

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION

BIOLOGIE

SERIE 14 · NUMMER 20 · 1981

FILM C 1416

Nahrungsaufnahme bei Egeln (Hirudinea)



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Komm., deutsch od. engl.), 16 mm, farbig, 160 m, 15 min (24 B/s). Hergestellt 1976–1980, veröffentlicht 1981.

Der Film ist für die Verwendung im Hochschulunterricht bestimmt. Veröffentlichung aus dem II. Zoologischen Institut der Universität Göttingen, Prof. Dr. W. WESTHEIDE, und Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. G. LOTZ; Kamera: R. DRÖSCHER und J. WEISS; Schnitt: R. DRÖSCHER.

Zitierform:

WESTHEIDE, W., und INST. WISS. FILM: Nahrungsaufnahme bei Egel (Hirudinea). Film C 1416 des IWF, Göttingen 1981. Publikation von W. WESTHEIDE, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 14, Nr. 20/C 1416 (1981), 17 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

Prof. Dr. W. WESTHEIDE, II. Zoologisches Institut der Universität Göttingen, Berliner Str. 28, D-3400 Göttingen.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion MEDIZIN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgeber: H.-K. GALLE · Schriftleitung: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (05 51) 202202

FILME FÜR FORSCHUNG UND HOCHSCHULUNTERRICHT

WILFRIED WESTHEIDE, Göttingen, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM,
Göttingen:

Film C 1416

Nahrungsaufnahme bei Egel (Hirudinea)

Verfasser der Publikation: WILFRIED WESTHEIDE

Mit 3 Abbildungen

Inhalt des Films:

Nahrungsaufnahme bei Egel (Hirudinea). Der Film demonstriert Nahrungsaufnahme und Nährtiere verschiedener einheimischer Egel. Von den Schlundegeln wird *Erpobdella octoculata* beim Verschlingen einer Chironomiden-Larve gezeigt. Die Tätigkeit der Kiefer und der Saugvorgang wurden bei dem rein haematophagen *Hirudo medicinalis* an einem abgezogenen Katzenfell gefilmt. Der ebenfalls zu den Kieferegeln gehörende *Haemopsis sanguisuga* verschlingt einen ausgewachsenen Regenwurm und frisst an einer Schlamm Schnecke. Die übrigen Arten gehören zu den Rüsselegeln: *Glossiphonia*-Individuen saugen die Weichteile von Schnecken und Muscheln aus. *Helobdella stagnalis* wird bei der Nahrungsaufnahme an einem *Tubifex* gezeigt. Von *Piscicola geometra* wurden Suchbewegungen, Festheften und Übersteigen auf einen Fisch gefilmt sowie das Verhalten beim Blutsaugen auf dem Wirtstier.

Summary of the Film:

Feeding Habits of Leeches (Hirudinea). The film demonstrates feeding and the prey of various, well-known European leeches. The pharyngobdellid *Erpobdella octoculata* is shown swallowing a chironomid larva. Operation of the jaws and the sucking action were filmed in the purely sanguivorous *Hirudo medicinalis* on a cat skin. *Haemopsis sanguisuga*, which also belongs to the gnathobdellids, swallows a whole earthworm and feeds on a large fresh-water snail. The remaining species are rhynchobdellids: *Glossiphonia* individuals suck all the soft parts out of various snails and bivalves. *Helobdella stagnalis* is shown feeding on a *Tubifex*. Searching movements, mode of transfer to fish and the behaviour during blood sucking were filmed in *Piscicola geometra*.

Résumé du Film:

Mode d'alimentation des Sangués (Hirudinea). Le film montre les proies et la prise de nourriture de diverses sangués communes en Europe. On voit une pharyngobdellide, *Erpobdella octoculata*, en train d'avaler une larve de Chironomide, ainsi que le mécanisme des mâchoires et l'activité de succion de l'hématophage strict *Hirudo medicinalis* sur une peau de

chat. Une autre gnathobdellide, *Haemopsis sanguisuga*, est filmée en train d'avaler un ver de terre entier, puis se nourrissant d'un grand escargot d'eau douce. Les autres espèces sont des rhynchobdellides: quelques *Glossiphonia* aspirent toutes les parties molles de divers escargots et bivalves, et *Helobdella stagnalis* mange un *Tubifex*. La recherche de la nourriture, les modalités de transfert sur des poissons et le comportement pendant l'aspiration du sang sont montrés chez *Piscicola geometra*.

Allgemeine Vorbemerkungen

Die einheimischen Egel (Hirudinea) sind Räuber oder Parasiten an Wirbellosen und Wirbeltieren. Bei den Wirbellosen-Aussaugern unter ihnen läßt sich aber eine scharfe Trennung zwischen räuberischer und parasitischer Lebensweise nicht ziehen. Nutritive Aufnahme auch pflanzlicher Stoffe konnte nicht nachgewiesen werden (JUNG [16]). Nahrung und Nahrungsaufnahme bestimmen die Struktur des Darmtrakts. Die unterschiedliche Ausbildung des Vorderdarms wird zur systematischen Gliederung der Egel herangezogen: Rhynchobdellae besitzen einen zum Rüssel umgebildeten Vorderdarm; Gnathobdellae haben einen Pharynx mit drei bezahnten Kiefern; bei den Pharyngobdellae ist der Pharynx ein langes, unbewaffnetes Rohr aus drei muskulösen Längswülsten. Der Film zeigt Vertreter aller drei Gruppen bei der Nahrungsaufnahme.

Die Jungen von *Erpobdella octoculata* (L., 1758) (Pharyngobdellae, Schlundegel) beginnen mit der Nahrungsaufnahme bereits am 2. oder 3. Tag nach dem Schlüpfen aus dem Kokon. Die Zusammensetzung der Nahrung dieses Egels entspricht weitgehend der Zusammensetzung der Bodenfauna der jeweiligen Lokalität (MONAKOV [20]): kleine Oligochaeten, Cladoceren, Copepoden, Insektenlarven – insbesondere von Chironomiden und Simuliiden –, Gammariden, Laich von Schnecken und Amphibien. Aus größeren Kadavern werden Stücke herausgerissen (HERTER [14]); auch Kannibalismus wurde beobachtet. Die Tiere treffen wohl nur zufällig auf ihre Beute. Kleine Organismen werden sehr schnell eingesaugt, große Nahrungsbrocken müssen langsam eingeschluckt werden. Dies geschieht mit einem langen muskulösen Pharynx, der bis in das 12. Segment reicht (Abb. 2 A). Der Magen ist schlauchförmig und besitzt keine Blindsäcke zur Speicherung der Nahrung.

Der medizinische Blutegel *Hirudo medicinalis* (L., 1758) (Gnathobdellae, Kieferegel) ist ein Ektoparasit, der sich wahrscheinlich ausschließlich von Wirbeltierblut ernährt. Bevorzugte Wirtstiere junger Egel sind zunächst Amphibien; später befällt *Hirudo* vor allem Säugetiere. Gelegentlich wird er an Vögeln gefunden. Auch Fische gehören wohl zum Kreis der Wirtstiere; in Gefangenschaft gehaltene Tiere konnten über Jahre hinweg mit Fischblut ernährt werden (HERTER [14]).

Blutegel reagieren auf Körperwärme und Körpersekrete. So heften sie sich an Glasstäbe, die mit Körperschweiß eines Menschen in Berührung kamen. Bei Kontakt mit dem Wirtstier gehen sie schnell auf dessen Haut über, machen hier gleitende Suchbewegungen mit dem Vorderende und saugen sich dann bei Säugetieren an einer möglichst unbehaarten Stelle fest. Hierzu wird der Vordersaugnapf mit den Seitenrändern angedrückt und in der Mitte angehoben, so daß ein wasser- und luftdicht abgeschlossener Raum entsteht. Die Anheftung wird durch Sekrete unterstützt. Hinter

dem Hohlraum des Saugnapfes liegt die durch eine Art Velum abgegrenzte Mundhöhle mit 3 sternförmig angeordneten, halblinsenförmigen Kiefern – einer dorsal, die beiden anderen ventral (Abb. 1 A). Sie sind von einer festen Kutikula überzogen,

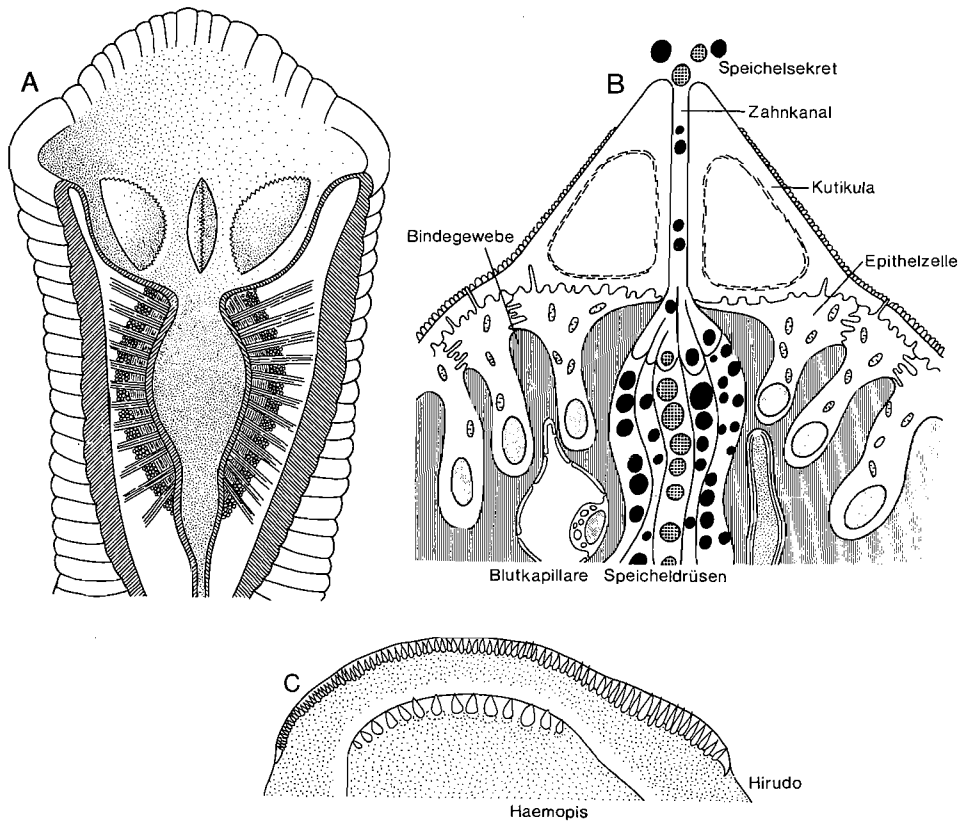


Abb. 1. A: *Hirudo medicinalis*. Organisation des Vorderdarms mit Vordersaugnapf, Mundhöhle, Kiefer und Saugpharynx (umgezeichnet nach verschiedenen Autoren). B: *Hirudo medicinalis*. Schema der Feinstruktur des distalen Kieferbereichs mit Speicheldrüsenausleitungskanal innerhalb eines Kieferzahns (umgezeichnet nach DAMAS [7]). C: Umriss der Kiefer von *Hirudo medicinalis* und *Haemopsis sanguisuga* (nach AUTRUM [1])

die sich auf ihrer distalen Kante zu einer Reihe (monostichodont) kleiner kalzifizierter Zähnchen differenziert (Abb. 1 C). Sofort nach dem Ansaugen beginnen die Kiefer mit rhythmisch drehenden Bewegungen. Sie werden synchron von innen nach außen und zurückgeführt und sägen eine dreistrahlige Wunde in die Haut des Wirtstieres. Die Kiefer können dabei lang vorgestreckt werden und dringen tief in die gut durchblutete Cutis des Wirtes ein. Häufiger Gebrauch nutzt die Kieferzähne ab (REIBSTEIN [21]). Bei der für das Filmen verwendeten Versuchsanordnung läßt sich erkennen, daß die Sägetätigkeit um so intensiver ist, je weniger Nahrungsflüssigkeit zur Verfügung steht.

Auch wenn überhaupt keine Nahrung geboten wird, sägen die Egel mit großer Intensität über einen längeren Zeitraum. Ist jedoch viel Flüssigkeit vorhanden, so ziehen sie ihre Kiefer aus der Wunde zurück und beschränken sich auf das Aufsaugen. Von den im Film zu beobachtenden Seitwärtsbewegungen der Kiefer kann nicht ohne weiteres angenommen werden, daß sie in dieser Weise auch unter natürlichen Bedingungen ausgeführt werden. An der Spitze der Zähne münden zahlreiche einzellige Speicheldrüsen (Abb. 1 B), deren Zellkörper weit im vorderen Körperbereich verteilt liegen. Ihr Sekret enthält mindestens drei verschiedene Substanzen: eine Hyaluronidase (β -Endoglucuronidase); eine Antithrombokinase, das sog. Hirudin, welches die Blutgerinnung verhindert; eine histaminähnliche Substanz zur Erweiterung der Kapillaren in der Nähe der Wunde. Wahrscheinlich wird zusätzlich noch ein lokal wirkendes Anaesthetikum abgeschieden.

Schon während des Sägens beginnt der Egel zu saugen. Hierbei nimmt sein Vorderende eine charakteristische Gestalt an: der Saugnapf wird hufförmig, dahinter schnürt sich der Körper taillenförmig ein. Die Mundhöhle führt unmittelbar in das Lumen des Saugpharynx (Abb. 1 A). Es ist mit Kutikula und Epithel ausgekleidet. Darunter liegt ein Mantel aus einer dicken Längs- und einer dünnen Ringmuskelschicht, der sich in die Muskulatur der Kiefer fortsetzt. Beide Schichten werden von kräftigen Radiärmuskelzellen durchzogen, die peripher am Hautmuskelschlauch verankert sind. Ihre Kontraktionen erweitern das Pharynxlumen und bewirken vor allem die mit hoher Frequenz (250/min) durchgeführten Saugpumpbewegungen des Organs (HAMMERSEN [12]).

Das Blut gelangt über den kurzen Ösophagus in den langen gekammerten Magen mit seinen seitlichen Divertikeln. Daran schließen sich ein anfangs herzförmig erweiterter, dann enger Hinterdarm und ein blasenförmiger Enddarm an. Die Divertikel – zumeist wohl 10 Paar – sind blindsackartige Ausstülpungen, von denen das letzte Paar besonders lang ist und zu beiden Seiten des Hinterdarms liegt. Durch Kontraktionen des Hautmuskelschlauchs, der Dorsoventralmuskulatur und der Darmmuskeln wird das Blut in den Blindsäcken verteilt und dort gespeichert. Die Tiere nehmen so ein Vielfaches ihres Körpergewichts an Nahrung auf. Der Saugakt dauert bis zu 1 h (REIBSTEIN [21]). Noch während der Nahrungsaufnahme wird das aufgenommene Blut eingedickt, und Wasser und Salze werden aus den Nephridien abgegeben.

Die Verdauung findet wahrscheinlich im Magen und Darm statt. Sie kann sich über 200 Tage hinziehen. Hieraus ergibt sich das enorme Hungervermögen der Tiere, das bis zu 24 Monate betragen soll. Die Physiologie der Verdauung ist in vielen Punkten ungeklärt (MICHEL & DEVILLEZ [19]). Da ältere Untersuchungen keine proteolytischen Aktivitäten in Darmwandextrakten nachweisen konnten, schrieb man die Hauptrolle bei der Eiweißverdauung symbiontischen Bakterien zu (BUSING [3], BUSING et al. [4]). Es handelt sich um eine einzige Art: *Pseudomonas hirudinis* (nach BULLOCK [5] eine *Aeromonas*-Art), deren antibiotische Wirkung darüber hinaus auch die Gegenwart anderer Bakterien im Darmtrakt verhindern soll. Inzwischen konnte DAMAS ([8]) Proteinaseaktivität in den Speicheldrüsen nachweisen; JENNINGS & VAN DER LANDE ([15]) fanden Exopeptidasen auch in der Darmwand.

Haemopsis sanguisuga (L., 1758), der Pferde- oder Vielfraßegel, ist ein naher Verwandter des medizinischen Blutegels mit engen Übereinstimmungen im Habitus und in der Organisation der Geschlechtsorgane. Nahrung, Nahrungsaufnahme und Struktur des Darmtrakts sind jedoch sehr verschieden. *Haemopsis* ist der einheimische Egel mit dem weitesten Nahrungsspektrum. Als einziger Egel frißt er nach einer langen Hungerperiode auch Planarien. Nach der Winterruhe bevorzugt er

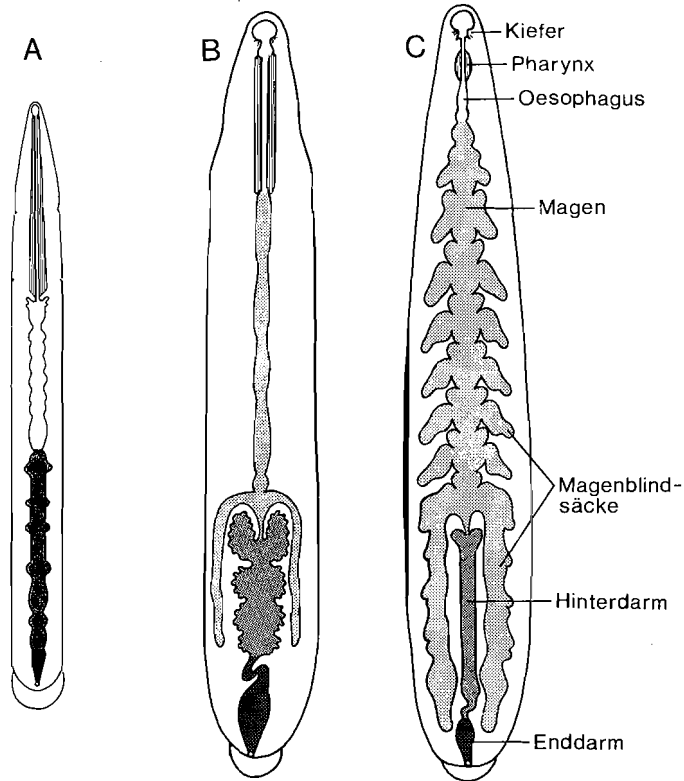


Abb. 2. Struktur des Verdauungskanal. A: *Erpobdella octoculata*. B: *Haemopsis sanguisuga*. C.: *Hirudo medicinalis*. (Umgezeichnet nach SCRIBAN & AUTRUM [22])

Amphibien-, Fisch- und Schneckenlaich. Anneliden bilden den größten Anteil an der Nahrung – im Sommer bis zu 70% (JUNG [16]). Da die Tiere sich auch außerhalb der Gewässer in der feuchten Uferzone aufhalten, können sie hier vor allem große Lumbriciden erbeuten. Außerdem werden Kaulquappen, Jungfische, Schnecken und Arthropoden aller Art gefressen. Aus größeren Amphibien und Fischen reißen sie Stücke heraus; tote Fische werden gelegentlich von hungrigen Vielfraßegeln skelettiert. Da auch andere Egelarten verschlungen werden, galten sie früher als lästige Schädlinge in Blutegelzuchten. Befallene Amphibien versuchen entweder die Egel

mit den Beinen abzustreifen oder gehen auch mit ihnen an Land, um sie dort der Sonneneinstrahlung auszusetzen und sie so zum Loslassen zu veranlassen (EIBL-EI-BESFELDT [10]).

Die 3 Kiefer in der Mundhöhle sind kleiner als bei *Hirudo* und tragen wenige, in 2 Reihen angeordnete Zähne (distichodont) (Abb. 1 C), die keine Wunden in die Haut von Säugetieren zu schneiden vermögen. Der Pharynx ist länger als bei *Hirudo* (Abb. 2 B). Er besteht aus einer mächtigen Ringmuskelschicht und zwei Längsmuskellagen; die Radiärmuskulatur ist dagegen gering ausgebildet. Diese Struktur ermöglicht es den Tieren, durch Kontraktion der Längsmuskulatur den Pharynx bei gleichzeitiger Lumenerweiterung stark zu verkürzen und dabei über ein ergriffenes Beutetier hinwegzuschieben. Die schwache Radiärmuskulatur hat nur die Aufgabe, das Lumen offen zu halten. Die kräftige Ringmuskulatur zerquetscht dann die Beute (HAMMERSEN [12]).

Anders als bei dem haematophagen *Hirudo* besitzt der Magen des carnivoren *Haemopsis* nur 1 Paar hinterer Magenblindsäcke, die zu beiden Seiten des Hinterdarms liegen (Abb. 2 B). Bei juvenilen Tieren sind allerdings noch weitere Divertikel zu finden, die mit zunehmendem Alter reduziert werden.

Glossiphonia complanata (L., 1758) und *Glossiphonia heteroclita* (L., 1758) sind zwei häufige und recht ähnliche Rüsselegel (Rhynchobdellae). Den Hauptteil ihrer Nahrung bilden Schnecken, was ihnen den Namen Schneckenegel eingetragen hat. Weitere häufige Nährtiere sind Muscheln, kleine Oligochaeten und Arthropoden; auch Laich, Egelkokons und selbst andere Egel gehören zu ihrer Beute. Junge Glossiphonien, die sich noch an der Bauchseite eines Mutteregels umhertragen lassen, saugen bereits an Schnecken und kehren anschließend wieder zu dem adulten Tier zurück (HERTER [14]).

Die Egel ziehen kleinere Schnecken zu sich heran, dringen mit dem Vorderende in das Gehäuse ein und saugen dann den gesamten Weichkörper auf. Bei größeren Tieren gehen sie auf das Gehäuse über und versuchen von hier aus, Blut und Gewebe der Schnecken aufzunehmen. Einige Gastropodenarten reagieren hierauf mit Abwehrreaktionen: sie schlagen das Gehäuse hin und her (WREDE [23], FRIESWIJK [11]) oder verlassen das Wasser, so daß die ansitzenden Glossiphonien loslassen müssen. Größere Exemplare der Prosobranchier sind durch das Operculum geschützt. *Glossiphonia heteroclita* parasitiert auch in den Schnecken – in der Mantelhöhle, zwischen Mantel und Schale, in der Niere, in der Nähe der Aorta (KLEMM [17]).

Bei der Nahrungsaufnahme wird der lange Rüssel tief in das Gewebe der Beute gestoßen. Er besitzt eine wurmartige Eigenbeweglichkeit, die es ihm ermöglicht, eine geeignete Einstichstelle zu suchen. Schleimabsonderungen erleichtern den Vorgang des Einstechens. Ein dreikantiger Kanal durchzieht den Rüssel bis zum Oesophagus. Als Abschnitt des ektodermalen Vorderdarms wird er von einem flachen Epithel mit dicker Kutikula ausgekleidet. Durch kräftige Längs-, Ring- und Radiärmuskulatur erhält er die Festigkeit eines Stechorgans. Vor allem durch die starken Radiärmuskeln (Abb. 3 B) wirkt er auch als Pumpe bei der Nahrungsaufnahme. Eine Vielzahl holokriner einzelliger Drüsen, die Schleim, Proteinase und Phosphatasen produzieren, befindet sich verstreut im gesamten Bereich des Vorderendes (Abb. 3).

Mit langen Zellausläufern münden sie in den Hohlraum der Rüsselscheide oder auf verschiedener Höhe in das Rüssellumen (DAMAS [6]).
Der Rüssel liegt in einem langen engen Kanal, der Rüsselscheide, die sich als epitheliale Einstülpung von der schmalen Mundöffnung bis zur Basis des Rüssels erstreckt

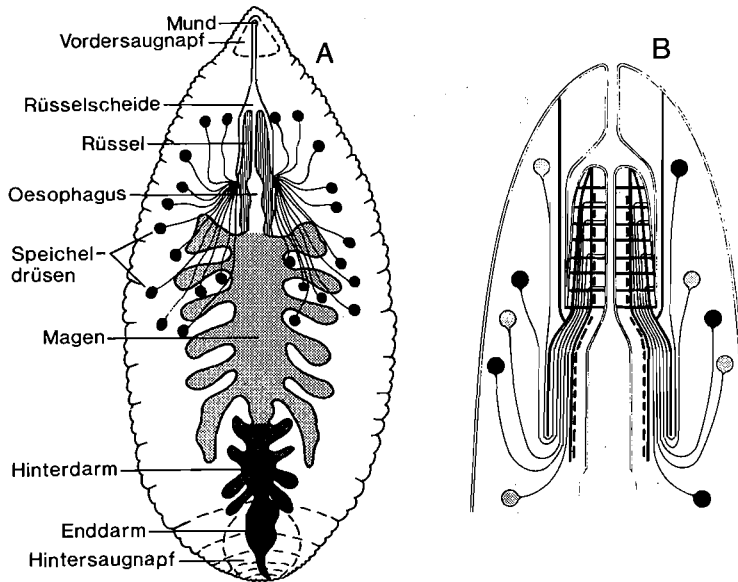


Abb. 3. *Glossiphonia complanata*. A: Struktur des Verdauungskanals. B: Stark schematisierter Längsschnitt des Vorderendes mit Rüssel, Rüsselscheide und Speicheldrüsen (umgezeichnet nach DAMAS [6])

(Abb. 3). Längsmuskelzellen können die Scheide verkürzen und in Falten legen. Protraktormuskeln außerhalb der Scheide lassen den Rüssel dann weit aus der Mundöffnung hervortreten; Retraktoren ziehen ihn in den Körper zurück (SCRIBAN & AUTRUM [22]).

Der muskulöse Oesophagus ist eine direkte Fortsetzung des Rüssels mit ähnlicher histologischer Struktur. Der Magen besitzt mehrere Paare glatter, unverzweigter Blindsäcke (Abb. 3 A) und ist zwischen ihren Abgängen durch muskulöse Sphinkter in Kammern geteilt. Auch der Hinterdarm beginnt mit einem muskulösen Verschlussmechanismus und besitzt ebenfalls mehrere paarige Divertikel. Rektalblase und Rektalkanal (Enddarm) führen zum After.

Helobdella stagnalis (L., 1758) ist ein Wirbellosen-Aussauger, dessen Beuteobjekte vor allem kleine limnische Oligochaeten, Cladoceren und Insektenlarven sind. An größeren Arthropoden saugt dieser Rüsselegel nur, wenn sie verletzt sind. Nach KLEMM ([7]) werden Schnecken nicht befallen. Die Beute wird mit dem Mundsaugnapf ergriffen und unter die Ventralseite gebracht; nach 15–20 min sind die Magenblindsäcke gefüllt.

Der Fischegel *Piscicola geometra* (L., 1761) gehört ebenfalls zu den Rüsselegeln. Er parasitiert auf Neunaugen und Fischen im Süß- und Brackwasser. Präferenzen für gewisse Arten wurden nicht beobachtet. Gelegentlich findet man die Art auch auf Amphibien (JUNG [16]). Die Tiere halten sich vor allem im Litoral ruhiger Gewässer auf Steinen und Wasserpflanzen auf. Sie bevorzugen hier Regionen mittlerer Lichtintensität. Nur mit dem Hintersaugnapf sind sie festgesaugt. Der Körper hängt frei im Wasser – meist steif und schräg nach unten gerichtet – oder pendelt hin und her. Im Hungerzustand – *Piscicola* soll bis zu 6 Monate ohne Nahrungsaufnahme leben können – sind die pendelnden Suchbewegungen besonders häufig und lebhaft. Sie werden verstärkt, wenn das Wasser bewegt wird oder ein Schatten auf die Tiere fällt. Eine chemische Fernperzeption ließ sich nicht nachweisen; dagegen reagieren die Egel aus der Nähe auf Schleimstoffe der Fischhaut (HERTER [14]).

Berührt das Vorderende einen Fisch, so wird der vordere Saugnapf sehr schnell festgeheftet. Die hintere Saugscheibe löst sich fast gleichzeitig vom Ruheplatz und saugt sich ebenfalls auf dem Wirtstier fest. Der Mundsaugnapf läßt nun zumeist los, und der Egel wird zunächst – nur am hinteren Saugnapf befestigt – wie ein loser Faden vom Fisch durch das Wasser gezogen. Später sucht der Parasit eine geeignete Anheftungsstelle auch für die vordere Haftscheibe, aus der nun der Rüssel ausgestoßen und in das Integument gestochen wird. Kopf und Abdomen sind die bevorzugten Körperregionen für die Nahrungsaufnahme (BAZAL et al. [2]). Die Tiere sitzen mehrere Tage, manchmal 3–4 Wochen, auf ihren Wirtstieren und saugen mehrmals Blut. Jeder Saugakt dauert etwa 1 h. Parasitieren mehrere Tiere auf einem Fisch, so kann es schon hier zu Kopulationen kommen. Während eines 48-h-Aufenthalts nimmt ein Egel ca. 150 mm³ Blut auf (DOMBROWSKI [9]). Ein Karpfen von 500 g Gewicht kann so durch Befall von 50 Egelnahezu blutleer gesaugt werden. Massenbefall führt zum Tod des Wirtstieres. Bei den Filmaufnahmen wurden kleinere Fische auch schon durch wenige Fischegel getötet.

Zur Entstehung des Films

Die im Film gezeigten Egel stammen – bis auf *Hirudo medicinalis* – aus der flachen Uferzone des Seeburger Sees in der Nähe von Göttingen. Sie wurden in einfachen unbelüfteten Gläsern meist nur kurzzeitig gehältert und für die Filmaufnahmen in besondere Aquarien gebracht. Für einen Teil der Aufnahmen wurde ein Spiegel benutzt, der sich unter den Aquarien befand.

Um die Tätigkeit der Kiefer bei *Hirudo medicinalis* zeigen zu können, wurde nach der Beschreibung von LÖHNER [18] ein frischabgezogenes Katzenfell über ein Holzgestell gespannt, darauf körperwarmes Rinderserum gegeben und die Kamera von oben auf die Anheftungsstelle des Egels gerichtet. Die Tiere wurden über eine Apotheke bezogen und stammen wahrscheinlich vom Balkan.

Die Szenen sind zu verschiedenen Zeiten in den Jahren 1976–1980 gedreht worden (Kamera: R. DRÖSCHER und J. WEISS). Der *Piscicola*-Teil wurde dem E-Film 2484 entnommen.

Erläuterungen zum Film

Wortlaut des gesprochenen Kommentars¹

Erpobdella octoculata (Hundeegel)

1. Süßwasseregel sind parasitische oder räuberische Organismen, die zu den wichtigsten höheren Konsumenten in der Nahrungskette der Gewässer gehören. Der weitverbreitete sog. Hundeegel, *Erpobdella octoculata*, ist ein Schlundegel. Er verschlingt seine Beute vollständig mit Hilfe eines stark muskulösen Pharynx, der weit in den Körper hineinreicht. Beuteobjekte sind Insektenlarven, Oligochaeten, kleinere Artgenossen und verschiedene andere wirbellose Tiere, die am Gewässerboden zu finden sind.
2. Kleine Organismen werden sehr schnell eingesaugt; diese große Zuckmückenlarve kann nur unter starker Erweiterung des Pharynx langsam eingewürgt werden.

Hirudo medicinalis (Blutegel)

3. Der Medizinische Blutegel, *Hirudo medicinalis*, ist ein Wirbeltierparasit. Junge Tiere saugen an Amphibien, ältere befallen vor allem Säugetiere, die im Wasser waten. Während sich der Egel mit dem hinteren Saugnapf auf der Haut des Wirtstieres festhält, sucht er mit dem Vorderende nach einer geeigneten Stelle zur Blutaufnahme.
4. Der Vordersaugnapf wird dann fest aufgesetzt und erhält eine charakteristische hufförmige Gestalt.
5. Rhythmische Kontraktionen am Vorderende lassen die Tätigkeit des Saugpharynx erkennen.
6. Das Öffnen der Haut durch den Egel wird hier an einem frisch abgezogenen Katzenfell demonstriert, auf dessen Innenseite körperwarmes Blutserum gegossen wurde. Der Blutegel hat nur einen kurzen muskulösen Pharynx, zusätzlich aber im Mundvorraum drei halbblinsenförmige Kiefer. Diese beginnen sofort nach dem Aufsetzen des Vorderendes mit rhythmischen Bewegungen die Epidermis zu durchsägen; ihre Kante ist mit kleinen kalzifizierten Kutikularzähnen besetzt. Die stark muskulösen Kiefer werden synchron von innen nach außen und wieder zurückgedreht. Dabei reißen die Zähne jedes Kiefers einen länglichen Schnitt in die Haut, durch die sie weit in die gefäßreiche Cutis eindringen können.
7. Zunächst sind nur zwei Kiefer durchgedrungen. Sie werden bei Zugabe weiterer Serumflüssigkeit zurückgezogen. Diese wird nun vom Egel aufgesaugt.
8. Erst wenn weniger Serum fließt, beginnen die Kiefer erneut in der Haut zu arbeiten. Die Sägestelle erhält hierbei ihr charakteristisches Y-förmiges Muster. Man sieht, wie weit die Kiefer vorstreckbar sind und daß sie in Abständen auch weit zur Seite gedreht werden. Während des Sägens und Saugens tritt Speicheldrüsensekret an der Spitze der Kieferzähnen aus; es gelangt in die Wunde und verhindert die Gerinnung des Blutes.

¹ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film

9. Die beim Saugen aufgenommene Flüssigkeit wird durch Muskelkontraktionen des gesamten Körpers in den Magenblindsäcken verteilt. Ein *Hirudo* kann so bis zum 10fachen seines Körpergewichts bei einem einzigen Saugakt aufnehmen. Noch während des Saugens wird der aufgenommenen Nahrung Wasser entzogen und durch die Nephridien ausgeschieden. Es sammelt sich in einem dicken Tropfen an der Körperoberfläche.

10. Nach der Nahrungsaufnahme läßt sich der Blutegel von seinem Wirt herabfallen.

Haemopsis sanguisuga (Pferdeegel)

11. Der Pferde- oder Vielfraßegel, *Haemopsis sanguisuga*, verläßt häufig das Wasser. So gelingt es ihm, in der feuchten Uferzone Regenwürmer zu erbeuten. Hier wird ein etwa 11 cm langer Wurm von ihm zunächst mit beiden Saugnäpfen festgehalten.

12. Dann schiebt er seinen vorderen Saugnapf an das Vorderende der Beute. Dieses wird nun vom Pharynx umfaßt und langsam geschlungen.

13. Wie *Hirudo medicinalis* gehört auch *Haemopsis* zu den Kieferegeln. Seine Kiefer sind jedoch kleiner und weniger wirkungsvoll; sein Pharynx ist zum Blutsaugen nicht geeignet. Als Parasit an Säugetieren kommt er daher nicht in Frage. Er verschlingt vielmehr wirbellose Tiere aller Art.

14. Nach ungefähr 45 min ist der Schlingakt zu Ende. Die letzten Segmente werden hier von den Kiefern abgeklemmt.

15. Die große Schlamm Schnecke *Lymnaea stagnalis* gehört ebenfalls zu den Beuteobjekten eines *Haemopsis*.

16. Beim Angriff durch den Egel zieht die Schnecke sich weit in ihr Haus zurück. Er vermag ihr aber darin zu folgen und verschlingt große Teile ihres Weichkörpers.

Glossiphonia (Schneckenegel)

17. Auch die Gattung *Glossiphonia* oder Schneckenegel, die zu den Rüsselegeln gehört, ernährt sich vorwiegend von Wasserschnecken. Hier erkennt man die Saugtätigkeit an dem austretenden haemoglobinhaltigen Blut einer Posthornschncke. Diese Egelgruppe hat einen langen röhrenförmigen Rüssel, der aus der Mundöffnung ausgestreckt wird und die Haut der Wirtstiere durchbohrt. An größeren Schnecken, Insektenlarven und sogar an anderen Egeln wird häufig nur parasitiert und ein Teil der Körperflüssigkeit ausgesaugt.

18. Kleinere Schnecken werden restlos ausgesaugt, so daß nur die leeren Schalen übrigbleiben.

19. Die Egel erfassen kleinere Beutetiere mit dem Vorderende und ziehen sie zu sich heran.

20. An größeren Schnecken heften sie sich mit dem Hintersaugnapf auf dem Gehäuse fest und führen mit dem Vorderende Suchbewegungen aus. Verschiedene Schnecken reagieren hierauf mit Abwehrbewegungen: das Gehäuse wird von ihnen ruckartig hin- und hergeschlagen.

21. Süßwassermuscheln gehören ebenfalls zu den Beuteobjekten von *Glossiphonia*.
22. Der Egel schiebt seinen Körper zwischen die beiden Schalenhälften und beginnt an den Weichteilen zu saugen.
23. Undulierende Atembewegungen während der Nahrungsaufnahme sind wohl Ausdruck eines erhöhten Stoffwechsels, der einen stärkeren Gasaustausch erfordert.
24. Von der Beute bleiben nur Teile des Weichkörpers übrig. Hier fallen noch Jungtiere aus dem Gehäuse dieser viviparen Muschel heraus.

Helobdella stagnalis

25. *Helobdella stagnalis*, ebenfalls ein Rüsselegel, drückt in charakteristischer Weise die Beute mit dem Vorderende unter die Ventralseite. Er ernährt sich meist räuberisch von Insektenlarven und Oligochaeten.
26. Die Haut dieses *Tubifex* hat der Egel mit der Rüsselspitze durchstoßen. Körpersäfte und Teile der inneren Organe werden von ihm aufgesaugt. Sein Verdauungstrakt färbt sich durch den haemoglobinhaltigen Nahrungsbrei rot.

Piscicola geometra (Fischegel)

27. Der auf Beute lauende Fischegel, *Piscicola geometra*, saugt sich bei Berührung eines vorbeischwimmenden Fisches sofort fest und löst sich von der Pflanze. Auf dem Fisch wechselt die Festheftung zunächst zum hinteren Saugnapf. Das Vorderende sucht dann eine geeignete Einstichstelle für den Rüssel.
28. Hungerige Fischegel lassen ihren Körper frei im Wasser hängen. Hier heftet sich ein weiterer *Piscicola* an der Schwanzflosse fest, wechselt sofort vom Vordersaugnapf auf den Hintersaugnapf und läßt sich dann von dem sichtlich beunruhigten Fisch durch das Wasser ziehen.
29. Alle drei Egel haben jetzt die Epidermis ihres Wirtes durchstoßen und mit der Nahrungsaufnahme begonnen. Das Gewebe an der Einstichstelle ist blutig unterlaufen, der Darmkanal des Egels hat sich durch das aufgenommene Blut rot gefärbt.
30. Einen Tag später treibt dieser befallene Fisch verendet an der Oberfläche. Er dient als Ruheplatz für einen juvenilen und einen adulten vollgesogenen Egel. Am Schwanz erkennt man noch die Einstichstellen des Parasiten.
31. Hier wurde ein Fisch von zahlreichen jungen, gerade geschlüpften Egel befallen. Auch die Jungtiere beginnen sofort an ihrem Wirt Blut zu saugen.

English Version of the Spoken Commentary¹

Erpobdella octoculata (Hundeegel)

1. Fresh water leeches are parasites or predators occupying an important position as higher consumers in the limnic food chain. The widely distributed Worm Leech, *Erpobdella octoculata*, belongs to the pharyngobdellids. It engulfs its prey completely by means of its highly muscular pharynx, which extends far back into its body. Its

¹ The headlines in *italics* correspond with the subtitles in the film.

prey consists of insect larvae, oligochaetes, smaller conspecifics as well as numerous other bottom-living invertebrates.

2. Small organisms are sucked in very quickly. This large *Chironomus* larva is only slowly engulfed by distending the pharynx.

Hirudo medicinalis (Blutegel)

3. The Medicinal Leech, *Hirudo medicinalis*, is an ectoparasite on vertebrates. Young specimens suck the blood of amphibians, older ones attack mammals wading in the water. Fixing itself to the skin of the host animal by means of its posterior sucker, the leech searches around with its anterior end for a suitable place to draw blood.

4. The head sucker is then firmly attached and takes on a characteristic horseshoe-shaped appearance.

5. Rhythmical contractions of the head end betray the action of the sucking pharynx.

6. How the host's skin is opened is now demonstrated on a freshly skinned cat pelt on the inside of which blood serum at body temperature has been poured. The leech's pharynx is only a short muscular one, but its buccal cavity contains three half-lens-shaped jaws. Immediately the head end attaches itself, these begin to carve through the epidermis with rhythmical movements. Their edges are produced into numerous cuticular teeth. The highly muscular jaws are turned synchronously from the inside outwards and then back again. In this way the teeth of each jaw tear a longitudinal slit in the skin, through which they penetrate far into the vascular cutis.

7. At first only two jaws have penetrated. As further serum is added, they are withdrawn. The fluid is sucked up by the leech.

8. The jaws only resume penetration of the skin when less serum is applied. The wound takes on the characteristic Y-shaped appearance. You can see how far the jaws can be protruded and that they are diverted far to the side at intervals. During cutting and sucking, salivary gland fluid flows out of ducts, between the teeth. It reaches the wound and prevents the blood from coagulating.

9. The aspirated liquid is distributed to the diverticula of the crop by muscular contractions of the entire body. *Hirudo* can ingest several times its own body weight in a single sucking action. While blood is still being sucked, the water is simultaneously withdrawn from it and excreted via the nephridia. It collects on the body surface as a large droplet.

10. After engorging itself, the leech lets itself fall from the host's body.

Haemopsis sanguisuga (Pferdeegel)

11. The Horse Leech or Carnivorous Leech, *Haemopsis sanguisuga*, often leaves its aquatic habitat. This enables it to catch earthworms in the moist riparian zone. Here a worm about eleven cms. long has been caught and held at first by the two suckers.

12. The head sucker is then advanced to the front end of the worm. The prey is then engulfed by the pharynx and slowly swallowed.

13. *Haemopsis* like *Hirudo medicinalis* is a gnathobdellid or jawed leech, but its jaws are smaller and less effective. Neither is the pharynx adapted to blood sucking. It isn't therefore found as a parasite on mammals but rather lives by devouring all kinds of small invertebrates.
14. 45 minutes later, the act of swallowing is almost complete. The final segments are nipped off by the jaws.
15. The Giant Pond Snail, *Limnaea stagnalis*, also falls prey to *Haemopsis*.
16. When the leech attacks, the snail withdraws far back into its shell. *Haemopsis* is able to pursue it and preys on substantial parts of its soft tissues.

Glossiphonia (Schneckenegel)

17. The genus *Glossiphonia* or Snail leeches are members of the Rhynchobdellae. They feed mainly on water snails. The sucking activity is recognizable through the appearance of blood containing haemoglobin from a Ramshorn Snail. This group of leeches possesses a long, tubular proboscis, which is everted from the mouth opening and pierces the skin of the host. Large snails, insect larvae and even other leeches are frequently only parasitized by aspirating just a part of the body fluids.
18. Smaller snails are sucked out completely, leaving only the empty shell behind.
19. The leeches grasp minor prey animals with the head sucker and draw them in closer.
20. They attach themselves to the shells of larger snails by the hind sucker and search around with the anterior end. Various snails react to this with evasion movements; the shell is jerked vigorously back and forth.
21. Fresh water mussels also form the prey of *Glossiphonia*.
22. The leech thrusts its body between the valves and starts sucking out the entrails.
23. Undulating respiratory movements during food uptake probably indicate a higher rate of metabolism, demanding a higher gas-diffusion rate.
24. All that remains are parts of the prey's entrails. Juvenile specimens drop out of the shell of this viviparous mussel.

Helobdella stagnalis

25. *Helobdella stagnalis*, also a member of the Glossiphoniidae, characteristically presses its prey with its head end under the ventral surface. It is a predator, feeding mainly on insect larvae and oligochaetes.
26. The leech has punctured the skin of a *Tubifex* with its proboscis. Body fluids and some of the inner organs are sucked up. Its alimentary canal is coloured red by the intake of food liquids containing haemoglobin.

Piscicola geometra (Fischegel)

27. The Fish Leech *Piscicola geometra* lies in waiting, and as soon as it is brushed by a passing fish it immediately attaches to it and releases its hold on the plant. On the

fish, it changes at once to the hind sucker. The head sucker searches around for a suitable puncturing place for the proboscis.

28. Hungry fish leeches let their anterior end float freely in the water. Here another *Piscicola* has attached itself to the tail fin, changing immediately from the head to the hind sucker. It is carried about in the water by the evidently alarmed fish.

29. All three leeches have now punctured the epidermis of their host and started to suck blood. The tissue at the puncture site is tinged with blood, and the leeches' alimentary canal is reddened with ingested haemoglobin.

30. The following day the attacked fish floats dead on the water surface. Its body serves as a resting place for a juvenile and an adult leech, both fully satiated with blood. The puncture sites are visible on the fish's tail.

31. This fish is being attacked by numerous, recently hatched leeches. The juveniles also begin to suck blood from their host at once.

Literatur

- [1] AUTRUM, H.: Hirudinea, Egel. In: Die Tierwelt Mitteleuropas (P. BROHMER, P. EHRMANN, G. ULMER, Hrsg.). Leipzig 1958, 1. Bd., 7b, S. 1–30.
- [2] BAZAL, K., Z. LUCKY, and V. DYK: Localization of fish-lice and leeches on carps during the autumn fishing. Acta vet. (Brno) 38 (1969), 533–544.
- [3] BÜSING, K. H.: Pseudomonas hirudinis, ein bakterieller Darmsymbiont des Blutegels (*Hirudo officinalis*). Zentralbl. Bakteriologie. 157 (1952), 478–484.
- [4] BÜSING, K. H., W. DOLL und K. FREYTAG: Die Bakterienflora der medizinischen Blutegel. Arch. Mikrobiologie. 19 (1953), 52–86.
- [5] BULLOCK, G. L.: The identification and separation of *Aeromonas liquefaciens* in diseased fish. Appl. Microbiology. 9 (1961), 587–590.
- [6] DAMAS, D.: Histologie, cytologie, histochemie du tube digestif de *Glossiphonia complanata* L. (Hirudinée Rhynchobdelle). Arch. zool. exp. gén. 101 (1962), 41–72.
- [7] DAMAS, D.: Durcissement de la cuticule des mâchoires chez *Hirudo medicinalis* (Annélide, Hirudinée), aboutissant aux structures dentaires. Étude histochemie et ultrastructurale. Arch. zool. exp. gén. 113 (1972), 401–421.
- [8] DAMAS, D.: Étude histologique et histochemie des glandes salivaires de la sangsue médicale, *Hirudo medicinalis* (Hirudinée, Gnathobdelle). Arch. zool. exp. gén. 115 (1974), 279–292.
- [9] DOMBROWSKI, H.: Die Nahrungsmenge des Fischegels *Piscicola geometra* L. (Zugleich ein Beitrag zur Physiologie des Blutes des Karpfens *Cyprinus carpio* L.). Biol. Zbl. 72 (1953), 311–314.
- [10] EIBL-EIBESFELDT, I.: Über die Abwehr von Pferdeegeln (*Haemopsis sanguisuga* L.) durch Frösche und Molche. Z. Tierpsychologie 12 (1955), 175.
- [11] FRIESWIJK, J. J.: A leech-avoidance reaction of *Physa fontinalis* (L.) and *Physa acuta* Drap.. Bacteria 21 (1957), 38–45.
- [12] HAMMERSEN, F.: Das Muskelgefüge in der Pharynxwand von *Hirudo medicinalis* und *Haemopsis sanguisuga*. Z. Zellforschung. 60 (1963), 797–814.
- [13] HERTER, K.: Studien über Reizphysiologie und Parasitismus bei Fisch- und Entenegelein. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freund. Berlin 1929 (1921), 142–184.
- [14] HERTER, K.: Die Physiologie der Hirudineen. In: Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 4. Bd.: Vermes III, 4, 2 (1936), 123–319.

- [15] JENNINGS, J. B., and V. M. VAN DER LANDE: Histochemical and bacteriological studies on the digestion in nine species of leeches (Annelida, Hirudinea). *Biol. Bull., Woods Hole* **133** (1967), 166–183.
- [16] JUNG, T.: Zur Kenntnis der Ernährungsbiologie der in dem Raum zwischen Harz und Heide vorkommenden Hirudineen. *Zool. Jb., Allg. Zool. Phys.* **66** (1955), 79–128.
- [17] KLEMM, D. J.: Studies on the feeding relationships of leeches (Annelida: Hirudinea) as natural associates of mollusks. *Sterkiana* **58** (1975), 1–50 und **59** (1975), 1–20.
- [18] LOHNER, L.: Über künstliche Fütterung und Verdauungsversuche mit Blutegeln. *Biol. Zentralbl.* **35** (1915), 385–393.
- [19] MICHEL, C., and E. J. DEVILLEZ: Digestion. In: *Physiology of annelids.* (P. J. MILL, Hrsg.). London, New York, San Francisco 1978, S. 509–554.
- [20] MONAKOV, A. V.: Review of studies on feeding of aquatic invertebrates conducted at the institute of biology of inland waters, Academy of Science, USSR. *J. Fish. Res. Bd. Canada* **29** (1972), 363–383.
- [21] REIBSTEIN, H.: Über Bau und Tätigkeit der Kiefer von *Hirudo medicinalis* L.. *Zool. Jb. Anat.* **54** (1931), 55–104.
- [22] SCRIBAN, I. M., und H. AUTRUM: Hirudinea = Egel. In: *Hdb. Zoologie* (W. KUKENTHAL, T. KRUMBACH, Hrsg.). Berlin und Leipzig 1934, 2. Bd., 2, 119–352.
- [23] WREDE, W.: Über die Abwehrreaktionen von *Physa*. *Biol. Mitteilungen I. Zool. Jb. Physiol.* **44** (1927), 315–322.

Filmveröffentlichungen

- [24] WESTHEIDE, W., und INST. WISS. FILM: *Piscicola geometra* (Hirudinea) – Befall von Wirtstieren. Publikation von W. WESTHEIDE, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 11, Nr. 36/E 2484* (1978), 7 S.
- [25] WESTHEIDE, W., und INST. WISS. FILM: *Erpobdella octoculata* (Hirudinea) – Spermato-phorenübertragung, Kokonablage, Schlüpfen der Jungtiere. Publikation von W. WESTHEIDE, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 13, Nr. 27/E 2562* (1980), 12 S.
- [26] WESTHEIDE, W., und INST. WISS. FILM: Fortpflanzung bei Egel (Hirudinea). Publikation von W. WESTHEIDE, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 14, Nr. 6/C 1394* (1981), 14 S.