©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Jber. Biol. Stn Lunz 11 (1988): 91 - 105

RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DER MUNDWERKZEUGE VON PROTONEMURA UND LEUCTRA (PLECOPTERA)

STEINER Kornelia

Einleitung

Das reichliche Angebot an potentieller Nahrung in den Gewässern wird von Makroinvertebraten auf unterschiedliche Weise genützt. CUMMINS (1979) unterscheidet je nach Art der Nahrungsbeschaffung shredder, collector, scraper und predator. Allein die Ausgestaltung der Mundwerkzeuge gibt Hinweis auf die Ernährungsweise. Schlanke Mandibeln mit scharfen, langen Schneidezähnen und reduziertem Molarteil sind kennzeichnend für Räuber (BERTHELÉMY et LAHOUD 1981, KÜHTREIBER 1934). Die erweiterten, mit bürstenförmigen Strukturen versehenen Maxillen zahlreicher Ephemeropterenlarven hingegen sind gut geeignet zum Abbürsten von Aufwuchs (SCHWEDER 1985, McSHAFFREY and McCAFFERTY 1986).
Bei Plecopteren sind nur geringe Abweichungen vom Grundtyp der beißend-kauenden Mundwerkzeuge in Anpassung an die Ernährungsform erkennbar. BERTHELÉMY und LAHOUD (1981) verglichen Mundwerkzeuge von Setipalpiern und setzten die Abweichung in Beziehung zu einer rein räuberischen oder fakultativ räuberischen Lebensweise. Bei phytophag-detritivor lebenden Larven ist die deutlichste Spezialisation bei der Gattung Diamphipnoa in Form einer "Radula" auf der Galea der Maxille I gegeben (ILLIES 1960).

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Im Rahmen einer Dissertation über die Ernährungsbiologie von Plecopterenlarven (vergl.STEINER 1986) werden neben Laborversuchen zum Freßverhalten (Nahrungspräferenzuntersuchungen und Analyse des Freßaktes) auch Untersuchungen der Mundwerkzeuge, der Fraßspuren und Fäces vorgenommen.
Inhalt der vorliegenden Arbeit sind erste Untersuchungen der Mundwerkzeuge am Rasterelektronenmikroskop. Hauptaugenmerk wird vor allem auf die Ausgestaltung und Lage der Feinstrukturen gelegt. Weiters werden Fraßspuren auf Blättern und Moosen analysiert.

MATERIAL UND METHODE

Für die Untersuchungen der Mundwerkzeuge am Rasterelektronenmikroskop (JOEL JSM 35 CF/ZEISS) wurden 20 Larven der Gattung Protonemura und 20 Larven der Gattung Leuctra (Mindestkörperlänge 4mm) bis zu ihrer nächsten Häutung im Labor gehalten, danach in 2,5%igem Glutardialdehyd abgetötet und fixiert. Die Entwässerung erfolgte in einer aufsteigenden Alkoholreihe von 50-100%igem Äthanol und nach Überführung in 100%iges Aceton wurden die Larven in einer CP(Critical-Point)-Trocknungsanlage getrocknet und vor dem Einschleusen in das Rasterelektronenmikroskop mittels Kathodenzerstäubung mit Gold beschichtet.
Auf gleiche Weise wurden die auf Fraßspuren untersuchten Ahorn- und Fontinalisblätter präpariert. Die für diesen Versuch benötigten Larven von Protonemura und Leuctra entsprachen einer mittleren Körperlänge (3-5mm) und stammten aus dem Oberen Seebach (ca.300 m unterhalb des RITRODAT-Areals). Die Larven wurden mit Hilfe eines Surber-Sampler entnommen, sofort ins Labor gebracht und nach einer mehrtägigen Eingewöhnungszeit bei einer Temperatur von 7.5°C und Dauerlicht (vergl.STEINER 1986) in Einzelgefäße (Ø=4cm, h= 2,5cm) überführt. Als Nahrungsressourcen standen den Larven a)Ahornfallaub, gut bedeckt mit Mikroorganismen, b)Fontinalis und c) mit Aufwuchs bedeckte Steine, zur Verfügung.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ERGEBNISSE

I.Morphologie der Mundwerkzeuge

Da die Untersuchungen der Mundwerkzeuge auf Gattungsniveau durchgeführt werden, wird auf eine Beschreibung der möglichen art- bzw. artgruppenspezifischen Details, wie u.a. -)Anzahl und Form von Borsten, Papillen, und Sensillen, -)Breite und Länge von Zähnen und Zähnchen, -) Ausdehnung der Feinstrukturfelder, verzichtet. Die nachfolgend beschriebenen Merkmale treffen auf alle untersuchten Larven der jeweiligen Gattung zu.

Lage der Mundwerkzeuge:

Die Mundwerkzeuge beider Gattungen sind dem beißenden Typus zuzuordnen. In Ruhelage (Abb.1) werden die Mandibeln (MD) dorsal vom Labrum (OL) und ventral von den Laciniae (LA) und Galeae (GA) der Maxillen I überdeckt. Die Spitzen der Laciniae greifen übereinander (die linke über die rechte) und die mediolateralen Flächen (siehe Abb.3-b) legen sich eng an die Superlinguae (siehe Abb.7) des Hypopharynx (HYP). Ventral wird der Mundraum vom Labium (=Mentum (MT) und Praementum (PRM) mit den Glossae (GL), Paraglossae (PGL) und Labialpalpen(LP)) abgeschlossen. Das Labium verdeckt weitgehend die restlichen Mundwerkzeuge.

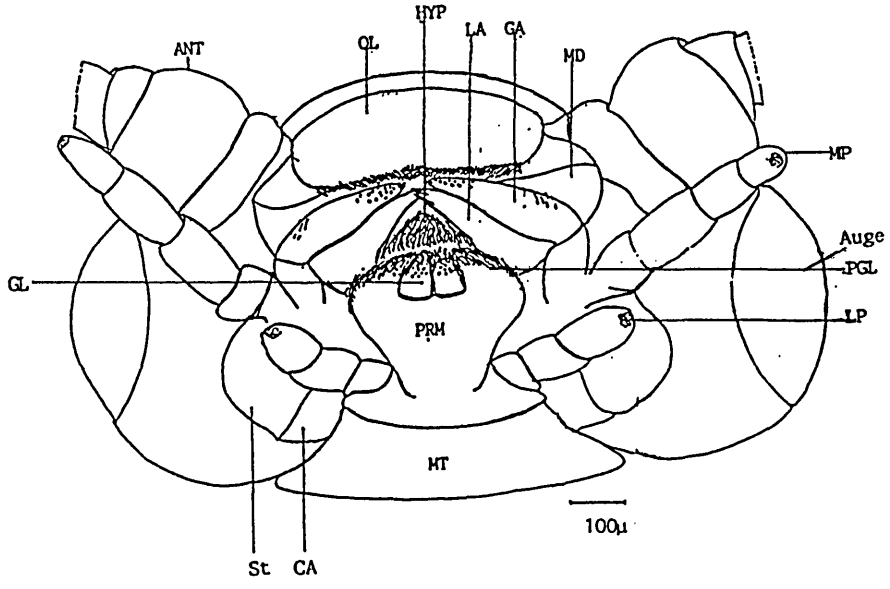


Abb.1
Mundwerkzeuge von Protonemura sp.- geschlossen. Ant=Antenne, OL=Labrum (Oberlippe), HYP=Hypopharynx, LA=Lacinia, GA=Galea, MD=Mandibel, MP=Maxillarpalpus, PGL=Paraglossa, LP=Labialpalpus, CA=Cardo, St=Stipes, GL=Glossa

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Mundwerkzeuge von Protonemura sp.

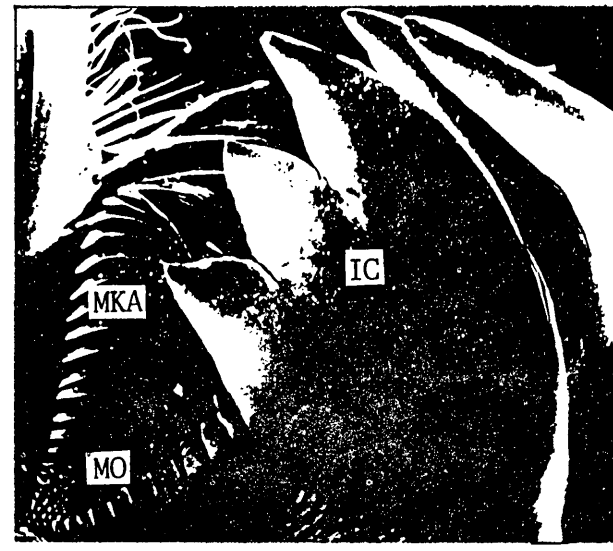
Zu Abbildung 2 A-D: Die Mandibeln sind nicht symmetrisch gebaut. Die Medialkante der linken Mandibel (A), von ventral betrachtet, weist einen konkav gewölbten Incisivteil (IC) aus fünf kräftigen Zähnen und einen konkaven Molarteil (MO) auf. Der Molar setzt sich aus zahlreichen Querleisten, auf denen kleine spitze Zahnstrukturen ausgebildet sind, zusammen. Diese Zähnchen nehmen an Dichte und Stärke von der ersten bis zur letzten Leiste zu. Zur Medianen hin sind die Querleisten verlängert und bilden einen "Kamm" (MKA). Zum Unterschied zur linken zieht bei der rechten Mandibel (B) ein Saum aus kurzen Microtrichia (MIC) von der Basis des ersten Schneidezahnes (IC1) bis zur Basis des Molarteils (MO). Der Molar ist nur leicht vertieft und schmäler, die Anzahl der Querleisten ist geringer. Die erste (M1) ist kräftig gebaut und ohne deutliche Differenzierung an der Oberfläche, auf den folgenden sind rundliche Zähnchen zu erkennen. Nur die letzten Leisten sind dicht mit spitzen Zähnchen besetzt. Die Dorsalseite jeder Mandibel zeigt ein dreieckiges Feld aus kutikulären "Dornen" (D,d- DF), welches bis zur Basis des dorsalen Mandibelgelenks reicht.
Bedingt durch die Asymmetrie der Mandibeln gleiten die Schneiden (C-IC) beim Schließen aneinander vorbei und die rechte kommt in der Wölbung der linken zu liegen. Die Flächen der Molaren ruhen aufeinander, der verlängerte "Kamm" (MKA) des linken Molaren umgreift den rechten. Von dorsal gesehen wird so die gesamte Medialkante der rechten Mandibel von der der linken überdeckt.

Maxille I: (Abb.6) Cardo (CA) und Stipes (St) sind gewinkelt. Der Stipes ist kräftig und trägt an seinem Ende die Lacinia (LA) und Galea(GA), sowie den fünfgliedrigen Palpus (MP). Abb.4 A-C: Die Hälfte der Lacinia wird von einer "Schaufel" eingenommen, die aus zwei breiten Mittelzähnen (MZ), zwei kleineren Ventralzähnen (VZ) und der daran anschließenden Zähnchenreihe (ZR) sowie aus einer dorsalen Borstenreihe (BR) gebildet wird. Von mediolateral betrachtet (A,b) umrahmen die beschriebenen Strukturen die konkave Fläche der Laciniaspitze. Auffallend ist weiters die an der Basis des ventromedialen Zahnes entspringende lange Haarsensille (HS). An der unteren, breiteren Hälfte der Lacinia liegen zwei verschieden strukturierte Felder. Das eine, aus schuppenförmig angeordneten Dornenreihen (DR), zieht von mediolateral nach dorsal. An der dorsalen Kante (c LK)

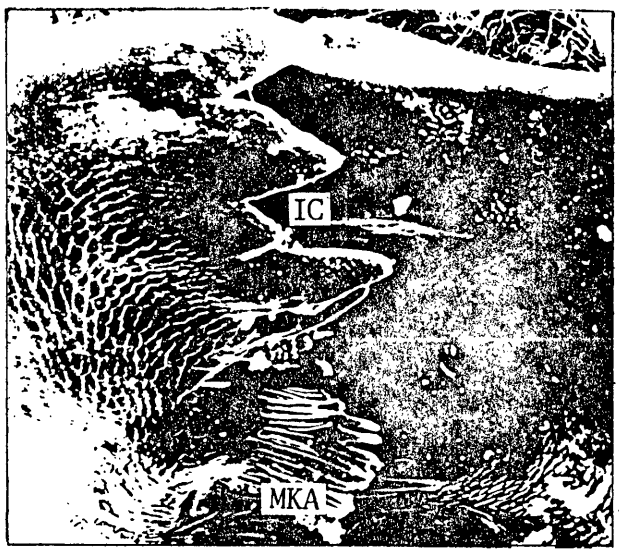
©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2
Mandibeln von Protonemura sp. A=Medialkante der linken Mandibel von ventral, IC=Incisivteil, MO=Molarteil,MKA="Kamm" aus Molarquerleisten gebildet. B=Medialkante der rechten Mandibel, MIC=Microtrichiasaum, M1=erste Molarquerleiste, IC1=erster Schneidezahn. C=Mandibel von dorsal-geschlossen. D=Ausschnitt aus dem "Dornenfeld" (DF), d=rechte Mandibel von dorsal, DF="Dornenfeld" (Querbalken = 10 µ)

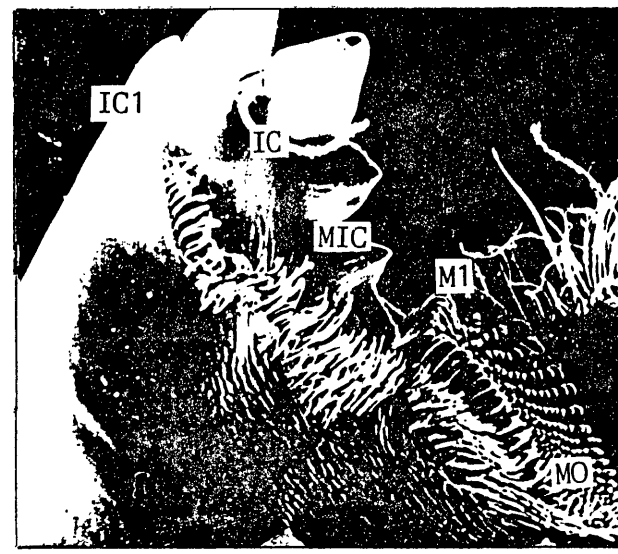
A



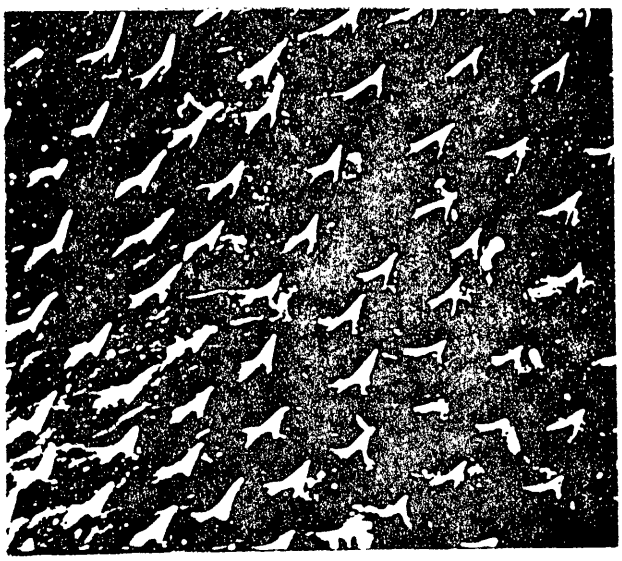
C



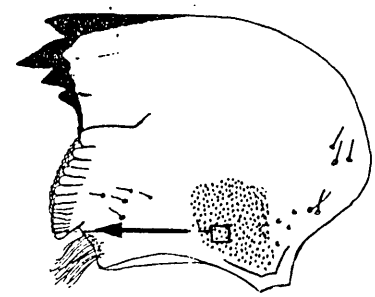
B



D



d



©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

der Lacinia verdichtet sich dieses Feld. Direkt anschließend sind Reihen von knopfartigen Strukturen ("Noppenfeld", NF) erkennbar, die sich nach dorsolateral ausbreiten. Die Galea (GA) ist kräftig gebaut und reicht bis zur Laciniaspitze. Die Ventral- und Dorsalseite sind leicht konkav und laufen mediolateral zu einer Kante zusammen. Über diese Kante breitet sich ein wie auf der Lacinia gestaltetes Dornenfeld (DF) aus. Auf der nach außen gewölbten Fläche sind im distalen Drittel zahlreiche Papillen zu erkennen (Abb. 4- B). Die Spitze der Galea trägt kurze, starke Borsten (GB).

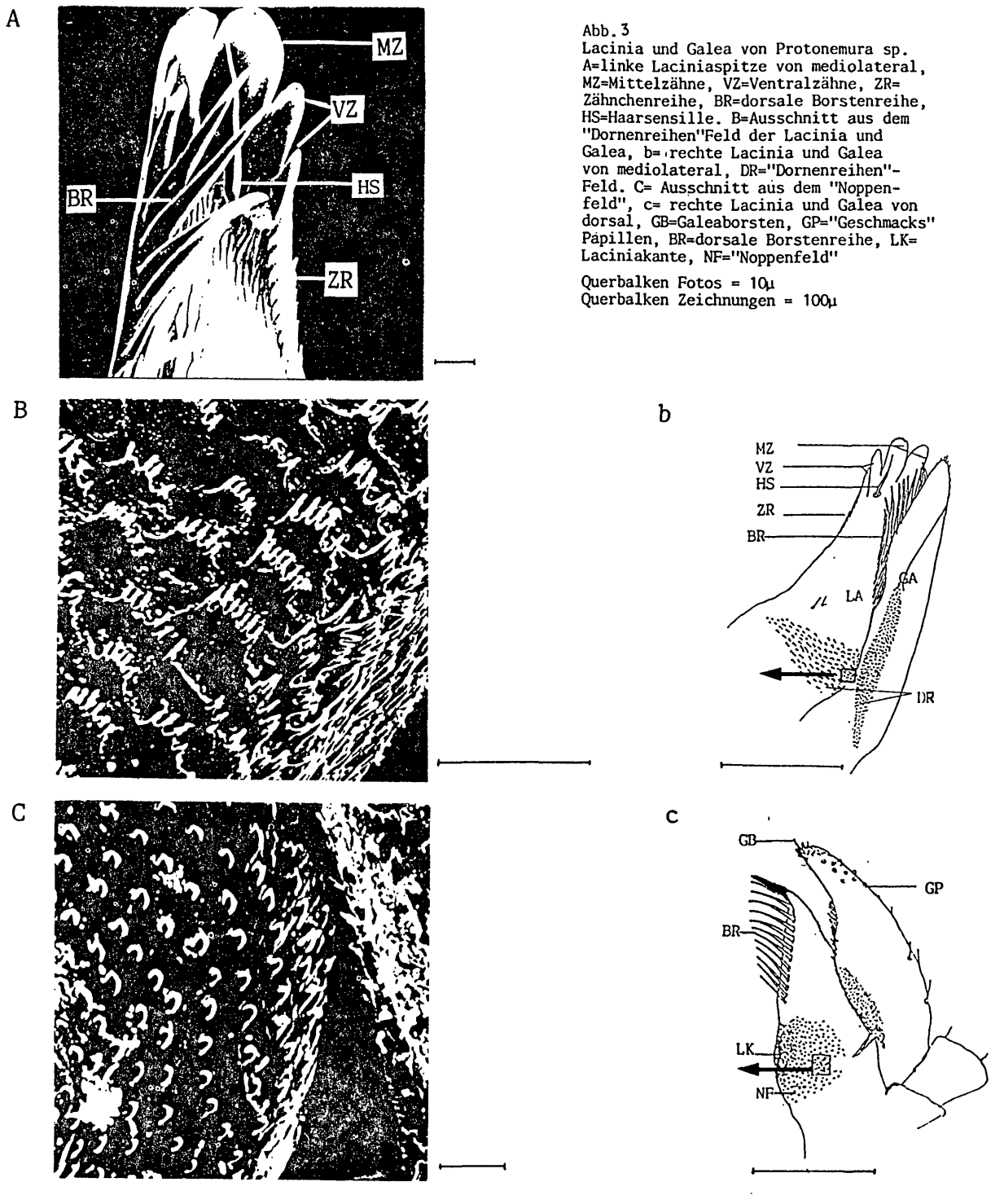


Abb. 3
Lacinia und Galea von Protonemura sp. A=linke Laciniaspitze von mediolateral, MZ=Mittelzähne, VZ=Ventralzähne, ZR= Zähnchenreihe, BR=dorsale Borstenreihe, HS=Haarsensille. B=Ausschnitt aus dem "Dornenreihen"Feld der Lacinia und Galea, b= rechte Lacinia und Galea von mediolateral, DR="Dornenreihen"- Feld. C= Ausschnitt aus dem "Noppenfeld", c= rechte Lacinia und Galea von dorsal, GB=Galeaborsten, GP="Geschmacks" Papillen, BR=dorsale Borstenreihe, LK= Laciniakante, NF="Noppenfeld"

Querbalken Fotos = 10µ
Querbalken Zeichnungen = 100µ

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Labium: Abb.1,6- Das Praementum (PRM) schließt an das große, trapezförmige Mentum (MT) an und trägt die paarig angelegten Glossae (GL), Paraglossae (PGL) und die dreigliedrigen Labialpalpen (LP), deren distale Enden in einer Ebene liegen. Abb.4A-B - Die Paraglossae und Glossae sind an ihren Spitzen dicht mit langen Microtrichia (MIC) besetzt. An den ventralen Flächen sind Papillen (GP) ausgebildet, die in ihrer Form und Größe mit den Papillen auf der Galea der Maxille I identisch sind. Mächtige, gelenkige Borsten (LB) entspringen an den dorsolateralen Enden der Paraglossae (siehe auch Abb.11).

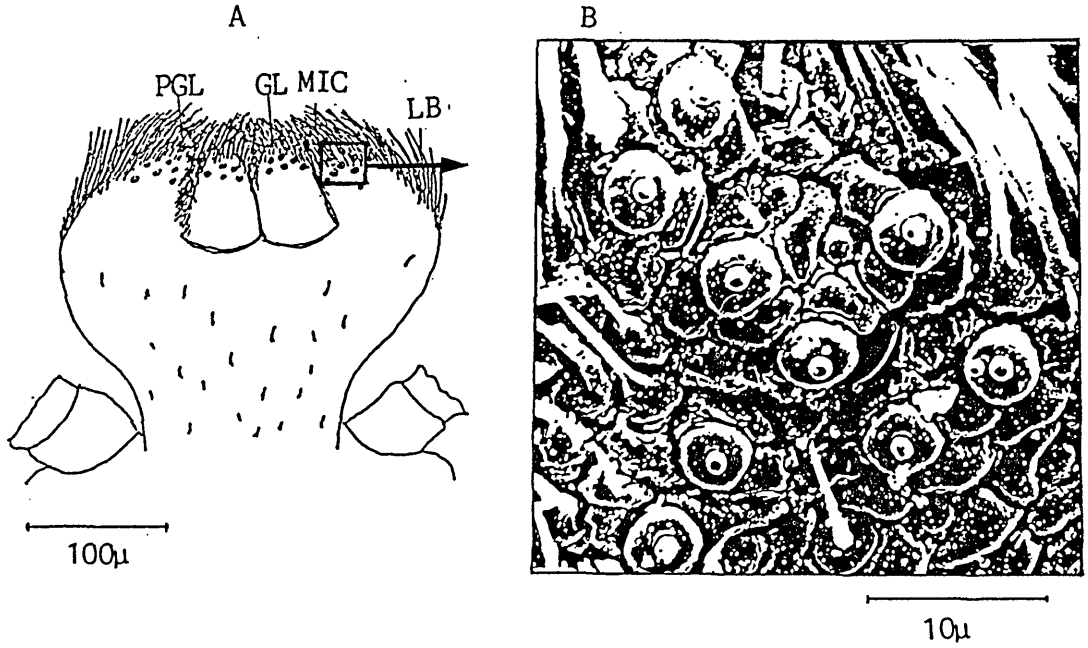


Abb.4

A: Glossae (GL) und Paraglossae (PGL) von Protonemura sp.
MIC=Microtrichia, LB="Labialborsten"
B: "Geschmacks"-Papillen

Labrum (Oberlippe): Abb.5,6 - Die nach außen gewölbte Oberseite des Labrums ist sklerotisiert und setzt sich durch zwei lateral gelegene Verstärkungsleisten (VL) von der weichhäutigen Innenwand ab. Die bürstenförmig angeordneten Microtrichia (MIC) des Labrumvorderrandes und der Labruminnenwand sind zur Mitte gerichtet. An die Verstärkungsleisten schließen links und rechts zwei Felder an, die wie die Dornenfelder (DF) der Lacinia und Galea strukturiert sind.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

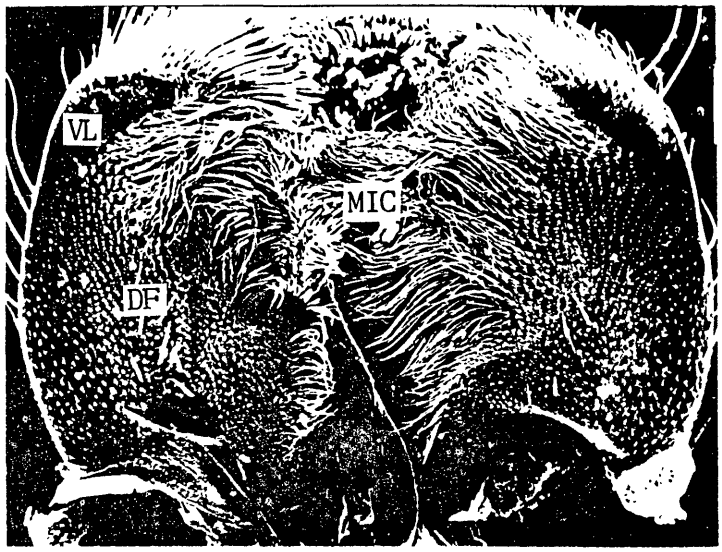


Abb. 5
Labrum von Protonemura sp. von ventral : VL=Verstärkungsleisten, DF="Dornenfeld", MIC= Microtrichia

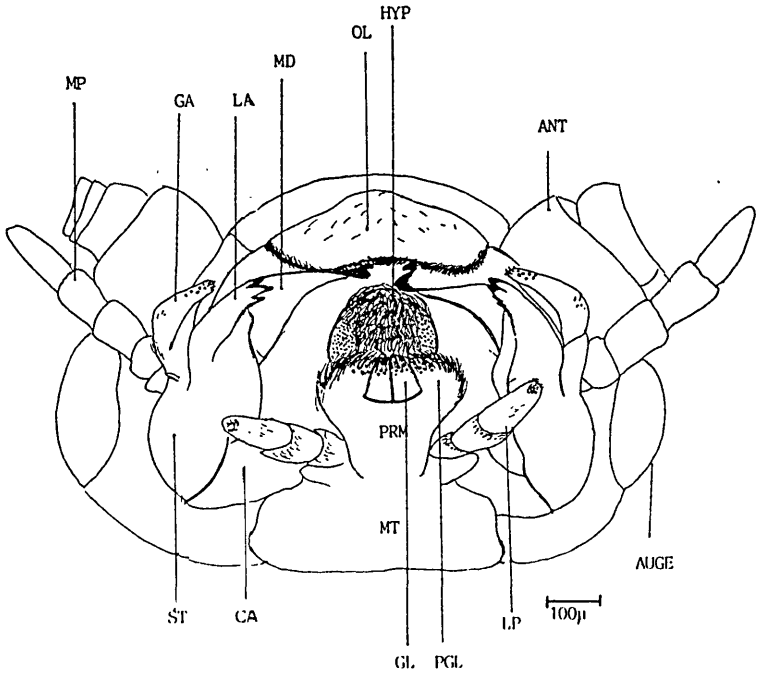
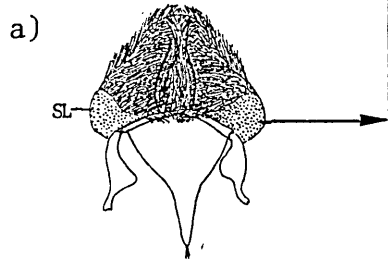
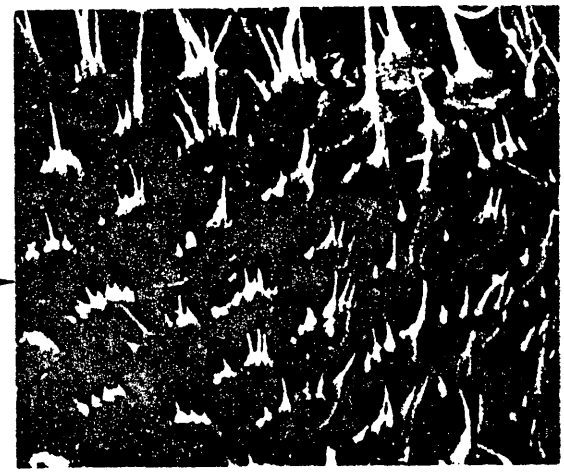


Abb. 6
Mundwerkzeuge von Protonemura sp.- geöffnet. MP=Maxillarpalpus, GA= Galea, LA=Lacinia, MD=Mandibel, OL= Oberlippe, HYP=Hypopharynx, Ant= Antenne, LP=Labialpalpus, PGL= Paraglossa, GL=Glossa, CA=Cardo, ST=Stipes

Abb. 7
a=Hypopharynx von Protonemura sp. von dorsal, SL=Superlingua
b=Ausschnitt aus dem "Dornenfeld"





©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Der Hypopharynx (Abb. 6,7) bildet den Boden der Mundöffnung und geht in die Rückwand des Pharynx über. Die langen Microtrichia (Abb.11 MIC) des unpaaren Mittelteils des Hypopharynx sind schlundwärts gerichtet. Die paarigen Superlinguae (SL) sind mit dornenbewehrten Schuppen (Abb. 7-b) bedeckt, die den Microtrichia entgegen gerichtet sind.

Mundwerkzeuge von Leuctra sp.

Mandibeln: Der Incisivteil besteht aus vier Zähnen. Deutliche Abweichungen gegenüber den Mandibeln von Protonemura zeigen die Molaren. Bei der linken Mandibel (Abb.9) fällt vor allem die einheitlich gestaltete, kräftige Platte (EPL) auf, von der sich in medianer Verlängerung Querleisten fortsetzen, die in ihrer Form mit denen von Protonemura vergleichbar sind (MKA). Bei der rechten Mandibel sind die Querleisten an ihren distalen Enden zu Platten (Abb.8-MPL) umgeformt, die schuppenförmig übereinander greifen. Der Microtrichiasaum auf der rechten Mandibel so wie die dorsalen Dornenfelder (vergl.Abb.2-B,D) sind auch bei Leuctra vorhanden, nur in weniger deutlicher Ausprägung als bei Protonemura.

Maxille I: Der auffallendste Unterschied zu Protonemura liegt in der Ausgestaltung der ventralen Seite der Laciniaschaufel (Abb.10),die bei Leuctra sehr lange Borsten (VB) aufweist. Die Dornenfelder sind nur schwach ausgebildet und liegen an der Basis der dorsalen Borstenreihe (vergl.Abb. 11-B) der Lacinia (LA) und auf der Innenkante der Galea (GA).

Labium: (Abb.11-B,a) Die Glossae (GL) und Paraglossae (PGL) sind unbehaart, weisen aber auf der Ventralseite ebenfalls die charakteristischen Papillen (vergl.Abb.4-B) auf. Die Labialpalpen (LP) überragen die Glossae um ein Drittel ihrer Länge. Die starken, gelenkigen Borsten (LB) auf den Paraglossae sind auch bei Leuctra stark ausgeprägt. Spitze, nach vorne gerichtete Dörnchen bedecken die Dorsalfläche der Glossae.

Hypopharynx: Die Superlinguae sind weiter ausladend als bei Protonemura und tragen kaum Dornen. Der unpaare Teil des Hypopharynx trägt an seiner ventralen Fläche die gleichen Dörnchen, wie sie auf der Dorsalseite des Praementums zu finden sind.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

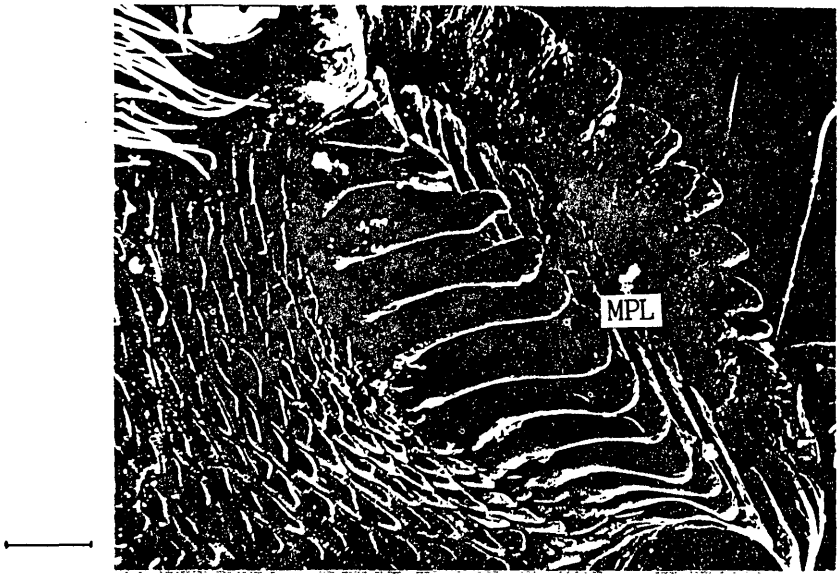


Abb.8
Molarteil der rechten Mandibel von Leuctra sp.
MPL=Molarplatte

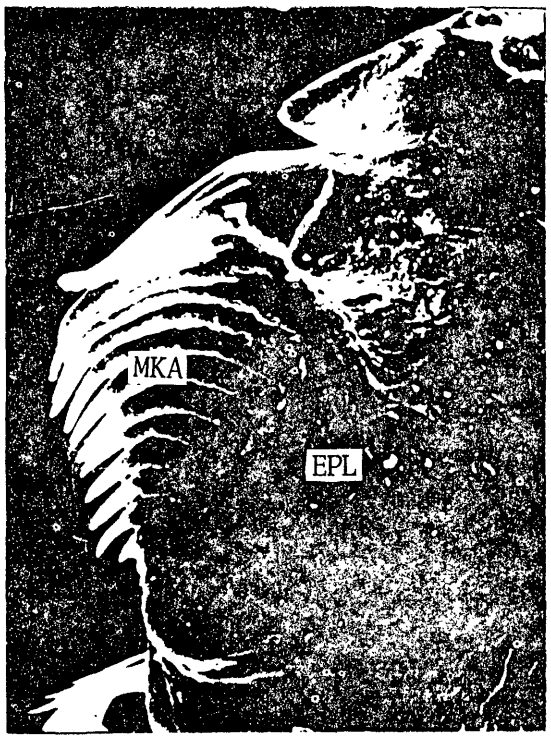


Abb.9
Molarteil der linken Mandibel von Leuctra sp. EPL=Molarplatte

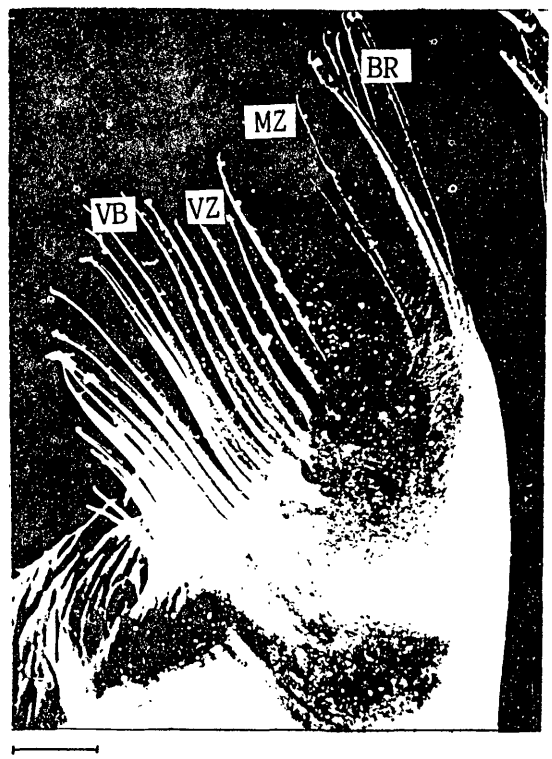


Abb.10
Laciniaspitze von Leuctra sp. von ventral. VB=ventrale Borstenreihe, BR=dorsale Borstenreihe, MZ=Mittelzähne, VZ=Ventralzähne

Querbalken=10µ

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

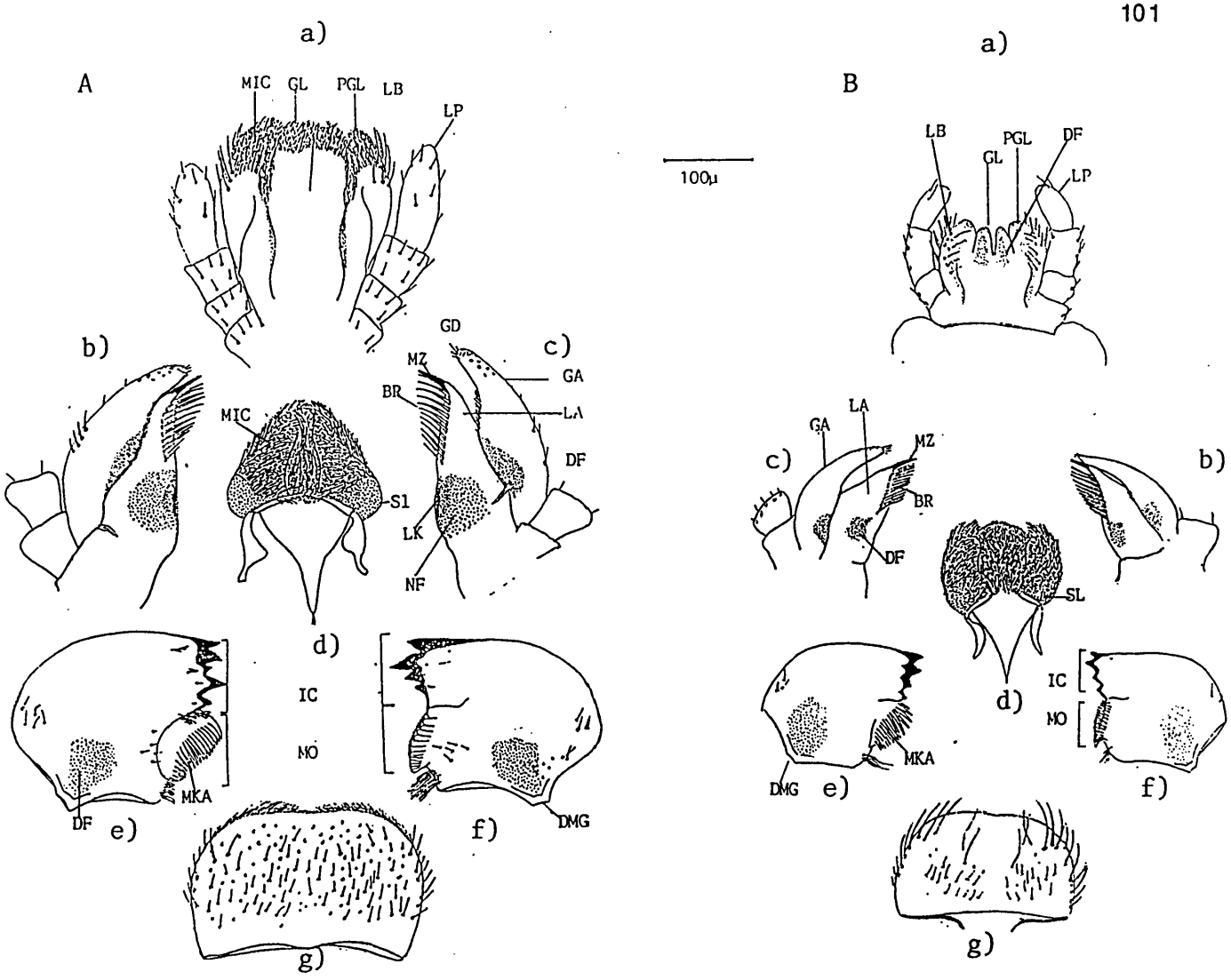


Abb.11
Mundwerkzeuge von Protonemura sp.(A)und Leuctra sp.(B) von dorsal: a)Praementum, MIC=Microtrichia, GL=Glossae, PGL=Paraglossae, LB=Labialborsten, LP=Labialpalpus.b)und c) linke und rechte Galea(GA) und Lacinia(LA), GD=Galeadornen, DF=Dornenfeld, NF=Noppenfeld, LK=Laciniakante, BR dorsale Borstenreihe, MZ=Mittelzahn. d)Hypopharynx, SL=Superlingua. e)und f) linke und rechte Mandibel, IC=Incisivteil, MO=Molarteil, DF=Dornenfeld, MKA=Molarkamm, DMG=dorsales Mandibelgelenk. g) Labrum (Oberlippe).

II.Fraßspuren

Vergleicht man ein von Protonemura angefressenes Fontinalisblatt (Abb.14) mit einem Blatt, das einer Leuctra vorgesetzt wurde (Abb.13), so fällt auf, daß ersteres stark zerfranst und angenagt ist, während bei letzterem nur die dichte Lage von Mikroorganismen (Abb. 12) abgefressen wird, das Blatt selbst aber unverletzt bleibt. Bei den Ahornblättern ist folgendes sehr charakteristische Bild zu sehen: Die gut bewachsene Blattoberfläche (Abb. 15) wird von Protonemura und Leuctra zuerst abgefressen, erst danach wird

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

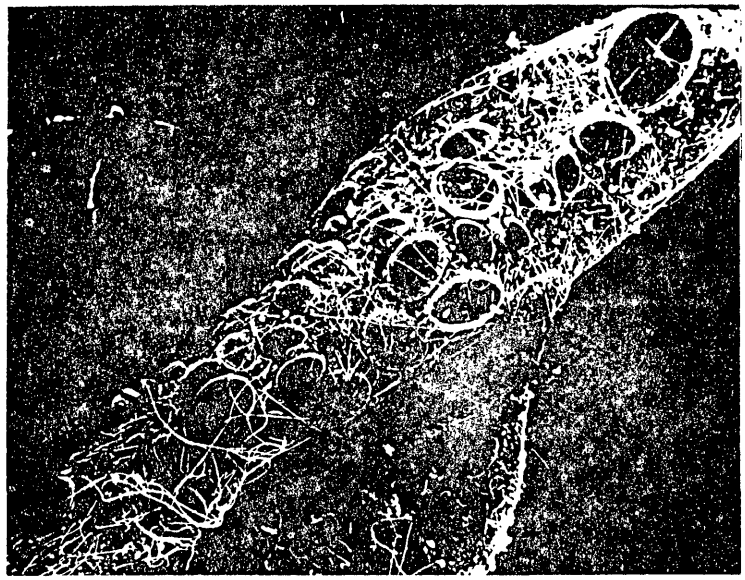


Abb.12
Fontinalisblatt bedeckt mit Aufwuchsorganismen

100µ

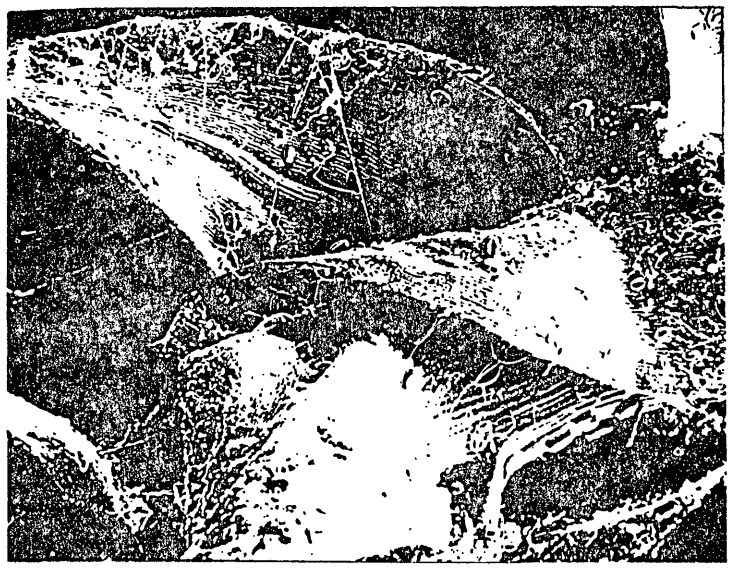


Abb.13
Fontinalisblatt von Leuctra sp. abgefressen

100µ

Abb.14.
Fontinalisblatt von Protonemura sp. angefressen

100µ

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb.15
Bakterienrasen auf einem Ahornlaubstück

Abb.16
Ahornlaubstück von Protonemura sp.abgefressen

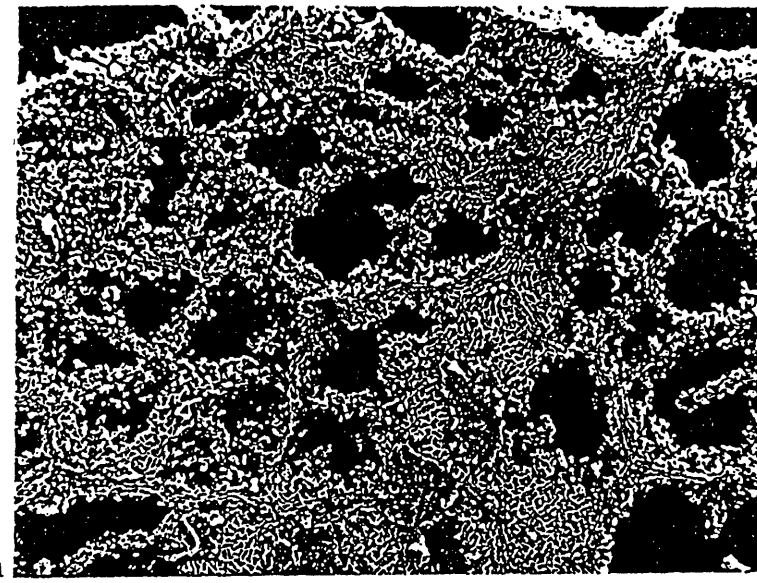


Abb.17
Ahornlaubstück von Leuctra sp.abgefressen

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

das Blatt weiter angefressen und in der Folge skelettiert (Abb.16 u.17). In allen Fällen, sowohl bei den lichtmikroskopischen als auch bei den rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen,zeigt sich ein vergleichbares Bild.

Abschließende Bemerkungen

Beim Vergleich der Mundwerkzeuge von Protonemura und Leuctra zeigen sich nur geringfügige Unterschiede, die nicht auf eine unterschiedliche Ernährungsweise schließen lassen. Nach der Lage und Ausgestaltung der Feinstrukturen (Abb.3,4,5,7 und 11) kann angenommen werden, daß sie nicht direkt zur Nahrungsbeschaffung, z.B.durch Abbürsten von Oberflächen,eingesetzt werden. Sie dürften vielmehr Putzfunktionen erfüllen, um u.a. anfallende Nahrungspartikel in Schlundrichtung zu befördern. Eine wichtige Rolle bei der Nahrungsaufnahme kommt der Laciniaspitze zu (eigene Beobachtungen, vergl.auch STEINER 1986).

Das Zusammenwirken und die Funktion der einzelnen Mundwerkzeugsteile und ihrer Feinstrukturfelder kann aber erst nach einer genauen Analyse des Freßaktes (mittels Videokamera) geklärt werden. Daß die Larven der beiden Gattungen trotz der ähnlichen Ausgestaltung der Mundwerkzeuge unterschiedliche Nahrungsressourcen nützen, zeigen erste Freßversuche im Labor. Die Vertreter der Gattung Leuctra bevorzugen demnach deutlich den Aufwuchs auf Steinen und Blättern, im Gegensatz zu Protonemuren,die Fontinalis als Nahrung vorziehen. Obwohl Präferenzen zu erkennen sind, können die Larven, bei Fehlen der bevorzugten Nahrung, auch andere Ressourcen nützen. Diese Ergebnisse stellen die Grundlagen der nachfolgenden, eingehenden Studien zum Freßverhalten bzw.Präferenzverhalten der Larven dar.

INVESTIGATIONS OF MOUTHPARTS OF PROTONEMURA AND LEUCTRA (PLECOPTERA) BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

The present study is part of a PhD-thesis on the feeding behavior of larvae of Protonemura and Leuctra (Plecoptera). Investigations of mouthparts, with special regards to fine structures, are made by help of a scanning electron microscope(SEM). The objectives are to identify and compare the structures used in feeding and to find correlations to the feeding behavior. Further examinations of given food (marple-leaves and moss) are made.

©Biologische Station Lunz, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

LITERATUR

BERTHELÉMY,C. et Lahoud, M. 1981 - Regimes alimentaires et pièces buccales de quelques Perlodidae et Perlidae des Pyrenées (Plecoptera). Annls.Limnol. 17(1): 1-24

CUMMINS, K.W. and Klug, M.J. 1979 - Feeding ecology of stream invertebrates. Ann.Rev.Ecol.Syst. 10 : 147-172

KÜHTREIBER, J. 1934 - Die Plecopterenfauna Nordtirols. Ber.naturw.-med.Ver., Innsbruck, 43/44: 1-219

McSHAFFREY,D. and McCafferty,W.P. 1986 - Feeding behavior of Stenacron interpunctatum (Ephemeroptera : Heptageniidae). J.N.Am.Benthol.Soc. 5(3): 200-210

SCHWEDER,H. 1985 - Experimentelle Untersuchungen zur Ernährungsökologie der Larven von Ecdyonurus venosus (Fabr.) (Ephemeroptera: Heptageniidae). Dissertation - Fakultät für Biologie, Albert-Ludwigs.Univ. Freiburg/Breisgau

STEINER,K. 1986 - Ernährungsbiologische Untersuchungen an Plecopterenlarven unter besonderer Berücksichtigung von Leuctra albida (Leuctridae) und Protonemura nidida (Nemouridae). Jber.Biol.Stn Lunz 10 : 101-110

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Biologischen Station Lunz

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 1987_011

Autor(en)/Author(s): Steiner Kornelia

Artikel/Article: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Mundwerkzeuge von Protonemura und Leuctra (Plecoptera). 91-105