

zurücktreten. Ventralseite mit Börstchen besetzt, die lateralwärts groß und sehr kräftig werden, zudem dichter stehen. Dazwischen ist die Ventralfläche überall von Schuppen bedeckt. Genitalregion mit dicht gestellten langen, dünnen Borsten, die zu beiden Seiten die Genitalspalte flankieren. Gleiche Borsten trägt eine Querfalte vor der Genitalspalte.

*Männchen.* Die Beschreibung der habituellen Charakteristika des Männchens fußt auf den wenigen Literaturangaben (Mjöberg l.c., Ferris 1934), da in meinem Material keine männlichen Imagines vorhanden sind.

Von den weiblichen unterscheiden sich die männlichen Tiere in folgendem: Sie sind stets kleiner, mit relativ längerem Kopf und größeren, aber feineren Borsten in der Schläfenregion. Ventralpartie des Kopfes trägt etwas weniger Borsten. Dorsolaterale Dornen auf dem Thorax zahlreicher, manche von ihnen auffallend verlängert; ventral erheben sich etwas längere Dornen, von denen manche borstenförmig sind.

Das männliche Abdomen erreicht nicht die Breite des weiblichen. Letztes Sternit trägt einen Komplex dicht gestellter, den Kaudalrand überragender Borsten. Der Kopulationsapparat (Abb. 6) besteht aus einer großen Basalplatte mit oval verbreitertem Endteil, zwei kurzen gebogenen Parameren, unterlagert von einem ovalen, großen, vorn abgerundeten Pseudopenis und dem zwischen den Parameren gelegenen stark sklerotisierten Penis von eigenartiger Schnallenform. Auf dem Pseudopenis liegt umgeben von den Parameren der große Präputialsack.

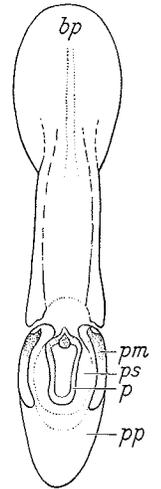


Abb. 6. *Antarctophthirus trichechi*. Männlicher Kopulationsapparat, nach Ferris umgez. bp Basalplatte; pm Paramere; p Penis; ps Präputialsack; pp Pseudopenis

Tabelle I (Körpermaße in mm)

	Kopf		Thorax		Abdomen		Antennen	Gesamtlänge
	lang	breit	lang	breit	lang	breit		
N <sub>2</sub> . .	0,36	0,33	0,27	0,59	0,52	0,68	0,30	1,15
N <sub>3</sub> . .	0,51	0,44	0,31	0,81	0,85	0,97	0,38	1,67
♀ . .	0,58	0,52	0,53	1,08	1,5	1,49	0,55	2,61

**C. *Echinophthirus horridus* OLF.**

*1. Kopulation und Eiablage*

Für die Kopulation und Eiablage gilt das weiter vorn bei der Walroßlaus gesagte. Wegen der Größe ihrer Eier sind legebereite Weibchen durch auffallend gedehntes Abdomen ausgezeichnet. Sukzessive Eireifung liegt auch hier vor, so daß höchstens zwei Eier den definitiven Entwicklungsstand aufweisen und die anderen sich in früheren Stadien befinden. In manchen Weibchen kann man bei der Präparation 6—7 Eier

in verschiedenem Reifegrad freilegen. Fertig ausgebildete Eier sind im Abdomen des Muttertieres bei Betrachtung im durchfallenden Licht durch das Integument sichtbar.

## 2. Die Entwicklungsstadien

*Das Ei.* In MJÖBERG'S (l.c.) Arbeit findet sich auch das Ei von *Echinophthirius horridus* in situ an einem Seehundhaar abgebildet. Seine sehr knappe Beschreibung nennt den unteren Eipol ein wenig zugespitzt, in der Zeichnung bildet er aber eine regelrechte Spitze. Die



Abb. 7. *Echinophthirius horridus*. Ei in situ an einem Seehundhaar. 48:1

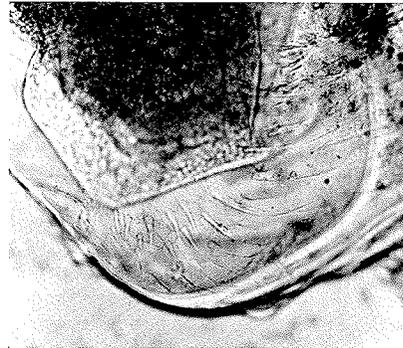


Abb. 8. *Echinophthirius horridus*. Borstenabdrücke vom weiblichen Abdomen im Sekret des Eiträgers. 146:1

in meinem Material befindlichen, zum Teil noch am Wirtshaar befestigten Eier bestätigen dieses Aussehen nicht. Sie sind nämlich ausgesprochen tönchenförmig, mit mäßig gewölbten Seitenwänden, flachem unterem Pol und uhrglasartigem Deckel (Abb. 7). Anders als bei MJÖBERG nimmt das am Haar befestigte Ei Kontakt mit dessen Breitseite, hält also keinen Abstand. Die Orientierung des Eies ist so, daß Haarachse und größerer Eisdurchmesser annähernd parallel verlaufen. Ein abgelegtes Ei hat eine Länge von 0,928 mm einschließlich des Mikropylenaufsatzes und eine maximale Breite von 0,464 mm. Chorion und Kittsekret sind gleichermaßen hornbraun. Das zum Anheften des Eies reichlich produzierte Kittsekret legt sich als kräftige Manschette um das Haar und ist erfüllt von alveolaren und korpuskularen Einschlüssen. Dies deutet zusammen mit der seinen Fluß erkennen lassenden Schlierenbildung wieder auf rasche Erstarrung des ausgeschiedenen Sekretes. Hinterbleibende Abdrücke der caudalen Bedornung des Muttertieres unterstreichen in ihrer klaren Abzeichnung die Schnelligkeit dieses Vorganges (Abb. 8).

Das Ei sitzt eingepflanzt in einen kräftigen Sekretträger und wird von der Kittmasse als dünner Mantel bis zum Deckelfalz umhüllt. Auf

dem Eideckel läßt sich kein Überzug mehr ermitteln. Am hinteren Eipol liegt ein Eistigma, dessen zahlreiche, im optischen Schnitt kegelförmig das Chorion durchziehende Kanälchen vollkommen sekretgefüllt sind (Abb. 9). In dieser Einstellung beträgt sein größter Durchmesser 53,8  $\mu$ . — Der Falzrand des Eies weist zur Aufnahme des Deckels eine Verstärkung auf. MJÖBERG gibt das Vorhandensein von „etwa acht“ Mikropyllkammern auf der wenig gewölbten Deckelkalotte an. Meine Zählungen stehen damit in Einklang, denn es ergab sich, daß 7—8 zu einem Kreise geordnete Mikropyllräume, eng beieinanderliegend und im Inneren durch zirkuläre, leistenförmige Wandverstärkungen in Etagen gegliedert und sich zur Mikropyllöffnung verengend den Deckel krönen. Allgemein werden die Mikropyllräume als Luftkammern angesehen, welche den Gasaustausch des Embryos vermitteln. Ihre Anwesenheit ist wohl auch kaum sonst

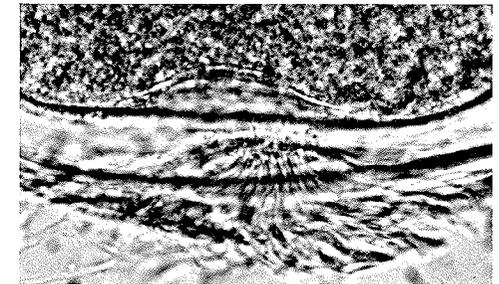


Abb. 9. *Echinophthirius horridus*. Eistigma. 595:1

bei Anopluren notwendiger als bei den Pinnipedierläusen, deren Eier während der gesamten Tauchzeit der Wirte von dem mitgeführten Luftvorrat in den Mikropyllkammern abhängig sind. Als Gesamtdicke des Chorions wurden 14—17,6  $\mu$  gemessen, davon entfallen 12—13,4  $\mu$  auf das Exochorion und 2—4,2  $\mu$  verbleiben dem Endochorion.

Unter meinem Material befinden sich in größerer Anzahl sämtliche Nymphenstadien. Da die Jugendformen bisher noch nicht bekannt geworden sind, sollen sie im folgenden beschrieben werden.

1. *Nymphenstadium* (Abb. 10). Kopf gedrungen, vom Thorax abgesetzt, nach vorn stumpf-konisch zulaufend und median vorgewölbt, in Höhe der Lobi postantennales am breitesten, augenlos. Frontalrand mit sklerotisierter Spange (Stirnschiene), deren Schenkel die Mundregion hufeisenförmig umlagern. Dorsalfläche des Kopfes trägt 17 Borstenpaare, deren Verteilung sich aus der Zeichnung ergibt; Ventralfläche verschmälert und an caudaler Seitenwölbung stärker sklerotisiert. 1. und 2. Antennenglied mit einigen Borsten; Endglied hat apikal ein stiftchenbesetztes Sinnesfeld. Antennen viergliedrig.

Thorax nur teilweise von Segmentgrenzen durchzogen, diese durch seitlich einstrahlende Chitinbänder aus der Pleuralregion markiert. Am Mesothorax liegt pleural auf einer Schwiele das große Thorakalstigma. Der dorsale Borstenbesatz wird von je einer paramedianen Reihe und beiderseitigen Randborsten gestellt. Ventralfläche fast borstenfrei und

ohne Ventralsklerit. Extremitäten voll ausdifferenziert; die Sklerotisation nimmt am Tibiotarsus zur Endklaue hin zu. Daumenfortsatz der Tibia mit Zähnen vorhanden.

Abdomen ohne Intersegmentalfurchen. Bei der Eilarve vor der Nahrungsaufnahme schmal, nach Füllung des Darmes ovaler, caudal zugespitzt. Über das Abdomen ziehen beiderseits der Medianen zwei longitudinal verlaufende Borstenreihen, zu den Flanken hin folgen drei weitere. In ihrer Insertionsordnung entsprechen die Borsten den einzelnen Segmenten. Neuntes Segment borstenfrei. Borsten der Ventralseite zu insgesamt fünf longitudinalen Reihen geordnet, davon stehen

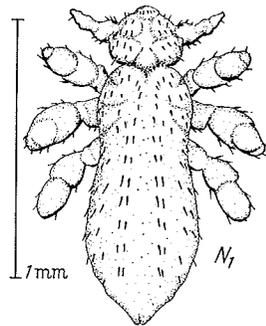


Abb. 10. *Echinophthirius horridus*.  
1. Nymphe

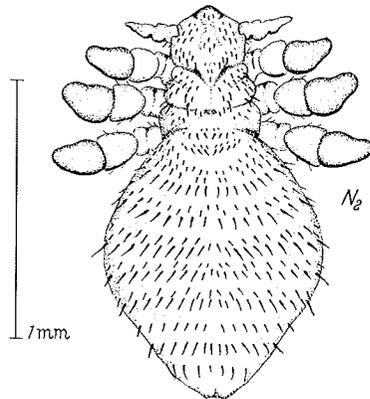


Abb. 11. *Echinophthirius horridus*.  
2. Nymphe

zwei lateral. Integument fein granuliert, auf den Seitenwölbungen auffälliger. Pleuralregion der Segmente 3—8 mit den sechs Abdominalstigmaen.

2. *Nymphenstadium* (Abb. 11). Kopf in eine tiefe Bucht des Vorderandes am Prothorax eingelassen, augenlos, größte Breite hinter den Antennen, dorsal mit dichterem Borstenbesatz als bei  $N_1$ . Occipitalborsten erreichen die größte Länge. Frontalrand stärker sklerotisiert als bei  $N_1$ ; dessen Stirnschiene bedeckt mit verbreiterten Schenkeln die Wangenregion. Auf der Ventralseite sitzen seitlich von der Mittellinie je 6—7 Dörnchen.

Thorax mit sklerotisierter Pleuralregion und ebensolchem Vorderand. Die Segmente voneinander durch intersegmental einstrahlende Chitinspangen abgesetzt. Dorsales Integument stärker beborstet als bei  $N_1$ , ebenfalls die Ventralregion, auf welcher je neun Borsten beiderseits der Medianen verteilt sind. Extremitäten kräftiger als bei  $N_1$ , sonst gleiche Bauverhältnisse. Pleuralregion des Mesothorax mit besonderer Schwiele, auf der das thorakale Stigma liegt.

Abdominalsegmente geben sich durch annähernd in transversalen Reihen gestellte Borsten zu erkennen. Diese sind unterschiedlich lang und zum Teil recht kräftig. Ventralseite mit weniger dicht gestellten Borsten. Im übrigen zeigen sich keine baulichen Differenzen im Vergleich zu  $N_1$ , nur ist das Abdomen der  $N_2$  stets oval im Umriß.

3. *Nymphenstadium* (Abb. 12). Kopf dem Thorax eng angegliedert, augenlos. Präantennalregion gleichmäßig gewölbt. Stirnschiene seitlich verstärkt, biegt in der Wangenpartie nach ventral um. Hinterrand sklerotisiert. Dorsalfläche mit zahlreichen kurzen Borsten, 2—3 Occipitalborsten länger und den Hinterrand des Kopfes überragend. Auf der Ventralseite finden sich rechts und links der Mittellinie je 7—10 gedrungene Dörnchen. Antennen weisen an den beiden ersten Gliedern ventral je ein Dörnchen auf und tragen insgesamt einige Börstchen mehr als bei  $N_2$ .

Thorax in seinen Segmentproportionen durch die intersegmental einstrahlenden Chitinspangen, welche von den Pleuriten ausgehen, zu erkennen. Grenze zwischen Meso- und Metathorax besonders deutlich, da über die gesamte Dorsalfläche verlaufend. Pleuralregion sklerotisiert. Stigmenschwiele auf Mesothorax deutlich. Dorsale Beborstung stärker als bei  $N_2$ . Ventral jederseits der Medianen eine Borstenflur. Basalglieder der Extremitäten ventral mit 1—2 starken Dörnchen; sonst wenige Börstchen an allen Gliedern.

Abdomen breit oval, dorsal recht gleichmäßig mit Borsten zweierlei Länge besetzt; ventral Borsten lockerer gestellt, zum Rande hin länger als auf dem Rücken und mehr in transversalen Reihen ausgerichtet. Neuntes Abdominalsegment zeigt erste Geschlechtsmerkmale: beim Weibchen ist es dorsal borstenfrei, ventral aber inserieren in je einem Feld schlanke, dicht gestellte Borsten; beim Männchen ist dieses Segment flacher gerundet, dorsal verlagert, beborstet und mit einem perianalen Kranz schlanker Borsten versehen; außerdem ist die Anlage des männlichen Genitalorganes wahrzunehmen. Integument gefeldert und granuliert.

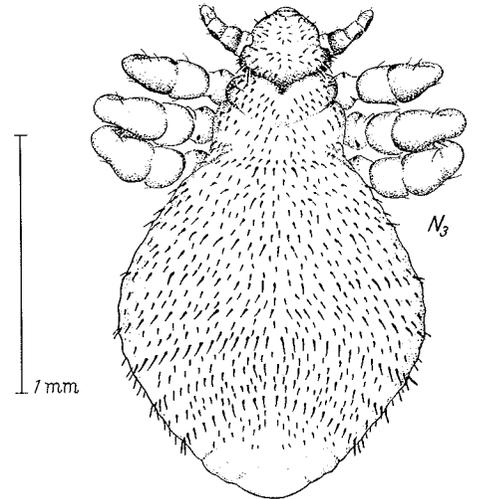


Abb. 12. *Echinophthirius horridus*. 3. Nymphe

*Imago: Weibchen* (Abb. 13a und b). Kopf kurz und breit, dem Prothorax dicht angegliedert, augenlos. Stirnschiene geht an den Seiten der Mundöffnung zur Ventralseite und zieht mit beiden Schenkeln ventral bis hinter die Antennen, begleitet von 6—8 kurzen, kräftigen Dornen beiderseits der Medianen. Lobus postantennalis ausgeprägt. Kopf in den Prothorax einspringend, mit sklerotisiertem Hinterrand. Dorsal mit kurzen, sehr kräftigen Dornen besetzt, welche sich in der

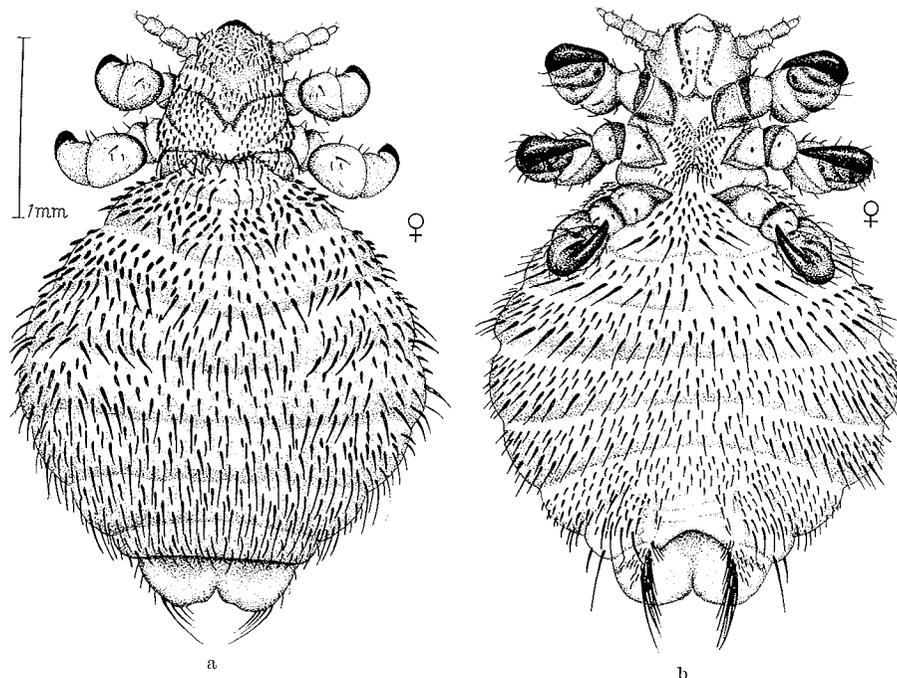


Abb. 13a u. b. *Echinophthirius horridus*. Weibchen in Dorsal- und Ventralansicht

Occipitalregion verlängern. Die vier Antennenglieder basal sklerotisiert; 1., 2. und 3. Glied ventral mit 2—3 kräftigen Borsten, dorsal mit 2—3 feineren Borsten; Endglied trägt am Apex Sinnesborstchen.

Thorax relativ klein, da mit dem Metathorax fast völlig in das Abdomen versenkt. Pleuralregion stark sklerotisiert. Grenzen der Thorakalsegmente untereinander durch Chitinspangen markiert, von denen die zwischen Pro- und Mesothorax sehr schräg nach hinten ziehen und die der Meso-Metathoraxgrenze durchgehend verlaufen. Stigmenschwiele auf Mesothorax undeutlich. Ventralseite mit dreifach gegabeltem Sternalsklerit (Abb. 14), dazwischen liegende Räume dicht bedornt. Extremitätenglieder basal sklerotisiert; Tibiotarsen durchweg sklerotisiert. Coxa, Trochanter und Femur ventral mit je zwei kräftigen Borsten;

Femur dorsal am stärksten beborstet. Beinpaare von vorn nach hinten an Größe zunehmend.

Abdomen breit-oval bis fast rundlich. Einzelsegmente durch feine Furchen getrennt und pleural einzeln gewölbt. Dorsale Borstenfluren gleichmäßig mit Borsten von zweifacher Länge und ungefähr gleichem Abstand voneinander besetzt. Endsegment dorsal borstenfrei, hinten mit zwei Loben versehen. Auf Ventralseite Borstenfelder segmental angeordnet. Endsegment beiderseits der Genitalöffnung mit je einem sehr dichten Feld langer spitzer Borsten. Integument retikulär gefeldert und fein granuliert.

*Männchen*. Von geringerer Größe als das Weibchen, gleicht es ihm aber sonst im Körperbau, abgesehen von der Genitalregion, weitgehend. Auch in der Beborstung bestehen außerhalb der Genitalregion keine signifikanten Unterschiede.

Die Genitalregion, die sofort die Feststellung des Geschlechts erlaubt, ist vom übrigen Abdomen dorsal deutlich abgesetzt. Ihr Aussehen wurde von FREUND (1928) in einer Zeichnung festgehalten und beschrieben. Durch eine dorsale Aufwöl-

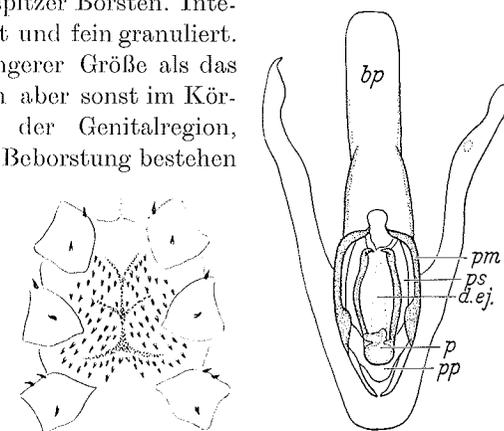


Abb. 14

Abb. 15

Abb. 14. *Echinophthirius horridus*. Sternalsklerit

Abb. 15. *Echinophthirius horridus*. Männlicher Kopulationsapparat. bp Basalplatte; pm Paramere; p Penis; ps Präputialsack; pp Pseudopenis; d.ej. Ductus ejaculatorius

bung des neunten Abdominalsternites liegt die Genitalöffnung hinter dem Anus dorsal und der Penis erhebt sich nach seinem Vortreten annähernd vertikal in die Höhe. Auf der Bauchseite sind die dunkelbraune Genitalspange und der dazwischenliegende Kopulationsapparat durch das Integument hindurch sichtbar, und zwar läßt sich der letzte bis zum fünften Segment nach vorn verfolgen. Auf der Integumentpartie zwischen den Schenkeln der Genitalspange sind die Borsten bis zum Abdomenende verteilt. Der Kopulationsapparat (Abb. 15) weist eine große, schmale, nach hinten verbreiterte Basalplatte auf. Die lateral konvexen Parameren neigen sich proximal zueinander und sind distal verbreitert. Unter dem klammerförmigen Penis mit zwei basalen Haken liegt der große Präputialsack und ragt der konisch endende Pseudopenis vor. FREUNDS Beschreibung und Zeichnung des Kopulationsapparates entspricht nicht in allem den Aussagen meines Präparates.

Tabelle 2. *Maxima und Minima* (Körpermaße in mm)

	Kopf		Thorax		Abdomen		Antennen	Gesamtlänge
	lang	breit	lang	breit	lang	breit		
N <sub>1</sub>	0,24-0,37	0,23-0,27	0,11-0,16	0,30-0,35	0,60-0,71	0,38-0,49	0,21-0,24	0,97-1,25
N <sub>2</sub>	0,35-0,46	0,30-0,35	0,15-0,20	0,37-0,46	0,84-0,96	0,70-0,81	0,27-0,28	1,29-1,62
N <sub>3</sub>	0,44-0,51	0,38-0,43	0,21-0,24	0,52-0,63	1,11-1,42	0,97-1,18	0,29-0,35	1,74-2,15
♂	0,42-0,55	0,45-0,51	0,22-0,26	0,67-0,74	1,54-2,34	1,39-1,91	0,31-0,36	2,34-3,03
♀	0,46-0,55	0,45-0,51	0,22-0,26	0,53-0,64	1,37-1,65	1,35-1,50	0,30-0,37	2,11-2,60

3. Untersuchungen zur Wachstumsprogression

Die Reichhaltigkeit des mir vorliegenden Materials gestattet für *Echinophthirius horridus* auf statistischem Wege etwas über die Wachstumsprogression im Entwicklungsgang dieser Art auszusagen. Die statistischen Zahlen wurden von jeweils 50 Individuen aller Stadien, also von der 1. Nympe bis zu den Geschlechtstieren gewonnen.

Ausgewertet wurden die Änderungen in den Dimensionen der Körperlänge, der Kopflänge und der Kopfbreite von Stadium zu Stadium. In der beigegebenen Tabelle 3 und in den Diagrammen (Abb. 16 und 17) sind die Ergebnisse übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 3 (Mittelwerte in mm)

	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	♂	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	♀	
Gesamtlänge									
Mittelwert	1,13	1,49	1,91	2,36	1,13	1,49	1,91	2,61	
Wachstums-%	31,43				28,42				23,02
Wachstums-Progression	1,00	1,31	1,69	2,09	1,00	1,31	1,69	2,31	
Kopflänge									
Mittelwert	0,32	0,40	0,47	0,51	0,32	0,40	0,47	0,5	
Wachstums-%	24,08				17,91				6,75
Wachstums-Progression	1,00	1,24	1,46	1,56	1,00	1,24	1,46	1,53	
Kopfbreite									
Mittelwert	0,25	0,32	0,41	0,47	0,25	0,32	0,41	0,47	
Wachstums-%	26,88				27,41				15,89
Wachstums-Progression	1,00	1,27	1,62	1,87	1,00	1,27	1,62	1,87	

Die errechneten Mittelwerte der Körperlänge, der Kopflänge und der Kopfbreite lassen sich aus der ersten Zeile jeder Abteilung der Tabelle 3 entnehmen. Auf die Angabe der mittleren Fehler der Mittelwerte wird hier verzichtet, da sie für diese Fragestellung unerheblich sind.

Die absoluten Minima und Maxima der geprüften habituellen Merkmale können aus der Tabelle 2 ersehen werden.

Aus der zweiten Zeile jeder Abteilung der Tabelle 3 sind die Wachstumsprozente ersichtlich. Für die Körperlänge zeigt sich auf dem Wege zum Männchen eine Abnahme des prozentualen Zuwachses, wie sie im Diagramm (Abb. 16) sich besonders augenfällig ausdrückt. Die Ausbildung zum Weibchen

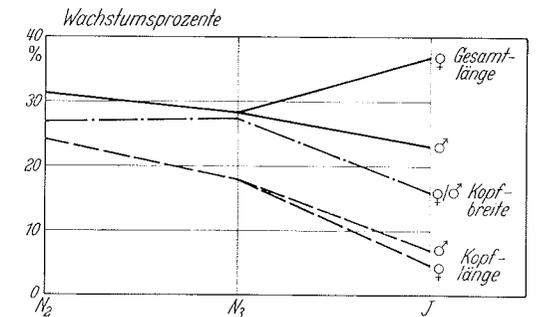


Abb. 16. *Echinophthirius horridus*. Graphische Darstellung der Wachstumsprozente

geht mit einer auffallenden Größenzunahme vom 3. Nymphenstadium ab einher, hervorgerufen wohl durch die einsetzenden Entwicklungsvorgänge in den Gonaden. Die Wachstumsprozente lassen für die Kopflänge einen geringen und für die Kopfbreite keinen Geschlechtsunterschied erkennen.

Die Wachstums-Progressionen als dritte Angabe in jeder Abteilung der Tabelle 3 — das sind die Mittelwerte der geprüften Merkmale auf die 1. Nympe = 1,0 bezogen — erweisen die relative Zunahme der Dimension im Entwicklungsgang und bilden daher stets steigende Kurven, wie sie im Diagramm (Abb. 17) zur Geltung kommen. Die Gabelung der Kurven für die Körperlänge und Kopflänge macht deutlich, daß hierin vom 3. Nymphenstadium ab die Geschlechter auseinanderweichen.

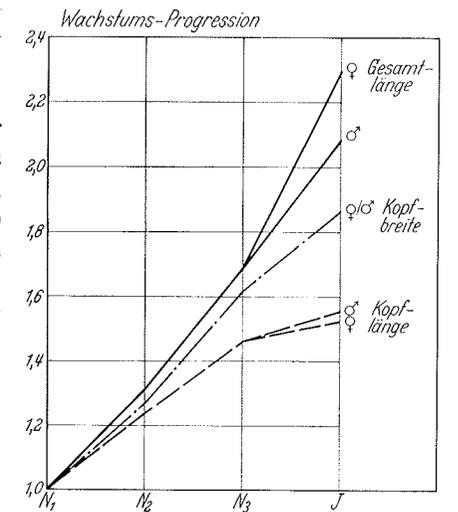


Abb. 17. *Echinophthirius horridus*. Graphische Darstellung der Wachstumsprogression

Differenzen auf Grund des Geschlechtes ergaben sich bei den durchgeführten Messungen für das 3. Nymphenstadium nicht.

D. Morphologische Adaptation

Das Leben im Fellbiotop stellte bei den Anopluren hohe Anforderungen an die Adaptationsfähigkeit vor allem der Ortswechselorgane.

Die Einpassung in den hospitalen Raum verlangt bei diesen obligaten Parasiten von den Jugendstadien hierin die gleichen Leistungen wie von den Adulten. Für die Pinnipedierläuse galt es, einen besonders großen Umweltwiderstand zu überwinden, wie ihn die amphibische Lebensweise ihrer Wirte mit häufigem Aufenthalt unter Wasser und großer Behendigkeit in ihm mit sich brachte. Hier ist das Dasein des Individuums zuerst eine Frage der Fixation. So mußten also die Extremitäten über ihre Ortswechselfunktion hinaus zu besonders effektiven Festhalteorganen modifiziert werden, die eine sichere Verankerung gewährleisten.

Die Betrachtung des Körperbaues der Pinnipedierläuse und eine funktionsmorphologische Analyse ihrer Extremitäten, die zugleich Pedes scansoni und Pedes adhamantes sind, lehrt, daß von allen Faktoren des Milieus die strukturellen Eigenschaften des Haarkleides den bestimmenden und für die Differenzierung der Beine die Gestalt des Einzelhaares den entscheidenden Einfluß ausgeübt haben. Im Gefolge des Adaptationsprozesses an den Extremitäten wurde auch der Rumpf in seine heutige Gestalt gelenkt.

Die strukturellen Eigentümlichkeiten des Fellkleides des Wirtstieres sind bei den Anopluren (wie auch bei den Mallophagen) verantwortlich für die Beingröße. Dichte Haarstellung macht ein nicht so weites Ausgreifen erforderlich wie weiter Haarabstand. Demzufolge weisen die Läuse an Wirten mit starker Behaarung kürzere Extremitäten auf als solche auf Säugern mit schütterem Haarkleid, wobei noch die von Parasiten besetzte Nische eine Rolle spielt. Die Pinnipedierläuse verfügen über stark entwickelte Extremitäten entsprechend der lockeren Anordnung des Haarverbandes ihrer Wirte. Unter diesen zeichnet sich insbesondere *Odoabaenus* durch seine faltige, schwach behaarte Haut aus.

Die Festhalte- (bei nicht verankertem Rostrum) und Kletterfunktion obliegt ausschließlich den Beinen. Insbesondere das Festhalten setzt eine sehr enge Anpassung an die Struktur der Haare voraus. Als wirksame adaptionsgestaltende Faktoren sind zwei Haareigenschaften wichtig. Das ist einmal die Dicke des Haares, der sich die Beinklammer anlegen muß, und die Beschaffenheit der Epidermicula des Haares; denn deren Relief bietet zusätzliche Fixationsmöglichkeit, wodurch ein eventuelles Abrutschen beim Klettern verhindert werden kann. So kommt es, daß ganz allgemein Läuse als Bewohner dickhaariger Felle dickere Beine haben als Läuse in dünnhaarigen Fellen, und dies erklärt die sehr kräftige Ausbildung der Extremitäten bei *Echinophthirius* und (noch stärker) bei *Antarctophthirus*. Die Doppelfunktion (Festhalten und Klettern) haben die Extremitäten bei sämtlichen Jugendstadien der Pinnipedierläuse wahrzunehmen.

Über die Mundwerkzeuge soll an dieser Stelle nur das anschließende gesagt werden. Beide Arten verfügen über ein wohlentwickeltes Rostrum, das zum Gebrauch weit aus dem Kopf heraustritt. Zahlreiche Spreizhaken gestatten eine solide Verankerung in der Haut des Wirtes. Die Lagerung der stilettförmigen Teile des Stechapparates ist nach Aufhellung des Kopfes einigermaßen zu erkennen. Wegen der stärkeren Sklerotisation fallen die Mandibeln besonders auf. Alles Weitere soll späterer Darlegung vorbehalten bleiben.

#### 1. Extremitätenbau

Bei *Echinophthirius* sind im gesamten Entwicklungsgang die Extremitäten homonom (vgl. Abb. 13 b). Sie dienen im Haarkleid der Robben alle gleichermaßen zum Verankern und zur kletternden Fortbewegung durch seitliches Vor- und Ausgreifen. Im Einklang mit der Änderung der Körperproportionen mit dem Wachstum nehmen sie bei gleichbleibender Wirksamkeit an Stärke zu und intensivieren die Sklerotisation. Im ersten Larvenstadium ist nur die Kralle sklerotisiert, im zweiten greift die Bräunung auf den Tibiotarsus über, die sich im dritten Stadium noch verstärkt, während bei den Imagines auch Teile anderer Beinglieder davon erfaßt werden. Die Extremitäten sind immer im Vergleich zum Körper ungewöhnlich kräftig und verlängern sich vom ersten zum dritten Beinpaar. Angesichts der morphologischen Ausprägung des Klammerapparates scheint ihre Bedeutung für das Festhalten im gleichen Sinne zu steigen.

Die Extremitäten treten seitlich aus dem Körper heraus und sind ventrad gekrümmt. Ihre großen Coxen liegen so tief in lateroventralen Aussparungen des Thorax, daß sie die Ventralfläche nicht überragen. Sämtliche Extremitätenglieder sind stark verkürzt und verdickt. Coxa und Femur aller Beinpaare entsprechen sich annähernd in ihren Dimensionen. Ohne erkennbare Abgrenzung sind Tibia und Tarsus fusioniert zur Bildung des mächtigen funktionell zum Klammerorgan gewordenen Tibiotarsus (Abb. 18). Er trägt eine sehr große rechtwinklig abgebogene Kralle. An der Innenseite sitzt dem Tibiotarsus ein mächtiger stumpfkegeliger Daumenfortsatz auf, der apikal mit vier Chitinzähnen ausgestattet ist. Die hintere und craniale Fläche hat eine intensive Sklerotisation erfahren, wobei cranial ein tiefer Sinus ausgespart geblieben ist. Auf seiner caudalen Seite und auf der Innenfläche ist der Daumen membranös und gewölbt. Durch seine Sklerotisation und Querriefelung zeichnet sich der an der ventralen Basis der Kralle angreifende Unguigractor, der in die Krallensehne übergeht, an welcher der Musculus tibioprätersalis inseriert, im Tibiotarsus ab. Zwischen Daumenfortsatz und Krallenbasis findet sich ein Empodium mit einem Chitinlappen, vor dem sich cranial ein fingerförmiger Kegel von einem Chitinzahn

bekrönt erhebt; an dessen Basis inseriert eine den Lappen überragende Borste. Abgesehen von der Größenzunahme ändert sich das Aussehen dieser Chitinmembran vom 1. zum 3. Beinpaar infolge einer tiefer werdenden Einbuchtung am Außenrand. Die Krallenbasis verfügt über eine caudal inserierende lange Borste.



Abb. 18. *Echinophthirius horridus*. Tibiotarsen der rechten Extremitäten eines adulten Tieres. 138:1

Das Zusammenwirken dieser Strukturen beim Umgreifen und Fixieren am Haarschaft läßt sich folgendermaßen verstehen: Gerät beim Suchen nach einem Halt die gestreckte Kralle in Kontakt mit einem Körper, im normalen Falle also mit einem Haar, so wird es von der Kralle umfaßt, in die Einbuchtung des Tibiotarsus gedrängt und dort durch Einschlagen der Kralle eingezwängt. Hierbei wird die Kralle soweit eingeschlagen, bis sie mit ihrer abgerundeten Spitze auf den Zähnen des Daumenfortsatzes ruht. Zugleich übt die Kralle auf das Haar einen Druck aus und preßt es so gegen die als druckelastisches Polster wirkende Innenfläche des Daumens. Das eingeklemmte abgeflachte Robbenhaar wird beim Nachgeben des Polsters in den cranialen in der Sklerotisation ausgesparten Sinus mit seiner Schmalseite eingelegt. Abgestützt von den Wandverstärkungen des Daumens vermag das Polster dem auf ihm lastenden Druck zu begegnen. Der bezahnten Protuberanz des Empodiums dürfte die Aufgabe zufallen, sich gegen die Breitseite des Haares zu stemmen, während sich der Chitinlappen der Haaroberfläche und deren Skulptur anlegt. Auf diese Weise ist nach dem Zugriff eine zuverlässige Verankerung gewährleistet, die so wirksam ist, daß die Tiere sich nur mit Mühe von den Haaren lösen lassen.

Anders als bei *Echinophthirius* sind die Extremitäten bei *Antarctophthirus* in allen untersuchten Entwicklungsstadien heteronom (s. Abb. 5b). Das erste Beinpaar unterscheidet sich wesentlich von den beiden folgenden: Ihm muß eine eigene Aufgabe zufallen, denn es fehlt der typische Klammerapparat, wie ihn das 2. und 3. Beinpaar in eindrucksvoller Ausbildung aufweisen. Sind also bei dieser Laus nur das 2. und 3. Beinpaar imstande, dem Tier eine sichere Verankerung zu gewährleisten, so treten bei der Fortbewegung sämtliche Extremitäten in Aktion. Nach seinem Bau dürfte hierbei das erste Beinpaar als ausgesprochenes Enterbein funktionieren, dazu dienlich durch ausholende Suchbewegung die beim Walroß in großen Abständen inserierenden Haare zu fassen und beizuziehen, um sie den anderen Extremitäten zur Umklammerung anzubieten. Bis zum Heranholen des neuen Haares bleiben die Beinklammern an dem alten Haltepunkt geschlossen, um dann in schnellem Zugriff sich um die neue Stütze zu legen. Dem Tier bleibt so bei allen Bewegungen des Wirtes ein zuverlässiger Halt gewährleistet. Auch hier nimmt mit dem Alter die Sklerotisation insbesondere der Endglieder der einkralligen Pedes adamantes zu. Demgegenüber zeigen die ebenfalls einkralligen Pedes harpagei, die Enterbeine, eine bedeutend schwächere Sklerotisierung. In allen Stadien wächst die Stärke der Beine von vorn nach hinten. Der Unterschied zwischen dem 2. und 3. Beinpaar ist allerdings nicht sehr ins Auge fallend. Beim Vergleich mit dem Körper beeindruckt die mächtige Entwicklung der Klammerbeine.

Die lateroventral im Thorax artikulierenden Beine überragen seine Ventralfläche mit ihren großen Coxen nicht. Durch die stark gebogenen Endglieder erscheinen sie ventral eingekrümmt. Außer den Coxen sind sämtliche Glieder sehr verkürzt und verdickt. Der mit einer sklerotisierten Spange versehene Trochanter überlagert auf der Ventralseite den Femur beträchtlich. Den großen Trochanteren folgen sehr kurze, nur an den Vorderbeinen schlankere Femura. Sein eigenes Aussehen gewinnt das Vorderbein vor allem durch die schwach entwickelte Tibia ohne tiefe ventrale Einbuchtung zusammen mit dem deutlich getrennten Tarsus, an dem die verhältnismäßig lange Endkralle sitzt. Demgegenüber sind die Tibien und Tarsen der hinteren Beinpaare miteinander zu sehr kompakten großen Tibiotarsen verschmolzen und mit je einer starken Endkralle versehen (Abb. 19). Die stark gekrümmten Endkrallen tragen mit Ausnahme der ersten, die auch flacher gewölbt sind, auf ihren Innenflächen ein Leistenrelief und enden ziemlich spitz. Das Klammerorgan der Tibiotarsen ist in seinen Grundzügen dem der Seehundlaus entsprechend konstruiert. Ventral und basal am Tibiotarsus wölbt sich mit sklerotisierter Außenwölbung ein mächtiger Daumenfortsatz, dessen weiche membranöse Innenfläche außer am

Hinterrand von einem verstärkten Saum umzogen wird. Auf seiner Wölbung weist der Daumen kurze Borsten auf, vor denen am Rande des membranösen Feldes drei kurze gekrümmte Zähne auf dem Saum nebeneinander sitzen. Zwischen Daumen und Krallen bildet das Empo-



Abb. 19. *Antarctophthirus trichechi*. Tibiotarsen der rechten Extremitäten eines adulten Tieres. 118:1

dium ein weiches Polster besetzt durch einen sklerotisierten Stempel mit geriefter Oberfläche und einer Borste. Vor ihm zur Krallenbasis hin findet sich ein chitinisierter Lobus mit Borste. Zwischen Daumenfortsatz und Empodium sowie zwischen Empodium und Krallenbasis befindet sich je eine dicke Chitinverstärkung. Vom inneren mit Borste versehenen Basalrand der Kralle geht ein dunkler quergeriefter Unguitractor bis zu einem Drittel seiner Länge in den Tibiotarsus. Damit sind die Strukturteile des Klammerorgans erfaßt, deren Zusammenwirken sich so wie bei der Seehundlaus beschrieben, vollzieht. Es legt sich also hier ebenfalls beim Zufassen die Kralle auf die Daumenbezahnung und preßt das Haar gegen die membranöse druckelastische Innenfläche des Fortsatzes. Gleichzeitig werden Stempel und Lobus des Empodiums gegen die Fläche des abgeplatteten Haares gepreßt. Einem Ableiten wirken die Riefen und Leisten des Empodiumstempels und der Kralle entgegen.

Am Vorderbein weist die Tibia zwar auch den Daumen als ventrale Aufbauchung ihres distalen Endes auf, doch ist außer den apikal stehen-

den vier Chitinzähnen keine besondere Versteifung erkennbar. Dorsal hiervon artikuliert das Tarsalglied mit flachgewölbtem Empodium, vor dem basal eine Chitinverstärkung liegt. Eine Empodialborste ist vorhanden. Der Unguitractor ist mit dem ventralen Basalrand der sich rasch verjüngenden Kralle verbunden. Mit dieser Ausstattung vermag das erste Beinpaar zwar noch einen Klammergriff auszuüben, doch entbehrt es der Vorrichtungen zum wirklich festen Verankern.

den vier Chitinzähnen keine besondere Versteifung erkennbar. Dorsal hiervon artikuliert das Tarsalglied mit flachgewölbtem Empodium, vor dem basal eine Chitinverstärkung liegt. Eine Empodialborste ist vorhanden. Der Unguitractor ist mit dem ventralen Basalrand der sich rasch verjüngenden Kralle verbunden. Mit dieser Ausstattung vermag das erste Beinpaar zwar noch einen Klammergriff auszuüben, doch entbehrt es der Vorrichtungen zum wirklich festen Verankern.

## 2. Integumentbewehrung und Respiration

Die mit dem Entwicklungsgang zunehmende, am erwachsenen Tier in beiden Geschlechtern für Anopluren ungewöhnlich dichte Ausstattung der Cuticula mit Borsten und Schuppen wird bei den Pinnipedierläusen als abgeleitetes Merkmal gewertet und mit der Lebensweise in Beziehung gebracht. Diese Bewehrung bot auch eine Handhabe zur taxonomischen Bearbeitung, indem sich danach die Gattungsunterteilung durchführen ließ. Die einzelnen Arten unterscheiden sich nämlich im Besitz dieser Emergenzen. So verfügt *Echinophthirus* lediglich über Borsten verschiedener Länge, Stärke und Form, die alle caudalwärts gerichtet sind. Sie sind unter basaler Verengung in Alveolen eingelassen, und es erweckt den Eindruck, als verfügten sie über Beweglichkeit. *Antarctophthirus* dagegen hat weitgehende Differenzierungen der Emergenzen aufzuweisen; denn neben auf bestimmte Körperregionen lokalisierten stärker von der einfachen Seta abweichenden und zu blattförmiger Verbreiterung tendierenden Borsten (Dornen) überwiegen typische Schuppen als exklusives Merkmal der Antarcticphthirinae in dichter Anordnung, die sich häufig gegenseitig überdecken. Borsten wie Schuppen sitzen in Alveolen. Der schräg gerichtete Schuppenkörper ist so zart, daß das Integumentmuster unter ihm sichtbar bleibt. Er sitzt exzentrisch am Stiel, ist annähernd rundlich oder oval und läßt am Stiellansatz einen schwächeren oder tieferen Sinus erkennen. Borsten und Schuppen sind caudalwärts orientiert.

Seit ENDERLEIN (1906) diese Eigentümlichkeiten der Integumentbewehrung der Pinnipedierläuse, wodurch sie sich von allen anderen Anopluren unterscheiden, in Zusammenhang mit ihrer Lebensweise brachte und den Gedanken vortrug, sie als sekundäre Atmungsorgane zu betrachten, hat sich diese Ansicht allgemein eingebürgert. ENDERLEIN schreibt den Schuppen die Fähigkeit zu, Luft zwischen sich festhalten zu können, dadurch daß sie sich etwas aufrichten oder gar senkrecht emporstellen und so ein Luftpolster sammeln. Zur Stütze seiner Auffassung diente der Befund, daß die Schuppen auf der Oberseite des Abdomens am dichtesten stehen, an dessen Seiten sich ja dorsal die Stigmen befinden. Durch dieses Luftreservoir sind die Träger nach

ENDERLEIN befähigt, beim Wasseraufenthalt des Wirtes lange Zeit von der atmosphärischen Luft abgeschlossen zu bleiben. Ähnlich sollen auch die dicht stehenden kräftigen Borsten von *Echinophthirius* durch Festhalten von Luft die Respiration gewährleisten. Die bessere Lösung des Problems der Mitnahme eines ausreichenden Luftvorrates wird in der Ausstattung des Integumentes mit Schuppen gesehen, weshalb *Antarctophthirus* die verschiedensten Partien des Rumpfes seines Wirtes zu besiedeln vermag, während *Echinophthirius* lediglich am Kopf und dort besonders in Schnauzennähe sitzen soll, um sich hier beim häufigen Atemholen der Robben stets wieder neu mit Luft versorgen zu können. Wie berichtet, saßen die von mir gefundenen Walroßläuse in der Umgebung der Vorderextremitäten des Wirtes. Wie es sich mit der Lokalisation der Seehundläuse verhält, ob hier wirklich nur die Kopfregion der einzige Aufenthaltsort ist, vermag ich nicht zu sagen.

Zwar haben sich — soweit ich sehe — sämtliche Autoren der Auffassung ENDERLEINS angeschlossen, doch klingt mir die Deutung dieser Emergenzen als respiratorische Hilfsorgane in diesem Sinne noch keineswegs überzeugend, so naheliegend sie auch zu sein scheint. Letzte Klarheit ist auch hier natürlich nur vom Versuch mit lebenden Tieren zu erlangen. Da die Schuppen und Borsten von seiten des Tieres nicht aktiv bewegt werden können, müßte also ein von außen wirkender Druck die Aufrichtung bewirken. Dieser Druck kann aber nur zur Erhebung der Emergenzen führen, wenn er von caudal her auf das Tier ausgeübt wird. Nun verankern sich die Tiere aber an den Haaren so, daß ihr Kopf zur Haarbasis und damit zur Haut orientiert ist. Dem Haarstrich des Wirtes zufolge sind die Läuse dann auch zugleich mehr oder weniger mit ihren Köpfen zum Kopf des Wirtes hin gerichtet. Gleitet nun der Wirt ins Wasser, so werden mit den Haaren die Parasiten stärker an den Körper gepreßt und sind dem Strömungsdruck des Wassers mehr oder weniger von vorn ausgeliefert. Falls nicht besondere hydrodynamische Abläufe ihre Wirkung beim Eintauchen im Fellkleid entfalten, die sich unserer Kenntnis noch vollkommen entziehen, ist nur schwer ein Vorgang zu konstruieren, mit dessen Hilfe die Luft von hinten gegen Schuppen und Stacheln gepreßt wird, damit diese sich aufrichten und sie abfangen können. Die Läuse selbst verhalten sich zweifelsohne vom Moment des Eintauchens an passiv, verklammern sich und nehmen keinen Positionswechsel mehr vor.

Damit möchte ich aber der Integumentarmierung nicht gänzlich die Fähigkeit aberkennen, Luft unter günstigen Umständen festhalten zu können. Nur will es mir nicht genügend begründet erscheinen, ihr die spezielle Aufgabe zuzuweisen, Luft zu übernehmen und den Stigmen zuzuführen. Auch kann man hier nicht wie HASE (1931) eine allgemeine Hautatmung für möglich halten.

Die Betrachtung des Tracheensystems kann durchaus den Eindruck vermitteln, die Tiere könnten schon dort einen länger vorhaltenden Vorrat an Atemluft mit sich führen, der vielleicht sogar ausreicht, die Dauer des Wasseraufenthaltes ihrer Wirte zu überbrücken, ohne daß ein Wechsel der Füllung vonnöten ist. Die Phasen erhöhter Aktivität, vermehrter Stoffwechselfähigkeit und damit intensivierten  $O_2$ -Verbrauchs liegen ohnehin sicher nicht in den Zeiten, die der Parasit auf seinem Wirt im Wasser verbringt. Zu dieser Annahme trägt auch die von HASE (1931)

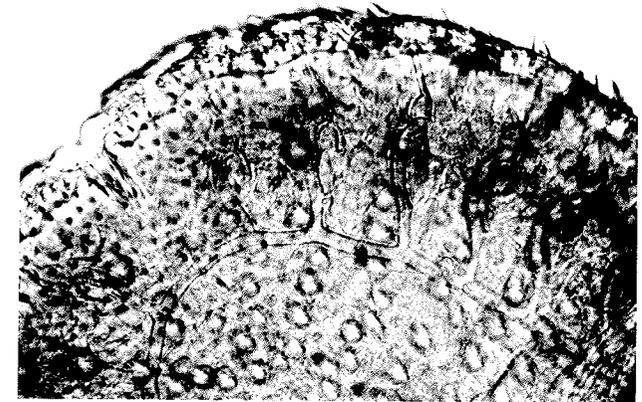


Abb. 20. *Antarctophthirus trichechi*. 2. Nymphe. Tracheenverlauf. 138:1

getroffene Feststellung bei, daß *Pediculus capitis* bis zu 2 Tagen unter Wasser lebensfähig ist. An amphibisch lebenden Wirten parasitierende Läuse dürften dann wohl erst recht einem längeren Verweilen unter Wasser mit ihrem im Tracheensystem vorhandenen Luftvolumen gewachsen sein.

HASE (l.c.) hebt ausdrücklich hervor, daß die Läuse allgemein ein sehr gut ausgebildetes Tracheensystem mit komplizierten Verschlußvorrichtungen besitzen, so daß sie „eine Zeitlang unter Abschluß der äußeren Luft auszuharren vermögen“. Untersucht man das Tracheensystem unserer beiden Pinnipedierläuse, so kann MjöBERG (1910) durchaus zugestimmt werden, der schreibt, das ganze Tracheensystem sei „äußerst stark“ entwickelt. Ohne besondere Mühe lassen sich an aufgehellten Tieren die beiden großen Tracheenlängsstämme mit allen Abzweigungen verfolgen (Abb. 20). Im großen und ganzen entspricht der Tracheenverlauf dem anderer Anopluren, so daß hier darauf nicht weiter eingegangen werden soll. Es sind aber nicht, wie MjöBERG (l.c.) meint, zwei thorakale Stigmenpaare vorhanden. Die Stigmen sind von WEBB (1946) für *Echinophthirius* und *Antarctophthirus* (bei *A. microchir*)

eingehend betrachtet worden. Sie unterscheiden sich in ihren Strukturen von sämtlichen von ihm untersuchten Stigmen der Läuse auf terrestrischen Wirten. WEBB gibt für die thorakalen Stigmen eine prothorakale Lage an; ich fand sie dagegen stets am Pleuralwulst des Mesothorax. Der Außenluft wird durch zwei ungleich große Aperturen der Zutritt in das stattliche Atrium ermöglicht, dessen Wände mit großen Dornen besetzt sind. Das relativ lange zylindrische Atrium erweitert sich proximal blasenförmig und geht dann unter starker Verengung in den Tracheenzweig über. Der Verengung liegt eine Chitinplatte mit einem Hebelarm auf, dem ein an der Körperwand befestigter Muskel ansitzt. Dies ist der Verschlußapparat. Durch Muskelzug wird der Hebel mit seiner Basalplatte gekippt, wobei diese das Lumen des Verbindungsstückes zwischen Atrialraum und Trachee zudrückt und so die Okklusion bewerkstelligt. WEBB sieht in den Atrialdornen eine Vorrichtung zum Abfangen mit der Luft eingedrungener Staubpartikel. Der Luftaustausch selbst vollzieht sich nach ihm nicht auf dem Wege der Diffusion, wengleich keine spezielle Atemrhythmik bei Läusen nachweisbar ist. Doch sollen die allgemeinen Körperbewegungen zum Vollzug eines Luftwechsels im Tracheensystem ausreichend sein. Derselbe Autor meint, den abdominalen Stigmen in der Hauptsache die Inspiration, den thorakalen die Expiration zuweisen zu können.

Der Bau der Stigmen und die auffallend weiten Tracheenlumina erscheinen geeignet, der Vorstellung eine Stütze zu bieten, es würde hier für einen ausreichenden Luftvorrat zur Atmung während des Aufenthaltes unter Wasser genügend Sorge getragen, und ein zusätzliches Luftreservoir zwischen den Emergenzen der Kutikula des Körpers nicht unbedingt notwendig sein. Die gut entwickelten Verschlußapparate bewahren das aufgenommene Luftvolumen.

#### E. Unterscheidungsmöglichkeit der Entwicklungsstadien

Die Unterschiede der Entwicklungsstadien liegen für beide untersuchte Arten einmal in den verschiedenen Körpergrößen, wie sie aus den Tabellen zu entnehmen sind. Hinzu tritt die von Stufe zu Stufe vermehrte Beborstung und die progressive Intensivierung der Sklerotisation. Eine Trennung in die Geschlechter ist vom späten 3. Nymphenstadium an möglich.

Welche Zeit die einzelnen Stadien für sich beanspruchen bis eine Häutung absolviert wird, wissen wir ebensowenig, wie wir die Lebensdauer der Imagines kennen.

#### Zusammenfassung

Von zwei Arten der Anoplura Pinnipediorum — *Antarctophthirus trichechi* BOH. und *Echinophthirus horridus* OLFERS — werden neben

einer Diskussion der Kopulation und Eiablage die Entwicklungsstadien vom Ei an beschrieben unter Einschluß der Geschlechtstiere.

Für *Echinophthirus horridus* gestattete die große Zahl der vorliegenden Individuen aller Stadien, auf statistischem Wege Untersuchungen zur Wachstumsprogression durchzuführen.

Die morphologischen Adaptationen in Zusammenhang mit der permanenten parasitären Lebensweise an amphibisch lebenden Wirtstieren — unter anderem *Odobenus rosmarus* L. und *Phoca vitulina* L. — werden für den Extremitätenbau und die Integumentbewehrung eingehend untersucht und ihre funktionelle Bedeutung erörtert.

Auf die eine Unterscheidung der Entwicklungsstadien erlaubenden Merkmale wird am Schluß besonders hingewiesen.

#### Literatur

- BOHEMAN, C. H.: Spetsbergens Insekt-Fauna. Svenska Vetenskaps-Akad. Förh. Öfversigt **22**, 563—580 (1865).
- BRINK, P.: Svensk Insectfauna. 5. Anoplura. Stockholm: Riksmuseet 1950.
- BENDERLEIN, G.: Läusestudien V. Schuppen als sekundäre Atmungsorgane, sowie über eine neue antarktische Echinophthiriiden-Gattung. Zool. Anz. **29**, 659—665 (1906).
- Die Insekten des antarktischen Gebietes. C. Monographie der Robbenläuse. Dtsch. Südpolar-Exp. 1901—1903, Bd. X, pp. 505—516. Berlin: Reimer 1909.
- FAHRENHOLZ, H.: Anopluren des Zoologischen Museums zu Hamburg. (3. Beitrag zur Kenntnis der Anopluren.) Mitt. zool. Mus. Hamburg **34**, 1—22 (1917).
- FERRIS, G. F.: Contributions toward a monograph of the sucking lice, Part VII. Stanford Univ. Publ., Univ. Ser., Biol. Sci. **2**, 1—56 (1934).
- FREUND, L.: Anoplura. In: BROHMER, Die Tierwelt Mitteleuropas, 4, IX, S. 1—26. Leipzig: Quelle u. Meyer o. J.
- Anoplura Pinnipediorum in GRIMPE u. WAGLER, Tierwelt der Nord- und Ostsee, 4, XI, d 1—36. Leipzig: Geest u. Portig 1928.
- GROSS, J.: Untersuchungen über die Ovarien von Mallophagen und Pediculiden. Zool. Jb., Abt. Anat. u. Ontog. **22**, 347—384 (1906).
- HASE, A.: Läuse. In: SCHULZE, Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 30. S. 1—58. Berlin: Borntraeger 1931.
- HENRIKSEN, K. L., u. W. LUNDBECK: Conspectus faunae Groenlandicae. II. Landarthropoder. Medd. om Grønland **22**, 484—821 (1917).
- HOPKINS, G. H. E.: The host-association of the lice of mammals. Proc. zool. Soc. Lond. **119**, 387—604 (1949).
- JANCKE, O.: Die Anopluren Deutschlands. In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, Teil 35, S. 43—78. Jena: Fischer 1938.
- LEUCKART, R.: Über die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern. Arch. Anat. u. Physiol. **90**, 264 (1855).
- LUTHER, A.: Über *Echinophthirus phocae* (LUC.) als Parasit der Saima-Robbe (*Phoca foetida* v. *saimensis* NORDQU.). Medd. Soc. Fauna et Flora Fenn. **36**, 17—19 (1909/10).
- MJÖBERG, E.: Studien über Mallophagen und Anopluren. Ark. Zool. **6**, No 13, 1—296 (1910).

- NATVIG, L. R.: Anoplura pinnipediorum, Culicidae und Oestridae mit Berücksichtigung ihrer generellen geographischen Verbreitung. The Norwegian North Polar Exp. with the „Maud“ 1918—1925. Scientific Results, vol. V, No 16a, pp. 1—20. Bergen: Grieg 1933.
- NEUMANN, L. G.: Notes sur les Pédiculidés. Arch. de Parasit. **13**, 497—537 (1910).
- RIES, E.: Die Symbiose der Läuse und Federlinge. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **20**, 233—367 (1931).
- Die Prozesse der Eibildung und des Eiwachstums bei Pediculiden und Mallophagen. Z. Zellforsch. **16**, 314—388 (1932).
- , u. P. B. VAN WEEL: Die Eibildung der Kleiderlaus, untersucht an lebenden, vital gefärbten und fixierten Präparaten. Z. Zellforsch. **20**, 565—618 (1934).
- SCHMIDT, W. J.: Über physikalische und chemische Eigenschaften des Sekretes, mit dem *Pediculus capitis* seine Eier ankittet. Z. Parasitenk. **10**, 729—736 (1939).
- SÉGUY, E.: Ordre des Anoploures ou poux. Traité de Zoologie, T. X, pp. 1365 bis 1384 (1951).
- WEBB, J. E.: Spiracle structure as a guide to the phylogenetic relationships of the Anoplura, with notes on the affinities of the mammalian hosts. Proc. zool. Soc. Lond. **116**, 49—119 (1946).

Priv.-Doz. Dr. HEINZ SCHERF, Zool. Institut der Universität,  
63 Gießen/Lahn, Ludwigstraße 23