

30
Ae

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

OZB 20, 45.1987



carolinea 45

Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe 18. 12. 1987

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

(entnommen) Südwestdeutschlands

W. ARTY, KOENIGSWALD: Apatomyiden-Skelette aus dem
Miozän von Maastricht und ihre paläobiologische Aussage 3

W. ARTY, KOENIGSWALD: Ein neues Skelett von
Lophoceros (Pantodontidae, Proboscidea Mammalia) aus
Maastricht von Maastricht bei Paris 3

W. ARTY, KOENIGSWALD: Ein neues Skelett von
Lophoceros (Pantodontidae, Proboscidea Mammalia) aus
Maastricht von Maastricht bei Paris 3

W. ARTY, KOENIGSWALD: Ein neues Skelett von
Lophoceros (Pantodontidae, Proboscidea Mammalia) aus
Maastricht von Maastricht bei Paris 3



carolinea 45

Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe 18. 12. 1987

carolinea, 45	168 S.	82 Abb.	4 Taf. (Beilage)	4 Farbtaf.	Karlsruhe, 18. 12. 1987
---------------	--------	---------	------------------	------------	-------------------------

P
 OZB 20, 45. 1987

ISSN 0176-3997

Herausgeber: Prof. Dr. S. RIETSCHEL, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

Dipl.-Ing. Günther MÜLLER, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe

Priv.-Doz. Dr. G. PHILIPPI, Naturwissenschaftlicher Verein Karlsruhe

Redaktion: Prof. Dr. L. BECK, Priv.-Doz. Dr. G. PHILIPPI, Dipl.-Ing. G. MÜLLER, Prof. Dr. S. RIETSCHEL

Schriftleitung des Bandes: Dipl.-Biol. M. BRAUN

Gestaltung: F. WEICK

Layout: C. LANG, J. SCHREIBER, J. WIRTH

Gesamtherstellung: Badenia Verlag und Druckerei GmbH, Karlsruhe

© Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

Postfach 39 49. D-7500 Karlsruhe 1

Gedruckt mit Unterstützung der Aktionsgemeinschaft Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg e. V.

SIEGFRIED RIETSCHEL: Berühren verboten, vernichten erlaubt	5
RUDOLF MUNDLOS & MAX URLICHS: <i>Rhizocorallium</i> als Begleiter der Bruchsaler Ceratiten-Pflaster (SW-Deutschland; Mitteltrias, Oberer Muschelkalk, <i>evolutus</i> -Zone)	7
MAX URLICHS & RUDOLF MUNDLOS: Zur Entstehung von Ceratiten-Pflastern im Germanischen Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) Südwestdeutschlands	12
WIGHART v. KOENIGSWALD: Apatemyiden-Skelette aus dem Miozän von Messel und ihre paläobiologische Aussage .	31
WIGHART v. KOENIGSWALD: Ein zweites Skelett von <i>Buxolestes</i> (Pantolestidae, Proteutheria, Mammalia) aus dem Miozän von Messel bei Darmstadt	36
ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER: Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald .	43
HERMANN NEUBERT & KARLHEINZ BAUMANN: Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland, Schlüssel zu den Ordnungen und zu den Familien, Gattungen und Arten der Ordnung Trichiales	51
HERBERT SCHINDLER & HERBERT BIBINGER: Die höheren Flechten des Nordschwarzwaldes 4. Die Gattung <i>Usnea</i> .	77
GEORG PHILIPPI: Die Wassermoosvegetation im östlichen Odenwald und südlichen Spessart	89
GUDRUN FRIEDRICH & CLAUS MEIER-BROOK: Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in Kleingewässern in der Umgebung von Tübingen	99
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 8. Die Criconemen (Nematoda, Criconematina)	107
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 9. Die Cephaloben (Nematoda, Rhabditida)	121

KARIN KUSSMAUL & KONRAD SCHMIDT: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 10. Die Hymenopteren	135
HUBERT HILPERT: Schlupfwespen des Feldberggebietes (Hymenoptera, Ichneumonidae)	147
Wissenschaftliche Mitteilungen	
MONIKA BRAUN & PETER KISCHNICK: Spitzmäuse und ihre Nahrung in einem Buchenwald	159
MONIKA BRAUN: Der Feldhamster in Baden-Württemberg .	160
PETER DETZEL: Die Dornschröcke <i>Tetrix ceperoi</i> neu für Baden-Württemberg	162
VOLKER JOERGER: <i>Saprosecans lateroplumosa</i> n. sp. (Gamasina, Halolaelapidae), eine neue Raubmilbenart ..	163
SIEGFRIED SCHLOSS: Ein spätglaziales Pollenprofil von der Hornisgrinde – Nordschwarzwald	167

SIEGFRIED RIETSCHEL

Berühren verboten, vernichten erlaubt

Mit Datum vom 12. März 1987 wurde die Neufassung des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) bekanntgemacht. Ihr war die Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) im Dezember 1986 vorangegangen.

Naturschutzgesetz und Artenschutzverordnung dienen nach landläufiger Meinung dazu, den Schutz der Natur insgesamt, vor allem aber der Pflanzen und Tiere in natürlicher Umgebung, gesetzlich abzusichern. Erfüllen BNatSchG und BArtSchV diese Erwartung in jeder Hinsicht, und wer ist von den gesetzlichen Regelungen betroffen?

Betrachten wir zunächst einmal das, was das Gesetz selbst als „Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ definiert. Danach sind Natur und Landschaft nicht etwa aus einer sittlichen Verantwortung heraus zu schützen, sondern vielmehr „so zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln“, daß ein bestimmter Zweck erreicht wird. Und dieser Zweck erweist sich ganz lapidar als die optimale Nutzung von Natur, von Landschaft, von Pflanzen- und Tierwelt (§ 1 Abs. 1).

Naturschutz soll „Lebensgrundlagen des Menschen und seine Erholung in Natur und Landschaft“ sichern. Nicht der Natur zuliebe, nicht der Umwelt, den Pflanzen und Tieren zuliebe wird geschützt, nein, die Nutzbarmachung der Natur wird geregelt. „Der ordnungsgemäßen Land- und Forstwirtschaft kommt (dabei) eine zentrale Bedeutung zu; sie dient in der Regel den Zielen dieses Gesetzes“ (§ 1 Abs. 3).

In der Auslegung der einzelnen Bestimmungen des BNatSchG kann dies nur bedeuten, daß im Falle von konkurrierenden Interessen zwischen Nutzung und Schutz dem Nutzungsaspekt der Vorrang vor dem Schutzaspekt gegeben wird. Wer etwa annehmen sollte, daß zwischen Nutzung und Bewahrung der Natur kein Gegensatz, kein geborener Interessenkonflikt besteht, muß mit Blindheit geschlagen sein. Ist Natur denn nicht gerade das Unverfälschte, das Ungenutzte, das noch nicht als Lebensgrundlage und Erholungsraum des Menschen Hergerichtetete?

Indem BNatSchG und BArtSchV den Nutzungsaspekt als moralische Grundlage voranstellen, dokumentieren sie ein fatales Bemühen, den Menschen von der ursprünglichen, ungenutzten Natur zu trennen. In seinen möglichen Folgen betrachtet, treibt das BNatSchG dauerhafte Keile zwischen Tierliebhaber und Tier, Naturliebhaber und Natur. Solange nicht die ethische Grundlage für den Natur- und Artenschutz erstarkt ist, müssen übereifrig vorsorgende Gesetzesparagrafen unverstanden bleiben und den angestrebten Schutz ins Gegenteil verkehren. Eine unzumutbare Regelung, die zu allem Überfluß noch dem gesunden Menschenverstand widerspricht, fordert eher Zuwiderhandlungen als Wohlverhalten heraus. Neue Verhaltensnormen – das Ge-

setz legt einige für den Natur- und Artenschutz recht engstirnig fest – sollten akzeptierbar sein, weil ihr Wert oder ihre moralische Grundlage verstanden wird. Wer aber kann schon verstehen, was mit Verboten bezweckt wird, die das Auflesen einer Eulenfeder, einer Eierschale oder eines Libellenflügels betreffen.

Schlimm erscheint mir auch, wenn z. B. Kinder und Jugendliche keinen Laufkäfer, keine Kaulquappe, keinen toten Vogel mehr nach Hause bringen dürfen. Es muß zwar zugegeben werden, daß viele unverfälschte Spiele von Kindern mit Tieren einen Zug von Grausamkeit in sich tragen. Nur wenige Kaulquappen, die ein Kind nach Hause bringt, nein brachte, wurden zu Fröschen. Aber die Marmeladegläser mit „Gewürm“ aus irgendeinem Tümpel haben die Entwicklung fast eines jeden jugendlichen „Naturforschers“ begleitet. Und daran hat die Natur gewiß keinen Schaden gelitten. Frösche und Molche verschwinden nicht wegen einiger Schuljungen und Amphibienliebhaber. Sie fallen vielmehr Flurbereinigungen, ausufernden Siedlungen, der Zerstückelung von Landschaft, Straßenbauten oder der gezielten Vernichtung von „Mückenbrutstätten“ am Rande von Neubauvierteln zum Opfer. Dem helfen auch keine Plastikwannen in kurz geschorenen Vorgärten ab, und Folienteiche hinter Reihenhäusern nur so lange, bis der Nachbar gegen das Quaken einiger Frösche mit Rechtsanwalt vorgeht.

Man stelle sich einmal vor, Konrad Lorenz hätte als Schüler keine Stichlinge und Molche halten können, keine Dohlen, kein „Höpfchen“, keinen Graupapagei. Gäbe es eine Verhaltensforschung in Deutschland, wenn BNatSchG und BArtSchV schon vor 100 Jahren erlassen worden wären? Sehen wir nun einer Generation von Technokraten in der Naturforschung entgegen?

Es kann nicht Aufgabe von Gesetzestexten sein, Verständnis aufzubauen. Sie setzen meist ein Grundverständnis in der Sache voraus und bekräftigen vorhandene ethische Verhaltensnormen. Nehmen wir als Beispiel das Tierschutzgesetz: Zu den ethischen Grundnormen in der mitteleuropäischen Bevölkerung gehört, Tierquälerei als Verstoß gegen gute Sitte anzusehen. Deshalb kann das Tierschutzgesetz Tierquälerei unter Strafe stellen und Verstöße im Einklang mit allgemeinem Rechtsempfinden ahnden. Im Falle der Naturschutzgesetzgebung verhält es sich umgekehrt: Es gibt auch in Deutschland kein einheitliches, ethisch begründetes Grundverhalten gegenüber der Natur. Der Naturschutz ist in Deutschland erst knapp 90 Jahre alt, während unser Rechtsempfinden in alter christlicher Moral wurzelt, die hier dem Satz der Heiligen Schrift folgt: „Macht Euch die Erde unterthan“; St. Antonius ist keine Leitfigur. Die Ausbeutung der Natur in all ihren Formen wird – solange sie nicht mit Eigentumsdelikten verknüpft ist (z. B. Forst-

frevel) – von der Allgemeinheit kaum als sittenwidrig empfunden. Sogar die Forderung, die Natur im positiven, schützenden Sinne als Gemeingut zu behandeln, wird von vielen Bürgern so verstanden, daß dieses Gemeingut im nutzenden Sinne auch von jedermann ausgebeutet werden kann.

Über Sinn und Unsinn einzelner Paragraphen und Absätze von BNatSchG und BArtSchV zu streiten ist gewiß müßig. Es muß aber nach der generellen Linie gefragt werden, die die Gesetzgebung befolgt. Da werden nicht nur Handlungsverbote (Verkehrsverbote, Vermarktungsverbote), sondern auch Besitzverbote ausgesprochen. Besitzverbote kennen wir nur von wenigen, schwerwiegenden Gesetzen (Waffengesetz, Betäubungsmittelgesetz).

Die Besitzverbote treffen bevorzugt den einzelnen, weniger, wie die Vermarktungs- und Verkehrsverbote, Handel und Gewerbe. Für Handel und Gewerbe ergeben sich aus BNatSchG und BArtSchV klare Beschränkungen, doch der Möglichkeiten, etwas zu legalisieren, sind viele. Gerade beim Handel zeigte sich in den letzten Jahren, wie das Gesetz den Gaul von hinten aufzäumt: Geschickte Händler haben für fast alles Papiere und Schlupflöcher gefunden, setzen Schwierigkeiten in höhere Marktpreise um und wecken neue Begehlichkeiten. Wen wundert es heute noch, wenn Fangorte und Fangdaten en gros „korrigiert“ werden, mit schlimmen Folgen dieser Fälschungen für die wissenschaftliche Dokumentation – auch im Hinblick auf den Artenschutz. Die generelle Linie von BNatSchG und BArtSchV scheint darauf abzu zielen, im kleinen zu verbieten, was „ordnungsgemäß“ im großen geschehen darf. Wenn § 20d Abs. 1 untersagt, „ohne vernünftigen Grund“ wilde Tiere und Pflanzen vom Standort zu entnehmen, zu nutzen, zu beeinträchtigen, zu zerstören oder zu verwüsten, bedarf es wohl nur noch eines vernünftigen Grundes zur Tat. Er ist oft genug gegeben, wenn es um die gründliche Vernichtung von Tieren und Pflanzen geht. Lästige Insekten vertilgt man mit Giftspray und elektrischen „Mückentörern“ en gros; Rasendünger mit „Moos-Ex“ oder „Regenwurmto“ wird kiloweise verkauft; sommers verglühen Milliarden von Insekten an Flutlichtlampen, vertrocknen in Kühlergrills oder auf frisch geteerten Flächen. Aber wehe dem, der die Florfliege am Licht der Schaufensterscheibe, den Wasserkäfer auf der Teerfläche, die solitäre Wespe und die Libelle aus dem Kühlergrill „entnimmt“

So beschränken BNatSchG und BArtSchV in erster Linie Freiheiten des einzelnen, weniger die von Handel und Wirtschaft. Genau dadurch wird aber erreicht, daß ausufernde Naturzerstörung und Artenvernichtung nicht dort verhindert werden, wo sie in großem Maßstab stattfinden.

Aber nicht nur der Einzeltäter befindet sich im Visier der neuen Gesetzesfassungen. Den teils großzügigen, pauschalen Ausnahmeregelungen für die Nutzung von Natur und Landschaft steht gegenüber, daß die Forschungs- und Bildungsarbeit der an Museen und ande-

ren wissenschaftlichen Einrichtungen tätigen Mitarbeiter durch die im Einzelfall erforderlichen Ausnahmegenehmigungen tatsächlich eingeschränkt und behindert wird, und dies in erheblichem Umfang.

Was ist daraus für die Sammlungs- und Forschungstätigkeit an den Naturkundemuseen zu folgern? Zunächst darf wohl angenommen werden, daß es nicht in der Absicht des Gesetzgebers lag, die wissenschaftliche Arbeit von Museen und anderen Bildungs- und Forschungseinrichtungen durch BNatSchG und BArtSchV, das Washingtoner Abkommen und weitere Rechtsvorschriften in Teilbereichen lahmzulegen. Es wäre schließlich widersinnig, wenn gerade jene Forschungen nicht fortgeführt werden könnten, aus denen der Gesetzgeber selbst die Grundlagen für seine gesetzgeberische Tätigkeit gezogen hat. Die sinnvolle Anwendung der Natur- und Artenschutzgesetze ist selbst von fortschreitenden wissenschaftlichen Erkenntnissen abhängig. Gute Absichten des Gesetzgebers werden ohne aktualisierte wissenschaftliche Informationen manipulierbar. Der Sammel- und Forschungsauftrag der naturkundlichen Museen und verwandter Institutionen muß deshalb weiterhin und unbeirrt nach wissenschaftlichen und moralischen Gesichtspunkten erfüllt werden. Selbstverständlich sind dabei gesetzliche Auflagen zu erfüllen. Wo diese die Grenzen des Zumutbaren für Institution und Wissenschaftler erheblich überschreiten, wo eine nicht immer sachkundige und meist schwerfällige Bürokratie droht, wichtige Arbeiten zu blockieren, wird allerdings dem Wissenschaftler zusätzliche Verantwortung aufgebürdet, wenn er seinen Dienstauftrag gegen Bestimmungen von BNatSchG und BArtSchV abwägen muß. Er wird die Verantwortung tragen können, wenn er bei seiner Arbeit, wie bisher, ethischen Verhaltensnormen folgt, Normen, die letztlich auch die Novellierungen von BNatSchG und BArtSchV veranlaßt haben sollten.

Von künftigen Novellierungen ist allerdings zu fordern, daß sie den Schutz- und Bildungsaspekt besser berücksichtigen. Zum einen sollten nicht-kommerzielle, individuelle naturkundliche Interessen in besser abgewogener Weise Berücksichtigung finden. Zum anderen muß Ausbildungs-, Bildungs- und Forschungsstätten, insbesondere Schulen, Universitäten und Naturkundemuseen – per Gesetz eine generelle Befreiung von einigen einschränkenden Vorschriften zugestanden werden. Diese Befreiung darf nicht auf den Einzelfall mit Einzelantrag eingeeignet sein, sondern muß pauschal für die im öffentlichen Interesse liegenden Tätigkeitsbereiche einschlägiger Institutionen gelten. Hier wäre sinngemäß anzuwenden, was § 31 Abs. 1 BNatSchG für eine Befreiung im beantragten Einzelfall regelt, nämlich, daß zahlreiche Vorschriften „zu einer nicht beabsichtigten Härte führen .. die Abweichung mit den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu vereinbaren (sind) und überwiegende Gründe des Gemeinwohls die Befreiung erfordern“

RUDOLF MUNDLOS & MAX URLICHS

Rhizocorallium als Begleiter der Bruchsaler Ceratiten-Pflaster (SW-Deutschland; Mitteltrias, Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone)

Kurzfassung

Rhizocorallium (Spurenfossil, Freßbau) wird als Begleiter von Ceratiten-Pflastern aus der *evolutus*-Zone (Germanischer Muschelkalk, Mitteltrias) bei Bruchsal (SW-Deutschland) beschrieben, und der Zusammenhang von Ökologie und Fazies wird untersucht.

Abstract

Rhizocorallium accompanying Ceratite pavements

Rhizocorallium (trace fossil, feeding burrow) from the *evolutus* zone (Germanic Muschelkalk, Middle Triassic) near Bruchsal (SW-Germany) is described accompanying Ceratite pavements. The connection between ecology and facies is investigated.

Autoren

Dr. h. c. RUDOLF MUNDLOS, Schachtstr. 6, D-7107 Bad Friedrichshall 1.

Dr. MAX URLICHS, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1.

1. Einleitung

Rhizocorallium ist ein Freßbau, ein bandförmiges Spurenfossil, das im Schlack des Meeresbodens zur Schichtung schräg abtauchend oder parallel angelegt wurde.

Das besondere Merkmal ist eine sogenannte Spreite zwischen den Schenkeln eines U-förmigen Gangs. *Rhizocorallium* stellt sich heute auf Bankoberflächen nach der Abtragung von Tonmergel-Bestegen meist als Wulst, seltener als schmale und flache Rinne dar, letzteres dann, wenn die ehemalige Röhre nicht mit Sediment verfüllt und unter dem Druck überlagernder Sedimente zusammengebrochen war.

Die Spreite ist eine Fläche mit nach vorn geschwungenen Zuwachsstrukturen. Nach RICHTER (1926: 216, 217) entstand sie „als eine vom Tier angefertigte Tasche“. Sie ist das Relikt des U-Bogens, der beim Vortrieb des Baues im Freßbereich lag. Da die minierenden *Rhizocorallium*-Tiere organische Substanz des Schlackbodens abbauten und deshalb Volumen schwand, hängt die Spreite zwischen den Schenkeln des Tunnelbaues durch (SEILACHER 1967: 420, Fig. 4). Dieses Merkmal tiefte sich stärker aus, wenn der randständige U-Bau vertikal aufwärts repetiert wurde, was geschah, sobald der Sedimentspiegel anstieg (SELLWOOD 1970: Fig. 3b, 3c). Das umsäumende U als Wohnröhre und die Spreite als Freßgefüge lagen also im Sediment auf zwei Ebenen. Erst mit der Kompaktion des Sediments wurden

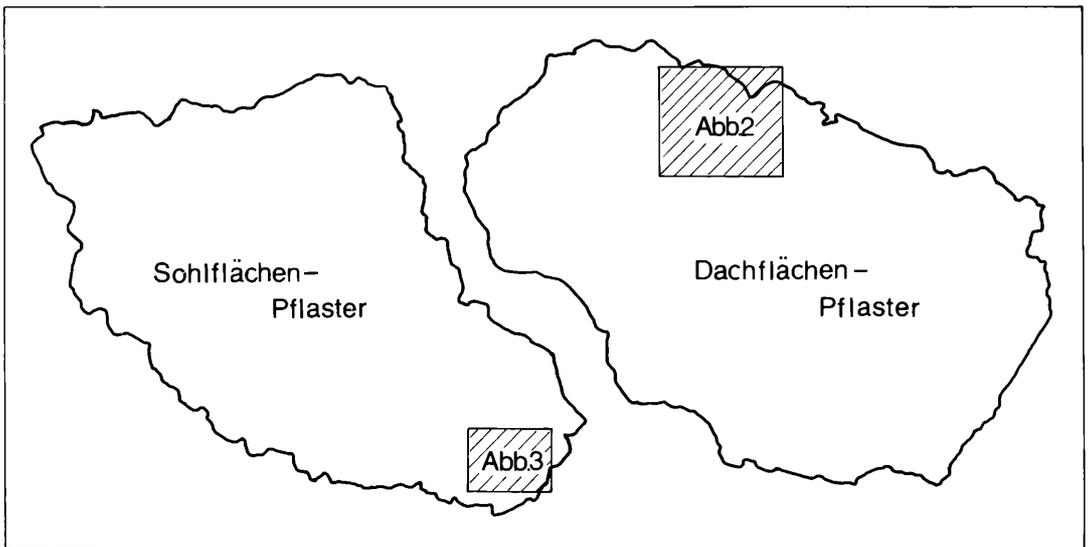


Abbildung 1. Lage der Bildausschnitte mit *Rhizocorallium* auf den Bruchsaler Ceratiten-Pflastern. Erläuterungen bei den Abbildungen.

beide auf ein tieferes, oft gemeinsames Niveau abgesenkt. Das hatte Folgen für die Überlieferung. Die U-Wülste und Rinnen waren ursprünglich Röhren in der Sedimentdecke, die zur Belüftung ihrer Bewohner im Wasserdurchzug dienten. Als kompakte Stränge erscheinen die Rhizocorallien heute, weil das Atemwasser und die Strömung Suspensionen mit sich führten, die den Bau im Durchzug bis auf einen engen Kanal wieder verfüllten (SEILACHER 1967: 200–202). Voraussetzung für die Erhaltung der Rhizocorallien als Vollformen in plastischen Sedimenten oder als Halbreiefs auf Gesteinsflächen aufgeprägt, waren Stützelemente: Schleimabsonderungen ihrer Bewohner oder der Einbau von Wandkörperchen (REIS 1910: 239; MAYER 1958: 314–316).

Rhizocorallium wurde sowohl von Krebsen als auch von wurmartigen Organismen angelegt: Es sind Baue, die sich ähneln, weil sie aus gleichartigem Nahrungserwerb entstanden. Sie sind fossil oft gut erhalten, in rezenten Meeresböden scheitern Beobachtungen aber meist an dem unverfestigten Substrat, das von den Sedimentfressern aufgearbeitet wird.

2. Beschreibung (Abb. 1)

In den Karlsruher Landessammlungen für Naturkunde zeigt das eine montierte Ceratiten-Pflaster eine Sohlfläche; es ist also eine im Steinbruch mit der Unterseite geborgene und für den Betrachter im Museum umgewen-

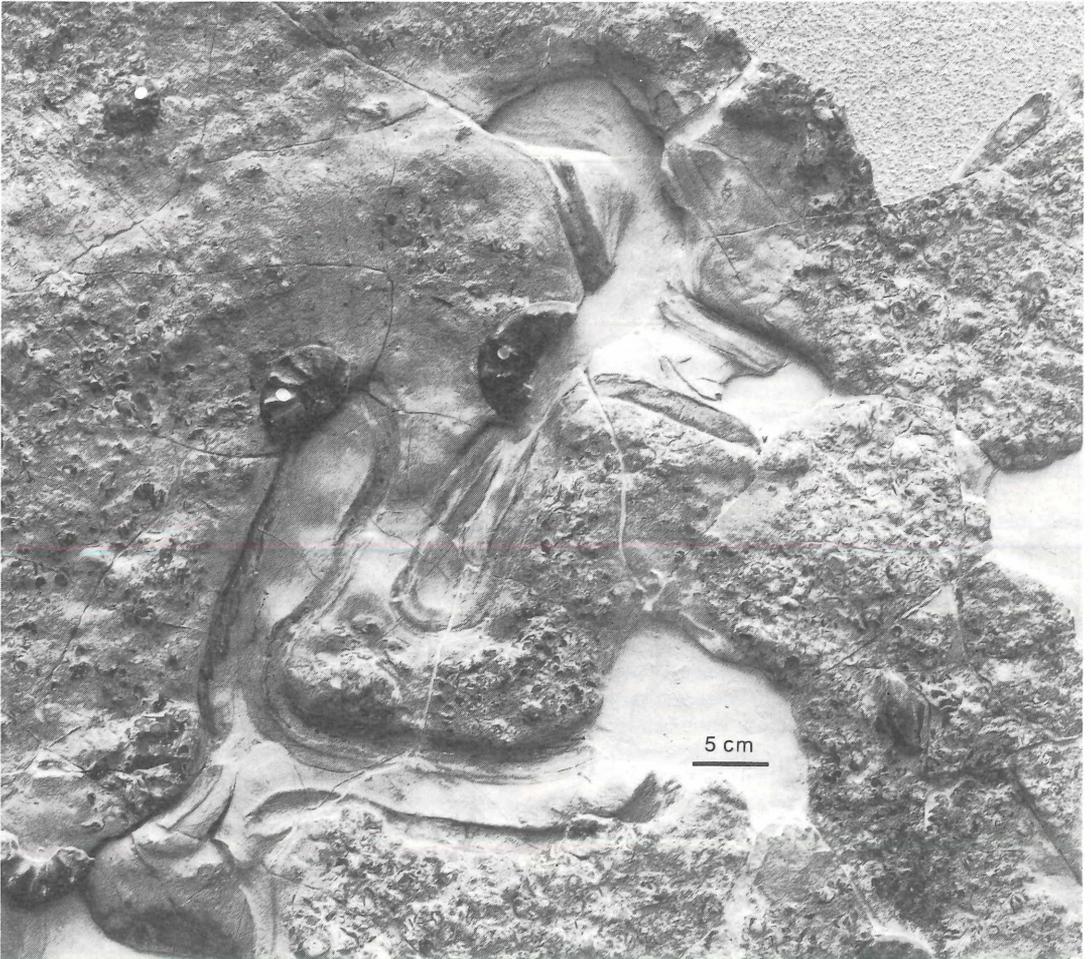


Abbildung 2. Ausschnitt aus dem Sohlflächen-Ceratiten-Pflaster (Plattenunterseite) von Bruchsal mit Vollformen von *Rhizocorallium*-U-Röhren; sie begrenzen Tonmergel-Inseln zwischen lückenhaft angeordneten Schillkalkbänkchen. Die Spreiten der Baue sind nicht erhalten. – Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone, Bruchsal, LNK, trm 61. Foto: V. GRIENER

dete Platte (MAYER 1978: 149, 150).

Die Ceratiten-Gehäuse des Pflasters wurden vor der Anlage der *Rhizocorallium*-Baue in flachwelligen Rinnen eines Schlickbodens von der Strömung zusammengeschwemmt (URLICHS & MUNDLOS, dieser Band). Die Zwickel zwischen den Ceratiten-Ansammlungen wurden mit Schalentrümmern ausgefüllt und das Pflaster in lockerer Schüttung, zum Teil bis über die Ränder ragend, damit überdeckt. Die nachfolgende Überlagerung des Pflasters bestand vorwiegend aus Biomikriten,

welche *Rhizocorallium*-Tieren günstige Lebensbedingungen boten. Sie minierten bis hart an die Grenzen der Ceratiten-Anhäufungen und lockerten dazwischen den Schlick von unterschiedlicher Breite, der dann flächig erodierte. HÖLDER (1960: 133, 134) beschreibt zwischen den Ceratiten „fensterartige Aussparungen“ mit „abgerundeten Fensterrändern“. Tatsächlich waren die Verursacher die *Rhizocorallium*-Tiere, wie dies Reste von Vollformen ihrer Baue im Decksediment des Ceratiten-Pflasters, vor allem am oberen Plattenrand, dokumen-



Abbildung 3. Spreite von *Rhizocorallium* an der Basis von Tonmergelbestegen auf dem Bruchsaler Dachflächen-Ceratiten-Pflaster (Plattenoberseite). Die randständigen U-Röhren der Baue sind mit dem Decksediment erodiert oder der Präparation zum Opfer gefallen; sie lagen ursprünglich im Niveau überlagernder Sedimente. – Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone, Bruchsal, LNK, trm 60.

Foto: V. GRIENER

tieren (Abb. 2).

Die karbonatischen Komponenten dieser Sedimentation lieferten auch das Material für die Steinkernbildung in den Ceratiten-Gehäusen und in den *Rhizocorallium*-Röhren (SEILACHER et al. 1976: 343–345; pressure shadow concretion = „Druckschattenkonkretion“).

Eine weitere Ceratiten-Zusammenschwemmung ist ein Dachflächen-Pflaster. Es wurde mit der Bankoberseite an der Museumswand montiert, so wie es im Steinbruch aufgenommen wurde (MAYER 1979: 355–358).

Der wesentliche Unterschied gegenüber der zuvor beschriebenen Platte ist der für den Betrachter folgerichti-

ge Aufbau der Ablagerung: Die Ceratiten-Gehäuse wurden auf dem flachwelligen Festgrund einer Schill-Lage zusammengeschwemmt. Das Ceratiten-Pflaster wurde dann von schlickigen Sedimenten überdeckt, in denen die *Rhizocorallium*-Baue angelegt wurden. Die Lockersedimente kompaktierten bei zunehmendem Auflagedruck; sie verfestigten allerdings nur in der unteren Lage zu einem dünnen Mergelbesteg. In diesem ist *Rhizocorallium* zwar noch zu erkennen, aber nur die Spreiten sind als Basis der Freißgefüge überliefert, wogegen die U-Baue erodiert und abgetragen sind (Abb. 3).

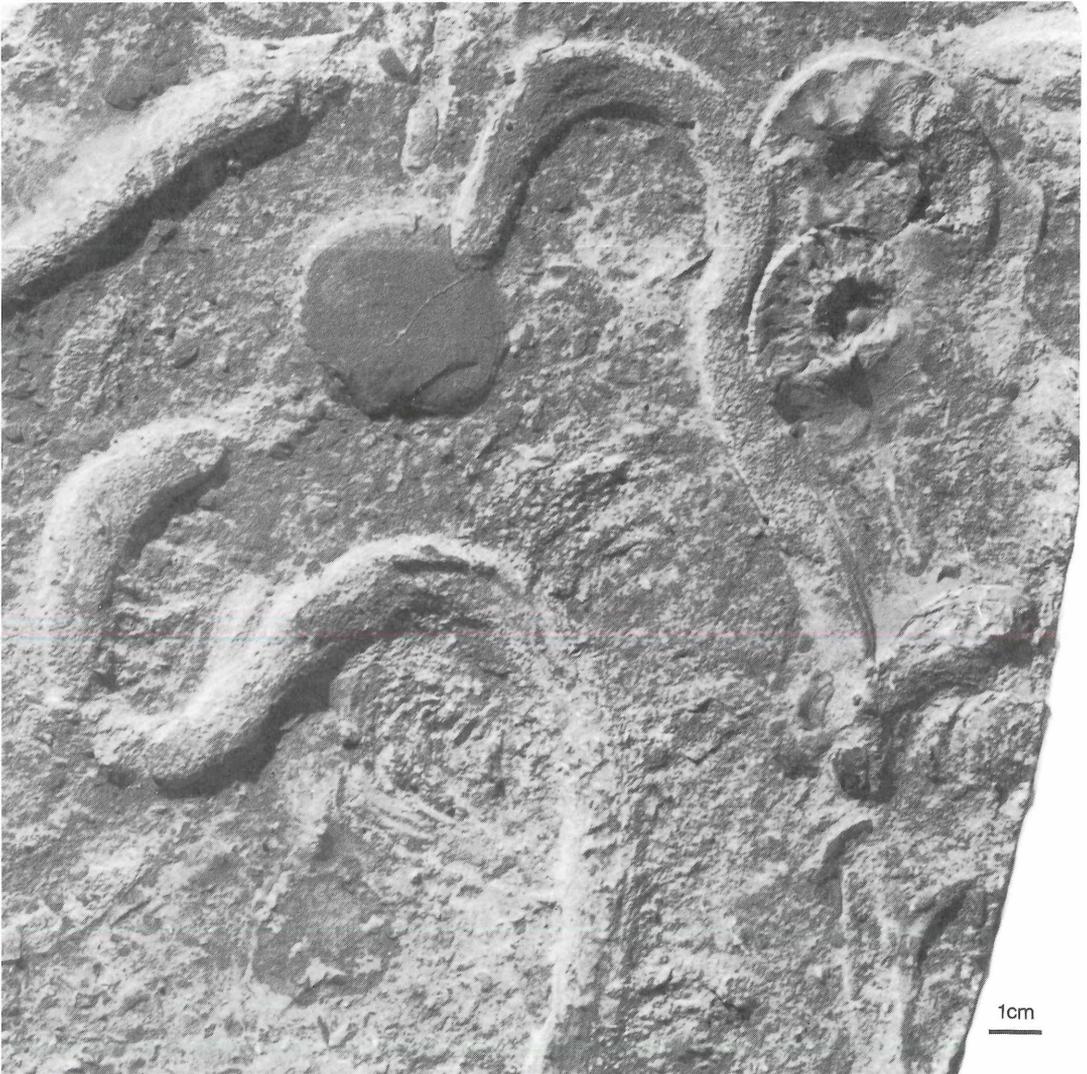


Abbildung 4. *Rhizocorallium* weicht mit knapper Umbiegung einem Hindernis aus, einem flach liegenden Ceratiten-Gehäuse auf derselben Ebene mit dem Bau. *pulcher/robustus*-Zone, Fundort: Neidenfels bei Crailsheim. SMNS 23112. Foto: H. LUMPE

3. Deutung und Vergleich

Beide Pflaster gehören mit nur 10 cm vertikalem Abstand zu einem Schichtenkomplex in der tiefen *evolutus*-Zone zwischen der *Spiriferina*-Bank und Tonhorizont alpha. Wir nehmen deshalb an, daß *Rhizocorallium* auf den beiden Bruchsaler Platten von den gleichen Erzeugern stammt, obwohl einmal nur die Spreiten und andererseits nur die Vollformen der randständigen Röhren erhalten sind.

Dagegen zeigt die Ablagerung der Sedimente und ihre Diagenese einen jeweils abweichenden Verlauf. Bei beiden Platten ähnelt die Abfolge der Schichtung: Dünne Kalkbänke mit nur geringer Sackungsrate und kompaktierte Tonmergel. Während aber das Dachflächen-Pflaster auf bereits vorhandener, geschlossener Schilldecke zusammengeschwemmt wurde, härteten die inselförmigen Schillbänkchen des Sohlflächen-Pflasters erst nach der Ablagerung der Ceratiten-Gehäuse auf Tonmergel-Gründen aus, wobei sich der gelöste Aragonit der Ceratiten-Schalen vermutlich an der Diagenese beteiligt haben mag. Die relativ spärliche und lückenhafte Schüttung der Schalenrümmen, die nur in konzentrierten Bereichen den Ansatz für die Schillbank-Bildung lieferte, war es dann auch, was den minierenden *Rhizocorallium*-Tieren einen tieferen Eingriff ins Sediment bis zwischen die Ceratiten-Pulks gestattete. An diesen Stellen treten HOLDERS „abgerundete Fensterränder“ besonders hervor.

Auf dem Dachflächen-Pflaster ist *Rhizocorallium* in den Resten der Sedimentdecke, die durch Aufarbeitung und auch durch die Präparation wieder abgetragen ist, ein Indiz für hinreichendes Nahrungsangebot bis auf den Schill. Dieser war ein unüberwindliches Hindernis, das nur noch horizontalen Vortrieb der Baue zuließ. Auch anderen Widerständen, zum Beispiel vereinzelt liegenden Ceratiten-Gehäusen, wichen die Sedimentfresser aus. Sie mieden oder umgingen sie und frästen dabei Konturen in die Böden, die oft als „Schlangewülste“ falsch gedeutet werden (Abb. 4).

Die *Rhizocorallium*-Baue der Bruchsaler Pflaster wurden erst nach der Einbettung der Ceratiten angelegt, als die Deckschicht aus Biomikriten ausreichende Mächtigkeit und Konsistenz erreicht hatte, um Tunnelbaue zu ermöglichen. Die *Rhizocorallium*-Baue sind deshalb jünger als die Ceratiten-Pflaster.

Literatur

- HOLDER, H. (1960): Alter Meeresboden im Museum. – Aus der Heimat, **68**: 131–139, Taf. 39–40, 1 Abb.; Öhringen.
- MAYER, G. (1958): Rhizocorallien mit Wandkörperchen. – Der Aufschluss, **9**: 314–316, 2 Abb.; Göttingen.
- MAYER, G. (1978): Die Ceratiten-Pflasterwand der Landes-sammlungen für Naturkunde in Karlsruhe. – Der Aufschluss, **29**: 449–452, 5 Abb.; Heidelberg.
- MAYER, G. (1979): Neue Grabungsergebnisse im mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. Der Aufschluss, **30**:

- 355–358, 4 Abb.; Heidelberg.
- REIS, O. M. (1910): Zur Fucoidenfrage. – Jb. geol. Reichsanst., **59**: 615–638, Taf. 17; Wien.
- REIS, O. M. (1910): Beobachtungen über Schichten und Gesteine in der fränkischen Unteren und Mittleren Trias. I. Muschelkalk und Untere Lettenkohle. – Geogn. Jahresh., **22**: 1–285, 11 Taf., 9 Abb.; München.
- RICHTER, R. (1926): Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. XII. Bau, Begriff und paläogeographische Bedeutung von *Corophioides luniformis* BLANKENHORN (1917). – Senckenbergiana, **8**: 200–219, Taf. 3; Frankfurt.
- SEILACHER, A. (1967): Bathymetry of trace fossils. – Marine Geology, **5**: 413–428, 2 Taf., 4 Abb.; Amsterdam.
- SEILACHER, A., ANDALIEB, F., DIETL, G. & GOCHT, H. (1976): Preservational history of compressed Jurassic ammonites from Southern Germany. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **152**: 307–356, 20. Abb.; Stuttgart.
- SELLWOOD, B. W. (1970): The relation of trace fossils to small scale sedimentary cycles in the British Lias. – Geol. J., spec. iss., **3**: 489–504, 1 Taf., 6 Abb.; Liverpool.

MAX URLICHS & RUDOLF MUNDLOS

Zur Entstehung von Ceratiten-Pflastern im Germanischen Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) Südwestdeutschlands

Kurzfassung

Museumsmaterial von Ceratiten-Pflaster aus dem Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) von Bruchsal (Nordbaden) sowie Neufunde aus Heckfeld und Sindelfingen (Württemberg) werden beschrieben und ihre Taphonomie diskutiert: Nach dem Absinken wurden die leeren Ceratiten-Gehäuse auf dem Meeresboden gerollt. Hierbei zerbrachen sie vor allem im Mündungsbereich der Wohnkammer und im ventralen Teil des Phragmokons vor der Wohnkammer. Anschließend wurden sie meist flach auf der Flanke liegend zusammengeschwemmt und verfüllt. Sie blieben in dieser Stellung bis zur endgültigen Einbettung liegen.

Abstract

To the formation of Ceratite pavements in the Germanic Upper Muschelkalk

Museum material of Ceratite pavements from the Upper Muschelkalk (Middle Triassic) near Bruchsal (N-Baden) and recent findings from Heckfeld and Sindelfingen (Württemberg) are described and their taphonomic history is discussed: After sinking the empty Ceratite shells were bowled on the sea floor. On this occasion they broke first of all in the aperture region and in the ventral part of the phragmocone in front of the aperture. Then they were washed together lying mostly flat on the flank and they were filled. They remained lying in this position up to their burial.

Autoren

Dr. MAX URLICHS, Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1,
Dr. h. c. RUDOLF MUNDLOS, Schachtstr. 6, D-7107 Bad Friedrichshall.

1. Einleitung

Flächige Anreicherungen von Ceratiten-Steinkernen, die sich bis zu sogenannten Ceratiten-Pflastern verdichten, sind im Oberen Muschelkalk Süddeutschlands aus vielen stratigraphischen Horizonten bekannt (z. B. GEISLER 1939: 231; MAYER 1956, 1961, 1978, 1979; STETTNER 1913: 102, 1924: LXXXVII).

In Ceratiten-Pflastern sind die Steinkerne so eng gepackt, daß sie Pulks mit unregelmäßigem Umriß bilden. MAYER (1961: 64) beschreibt das Erscheinungsbild solcher Pflaster von der Unterseite einer Schillbank aus der unteren *evolutus*-Zone von Bruchsal. Er bezeichnet solche Ceratiten-Anhäufungen als Sohlflächen-Großschalenpflaster. Platten von derselben Fundstelle hat SEILACHER (1963: 594–597, Abb. 1; 1966: 481, Abb. 1; 1971: 16–21, Taf. 6) untersucht. Er rekonstruiert folgenden Ablagerungsverlauf: Die Ceratiten-Gehäuse wurden ursprünglich senkrecht in „Schwimmlage“ eingebettet, im Durchzug zum Teil mit Sediment verfüllt und dann der aus der Sedimentoberfläche herausragende Teil des

Phragmokons gekappt; danach wurden sie als mit Sediment gefüllte Gehäuse freigespült und zu Pflastern aufgearbeitet. Die von SEILACHER (1963, 1966, 1971) als umgelagert vermuteten Ceratiten von Bruchsal konnten auch von uns nur von der Bankunterseite überprüft werden.

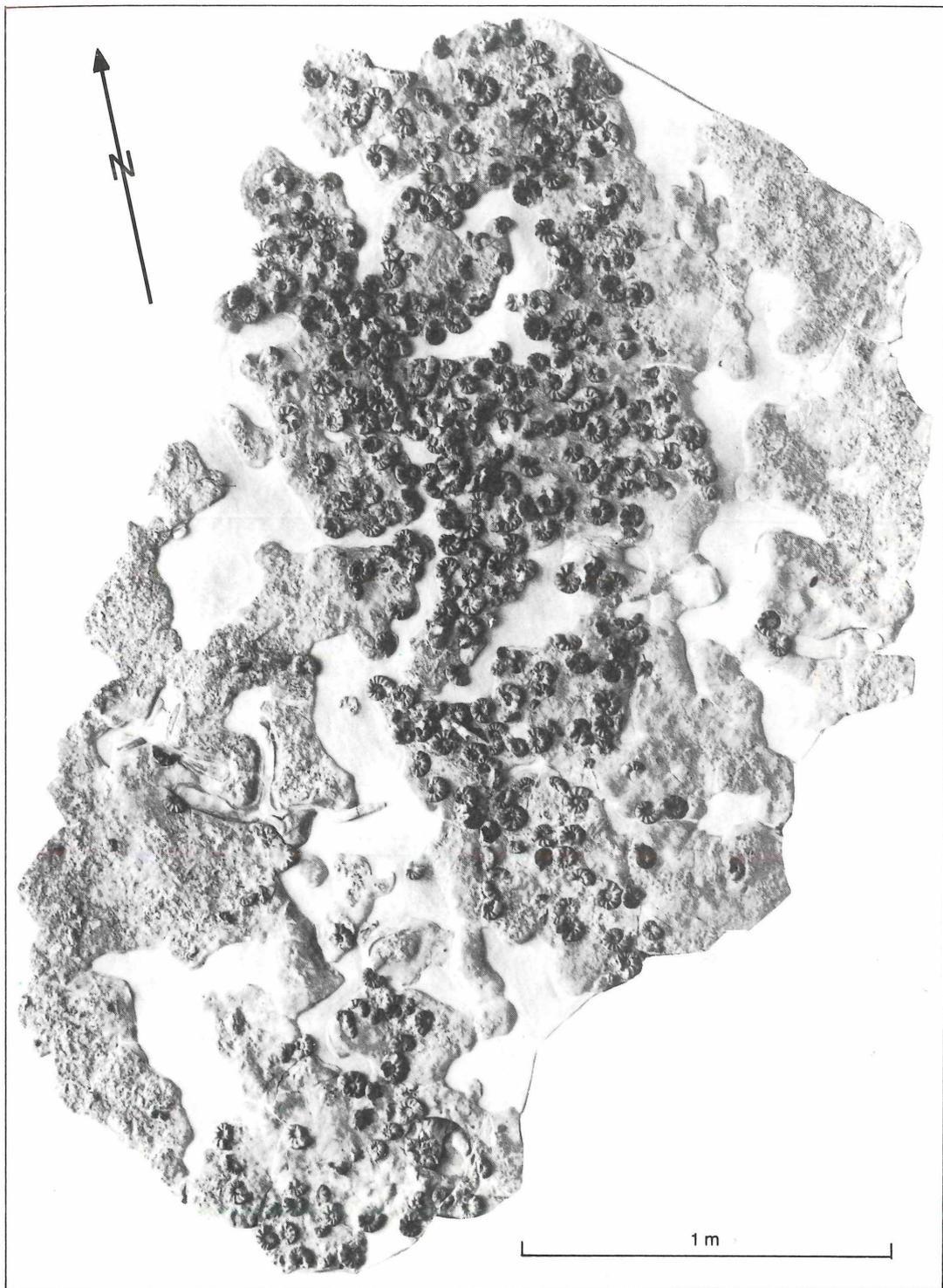
Nun liegen drei Oberflächenpflaster von Bruchsal (MAYER 1979), Heckfeld bei Tauberbischofsheim und Sindelfingen-Darmsheim vor, auf denen ebenfalls sogenannte gekappte Ceratiten vorhanden sind. Sie zeigen zum Teil Septenausfall, wie ihn A. H. MÜLLER (1978) beschrieben, aber falsch gedeutet hat (HAGDORN & MUNDLOS 1988). An ihnen wird diskutiert, ob es sich tatsächlich um Umlagerungen handelt. Zum Vergleich wurden horizontierte Aufsammlungen besonders aus Tonhorizonten sowie Einzelexemplare zum Teil in polierten Sagittalschnitten von verschiedenen Fundpunkten untersucht. Der Füllmechanismus bei Ceratiten ist von SEILACHER (1966, 1967, 1971), DURINGER (1982a, b) und HAGDORN & MUNDLOS (1983) beschrieben worden, so daß hier nur ergänzende Beobachtungen mitgeteilt werden.

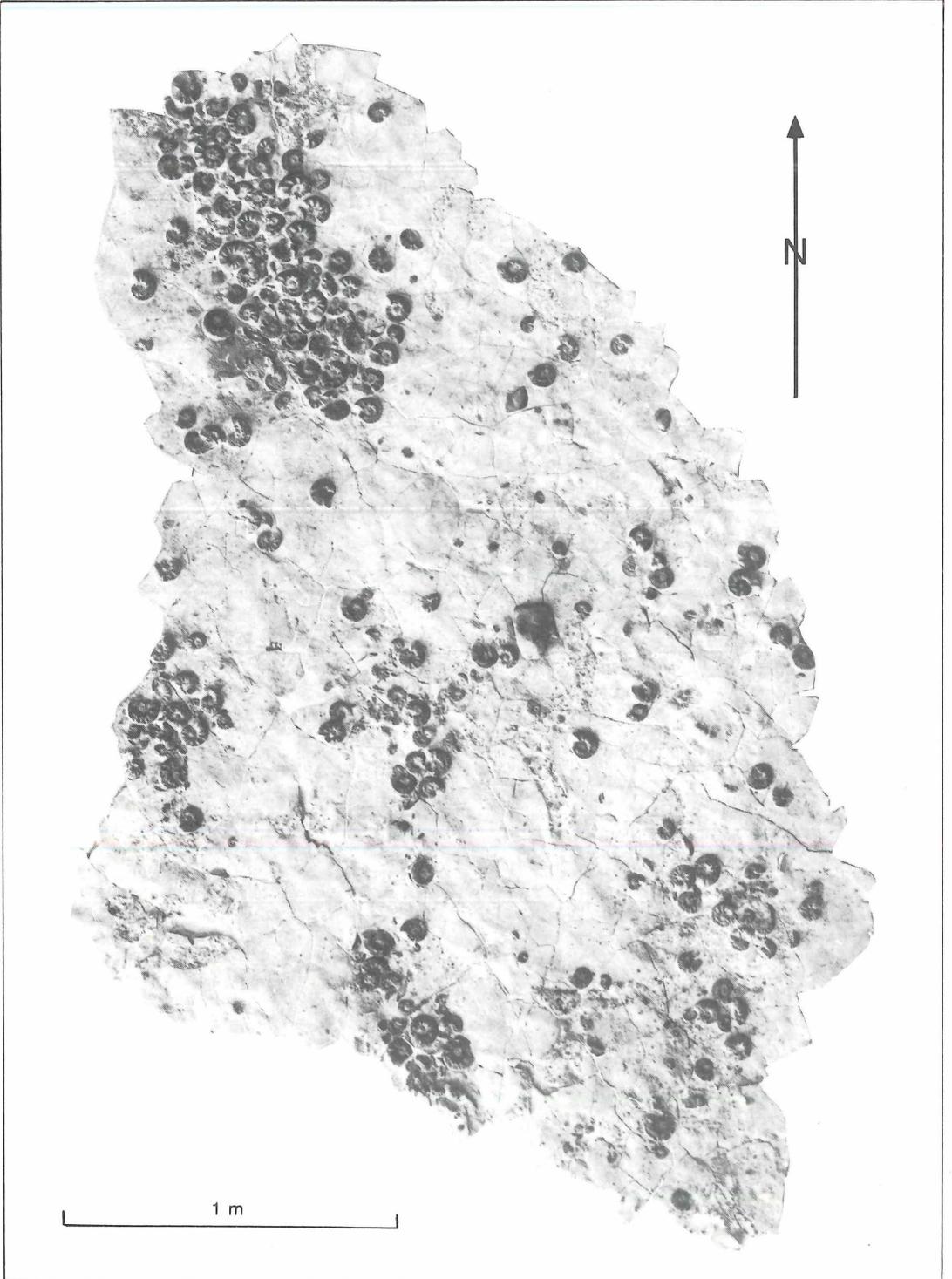
Für die Arbeit wurde Material aus den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) und dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (SMNS) verwendet.

Dank

Die Herrn K. P. und M. TÖPFER (Heilbronn) haben die Fundstelle Heckfeld Ende 1979 entdeckt und ihre Lage dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart bekanntgemacht. Die Genehmigung zur Grabung erteilte das Straßenbauamt in Bad Mergentheim. Neben Mitarbeitern des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (N. ADORF, H.-U. FLÜGGE, M. KAPITZKE) beteiligten sich an der Grabung als Mitglieder der Bezirksgruppe Heilbronn der Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie: Frau U. LEUZ, die Herren R. METZLER, W. SPEER und M. TÖPFER (alle Heilbronn) sowie Herr K. TÜRSCHEL (Osterburken-Schlierstadt). Die Präparation des Materials von Heckfeld besorgte W. DIEM (Ludwigsburg). Prof. Dr. S. RIETSCHEL und Prof. Dr. L. TRUNKO (beide Karlsruhe) ermunterten uns, die Bruchsaler Ceratiten-Pflaster zu untersuchen. Herrn HAGDORN (Ingelfingen) verdanken wir Literaturhinweise. B. RAPPOLD (Oedheim), Dr. A. SCHÄFER (Sindelfingen) und Dr. E. STIER (Stuttgart) unterstützten uns bei der Geländearbeit. Die Fotos fertigten V. GRIENER (Karlsruhe) und H. LUMPE (Stuttgart) an, die Zeichnungen zum Teil F. WEICK (Karlsruhe). Für diese Hilfen bedanken wir uns herzlich.

Abbildung 1. Ceratiten-Pflaster auf Sohlfläche. Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. LNK trm 61.





2. Beschreibung

2.1 Sohlflächen-Pflaster von Bruchsal (Abb. 1, 3)

Teile des Sohlflächen-Pflasters aus der unteren *evolutus*-Zone von Bruchsal liegen heute in verschiedenen Museen. Einen Übersichtsplan der Grabung hat MAYER (1961: Abb. 3) veröffentlicht und später (MAYER 1978) ergänzt. Diese Ceratiten-Pflaster waren wiederholt der Gegenstand von Untersuchungen (HÖLDER 1960, MAYER 1956, 1961, 1978 und SEILACHER 1963, 1966, 1971). Deshalb werden hier nur wichtige Einzelheiten wiederholt und weitere Beobachtungen mitgeteilt, die an der Karlsruher und an der Tübinger Platte gemacht worden sind.

Die Ceratiten haben 6–10 cm Enddurchmesser. Sie sind von der Unterseite, bis auf die Wohnkammerlänge, meist vollständig erhalten. Oft sind sie so dicht gepackt, daß sie sich überdecken und deshalb nicht bestimmbar sind. MAYER (1961: 62; 1978: 449) hat nur *Ceratites (Acanthoceratites) evolutus tenuis* aufgeführt; wie HÖLDER (1960: 134) aber bemerkt, ist die Variabilität von Nabelweite und Skulptur groß. So handelt es sich tatsächlich um verschiedene Arten und Unterarten. Von 357 Exemplaren auf dem Karlsruher Sohlflächen-Pflaster wurden bestimmt:

56 (= 15,7%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus evolutus* PHILIPPI

70 (= 19,6%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus tenuis* RIEDEL

78 (= 21,8%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus subspinosus* STOLLEY

5 (= 1,4%) *Ceratites (Opheoceratites) evolutus papillatus* WENGER

67 (= 18,8%) *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor* RIEDEL

81 (= 22,7%) *Ceratites* indet.

Die Begleitfauna wurde von MAYER (1961, 1978) aufgeführt. Erwähnenswert sind zwei *Germanonautilus bidorsatus* in Seitenlage, die jeweils am Rand der Ceratiten-Pflaster liegen.

Wie bereits MAYER (1961) feststellt, lag dieses Ceratiten-Pflaster als Sohlfläche auf einem Mergelhorizont. Es ist heute umgedreht montiert. Viele Ceratiten liegen schräg auf der Platte und stehen etwas ab, sie ragten also in den unterlagernden Mergel hinein (Abb. 1). Vermutlich sind die schräg liegenden Ceratiten nach ihrer Ablagerung unterspült worden und in Luvkolke (FUTTERER 1978) zurückgekippt. Das überlagernde Kalkbänken ist in den von Ceratiten freien Bereichen 1–2 cm und über den Pflastern 2–4 cm mächtig. Durch die überlagernde Schicht ist also eine geringe Bodenvertiefung ausgeglichen worden. Das heißt aber auch, daß die streifenförmigen Ceratiten-Pflaster in Rinnen, wie sie

bereits HÖLDER (1960: 133) vermutet hat, eingeschwennt worden sind.

Die Ceratiten-Pflaster sind zu 1,0 bis 1,5 m breiten und mindestens 5 m langen Streifen (MAYER 1961, Abb. 3) zusammengeschwennt und in etwa NNW-SSE-Richtung orientiert. Es handelt sich um strömungsparallele Streifen.

Die Einsteuerung der vereinzelt, flach liegenden Exemplare wurde eingemessen und die lineare Richtung vom Nabel über das Wohnkammerende in einer Richtungsrose dargestellt (siehe BRENNER 1978). Mündungsränder sind bei den flach liegenden Ceratiten nicht erhalten (HAGDORN & MUNDLOS 1988). Folglich wurde vernachlässigt, daß der Mündungsbereich des Steinkerns meist nicht mehr der Mündung der ehemaligen Schale entspricht. Die Abweichung ist wahrscheinlich gering, ähnlich den von SEILACHER et al. (1976) beschriebenen Wohnkammerkonkretionen von *Leioceras* aus dem Aalenium Süddeutschlands. Entgegen BRENNER (1978) konnte kein Unterschied zwischen links- und rechtsseitig eingebetteten Exemplaren beobachtet werden, deshalb haben wir beide Positionen zusammen ausgewertet. Die Orientierung der Ceratiten im Hinblick auf die Strömungsrichtung ist nicht besonders deutlich, eine schwache Quereinsteuerung ist aber vorhanden (Abb. 3).

2.2 Dachflächen-Pflaster von Bruchsal (Abb. 2, 3, 4)

Das Dachflächen-Pflaster von Bruchsal ist samt seiner Begleitfauna von MAYER (1979) veröffentlicht worden. Auf der etwa 4 qm großen Platte (Abb. 2) liegen in der Mitte drei kleine nord-süd-orientierte Ceratiten-Pflaster und am linken und rechten Rand jeweils weitere kleinere Anhäufungen. Dazwischen liegen verstreut Einzelexemplare.

Wie bei dem Sohlflächen-Pflaster ist die Artenzahl größer als bisher angenommen wurde. Nachgewiesen sind:

Ceratites (Opheoceratites) evolutus evolutus PHILIPPI

Ceratites (Opheoceratites) evolutus tenuis RIEDEL

Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor RIEDEL

Da der Erhaltungszustand teilweise schlecht ist, konnten nur wenige Exemplare genau bestimmt werden. Deshalb wird auf eine Auszählung der Individuen verzichtet.

Die 8–10 cm großen Ceratiten liegen auf einer 1,9 bis 2,5 cm, maximal 3,0 cm mächtigen Schillbank, und zwar meist flach auf der Flanke. Nur wenige Exemplare stehen steil bis senkrecht (Tab. 1). Meist ist die Wohnkammer zum großen Teil, aber durch Drucklösung angelöst, erhalten, und vom Phragmokon ist nur der letzte $1/2$ - bis $3/4$ -Umgang etwa bis zu den Siphonaldurchbrüchen verfüllt. Der Sedimentpegel nimmt in den einzelnen Kammern von der Wohnkammer treppenartig allmählich nach hinten ab (DÜRINGER 1982a: 73–74). Mitunter kommen einige Exemplare vor, bei denen der Phragmo-

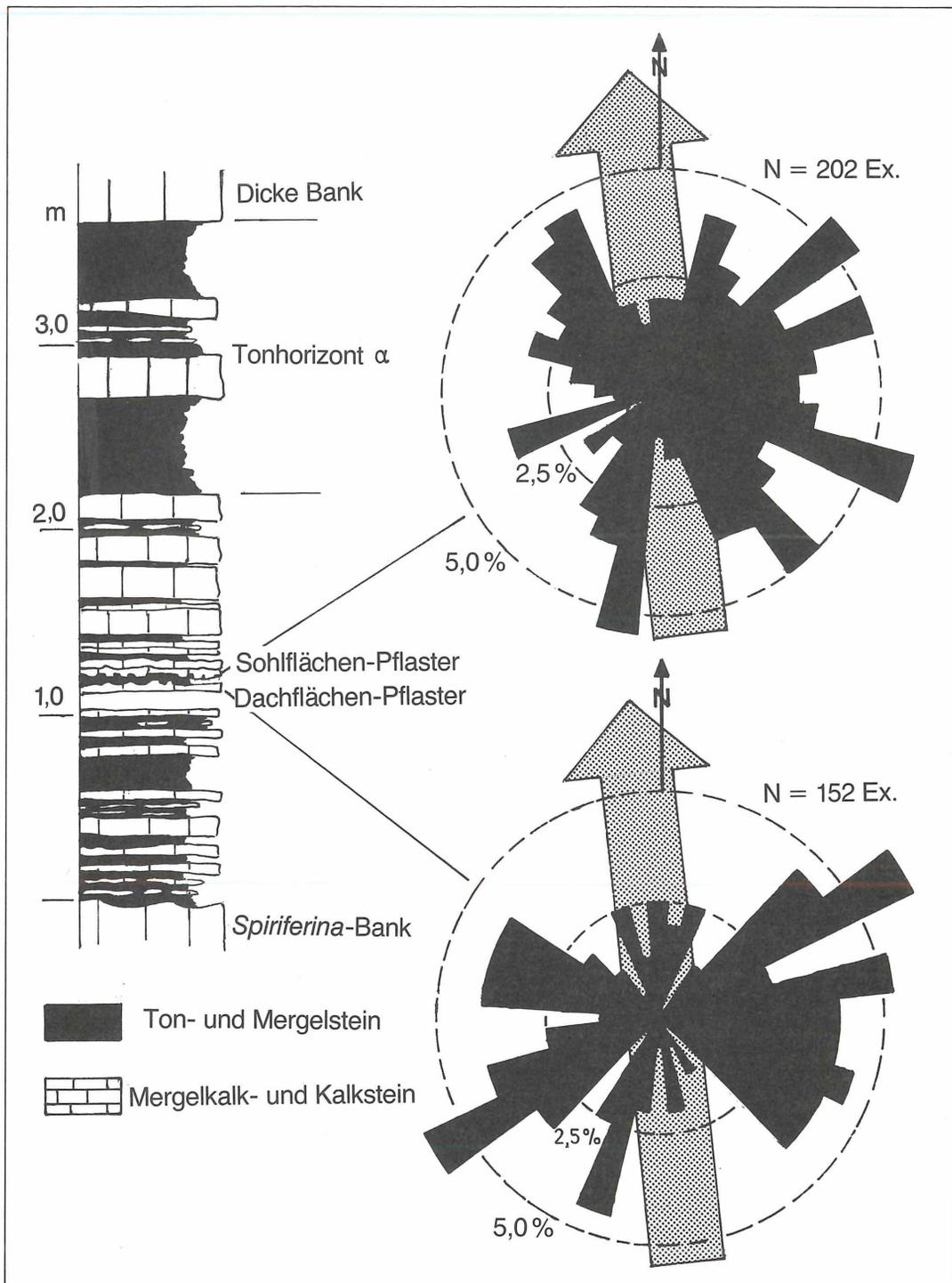


Abbildung 3. Richtungsrosen der Längsachsen von links- und rechtsseitig eingebetteten Ceratiten. Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. Oben: Sohlflächenpflaster, Unten: Dachflächenpflaster. Profil nach MAYER (1961). Schraffierter Pfeil: Strömungsrichtung.

kon vollständig, die Wohnkammer aber nur als Abdruck erhalten ist (MAYER 1979, Abb. 4). Etwa ein Viertel aller Exemplare zeigt Zerstörungen an der ventralen Phragmokonseite vor der Wohnkammer und teilweisen bis völligen Septenausfall (Tab. 1).

Die Einsteuerung der Ceratiten in den Pflastern und die der Einzelexemplare wurden eingemessen. Es konnte kaum ein Unterschied der Einsteuerung zwischen beiden nachgewiesen werden. In den Pflastern ist die Einsteuerung lediglich unregelmäßiger. Vermutlich sind die Einzelexemplare auf der rauhen Schillunterlage an der Längseinstuerung gehindert worden, und sie liegen, wie die in den Pflastern, quer eingesteuert (Abb. 3). Daneben ist noch ein kleines Maximum in Strömungsrichtung nach Norden vorhanden.

Erwähnenswert ist noch ein *Germanonautilus*-Steinkern in der Plattenmitte (Abb. 4). Er zeigt in bezug auf seine Einregelung gegenüber den Ceratiten einige Besonderheiten: In seiner unmittelbaren Nähe fehlen die Ceratiten. Das *Germanonautilus*-Gehäuse hat sich in der Strömung wohl eigenständig verhalten. Wir rekonstruieren deshalb seine Einbettungstaphonomie: Die Außen- und Innenbesiedelung der Wohnkammer mit dem Epoeken *Placunopsis* (LINCK 1956: 165) zeigt an, daß das Gehäuse den Meeresboden zuerst mit der Ventralseite der Wohnkammer, und zwar mit der Mündung

aufwärts gerichtet, erreicht hat. Das Gehäuse verblieb bei aussetzender oder geringer Sedimentation in dieser „Schaukelstuhl“-Stellung bis zum Heranwachsen der Placunopsiden auf 0,5 bis 1,5 cm Durchmesser, ein Zeitraum, der sicherlich über ein Jahr andauerte (WAGNER 1936). Bei verstärkt einsetzender Strömung wurde das Gehäuse dann auf die Mündung in stabile Lage gekippt und mit Sediment verfüllt. Die nach vorn stark verbreiterte Wohnkammer weist nun in Strömungsrichtung. Bei der Einbettung bildete sich rundum eine Kolkrinne von 1 bis 2 cm Tiefe, deren wahrscheinliche Hufeisenform aber nicht überliefert ist.

2.3 Dachflächen-Pflaster von Heckfeld

(Abb. 5–8, 12–13)

Im Winter 1979/80 wurde die Straße von Heckfeld nach Buch am Ahorn neu gebaut (Main-Tauber-Kreis, topogr. Karte 1:25 000 Nr. 6423 Ahorn, R 44 150, H 90 200). Während des Straßenbaus war von km 3,8 bis 3,9 die Schichtenfolge vom Tonhorizont beta 1 bis zur Cycloidesbank gamma (*spinusus*- bis *enodis/laevigatus*-Zone) aufgeschlossen. Im Bereich des Tonhorizonts beta 1 konnten wir flächig vom 20. 2. bis 26. 2. 1980 graben. In Handarbeit wurde auf einer Fläche von 9 x 15 m der Tonhorizont beta bis auf das Ceratiten-Pflaster abgegraben. Vorkommen der einzelnen Cerati-

Tabelle 1. Prozentuale Verteilung der Verfüllungsgrade und Einbettungslagen bei Ceratiten aus dem Oberen Muschelkalk.

Verfüllungsgrad	Wohnkammer vollständig, Phragmokon			Wohnkammer vollständig u. Phragmokon			Anzahl
	ohne Septenausfall	teilweise mit Septenausfall	vertikal bis steil schräg	einige Phragmokonkammern	flach auf Flanke	steil schräg	
Einbettungslage	flach auf Flanke	flach auf Flanke	vertikal bis steil schräg	flach	vertikal bis steil schräg	flach auf Flanke	
Neckarrems <i>P. (Progonoceratites)</i> u. <i>C. (Doloceratites)</i> Haßmersheimer Mergel 3	53,1 %		12,3 %	30,2 %	4,4 %		252
Sindelfingen-Darmsheim <i>C. (Acanthoceratites)</i> u. <i>C. (Opheoceratites)</i> <i>Spiriferina</i> -Bank	20,3 %	48,1 %		23,4 %	5,7 %	2,5 %	158
Bruchsal <i>C. (Acanthoceratites)</i> u. <i>C. (Opheoceratites)</i> 1,1 m unter Tonhorizont alpha, Dachfl.	15,6 %	23,0 %	3,0 %	54,5 %	–	3,9 %	231
Bruchsal <i>C. (Acanthoceratites)</i> u. <i>C. (Opheoceratites)</i> 1,0 m unter Tonhorizont alpha, Sohfl.	47,7 %	30,8 %	–	13,7 %	7,9 %		344
Neudenau <i>C. (Acanthoceratites)</i> u. <i>C. (Opheoceratites)</i> Basis Tonhorizont alpha	33,4 %	2,6 %	21,5 %	12,9 %	29,6 %		311
Heckfeld b. Tauberbischofsheim <i>C. (Acanthoceratites)</i> Tonhorizont beta 1	19,0 %	25,0 %	33,8 %	20,4 %	29,6 %	1,8 %	452

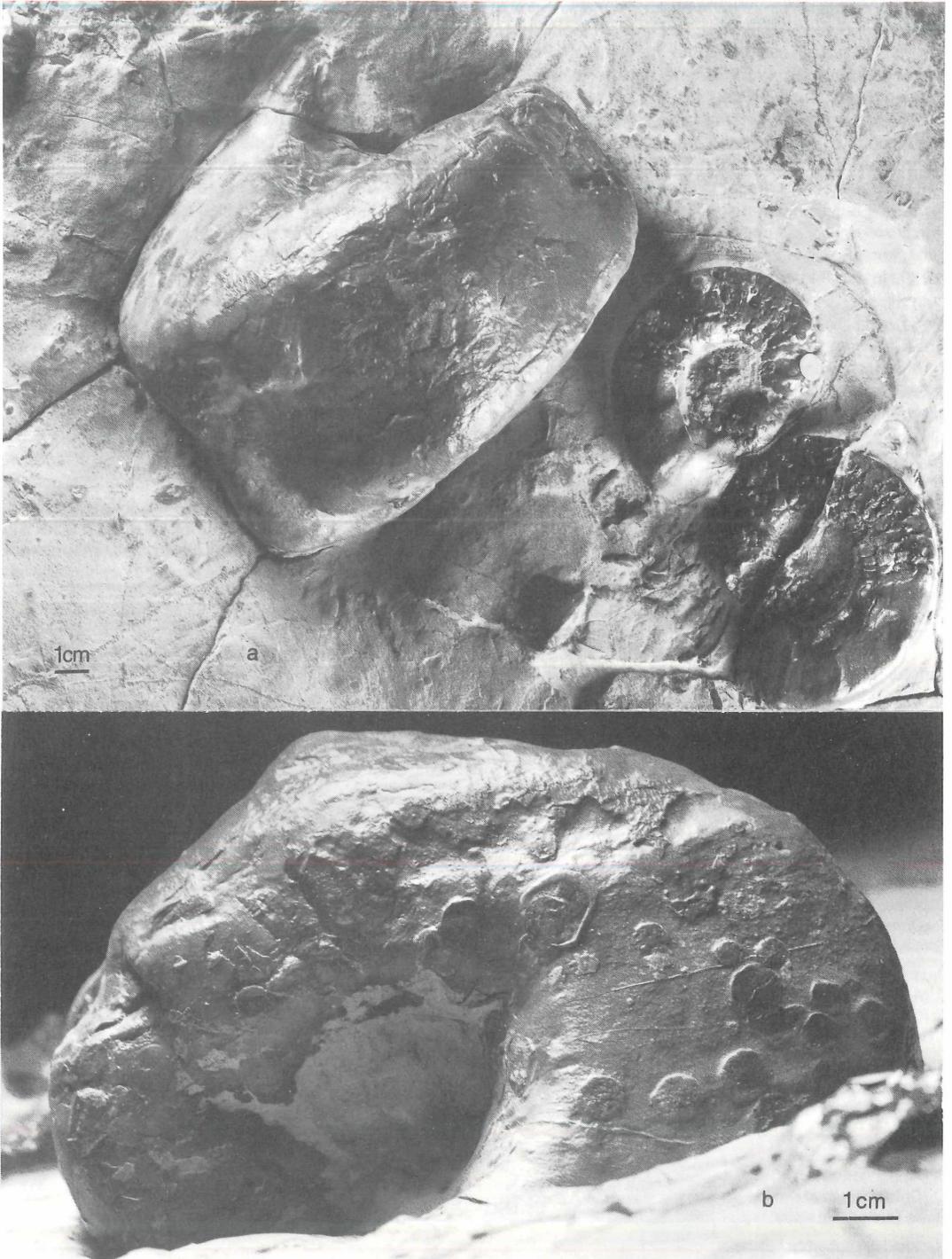


Abbildung 4. *Germanonautilus bidorsatus* (SCHLOTHEIM), auf die Mündung gekippt und mit Strömungskolk. Oberer Muschelkalk, *evolutus*-Zone (Unterladin); Eichelberg bei Bruchsal/Kreis Karlsruhe. LNK trm 60.

ten-Arten sind auf Abbildung 5 verzeichnet. Die Ceratiten-Anhäufungen und die Einzelexemplare an der Basis des Tonhorizonts beta 1 wurden kartiert (Abb. 6). Die isolierten Einzelexemplare liegen meist flach auf der Flanke und nur selten steil (Abb. 7). An den Rändern der Ceratiten-Pflaster liegen sie ebenfalls flach, während sie in den Zentren der Pflaster häufig steil schräg bis senkrecht, und zwar mit der Wohnkammer nach unten, eingebettet sind (Abb. 8). Diese Exemplare weisen Lobenlibellen (SEILACHER 1966) auf und sind deshalb primär senkrecht eingebettet (Abb. 13). Der Erhaltungszustand der horizontal eingebetteten Exemplare ist schlecht, da meist nur die Wohnkammer vollständig, aber oft angelöst und der Phragmokon häufig nur etwas über die Siphonaldurchbrüche hinweg verfüllt ist. Die Füllhöhe nimmt in den einzelnen Phragmokon-Kammern von der Wohnkammer an treppenartig nach hinten ab (DURINGER 1982a: 73). Ein Viertel aller gefundenen Ceratiten (Tab. 1) zeigt Kappung (SEILACHER 1963) und hiervon ein großer Teil auch Septenausfall (MÜLLER 1978) (Abb. 12). Berücksichtigt man, daß bei den senkrecht eingebetteten Ceratiten Kappung und Septenausfall in den meisten Fällen wegen fehlender Füllung nicht nachweisbar sind, und bezieht man den Prozentsatz an gekappten Exemplaren nur auf die flach eingebetteten, dann weisen 44,3% Kappung auf. Die Ceratiten aus dem Tonhorizont beta 1 von Heckfeld haben Füllstrukturen, die der heutigen Fundlage entsprechen. Auch die Feinschichtungsblätter, die auf 30 Sagittalschnitten gefunden wurden, zeigen jeweils die Lage an, in der sie heute gelegen hatten. Lediglich ein einziges Exemplar unter Hunderten konnte entdeckt werden, das Lobenlibellen hat, also senkrecht verfüllt wurde, aber horizontal eingebettet ist. Sekundäre Umlagerung von verfüllten Gehäusen oder Steinkernen ist also hier nur ganz selten vorhanden. Die Einzelexemplare liegen meist im Mergel oder selten auf einem Schill, der aus *Entolium discites* und untergeordnet aus *Hoernesia socialis* besteht. Unter den Pflaster befindet sich immer eine Schill-Lage, die ebenfalls aus diesen Muscheln aufgebaut ist. Sie keilt am Rand der Pflaster jeweils aus. In den Zwickeln zwischen den Ceratiten und in den nach oben gerichteten Wohnkammern findet sich häufig Hochkantschill. Relativ selten konnte *Germanonautilus tridorsatus* und *G. bidorsatus* gefunden werden, und zwar meist isoliert außerhalb der Pflaster (Abb. 6). Fast alle Exemplare sind senkrecht bis schräg auf die Mündung eingekippt (Tab. 2), ihre Wohnkammern sind nur zum Teil mit Sediment gefüllt, so daß an den fossilen Wasserwaagen nachträglich die Einbettungslage rekonstruierbar ist. Die Ceratiten-Pflaster und die Einzelexemplare sind in südwest-nordöstlicher Richtung verlaufenden 0,1 bis 1,5 m breiten Streifen angeordnet. Sie verlaufen strömungsparallel. Ob die Ceratiten in Rinnen einge-

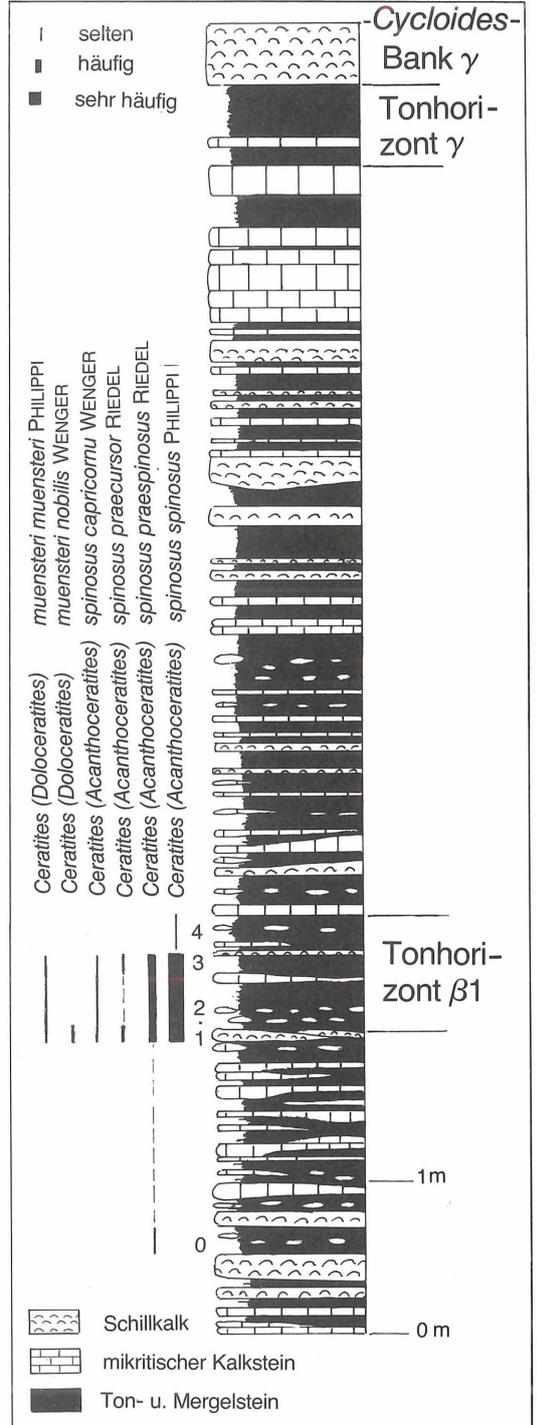


Abbildung 5. Profil und Verbreitung der Ceratiten. Oberer Muschelkalk, *spinosus*- bis *enodis/laevigatus*-Zone (Unterladin); Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis.

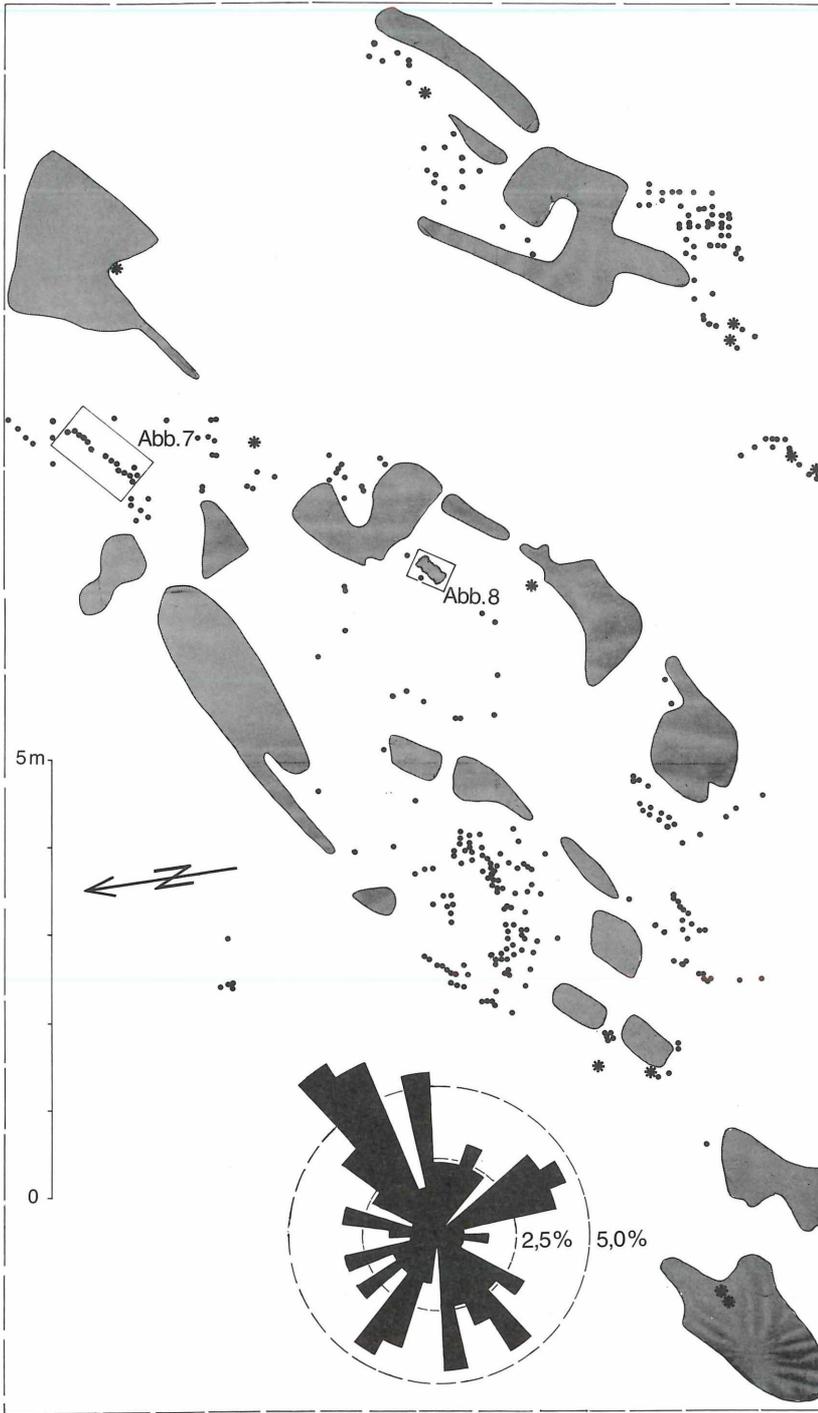


Abbildung 6. Lageplan des Ceratiten-Pflasters und Richtungsrose von links- und rechtsseitig flach eingebetteten Ceratiten. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, spinosus-Zone; Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis.

• *Ceratites*, Einzelexemplar ■ Anhäufung von *Ceratites*
 * *Germanonautilus*, Einzelexemplar

Tabelle 2. Verteilung der Verfüllungsgrade und Einbettungslagen bei *Germanonautilus* aus dem Oberen Muschelkalk.

Verfüllungsgrad Einbettungslage	Wohnkammer und Phragmokon		Wohnkammer, Siphon u. z. T. die letzten Kammern	
	flach auf Flanke	vertikal bis steil schräg auf Mündung eingekippt	flach auf Flanke	vertikal auf Wohnkammer stehend
Neckarrems/Nordwürttemberg <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Haßmersheimer Mergel 3	18	–	7	41
Schöningen/Elm <i>G. bidorsatus</i> pulcher/robustus-Zone	5	–	1	7
Sindelfingen-Darmsheim <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Dachfläche Spiriterina-Bank	2	4	–	–
Bruchsal/Nordbaden <i>G. tridorsatus</i> 1,1 m unter Tonhorizont alpha, Dachfläche	–	1	–	–
Bruchsal/Nordbaden <i>G. bidorsatus</i> 1,0 m unter Tonhorizont alpha, Sohlfäche	4	–	–	–
Heckfeld b. Tauberbischofsheim <i>G. bidorsatus</i> u. <i>G. tridorsatus</i> Tonhorizont beta 1	8	9	–	2
Neudenuau/Nordwürttemberg <i>G. suevicus</i> bis 2,0 m über <i>Cycloides</i> -Bank	11	–	5	–

schwemmt worden sind oder auf kleinen Schillbänken liege geblieben sind, konnte im Gelände nicht entschieden werden. Vermutlich trifft letzteres zu, da die spinosen Ceratiten mit ihren Dornen eher auf rauhem Schilluntergrund als auf ehemals weichem Mergel hänge geblieben sind.

Die Einsteuerung der flach liegenden Ceratiten in den Pflastern ist relativ gut. Ein deutliches Maximum weist in

Strömungsrichtung nach Ostostwest. Daneben sind senkrecht dazu zwei kleinere Quermaxima vorhanden (Abb. 6). Senkrecht eingebettete Ceratiten sind in den Pflastern regellos nach allen Richtungen eingebettet. Einzelexemplare außerhalb der Pflaster konnten im Gelände nicht eingemessen werden, da sie zu stark verschmutzt und verkrustet waren. Sie lagen zum Teil kettenförmig in Strömungsrichtung angelagert, und zwar

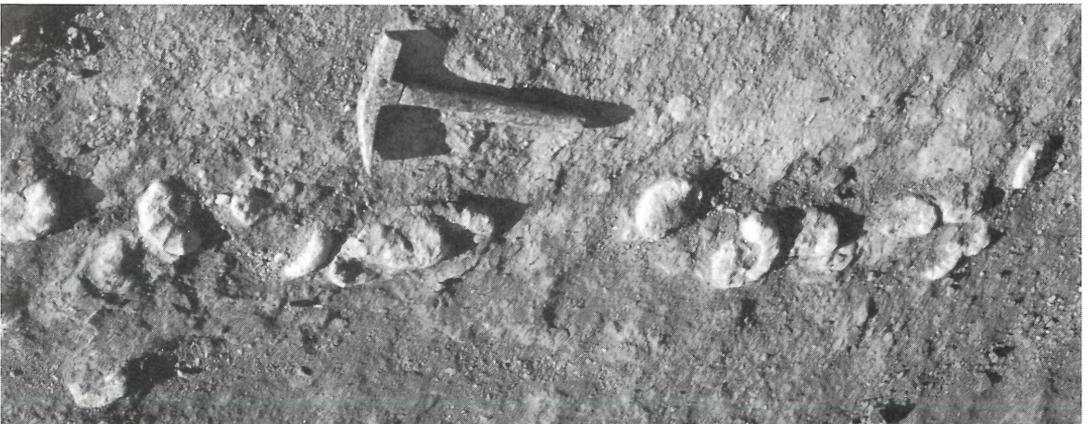


Abbildung 7. Kettenförmige Anlagerung von teils flach und teils steil liegenden *Ceratites* (*Acanthoceratites*) *spinus* subsp. ind. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinus*-Zone, Heckfeld bei Tauberbischofsheim.

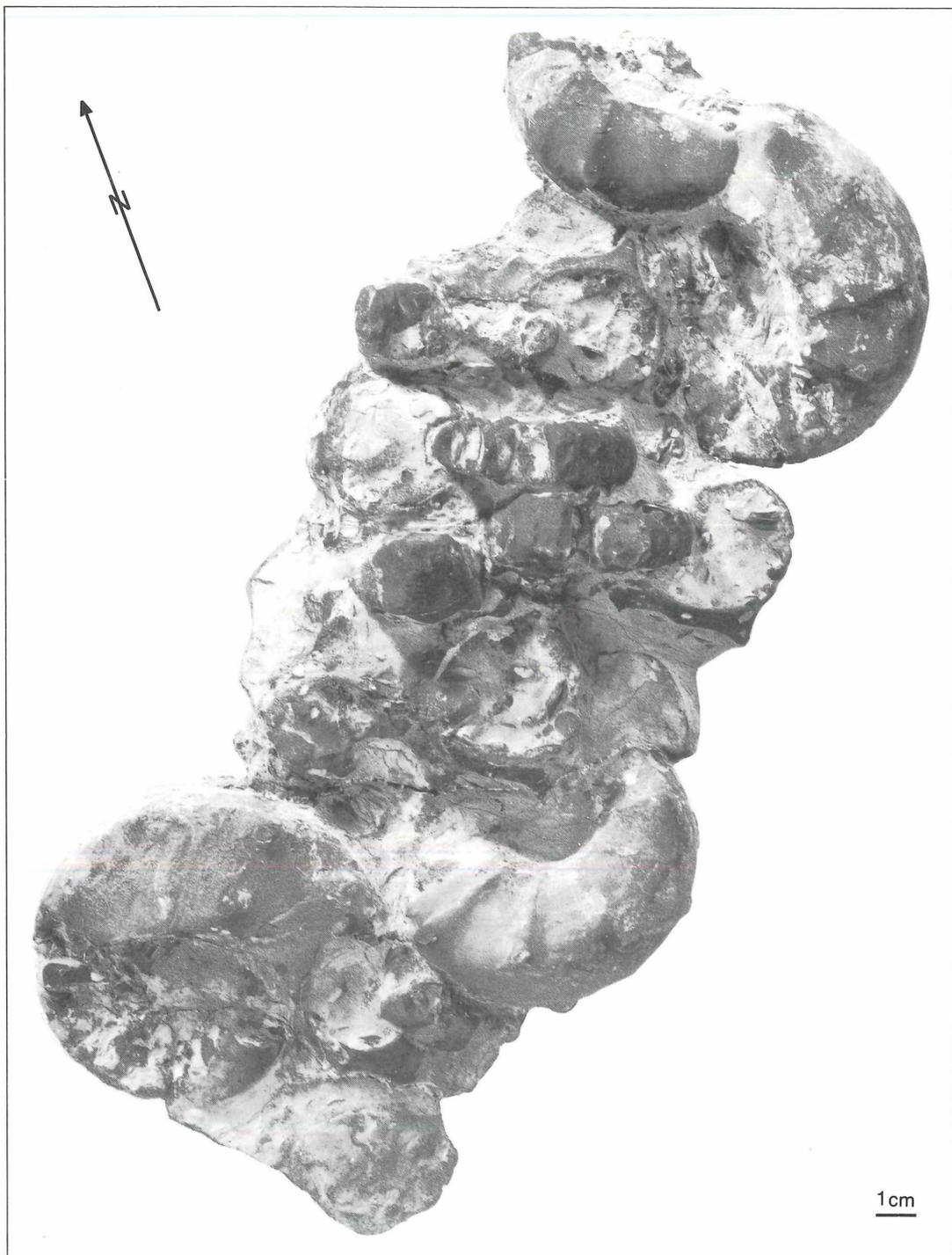


Abbildung 8. Kleines Ceratiten-Pflaster. Am Rand sind die Ceratiten flach und in der Mitte senkrecht eingebettet. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone; Heckfeld bei Tauberbischofsheim/Main-Tauber-Kreis. SMNS Nr. 25255/3.

meist flach, selten steil, wie es FUTTERER (1978: Abb. 3 links) vom rezenten *Nautilus* beschreibt: Vor einem Exemplar, das hängenblieb, sind im Luv weitere angelagert (Abb. 7). Die steil stehenden Ceratiten sind vermutlich im Luv unterspült worden und in Luvkolke zurückgekippt.

2.4 Dachflächen-Pflaster von Sindelfingen-Darmsheim (Abb. 9–11)

Im Steinbruch der Firma A. SCHÄFER in Sindelfingen-Darmsheim (topogr. Karte 1:25 000 Nr. 7319 Aidlingen, R 95 900, H 95 800) war im Sommer 1987 die *Spiriferina*-Bank auf einer Fläche von 20 x 40 m flächig aufgeschlossen. Die Oberfläche wird von SSW-NNE-verlaufenden Oszillationsrippeln gebildet (Abb. 9a). Ihr Kammabstand beträgt 0,7–1,5 m; sie sind bis zu 6 cm tief. Durch Kratzspuren von Radladern ist die Oberfläche der *Spiriferina*-Bank stark beschädigt. In den Tälern der Oszillationsrippeln liegen zahlreiche Ceratiten, vor allem Einzel Exemplare und zusammengeschwemmt kleine Pflaster bis zu 1 x 1 m Ausdehnung. Die Ceratiten liegen auf dem Schill der *Spiriferina*-Bank in einem Mikrit, der mit der unterlagernden Bank fest verbacken ist. Deshalb konnte von den vielen Exemplaren nur ein kleiner Teil geborgen und bestimmt werden:

3 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus evolutus* PHILIPPI

6 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus subspinosus* STOLLEY

39 *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus bispinatus* WENGER
4 *Ceratites* (*Acanthoceratites*) *spinosus praecursor* RIEDEL

Als einziges weiteres Faunenelement wurde *Germanonautilus bidorsatus* gefunden, und zwar einige bruchstückhaft erhaltene Exemplare schräg auf die Mündung eingekippt und zwei auf der Flanke liegend (Tab. 2).

Die meisten 8–11 cm großen Ceratiten liegen flach auf der Flanke (Tab. 1). Ihre Wohnkammer ist meist nur bis zur Medianebene, selten etwas darüber hinaus verfüllt. In der Wohnkammer eines flach liegenden *C. (O.) evolutus bispinatus* konnten schwarze Reste des Kieferapparates gefunden werden. Die Phragmokone sind mindestens $\frac{1}{2}$ bis mehrere Windungen einseitig verfüllt. Die Füllung reicht meist nur bis zu den Siphonaldurchbrüchen oder etwas darüber, und sie nimmt von der Wohnkammer an treppenartig oder unregelmäßig nach hinten ab. Bei einigen Exemplaren ist der Phragmokon deutlich bis über die Siphonaldurchbrüche verfüllt; dann ist die zickzack-förmige Sinuslinie (SEILACHER 1976) ausgebildet. Kappung und Septenausfall ist bei knapp der Hälfte der Exemplare festgestellt worden (Tab. 1). Selten treten daneben senkrecht und waagrecht eingebettete Bruchstücke von Wohnkammern auf. Sie sind in den Pflastern etwas häufiger als unter den Einzel Exemplaren vorhanden. Die Ceratiten auf der *Spiriferina*-Bank von Sindelfingen-Darmsheim haben also Füllstrukturen, die primär flache Einbettungslage anzeigen,

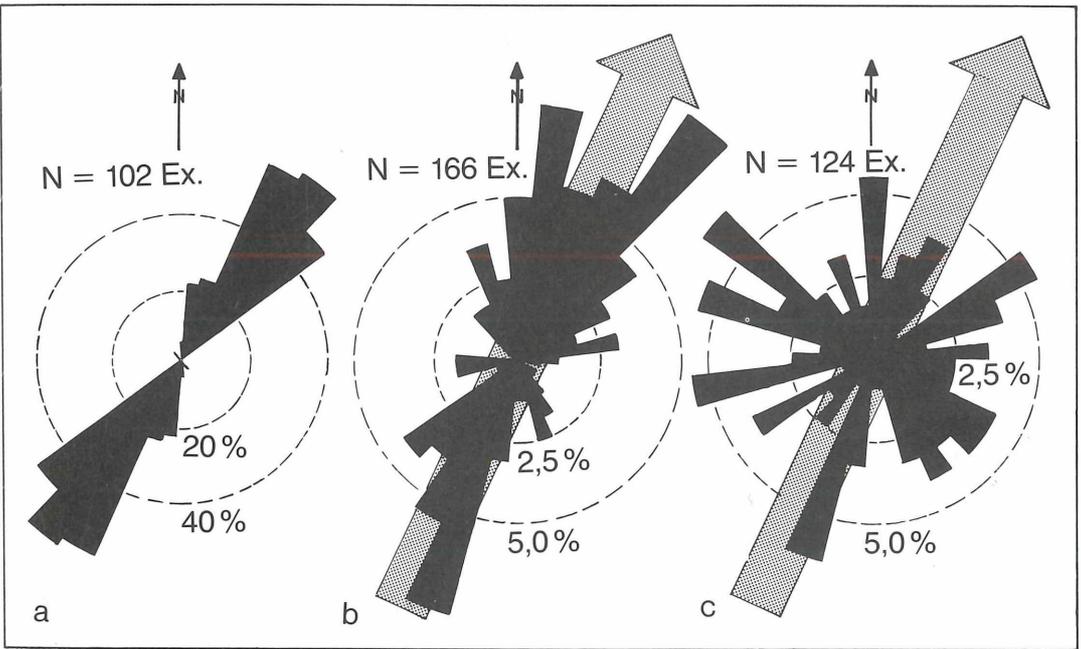


Abbildung 9. Richtungsrosen von Oszillationsrippeln (Abb. 9a) sowie von links- und rechtsseitig eingebetteten Ceratiten. Einzel Exemplare sind in der Strömungsrichtung gut längs (Abb. 9b) und die aus den Pflastern (Abb. 9c) schlechter, vor allem quer, eingesteuert. Oberer Muschelkalk, Dachfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Unterladin): Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/ Kreis Böblingen. Pfeil: Strömungsrichtung.

so wie sie jetzt gefunden werden. Sekundäre Umlagerung von verfüllten Gehäusen ist hier nicht vorhanden. Die Einsteuerungsrichtung der einzeln liegenden und der in Pflastern zusammengeschwemmten Exemplare wurden getrennt voneinander vermessen. Die Einzelexemplare zeigen gute Einsteuerung in nordöstlicher Richtung mit einem kleineren Gegenmaximum in südwestlicher Richtung (Abb. 9b). Auch das Exemplar mit den Kieferresten war mit der Mündung nach Nordosten orientiert. Eventuelle Reste von Weichteilen hatten deshalb keinen Einfluß auf die Einsteuerung. Die Exemplare aus den Pflastern sind dagegen schlecht eingesteuert: in Strömungsrichtung liegen nur wenige, die meisten quer dazu (Abb. 9c).

Daß die Strömung von SW nach NE verlaufen ist, konnte an Hufeisenkolken (FUTTERER 1978) an Einzelexemplaren und um kleinere Ceratiten-Anhäufungen nachgewiesen werden. Im Luv, nach Südwesten, sind die Kolke steil und tief; teilweise sind die Ceratiten hier etwas unterspült. Die Kolke setzen sich in Strömungsrichtung um die Ceratiten hufeisenförmig nach Lee fort. Am Wohnkammerende enden sie jeweils in einen runden etwas tieferen Kolk, und auf der anderen Seite laufen sie allmählich aus. Dazwischen befinden sich an der Lee-Seite ein oder zwei in Strömungsrichtung nach Nordosten verlaufende Spülsäume, die einen scharfen Grat aufweisen (Abb. 10).

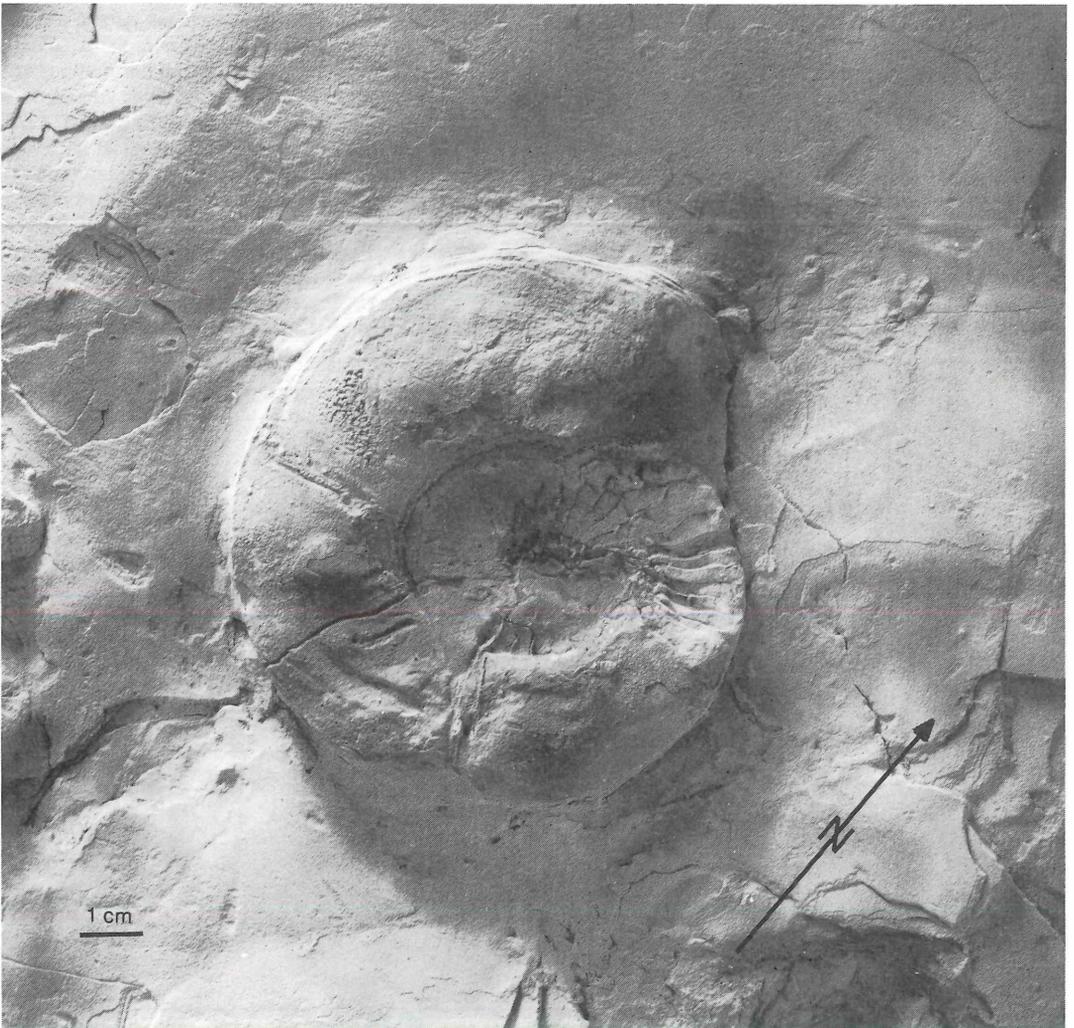


Abbildung 10. *Ceratites* (*Opheoceratites*) *evolutus* subsp. indet mit Hufeisenkolk in Luv und Spülsäumen in Lee. Oberer Muschelkalk, Dachfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Untertalain): Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 25253.

2.5 Vergleich mit Faunen aus Tonhorizonten

Ceratiten-Pflaster sind auf Schillbänken, wie die Dachflächen-Pflaster in Bruchsal, Heckfeld, Sindelfingen und am Top von dünneren Mergelhorizonten, wie das Sohlflächen-Pflaster in Bruchsal, gefunden worden. Dagegen sind Pflaster innerhalb von mächtigen Tonhorizonten unbekannt. Quantitative Vergleichs-Aufsammlungen liegen aus den Haßmersheimer Mergeln von Neckarrems (URLICHS & MUNDLOS 1980) und aus dem Tonhorizont alpha von Neudenuau vor (Tab. 1). Auch hier sind lokale Anreicherungen von Ceratiten-Steinkernen beobachtet worden: Wenige Meter sind frei von Ceratiten und dann folgen lose nebeneinander liegende Exemplare. Sie haben jedoch meist so weiten Abstand voneinander, daß sie sich nicht berühren. Ein Viertel bis die Hälfte von ihnen sind steil bis senkrecht eingebettet (Hochkantstellung, SEILACHER 1967: 97). Die meisten senkrecht stehenden Exemplare zeigen Lobenlibellen, oder der größte Teil des Phragmokons ist nicht verfüllt; fossile Wasserwaagen sind ausgebildet. Sie sind demnach in der ursprünglichen Einbettungslage überliefert. Einige Exemplare sind dagegen ursprünglich in flacher Lage verfüllt und danach aufgerichtet worden (Abb. 14–15), ähnlich wie es SEILACHER (1971, Abb. 2) beschrieben und abgebildet hat. Vermutlich sind diese Exemplare unterspült worden und dann in Luvkolke zu-

rückgekippt (FUTTERER 1978: 111). Außerdem sind unter den flach eingebetteten Exemplaren solche, die in senkrechter Stellung verfüllt worden sind, wie an den Feinschichtungsblättern in den Phragmokonkammern zu erkennen ist. Diesen Fall hat DURINGER (1982a, b) ebenfalls beobachtet. Demnach ist Umlagerung in Tonhorizonten vorhanden.

Bezeichnenderweise fehlen in den Tonhorizonten wie in den Haßmersheimer Mergeln von Neckarrems, in denen Umlagerung nachgewiesen ist, die gekappten Ceratiten, oder sie sind, wie im Tonhorizont alpha von Neudenuau, selten (Tab. 1); wohl deshalb, weil die Ceratiten-Gehäuse auf Lockersedimenten etwas einsanken und im sich setzenden Schlick festklebten, was dann den Rolltransport unterband. In den Ceratiten-Pflastern, denen Rolltransport vorausging, treten Kappung und Septenausfall dagegen sehr häufig auf (Tab. 1). Die Entstehung der Kappung muß also mit der Bildung der Ceratiten-Pflaster zusammenhängen, wie bereits SEILACHER (1963, 1966, 1971) hervorgehoben hat.

Anders hat sich *Germanonautilus* bei der Einbettung verhalten, denn er wird in den Tonhorizonten nicht in unmittelbarer Nähe von den Ceratiten gefunden. In den Tonhorizonten ist er meist in „Schwimmstellung“ auf der breiten Ventralseite mit der Mündung nach oben gerichtet eingebettet (Tab. 2: Neckarrems und Schönin-

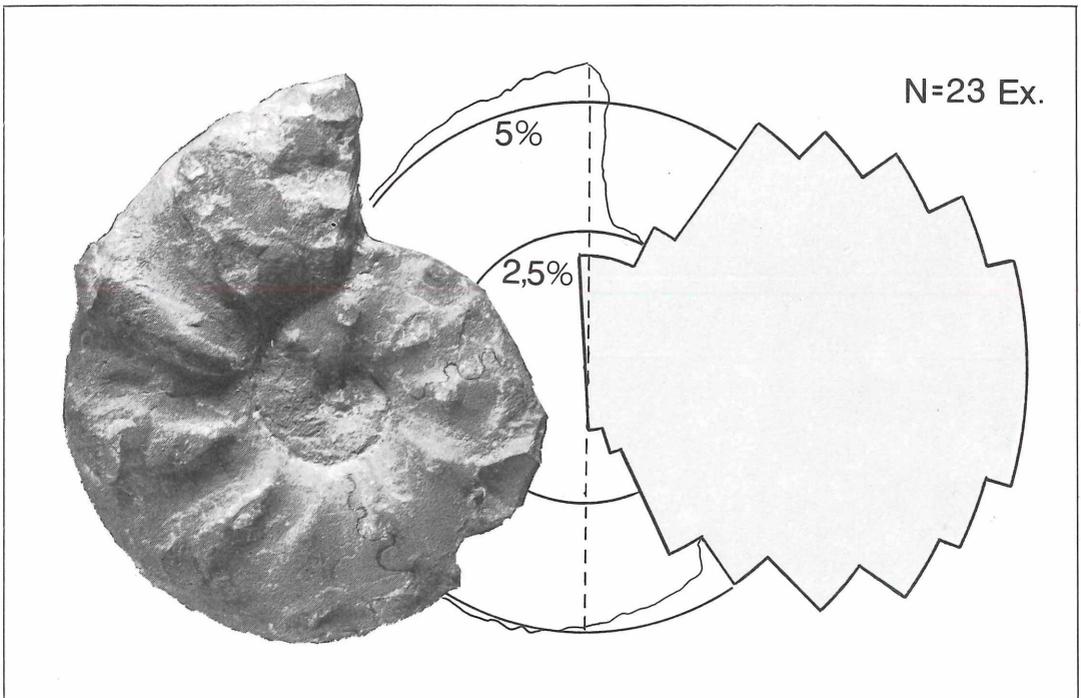


Abbildung 11. *Ceratites (Opheoceratites) evolutus bispinatus* WENGER mit Septenausfall (zwischen markierten Lobenlinien) und Bruchrand (links) sowie Richtungsrose des Septenausfalls (rechts). Oberer Muschelkalk, Oberfläche der *Spiriferina*-Bank, *evolutus*-Zone (Unterladin): Steinbruch A. Schäfer, Sindelfingen-Darmsheim/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 24254.

gen). In diesem Fall sind fast immer nur die Wohnkammer, die letzten Phragmokonkammern und der Siphon überliefert (MUNDLOS & URLICHS 1984: 4, Taf. 1, Fig. 3). Auch zwischen den Ceratiten-Pflastern auf Festgründen liegen die *Germanonautilus*-Exemplare meist einzeln außerhalb der Ceratiten-Anhäufungen (Abb. 6). Sie haben sich also auch in diesem Fall eigenständig verhalten: 50–60 % sind in stabiler Lage auf die Mündung gekippt (Tab. 2: Heckfeld und Sindelfingen).

2.6 Kappung und Septenausfall

Wie bereits erwähnt, soll ein großer Teil der Ceratiten-Gehäuse in den Pflastern zuerst senkrecht eingebettet und dann in flache Lage umgelagert worden sein (SEILACHER 1963). Wie SEILACHER (1966: 482) jedoch feststellt, fehlen den umgelagerten, flach liegenden Ceratiten des Bruchsaler Sohlflächen-Pflasters die Lobenlibellen, die ein sicherer Anzeiger für primär senkrechte Einbettung wären. Senkrecht zur Schicht geführte Schnitte durch dieses Pflaster (SEILACHER 1966, Taf. 43, Fig. 2) zeigen, daß die Ceratiten in flacher Seitenlage verfüllt sind. SEILACHER (1966: 482) vermutet deshalb: „Die Sedimentfüllung war also entweder bei der Umlagerung noch weich genug, um sich auf die Flachlage einzustellen, oder sie ist endgültig erst in dieser Lage in das Gehäuse eingedrungen.“ Wie bei umgelagerten Exemplaren zu

erkennen ist, sind bei ehemals senkrecht eingebetteten Ceratiten nach der Umlagerung weder die Lobenlibellen und die Füllstruktur verschwunden (SEILACHER 1966, Taf. 43, Fig. 2, Taf. 44, 1967: 97; DURINGER 1982a: 76), noch ist die Füllung von primär flach verfüllt und dann steil gestellten Exemplaren nachgerutscht (Abb. 4). Demnach wurde die ursprüngliche Orientierung der Füllstrukturen nach der Umlagerung beibehalten. Auch die Ceratiten der Dachflächen-Pflaster von Bruchsal, Heckfeld und Sindelfingen-Darmsheim zeigen bis auf eine Ausnahme Verfüllung in der Lage an, in der sie heute gefunden werden. Auch an 25 Sagittalschnitten von flach eingebetteten Einzelexemplaren von Heckfeld konnte nur Verfüllung in flacher Lage und an 5 senkrecht eingebetteten nur Verfüllung in senkrechter Stellung erkannt werden.

Als weiteres Anzeichen für Umlagerung in den Ceratiten-Pflastern hat SEILACHER (1963: 597) Kappung angeführt: „Gegenüber der Wohnkammer erscheint die Externseite tangential abgeschnitten, so als wenn das Gehäuse in seiner ursprünglichen Schwimmstellung gekappt worden wäre.“ Nach unseren Beobachtungen liegt die Kappung nicht genau gegenüber der Wohnkammer, sondern mehr zum Ende der Wohnkammer hin, und zwar ist die ventrale Seite des Phragmokons parallel zur Linie Nabel – erhaltenes Wohnkammerende

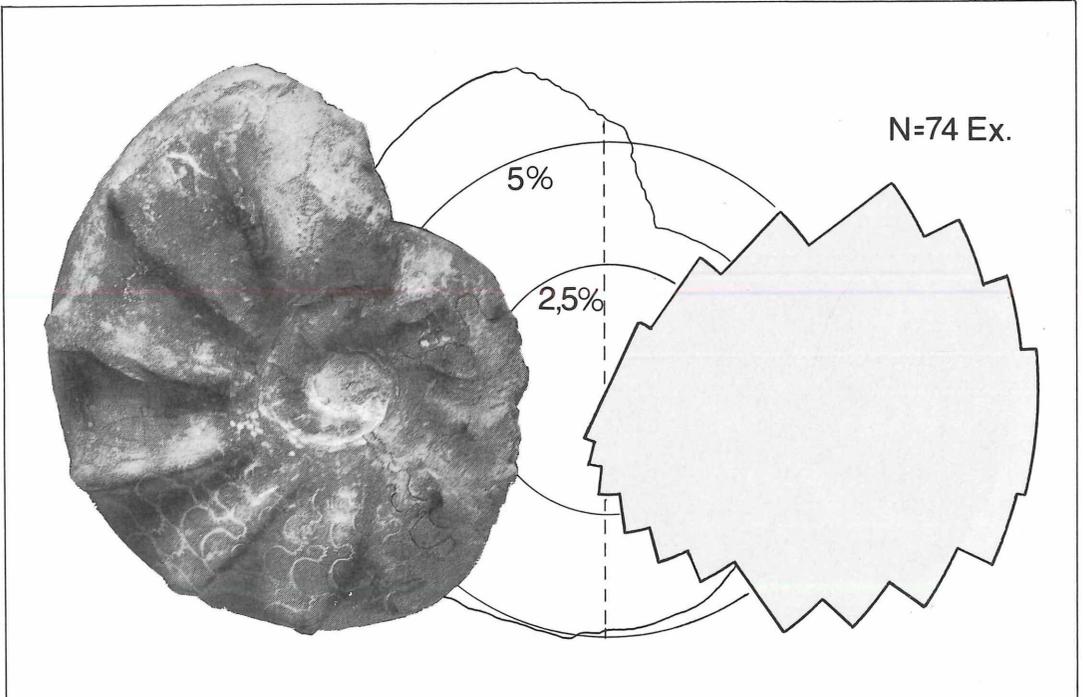


Abbildung 12. *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus spinosus* PHILIPPI mit Septenausfall (zwischen markierten Lobenlinien) und un deutlichem Bruchrand (links) sowie Richtungsrose des Septenausfalls (rechts). Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone (Unterladin): Straßenbau Heckfeld nach Buch am Ahorn/Main-Tauber-Kreis. SMNS 24255/2.

tangential zerstört, unabhängig davon, ob die nahezu vollständige Wohnkammer von $1/2$ -Umgang oder nur noch ein Stumpf vorhanden ist (Abb. 11–12).

An gut erhaltenen Exemplaren aus Schillkalken ist der Rand an der Kappungsstelle scharf. Es handelt sich also um einen Bruchrand. Er ist bei Exemplaren mit nahezu bis vollständig erhaltener Wohnkammer kurz und beginnt knapp davor. Bei Exemplaren mit nur unvollständig erhaltener Wohnkammer ist er aber lang und stumpfwinkelig abgeknickt: In diesem offenen Sektor fehlen die Septen häufig teilweise oder völlig. Dieser Teil ist mit gröberem Sediment als die Kammern des Phragmokons verfüllt; er enthält oft groben Schill oder Intraklasten: Der Septenausfall in den aufgeschlagenen Bereichen des Phragmokons fand gleichfalls durch Bruch oder auch durch Anlösung durch das eingedrungene Meerwasser statt. Im Unterschied zum Gehäuserohr, das äußerlich durch das Periostrakum geschützt war, wurde der Aragonit der Perlmutschicht der Septen leicht angegriffen; sie wurden verdünnt und schließlich ausgelöscht – im Gegensatz zu MÜLLER (1978), der den Septenausfall als Wachstumsanomalie deutet. Wie die

Wohnkammer ist dieser Bereich bei den Exemplaren von Heckfeld und Bruchsal völlig verfüllt, während der übrige Phragmokon oft nur etwas über die Septaldurchbrüche verfüllt ist. Das bedeutet, daß der Sektor mit Septenausfall zur Ventralseite hin offen war und als Füllstück im Durchzug wie die Wohnkammer verfüllt werden konnte (HAGDORN & MUNDLOS 1988). Die Lage der Kappung vor der Mündung und häufig bruchstückhafte Erhaltung der Wohnkammer sprechen gegen senkrechte Einbettung in Schwimmstellung und spätere Umlagerung. Auch die Füllstrukturen weisen auf keine Umlagerung hin, da bei den gekappten, flach liegenden Ceratiten in den Phragmokonkammern immer nur Feinschichtung gefunden wurde, die auf flache Lagerung schließen läßt. Da diese Erhaltungsart vor allem in Ceratiten-Pflastern auftritt, muß Kappung und Septenausfall mit der Bildung der Pflaster zusammenhängen. Deshalb wird eine neue Hypothese für die Entstehung der Kappung und des Septenausfalls aufgestellt.

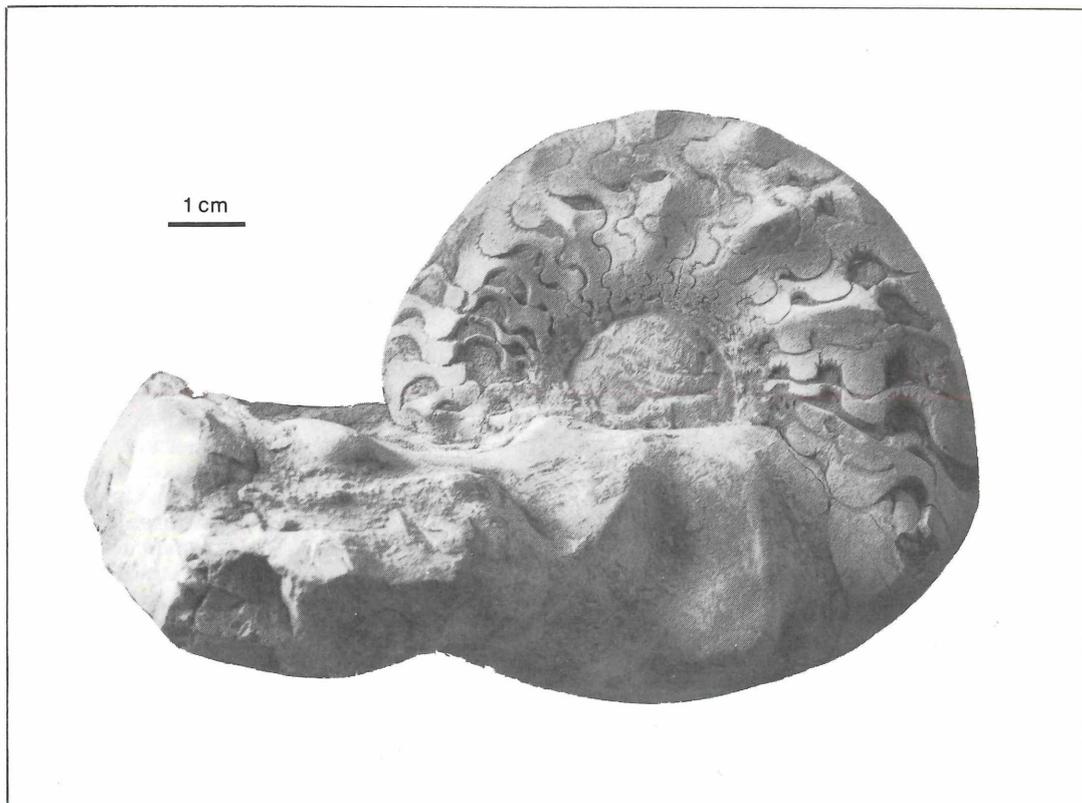


Abbildung 13. Primär senkrecht eingebetteter *Ceratites* (*Acanthoceratites*) *spinosus spinosus* PHILIPPI mit Lobenlibellen. Oberer Muschelkalk, Tonhorizont beta 1, *spinosus*-Zone (Unterladin); Straßenbau Heckfeld – Buch am Ahorn/Main-Tauber-Kreis. SMNS Nr. 25255/1.

3. Entstehung der Ceratiten-Pflaster

Nach der bisherigen Kenntnis und dem vorliegenden Befund läßt sich folgendes taphonomische Geschehen ableiten: Bereits nach dem Absterben und dem Verlust der Weichteile aus der Wohnkammer können Gehäuse

beim Driften von schalenlösenden Kleinorganismen befallen werden (HAGDORN & MUNDLOS 1983, Abb. 13). Das Gefüge der Prismenschicht lockert sich und wird zerbrechlich. Mit fortschreitender Wasserfüllung sanken die Ceratiten allmählich auf den Meeresboden mit der Wohnkammer nach unten ab (SEILACHER 1967, 1971:

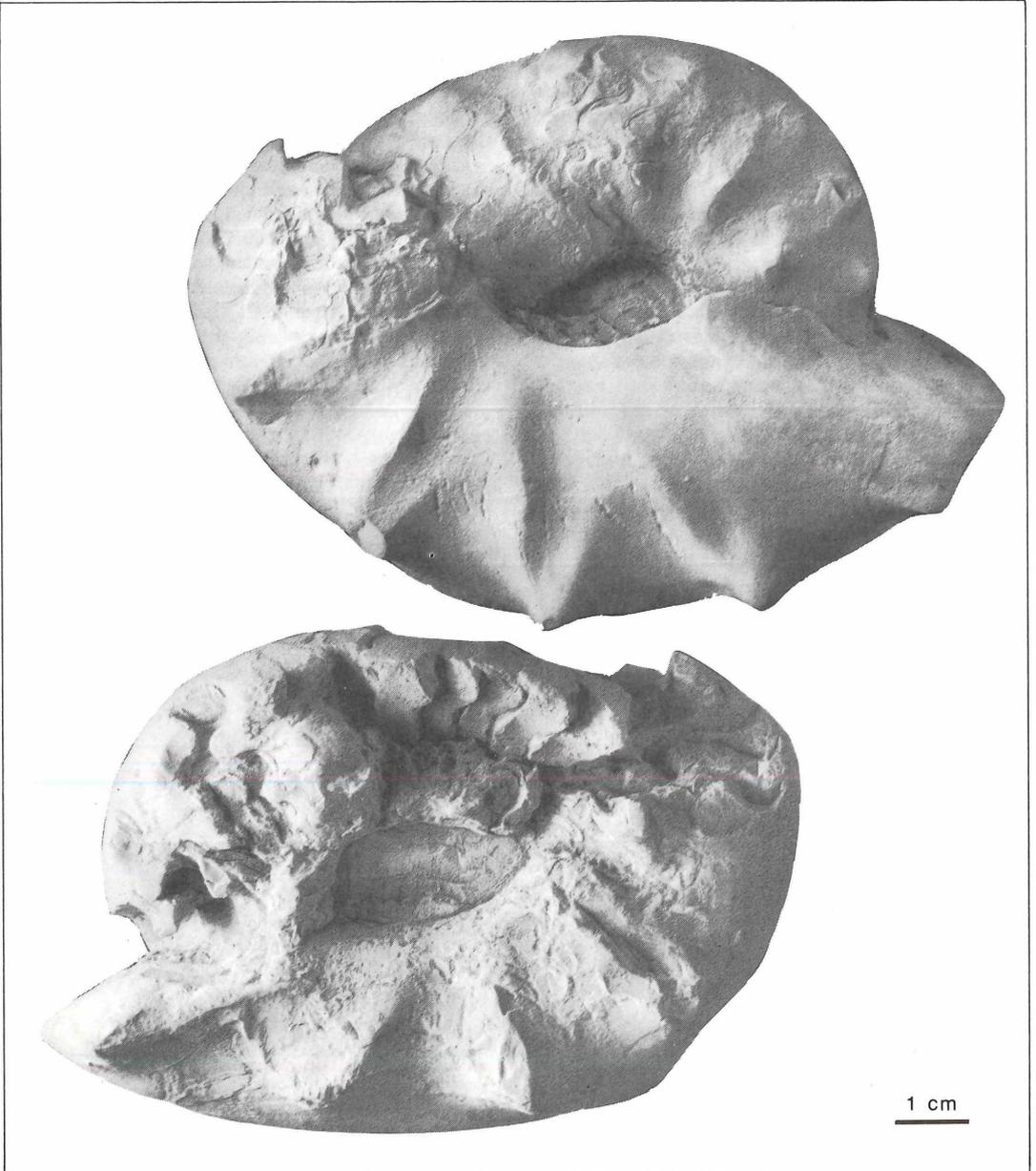


Abbildung 14. Primär flach, teilweise verfüllter, dann steil schräg aufgerichteter und deformierter *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus spinosus* PHILIPPI. Oberer Muschelkalk, *spinosus*-Zone (Unterladin); Weissach/Kreis Böblingen. SMNS Nr. 17993/72. a–b: Lateralansichten.

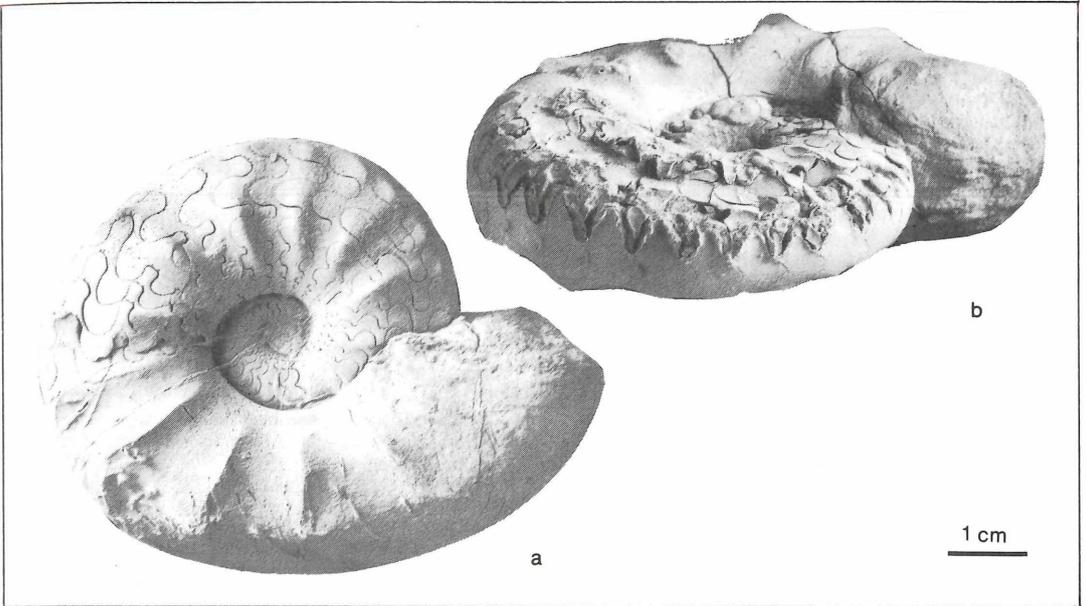


Abbildung 15. Primär flach, großenteils verfüllter *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus praecursor* RIEDEL mit Sinuslinie, später teils gestellt und deformiert. Oberer Muschelkalk, ?*evolutus*-Zone (Unterladin). Neudenuau/Kreis Heilbronn. SMNS Nr. 25256.

18, Nr. 1; DURINGER 1982a, b; HAGDORN & MUNDLOS 1983). Daß sie meist in senkrechter Stellung auf dem Meeresgrund aufsetzten, zeigen die vielen primär senkrecht verfüllten spinosen Ceratiten im Pflaster von Heckfeld. Sie verhakten sich bei der Ablagerung zum Teil mit ihren Dornen an bereits am Meeresboden liegenden Ceratiten-Anhäufungen. Andere wurden von der Strömung über den Meeresboden getrieben, wie Rollmarken beweisen (SEILACHER 1963, Abb. 1). Sie torkelten über die Mündung und setzten mit dem Phragmokon am Meeresboden wieder auf, wie es SEILACHER (1963, Abb. 2) anhand von Rollmarken aus den Plattenkalken von Solnhofen rekonstruiert hat. Hierbei schlug ein Teil der Ceratiten leck, und der ventrale Bereich vor der Wohnkammer ging zu Bruch. Bei weiterem Rolltransport brachen dann Teile der Wohnkammer ab, und weitere Teile des Phragmokons vor dem Bruchrand der Wohnkammer wurden in Mitleidenschaft gezogen. Dieser Prozeß konnte so weitergehen, bis nur noch Windungsbruchstücke übrigblieben, wie Reste von Ceratiten in den Pflastern zeigen. Dann wurden die Ceratiten am Meeresboden abgelagert. Vereinzelt liegende Ceratiten wurden mit der Richtung Nabel-Mündungsrand längs in Strömungsrichtung oder seltener dagegen eingesteuert. In den Pflastern dagegen wurden sie an der Einsteuerung gehindert und quer vor bereits am Meeresboden liegenden Exemplaren zu Ketten und Streifen angelagert. Schließlich wurden die Ceratiten verfüllt. Spätere Umlagerungen von abgelagerten und verfüllten Gehäusen kamen nur ganz selten vor.

Literatur

- BRENNER, K. (1976): Ammoniten-Gehäuse als Anzeiger von Paläo-Strömungen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **151**: 101–118, 15 Abb.; Stuttgart.
- DURINGER, P. (1982a): Sédimentologie et paléocéologie du Muschelkalk supérieur et de la Lettenkohle (Trias germanique de l'est la France. Diachronie des facies et reconstitutions des paléoenvironnements). — Thèse Univ. Louis Pasteur (3ème cycle) 96 S., 11 Taf., 60 Abb.; Strasbourg.
- DURINGER, P. (1982b): Les remplissages sédimentaires des coquilles de Céphalopodes Triasiques. Mécanismes et intérêt paléocéologique. — Geobios, **15**: 125–145, 2 Taf., 13 Abb.; Lyon.
- FUTTERER, E. (1978): Studien über die Einregelung, Anlagerung und Einbettung biogener Hartteile im Strömungskanal. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **156**: 87–131, 8 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- GEISLER, R. (1939): Zur Stratigraphie des Hauptmuschelkalks in der Umgebung von Würzburg mit besonderer Berücksichtigung der Ceratiten. — Jb. preuss. geol. Landesanst., **59** (1938): 197–248, Taf. 4–8, 16 Abb.; Berlin.
- HAGDORN, H. & MUNDLOS, R. (1983): Aspekte der Taphonomie von Muschelkalkcephalopoden. Teil 1: Siphonzerfall und Füllmechanismus. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **166**: 369–403, 16 Abb.; Stuttgart.
- HAGDORN, H. & MUNDLOS, R. (1988): Aspekte der Diagenese von Muschelkalk-Cephalopoden. — (in Vorber.).
- HÖLDER, H. (1960): Alter Meeresboden im Museum. — Aus der Heimat, **68**: 131–139, Taf. 39–40, 1 Abb.; Öhringen.
- LINCK, O. (1956): Echte und unechte Besiedler (Epoeken) des deutschen Muschelkalk-Meeres. — Aus der Heimat, **64**: 161–169, Taf. 33–36; Öhringen.
- MAYER, G. (1951): Eine Grabung im Muschelkalk zur Erforschung einer Lebewelt. — Baden, **6**; Karlsruhe.

- MAYER, G. (1956): Bruchsaler Ceratiten. – Der Aufschluss, 7: 40–45; Roßdorf.
- MAYER, G. (1961): Weitere Grabungsbeobachtungen im mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. – Der Aufschluss, 12: 62–70, 10 Abb.; Göttingen.
- MAYER, G. (1978): Die Ceratitenpflasterwand der Landes-sammlungen für Naturkunde in Karlsruhe. – Der Aufschluss, 29: 449–452, 4 Abb.; Heidelberg.
- MAYER, G. (1979): Neue Grabungsergebnisse im Mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. – Der Aufschluss, 30: 355–358, 4 Abb.; Heidelberg.
- MÜLLER, A. H. (1978): Über Ceratiten mit fehlenden oder unvollständigen Kammerscheidewänden (Septen) und die Frage nach der Lebensweise der Ammonoidea (Cephalopoda). – Freiburger Forschungh., C 334: 69–83, 14 Abb., 2 Taf., 1 Tab.; Leipzig.
- MUNDLOS, R. & URLICHS, M. (1984): Revision von *Germano-nautilus* aus dem germanischen Muschelkalk (Oberanis–Ladin). – Stuttgarter Beitr. Naturk., B 99: 1–43, 5 Taf., 6 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1963): Umlagerung und Rolltransport von Cephalopoden-Gehäusen. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh, 1963: 593–615, 9 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1966): Lobenlibellen und Füllstruktur bei Ceratiten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 125: 480–488, Taf. 43–44, 3 Abb.; Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1967): Sedimentationsprozesse in Ammonitengehäusen. – Abh. Akad. Wiss. Lit., math.-naturwiss. Kl., 1967: 192–204, 1 Taf., 5 Abb.; Mainz.
- SEILACHER, A. (1971): Preservational history of ceratite shells. – Paleontology, 14: 16–21, Taf. 6, 2 Abb.; London.
- SEILACHER, A., ANDALIB, F., DIETL, G. & GOCHT, H. (1976): Preservational history of compressed Jurassic ammonites from Southern Germany. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 152: 307–356, 20 Abb.; Stuttgart.
- STETTNER, G. (1913): Beiträge zur Kenntnis des oberen Hauptmuschelkalks. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, 69: 60–110; Stuttgart.
- STETTNER, G. (1924): Über Muschelkalk und Lettenkeuper im Jagsttal bei Widdern. – Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, 80: LXXXVII; Stuttgart.
- URLICHS, M. & MUNDLOS, R. (1980): Revision der Ceratiten aus der *atavus*-Zone. (Oberer Muschelkalk, Oberanis) von SW-Deutschland. – Stuttgarter Beitr. Naturk., 48: 1–42, 4 Taf., 7 Abb.; Stuttgart.
- WAGNER, G. (1936): Riffbildung als Maßstab geologischer Zeiträume. – Aus der Heimat, 49: 157–160, Taf. 49–51, 5 Abb.; Ohringen.

Grabung Bruchsal 1976

Den beiden Aufsätzen über die Bruchsaler Ceratiten-Pflaster von R. MUNDLOS und M. URLICHS fügen wir zur Dokumentation noch ein Bild aus der Grabung des Jahres 1976 an.

Die Redaktion.



Das Bild wurde seinerzeit von L. TRUNKO aufgenommen und zeigt die Situation im Aufschluß mit dem Ceratiten-Pflaster an der Sohle.

WIGHART v. KOENIGSWALD

Apatemyiden-Skelette aus dem Mitteleozän von Messel und ihre paläobiologische Aussage

Kurzfassung

Skelettfunde des Apatemyiden *Heterohyus* aus Messel belegen neben den vergrößerten Schneidezähnen die extreme Verlängerung einzelner Fingerstrahlen. Damit können die Apatemyiden neben *Dactylopsila* (Marsupialia) und *Daubentonia* (Primates) als dritte Säugetiergruppe verstanden werden, die sich konvergent auf die Erbeutung von Holzinsekten spezialisiert haben. Damit nahm diese ausgestorbene Gruppe eine Nische ein, die heute von den Spechten besetzt ist.

Abstract

Apatemyid skeletons from Messel

Well preserved skeletons of a small apatemyid *Heterohyus* show in addition to the specialized anterior dentition some extremely elongated fingers. The finds strengthen the idea that apatemyids form a third group of mammals (with *Dactylopsila*, Marsupialia and *Daubentonia*, Primates) convergently specialized for feeding on wood boring insects. This extinct family occupied an ecological niche now inhabited by wood peckers.

Autor

Prof. Dr. WIGHART v. KOENIGSWALD, Institut für Paläontologie der Universität Bonn, Nußallee 8, D-5300 Bonn 1.

1. Einleitung

Gebißreste fossiler Säugetiere haben einen so hohen systematischen Aussagegewert, daß mit großer Sicherheit sowohl Gattung wie Art bestimmt werden können. Darüber hinaus lassen sich an den Zähnen wichtige Hinweise auf verwandtschaftliche Verhältnisse ablesen. Da Zähne zudem sehr widerstandsfähig gegen die Verwitterung sind, kommt es oft dazu, daß man von ganzen Gattungen oder Familien lediglich die Bezahnungen kennt. Die Gestalt der Zähne erlaubt zwar unter Umständen eine gewisse Einengung des bevorzugten Nahrungsspektrums, aber die meisten Fragen zur Biologie dieser Tiere müssen unbeantwortet bleiben.

Die Tatsache, daß in dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel (HEIL et al. 1987) vollständige Skelette von alttertiären Säugetieren überliefert sind, bringt daher die hervorragende Möglichkeit, grundsätzliche Fragen zur Biologie längst verloschener Tiergruppen zu beantworten (KOENIGSWALD 1987).

2. Vorkommen und bisherige Deutung der Apatemyiden

Die Apatemyiden, deren biologische Einnischung hier diskutiert werden soll, stehen den Insectivora s. l. nahe, werden aber wegen der starken Spezialisierung im Ge-

biß auch als eigene Ordnung Apatotheria betrachtet (RUSSELL et al. 1979). Von den Apatemyiden kennt man inzwischen das Gebiß nahezu vollständig (GINGERICH & ROSE 1982). Es ist durch eine starke Spezialisierung des Vordergebisses gekennzeichnet. Die unteren Schneidezähne, die bei *Heterohyus* für lange Zeit aus dem Kiefer nachwachsen können, ragen weit aus dem Kiefer nach vorne heraus. Ihnen stehen stärker gebogene obere Schneidezähne gegenüber. Als eine lange Schneide ist der untere zweite Prämolare ausgebildet. Aus Platzgründen verschwinden aus der Mitte beider Zahnreihen die dritten Prämolaren. Die Backenzähne sind klein und für Insektenfresser nicht ungewöhnlich gebaut.

Einzelzähne und Kiefer, die zu diesem Bezahnungstyp passen, wurden aus Ablagerungen des Paleozäns bis Oligozäns in Nordamerika gefunden. In Europa sind sie auf das Eozän und frühe Oligozän beschränkt (RUSSELL et al. 1979). Abgesehen von Gebißresten wurden nur ein Schädel (JEPSEN 1934) und wenige Schädelfragmente bekannt.

Während die Apatemyiden in der Regel kleinwüchsig sind, das heißt in der Kopf-Rumpf-Länge unter 15 cm bleiben, fanden sich in den obereozänen Spaltenfüllungen von Egerkingen in der Schweiz Kiefer und Zähne einer sehr großen Form *Heterohyus europaeus*, die STEHLIN (1916) mit *Daubentonia* verglich. *Daubentonia madagascariensis* ist das Fingertier, ein Lemur Madagaskars, auf den wegen seiner besonderen Lebensweise noch eingegangen werden wird.

Obwohl das postcraniale Skelett der Apatemyiden unbekannt war, versuchte man vom hochspezialisierten Gebiß her, die biologische Einnischung zu ergründen. MCKENNA (1963) verglich die Bezahnung mit *Dactylopsila trivirigata*, dem rezenten Streifenbeutler Neuguineas. Ihm folgte WEST (1973) und stellte sich die Apatemyiden wie diesen Beutler vor, der mit den Zähnen die Rinde von Bäumen löst, um darunter verborgene Insektenlarven zu fassen. *Daubentonia* stellt ebenfalls, unter anderem, Insektenlarven unter der Rinde und im Holz nach. Bei beiden Gattungen werden die Schneidezähne zum Lösen der Rinde verwendet, aber sie haben eine weitere Spezialanpassung gemeinsam. Beide Gattungen besitzen nämlich einen oder zwei verlängerte Fingerstrahlen, die unter anderem dazu genutzt werden, die Insektenlarven aus ihren Bohrgängen oder aus Ritzen hervorzu ziehen (MOELLER 1976).

Um für die Apatemyiden nun eine ähnliche Lebensweise wahrscheinlich machen zu können, wäre es von größtem Interesse, etwas über die Ausbildung der Fin-

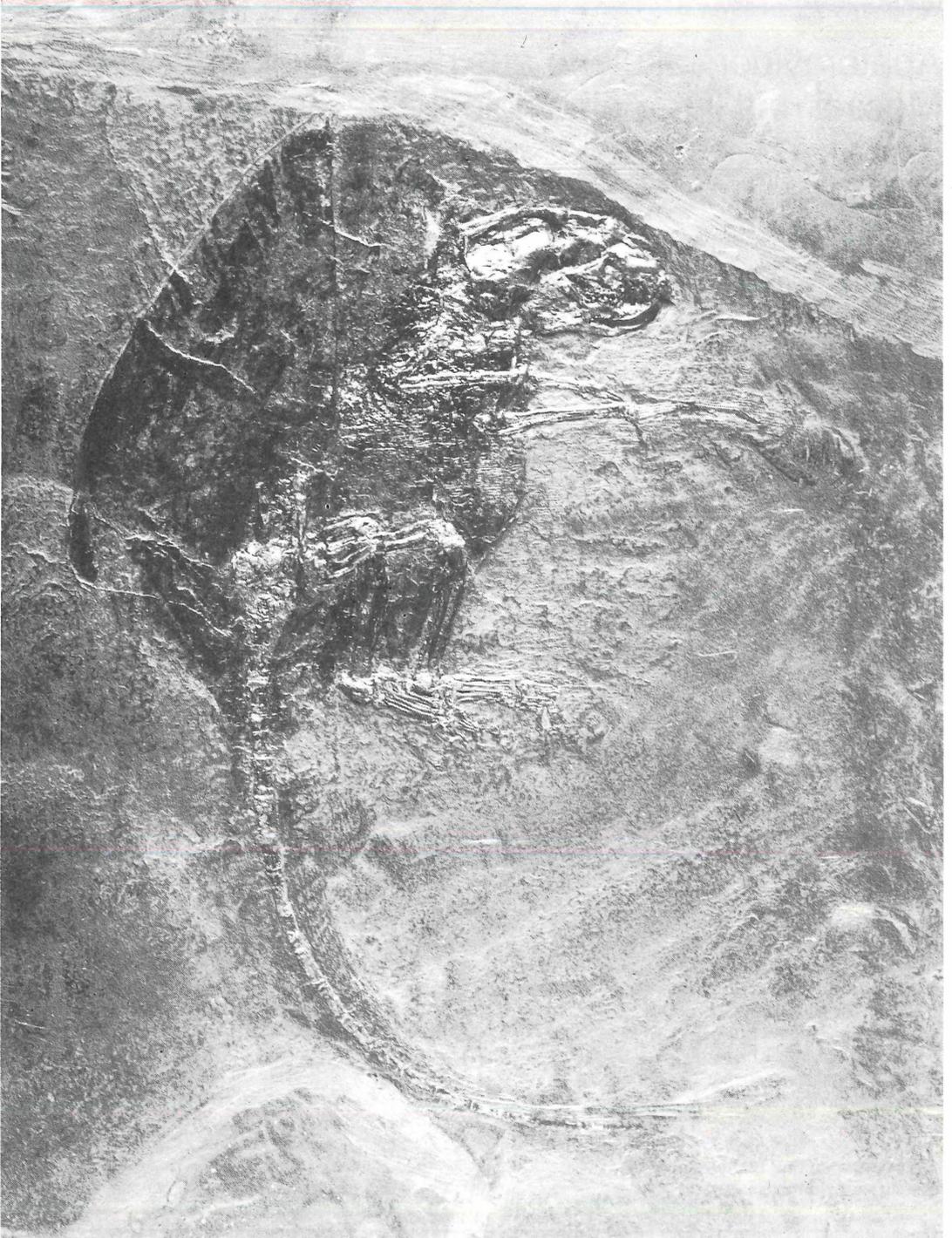


Abbildung 1. *Heterohyus* sp., Mitteleozän, Messel bei Darmstadt. Auf eine Kunstharzplatte umgebettetes Skelett (LNK-Me 689).

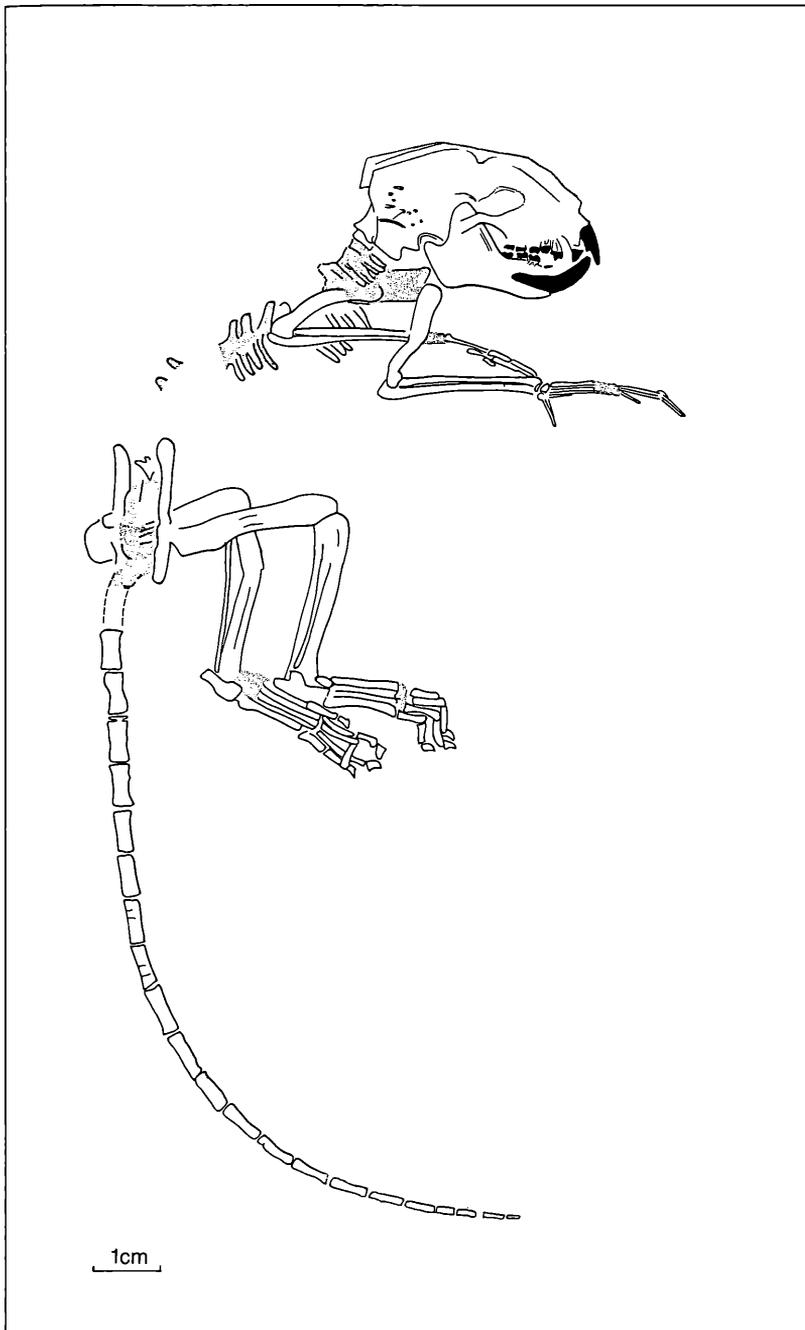


Abbildung 2. *Heterohyus* sp., Umzeichnung des Skelettes in Abbildung 1. Gepunktet sind die Bereiche, in denen die Knochenoberfläche stark zerstört ist. Die Spitzen der verlängerten Finger sind verlorengegangen. (Zeichn.: I. LEHNEN).

ger zu erfahren. Aber derartige Detailinformationen über das postcraniale Skelett sind in der Regel nicht zu bekommen. Hier bietet nun Messel mit seiner ungewöhnlich guten Erhaltung und der Überlieferung voll-

ständiger Wirbeltierskelette eine ungewöhnliche Chance. Tatsächlich wurden bisher drei Skelette eines kleinen Apatemyiden gefunden (KOENIGSWALD & SCHIERNING 1987, KOENIGSWALD 1987).

3. Funde aus Messel

Schon 1973 wurde durch H. P. Schierning aus Hamburg ein Skelett gefunden, das aber erst später als das eines Apatemyiden am typisch ausgebildeten Gebiß erkannt wurde. Das kleine Tier zeigt einen relativ schweren Schädel und einen langen Schwanz. In bezug auf die besonders interessante Handkonstruktion läßt dieses Exemplar aber wenig erkennen. Zwar lassen sich verlängerte Knochenelemente ausmachen, aber sie können nicht den einzelnen Fingerstrahlen zugeordnet werden.

Im Jahr 1984 erbrachten die Messel-Grabungen der Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe auf der Grabungsstelle KA VII ein zweites Apatemyiden-Skelett (LNK – Me 689) (Abb. 1 und 2). An diesem Skelett, das wesentlich besser überliefert ist, konnte die volle Länge des Schwanzes, die die Kopf-Rumpf-Länge wesentlich übertrifft, erkannt werden. Auch das Skelett der Hände ist bei diesem Exemplar weit besser erhalten. Eindeutig ist zu erkennen, daß die Hände ganz wesentlich verlängert sind und den Unterarm an Länge bei weitem übertreffen. Zunächst sind alle Mittelhandknochen sehr schlank und gestreckt. Unter den Fingern erweisen sich der zweite und dritte Strahl als ganz besonders verlängert. Aber bedauerlicherweise sind die Endphalangen mit einem Teil der zweiten Fingerknochen an beiden Händen verlorengegangen, so daß die tatsächliche Länge dieser Finger nicht abzumessen ist. Zumindest läßt sich aber sagen, daß die beiden verlängerten Strahlen, der zweite und dritte, ganz gleichmäßig in der Dicke sind.

Ein dritter Apatemyiden-Fund gelang 1986 der Grabungsmannschaft des Hessischen Landesmuseums in Darmstadt (HLMD – Me 8850). Alle drei Skelette sind von etwa gleicher Größe und gehören sicher zum gleichen Taxon. Die Schädelänge liegt zwischen 37 und 40 mm. Die Kopf-Rumpf-Länge beträgt etwa 115 mm und der Schwanz ist rund 150 mm lang. Der Ölschiefer, in dem das dritte Exemplar gefunden wurde, war so aufgespalten, daß das völlig intakte Skelett von einer dünnen Ölschieferschicht überdeckt blieb, und nur eine leichte Aufwölbung das Skelett eines langschwänzigen Wirbeltieres verriet. Vor der Präparation wurde die Platte geröntgt und hier waren sogleich die stark verlängerten Finger der Hand mit ihren kleinen Krallen sichtbar und konnten dann in voller Länge freigelegt werden. Die Endphalangen sind im Verhältnis zu den Fingerknochen sehr kurz. Sie bilden kleine Krallen, die angewinkelt ideal als Widerhaken einzusetzen sind, wenn es gilt, Insektenlarven aus ihren engen Ritzen oder Fraßgängen hervorzu ziehen.

4. Die biologische Nische von *Heterohyus*

Unter den Lemuren steht *Daubentonia* mit seiner hoch-

spezialisierten Form der Finger, wie des Gebisses, sehr isoliert. Wenn ich die Handstruktur von *Heterohyus* aber auch auf die anderen Apatemyiden übertrage, dann deshalb, weil gerade in dieser Gruppe eine große Einheitlichkeit in der Gebißdifferenzierung vorhanden ist, die auf eine gleichsinnige ökologische Einnischung schließen läßt. Allerdings ist *Heterohyus* mit seinen stark gebogenen Incisiven eine hochevoluierte Gattung, das bedeutet, daß bei den anderen früheren Gattungen die Spezialisierung der Hand noch keineswegs das gleiche Maß wie bei *Heterohyus* erreicht zu haben braucht. Damit haben zumindest *Heterohyus*, aber wahrscheinlich alle Apatemyiden mit *Daubentonia* und *Dactylopsila* nicht nur die Ähnlichkeit im Gebiß gemeinsam, sondern ebenso die Verlängerung einzelner Finger der Hand. Das ist deswegen zur Bekräftigung so wichtig, weil es in vielen Gruppen eine Vergrößerung der Schneidezähne gibt, obwohl diese Tiere eine ganz unterschiedliche Lebensweise haben.

Im Vergleich mit *Daubentonia* und *Dactylopsila* wird deutlich, daß in den drei untereinander nicht näher verwandten Formen der Erwerb dieser verlängerten Finger konvergent erfolgt ist, weil jeweils andere Fingerstrahlen umgebildet wurden (Abb. 3). Bei *Dactylopsila* ist der vierte Strahl der längste. Bei *Daubentonia* sind der dritte und vierte Strahl verlängert. Dabei ist der dritte extrem dünn und wird zum Bohren eingesetzt. In Ruhepausen und zum Schutz wird dieser hauchdünne Finger über den wesentlich kräftigeren und sogar noch etwas längeren vierten Finger gelegt, wie Filmaufnahmen erkennen lassen.

Obwohl *Heterohyus* einerseits und *Daubentonia* und *Dactylopsila* andererseits in den funktionalen Elementen der Nahrungssuche übereinstimmen, müssen zwei weitere Voraussetzungen diskutiert werden, ehe man die Lebensweise übertragen darf. Zum einen ist für eine derartige Lebensweise eine Arboricolie notwendig. Spezielle Anpassungen an das Leben auf Bäumen läßt *Heterohyus* nicht erkennen. Am Fuß ist z. B. der erste Strahl nicht opponierbar wie bei Primaten. Aber derartige Sonderanpassungen sind nicht notwendig, um den erforderlichen Halt auf Ästen zu finden. Auch der Schwanz kann nicht eindeutig als Anpassungsorgan für eine arboricole Lebensweise gedeutet werden, da ihm alle Merkmale für eine Spezialisierung als Greifschwanz fehlen. Andererseits widerspricht keine beobachtete anatomische Besonderheit einem Baumleben von *Heterohyus*, das bei solcher geringen Körpergröße auch keiner besonderen Anpassungen bedarf.

Interessanter ist die zweite Frage, ob denn überhaupt die Nische, die *Daubentonia* in Madagaskar und *Dactylopsila trivariata* in Neuguinea innehaben, im Alttertiär von Nordamerika und Europa überhaupt verfügbar war, denn es ist die klassische Nische der Spechte, die in den heutigen Wäldern die Holzinsekten bejagen. CARTMILL (1974) hat darauf hingewiesen, daß Madagaskar und Neuguinea sich gerade dadurch auszeichnen, daß diese sehr großen Inseln niemals von Spechten besiedelt

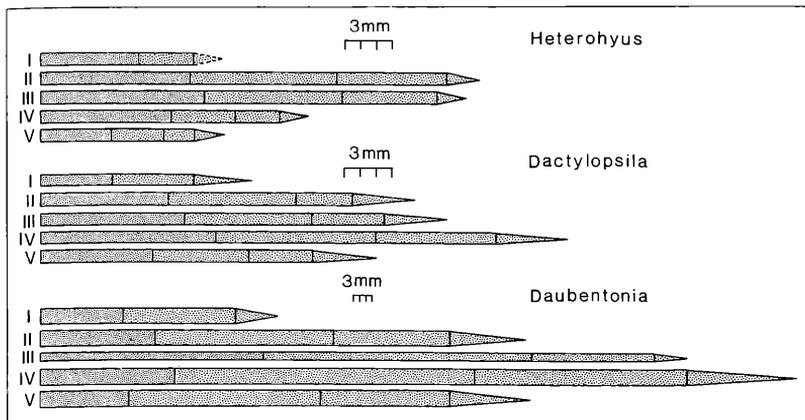


Abbildung 3. Vergleich der selektiv verlängerten Finger bei dem Apatemyiden *Heterohyus* sp. (HLMD-Me 8850), dem Streifenbeutler *Dactylopsila* und dem Fingertier *Daubentonia*.

wurden und daher den Säugetieren die Möglichkeit gegeben war, diese Nische auszunutzen. Auf den Galapagosinseln, wo Spechte ebenfalls fehlen, haben die Darwinfinken diese lohnende Nische eingenommen (MAY 1983). Da diesen Vögeln keine Finger zur Verfügung stehen, um Insektenlarven aus ihren Löchern zu stochern, nehmen sie – wie oft beschrieben – dazu einen Kakteenstachel in den Schnabel.

Reste fossiler Spechte kennt man zwar erst seit dem Jungtertiär, wenn man diese Gruppe eng faßt, aber das sagt wenig darüber aus, wann diese Gruppe begonnen hat, diese Nische zu erobern. BUCHHOLZ (1986) hat immerhin eine Spechthöhle aus dem Eozän von Arizona (USA) beschrieben. Wenn diese Deutung richtig ist, sind Vögel zumindest seit langer Zeit in der Lage, das Holz der Bäume mit dem Schnabel aufzuhacken. Es ist aber keineswegs damit gesagt, daß die hier diskutierte Nische damit bereits für die Säugetiere verloren war.

Vielmehr ist es durchaus denkbar, daß die frühen, meist arboricolen Säugetiere die Insekten aus und unter der Baumrinde bejagt haben. Hierzu ist auch *Heterohyus* zu zählen. Mit der Ausbreitung der Spechte wurde die Konkurrenz in dieser Nische erheblich größer und sie könnte sehr wohl zum Aussterben gewisser Säugetiergruppen, wie den Apatemyiden geführt haben, weil die Spechte zumindest einen größeren Vorteil haben. Sie können durch ihr Flugvermögen die Wege zwischen den Bäumen in dem von ihnen kontrollierten Jagdgebiet erheblich abkürzen, da die Säugetiere stets auf einen festen Verbindungsweg angewiesen sind.

Die Eroberung einer Nische und die Verdrängung einer anderen, dort eingesessenen Tiergruppe bedarf aber auch einer gewissen Zeit und geht sicher mit der Entwicklung weiterer Spezialisierungen vor sich. Dieses Modell kann aber mit paläontologischem Material noch nicht belegt werden, allerdings scheint es durchaus denkbar, daß die Jagd auf holzbewohnende Insekten bis zum unteren Oligozän auch für Säugetiere, das heißt zumindest bis zum Verschwinden der Apatemyiden, möglich gewesen ist.

5. Literatur

- BUCHHOLZ, H. (1986): Die Höhle eines Spechtvogels aus dem Eozän von Arizona, USA (Aves, Piciformes). – Verh. naturwiss. Ver. Hamburg, NF, **28**: 5–25, 16 Abb.; Hamburg.
- CARTMILL, M. (1974): *Daubentonia*, *Dactylopsila*, woodpeckers and klinorhynch. – In: MARTIN, R. D., DOYLE, G. A. (eds.): Prosimian Biology: 655–669, 4 Abb.; London (Duckworth).
- GINGERICH, P. D. & ROSE, K. D. (1982): Studies on Paleocene and early Eocene Apatemyidae (Mamm. Insectivora). – Contr. Mus. Paleont. Univ. Michigan, **26** (4): 49–69, 8 fig.; Ann Arbor.
- HEIL, R. et al. (1987): Die Fossilien der Messel-Formation. – 159 S., 160 Abb.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- JEPSEN, G. L. (1934): A revision of the American Apatemyidae and the description of a new genus, *Sinclairiella*, from the White River Oligocene of South Dakota. – Proc. amer. phil. Soc., **74**: 287–305, 4 Abb., 3 Taf.; Philadelphia.
- KOENIGSWALD, W. V. (1987): Die Fauna der Messel-Formation. – In: HEIL, R. et al.: Fossilien der Messel-Formation: 71–142, 98 Abb.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- KOENIGSWALD, W. V. & SCHIERNING, H.-P. (1987): The ecological niche of early Tertiary apatemyids – an extinct group of mammals. – Nature, **326**: 595–596, 3 Abb.; London.
- MAY, R. M. (1983): Ökosysteme und Biotope. – Spektrum der Wissenschaft, Sonderband: Evolution: 153–160, 8 Abb.; Heidelberg.
- MCKENNA, M. C. (1963): Primitive Paleocene and Eocene Apatemyidae (Mammalia, Insectivora) and the Primate Insectivore Boundary. – Amer. Mus. Novitates, **2160**: 1–39, 5 Abb.; New York.
- MOELLER, H. (1976): *Dactylopsila trivigata* (Phalangeridae), Klettern und Fressen. – Publ. Wiss. Film, **9** (2): 129–138, 2 Abb.; Göttingen.
- RUSSELL, D. E., GODINOT, M., LOUIS, P. & SAVAGE, D. E. (1979): Apatotheria (Mammalia) de l'Eocène inférieur de France et de Belgique. – Bull. Mus. nat. Hist. nat., **3**: 203–243, 9 Abb.; Paris.
- STEHLIN, H. G. (1916): Die Säugetiere des schweizerischen Eocäens. Critischer Catalog der Materialien. – Abh. schweiz. paläont. Ges., **41** (7): 1299–1552, 2 Taf., 82 Abb.; Basel/Genf.
- WEST, R. M. (1973): Review of the North American Eocene and Oligocene Apatemyidae (Mammalia, Insectivora). – Spec. Publ. Mus. Texas Tech. Univ., **3**: 42 S., 20 Abb.; Lubbock (Texas).

WIGHART V. KOENIGSWALD

Ein zweites Skelett von *Buxolestes* (Pantolestidae, Proteutheria, Mammalia) aus dem Mitteleozän von Messel bei Darmstadt

Kurzfassung

Die Grabungen der Badischen Landessammlungen haben ein Skelett von *Buxolestes piscator* geliefert. Es ist vollständig erhalten, als ein anderes aus dem Hessischen Landesmuseum, das 1980 beschrieben wurde. Bereits früher wurde für *Buxolestes* eine ähnliche Lebensweise, wie für den Fischotter, *Lutra lutra*, diskutiert. Diese Deutung findet in der nun belegbaren weitgehenden Übereinstimmung in den Körperproportionen mit kurzen Extremitäten weitere Unterstützung. Die überlieferten Magen-Darm-Inhalte der beiden Exemplare von *Buxolestes* weichen stark voneinander ab (RICHTER 1987). Mögliche Gründe werden diskutiert.

Abstract

A second skeleton of *Buxolestes* from Messel

The oilshale of Messel produced a second skeleton of *Buxolestes piscator*, which is even more completely preserved than the first one. Especially the body proportions can be studied. Due to short arms and legs they are very similar to the semiaquatic carnivore *Lutra lutra*, which was discussed to inhabit a similar ecological niche. The gut content differs markedly between the two specimen of *Buxolestes* (RICHTER 1987). Possible reasons are discussed.

Autor

Prof. Dr. WIGHART V. KOENIGSWALD, Institut für Paläontologie der Universität Bonn, Nußallee 8, D-5300 Bonn 1.

1. Einleitung

Der mitteleozäne Ölschiefer der Grube Messel ist bekannt für die hervorragende Überlieferung vollständiger Säugetierskelette (FRANZ 1977, 1985; KOENIGSWALD & MICHAELIS 1984; KOENIGSWALD 1987). In vielen Fällen erlaubt ein derartiger Skelettfund erstmals einen Einblick in die Paläobiologie der belegten Arten. Mit einem einzigen Skelett bleibt dieser Einblick beschränkt, denn interessante Details des Fossils bleiben verdeckt, da der schnelle Zerfall des Ölschiefers die Umbettung der Skelette auf eine künstliche Trägerplatte erforderlich macht (LIPPMANN 1987). Weiterhin zeigt fast jeder Fund gewisse Verluste, die während der Bergung oder der Präparation eingetreten sind. Deswegen werden zur Bearbeitung so viele Skelette wie möglich miteinander verglichen.

Von der hier vorliegenden Art *Buxolestes piscator* wurde bereits ein Skelett beschrieben (KOENIGSWALD 1980), das aber bei der Bergung erheblich beschädigt worden

war. Nun liegt aus den Grabungen der Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe ein weiteres Skelett vor, das wesentliche Ergänzungen bringt. Das Skelett ist in der stabilen Seitenlage in völlig entspannter Haltung überliefert, wie sie häufig in Messel beobachtet wird (KOENIGSWALD 1983). Es wurde 1983 auf der Grabungsstelle KA II auf der 5. Sohle der Grube Messel geborgen, die an dieser Stelle stratigraphisch wenige Meter unter dem Leithorizont α liegt. Der Fund trägt die Nummer KA-Me 464.

Buxolestes ist eine Gattung aus der Familie der Pantolestiden, die zu den Insektivoren im weiteren Sinne, genauer zu den Proteutheria, gehört, wie sie STORCH & LISTER (1985) gefaßt haben. Die Pantolestiden wurden aufgrund von Gebiß und Skelettmaterial von MATTHEW (1909) aus dem Eozän des Bridger-Basin (Wyoming, Nordamerika) näher beschrieben. Gebißreste von Pantolestiden belegen in Europa mehrere Gattungen. Die Gattung *Buxolestes* wurde aufgrund von mehreren Unterkiefern aus Bouxwiller im Elsaß beschrieben (JAEGER 1970).

Die bei KOENIGSWALD (1980) angeführten Funde europäischer Pantolestiden werden durch zwei Zähne aus dem Hampshire Basin Sünglands (HOOKER 1986) sowie den Nachweis von *Buxolestes* im Geiseltal bei Halle (KOENIGSWALD 1983a) ergänzt.

Bereits MATTHEW (1909) glaubte in der Form des Oberarms große Ähnlichkeit zu dem Fischotter (*Lutra lutra*) zu erkennen, so daß er für die Gattung *Pantolestes* eine räuberische, semiaquatische Lebensweise postulierte. Am ersten Skelettfund aus Messel konnte die semiaquatische Lebensweise für die Pantolestiden bestätigt werden. Die Begründung bezog sich aber weniger auf die Vorderextremität, die bei den meisten Säugern zum Schwimmen nur wenig beiträgt, sondern auf Besonderheiten der Nackenwirbel und des Schwanzes, wobei letzterer den hauptsächlichlichen Vortrieb des Tieres geleistet haben mag. Als weiteres Argument konnte der Mageninhalt dieses ersten Exemplares hinzugezogen werden, in dem sich Fischreste ausmachen ließen (KOENIGSWALD 1980). Deswegen wurde seinerzeit der Artname *piscator*, der Fischer, gewählt.

Das hier vorgelegte zweite Exemplar von *Buxolestes piscator* bestätigt alle osteologischen Befunde und ergänzt sie besonders im Bereich der hinteren Extremitäten. Der Mageninhalt dieses Exemplares weicht jedoch von dem ersten erheblich ab (RICHTER 1987), was weiter unten diskutiert werden muß.

2. Beschreibung des Neufundes

Die Beschreibung des zweiten Skelettes von *Buxolestes piscator* (Abb. 1) kann sich auf die Bereiche beschränken, in dem die Befunde von denen am ersten Skelett abweichen oder diese ergänzen. Die Abmessungen werden Tabelle 1 gegenübergestellt, wobei zu betonen ist, daß die Maße nicht an Knochen genommen sind, die frei zu handhaben sind. Da alle Knochen im

Kunstharzbett gehalten werden, können keineswegs immer die idealen Meßstrecken abgegriffen werden. Das zweite Skelett stammt von einem ausgewachsenen Tier mit geschlossenen Epiphysenfugen. Bei dem ersten Skelett waren diese noch weitgehend unverknöchert.

2.1 Schädel und Gebiß

Der Schädel ist robust gebaut, eher hoch als gestreckt.

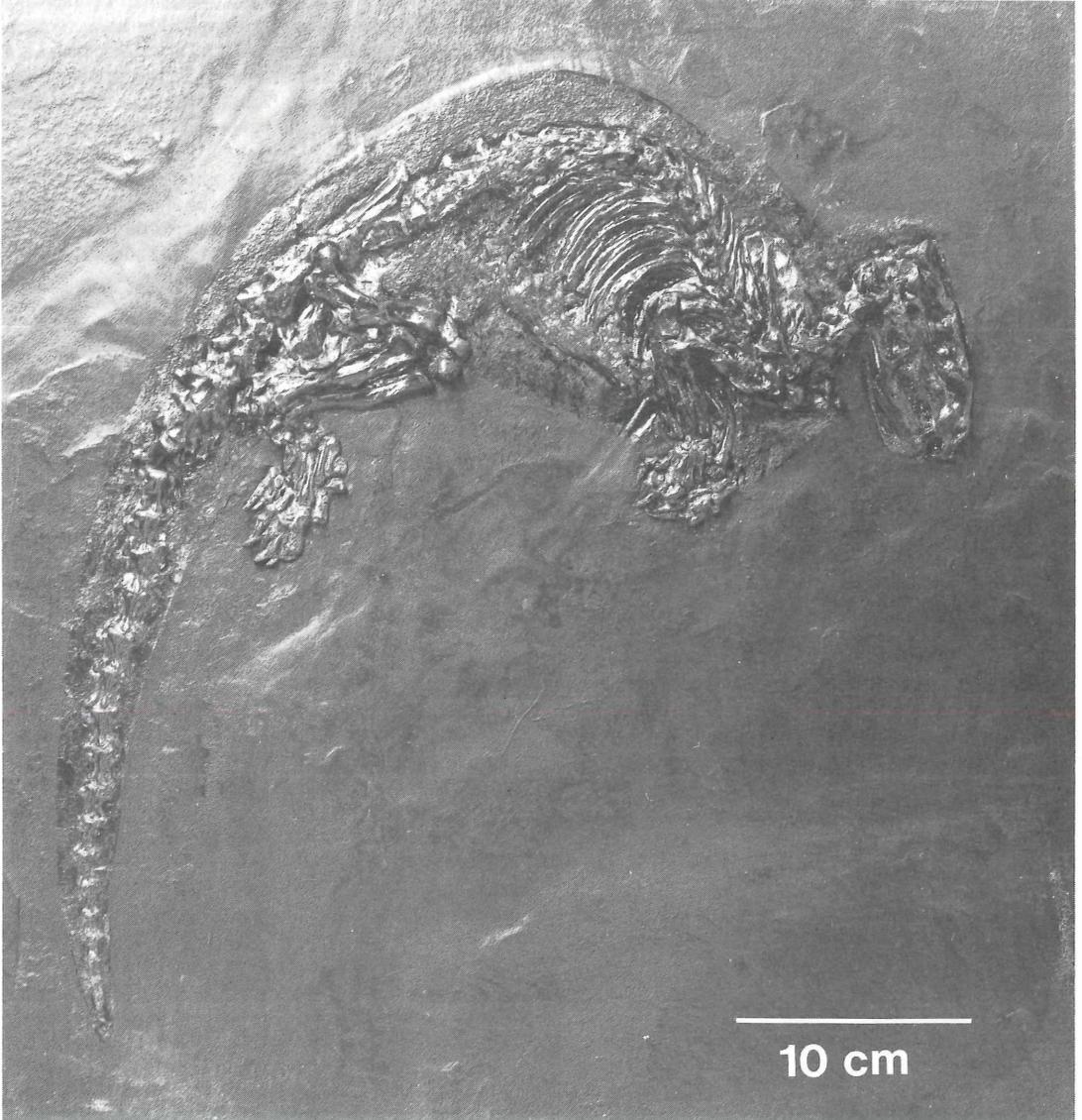


Abbildung 1. *Buxolestes piscator* KOENIGSWALD 1980, Fund der Badischen Landessammlungen aus dem Jahr 1983 in der Grube Messel bei Darmstadt. Das Tier liegt in stabiler Seitenlage. Wie häufig bei Wasserleichen sind die Extremitäten beider Seiten streng parallel eingebettet (Foto: GRIENER).

Tabelle 1. Skelettmäße (in mm) von *Buxolestes piscator*

	HLMD-Me 7431	(re)	KA-Me 464 (li)
Kopf-Rumpf- Länge	ca. 430		455
Schwanz- länge	ca. 270		340
Schädel- länge	ca. 85		ca. 93
Unterkiefer- Länge		64	
M ₁ -M ₃	14,3	12,3	
Scapula		61	
Humerus	ca. 54	54	
Radius		38	
Ulna		61	
nur Olecranon		19	
Mc II	15,5	14,0	
Mc III	17	17,3	
Mc IV	12,5	13,7	13,8
Mc V			9,2
Phal. III. Strahl	--; ---; ---	8,9; ---; 12,7	9,6; 6,6; 12,5
Phal. IV. Strahl	--; 6,3; 11,5	---; ---; 11,7	9,5; ---; 11,5
Phal. V. Strahl	--; 5; 6,2	8,0; 6,6; 8,8	8,3; ---; ---;
Pelvislänge		88	
Femur		59	
Tibia		67	66
Calcaneus	24,5		

Die Nasenöffnung ist relativ weit. Über der Orbita ist ein kleiner Proc. supraorbitalis ausgebildet, stärker als bei dem Typus Schädel von *Pantolestes natans* (MATTHEW 1909, Fig. 106). Am kräftigen Unterkiefer liegt das Foramen mentale post. unter dem M₁, wie es für Pantolestiden charakteristisch ist. Der Processus angularis mandibulae ist unter dem Condylus weit nach hinten gerichtet und entspricht dem Verhältnis von *P. natans* (MATTHEW 1909, Fig. 2).

Die Zähne des neuen Exemplares von *Buxolestes* sind stark beschädigt und bringen keine neuen Informationen zur Zahnmorphologie.

2.2 Die Wirbelsäule

Im Halsbereich ist die vom ersten Exemplar her bekannte, ungewöhnlich vergrößerte Spina dorsalis am Epistropheus (wohl bei der Präparation) verlorengegangen. Die ersten fünf Halswirbel sind kräftig, die letzten zwei verdeckt. 13 Brustwirbel lassen sich ausmachen. Die Dornfortsätze der ersten 9 Wirbel sind nach hinten gerichtet, die Fortsätze der hinteren Wirbel sind nicht sicht-

bar. Die Rippen sind einfach geschwungen. Obwohl die verkalkten Knorpel für Verbindung mit dem Brustbein bei diesem Exemplar gut sichtbar sind, ist die Form des Brustbeins selber nicht auszumachen. 5 Wirbel ohne Rippen werden als Lendenwirbel angesprochen. Das Kreuzbein ist nicht vollständig sichtbar. MATTHEW (1909) gibt für *Pantolestes* 3 Sakralwirbel an. Der Schwanz beginnt wie bei dem ersten Exemplar mit 6 sehr dicken Wirbeln, die kräftige laterale Fortsätze aufweisen. Vom 7 bis zum 23. Schwanzwirbel nimmt die Größe gleichmäßig und sehr deutlich ab.

Die für das erste Exemplar gegebene Interpretation, wonach der proximale Teil des Schwanzes durch Muskeln kräftig auf und ab bewegt wurde, um dem Tier beim Schwimmen den notwendigen Vortrieb zu geben (KÖNIGSWALD 1980), braucht nicht revidiert zu werden.

2.3 Die vordere Extremität

Das Schulterblatt ist am zweiten Exemplar erstmals voll sichtbar (Abb. 3). Es ist langgestreckt und besitzt eine ausgeprägte Spina, die nahezu parallel zum verstärkten unteren Rand die ganze Länge durchzieht. Die Fossa infraspinosa ist nahezu gleich groß wie die Fossa supraspinosa. Unter denen von ROBERTS (1974, Fig. 8) diskutierten Typen ähnelt die vorliegende Scapula am ehesten *Canis*, also einer unspezialisierten Form.

Der starke, leicht gekrümmte Humerus erhält durch die weit ausladende Crista epicondylis lateralis ein verwundenes Aussehen. Dieser Knochen wurde bei der Beschreibung des ersten Exemplares ausführlich besprochen.

Ulna und Radius sind völlig frei und damit ist die Hand drehbar. In der Hinterextremität sind Tibia und Fibula fest miteinander verwachsen. Dieser Unterschied zwischen vorderer und hinterer Extremität findet sich ebenfalls bei erinacoiden Insectivoren, so bei *Macrocranion* aus Messel (MAIER 1979), wie bei dem rezenten *Erinaceus*.

Die Ulna, die nur am zweiten Exemplar sichtbar ist, hat ein sehr langes Olecranon (Abb. 2 und 4). Der Schaft erscheint demgegenüber verkürzt. Die Strecke von der Mitte der Gelenkfläche für den Humerus bis zum Ende des Olecranons macht etwa 33 % der Gesamtlänge des Knochens aus, während er bei *Lutra* 22 % und bei *Meles* 20 % beträgt. Die Metacarpalia sind kräftig und nicht verlängert. Auch bei den kräftigen Phalangen ist keine Streckung sichtbar. Die Endphalangen sind als ungewöhnlich kräftige, lange Krallen ausgebildet und zeigen zumindest auf der Oberseite eine leichte Spaltung (Abb. 4).

2.4 Die hintere Extremität

Die hintere Extremität ist ebenfalls kraftvoll (Abb. 5). Sie ist zwar länger als die vordere, aber keineswegs überproportional. Das kurze Femur zeigt ein kräftiges Caput und einen kaum überragenden Trochanter major. Der Trochanter minor ist nicht sichtbar, er ist wohl durch die Kunstharzplatte verdeckt. Deutlich ausgeprägt ist der

ursprüngliche Trochanter tertius, den MATTHEW (1909) auch für *Pantolestes* beschreibt. Im distalen Gelenk ist das Femur deutlich verbreitert. Die robuste Tibia ist mit der wesentlich schwächeren Fibula im distalen Bereich fest verwachsen. Etwa in der Mitte der Tibia liegt auf der Vorderseite ein von MATTHEW (1909) für *Pantolestes* beschriebener vorspringender Flansch (cnemial crest). Er unterscheidet sich sehr deutlich von der segelartigen Crista ant. tibiae bei *Macrocranium* (MAIER 1979), die von der Mitte der Tibia bis an das proximale Ende reicht. Das Skelett der Fußwurzel ist weitgehend verlorengegangen. Sichtbar ist lediglich die Rolle des linken Astragalus. Alle fünf Strahlen des Fußes sind ausgebildet und tragen kräftige Krallen. Unter den Metapodien ist der dritte Strahl am kräftigsten.

3. Körperproportionen

Mit dem neuen Skelett ist es möglich, etwas über die

Körperproportionen auszusagen. Auf den ersten Blick liegt keine ungewöhnliche Spezialisierung vor, etwa eine starke Verlängerung der Hinterbeine, wie sie für *Lep-tictidium* aus Messel (MAIER, RICHTER & STORCH 1986) gefunden wurden. Im Vergleich mit rezenten Raubtieren (Tab. 2) wie *Canis lupus*, *Vulpes vulpes* und *Felis catus* sind die Beine relativ kurz im Verhältnis zur Rumpflänge. Große Übereinstimmung findet man dagegen zu *Lutra lutra*, die ebenfalls relativ kurze Extremitäten hat. Auch in dem Verhältnis zwischen den Vorder- und Hinterbeinen findet *Buxolestes* mit *Lutra* eine bessere Übereinstimmung als mit den anderen Raubtieren. Auch *Potamotheerium*, ein oligozäner Mustelide, dem semiaquatische Lebensweise zugeschrieben wird, besitzt auffallend kurze Extremitäten (SAVAGE 1957). Es ist zwar nicht unproblematisch, von den Körperproportionen direkt auf die Lebensweise zu schließen, aber man kann zumindest feststellen, daß die Übereinstimmung zwischen *Buxolestes* und *Lutra* durch die ähnlichen Körperproportionen zusätzlich bestätigt wird. Da



Abbildung 2. *Buxolestes piscator*, Schädel und Oberkörper des Tieres. Zur Aufnahme mit NH_4Cl bedampft (Foto: KUMPF/KOENIGSWALD).

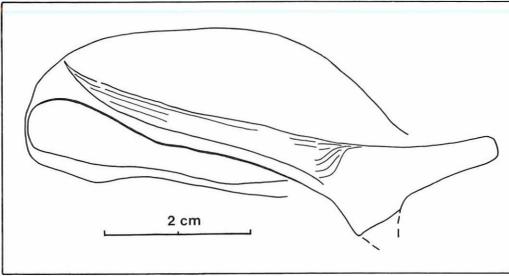


Abbildung 3. *Buxolestes piscator*, Schulterblatt (Zeichn.: M. SCHWAB).

die Verkürzung von Armen und Beinen bei *Lutra* wie bei den Seesäugetern allgemein als Anpassung an eine Fortbewegung im Wasser gewertet werden kann, unterstützen auch die Körperproportionen von *Buxolestes* die Annahme einer semiaquatischen Lebensweise für diese Gattung.

4. Nahrung von *Buxolestes*

Buxolestes wird als vorwiegend räuberisch angesehen und da sich Anpassungen an eine semiaquatische Lebensweise im Skelett finden ließen, ist wahrscheinlich, daß *Buxolestes* ein Fischfresser war. Diese Annahme schien durch die Tatsache glänzend bestätigt, daß im Magen-Darm-Bereich des ersten Exemplares tatsächlich Fischreste beobachtet werden konnten (KOENIGSWALD 1983).

RICHTER (1987) hat sowohl den Mageninhalt des ersten Exemplares überprüft wie auch den des zweiten Exem-

plares, den er näher untersucht hat. Überraschend ist, daß die Inhalte der Magen-Darm-Region der beiden Tiere völlig verschieden sind.

Beim ersten Exemplar wurden einerseits die Fischreste bestätigt, aber in dem dicken Paket von Knochenscherben auch Röhrenknochen gefunden, die nicht als Fischgräten anzusprechen sind. Demnach hat dieses Individuum auch andere Wirbeltiere erbeutet.

Bei dem zweiten Exemplar fand RICHTER (1987, S. 9) zwar den „Magen- und Darm-Bereich prall mit Material gefüllt, doch handelt es sich ausnahmslos um Teile pflanzlichen Ursprungs. Besonders häufig sind Früchte und Samen einer unbekanntes Pflanzenart (Abb. 6) von ca. 2 mm Länge und flach ovaler Form (vermutlich zusammengedrückt) mit festschaligem Kern (Steinzellen). Die Wand dieses Kerns hat eine Stärke von ungefähr 50 μ , er ist von einer Art Fruchtfleisch oder Schale aus lockerem Gewebe von ca. 250 μ Dicke umhüllt (Abb. 7)“.

Dieser auffällige Gegensatz zwischen dem Befund am ersten und am zweiten Exemplar von *Buxolestes* aus Messel ist jedoch biologisch verständlich. Zwar belegt der Inhalt des Magen-Darm-Bereichs der Messel-Fossilien die tatsächliche Nahrung, jedoch nicht unbedingt die typische.

Unterscheidet man primär nun ganz grob zwischen tierischer und pflanzlicher Nahrung, dann wird bei den typischen Pflanzenfressern bei Stichproben die Pflanzennahrung überwiegen, obwohl auch sie gelegentlich Fleischnahrung annehmen. Bei Fleischfressern ist der Anteil von Pflanzenkost häufiger und kann besonders bei Caniden und Musteliden zeitweise sogar so stark im Vordergrund stehen, daß man im Magen frischtooter Tiere ausschließlich Früchte findet, wie ich es z. B. bei *Mar-*

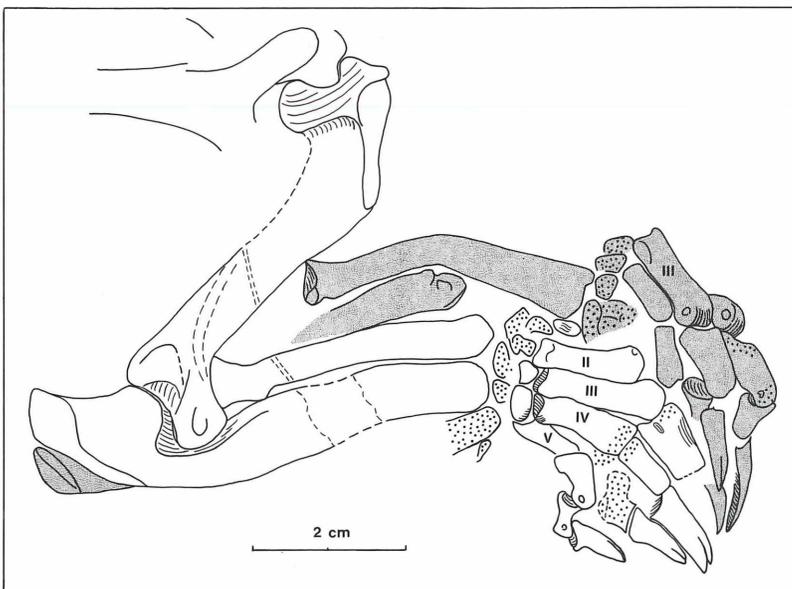


Abbildung 4. *Buxolestes piscator*, Vorderextremitäten in Fundlage. Die Elemente des linken Unterarms und der Hand sind gerastert. Grobgepunktete Bereiche bezeichnen erhebliche Beschädigungen der Knochenoberflächen (Zeichn.: M. SCHWAB).



Abbildung 5. *Buxolestes piscator*, Hinterextremitäten in Fundlage. Die Elemente des linken Beines sind gerastert. Grobgepunktete Bereiche bezeichnen erhebliche Beschädigungen der Knochenoberflächen (Zeichn.: M. SCHWAB).

Tabelle 2. Skelettmaße und Proportionen von *Buxolestes* und einigen mittelgroßen Raubtieren

	Rumpflänge		Humerus		Radius		Manus		Femur		Tibia		Pes	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
<i>Buxolestes piscator</i>	258	100	54	38	38	13	50	17	59	21	67	23	65	23
<i>Lutra lutra</i>	432	100	91	21	65	15	70	16	93	23	107	25	98	23
<i>Meles meles</i>	358	100	104	29	90	25	75	21	116	32	104	29	93	26
<i>Vulpes vulpes</i>	350	100	120	34	112	32	100	29	129	37	134	34	138	39
<i>Canis lupus</i>	600	100	197	33	195	32	(160)	(27)	218	36	223	37	(160)	(27)
<i>Felis catus</i>	300	100	106	35	102	34	77	26	114	38	122	41	116	39

tes fonia im Sommer beobachtet habe. Der Anteil der Pflanzenkost ist u. a. deutlich von jahreszeitlichen Zyklen mit ihren wechselnden Nahrungsangeboten abhängig. Daher kann die artspezifische Nahrungsauswahl eigentlich nur beurteilt werden, wenn das Nahrungsangebot bekannt ist (NIETHAMMER 1979).

Im Lebensraum von Messel hat es gewisse jahreszeitliche Schwankungen gegeben, die sich u. a. in der Periodik der Algenblüten (GOTH 1986) abzeichnen. Allerdings fehlen Anhaltspunkte für ausgesprochene Trockenzeiten, wie sie RAUHE (1986) postuliert. Der Unterschied in den Inhaltsstoffen des Magen-Darm-Bereiches der beiden Exemplare von *Buxolestes* kann möglicherweise verschiedene Jahreszeiten repräsentieren. Aber die große Vielfalt der Nahrung im subtropischen Gebiet reicht wahrscheinlich bereits aus, um bei zwei Stichproben derartig unterschiedliche Nahrungsbeispiele zu er-

fassen.

Das schließt nicht aus, daß *Buxolestes* wirklich bevorzugt Fische gefangen hat, wie es die Körperanpassungen wahrscheinlich machen, zeigt aber eindringlich, daß man den zufällig überlieferten Inhalt des Magen-Darm-Bereiches eines Individuums nicht als typisch für die Art (oder gar die ganze Gruppe) ansehen darf. In der Regel ist das Nahrungsspektrum breiter, als es in jeder Typisierung zum Ausdruck kommt (KOENIGSWALD & SCHAARSMIDT 1983).

5. Danksagung

Herrn Prof. Dr. S. RIETSCHEL danke ich für die Möglichkeit, dieses zweite Skelett von *Buxolestes* mit dem ersten Fund zu vergleichen. Dr. G. STORCH, Senckenberg-

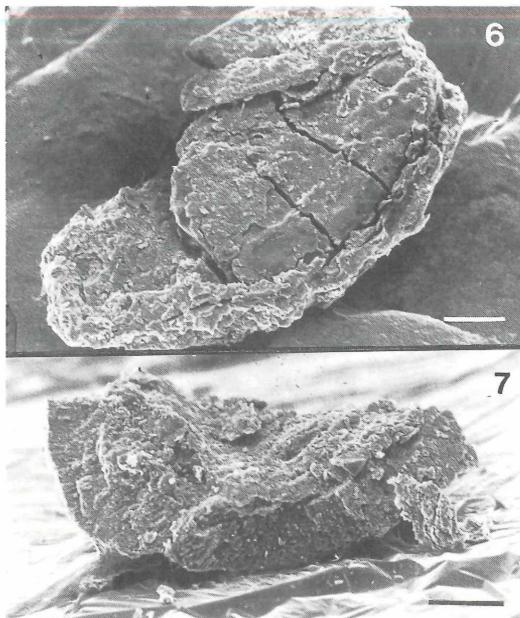


Abbildung 6 und 7. *Buxolestes piscator*, häufige Fruchtreste aus dem Magen-Darm-Inhalt. 6) flacher ovaler Samen in seinem Hüllgewebe (Frucht ?), 7) „Fruchtfleisch“ (REM-Aufnahmen aus RICHTER 1987). Länge der Balken: 200 μ .

Museum Frankfurt, sowie Dr. H. FEUSTEL, Hessisches Landesmuseum Darmstadt, ermöglichten mir den Zugang zu rezentem Vergleichsmaterial. Herr Dr. G. RICHTER, Senckenberg-Museum Frankfurt, gestattete die Abbildungen 6 und 7 aus seiner Arbeit (1987) zu verwenden. Abbildung 1 fertigte Herr V. GRIENER, LNK Karlsruhe, an, die Abbildungen 3, 4 und 5 zeichnete Frau M. SCHWAB, Hessisches Landesmuseum Darmstadt. Sie führte auch die Reinschrift des Manuskriptes aus. Allen sei für ihre Hilfe herzlich gedankt.

6. Literatur

- FRANZEN, J. L. (1977): Urpferdchen und Krokodile. Messel vor 50 Millionen Jahren. – Kl. Senckenberg-Reihe, 7: 1–36, zahlr. Abb.; Frankfurt a.M.
- FRANZEN, J. L. (1985): Exceptional preservation of Eocene vertebrates in the lake deposit of Grube Messel (West Germany). – Phil. Trans. R. Soc. Lond., B, 311: 181–186; London.
- GOTH, K. (1986): Mikrofazielle Untersuchungen am Messeler Ölschiefer. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 85: 209–211; Frankfurt a.M.
- HOOKE, J. J. (1986): Mammals from the Bartonian (middle/late Eocene) of the Hampshire-Basin. – Bull. British Mus. nat. Hist. (Geol.), 39 (4): 191–478, 71 Fig., 23 pl.; London.
- JAEGER, J. J. (1970): Pantolestidae nouveaux (Mammalia, Insectivora) de l'Eocène moyen de Bouxwiller (Alsace). – Palaeovertebrata, 3: 63–82; Montpellier.
- KOENIGSWALD, W. v. (1980): Das Skelett eines Pantolestiden (Proteutheria, Mamm.) aus dem mittleren Eozän von Messel bei Darmstadt. – Paläont. Z., 54: 267–287, 20 Abb.; Stuttgart.
- KOENIGSWALD, W. v. (1983): Skelettfunde von *Kopidodon* (Condylarthra, Mammalia) aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 167: 1–39, 23 Abb.; Stuttgart.
- KOENIGSWALD, W. v. (1983): Der erste Pantolestide (Proteutheria, Mammalia) aus dem Eozän des Geiseltals bei Halle. – Z. geol. Wiss., 11: 781–787, 2 Abb.; Berlin.
- KOENIGSWALD, W. v. (1987): Die Fauna des Ölschiefers von Messel. – In: HEIL, R. et al.: Fossilien der Messel-Formation: 71–142, 98 Abb.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- KOENIGSWALD, W. v. & MICHAELIS, W. (1984): Fossilagerstätte Messel – Literaturübersicht der Forschungsergebnisse aus den Jahren 1980–1983. – Geol. Jb. Hessen, 112: 5–26; Wiesbaden.
- KOENIGSWALD, W. v. & SCHAARSCHMIDT, F. (1983): Ein Urpferd aus Messel, das Weinbeeren fraß. – Natur Mus., 113: 79–84, 8 Abb.; Frankfurt a.M.
- KOENIGSWALD, W. v. & STORCH, G. (1986): *Leptictidium tobieni* n. sp., ein dritter Pseudorhyncocyonide (Proteutheria, Mammalia) aus dem Eozän von Messel. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 91: 107–116, 9 Abb.; Frankfurt a.M.
- LIPPMANN, H. G. (1987): Präparation von Fossilien aus der Grube Messel. – In: HEIL, R. et al.: Fossilien der Messel-Formation: 37–57, 20 Abb.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- LIPPMANN, H. G. & KOENIGSWALD, W. v. (1987): Wissenschaftliche Literatur zur Messel-Formation. – In: HEIL, R. et al.: Fossilien der Messel-Formation: 143–158, 1 Abb.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- MAIER, W. (1977): *Macrocranium tupaiodon*, WEITZEL, 1949, – ein igelartiger Insektivor aus dem Eozän von Messel und seine Beziehungen zum Ursprung der Primaten. – Z. Zool. Syst. Evolutionsforsch., 15: 311–318, 3 Abb.; Hamburg.
- MAIER, W. (1979): *Macrocranium tupaiodon*, an adapisoridic (?) insectivore from the Eocene of „Grube Messel“ (Western Germany). – Paläont. Z., 53: 38–62, 8 Abb.; Stuttgart.
- MAIER, W., RICHTER, G. & STORCH, G. (1986): *Leptictidium nasutum* – ein archaisches Säugetier aus Messel mit außergewöhnlichen biologischen Anpassungen. – Natur Mus., 116: 1–19, 25 Abb.; Frankfurt a.M.
- MATTHEW, W. D. (1909): The carnivora and insectivora of the Bridger Basin, Middle Eocene. – Mem. Amer. Mus. Natur. Hist., 9 (47): 291–567; New York.
- NIETHAMMER, J. (1969): Säugetiere. – 288 S., 75 Abb.; Stuttgart (Ulmer UTB).
- RAUHE, M. (1986): Ein Beitrag zur Palökologie und zum Paläoklima von Messel. – Documenta naturae, 35: 1–5, 1 Abb.; München.
- RICHTER, G. (1987): Untersuchungen zur Ernährung eozäner Säuger aus der Fossilfundstelle Messel bei Darmstadt. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 91: 1–33, 56 Abb.; Frankfurt a.M.
- ROBERTS, D. (1974): Structure and function of the primate scapula. – In: JENKINS, F. A. (ed.): Primate Locomotion, 6: 171–200, 15 Fig.; New York – London (Academic Press).
- SAVAGE, R. J. (1957): The anatomy of *Potamotherium* an Oligocene Lutrine. – Proc. Zool. Soc. London, 129: 151–244; London.
- STORCH, G. & LISTER, A. M. (1985): *Leptictidium nasutum*, ein Pseudorhyncocyonide aus dem Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia, Proteutheria). – Senckenbergiana lethaea, 66: 1–37, 43 Abb.; Frankfurt a.M.

ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER

Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald

Kurzfassung

Ein Profil von 313 cm Länge vom Biberkessel an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) wird in 1-cm-Abständen chemisch analysiert. Bestimmt wurden: Trockengewicht, Asche, Si, Ti, Ca, Mg, Na, K, Mn, P, Al, Fe, Zn, Pb und Cd. In den gleichen Proben wurden auch die Großreste, besonders die Moose, untersucht. Pollenanalysen von den ersten beiden Metern wurden in Abständen von zwei Zentimetern vorgenommen.

Das Profil beginnt im Spätglazial. Aufgrund der chemischen Analysen wird der Laacher Tuff lokalisiert, der im Alleröd liegt. In diesem Zeitraum finden sich auch die ersten Nadeln von *Pinus mugo*. Auch *Isoëtes spec.* und *Sparganium minimum* werden durch Großreste für den Biberkessel nachgewiesen. Durch Nadeln wird auch das Vorkommen der Fichte im Gebiet schon vor der Zeitwende belegt. Zwei Brände (1800 und 1920), die in den Diagrammen der chemischen Analysen nachgewiesen werden, dienen als Zeitmarken für die jüngste Waldgeschichte.

Im Diagramm der chemischen Parameter kommt es zu einer deutlichen Zunahme der Elemente Zn, Pb und Cd in den letzten Jahrzehnten, was sich aber nicht nur durch die Zunahme der Immissionen erklären läßt.

Abstract

Paleoecological studies on a moor at the Hornisgrinde in the Northern Black Forest (Germany)

A sediment and peat core of 313 cm from the Hornisgrinde (Black Forest, SW-Germany) was analyzed for chemistry in intervals of 1 cm. The following factors were measured: dry weight, ash, Si, Ti, Ca, Mg, Na, K, Mn, P, Al, Fe, Zn, Pb and Cd. In the same samples also the macrofossils, especially the mosses, were determined. Pollen analysis was done in intervals of 2 cm.

The profile starts in the late glacial. By chemical analysis the Laacher See-tephra was found, which is situated in the sediments of the Alleröd. In these sediments needles of *Pinus mugo* were found, which prove that *Pinus* existed already at a height of more than 1000 meters at this time.

Also macrofossils of *Isoëtes spec.* and *Sparganium minimum* could be detected.

Needles of *Picea abies* prove, that it existed in the area already before the turn of time.

Two forest fires which can be shown by the chemical analysis are marks of time (1800 and 1920) for the latest history of forest. Two other increases of the Si-content are probably caused by fires or other forest clearings. In the same samples also the pollen of *Vaccinium* increase.

The concentration of the elements Zn, Pb and Cd rise clearly in the upper part of the core. But this can be explained not only by the increased input of heavy metals but there exist also natural explanations for part of this increase.

The combined analysis of pollen, macrofossils and chemistry proved very useful.

Autoren

Dr. ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Die Hornisgrinde ist die höchste Erhebung des Nordschwarzwaldes. Sie weist eine Reihe von Vermoorungen unterschiedlicher Art auf. Sowohl der Nord- als auch der Südgipfel sind mit Plateaumoores bedeckt, die eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen und heute weitgehend von der Rasensimse (*Trichophorum cespitosum*) dominiert werden. Aber auch in den Karen liegen Moore.

Trotz dieser Vielfalt und der extremen Position des Gebietes gibt es bis heute nur ganz wenige Arbeiten über die Moore an der Hornisgrinde. Zu nennen ist hier die Arbeit von JASCHKE (1934) und die unveröffentlichte Arbeit von MÜLLER-STOLL aus dem Jahr 1931, die zur Zeit für eine Veröffentlichung mit einem Vergleich der heutigen Verhältnisse vorbereitet wird. Aus dieser Zeit ist auch die Arbeit von OBERDORFER (1938) über das Blatt Bühlertal zu nennen. Aus jüngerer Zeit gibt es noch die Arbeiten von SCHLICHTING (1974), HÖLZER & SCHLOSS (1981) und HÖLZER (1982).

Um diese Lücke wenigstens teilweise zu schließen, wurde im Jahr 1977 mit einem umfassenden Programm zur Untersuchung sowohl der aktuellen Vegetation wie auch der Vegetationsgeschichte begonnen. Die Untersuchungen wurden durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt (Ho 759/1–3).

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet (Abb. 1)

Die Hornisgrinde ist mit 1164 m die höchste Erhebung des Nordschwarzwaldes. Die Hochfläche wird vom Mittleren Buntsandstein gebildet. Sie hat die Form eines langgestreckten Rückens („Sargdeckel“), der etwa von Nord nach Süd verläuft. Ihre Gestalt ist von der letzten Eiszeit geprägt. An der Ost- und Südostseite befinden sich mehrere Kare. Das größte ist der Biberkessel, der sich wieder in zwei Teilkare untergliedert. In einem anderen liegt der Mummelsee. Außerdem sind das Große und das Kleine Muhr und das Pommersloch (FEZER 1957) zu nennen.

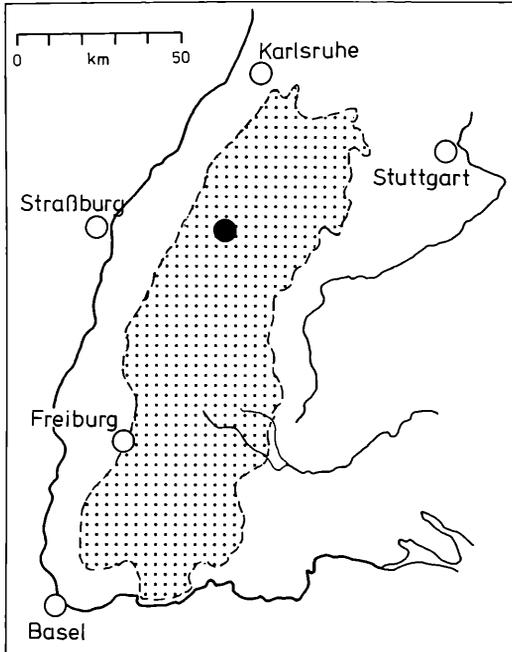


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald.

In der letzten Eiszeit war das ganze Hornisgrindegebiet mit einer geschlossenen Firnkappe bedeckt, von der aus fünf Gletscherzungen mit bis zu drei km Länge bis auf 700 m ü. d. M. hinabreichten. Die Schneegrenze lag bei ca. 850 m (METZ 1977).

Die Umgebung der Hornisgrinde ist das niederschlagsreichste Gebiet des ganzen Schwarzwaldes. Laut Klimatlas von Baden-Württemberg weist das Gebiet 70 Tage mit Schneefall und 140 Frosttage, aber nur 10 Sommertage oder 40 heitere Tage auf. Manchmal finden sich im Biberkessel noch im Juni kleine Schneefelder.

Das Arbeitsgebiet beschränkt sich auf die Hochflächen, soweit sie zur Zeit zugänglich sind, die Kare des Biberkessels und die östlich anschließenden Vermoorungen. Das Profil für die vorliegende Untersuchung wurde im Großen Biberkessel an der W-Seite des kleinen Restsees bei einer Höhe von etwa 1060 Metern entnommen.

2.2 Methoden

Im Winter 1981/82 wurden mit einem modifizierten Bohrgerät Typ MERKT & STREIF (1970) aus dem Biberkessel an verschiedenen Stellen Bohrkerne mit einem Durchmesser von 80 mm und etwa 1 Meter Länge entnommen. Bei der Probenahme lag im Biberkessel Schnee. Die Kerne wurden in einer Tiefkühltruhe gefroren und bis zur Aufarbeitung gelagert. Die Bearbeitung der Proben für das vorliegende Profil begann im Herbst 1982 und war im Sommer 1985 abgeschlossen. Bohr-

kerne aus den anderen Mooren an der Hornisgrinde sind zur Zeit noch in Arbeit.

Bei der Bohrung gab es beim obersten Meter Schwierigkeiten. Ein Teil des Bohrkernes glitt immer unten aus dem Rohr heraus, weil das Material zu flüssig war. Deshalb wurde ein weiterer Kern zwischen 50 und 150 cm Tiefe entnommen. Die Bearbeitung dieses Zwischenstückes, das den Übergang vom Sphagnumtorf in die Mude beinhaltet, erfolgt ebenso derzeit. In diesem Kern und den weiteren Reservekernen werden ^{14}C -Datierungen vorgenommen werden. Beim Auspressen dürfte der oberste Kern leicht gestaucht worden sein, da das Material in den obersten Zentimetern sehr locker war.

Die Kerne wurden tiefgefroren in Scheiben von 1 cm Dicke aufgeschnitten. Ein äußerer Ring von etwa 1 cm wurde für die Großrestanalyse verwendet. Somit standen etwa 20 ccm für jede Großrestanalyse zur Verfügung. Aus der inneren Scheibe von etwa 6 cm Durchmesser wurden zwei Proben mit je 1 cm Durchmesser für die Pollenanalysen ausgestochen, der Rest diente für die chemischen Analysen.

Die Proben für die Großrestanalysen wurden in 2%iger KOH leicht erwärmt und dann mehrmals dekantiert oder auch zentrifugiert, bis der Überstand fast klar war. Dann wurden die Reste unter einer Stereolupe mit 20- oder 40facher Vergrößerung durchgemustert und der Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtmasse geschätzt.

Die Proben für die Pollenanalysen wurden, soweit es nötig war, mit heißer Flußsäure behandelt. Darauf folgte eine Behandlung mit KOH und die Azetolyse (FAEGRI & IVERSEN 1975). Aufbewahrt wurden die Proben in Glycerin. Gezählt wurde nach Anfertigung von Glyceringelatine-Präparaten. Als Bezug für die Berechnungen diente die Summe der Baumpollen (BP).

Für die chemischen Analysen wurden die Proben bei 105 Grad getrocknet und dann mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Verascht wurde bei 550°C. Aufschlüsse für Silizium erfolgten in NaOH, für Titan in Kaliumdisulfat-Schmelze. Die Bestimmung der beiden Elemente erfolgte photometrisch mit Ammoniummolybdat bzw. Tiron. Die Analyse der restlichen Elemente erfolgte nach einem Aufschluß mit Salpetersäure-Schwefelsäure. Zur Verwendung kamen dabei ein Atomabsorptionspektrophotometer Pye-Unicam SP90 für die Elemente Ca, Mg und Mn, ein Polarograph Metrohm E626 für Pb, Cd und Zn, ein Flammenphotometer der Firma Lange für Na und K. P, Fe und Al wurden spektral-photometrisch mit Ammoniummolybdat, Orthophenanthrolin und Aluminon gemessen. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte nach Aufschluß nach ALLEN (1974) photometrisch mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode.

Die umfangreiche Auswertung der angefallenen Daten wurde mit einem Apple-Microcomputer durchgeführt.

3. Pollenanalyse

3.1 Allgemeiner Teil

Die Pollenanalyse gibt uns Informationen über die Vegetation der Umgebung des Moores. Umstritten ist die Frage, welchen Umkreis der Vegetation ein Pollendiagramm umfaßt. Eigene Untersuchungen hinsichtlich der Großreste als auch der Pollen zeigen, daß in der besonderen topographischen Situation der Hornisgrinde der Fernflug eine besondere Rolle spielen muß. Auf eine Entfernung von etwa 8 Kilometern haben wir einen Höhenunterschied von fast 1000 Meter. So wurden z. B. im Biberkessel Blätter der Edelkastanie (*Castanea sativa*) verschiedentlich gefunden. Diese müssen bei den in unseren Breiten vorherrschenden Westwinden wohl vom Westabhang der Hornisgrinde stammen, und das bedeutet, daß sie aus Höhen unter 700 m Höhe über den Gipfel mit 1164 m wieder auf etwa 1000 m transportiert wurden. Wenn größere Blätter über diese Entfernung transportiert wurden, so stellt sich automatisch die Frage, wie es mit den sehr viel leichter verwehbaren Pollen und Sporen aussieht.

GROSSE-BRAUCKMANN (1978) berichtet über dreijährige Messungen des absoluten jährlichen Pollenniederschlags auf dem Schauinsland bei Freiburg. Seine Meßstelle lag bei 1200 m Höhe, also etwa dem Hornisgrindegipfel entsprechend. Der geschlossene Wald in seiner Umgebung bestand hauptsächlich aus Fichte (+ Tanne), was auch weitgehend der Hornisgrinde entspricht. Es zeigte sich ein höchst unerwartetes Bild. *Quercus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Alnus* und *Corylus* machten weit mehr als die Hälfte des dort möglichen Gehölzpollenniederschlags aus. Es handelt sich um Arten, die in den Wäldern der näheren Meßstellenumgebung kaum vertreten sind und deren Pollen damit aus tieferen Lagen stammen müssen. Dasselbe gilt für den Getreidetyp, *Castanea*, *Juglans* und *Platanus*. Er nimmt an, daß diese Pollentypen aus der Freiburger Gegend herangeweht wurden. Dagegen fällt der Pollen der in der lokalen Vegetation hauptsächlich vertretenen Arten recht gering aus. Da die Situation an der Hornisgrinde der des Schauinslandes recht ähnlich ist, muß mit ähnlichen Befunden gerechnet werden. Bisherige Untersuchungen des Niederschlags von Rezentpollen aus Moospolstern unterstützen diese Hypothese (HÖLZER in Vorber.). Bei der Interpretation des Pollendiagrammes muß also mit ähnlichen Erscheinungen wie am Schauinsland gerechnet werden.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch RADKE (1973), der außer den Profilen auch Oberflächenproben vom Nord-schwarzwald untersuchte. Er schreibt, daß sich die lokale Vegetation nur zum Teil im Pollenspektrum widerspiegelt.

3.2 Diskussion des Pollendiagramms (Anhang, Tafel 1)

Größere Probleme ergeben sich bei der Einteilung des Profiles in Pollenzonen nach FIRBAS. Es wurde deshalb

nur eine Gliederung in lokale Pollenzonen vorgenommen, auf die aber noch nicht eingegangen werden soll. Eine Einordnung in das allgemeine System wird nach der Fertigstellung der restlichen Profile und nach Vorliegen von ¹⁴C-Daten von der Hornisgrinde und ihrer Umgebung erfolgen.

Die Kurve von *Picea* zeigt ein typisches Verhalten. Seit der Zeitmarke des Brandes von 1800, der in einer Tiefe von 20 Zentimetern liegt, steigt sie stark an, was an der systematischen Aufforstung mit Fichten nach dem Brand liegt. Darunter ist sie aber auch schon reichlich vertreten, was den Angaben von HAUSBURG (1967) entspricht. Er schreibt aufgrund historischer Quellen, daß sich die Fichte wohl schon vor 1500 nicht mehr auf ihre spärlichen natürlichen Vorkommen in den Hochlagen beschränkte, sondern in die von Menschen genutzten Flächen einwanderte. Dies gilt sicherlich für den oberen Teil des Profils. Im mittleren Abschnitt sieht es aber anders aus. Obwohl Nadeln im Großrestdiagramm zwischen 90 und 131 cm vorhanden sind, steigt ihr Pollenanteil kaum über 1%. Nach HUNTLEY & BIRKS (1983) kann erst ab einem Pollenanteil von 5% mit lokaler Anwesenheit gerechnet werden, was sich damit aber im vorliegenden Fall als nicht zutreffend erweist, denn die Fichte war im Bereich des Moores, durch Großreste belegt, vorhanden. Es gibt dafür mehrere Erklärungen. Einmal könnte die Fichte aufgrund der für sie schlechten Bedingungen über mehrere Jahre hinweg kaum geblüht haben. Dem widerspricht aber die Beobachtung, daß Pflanzen unter ungünstigen Bedingungen gerade häufig blühen und auch fruchten. Dies wird durch Beobachtungen unterstützt, daß zur Zeit unter den Streßbedingungen des Waldsterbens Fichten schon in sehr jungem Alter blühen und fruchten. Eine weitere Möglichkeit wäre, daß der lokale Pollen der Fichte durch den Regional- und Fernanteil aus der Rheinebene oder dem Vorbergland stark verdünnt wird. Dies entspräche auch weitgehend den Ergebnissen von GROSSE-BRAUCKMANN (1978) vom Schauinsland. Und dies müßte dann auch bei der Interpretation der weiteren Typen beachtet werden.

Ein weiterer Pollentyp, der diese Hypothese unterstützt, ist *Humulus/Cannabis*. Es dürfte sich weitgehend um *Cannabis* handeln, da *Humulus* sich kaum im Gebiet in der Vergangenheit fand und zudem bei der Hopfenkultur fast ausschließlich karpellate Pflanzen angepflanzt werden, da die weiblichen Blüten beim Bierbrauen gebraucht werden. Nach METZ (1977) dagegen waren Achern und Bühl, nur wenige Kilometer westlich, vor 1800 die größten Hanfmärkte Mitteleuropas. Wie man aus alten Gewannamen erkennen kann, spielte in der Rheinebene der Hanf eine wichtige Rolle. Erst um etwa 1750 brach dann wegen billigerer Importe aus den baltischen Ländern der Hanfmarkt zusammen. Dies läßt sich an der Kurve von *Humulus/Cannabis* im Pollendiagramm bei etwa 20 cm Tiefe ablesen. Von unten her nehmen die Werte bis dahin fast stetig zu. Nun stellt sich die Frage, wo dieser Hanf, der im Pollendiagramm An-

teile von über 20 % erreicht, gewachsen ist. Nach HEUSER (1927) muß der Boden für den Hanf tiefgründig, humos, kalkhaltig und stickstoffreich sein, die Wasserversorgung gut. Besonders geeignet sind nährstoffreiche Flußtäler und entwässertes Moorland. Demnach dürfte der Hanf in der Kinzig-Murg-Rinne oder den Ebenen der Seitenzuflüsse angebaut worden sein. Die Buntsandsteinböden des Nordschwarzwaldes sind ungeeignet. Demnach muß der hohe Anteil an Hanf aus der Rheinebene stammen. Bei anderen Pollentypen muß mit dem gleichen Effekt gerechnet werden. Im Gegensatz zum vorliegenden Profil und BECKH (1984), das auch bis zu 10 % *Cannabis* im Profil hatte, findet SCHLOSS (1978), dessen Profil in der Seemisse nur wenige Kilometer südlich entnommen wurde, nur geringe Werte. Werte um 6 % werden von HÖLZER & SCHLOSS (1981) vom Hornisgründegipfel angegeben, wobei dort aber BP + NBP die Bezugssumme bilden. Bei Bezug auf BP muß mit höheren Werten gerechnet werden. RADKE (1973), dessen Arbeitsschwerpunkt weiter östlich lag, hat bei gleicher Berechnung bei seinen Profilen sehr unterschiedliche Ergebnisse. Sie reichen von 1 bis 10 %. LANG führt ihn im Schurmsee als *Humulus*-Typ auf, der allerdings sehr spärlich auftaucht.

Vergleicht man die Kurve von *Humulus/Cannabis* mit der von *Juglans* und *Castanea*, so stellt man fest, daß sie etwa in gleicher Tiefe einsetzen, von einigen früheren Einzelfunden abgesehen. *Juglans* beginnt auch wie üblich etwas früher als *Castanea*. Meist fällt die Ausbreitung von *Juglans* und *Castanea* mit der römischen Kolonisation zusammen, und dies wäre etwa die Zeitwende oder kurz zuvor. Daraus läßt sich schließen, daß der systematische Anbau wohl etwa vor der Zeitwende einsetzte. Dies stimmt auch recht gut mit den archäologischen Befunden überein. Nach KÖRBER-GROHNE (1987) stammen die ältesten Funde von Hanf vom Beginn der vorrömischen Eisenzeit (Hallstattzeit, 800–400 v. Chr.). Ein Fund stammt aus den Grabhügeln des keltischen Fürsten von Hochdorf bei Stuttgart, datiert auf etwa 500 v. Chr.

Auffallend sind auch die hohen Getreidefunde. Dies entspricht wieder den Ergebnissen von GROSSE-BBAUCKMANN (1976) bezüglich des Rezentanfluges.

Ergänzung zum Pollendiagramm.

Weitere Einzelfunde: 38 cm: *Drosera rotundifolia* 0,13 %; 44 cm: *Euphorbia*-Typ 0,19 %, *Viola palustris*-Typ 0,19 %; 46 cm: *Rhinanthus*-Typ 0,27 %; 48 cm: *Rhinanthus*-Typ 0,36 %; 56 cm: *Viola palustris*-Typ 0,13 %, *Sanguisorba minor* 0,13 %; 60 cm: *Viola palustris*-Typ 0,19 %; 66 cm: *Thalictrum* 0,17 %; 67 cm: *Drosera rotundifolia* 0,18 %, *Thalictrum* 0,18 %.

4. Großreste

4.1 Allgemeiner Teil

Die Analyse der Großreste sollte nicht der Rekonstruktion der höheren Pflanzengesellschaften der Umgebung dienen. Vielmehr sollen Angaben über die Vegeta-

tion in direkter Umgebung der Bohrstelle gemacht werden. Hierzu wurden vor allem die Moose herangezogen, da sie einerseits weitgehend eine Bestimmung bis zur Art ermöglichen, zum anderen liefern die Moose sehr genaue Aussagen über die Versorgung mit Nährstoffen oder über die Feuchtigkeitsverhältnisse. Allerdings machen sich lokale Störungen auch leichter bemerkbar, und sie sind schwieriger von allgemeinen Änderungen des Klimas oder allgemein der Umwelt zu unterscheiden. Moose werden in Hochmooren kaum über größere Strecken transportiert. Bei eigenen Arbeiten wurde bisher nur einmal bei Analysen von Hochmoortorfen ein Blatt von *Racomitrium lanuginosum* gefunden, was normalerweise auf Felsen außerhalb von Mooren steht und wohl durch die Luft in das Moor transportiert wurde. Die Analyse der Großreste hilft bei der Interpretation des Pollendiagramms, aber auch bei der chemischen Analyse. Denn ein Sprung in der Konzentration eines oder mehrerer Elemente kann allein durch den Wechsel der Torfzusammensetzung bedingt sein.

4.2 Diskussion des Großrestdiagrammes (Anhang, Tafel 2)

Das Diagramm läßt sich grob in zwei Abschnitte unterteilen. Der obere Abschnitt, der die Proben 1–76 umfaßt, wurde unter terrestrischen oder semiterrestrischen Bedingungen gebildet, die unteren beiden Meter sind rein limnische Bildungen. Dabei kann man aber bei den Proben 90–110 noch die deutlichen Einflüsse des nahen Ufers in Form von eingeschwemmten Torfmoosen und auch von *Drepanocladus* erkennen.

Der unterste Bereich zwischen 290 und 310 besteht aus fast reinem Ton mit sehr geringer Großrestführung. Beim obersten Drittel des Profils handelt es sich um einen *Sphagnum*-Torf, der weitgehend von *S. magellanicum* bestimmt wird. Nur im unteren Teil tritt noch *Sphagnum recurvum* in nennenswerter Menge hinzu. Wie man aufgrund der Datierung durch die Ascheschichten erkennen kann, ist der Torf sehr schnell gewachsen. 20 Zentimeter Torf wurden in etwa 200 Jahren gebildet. Das stimmt auch mit dem guten Erhaltungsgrad des Torfes überein.

Die Standortbedingungen dürften recht naß gewesen sein. Dies paßt auch zu dem guten Erhaltungsgrad der Großreste. Ebenso kann man es auch an dem geringen Anteil von *Calluna* und der Abwesenheit von Kiefernadeln erkennen. Selbst kleine Kiefern dürften nicht direkt an der Bohrstelle gestanden haben. Denn dann wären sie im Torf sicherlich durch Nadeln vertreten. Interessant ist das deutliche Maximum der *Sphagna Acutifolia* zwischen 19 und 8 cm Tiefe im Profil. In diesen Proben konnten Stamtblätter von *S. rubellum* identifiziert werden. Es dürfte sich um eine nasse Phase handeln, die wohl die Folge des Brandes von 1800 war. Nach MALLIK (1984) kommt es nach Bränden zu einer Verdichtung des Untergrundes und danach zu einer Vernässung. Der anschließende Anstieg von *S. magellanicum* sowie dem Aufkommen von *Calluna* und Kiefern an dieser

Stelle dürfte ein Zeichen für zunehmende Trockenheit in der jüngsten Zeit sein. Einher geht damit auch im Pollendiagramm der Anstieg der Kiefer im obersten Zentimeter. Bei *Polytrichum* handelt es sich wohl meist um *Polytrichum strictum*, wobei aber die sichere Bestimmung nicht immer möglich war, da oft nur die Stengel oder Blattbasen erhalten waren. Aus dem Vorkommen dieser Art darf man aber nicht sofort auf Trockenheit schließen. Sie kann auch relativ naß stehen und bildet dann etwas kleinere Pflanzen.

Der mittlere Meter entstand unter limnischen Bedingungen, wobei am Ufer aber große Flächen mit *Drepanocladus fluitans* vorhanden waren, was auch heute bei dem kleinen Restsee noch der Fall ist. In den See sind viele Großreste hineingefallen und durch den Westwind wohl ans östliche Ufer getrieben worden. Dort wäre also für diese Fragestellung die Bohrung günstiger gewesen. Allerdings waren dort viele Blöcke im Untergrund, und das Profil war dort nicht so vollständig. Im mittleren Profilabschnitt verdienen die Nadeln von *Picea* noch besondere Beachtung. Sie reichen bis zu einer Tiefe von 130 cm. Die Nadel in Probe 200 dürfte bei der Probenahme hineingeraten sein. Da der tiefste Fund von *Picea*-Nadeln deutlich unter dem Ausklingen von *Castanea* und *Juglans* im Pollendiagramm liegt, dürfte die Fichte schon vor der Zeitwende im Biberkessel heimisch gewesen sein. Dies ist der früheste wirkliche Nachweis der Fichte im Nordschwarzwald. Die Fichtenfrage im Hornisgrindegebiet wurde schon von HAUSBURG (1967) aus historischer Sicht und bei HARTMANN & SCHNELLE (1970) aus klimatisch-soziologischer Sicht diskutiert. Nach diesen Funden im Profil stellt sich nur noch die Frage, wie weit sie auch außerhalb des Biberkessels vorkam. Sie dürfte aber kaum außerhalb des eigentlichen Kessels vorhanden gewesen sein. Dort dürfte die Konkurrenz der anderen Bäume wie Buche und Tanne zu stark gewesen sein. Interessant sind die geringen Pollenanteile der Fichte im gleichen Bereich (vgl. dazu die Diskussion des Pollendiagramms). Bei den Fichtennadeln kann aber im Gegensatz zu den Pollen ausgeschlossen werden, daß sie über weitere Entfernung verfrachtet werden. Sie müssen also an Ort und Stelle gewachsen sein. Da das Einzugsgebiet des Biberkessels sehr klein ist, könnten sie höchstens aus der Karwand in den See verfrachtet worden sein.

Die Nadeln der Tanne dagegen werden etwas leichter vom Wind verweht. Aber auch hier dürften keine weiteren Entfernungen überbrückt worden sein. Die Tanne ist im Gegensatz zur Fichte im mittleren Bereich des Pollendiagramms besser vertreten als die Fichte. Ihr tiefstes Vorkommen im untersten Teil des Profils ist die Probe 212, und damit stimmt die Großrestkurve mit den Pollenfunden, von wenigen Einzelfunden abgesehen, überein.

Im untersten Profilabschnitt tritt bei den Torfmoosen zusätzlich *Sphagnum palustre* hinzu, was wohl an den besseren Nährstoffbedingungen auf den damals noch jungen Böden liegt.

In den Proben 280 und 282 fanden sich Nadeln von der Bergkiefer (*Pinus mugo*), die auch in den oberen beiden Profilabschnitten nicht selten waren. Dieses Vorkommen entspricht dem Maximum bei der Stickstoffkurve im gleichen Abschnitt beim Diagramm der chemischen Analysen. Da dieser Bereich dem Alleröd entspricht (vgl. Nachweis des Laacher Tuffes im Chemiediagramm), ist dies der Beweis dafür, daß die Bergkiefer zu dieser Zeit schon im Biberkessel, d. h. in einer Höhe von 1000 m vorkam. Wenn die Kiefer im Alleröd schon in dieser Höhe auftrat, stellt sich die Frage, ob sie vielleicht die letzte Eiszeit in der Oberrheinebene überdauerte. In dem anschließenden Abschnitt, welcher der Jüngeren Dryas entspricht, fanden sich keine Nadeln, was nahelegt, daß sich die Bergkiefer in dieser Zeit wieder aus dieser Höhe zurückzog. Im Pollendiagramm (SCHLOSS 1987) findet sich im gleichen Bereich auch ein Rückgang der Kiefernpollen.

Einen sehr interessanten Verlauf zeigen auch die Kurven der *Isoëtes*-Megasporen. Es konnten zwei Typen unterschieden werden. Der etwas größere Typ ist an der Oberfläche relativ glatt, der kleinere Typ mehr kantig und stachelig. Der kleine Typ ist sehr viel weniger verbreitet als der erste. Bei Rezentuntersuchungen an *Isoëtes*-Megasporen stellte es sich heraus, daß es sich bei den großen Sporen um vollständige Sporen mit Endo- und Exospor handelt. Den kleineren Sporen fehlt das Exospor. Eine Unterscheidung zwischen *Isoëtes lacustre* und *I. setaceum* im subfossilen Zustand konnte nicht vorgenommen werden, da wahrscheinlich die Stacheln von *I. setaceum* korrodieren.

Eine weitere Rarität ist der Zwerg-Igelkolben (*Sparganium minimum*), der als Samen vorhanden war und leicht anzusprechen ist. Er tritt schon in Probe 266 zum ersten Mal auf. Dies entspricht im Pollendiagramm von SCHLOSS (1987) dem Präboreal. Die Pflanze, die reichere Standorte verlangt, fehlt heute im Nordschwarzwald.

5. Chemische Analyse

5.1 Allgemeiner Teil

Chemische Analysen von Torf mit parallelen Großrest- und Pollenanalysen wurden bisher in Mitteleuropa nicht durchgeführt. Chemische Analysen von Hochmoortorfen gewinnen aber in jüngerer Zeit besondere Bedeutung, da Hochmoore nur aus den Niederschlägen mit Nährstoffen versorgt werden und damit vielleicht den den zeitlichen Verlauf der Schwermetalleinträge widerspiegeln könnten. Dabei ist besonders wichtig, ob die Elemente sehr mobil oder immobil sind.

In der Literatur wird einerseits behauptet, daß sich Moore über ihren Gehalt an Schwermetallen zur Rekonstruktion des umweltbedingten Inputs eignen (z. B. WANDTNER 1981), andererseits wird dies bezweifelt (DAMMAN 1978, HÖLZER 1981, CLYMO 1983). CLYMO (1983) führt an, daß *Sphagnum papillosum*, welches mit $H^{14}CO_3^-$ versorgt wurde, ^{14}C aufnimmt. Davon sind

nach 24 Stunden 80 % in der alkoholunlöslichen Fraktion. Nachdem die Pflanzen 3 Monate später durchschnittlich 3,2 cm gewachsen waren, fanden sich 35 % des ^{14}C in den neuen Köpfchen, die nicht der Behandlung ausgesetzt waren. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt er auch bezüglich des ^{137}Cs , was sich dagegen in Seesedimenten als hervorragende Zeitmarke herausgestellt hat. Es zeigt sich hier also, daß manche Elemente von den Torfmoosen nach Mineralisierung im unteren Bereich oben wieder eingebaut werden und es damit zu einer Anreicherung in den obersten Schichten kommen muß.

5.2 Diskussion des Diagramms der chemischen Analysen (Anhang, Tafel 3)

Wie schon das Großrestdiagramm, gliedert sich das Diagramm der chemischen Analysen in zwei Abschnitte, einen oberen Teil mit sehr niedrigem Asche- und Siliziumgehalt und einen unteren Teil mit sehr viel höheren Werten. Hier spiegelt sich die Zusammensetzung des Profils bezüglich der Großreste wider. Der obere Teil besteht hauptsächlich aus Torfmoosen, der untere Teil aus Mudde mit einem unterschiedlichen Anteil an eingeschwemmten Mineralien.

Der obere Teil, der entsprechend dem Pollendiagramm wohl hauptsächlich die letzten 1000 Jahre repräsentiert, weist bei der Asche und beim Silizium einen deutlichen Peak bei 20 cm Tiefe auf, der dann aber auch bei den Elementen Kalium, Aluminium und Eisen sich in abgeschwächter Form wiederfindet. Interessanterweise zeigen Blei und Zink kein entsprechendes Verhalten, was wohl darauf schließen läßt, daß sie beweglicher sind. Es handelt sich hier um den großen Brand vom Sommer 1800, wo weite Flächen von der Hornisgrinde bis zur Seemisse abbrannten (METZ 1977). Dieser sehr gute Leithorizont findet sich auch in weiteren Seen und Mooren der Umgebung (HÖLZER in Vorber.). Eine etwas geringere Zunahme bei der Asche und beim Siliziumgehalt findet sich um Probe 7. Hier handelt es sich wohl um einen Brand im Jahre 1920. Die Zunahme weiterer Elemente in diesem Bereich dürfte hauptsächlich mit dem Grundwasserstand zu tun haben (DAMMAN 1978). Sehr deutlich erkennt man dies an dem leicht nach oben verschobenen Maximum beim Eisen, Aluminium und auch beim Cadmium.

Eine weitere Zunahme des Siliziumgehaltes findet sich bei einer Tiefe von 26–37 cm und bei 50–51 cm. Ob es sich hier auch um Brände gehandelt hat, läßt sich noch nicht sagen. Sie würden sich aber hervorragend zur Gliederung und Parallelisierung von Profilen aus dem Bereich der Hornisgrinde eignen. Blei und Cadmium nehmen hier aber im Gegensatz zu den sicheren Bränden im oberen Bereich zu. Zu erwähnen sind noch die hohen Konzentrationen an Mangan in den obersten Zentimetern. Dies ist aber eine allgemeine Erscheinung, die sich auch an anderen Profilen beobachten läßt (DAMMAN 1978, HÖLZER in Vorber.). Ganz gegensätzlich verhält sich Cadmium, das sehr mobil ist.

Im zweiten Profilabschnitt kommt es zwischen den Proben 118 und 120 zu einem deutlichen Sprung im Asche-, Silizium- und Stickstoffgehalt, etwas weniger beim Trockengewicht. Da diese Parameter voneinander unabhängig bestimmt werden, kann es sich nicht um einen systematischen Fehler handeln. Außerdem nimmt von hier an auch *Corylus* im Pollendiagramm ab. Dies hängt hauptsächlich mit dem Übergang vom Sphagnumtorf in die Mudde zusammen. In diesem Bereich und darüber war der Schwingrasen. Der Einfluß des Schwingrasens macht sich auch noch im Blei- und Cadmiumgehalt bemerkbar, die in Wellen nach unten hin abnehmen. Interessant ist wieder der gemeinsame Peak von Blei und Cadmium im Bereich des Sprungs im Asche- und Siliziumgehalt.

Im unteren Meter fällt vor allem der langsame Anstieg der Konzentration verschiedener Elemente wie Magnesium, Calcium, Aluminium usw. auf, was mit dem zunehmenden Anteil an Ton zu tun hat. Besonders fällt hierbei die Probe 283 auf. Es handelt sich hier um den Laacher Tuff, der besonders durch den Anstieg der Elemente Natrium, Phosphor, Aluminium, Zink und Blei ausgezeichnet ist, wobei dann andere Elemente abnehmen. Dies erklärt sich vor allem aus den vulkanischen Gläsern. Andere Elemente, von denen man vielleicht eine Zunahme erwarten würde, fallen im hohen Hintergrund des Tones nicht auf. Der Laacher Tuff liefert eine ausgezeichnete Zeitmarke zur Datierung des Alleröds, und vor allem die chemischen Analysen helfen bei seiner Festlegung, da er optisch auch bei mikroskopischer Durchmusterung der Proben nicht zu erkennen war. Auch bei weiteren Profilen aus anderen Mooren konnte er mittels der chemischen Analysen leicht erkannt werden (HÖLZER in Vorber.).

Geht man von der Zunahme des Elementes Natrium bei Eintrag eines Tuffes aus, so stellt sich sofort die Frage, ob bei der Probe 209 nicht ein weiterer Tuff ist. Dies wird sich aber erst nach weiteren Analysen entsprechender Profile absichern lassen.

Eine besondere Rolle spielt die Kurve des Gesamtstickstoffes im unteren Abschnitt des Diagramms. Sie zeichnet im Bereich des Alleröds die bekannten Kurven des Temperaturverhaltens im Spätglazial nach, d. h. eine höhere Temperatur bedeutet eine höhere Produktion an pflanzlichen oder tierischen Organismen und damit einen höheren Gehalt an Stickstoff im Sediment. Sehr schön zeichnet sich dabei das Alleröd und der Rückschlag der Jüngeren Dryas ab. Aber auch im Präboreal kommt es dann nicht zu einer stetigen Zunahme, sondern im Bereich der Proben 250–260 kommt es nochmals zu einer Stagnation oder sogar einem kleinen Rückschlag. Es stellt sich hier die Frage, ob wir es hier mit einem vermehrten Sandeintrag zu tun haben. Dies wäre wahrscheinlich, wenn die Vegetation lückiger geworden wäre. Gleiche Ergebnisse würde auch eine verringerte Produktion im Wasser bei abgesunkener Temperatur zeigen. Über eine Klimaschwankung in diesem Zeitraum berichtet BEHRE (1966).

Abschließend zur Diskussion der chemischen Analysen stellt sich noch die Frage, wie wohl der Kurvenverlauf der meisten Elemente in den obersten 50 Zentimetern ohne Einfluß des Menschen aussehen würde. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse muß man annehmen, daß die Kurven wohl einen ähnlichen Verlauf aufweisen würden. Denn ein Teil der in den Torfmoosen festgelegten Elemente wird nach dem Absterben wieder mobilisiert und kann damit wieder oben eingebaut werden. Da dieser Zyklus schon mehrere Jahrtausende andauerte, kam es zu einer automatischen Anreicherung in den obersten Schichten eines Moores mit Torfmoosen. Allerdings wären die Anstiege wohl nicht so stark.

6. Zusammenfassende Diskussion der Pollen- und Großreste sowie der chemischen Analysen

Wie man aus den vorliegenden Diagrammen sieht, hat sich die parallele Bearbeitung der drei Fachgebiete als sehr nützlich herausgestellt. Vor allem die Großreste ergeben eine hervorragende Ergänzung der Pollenanalysen, aber auch der chemischen Analysen. Die drei voneinander unabhängigen Verfahren können einander unterstützen oder auch die Ergebnisse einer Methode wieder einschränken. Auch AABY & JACOBSEN (1979) fordern, daß zu chemischen Analysen Großreste parallel untersucht werden müssen.

Als besonderes Beispiel sei nochmals auf die Situation im Alleröd verwiesen (Proben 280–285). Als erstes ermöglicht die chemische Analyse die sichere Datierung dieses Zeitabschnittes, obwohl der Tuff optisch nicht zu erkennen war. Er liegt im Chemiediagramm im mittleren bis unteren Ende des Alleröds. Dabei muß man aber bedenken, daß der Tuff im Sediment ein wenig eingesunken sein könnte. Bei Paralleluntersuchungen am Laacher Tuff von anderen Gebieten (HÖLZER in Vorber.) zeigte es sich nämlich, daß die schweren Elemente meist um einen Zentimeter tiefer liegen als die leichteren. Die Kurve des Stickstoffes spiegelt das typische Temperaturverhalten in diesem Zeitabschnitt wider. Außerdem wird durch die Nadeln von *Pinus mugo* gerade im diesem Abschnitt belegt, daß die Bergkiefer im Alleröd schon im Biberkessel oder auf den Höhen darüber war. Allein aufgrund der Pollenkurve wäre dies alles nicht sicher zu klären gewesen. Auch eine ¹⁴C-Datierung wäre ganz sicher teurer und unter Umständen sehr viel unsicherer gewesen. Außerdem hätte sich dann immer noch die Frage gestellt, ob die Bergkiefer direkt im Gebiet vorhanden war oder ob es sich um Einwehungen von tieferen Lagen westlich des Gipfels handelt.

Zum anderen hilft die Großrestanalyse aber auch bei der Interpretierung der chemischen Analysen. Hier dürften vor allem die Ionenaustauscher der Torfmoose eine große Rolle spielen, die ja auch noch in totem Zustand der Torfmoose noch funktionieren. Allerdings finden sich in den vorliegenden Diagrammen keine eindeuti-

gen Hinweise darauf, daß es entsprechend der Torfmoosarten bei den Großresten zu einer Zunahme gewisser Elemente kommt.

Ein weiteres ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie sich die drei Analysenmethoden bestens ergänzen, findet sich im obersten Meter. Bei der Besprechung der Ergebnisse der chemischen Analysen war darauf hingewiesen worden, daß sich außer dem deutlichen Peak in der Tiefe von 20 Zentimetern beim Silizium drei weitere etwas undeutlichere in diesem Profilabschnitt befinden. Einer findet sich bei 7 Zentimetern und wurde dem Jahr 1920 zugeordnet. Ein weiterer liegt bei 36–37 und noch einer bei 50–51 Zentimetern. An diesen Stellen im Pollendiagramm gibt es deutliche Zunahmen bei der *Vaccinium*-Kurve oder im Hauptdiagramm bei den Ericaceen. Mit einer gewissen Phasenverschiebung folgen Peaks von *Filipendula*. Es muß aufgrund dieser Zusammenhänge damit gerechnet werden, daß es sich bei den Peaks bei 36–37 und 50–51 auch um Brände oder wenigstens Aufflichtungen des Waldes handelt, so daß mehr Silizium in Form von Asche oder Staub in das Moor geweht wurden. Es dürfte sich aber kaum um Brände in direkter Nähe des Moores gehandelt haben, da keine größeren Kohlenstückchen bei den Großrestanalysen gefunden wurden. Auch nehmen in diesem Bereich im Großrestdiagramm die Ericaceen nicht zu. Diese Peaks sowohl bei den Pollen der Ericaceen wie auch beim Silizium im Chemiediagramm dürften sich wohl in den weiteren noch in Bearbeitung befindlichen Diagrammen aus dem Bereich der Hornisgrinde finden lassen. Damit ergäben sie hervorragende Zeitmarken zur Parallelisierung der Diagramme aus den verschiedenen, eng beieinanderliegenden Mooren.

7. Literatur

- AABY, B. & JACOBSEN J. (1979): Changes in biotic conditions and metal depositions in the last millennium as reflected in ombrotrophic peat in Draved Mose, Denmark. – *Dann. geol. Unders.*, Arborg 1978: 5–43; Kopenhagen.
- ALLEN, S. E. (Edit.) (1974): *Chemical Analysis of Ecological Materials*. – 1. Aufl., 565 S.; Oxford.
- BECKH, G. (1984): *Pollenanalytische Untersuchungen im Ruhesteinloch (Nordschwarzwald)*. – Unveröff. Diplomarbeit, Univ. Karlsruhe.
- BEHRE, K.-E. (1966): *Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands (Mit einem Beitrag zur Gliederung des Präboreals. – Eiszeitalter und Gegenwart, 17: 69–84; Öhringen.*
- CLYMO, R. S. (1983): *Peat*. – In: GORE, A. J. P. (Edit.). *Ecosystems of the world 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moore. General Studies*. S. 159–224; Amsterdam, Oxford, New York.
- DAMMAN, A. W. H. (1978): *Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs*. – *Oikos*, **30**: 480–495; Kopenhagen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): *Textbook of Pollen Analysis*. – 295 S.; Kopenhagen.
- FEZER, F. (1957): *Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald*. – *Forsch. dt. Landeskd.*, **87**: 1–86; Remagen.

- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1978): Absolute jährliche Pollen-niederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsorten in der Bundesrepublik Deutschland. – *Flora*, **167**: 209–247; Jena.
- HARTMANN, F. K. & SCHNELLE, F. (1970): Klimagrundlagen natürlicher Waldstufen und ihrer Waldgesellschaften in deutschen Mittelgebirgen. – 175 S.; Stuttgart.
- HAUSBURG, H. (1967): Die Ausbreitung der Fichte im Hornsgrinde-Kniebis-Murggebiet des Nordschwarzwaldes bis etwa 1800. – *Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde und Forstpfl. Züchtung*, **17**: 1–22; Stuttgart.
- HÖLZER, A. (1982): Beziehungen zwischen chemischen Parametern des Moorwassers und Pflanzen in den Biberkessel-Mooren an der Hornsgrinde (Nordschwarzwald). – *Telma*, **12**: 37–47; Hannover.
- HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornsgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung. – *Telma*, **11**: 17–30; Hannover.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H. J. B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13 000 years ago. – 667 S., 34 maps.; Cambridge.
- JÄSCHKE, J. (1934): Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes. – *Beih. Bot. Cbl.*, II/3: 527–556; Dresden.
- JAHN, R. (1957): Forstliche Standortkartierung im Buntsandstein – Hochschwarzwald (Hornsgrindegebiet). – *Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpfl. Zücht.*, **6**: 52–53; Stuttgart.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. – 490 S.; Stuttgart.
- LANG, G. (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **17**: 20–34; Karlsruhe.
- MALLIK, A. U., GIMMINHAM, C. H. & RAHMAN, A. A. (1984): Ecological Effects of Heather Burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. – *J. of Ecology*, **72**: 767–776; Oxford.
- MERKT, J. & STREIF, H. (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. – *Geol. Jb.*, **88**: 137–148; Hannover.
- METZ, R. (1977): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald. – 632 S.; Lahr.
- OBERDORFER, E. (1938): Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **3**: 255–265; Karlsruhe.
- RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes. – *Hohenheimer Arbeiten*, **68**: 1–121; Stuttgart.
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der regionalen Gliederung von Baden-Württemberg III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). – *Mitt. Ver. Forstl. Standortkde. u. Forstpfl. Zücht.*, **26**: 6–20; Stuttgart.
- SCHLICHTING, W. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen an der Hornsgrinde. – Unveröff. Staatsexamensarbeit, Univ. Karlsruhe.
- SCHLOSS, S. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen in der Seemisse beim Wildsee/Ruhestein (Nordschwarzwald). – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **37**: 37–53; Karlsruhe.
- SCHLOSS, S. (1987): Ein spätglaziales Pollenprofil von der Hornsgrinde. – *Carolinea* **45**:; Karlsruhe.
- WANDTNER, R. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen. – *Diss. Bot.*, **59**, 190 S.; Vaduz.

HERMANN NEUBERT & KARLHEINZ BAUMANN

Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland IV. Schlüssel zu den Ordnungen und zu den Familien, Gattungen und Arten der Ordnung Trichiales

Kurzfassung

Die Familien, Gattungen und Arten der Ordnung Trichiales werden unter Zugrundelegung von Kollektionen aus der Bundesrepublik Deutschland aufgeschlüsselt, sieben Arten werden in Farbtafeln vorgestellt, von einigen Sippen sind Mikromerkmale im Rasterelektronenmikroskop festgehalten. Einleitend führt ein Schlüssel zu den Unterklassen und Ordnungen.

Abstract

Myxomycetes of the Federal Republic of Germany, IV. The order Trichiales

Using collections of the Federal Republic of Germany a key is given for the subclasses and orders, and for the families, genus, and species of the order Trichiales.

Autoren

Dr. HERMANN NEUBERT, Tullastr. 9, D-7580 Bühl 21,
KARLHEINZ BAUMANN, Lindenstr. 40, D-7413 Gomaringen.

III. Mitt.: Liste der bislang bekannten Arten. – *Carolinea*, 44 (1986): 61–66; Karlsruhe.

Einleitung

Das Fehlen aktueller Bestimmungsmöglichkeiten für Myxomyceten in deutscher Sprache wird von vielen als spürbarer Mangel empfunden. Die einzige größere Abhandlung über Schleimpilze in Deutschland stammt von SCHINZ (1920). Die Nomenklatur dieses Werkes ist naturgemäß nicht mehr aktuell, die Schlüssel schrecken den an moderne Arbeiten Gewöhnten ab. Die Anlehnung an die Monografie von LISTER ist nicht zu übersehen. Daneben findet sich als weitere, umfangreichere deutschsprachige Arbeit BJØRNEKAER & KLINGE (1963) über die dänischen Schleimpilze. Hier sind die Bestimmungsschlüssel etwas kurz geraten. In dieser Situation halten wir es für vertretbar, als Teilergebnis der von uns bearbeiteten Funde aus Baden-Württemberg und dem übrigen Bundesgebiet in Verbindung mit den bislang von H. NEUBERT revidierten Exsikkaten des Botanischen Museums Berlin-Dahlem und der Botanischen Staatssammlung München einen Schlüssel der Ordnung Trichiales bis zu den Arten zur Diskussion zu stellen. Ein Teil der Arten dieser Ordnung zählt mit zu den markantesten Vertretern der Schleimpilze, bei der botanischen Feldarbeit wird jeder irgendwann auf sie aufmerksam. Der vorangestellte Schlüssel zu den Unterklassen und Ordnungen soll der besseren Übersicht dienen.

Dem Schlüssel liegen nahezu ausschließlich die Ergebnisse unserer eigenen Untersuchungen zugrunde. Wir haben es vermieden, auftretende Probleme durch Anleihen an die umfangreich vorliegende, fremdsprachige Bestimmungsliteratur zu klären. Stand uns für eine Art kein Material zur Verfügung und mußte auf die Diagnose in der Literatur zurückgegriffen werden, ist dies durch [○] gekennzeichnet. Die in Baden-Württemberg darüber hinaus nicht nachgewiesenen Sippen sind durch [↪] markiert. Die bei den Farbtafeln und Abbildungen vermerkten Buchstaben mit nachgestellter Zahl bedeuten die Herbarbelege aus den Herbarien: „M“: H. NEUBERT, „B“: K. BAUMANN, „FO“: F. OBERWINKLER und „NB“: NANNENGA-BREMEKAMP. Für Kritik und Verbesserungsvorschläge sind wir stets dankbar.

Wir danken den Direktionen des Botanischen Museums Berlin-Dahlem und der Botanischen Staatssammlung München für ihr Entgegenkommen sowie allen, die durch ihre Zusendungen unserer Arbeit eine breitere Grundlage gaben. Unser ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. OBERWINKLER, Tübingen, der mit seinen Mitarbeitern die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen ermöglichte.

Schlüssel zu den Unterklassen und Ordnungen

Klasse Myxomycetes LINK,

Handb. 3: 405; 1833 (als Unterordnung).

Vegetativer Zustand eine vielkernige, zellfreie Protoplasmmasse, das Plasmodium; punktförmig bis verzweigt netzförmig, frei im Boden oder toten Holz lebend, aktive Plasmamasse in amorpher, gelatinöser, röhrenähnlicher Umhüllung durch gerichtete, pulsierende Strömungsbewegungen Ortsveränderungen bewirkend; beim Übergang zum reproduktiven Zustand an der Substratoberfläche arteigene Sporenträger mit externer Sporenbildung oder die Sporen kapselförmig umhüllend. Die Sporen entlassen bei Reife zellwandfreie Myxamöben oder begeißelte Schwärmerzellen, die sich in der Folge zu Plasmodien zusammenschließen.

Schlüssel für die Unterklassen

1 Sporen an fadenförmigen Stielchen auf der Oberfläche säulen-, zweig-, morchelähnlicher oder poroider Fruchtkörper

1. Ceratiomyxomycetidae

1* Sporen im Innern der Fruchtkörper

2

2.1 Fruchtkörperentwicklung myxogastroid, Stiel, falls vorhanden, mit Kalk oder zellähnlichem Inhalt

2. Myxogastromycetidae

2.2 Fruchtkörperentwicklung stemonitoid, Stiel, falls vorhanden, hohl oder faserig, ohne Inhaltsstoffe

3. Stemonitomycetidae

1. Ceratiomyxomycetidae MARTIN ex MARTIN & ALEXOPOULOS

Myxomycetes: 32; 1969.

Säulen-, zweig-, morchelähnliche oder poroide Sporenträger auf gemeinsamer Unterlage, Sporen auf Stielchen, die der Fruchtkörperoberfläche entspringen; sie entlassen bei der Reife einen vierkernigen Protoplasten, der sich nach der Mitose in 8 haploide Schwärmerzellen teilt.

Zur Unterklasse zählt nur eine Gattung: *Ceratiomyxa* SCHROETER.

2. Myxogastromycetidae MARTIN,

In: AINSWORTH, Dict. Fungi ed. 5: 497; 1961.

Fruchtkörperentwicklung myxogastroid (nichtstemonitoid, subhypothallisch); das Plasmodium differenziert zu halbkugeligen Erhebungen, diese entwickeln zu Säulchen als Ausgangspunkte für die Fruchtkörper; bei gestielten Fruchtkörpern wandert der Protoplast durch den sich aufbauenden Stiel; Phaneroplasmodium oder Protoplasmodium.

Schlüssel für die Ordnungen

1 Sporen in Masse dunkelbraun, violett oder schwarz, selten hell, Kalk meist vorhanden

Physarales MACBRIDE

1* Sporen in Masse meist hell, kalkfrei 2

2 Capillitium fehlt (Ausnahme: *Listerella*), Pseudocapillitium bisweilen vorhanden

Liceales JAHN

2* Capillitium meist vorhanden, wenn fehlend, dann Fruchtkörper \pm 1 mm groß 3

3.1 Fruchtkörper weiß oder hell gefärbt, sehr klein (\pm 1 mm), Kolumella meist vorhanden, Capillitium fehlend oder spärlich, Stiel mit Material unterschiedlicher Form gefüllt

Echinosteliales MARTIN

3.2 Fruchtkörper vielgestaltig, Kolumella immer fehlend, Capillitium vorhanden, meist mit typischer Skulptur

Trichiales MACBRIDE

3. Stemonitomycetidae Ross,

Mycologia 65: 483; 1973.

Fruchtkörperentwicklung stemonitoid (epihypothallisch); das Plasmodium bildet auf dem Substrat den Hypothallus, differenziert zu mehr oder weniger kugeligen Erhebungen, in deren Innern der Stiel, falls vorhanden, zum Hypothallus hin ausformt. Der Protoplast steigt den entstehenden Stiel empor, baut ihn zur Gesamthöhe auf und formt dann die Peridie, zu der von der Kolumella her

das Capillitium wächst; Stiel faserig oder hohl, ohne Inhaltsstoffe, Capillitium stets vorhanden, wo bekannt *Aphanoplasmodium*.

Zur Unterklasse zählt eine Ordnung: Stemonitales MACBRIDE.

Die Ordnung Trichiales MACBRIDE,

N. Am. Slime-Moulds, ed. 2: 237; 1922.

Fruchtkörper Sporangien oder Plasmodiokarprien, sitzend oder gestielt, Kolumella fehlend. Capillitium stets vorhanden, voll oder röhrenförmig hohl, glatt oder skulpturiert, frei im Fruchtkörper liegend, dem Fruchtkörpergrund und/oder der Peridie verbunden. Sporen in Masse mit hellen Farben: weiß, gelb, orange, rot oder braunrot, im durchfallenden Licht hellfarben oder farblos.

Der Ordnung werden 3 Familien zugerechnet, sie sind in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet vertreten.

Schlüssel zu den Familien der Ordnung Trichiales

1 Capillitium im polarisierten Licht doppelt lichtbrechend

Trichiaceae

1* Capillitium im polarisierten Licht sehr selten, in der Regel nicht doppelt lichtbrechend 2

2.1 Capillitium aus röhrenförmigen Fäden, meist zu einem Netz verbunden, frei oder im unteren Bereich der Peridie angewachsen

Arcyriaceae

2.2 Capillitium aus festen Fäden, nie netzbildend, dem Grunde des Fruchtkörpers und der Peridie angewachsen

Dianemaceae

Die Familie Trichiaceae ROST.,

Versuch 14; 1873 (als Tribus).

Fruchtkörper kalkfrei, gestielt oder ungestielt, oder Plasmodiokarprien. Capillitium im polarisierten Licht doppelt lichtbrechend, aus röhrenförmigen Fäden mit spiralförmiger Struktur, entweder frei im Fruchtkörper eingebettet oder zu einem elastischen oder unelastischen, von der Peridie freien Netz mit oder ohne freie Enden verbunden, oder mit feinen Warzen, Stacheln, Ringen oder glatt, sehr selten (*Calonema*) auch mit Netzzeichnung. Sporen in Masse braun, gelb oder orange, selten rot (nicht bei den Sippen aus dem Bundesgebiet), im durchfallenden Licht mit hellen Farben, gelb bis braun, oder nahezu farblos.

Der Familie werden 5 Gattungen zugeordnet, 4 kommen in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet vor.

Die Eigenschaften des Capillitiums im polarisierten Licht veranlaßten NANNENGA-BREMEKAMP (1981) zur Wiedereinführung der Familie Arcyriaceae.

Schlüssel zu den Gattungen der Familie Trichiaceae

- 1 Capillitium ausschließlich mit 2–6 Spiralbändern, Fruchtkörper sitzend, gestielt oder plasmodiokarp 2
 1* Capillitium nicht ausschließlich mit Spiralstruktur, Fruchtkörper immer ungestielt oder plasmodiokarp 3
- 2.1 Capillitium elastisch oder unelastisch, aus verzweigten oder unverzweigten, frei im Fruchtkörper liegenden Elateren mit 2–6 Spiralbändern
Trichia
- 2.2 Capillitium ein mehr oder weniger geschlossenes, elastisches Netz
Hemitrichia
- 3 Capillitium nicht netzbildend, mit feinen Warzen, Stacheln, Ringen und/oder undeutlicher Spiralstruktur
Oligonema
- 3* Capillitium netzbildend 4
 4.1 Capillitium mit dicht stehenden Ringen
Cornuvia
- 4.2 Capillitium mit Netzzeichnung, unregelmäßigen Ringen und Spiralstruktur (nicht in der Bundesrepublik nachgewiesen)
Calonema MORGAN

***Trichia* HALLER,**

Hist. Stirp. Helv. 3: 114; 1768.

Fruchtkörper gestielte oder sitzende Sporangien, selten Plasmodiokarprien. Peridie häutig dünn oder knorpelig verdickt. Capillitium elastisch oder unelastisch, aus unverzweigten oder verzweigten, lang oder kurz zugespitzten Elateren mit 2–6 Spiralbändern. Sporen braun bis gelb, mit feinen Warzen, Stacheln oder mit Netzzeichnung.

Typus: *Trichia gregaria sessilis, piriformis flava* HALLER; Hist. Stirp. Helv. 3: pl. 48, f. 7; 1768 (= *Trichia ovata* PERS., wird als Form von *Trichia varia* angesehen).

Der Gattung werden zur Zeit 26 Arten zugeordnet, 15 sind im Bundesgebiet, 13 davon in Baden-Württemberg nachgewiesen.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Trichia*

- 1 Elateren des Capillitiums mit 1–2 Spiralbändern, Fruchtkörper gelb bis ocker, gestielte oder ungestielte Sporangien oder kurze, ring- bis wurmförmige Plasmodiokarprien, Stiel braun bis schwarz, Capillitium unelastisch, Sporen feinwarzig, gelb, rund bis breitelliptisch, 11–16 µm im Durchmesser
 1. *Trichia varia* PERS. (Tafel 1)
- 1* Elateren des Capillitiums mit mehr als 2 Spiralbändern 2
 2 Elateren des Capillitiums lang, immer über 30 µm, bis zu 100 µm und länger zugespitzt 3
 2* Elateren des Capillitiums kurz zugespitzt, Spitzen selten länger als 20 µm 6
 3 Fast stets sitzende Sporangien oder Plasmodiokarprien, Fruchtkörper braun, selten mit kurzem Stielansatz
 2. *Trichia contorta* (DITMAR) ROST.

var. *attenuata* MEYLAN

- 3* Sporangien immer gestielt 4
 4.1.1 Fruchtkörper gestielte, kugelige bis umgekehrt birnförmige, dunkelbraune, rotbraune oder schwarze Sporangien, obere Hälfte mit großmaschigem, gelb-braunem Netz, Gesamthöhe 1–4 mm, Peridie doppelt, fest verbunden, Capillitium unelastisch, locker gewickelt, mit 3–5 Spiralbändern, Sporen feinwarzig, gelb bis gelbbraun, 9–13 µm im Durchmesser
 3. *Trichia botrytis* (J. F. Gmel.) PERS.
 var. *botrytis*
- 4.1.2 Wie 4.1.1 jedoch mit der Peridie aufliegenden Wachsschüppchen
 3. *Trichia botrytis* (J. F. Gmel.) PERS. var. *cerifera* G. LISTER
- 4.2 Fruchtkörper kleinere Sporangien, Gesamthöhe höchstens 1,5 mm, ca. 0,3 mm im Durchmesser, gelbbraun bis grau, purpurn, mit feinen Linien, den späteren Bruchstellen der Peridie überzogen, Elateren des Capillitiums mit 3–4 Spiralbändern, ca. 4 µm im Durchmesser, mit ca. 40 µm lang auslaufenden Spitzen, Sporen hellgelb, mit 0,5 µm langen Warzen, diese an der Spitze verbreitert und einen Kranz um die Spore bildend, 9–12 µm im Durchmesser, auf totem Holz und Rinde lebender Bäume in Obstanlagen
 4. *Trichia munda* (A. LISTER) MEYLAN[○]
- 4.3 Fruchtkörper bis 1 mm hohe Sporangien, 0,5 mm im Durchmesser, purpurbraun bis schwarz mit heller Netzzeichnung, Elateren des Capillitiums und Sporen goldgelb, Elateren mit 3–4 feinen, glatten Spiralbändern, 4 µm dick, Sporen mit feinen Warzen dicht besetzt, 13–14 µm im Durchmesser, auf toten Blättern von *Rhododendron*, Stechpalme u. ä.
 5. *Trichia flavicoma* (A. LISTER) ING[○]
- 4* Sporangien oliv, seltener braun, ohne Netzzeichnung im oberen Bereich 5
 5.1.1 Fruchtkörper verhältnismäßig lang gestielte Sporangien, umgekehrt birnförmig, oliv bis braun, Gesamthöhe 1–3,5 mm, 0,3–1,5 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, Elateren kaum verzweigt, mit 3–5 glatt gewickelten Spiralbändern, an den Enden 70–100 µm lang zugespitzt, 4,5–6 µm dick, Sporen mit engmaschigem, oft unvollständigem Netz, dann warzig – stachelig erscheinend, Skulptur ca. 1 µm lang, Durchmesser 9–13 µm
 6. *Trichia decipiens* (PERS.) MACBR.
 var. *decipiens*
- 5.1.2 Fruchtkörper oft gedrungen, pokalähnlich, oberer Bereich abgeflacht, nach dem Öffnen mit scharf begrenztem Rand, Sporen mit zerstreut angeordneten Warzen
 6. *Trichia decipiens* (PERS.) MACBR.
 var. *olivacea* MEYLAN
- 5.1.3 Fruchtkörper insgesamt kleiner, Gesamthöhe 0,5–1 mm, Durchmesser 0,1–0,4 mm, gelb, Elateren in sich zurückgebogen verdreht ähnlich *Hemitrichia intorta*

6. *Trichia decipiens* (PERS.) MACBR.
var. *hemitrichoides* BRANDZA
6 Fruchtkörper fast stets gestielt, wenn ungestielt, dann Hypothallus häutig dünn hochgezogen 7
6* Fruchtkörper stets sitzende Sporangien oder Plasmodiokarprien, selten mit kurzem Stielansatz 9
7 Fruchtkörper kugelig, walzenförmig bis umgekehrt birnförmig, durchfeuchtet braun, sonst hellbraun bis gelb, meist gestielt, in Gruppen bis zu 15 Fruchtkörpern zusammengewachsen, Stiele hellbeige, lorchelähnlich gefaltet, oder auf häutig hochgezogenem Hypothallus sitzend. Gesamthöhe 0,6–2 mm, bis 1,5 mm breit. Peridie im oberen Bereich mit unregelmäßiger Marmorierung der späteren Bruchstelle, trocken senfbraun, beim Trocknen sofort aufbrechend. Capillitium extrem elastisch, sofort nach allen Seiten expandierend und wollig verfilzend, Elateren mit 3–5 Spiralbändern, vereinzelt mit bis zu 8 µm langen Stacheln besetzt, selten verzweigt, Sporen gelb, mit großmaschigem Netz, bisweilen mit kleinen Netzmaschen durchsetzt, mit 1–3 µm breitem Rand, Durchmesser 12–17 µm
- 7 *Trichia verrucosa* BERK. (Tafel 2)
7* Sporen mit feinen Warzen besetzt 8
8.1 Gesamthöhe der Fruchtkörper 1–3 mm, kugelig, im oberen Bereich mit leuchtend gelber Netzzeichnung, 0,4–1 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, Elateren leuchtend goldgelb mit 3–4 grob gewickelten Spiralbändern, selten verzweigt, mit bis zu 1,5 µm langen Stacheln besetzt, 3–5 µm dick, Enden oft hakenförmig gekrümmt, Sporen hellgelb, feinwarzig, 11–15 µm im Durchmesser
8. *Trichia erecta* REX
8.2 Gesamthöhe der Fruchtkörper 0,4–1 mm, ohne leuchtend gelbe Netzzeichnung, 0,2–0,4 mm im Durchmesser, braun, Capillitium unelastisch, Elateren leuchtend goldgelb, mit 3–4 dicht gewickelten Spiralbändern, im Umriß glatt, 4–6 µm dick, Sporen feinwarzig, hellgelb, 10–12 µm im Durchmesser
9. *Trichia subfusca* REX
9 Sporen mit Netzzeichnung 10
9* Sporen feinwarzig 12
10 Netz der Sporen kleinmaschig, stets vollständig, Fruchtkörper kugelige, selten walzenförmige Sporangien, dicht gedrängt das Substrat überziehend, orangebraun, oft metallisch irisierend, 0,4–1 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, leuchtend gelb bis gelborange, Elateren mit 3–4 eng gewickelten Spiralbändern, im Umriß etwas unregelmäßig, mit feinen, 1–1,5 µm langen Stacheln, Sporen 9–12 µm im Durchmesser
10. *Trichia scabra* ROST. (Tafel 2)
10* Netz der Sporen großmaschig, vollständig oder unvollständig 11
11.1 Fruchtkörper stets höher als breit, zylindrisch bis birnförmig, gelb bis ocker, 1–1,8 mm hoch, 0,5–1,5 mm breit, Capillitium wenig elastisch, verfilzend, Elateren gelb, mit 4–5 eng gewickelten Spiralbändern, mit Längsstreifen, 4–9 µm dick, mit oder ohne 1 µm lange, farblose Stacheln, Sporen gelb, mit großmaschigem, bisweilen unterbrochenem Netz, 3–6 Maschen pro Halbkugel, mit 1,5–5 µm breiter Randzone, 10–16 µm im Durchmesser
11. *Trichia favoginea* (BATSCH) PERS.
11.2 Fruchtkörper nie höher als breit, kugelig, selten Ansatz zu Plasmodiokarprien, gelb bis gelbbraun, 0,5–1,3 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, Elateren aus 3–5 dicht gewickelten Spiralbändern, ohne oder mit bis zu 2 µm langen Stacheln, 4–6 µm dick, gelb, Sporen gelb, Netz vollständig oder unterbrochen, Netzränder oft aus kleineren Netzmaschen, Randzone 1–2 µm, Durchmesser 11–16 µm
12. *Trichia affinis* DE BARY
11.3 Fruchtkörper kugelig bis kurz plasmodiokarp, dicht gedrängt in großen Gruppen, hellbraun bis ocker, 0,2–1,2 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, Elateren gelb, mit 4–5 dicht gewickelten Spiralbändern, mit 1–5 µm langen Stacheln, 4–6 µm dick, Sporen gelb, mit unterbrochenem, oft nur fragmentarischem Netz, dessen Rändern aus kleinen Netzmaschen, perlschnurartig, Randzone 1–2 µm, 10–16 µm im Durchmesser
13. *Trichia persimilis* KARST.
12.1 Sporen 14–18 µm im Durchmesser, Fruchtkörper kugelige bis linsenförmige Sporangien, 0,3–1,2 mm im Durchmesser, bis 0,8 mm hoch, oder bis 4 mm lange Plasmodiokarprien, hell nußbraun, kastanienbraun bis schwarz, Capillitium unelastisch, gelb, mit 4–5 eng gewundenen Spiralbändern bisweilen mit Warzen, 5–10 µm dick, Sporen feinwarzig, hellgelb, rund bis breitelliptisch, alpin, selten Mittelgebirge
14. *Trichia alpina* (FRIES) MEYLAN
12.2 Sporen 14–15 µm, Fruchtkörper Sporangien und Plasmodiokarprien, dunkelbraun, Elateren mit 3 glatten Spiralbändern, 2,5–3 µm im Durchmesser, Sporen mit halbseitiger Verdickung und dünnem Bereich des Keimporus. Bisher bekannt aus dem Elsaß und den Niederlanden
15. *Trichia mirabilis* NANN.-BREM. (○)
12* Sporen selten 15 µm erreichend, meist kleiner 13
13.1 Fruchtkörper kugelig, selten mit Stielansatz, 0,3–1 mm im Durchmesser, oliv, blaßgelb bis ocker, Capillitium schwach elastisch, hellgelb, mit etwa 4 un-deutlichen Spiralbändern, 3–4 µm dick, Sporen feinwarzig, hellgelb, rund bis breitelliptisch, 10–12 µm im Durchmesser
16. *Trichia lutescens* (A. LISTER)
A. LISTER
13.2.1 Fruchtkörper sitzende, selten kurz gestielte Sporangien oder nieren-, komma- oder ringförmige Plasmodiokarprien, zitronbraun bis dunkel schokoladefarbig, 0,3–1 mm bzw. 0,2–0,5 x 1–6 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, Elateren aus 4–5 zum Teil locker, meist grob gewickelten Spiralbändern, honiggelb bis gelb, 3–5 µm dick, Sporen feinwarzig, gelbgrün, 10–15 µm im Durchmesser

2. *Trichia contorta* (DITMAR) ROST.
var. *contorta*

13.2.2 Wie 13.2.1, Elateren jedoch mit Stacheln

2. *Trichia contorta* (DITMAR) ROST.
var. *iowensis* (ROST.) TORR.

13.2.3 Wie 13.2.1, Spiralbänder der Elateren jedoch undeutlich, mit undeutlichen Einschnürungen

2. *Trichia contorta* (DITMAR) ROST.
var. *karstenii* (ROST.) ING

Hemitrichia ROST.,

Versuch 14; 1873.

Fruchtkörper gestielte oder ungestielte Sporangien oder Plasmodiokarprien; Peridie im oberen Teil flüchtig, im unteren Bereich als mehr oder weniger tiefer Kelch oder Becher bleibend. Capillitium aus röhrenförmigen Fäden, vollständig oder unvollständig netzbildend, elastisch, mit oder ohne freie Enden, mit 3–6 meist deutlichen Spiralbändern. Sporen in Masse rot (nicht bei den in der Bundesrepublik vorkommenden Arten), orange oder gelb, im durchfallenden Licht mit hellen Farben oder nahezu farblos.

Typus: *Trichia clavata* PERS. in FÜCKEL: Jahrb. Nass. Ver. Nat., 23–24: 336; 1870 (= *Hemitrichia clavata* (PERS.) ROST.).

Die Gattung umfaßt gegenwärtig 15 Arten, hiervon sind 9 in der Bundesrepublik nachgewiesen, 6 kommen in Baden-Württemberg vor.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Hemitrichia*

1 Fruchtkörper gelbe bis gelbbraune, netzförmige Plasmodiokarprien, bis 20 x 70 mm ausgedehnt, Netzmaschen 0,3–3 mm im Durchmesser, Netzfäden 0,4–0,6 mm dick, Capillitium extrem elastisch, goldgelb bis orange, beim Abzupfen wollfadenähnlich ablaufend, nicht brechend, Elateren fest gewickelt, mit 3–4 Spiralbändern, 5–7 µm dick, mit 3–7 µm langen Stacheln besetzt, Sporen gelb, mit unregelmäßigen, zum Teil unterbrochenen, in der Regel großen Netzmaschen, mit 1–1,5 µm breiter Randzone, 10–14 µm im Durchmesser

1. *Hemitrichia serpula* (SCOP.)
ROST. (Tafel 3)

1* Fruchtkörper keine netzförmigen Plasmodiokarprien, Sporangien oder kurze Plasmodiokarprien 2

2 Sporen mit großmaschigem Netz 3

2* Sporen mit kleinmaschigem Netz und/oder mit feinen Warzen 4

3.1 Fruchtkörper sitzende, kugelige Sporangien oder kurze Plasmodiokarprien, hellgelb bis gelbbraun, Capillitium elastisch, goldgelb, mit 4–5 Spiralbändern, 4–5 µm dick, die Enden meist abgerundet, seltener bis zu 5 µm zugespitzt, gelegentlich der Peridie angewachsen, Sporen hellgelb, mit großmaschigem Netz, ca. 7 Maschen pro Halbkugel, mit 1,5–3 µm breiter, farbloser Randzone, Maschenränder des Netzes zum Teil als kleinmaschiges Netz ausgebildet, 14–21 µm im Durchmesser

2. *Hemitrichia chryso-spora* A. LISTER⁻¹

3.2 Fruchtkörper gedrängt sitzende Sporangien, 0,3–1,4 mm im Durchmesser, goldgelb bis gelbbraun, Capillitium unelastisch, netzförmig, zahlreiche freie Enden kurz zugespitzt, 4–5 fest gewickelte Spiralbänder, zerstreut stachelig, 3–7,5 µm im Durchmesser, Sporen gelb, mit unregelmäßigem, großmaschigem, bisweilen unterbrochenem Netz, die NetZRänder ein kleinmaschiges Netz bildend, Randzone bis 1 µm breit, 11–15 µm im Durchmesser

3. *Hemitrichia aurea* NANN.-BREM. & NEUB.

3.3 Fruchtkörper plasmodiokarp, Capillitium extrem elastisch

1. *Hemitrichia serpula* (Tafel 3)

4 Sporen 10 µm und größer 5

4* Sporen 10 µm und kleiner 6

5.1 Sporangien sitzend oder kurz gestielt, kugelig, schmutzig oliv, Gesamthöhe 0,4–1 mm, 0,4–0,8 mm im Durchmesser, Capillitium goldgelb, umeinander gewunden, mit 3–5, bisweilen undeutlichen Spiralbändern, Enden abgerundet oder kurz, bis 5 µm, zugespitzt, 3–4 µm im Durchmesser, Sporen hellgelb, mit feinen Warzen, 11–13 µm im Durchmesser, auf Adlerfarn

4. *Hemitrichia leiотricha* (A. LISTER) G. LISTER

5.2 Fruchtkörper sitzende oder kurz gestielte Sporangien, kugelig bis birnförmig, bis 2 mm hoch, gelb bis ocker, Capillitium mäßig elastisch, goldgelb bis ocker, mit 4–6 Spiralbändern, locker bis fest gewickelt, 4–8 µm im Durchmesser, freie Enden allmählich, bis 20 µm, auslaufend, spitz, Sporen blaßbraun bis farblos, feinstachelig, 10–13 µm im Durchmesser

5. *Hemitrichia montana* (MORGAN) MACBR.

6 Capillitium nicht netzbildend 7

6* Capillitium netzbildend 8

7.1 Fruchtkörper gestielte Sporangien, im unteren Bereich dunkelbraun, nach oben flockig auflösend und dort ocker, goldgelb bis oliv, glänzend, kugelig bis birnförmig, Gesamthöhe 1–1,5 mm, 0,3–0,6 mm im Durchmesser, Capillitium gelb, in sich zurückgebogen und verflochten, mit feinen Stacheln und Längsstreifen, Enden spärlich, kurz zugespitzt oder abgerundet, mit 4–5 undeutlichen Spiralbändern, 3–6 µm dick, Sporen gelb, mit feinen Warzen, 8–10 µm im Durchmesser

6. *Hemitrichia intorta* (A. LISTER) A. LISTER

7.2 Fruchtkörper fast sitzende, mehr oder weniger kugelige Sporangien, blaßocker, durch grobe, beim Eintrocknen einer Schleimlage auf der Peridie entstehende Warzen schwarzfleckig, 0,05–0,1 mm hoch, Capillitium verschlungen, wenig freie Enden, mit 3–4 rechtswindenden, am Grat scharfartigen Spiralbändern, Sporen feinwarzig, 8,5–10 µm im Durchmesser

7. *Hemitrichia minor* G. LISTER
var. *pardina* MINAKATE[○]

8.1 Fruchtkörper gestielte, keulenförmige bis umgekehrt birnförmige Sporangien, Stiel allmählich in das Sporangium übergehend, braunoliv, olivgelb bis gold-

gelb, glänzend, Gesamthöhe 1–3 mm, 0,5–1,8 mm im Durchmesser, Capillitium elastisch, der Stielspitze angewachsen, hellgelb bis honigfarben, Netz weitmaschig mit wenig freien Enden, mit 3–5, mäßig fest gewickelten Spiralbändern, diese etwas übergreifend, mit sehr feinen Stacheln besetzt und dadurch einen helleren Saum bildend, 4–7 µm im Durchmesser, Sporen hellgelb, mit kleinmaschiger, schwer erkennbarer Netzzeichnung und feinen Warzen, 7–10 µm im Durchmesser

8. *Hemitrichia clavata* (PERS.) ROST.

8.2 Fruchtkörper gestielte Sporangien, kugelig bis abgeflacht kreiselförmig, gelbbraun bis gelboliv, Gesamthöhe 2–3,5 mm, ca. 1 mm im Durchmesser, Stiel deutlich vom Sporangium abgesetzt, Capillitium extrem elastisch, am Bechergrund zur Stielspitze angeheftet, umgekehrt birnförmig aus dem Becher austretend und abfallend, Netz hell gelbbraun mit 4–5 mäßig fest gewickelten Spiralbändern, großmaschig, mit wenigen, abgerundeten, freien Enden, im Umriß glatt, 4–7 µm im Durchmesser, Sporen hellgelb, mit feinen Warzen oder feiner Netzzeichnung, 7–8 µm im Durchmesser

9. *Hemitrichia calyculata* (SPEGG.) FARR
(Syn.: *H. stipitata* (MASSEE) MACBR.).

***Oligonema* ROST.,**

Mon. 291; 1875.

Fruchtkörper sitzende Sporangien, selten Tendenz zu Plasmodiokarprien, dicht gedrängt oder in Häufchen übereinandergewachsen, Peridie häutig dünn. Capillitium oft spärlich, aus röhrenförmigen, kurzen oder langen, einfachen oder verzweigten Elateren, diese mit undeutlicher Spiralstruktur, bisweilen mit feinen Stacheln, Warzen oder Ringen oder auch glatt, Sporen gelb oder, in Masse, orange.

Typus: *Trichia nitens* LIBERT, Pl. Crypt. Ard. Fasc. 3: 277; 1834 (= *Oligonema schweinitzii* (BERK.) MARTIN).

Die Gattung umfaßt 4 Arten, wovon 3 in der Bundesrepublik nachgewiesen sind, eine davon in Baden-Württemberg.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Oligonema*

1 Fruchtkörper sitzende, 0,3–1 mm große Sporangien, braun bis oliv, Capillitium spärlich, glatt oder mit unregelmäßigen Spiralbändern, Ringen oder Halbringen, 3 µm dick, Sporen gelb, mit Warzen, 11–14 µm im Durchmesser

1. *Oligonema fulvum* MORGAN[○]

1* Sporen mit netzförmigen Maschen 2
2 Fruchtkörper gedrängt sitzende Sporangien, kugelig, glänzend orangebraun, 0,3–0,5 mm im Durchmesser, Capillitium mäßig elastisch, Elateren hellgelb, mit schwachen Spiralbändern, Stacheln und Ringen, die Enden abgerundet, mit Stacheln, 3,5–4 µm im Durchmesser, Sporen in Masse orange, einzeln gelb, mit kleinmaschigem, feinem Netz, teilweise unterbrochen, Randbereich 0,5–0,8 µm abgesetzt, 11–13 µm

im Durchmesser (bekannt aus den Niederlanden)

2. *Oligonema aurantium* NANN.-BREM.[○]

2* Sporen und Capillitium in Masse gelb, Netzmaschen der Sporen größer, unregelmäßig 3

3.1 Fruchtkörper sitzende, dicht gepackte Sporangien, höher als breit, 0,2–0,5 mm im Durchmesser, 0,5–0,8 mm hoch, Capillitium aus 10–300 µm langen Elateren, feinwarzig, Warzen oft spiralförmig angeordnet, 3–5 µm dick, Sporen gelb, mit großmaschigem Netz, vollständig oder unterbrochen, Maschenränder kleinmaschig, Randzone 1–1,5 µm, 13–16 µm im Durchmesser

3. *Oligonema flavidum* (PECK) PECK[○]

3.2 Fruchtkörper gedrängt sitzende, nahezu gehäufte Sporangien, kugelig bis oval, durchfeuchtet braun, sonst leuchtend gelb, 0,2–1 mm im Durchmesser, Capillitium unelastisch, goldgelb, Elateren lang bis extrem kurz, unter 10 µm, mit undeutlichen Spiralbändern, Längsstreifen, feinen Stacheln, knospenartigen Ansätzen und Dornen, auch Ringen, Enden abgerundet oder mit 1 bis 2 kurzen Spitzen, 3–4 µm dick, Sporen goldgelb, Netz vollständig oder unterbrochen, Maschengröße uneinheitlich, Randzone 1–2 µm, Durchmesser 10–17 µm

4. *Oligonema schweinitzii* (BERK.) MARTIN

***Cornuvia* ROST.,**

Versuch 15; 1873.

Fruchtkörper sitzende, halbkugelige Sporangien oder Plasmodiokarprien, 0,2–0,3 mm im Durchmesser oder 0,2–1,5 mm ausgedehnt, leuchtend goldgelb, Capillitium goldgelb, ein unelastisches, schlaffes, in der Regel weitmaschiges Netz, von kleineren Maschen durchsetzt, mit dicht stehenden Ringen, diese stellenweise nur 3 µm voneinander entfernt, Maschenwinkel dreieckig verbreitert, in den ringfreien Bereichen 2–3 µm, sonst 3–5 µm dick, Sporen gelb, mit ebenmäßigem Netz, etwa 10 Maschen pro Halbkugel, Randzone farblos, 1,5 µm breit, 10–12 µm im Durchmesser.

Typus: *Arcyria serpula* WIGAND, Jahrb. Wiss. Bot. 3: 44; 1863.

Die Gattung hat eine Art: *Cornuvia serpula* (WIGAND) ROST., sie ist in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet nachgewiesen, bei uns jedoch nur durch Belege aus dem 19. Jahrhundert. Sie fruktifiziert auf Gerberlohe, dies dürfte der Grund für das Schwinden sein.

***Arcyriaceae* ROST.,**

Versuch 15; 1873 (als Tribus).

Sporangien kalkfrei, gestielt oder ungestielt oder Plasmodiokarprien. Capillitium im polarisierten Licht nicht oder nur schwach leuchtend, aus röhrenförmigen Fäden, meist zu einem Netz verbunden, selten einfach oder verzweigt, glatt oder mit Stacheln, Warzen, knottigen Auswüchsen, Halbringen, Netzzeichnung oder, sehr selten, Spiralbändern. Sporen in Masse mit hellen Farben, im durchfallenden Licht farblos, gelb oder



Trichia varia, natürliche Größe 1,5 mm, B 561. – Alle Fotos: KH. BAUMANN.



Trichia varia, natürliche Größe der kugeligen Fruchtkörper ca. 0,5 mm, B 612.



Trichia verrucosa, natürliche Größe ca. 2 mm, M 343.



Trichia scabra, natürliche Größe ca. 0,8 mm, B 1207.



Hemitrichia serpula, natürliche Größe des Fruchtkörperdurchmessers ca. 0,5 mm, B 228.



Metatrachia vesparium, natürliche Größe ca. 2,5 mm, B 1594.



Perichaena depressa, natürliche Größe des geschlossenen Fruchtkörpers in Bildmitte 1,5 mm, B 1489.



Calomyxa metallica, natürliche Größe der Einzelfruchtkörper ca. 0,8 mm, M 1671.

braunrot.

Der Familie werden 5 Gattungen zugeordnet, 4 kommen in Baden-Württemberg und alle 5 im Bundesgebiet vor.

MARTIN, ALEXOPOULOS & FARR (1983) anerkennen nur die Familie Trichiaceae unter Einschluß vorstehender 5 Gattungen. NANNENGA-BREMEKAMP (1981) hat gezeigt, daß das Aussehen des Capillitiums im polarisierten Licht die Wiederherstellung der alten Familie Arcyriaceae ROSTAFINSKIS (1873) in der von LISTER (1925) vertretenen Auffassung rechtfertigt.

Schlüssel zu den Gattungen der Familie Arcyriaceae

1 Capillitium vom Grunde des Sporangiums geradlinig zur Peridie verlaufend, dort pinselartig zerfranst der Peridie angewachsen, glatt, mit feiner Skulpturierung oder mit Spiralbändern

Prototrichia

1* Capillitium nicht pinselförmig aufgelöst der Peridie angewachsen, netzbildend, einfach oder verzweigt

2

2 Capillitium einfach, verzweigt oder Netzbildend, mit Spiralbändern, mit oder ohne Stacheln, dunkelrot bis rotbraun, Fruchtkörper oft in Gruppen mit zusammengewachsenen Stielen oder dicht gedrängt pseudoäthaloïd

Metatrichia

2* Capillitium ohne Spiralbänder (Ausnahme: *Arcyria abietina*, *Arcyria stipata*), mit Stacheln, Warzen, Halbringen oder ringförmigen Einschnürungen

3

3 Capillitium einfach oder verzweigt, selten netzförmig (*Perichaena vermicularis*)

Perichaena

3* Capillitium stets netzförmig

4

4.1 Fruchtkörper gestielte Sporangien, selten nahezu sitzend, Peridie flüchtig, Capillitium oft extrem elastisch

Arcyria

4.2 Fruchtkörper fast stets sitzende Sporangien, selten kurz gestielt, oft gehäuft übereinandergewachsen, Capillitium unelastisch

Arcyodes

Prototrichia ROST.,

Mon. App. 38; 1876.

Fruchtkörper sitzende oder kurz gestielte Sporangien oder kurze Plasmodiokarprien, gesellig oder dicht gedrängt, braun bis kupferfarben, 0,4–1 mm im Durchmesser. Peridie durchscheinend, irisierend. Capillitium in Masse gelbbraun, rotbraun, olivbraun, im durchfallenden Licht honigfarben, glatt oder mit 2–4 fest gewickelten, ebenmäßigen Spiralbändern, von der Basis zur Peridie aufsteigend, dabei verzweigend, im Bereich der Peridie pinselartig ausgefranst und mit den Enden der Peridie angewachsen, 3–7 µm im Durchmesser. Sporen in Masse erst rosa, dann braun bis rotbraun, im durchfallenden Licht rosa, dann gelbbraun, mit feinen

Warzen dicht besetzt, 9–11 µm im Durchmesser.

Typus: *Trichia metallica* BERK. In HOOKER f., Fl. Tasm. 2: 268; 1859.

Die Gattung besitzt eine Art, *Prototrichia metallica* (BERK.) MASSEE, die im Bundesgebiet, nicht aber in Baden-Württemberg nachgewiesen ist.

Metatrichia ING.

Trans. Brit. Mycol. Soc. 47: 51; 1964.

Fruchtkörper sitzende oder gestielte Sporangien, oft zu Pseudoäthalien vereinigt, Peridie dick, doppelt oder dreifach, zerbrechlich und spröde, Capillitium elastisch oder unelastisch, röhrenförmig, mit Spiralstruktur, aus einfachen oder verzweigten Elateren oder netzförmig, dunkelrot bis rotbraun, im polarisierten Licht nicht doppelt lichtbrechend, Sporenwände im polarisierten Licht doppelt lichtbrechend.

Typus: *Metatrichia horrida* ING.

Die Gattung umfaßt 5 Arten, 3 sind im Bundesgebiet, 2 hiervon in Baden-Württemberg nachgewiesen.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Metatrichia*

1 Capillitium ein weitmaschiges, unelastisches Netz ohne Stacheln, Peridie dreifach, unregelmäßig öffnend, Fruchtkörper gedrängt sitzende oder gestielte Sporangien, bisweilen in Gruppen auf verwachsenen Stielen, ei- bis birnenförmig, Gesamthöhe bis 3 mm, 0,7–1,2 mm im Durchmesser, rosa, dunkel purpur bis schwarz mit Bandzeichnung, Capillitium orangerot, mit zahlreichen freien Enden, 5–7 µm dick, mit 2 eng gewundenen Spiralbändern. Sporen in Masse rötlich, im durchfallenden Licht gelb, mit feinen, dicht stehenden Warzen und dünner Randzone, 11–12, 5 µm im Durchmesser

1. *Metatrichia rosea* (FLATAU & NANN.-BREM.) NANN.-BREM. (1)

1* Capillitium aus einfachen, seltener verzweigten Elateren, elastisch, Peridie doppelt

2

2.1 Fruchtkörper sitzende oder gestielte Sporangien, einzeln oder in Gruppen bis zu 30 und mehr auf zusammengewachsenen Stielen, oder zu Pseudoäthalien vereinigt, schwarz, dunkelrot, rotbraun, kupferrot, glänzend, Gesamthöhe 1–3 mm, 0,2–0,8 mm im Durchmesser, Capillitium in Masse ziegelrot bis rostbraun, aus selten verzweigten, extrem elastischen Elateren, zurückgebogen, verflochten, mit 10–15 µm zugespitzten Enden, 4–7 µm im Durchmesser, mit bis zu 4 µm langen Stacheln, mit 3–5 mäßig fest gewickelten Spiralbändern, bald mit Nachbarcapillitien zu einem unentwirrbaren Gewölle verfilzend, Sporen in Masse braunrot bis rostfarben, sonst gelbbraun bis honigfarben, mit feinen Warzen, rund bis breitelliptisch, 9–13 µm bzw. 8,5–9,5 x 11–12,5 µm im Durchmesser, Peridie im oberen Bereich meist mit scharf begrenztem Deckel öffnend, leere, gedrängt wachsende Fruchtkörper wespennestartig

2. *Metatrichia vesparium* (BATSCH) NANN.-BREM. (Tafel 3)

2.2 Fruchtkörper gestielte Sporangien, einzeln oder gebündelt in Gruppen, auch bis ca. 100 Individuen auf gemeinsamem Stiel, dieser als Erhöhung des Hypothallus erscheinend, kugelig, birnförmig bis walzenförmig, rotbraun mit dunklerer Punktzeichnung, kupferbraun bis schwarz, Gesamthöhe 2–4 mm, 0,5–1 mm im Durchmesser. Peridie doppelt, fest verbunden, unregelmäßig, nach unten schlitzzartig aufreißend und dadurch tulpenähnlich. Capillitium mäßig elastisch, rotbraun, mit 4–6 glatten, mäßig gewickelten Spiralbändern, 4–6 µm dick, bis 50 µm spitz auslaufend. Sporen honigfarben, in Masse in der Farbe des Capillitiums, mit feinen Warzen dicht besetzt, 10–13 µm im Durchmesser

3. *Metatrichia floriformis* (SCHW.)
NANN.-BREM.

Perichaena FRIES,

Symb. Gast. 11; 1817

Fruchtkörper sitzende oder gestielte Sporangien oder Plasmodiokarprien. Peridie in der Regel doppelt, eng verbunden, äußerer Teil mit im Umriß unregelmäßiger Granulation, bisweilen spärlich entwickelt, innerer Teil membranartig, durchscheinend. Capillitium aus einfachen oder verzweigten, röhrenförmigen Fäden ohne Spiralstruktur, mit Stacheln oder glatt, Ringzeichnungen oder Einschnürungen. Sporen gelb, mit feinen Warzen oder Stacheln.

Typus: *Perichaena populina* FRIES (= *Perichaena corticalis* (BATSCH) ROST.).

Die Gattung umfaßt 15 Arten, 5 sind im Bundesgebiet, 4 davon in Baden-Württemberg nachgewiesen.

Schlüssel zu den Arten der Gattung Perichaena

1 Fruchtkörper gestielte Sporangien, kugelig, gelb oder orangebraun, Gesamthöhe 0,3–0,7 mm, 0,2–0,4 mm im Durchmesser, Capillitium elastisch, verzweigt, mit unregelmäßigen Einschnürungen, glatt oder mit kleinen Stacheln, 3–4 µm im Durchmesser, Sporen gelb, feinstachelig, 9–10 µm im Durchmesser

1. *Perichaena pedata* (A. & G. LISTER)
G. LISTER[○]

1* Fruchtkörper ungestielte Sporangien oder Plasmodiokarprien 2

2 Peridie durch scharf begrenzten Deckel öffnend 3

2* Peridie unregelmäßig zerfallend 4

3.1 Fruchtkörper sitzende Sporangien, selten einzeln, gedrängt bis pseudoäthaloïd, auch kurze, unregelmäßige bis kommaförmige Plasmodiokarprien, niedergedrückt, selten halbkugelig aufgewölbt, rotbraun, dunkelbraun bis nahezu schwarz, 0,2–1,5 mm bzw. 0,2–1 x 1–1,5 mm ausgedehnt, bis 0,3 mm hoch, Capillitium elastisch, gelb, mit feinen Warzen oder Stacheln, ringförmigen Einschnürungen oder knotigen Verdickungen, 1,5–4 mm im Durchmesser, Sporen gelb, mit feinen Warzen, 8,5–11 µm im Durchmesser

2. *Perichaena depressa* LIBERT (Tafel 4)

3.2 Fruchtkörper sitzende, kugelige bis halbkugelige

Sporangien oder Plasmodiokarprien, braun bis schwarz, selten grau, 0,2–1,5 mm ausgedehnt, Capillitium unelastisch, gelblich, oft spärlich, feinstachelig rauh, mit ringförmigen Einschnürungen oder glatt, 1,5–4 µm im Durchmesser, Sporen gelb, dicht mit feinen Warzen besetzt, 10–14 µm im Durchmesser

3. *Perichaena corticalis* (BATSCH) ROST.

4.1 Fruchtkörper sitzende oder kurz gestielte (nicht bei unserem Material) Sporangien, kugelig bis halbkugelig, oder würcstchen- bis ringförmige Plasmodiokarprien, dunkel rotbraun bis schwarzbraun, 0,3–1 mm im Durchmesser. Capillitium sehr elastisch, hellgelb, verzweigt, mit kleinen Warzen, Einschnürungen und bis 7 µm langen Stacheln, 2–4 µm im Durchmesser, Sporen blaßgelb, mit feinen Warzen, 8–11 µm im Durchmesser

4. *Perichaena chryso sperma* (CURREY) A. LISTER

4.2 Fruchtkörper kugelige, sitzende Sporangien oder kurz wurmförmige bis netzförmige Plasmodiokarprien, hell beige, braun bis nahezu schwarz, 0,2–0,4 mm im Durchmesser bzw. bis ca. 2 mm ausgedehnt. Capillitium elastisch, hell ocker bis gelb, netzförmig verzweigt, im Umriß unregelmäßig, mit Einschnürungen und Erweiterungen, dicht mit feinen Stacheln besetzt, nicht langstachelig, 2–4 µm im Durchmesser. Sporen hellgelb bis farblos, dicht feinwarzig, 10–15 µm im Durchmesser, oft in Kultur auf Rinde, besonders von Apfelbäumen

5. *Perichaena vermicularis* (SCHW.) ROST.

Arcyria WIGGERS,

Prim. Fl. Holsat.: 109; 1780.

Fruchtkörper gestielte Sporangien, Stiel bisweilen auf Punktform reduziert, einzeln oder herdenweise dicht gedrängt, rund, eiförmig, kegelförmig oder zylindrisch. Stiel mit sporenähnlichem Material gefüllt, dies überwiegend größer als die Sporen. Peridie bei Reife weitgehend schwindend, im unteren Teil als Becher verschiedener Größe bleibend, Becherwand oft arteigen gezeichnet. Capillitium elastisch oder unelastisch, ein Netz unterschiedlicher Maschenweite, am Grunde des Sporangiums nur mit der Stielspitze oder zugleich mit dem Becher verbunden, mit Netzzeichnung, Ringen, Halbringen, Stacheln, Warzen oder bei *Arcyria abietina* 2–4 locker gewickelten Spiralbändern, bei Reife durch vertikale Dehnung oft ein Mehrfaches der ursprünglichen Länge erreichend, abfallend oder am Becher haften bleibend. Sporen in der Farbe des Capillitiums: hellrot, rosa, lachsrot, dunkelrot, rotbraun, weiß, grau, gelb oder ocker, im durchfallenden Licht nahezu farblos, mit feinen Warzen und, bisweilen, mit Gruppen größerer Warzen.

Typus: *Clathrus denudatus* L., Sp. Pl. 1179; 1753 (= *Arcyria denudata* (L.) WETTST.).

Die Gattung umfaßt etwa 32 Arten, 16 sind aus der Bundesrepublik, 10 davon aus Baden-Württemberg bekannt.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Arcyria*

- 1 Sporen ca 9 µm und größer 2
 1* Sporen 9 µm und kleiner 3
- 2.1 Fruchtkörper Sporangien, kurzzyllindrisch bis birnförmig, weinrot, gelbbraun, ocker, rostbraun, braun, selten oliv, Gesamthöhe geschlossen 1–2 mm, offen 2–4 mm, 0,5–1 mm im Durchmesser. Peridie als flacher Becher bleibend, innen mit deutlicher Netzzeichnung. Capillitium elastisch, mit Ringen oder Halbringen, diesen kammartig angeordnete Warzen aufsitzen, Stacheln, blasigen Verdickungen und mehr oder weniger vollständiger Netzzeichnung, am Grunde der Stielspitze angeheftet, frei vom Becher, bei Reife breit birnförmig ausgedehnt, gelb bis rostbraun, 2–10 µm im Durchmesser. Sporen hellocker, feinwarzig, rund bis breitelliptisch, 8–12 µm bzw. 10–12 x 10–14 µm im Durchmesser
1. *Arcyria ferruginea* SAUTER
- 2.2 Fruchtkörper dicht gedrängte, kurz gestielte bis nahezu sitzende Sporangien, kugel- bis kreiselförmig, gelb bis orange, Peridie im unteren Bereich als Becher bleibend. Capillitium ein loses Netz mit 2–4 unregelmäßigen Spiralbändern, freie Enden spärlich, ohne Stacheln, 3–5 µm im Durchmesser. Sporen mit feinmaschigem Netz, blaßgelb, 9–12 µm im Durchmesser
2. *Arcyria abietina* (WIGAND) NANN.-BREM. (Syn.: *Hemitrichia abietina* (WIGAND) G. LISTER).[○]
- 2.3 Sporangien nicht expandiert 1,5–2 mm hoch, 0,7–0,8 mm im Durchmesser, dicht gedrängt in Gruppen, birn- bis eiförmig, ziegelrot, rotbraun, olivbraun. Peridie ca. zur Hälfte pokalähnlich erhalten bleibend, mit Netzzeichnung und Warzen. Capillitium wenig elastisch, weitmaschig, wenige, keulig verdickte Enden, gleichmäßig mit bis zu 3 µm langen Stacheln besetzt, 2,5–4,5 µm im Durchmesser. Sporen gelblich, feinwarzig mit Gruppen größerer Warzen, 9,5–10,5 µm im Durchmesser
3. *Arcyria oerstedtioides* FLAT. & SCHIRM.[○]
- 3 Fruchtkörper jung grau, gelb, ocker oder beige, nicht mit deutlich roten Farbtönen 4
 3* Fruchtkörper jung mit rosa, rötlichen oder rotbraunen Farben 7
 4 Fruchtkörper weiß, grau, graurot, selten grüngelb, gelblich oder ocker 5
 4* Fruchtkörper gelb, ocker oder beige 6
- 5.1 Sporangien einzeln oder dicht gedrängt in Gruppen, eiförmig, zylindrisch bis kegelförmig, hellbraun, blaugrau, gelbgrau, beige bis ocker, seltener grüngrau, Gesamthöhe 1–5 mm, 0,1–1,2 mm breit. Peridie flüchtig, am Grunde als flaches Scheibchen oder Becher bleibend, glatt oder mit feinen, unregelmäßigen, kurzen Linien, diese bisweilen netzig verbunden. Capillitium elastisch, farblos, seltener hellbraun bis braungelb, fest am Grunde mit dem Rest der Peridie verbunden, dort glatt, nach oben mit feinen Stacheln, Warzen, Ringen, unterbrochener Netzzeichnung, auch mit mehr oder weniger stark ausgeprägten Spiralbändern, 1,5–7 µm im Durchmesser. Sporen in Masse hellgrau oder hell gelbbraun, im durchfallenden Licht fast farblos, mit feinen Warzen und Gruppen größerer Warzen, 6–8 µm im Durchmesser
4. *Arcyria cinerea* (BULL.) PERS.
- 5.2 Sporangien einzeln oder in kleinen Gruppen, kugelförmig, weiß, grau, blaßgelb, im Alter braun, Gesamthöhe 0,5–1,5 mm, 0,3–0,7 mm im Durchmesser. Peridie in der oberen Hälfte flüchtig, unterer Teil als tiefer, halbkugelig Becher bleibend, dieser glatt oder warzig, im oberen Bereich durch Querrippen wellig bis runzelig. Capillitium nicht oder wenig elastisch, engmaschig, der Peridie angewachsen, farblos, mit Warzen, Stacheln, 3–4 Spiralbändern oder unregelmäßiger Netzzeichnung, 2–4,5 µm im Durchmesser. Sporen in Masse blaßgelb, sonst farblos, mit feinen Warzen, und Gruppen größerer Warzen, 6–8 µm im Durchmesser
5. *Arcyria globosa* SCHW.[→]
- 5.3 Sporangien gestielt bis nahezu sitzend, einzeln oder in Gruppen bis zu 7 zusammengewachsen, nahezu kugelig bis kurzzyllindrisch, gelbgrün oder graurot, Gesamthöhe vor Expandierung 0,3–0,8 mm, 0,25 mm im Durchmesser. Peridie im unteren Bereich trichterförmig bleibend, warzig und unterbrochen netzförmig gezeichnet. Capillitium elastisch, weitmaschig, lose der Stielspitze angeheftet und abfallend, mit Stacheln und Halbringen, diese wieder mit Stacheln besetzt und durch gratige Erhöhungen netzig verbunden, mit zahlreichen, blasig verdickten freien Enden, 5–10 µm im Durchmesser. Sporen blaßocker bis farblos, feinwarzig mit dichteren Gruppierungen von Warzen, 8–9 µm im Durchmesser
6. *Arcyria fasciculata* DHILLON & NANN.-BREM.[○]
- 6.1 Sporangien dicht gedrängt in Gruppen, gelb, hell ockerbraun bis rotbraun, bisweilen zu einem Pseudothallium gepackt, Gesamthöhe 1–5 mm, Durchmesser 0,5 mm, nach Streckung des Capillitiums bis 10 mm lang und 1 mm im Durchmesser. Peridie als kleiner, kelchartig vertiefter Becher bleibend, mit kleinen Warzen, diese durch zarte Linien zu einem feinmaschigen Netz verbunden. Capillitium extrem elastisch, nach Streckung umliegend, nur der Stielspitze angeheftet und leicht abfallend, ocker bis gelbbraun, mit Nachbarcapillitien verfilzend, mit Ringen, Halbringen, Stacheln oder feiner Netzzeichnung, 3–6 µm im Durchmesser. Sporen in Masse ocker, sonst hell gelbbraun bis nahezu farblos, mit feinen Warzen und Gruppen dichter stehender Warzen, 7–9 µm im Durchmesser
7. *Arcyria obvelata* (OEDER) ONSBERG (Syn.: *A. nutans* (BULL.) GREV.)
- 6.2 Sporangien sehr klein, einzeln oder dicht gedrängt in kleinen Gruppen, kugelig bis breit eiförmig, seltener walzenförmig, ocker bis beige, Gesamthöhe 0,3–1,2 mm, 0,5 mm im Durchmesser, nach Streckung 1–2,2 x 1 mm. Peridie als flache, unregelmäßig gerandete Scheibe bleibend, glatt oder mit Warzen, diese zu ei-

nem unvollständigen Netz verbunden. Capillitium elastisch, oliv, nach allen Seiten expandierend, der Basis der Peridie angewachsen, großmaschig mit freien Enden, mit Ringen, Halbringen, Warzen, Stacheln, bisweilen mit feiner Netzzeichnung und Andeutung einer Spiralstruktur, im durchfallenden Licht hell braungrau bis schmutzigbraun, auch gelbgrün, 2–6 µm im Durchmesser. Sporen in Masse gelblichgrün, im durchfallenden Licht gleichfarben bis farblos, mit feinen Warzen und Gruppen größerer Warzen, 7–10 µm im Durchmesser

8. *Arcyria pomiformis* (LEERS) ROST.

- 7 Fruchtkörper weinrot, purpurrot, rotbraun, rostbraun, kupferfarben, bisweilen nur ganz frisch lachsrot 8
 7* Fruchtkörper hellrot, lachsrot, fleischfarben, alt braun ausblassend 11
 8 Capillitium mit Warzen, Ringen oder Halbringen, ohne Stacheln oder Spiralbänder 9
 8* Capillitium mit spitzen Stacheln oder Spiralbändern neben Warzen und/oder Ringen 10
 9.1 Fruchtkörper dicht gedrängt in Gruppen, kugelig, eiförmig bis zylindrisch, Gesamthöhe 1–3,5 mm, 0,5–1,5 mm im Durchmesser, später bis 7 mm hoch. Peridie im unteren Bereich als flacher, scharf gerandeter Becher mit Längsstreifen bleibend, glänzend, mit Warzen, diese zu unterbrochenem Netz verbunden. Capillitium elastisch, meist aufrecht, engmaschig, ohne freie Enden, der Innenseite des Bechers fest angeheftet, bleibend, bei Berührung unelastisch abbrechend, mit Ringen, Halbringen und einseitig angeordneten Warzen, diese bisweilen mit aufgesetzten Haaren, spiralig gewunden, im durchfallenden Licht blaßrosa bis dunkel rotbraun, 2–5 µm dick. Sporen in Masse rot oder rotbraun, im durchfallenden Licht gelbbraun bis nahezu farblos, mit feinen Warzen und Gruppen größerer Warzen, hierdurch im Umriß etwas eckig erscheinend, 6–8 µm im Durchmesser

9. *Arcyria denudata* (L.) WETTST.

- 9.2 Fruchtkörper kugelig bis breit eiförmig, purpurrot bis weinrot, Peridie dauerhaft, im oberen Bereich unregelmäßig aufreißend, bis zur Hälfte als Becher bleibend, irisierend, Capillitium schwach elastisch, am Bechergrund der Stielspitze, der Peridie nur vereinzelt angewachsen, im ganzen leicht abfallend

10. *Arcyria incarnata* PERS.
 var *helvetica* MEYLAN

- 10.1 Sporangien dicht gedrängt in Gruppen, ganz jung lachsfarben, bald rostfarben bis rotbraun, Gesamtgröße 1–2 x 0,3–0,5 mm, nach Expansion 2–10 x 0,5–0,8 mm. Peridie als flacher Kelch bleibend, bis 0,8 mm im Durchmesser, mit Warzen und unvollständiger Netzzeichnung. Capillitium extrem elastisch, nur mit der Stielspitze verbunden und alsbald abfallend, zunächst die walzenförmige Kontur beibehaltend, erst später verfilzend, großmaschig, mit bis zu 4 µm langen Stacheln, seltener Warzen, ohne freie Enden, 3–4 µm im Durchmesser. Sporen in Masse braun, im durchfallenden Licht hellbraun, mit feinen

Warzen und Gruppen größerer Warzen, 7–9 µm im Durchmesser

11. *Arcyria oerstedtii* ROST.

- 10.2 Sporangien gestielt bis nahezu sitzend, dicht gedrängt in Gruppen, auch gehäuft, aufrecht oder übereinanderliegend, zum Teil hirnartig gewunden ein Pseudoöthelium bildend, zylindrisch, unregelmäßig dicht, bisweilen eingeschnürt, hellbraun, rotbraun, kupferbraun, oliv ausblassend, irisierend, auch bei geschwundener Peridie die Form lange behaltend, Gesamthöhe 1–3 mm, 0,3–1,2 mm im Durchmesser. Peridie kupferbraun, glänzend, dauerhaft, unregelmäßig aufplatzend, dem Capillitium bruchstückweise anhaftend, Basis als flacher Becher bleibend, bis 0,6 mm im Durchmesser, glatt oder mit feinen Warzen und kurzen Schlieren, mit oder ohne Netzzeichnung. Capillitium großmaschig, mäßig elastisch, der Stielspitze angewachsen, hellbraun, mit 3–4 Spiralbändern, Warzen, Stacheln, Ringen und Halbringen, auch mit feiner Netzskulptur, 3–6 µm im Durchmesser. Sporen in Masse hell braunrosa, im durchfallenden Licht hell braunrosa bis farblos, mit feinen Warzen und Gruppen größerer Warzen, 6–8,5 µm im Durchmesser

12. *Arcyria stipata* (SCHW.) A. LISTER

- 11 Capillitium dem Becher angewachsen, bleibend 12
 11* Capillitium meist nur der Stielspitze angewachsen, leicht im ganzen ablösbar 13
 12.1 Sporangien in der Regel gedrängt wachsend, rosa, fleischfarben bis blaß lachsfarben, eiförmig bis zylindrisch, gelblich ausblassend, Gesamthöhe bis 3 mm. Becher etwas faltig, nahezu glatt oder mit feiner Netzzeichnung. Capillitium locker, mit Ringen, Stacheln, spiralförmig angeordnet, feinstachelig bis nahezu glatt, 2–3 µm im Durchmesser. Sporen in Masse rosa, im durchfallenden Licht farblos, mit zerstreuten Warzen, 6–8 µm im Durchmesser

13. *Arcyria insignis* KALCHBR. & COOKE[○]

- 12.2 Sporangien lachsrot, in kleinen Gruppen, bis 3 mm Gesamthöhe. Peridie als kleiner, trichterförmiger Becher bleibend, mit Warzen oder unvollständigem Netz. Capillitium weitmaschig, mäßig elastisch, mit Stacheln und Warzen, diese spiralförmig angeordnet, 3–5 µm im Durchmesser. Sporen in Masse lachsrosa, im durchfallenden Licht farblos, feinwarzig mit Gruppen größerer Warzen, 7–10 µm im Durchmesser

14. *Arcyria minuta* BUCHET[⊖]

- 13 Fruchtkörper dicht gedrängt in Gruppen, lachsrot, kurz vor der Reife auch violett, hellrosa bis fleischfarben, zylindrisch bis breit eiförmig, Gesamthöhe zunächst 0,5–2,5 mm, Durchmesser 0,3–1,2 mm, nach Streckung des Capillitiums bis 5 x 2 mm. Stiel oft bis zu Punktgröße reduziert, Peridie als flache Scheibe oder wenig vertiefter Kelch bleibend. Capillitium elastisch, nach allen Seiten auf etwa doppelte Größe expandierend, frisch hellrosa, braun ausblassend, bald wollig verfilzend, im durchfallenden Licht hellbraun, fleischfarben bis farblos, mit Ringen, Halbringen, spi-

ralig angeordneten Warzen und wenigen freien Enden, 2,5–5 µm im Durchmesser. Sporen in Masse fleischfarben, sonst farblos, mit feinen Warzen und Gruppen größerer Warzen, 7–9 µm im Durchmesser

10.1 *Arcyria incarnata* PERS.

13* Capillitium nur in Längsrichtung expandierend, dann bis 10 mm lang, nicht sofort verfilzend, Stiel 1 mm und länger 14

14.1 Sporangien in kleinen Gruppen dicht gedrängt, Ausdehnung 1–3 x 0,2–0,4 mm, nach Expansion 3–10 x 1–1,3 mm. Peridie als kleine, flache Scheibe an der Stielspitze bleibend, 0,05–0,2 mm im Durchmesser. Capillitium extrem elastisch, lang ausgezogen, aufrecht bis liegend, gestreckt nie verfilzend, mit spiralförmig angeordneten Halbringen, in Seitenansicht als Warzen erscheinend, dem Becher angewachsen aber insgesamt leicht abbrechend, im durchfallenden Licht hellbraun, 2–5 µm im Durchmesser. Sporen in Masse hellrosa, im durchfallenden Licht farblos, feinwarzig mit Gruppen größerer Warzen, 6–8,5 µm im Durchmesser

15. *Arcyria major* (G. LISTER) ING

14.2 Sporangien dicht gedrängt in großen Kolonien, zylindrisch, 1–3,5 x 0,5–0,6 mm, expandiert bis 10 mm hoch und 1 mm breit. Peridie als flacher oder tiefer, oft asymmetrischer Becher bleibend, glatt bis deutlich längsgerippt, mit feinen Stacheln oder Warzen, bisweilen durch Linien netzig verbunden. Capillitium elastisch, ein großmaschiges, rostrot bis rotbraunes, weitmaschiges Netz, der Stielspitze am Bechergrund und vereinzelt der Peridie angewachsen, mit Ringen, Halbringen, einseitig angeordneten, groben, bis 3 µm langen Warzen und Stacheln, zum Teil mit feiner Netzzeichnung, oft mit Resten der Peridie behangen, nach dem Expandieren zunächst nicht, erst später mit Nachbarcapillitien verfilzend, leicht ablösend und verweht. Sporen in Masse dunkelrot, im durchfallenden Licht nahezu farblos, feinwarzig mit Gruppen größerer Warzen, 7–10 µm im Durchmesser

16. *Arcyria affinis* ROST.

Arcyodes O. F. Cook,

Science 15: 651; 1902.

Fruchtkörper sitzende, selten kurz gestielte, zerstreute oder dicht stehende, auch gehäuft übereinander gewachsene Sporangien, Peridie einfach, membranähnlich, Capillitium unelastisch, ein loses, unregelmäßiges Netz, der Peridie angewachsen, glatt oder mit Stacheln, Warzen oder unregelmäßiger Netzzeichnung, Sporen hell.

Typus: *Licea incarnata* ALB. & SCHW. (= *Arcyodes incarnata* (ALB. & SCHW.) O. F. COOK).

Der Gattung werden 2 Arten zugeordnet, wovon *Arcyodes incarnata* in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet vorkommt.

1.1 Sporangien zerstreut oder gehäuft, sitzend, kugelig oder länglich, 0,1–0,5 mm im Durchmesser. Capillitium ein Netz mit gleichmäßig dicken Fäden, ca. 2 µm

im Durchmesser, der Peridie leicht über die gesamte Oberfläche angeheftet, glatt oder fein ornamentiert, mit wenig freien Enden. Sporen kugelig, stachelig, in Masse gelb, im durchfallenden Licht hellgelb, 12–13 µm im Durchmesser. (Bekannt aus Kalifornien auf Kuhmist und Neuseeland auf Schafmist)

1. *Arcyodes luteola* (KOW.) NANN.-BREM.
(Syn.: *Calonema luteolum* KOW.)⁽²⁾

1.2 Sporangien nahezu kugelig bis birnförmig, sitzend oder mit kurzem Stielansatz, dicht gedrängt oder in Häufchen übereinandergewachsen, scharlach- bis hell kupferfarben, später ocker bis oliv, 0,5–1,5 x 0,4–0,8 mm. Peridie im oberen Teil unregelmäßig aufreißend, im unteren Bereich dauerhaft, gleichmäßig körnchenförmig granuliert, auch mit kurzen, unregelmäßigen Linien mit unvollständiger Netzzeichnung. Capillitium weitmaschig, mit abgerundeten freien Enden, feinen Warzen, Stacheln oder Körnchen, der Peridie angewachsen, 2–8 µm dick. Sporen in Masse blaßrosa, im Alter ocker ausblassend, im durchfallenden Licht blaßgelb bis nahezu farblos, feinwarzig bis nahezu glatt, auch mit Gruppen größerer Warzen, 6–10 µm im Durchmesser

2. *Arcyodes incarnata* (ALB. & SCHW.)
O. F. COOK

Die Familie Dianemaceae MACBR.,

N. Am. Slime-Moulds 180: 1899 (als Dianemeae).

Fruchtkörper sitzende, selten kurz gestielte Sporangien oder Plasmodiokarprien. Peridie meist einfach, selten doppelt mit granulierter äußerer Schicht. Capillitium aus festen Fäden, einfach oder verzweigt aber nie netzbildend, elastisch oder unelastisch, dem Grunde des Fruchtkörpers und der Peridie angewachsen, glatt oder mit feiner Skulpturierung durch Warzen oder Stacheln. Sporen in Masse graurosa oder gelb, im durchfallenden Licht blaßgelb, blaßgrau bis nahezu farblos.

Die Familie umfaßt 2 Gattungen, beide kommen in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet vor.

Schlüssel zu den Gattungen der Familie Dianemaceae

1.1 Capillitium elastisch, haarähnlich gewellt und verbogen *Calomyxa*

1.2 Capillitium unelastisch, steif, nur wenig gewellt, in der Regel parallel von der Basis zur Peridie laufend

Dianema

Calomyxa NIEUWL.,

Am. Midl. Nat. 4: 335; 1916.

Fruchtkörper sitzende oder kurz gestielte Sporangien (deutsches Material ungestielt), kugelig, oder Plasmodiokarprien. Peridie häutig dünn, durchscheinend oder mit körneliger Granulation durchsetzt. Capillitium aus einfachen, seltener verzweigten, haarähnlichen, elastischen Fäden mit feiner, spiralförmig angeordneter Zeichnung, mit der Basis und der Peridie verbunden.

Typus: *Physarum metallicum* BERK. (= *Calomyxa metallica* (BERK.) NIEUWL.).

Die Gattung umfaßt 2 Arten wovon *Calomyxa metallica* in Baden-Württemberg und im übrigen Bundesgebiet vorkommt.

1.1 Fruchtkörper gedrängt sitzend, unregelmäßig kugelig bis nahezu plasmodiokarp, Capillitium spärlich, 1,5–2,5 µm im Durchmesser, Sporen in unregelmäßigen Haufen von 5–30 verklumpt, ei- bis kreisel- oder birnförmig, feinstachelig an der exponierten Seite, feinwarzig im übrigen, in Masse olivgelb, im durchfallenden Licht gelb, 11–13 µm im Durchmesser (nur aus Venezuela bekannt)

1. *Calomyxa synspora* FARR & KOWALSKI[○]

1.2 Sporangien sitzend, kugelig bis abgeflacht kugelig, beige, braun bis rotbraun, irisierend, 0,3–1,5 mm im Durchmesser, bis 1 mm dick, oder Plasmodiokarprien, oft zu einem Pseudoäthaliun vereinigt, walzenförmig, hakenförmig gekrümmt, halbkreisförmig, 0,5–1,2 x 2 mm, Pseudoäthaliun bis ca. 4 x 10 mm. Peridie mit Resten des Capillitiums, Capillitium elastisch, sehr lang und biegsam, selten verzweigt, feinstachelig bis feinwarzig, Stacheln und Warzen spiralig angeordnet, 1–4 µm dick. Sporen frisch in Masse graurosa, hellbraun bis beige ausblassend, im durchfallenden Licht nahezu farblos, feinstachelig, 10–12 µm im Durchmesser

2. *Calomyxa metallica* (BERK.) NIEUWL. (Tafel 4)

Dianema Rex,

Proc. Akad. Phil. 43: 397; 1891.

Fruchtkörper sitzende oder mit Stielansatz versehene Sporangien (bei unserem Material ohne Stielansatz) oder Plasmodiokarprien. Peridie häutig dünn oder knorpelig. Capillitium aus glatten oder skulpturierten, unverzweigten oder verzweigten, geraden oder leicht wellig gebogenen Fäden, die vom Grunde zur Peridie laufen und dort meist, verbreitert oder unverbreitert, angewachsen sind. Sporen frisch in Masse rosa, später hellbraun bis gelb, frei oder in Klümpchen zusammenhängend.

Typus: *Dianema harveyi* Rex.

Die Gattung umfaßt 7 Arten, 2 sind aus Baden-Württemberg, eine weitere ist aus Bayern bekannt. 2 weitere Arten wurden in der Schweiz und in Großbritannien gefunden.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Dianema*

1 Sporen mit kleinmaschigem Netz, Sporangien sitzend, halbkugelig, ca. 1 mm im Durchmesser, oder Plasmodiokarprien, länglich ausgedehnt oder flächig mit unregelmäßigem Umriß, 3 x 1–3 mm, bis 0,5 mm hoch, graubraun. Peridie schwach glänzend, felderig uneben, im durchfallenden Licht mit dichtem Netz überzogen, Maschen 1–5 µm im Durchmesser, dicht mit stachelähnlichen, dunkelbraunen Resten des abgebrochenen Capillitiums besetzt. Capillitium ela-

stisch, gerade, den Fruchtkörper vom Grunde bis zur Peridie durchziehend, an den Enden 4–6 Fäden zur Ansatzstelle gebündelt zusammenlaufend, durch feine Anlagerungen rau, vereinzelt mit dunkelbraunen, bis 4 µm dicken Granulationen besetzt, 0,5–2 µm im Durchmesser. Sporen in Masse grau, im durchfallenden Licht hell gelbbraun bis farblos, 7–9 µm im Durchmesser

1. *Dianema depressum* (A. LISTER) G. LISTER

1* Sporen mit feinen Warzen 2

2 Sporen frei 3

2* Sporen zu Klümpchen zusammenhängend 4

3.1 Fruchtkörper Sporangien oder selten kurze Plasmodiokarprien, sitzend, einzeln aber gesellig, halbkugelig bis abgeflacht münzenförmig, hell- bis dunkelbraun, rosa, dunkelgrün, irisierend, 0,2–2 mm im Durchmesser, 0,2–1 mm hoch. Peridie unregelmäßig aufreißend, mit abgebrochenen Capillitiumresten besetzt. Capillitium geradlinig vom Grunde des Sporangiums zur Peridie verlaufend und dieser geteilt angewachsen, nahezu parallel, selten verzweigt, gerade oder schwach wellig gebogen, glatt, an der Anwuchsstelle zur Peridie verbreitert, 1–3 µm im Durchmesser. Sporen frisch in Masse rosa, später hell zimtbraun, im durchfallenden Licht hell gelbbraun, feinwarzig, 8–11 µm im Durchmesser

2. *Dianema harveyi* REX

3.2 Sporangien sitzend oder kurz gestielt, einzeln oder in kleinen Häufchen, kugelig, kupferfarben, irisierend, 0,5–1,5 mm im Durchmesser. Capillitium häufig verzweigt, mit Querverbindungen, am Grunde dick, zur Peridie dünn auslaufend und dort angeheftet, beim Zerfallen an der Peridie keine Reste hinterlassend. Sporen in Masse blaß graurosa, im durchfallenden Licht gelblich bis farblos, feinwarzig, 8–12 µm im Durchmesser (alpin, aus dem Schweizer Jura und Schottland bekannt)

3. *Dianema nivale* (MEYLAN) G. LISTER[○]

4.1 Fruchtkörper kugelige Sporangien oder einfache, verzweigte, ring- oder netzförmige Plasmodiokarprien, dunkel purpurbraun mit runzeliger Oberfläche, 0,3–1 mm Durchmesser. Capillitium nahezu glatt oder mit spiralförmiger Markierung und knopfartigen Verdickungen, blaßbraun, 1,5–2,5 µm im Durchmesser. Sporen in Masse gelb, im durchfallenden Licht nahezu farblos, rund bis breitelliptisch, in Gruppen zu 2–6 verklumpt, auf der freien Seite stachelig, 10–15 x 8–10 µm im Durchmesser

4. *Dianema corticatum* A. LISTER[○]

4.2 Fruchtkörper einfache oder verzweigte Plasmodiokarprien, dunkel purpurbraun, runzelig, etwa 0,3 mm breit. Capillitium ohne Spiralstruktur, zur Basis dicker, zur Peridie dünn auslaufend, mit membranartigen Verdickungen, 2–3 µm im Durchmesser, braun. Sporen in Masse rosa, in Gruppen zu 4–12 verklumpt, kugelig bis eiförmig, im exponierten Bereich feinwarzig, 10–11 µm im Durchmesser (Großbritannien)

5. *Dianema repens* G. LISTER & CRAN[○]

Literatur

- BJØRNEKAER, K. & KLINGE, A. B. (1963): Die dänischen Schleimpilze. – *Friesia*, VII (2): 149–280, 16 Taf., Kopenhagen.
- Die Pilzflora Nordwestoberfrankens (1986): **10/A**. – Hrg. von der pilzkundlichen Arbeitsgemeinschaft Weidhausen bei Coburg: S. 80–87; Weidhausen.
- EHRENBERG, C. G. (1818): *Silvae Mycologicae Berlinensis*. – 32 S., 1 T., Berlin. Unveränderter Nachdruck, Amsterdam 1972.
- FARR, M. L. (1976): *Flora Neotropica*, Monograph No. 16, Myxomycetes. – 304 S., New York.
- FLATAU, L. & SCHIRMER, P. (1983): Myxomyceten aus Nordhessen – II. Ein neuer Myxomycet aus der Umgebung von Kassel. – *Z. Mykol.*; **49** (2): 179–182, Schwäbisch Gmünd.
- HAGELSTEIN, R. (1944): *The Mycetozoa of North America based upon the specimens in the herbarium of the New York Botanical Garden*. – 306 S., 16 pl., Mineola, New York.
- HALLER, A. VON (1768): *Historia stirpium indigenarum Helveticae inchoata*, **3**: S. 1–204, pl. 45–48.
- KOWALSKI, D. T. (1969): A new coprophilous species of *Calonema* (Myxomycetes). – *Madrono*, **20**: S. 229–231.
- LINK, J. H. F. (1833): *Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse* 3. Ordo Fungi, Subordo 6. Myxomycetes. – S. 405–422, Berlin.
- LISTER, A. (1925): *A monograph of the Mycetozoa*. – XXXII u. 296 S., 222 pl., ed. 3, revised by G. LISTER, London. 2. Reprint 1972, New York & London.
- MACBRIDE, T. H. & MARTIN, G. W. (1934): *The Myxomycetes*. – 339 S., XXI pl., New York.
- MARTIN, G. W. & ALEXOPOULOS, C. J. (1969): *The Myxomycetes*. – IX u. 561 S., Iowa City.
- MARTIN, G. W., ALEXOPOULOS, C. J. & FARR, M. L. (1983): *The Genera of the Myxomycetes*. – XI u. 201 S., 41 pl., Iowa City.
- MASSEE, G. (1892): *A monograph of the Myxogastres*. – 367 S., 12 pl., London.
- NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1974): *De Nederlandse Myxomyceten, met Aanvullingen (1979) und tweede Aanvulling (1983)*. – 506 S., Zutphen.
- NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1982): The use of polarized light as an aid in the taxonomy of the Trichiales. – *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch., Ser. C*, **85** (4): S. 541–562, Amsterdam.
- NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1985): Notes on Myxomycetes XXII. Three new species, two new families and four new combinations. – *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. Ser. C*, **88** (1): S. 121–128, Amsterdam.
- NEUBERT, H. & NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1979): Revision des Myxomyceten *Arcyria minuta* BUCHET. – *Z. Mykol.*, **45** (2): S. 239–245, Schwäbisch-Gmünd.
- NEUBERT, H. & BAUMANN, K. (1986): Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland III. Liste der bislang bekannten Arten. – *Carolinea*, **44**: S. 61–66, 7 Farbtl., Karlsruhe.
- ROSS, J. K. (1973): The Stemonitomycetidae, a new subclass of Myxomycetes. – *Mycologia*, **65**: S. 477–485, New York.
- ROSTAFINSKI, J. T. (1873): Versuch eines Systems der Mycetozoen. – Inaug. diss., Straßburg.
- ROSTAFINSKI, J. T. (1875): *Sluzowce (Mycetozoa) Monograafia*. – 432 S., XIII T., Paris.
- SCHINZ, H. (1920): Myxogasteres. – In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, 1. Bd., X. Abt., 2. Aufl., 474 S., Leipzig, autorisierter Neudruck 1963, Weinheim.

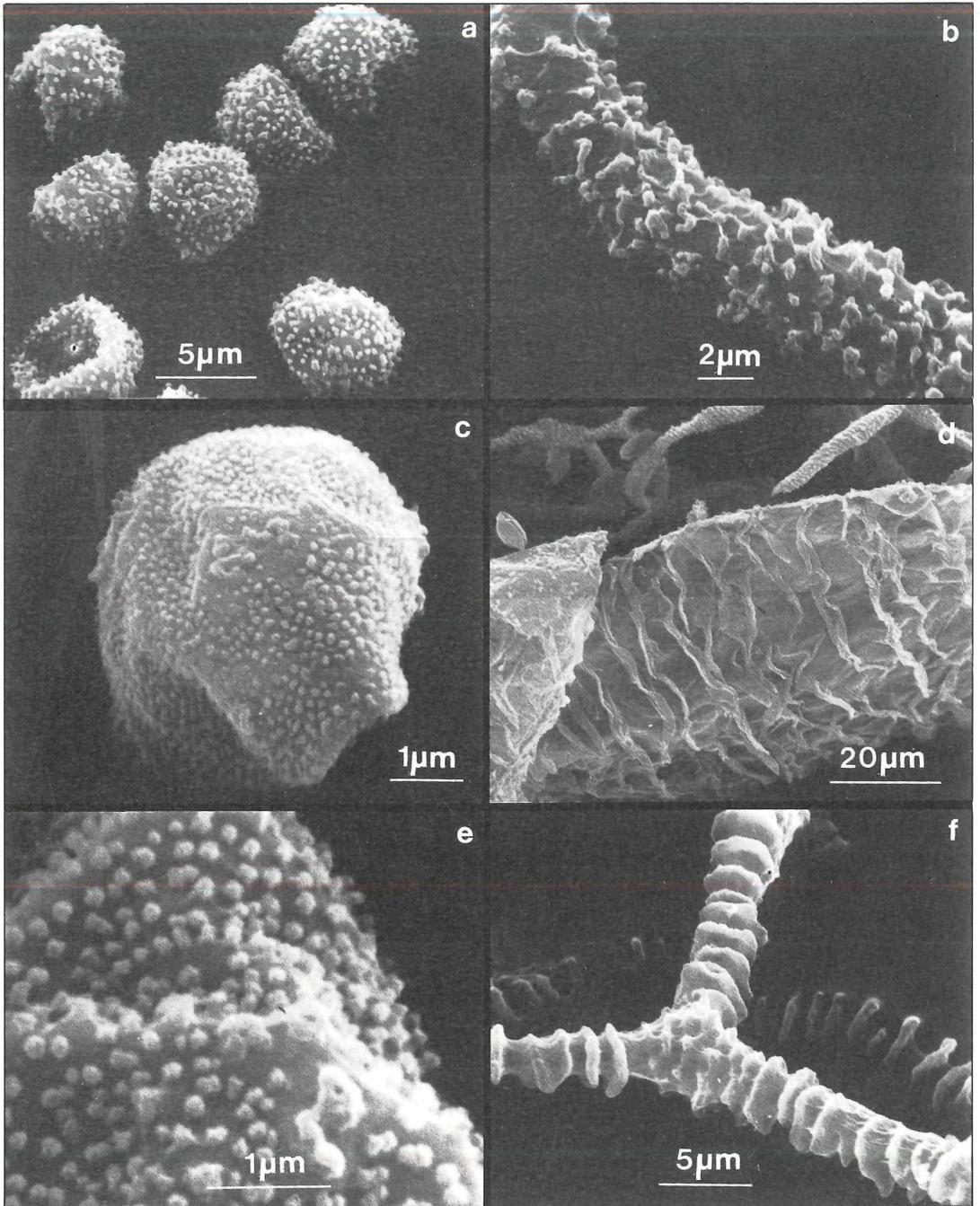


Abbildung 1. a. *Arcyria cinerea*: Sporen; NB 3006. – b. *Arcyria cinerea*: Capillitium; NB 3006. – c. *Arcyria globosa*: Spore; M 1885. – d. *Arcyria globosa*: Peridie und Capillitium; M 1885. – e. *Arcyria incarnata*: Sporenausschnitt; B 164. – f. *Arcyria incarnata*: Capillitium; B 164.

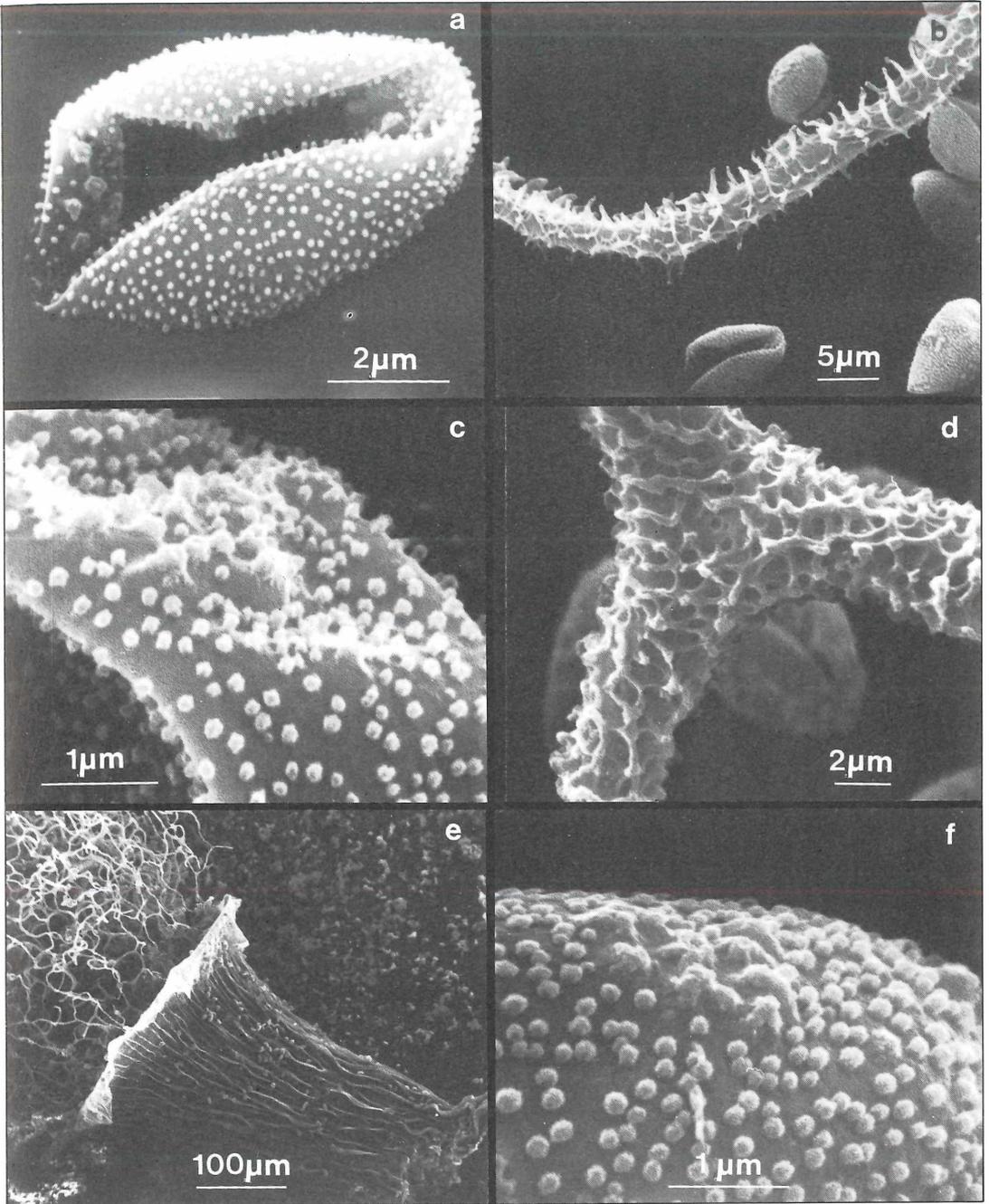


Abbildung 2. a. *Arcyria obvelata*: Spore; B 447. – b. *Arcyria obvelata*: Sporen und Capillitium; B 447. – c. *Arcyria pomiformis*: Sporenausschnitt; B 465. – d. *Arcyria pomiformis*: Capillitium; B 465. – e. *Arcyria pomiformis*: Stiel mit Capillitium; B 465. – f. *Arcyria stipata*: Sporenausschnitt; B 309.

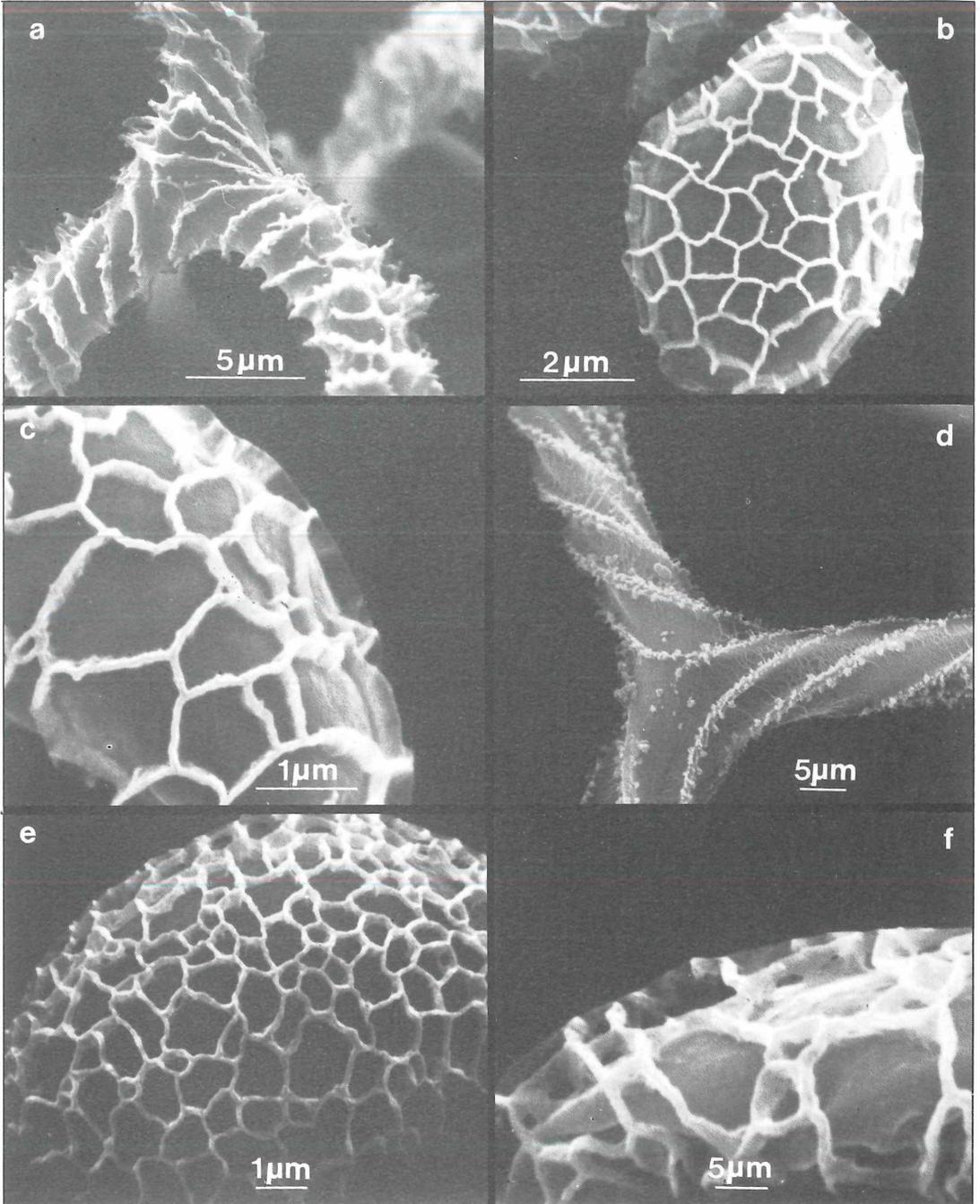


Abbildung 3. a. *Arcyria stipata*: Capillitium; B 309. – b. *Hemitrichia calyculata*: Sporen; FO 14 420. – c. *Hemitrichia calyculata*: Sporenausschnitt; FO 14 420. – d. *Hemitrichia calyculata*: Capillitium; FO 14 420. – e. *Hemitrichia clavata*: Sporenausschnitt; B 885. – f. *Hemitrichia clavata*: Sporenausschnitt; B 885.

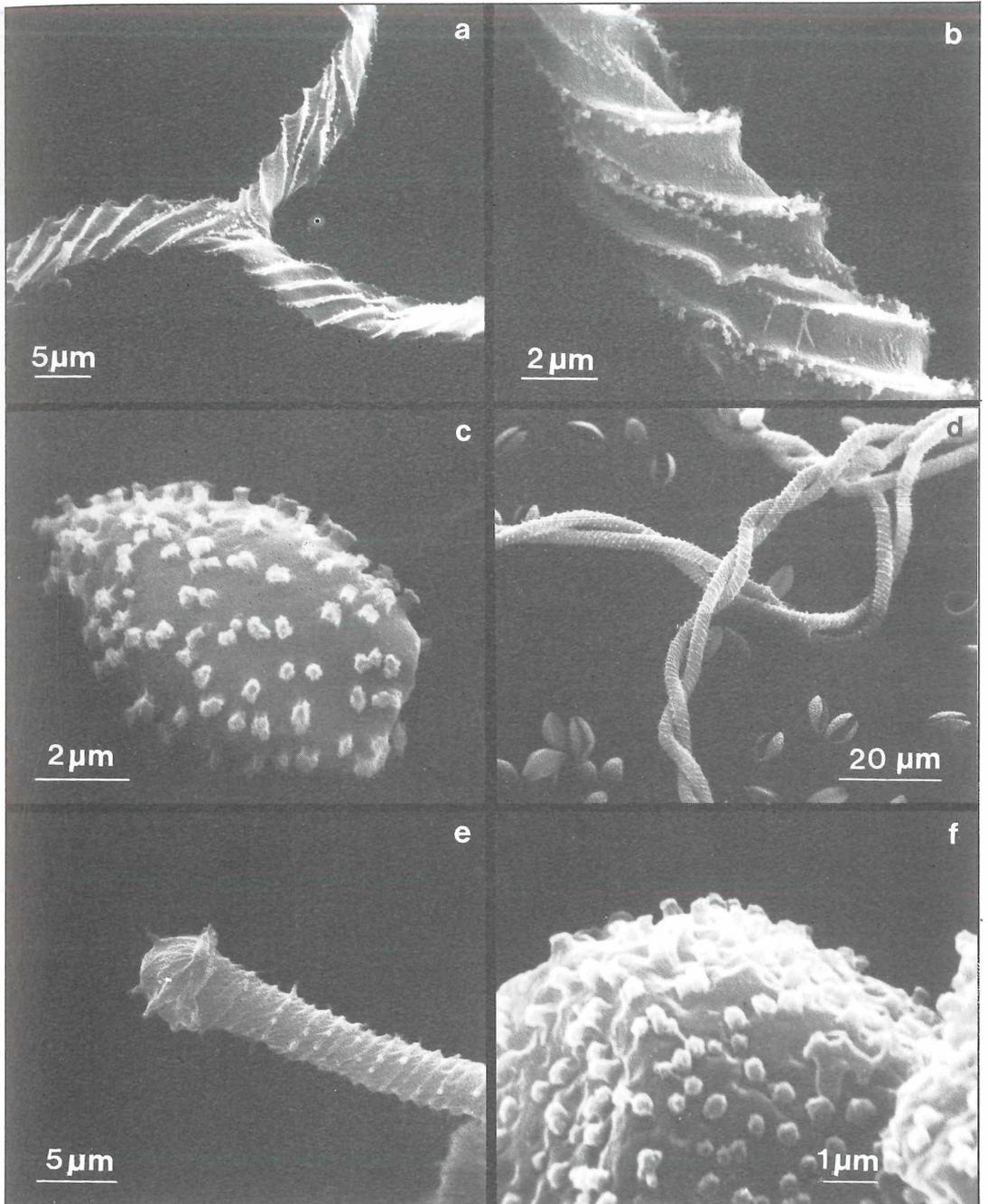


Abbildung 4. a. *Hemitrichia clavata*: Capillitium; B 650. – b. *Hemitrichia clavata*: Capillitium; B 650. – c. *Hemitrichia intorta*: Spore; M 696/697. – d. *Hemitrichia intorta*: Capillitium und Sporen; M 696/697. – e. *Hemitrichia intorta*: Capillitium; M 696/697. – f. *Hemitrichia leiotricha*: Sporenausschnitt; NB 4538.

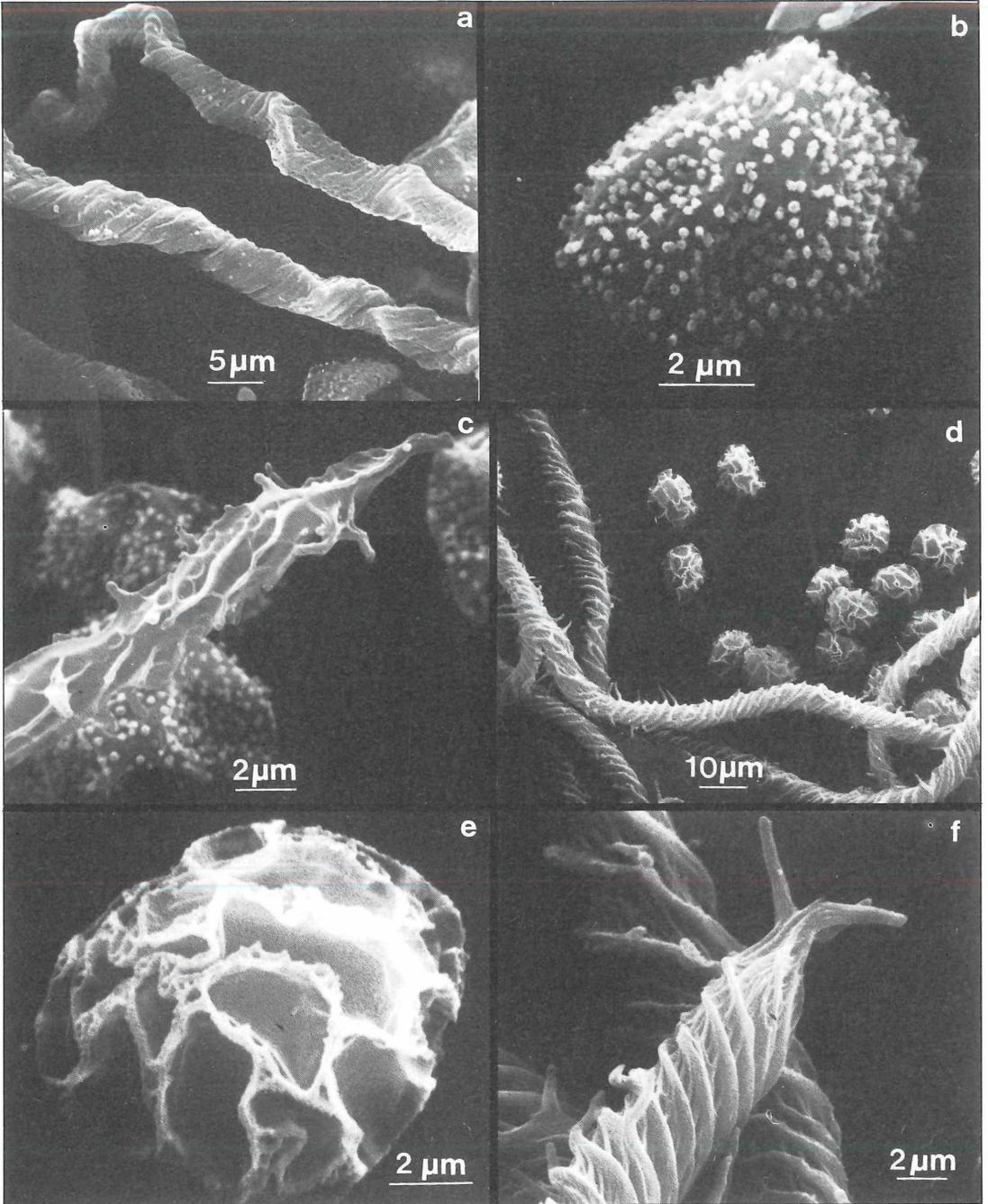


Abbildung 5. a. *Hemitrichia leiotricha*: Capillitium; NB 4538. – b. *Hemitrichia minor* var. *pardina*: Spore; NB 6862-B. – c. *Hemitrichia minor* var. *pardina*: Capillitium mit Sporen; NB 6862-B. – d. *Hemitrichia serpula*: Capillitium und Sporen; B 228. – e. *Hemitrichia serpula*: Spore; B 228. – f. *Hemitrichia serpula*: Capillitium; B 228.

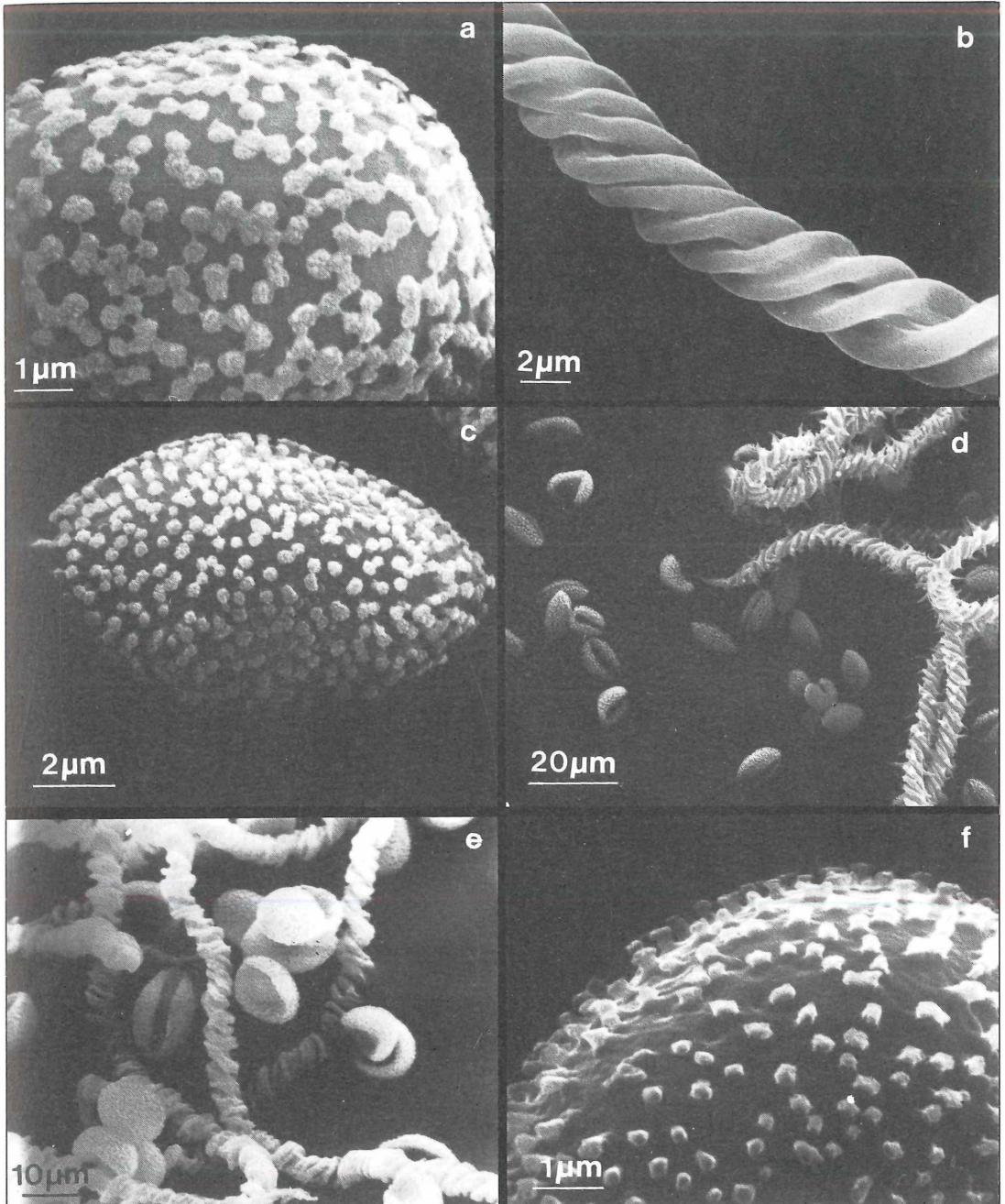


Abbildung 6. a. *Metatrachia floriformis*: Sporenausschnitt; FO 14 423. – b. *Metatrachia floriformis*: Capillitium; FO 14 423. – c. *Metatrachia vesparium*: Spore; B 635. – d. *Metatrachia vesparium*: Capillitium und Sporen; B 635. – e. *Metatrachia rosea*: Capillitium mit Sporen; Holotypus; M 2265 (Präparat). – f. *Perichaena corticalis*: Sporenausschnitt; B 310.

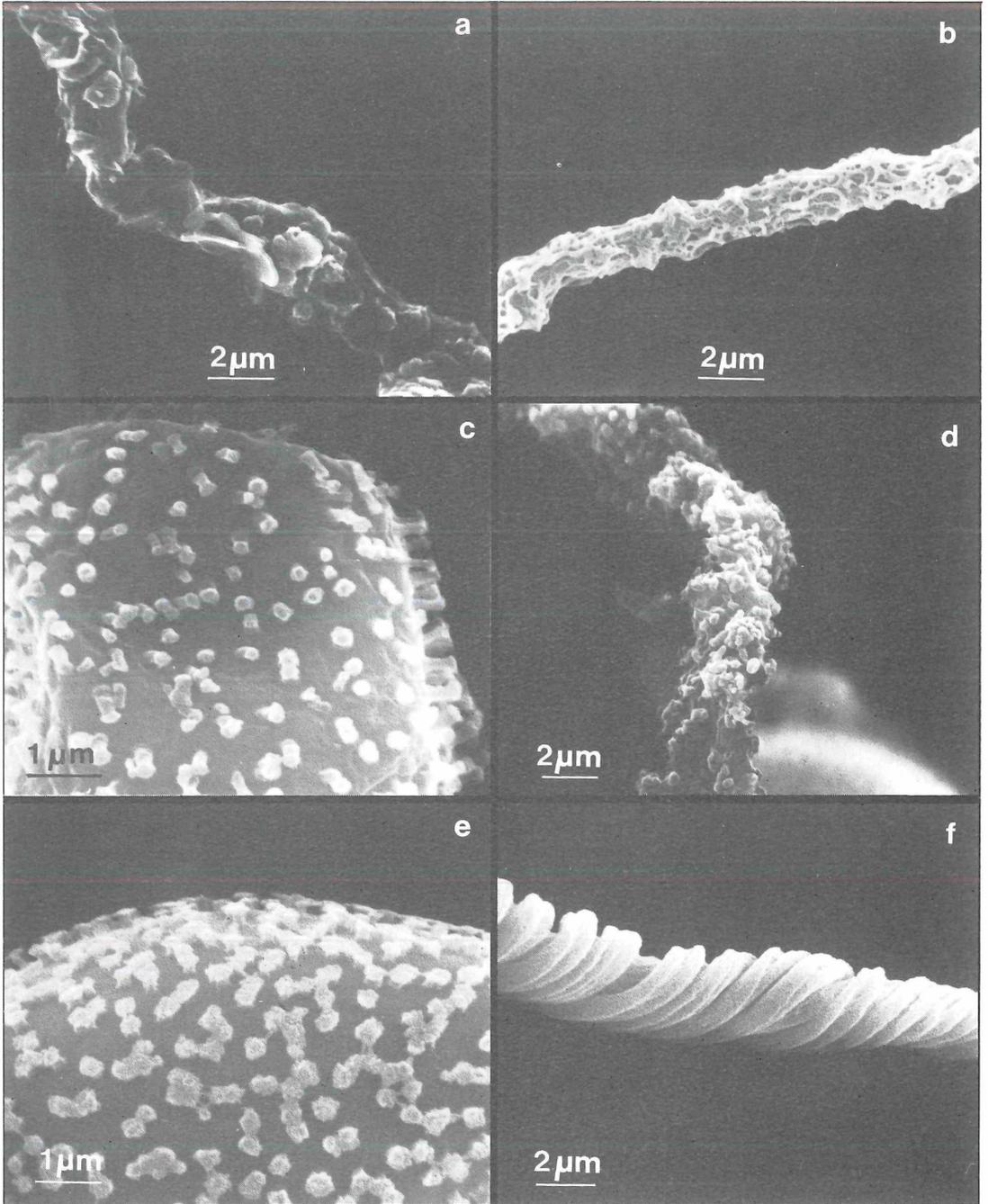


Abbildung 7. a. *Perichaena corticalis*: Capillitium; B 310. – b. *Perichaena depressa*: Capillitium; B 992. – c. *Perichaena vermicularis*: Sporenausschnitt; B 397. – d. *Perichaena vermicularis*: Capillitium; B 397. – e. *Trichia botrytis*: Sporenausschnitt; B 333. – f. *Trichia botrytis*: Capillitium; B 333.

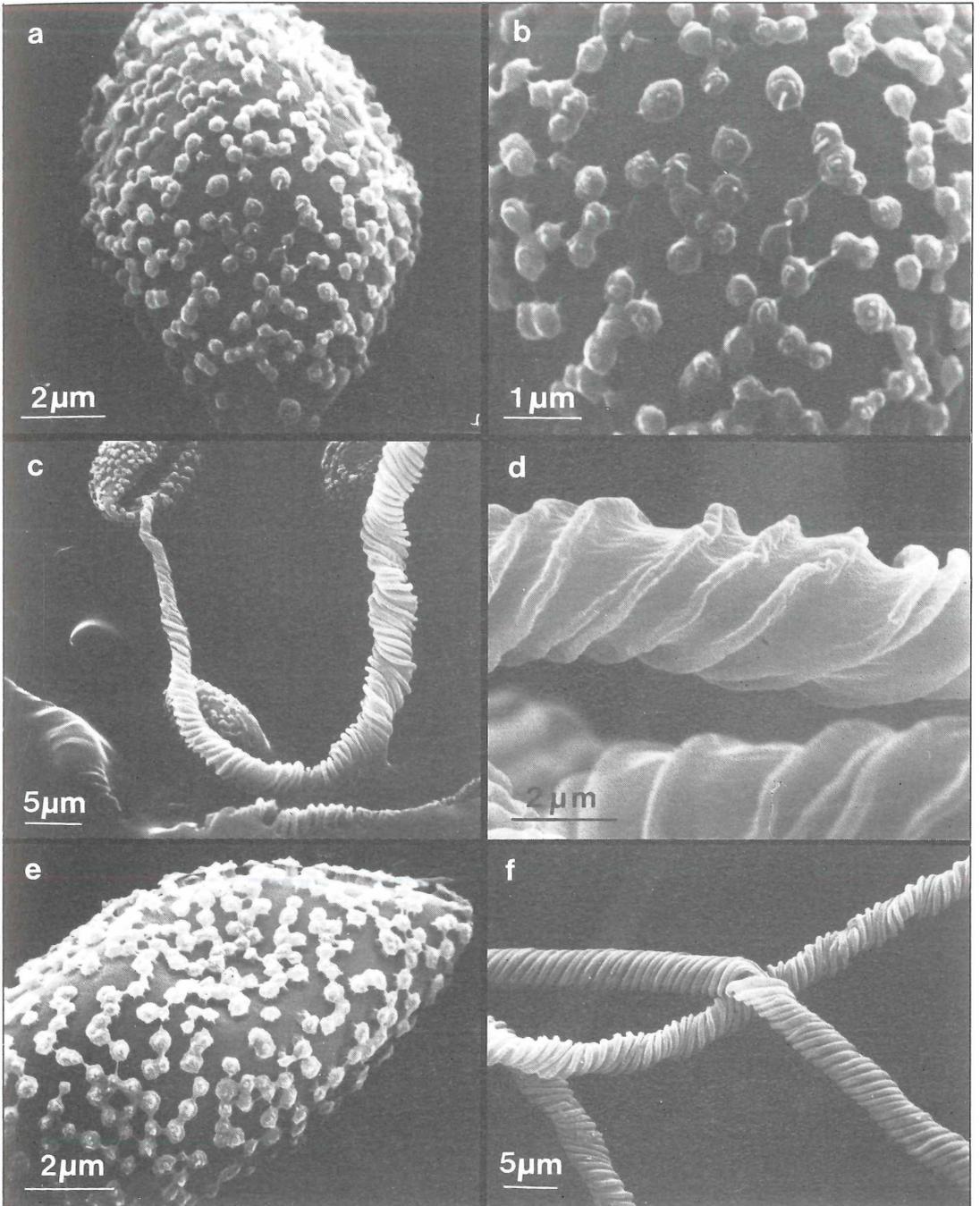


Abbildung 8. a. *Trichia contorta* var. *attenuata*: Spore; NB 10 702. – b. *Trichia contorta* var. *attenuata*: Sporenausschnitt; NB 10 702. c. *Trichia contorta* var. *attenuata*: Capillitium und Sporen; 10 702. – d. *Trichia contorta* var. *attenuata*: Capillitium; B 658, M 1004. – e. *Trichia contorta* var. *contorta*: Sporenausschnitt; NB 10 308. – f. *Trichia contorta* var. *contorta*: Capillitium; NB 10 308.

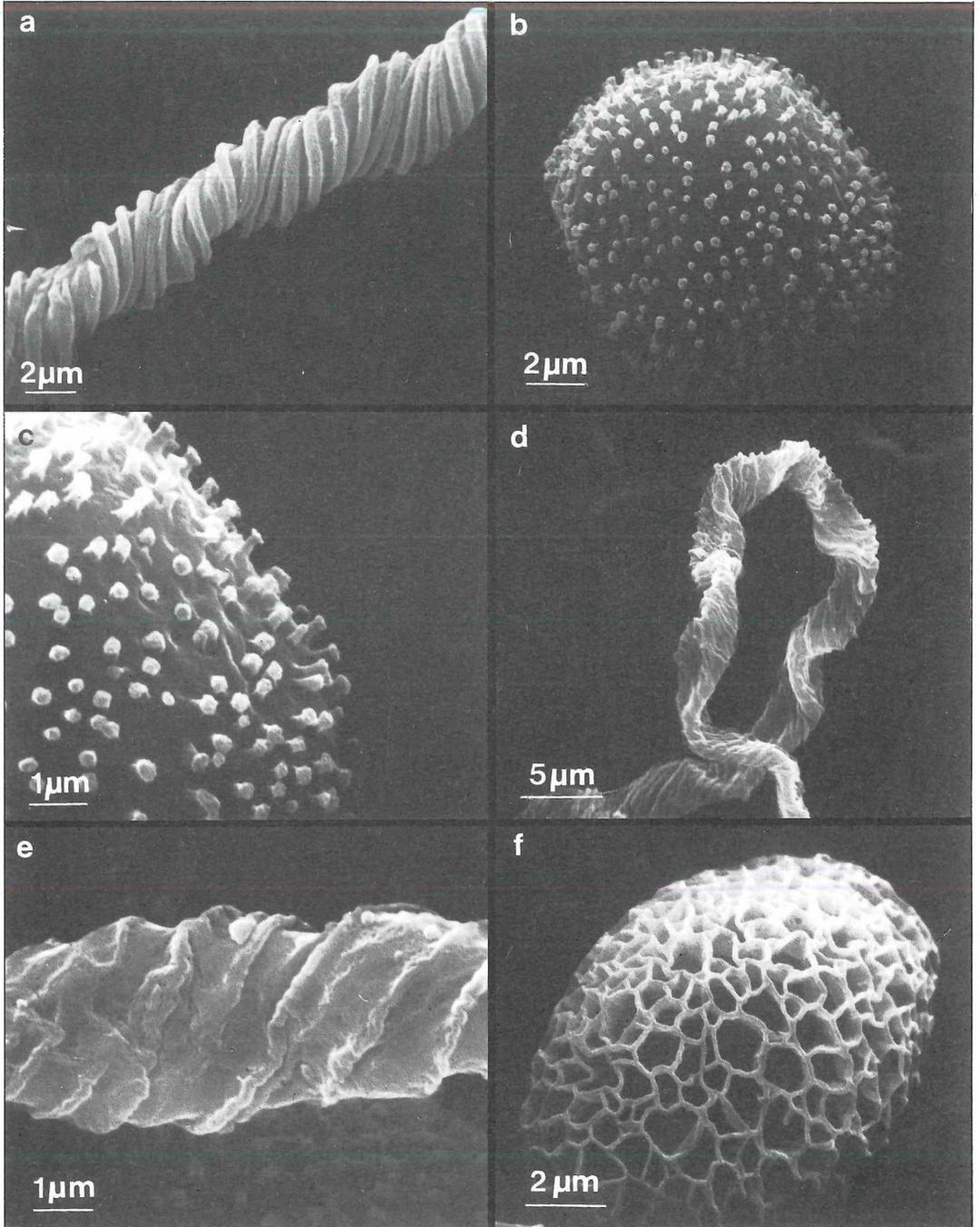


Abbildung 9. a. *Trichia contorta* var. *contorta*: Capillitium; NB 10 308. – b. *Trichia contorta* var. *karstenii*: Spore; NB 5127. – c. *Trichia contorta* var. *karstenii*: Sporenausschnitt; NB 5127. – d. *Trichia contorta* var. *karstenii*: Capillitium; B 645. – e. *Trichia contorta* var. *karstenii*: Capillitium und Sporenausschnitt; NB 5127. – f. *Trichia decipiens* var. *decipiens*: Spore; FO 13 968.

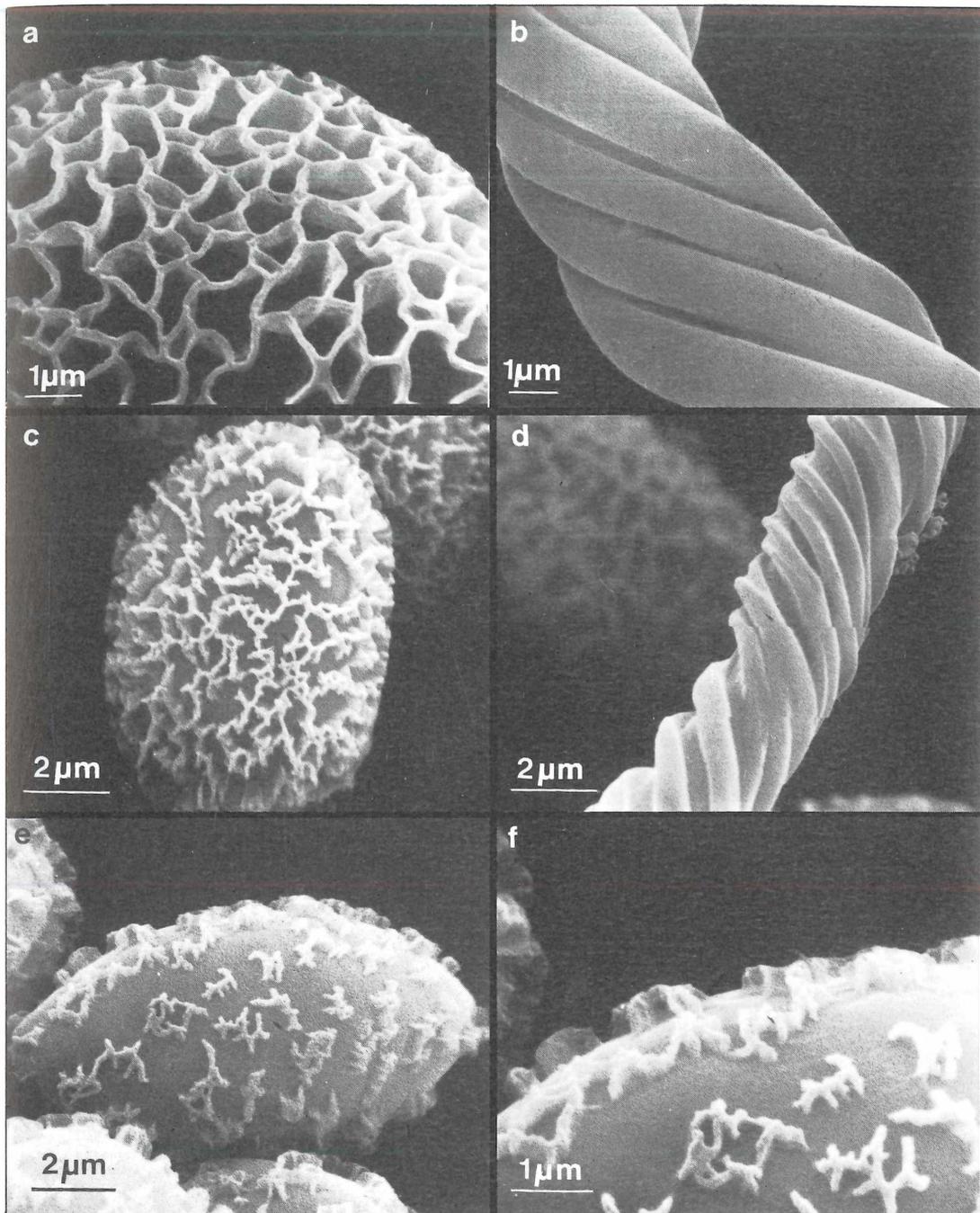


Abbildung 10. a. *Trichia decipiens* var. *decipiens*: Sporenausschnitt; FO 13 686. – b. *Trichia decipiens* var. *decipiens*: Capillitium; FO 13 686. – c. *Trichia decipiens* var. *hemitrichoides*: Spore; B 659, M 904. – d. *Trichia decipiens* var. *hemitrichoides*: Capillitium; B 659, M 904. – e. *Trichia decipiens* var. *olivacea*: Spore; B 361. – f. *Trichia decipiens* var. *olivacea*: Sporenausschnitt; B 361.

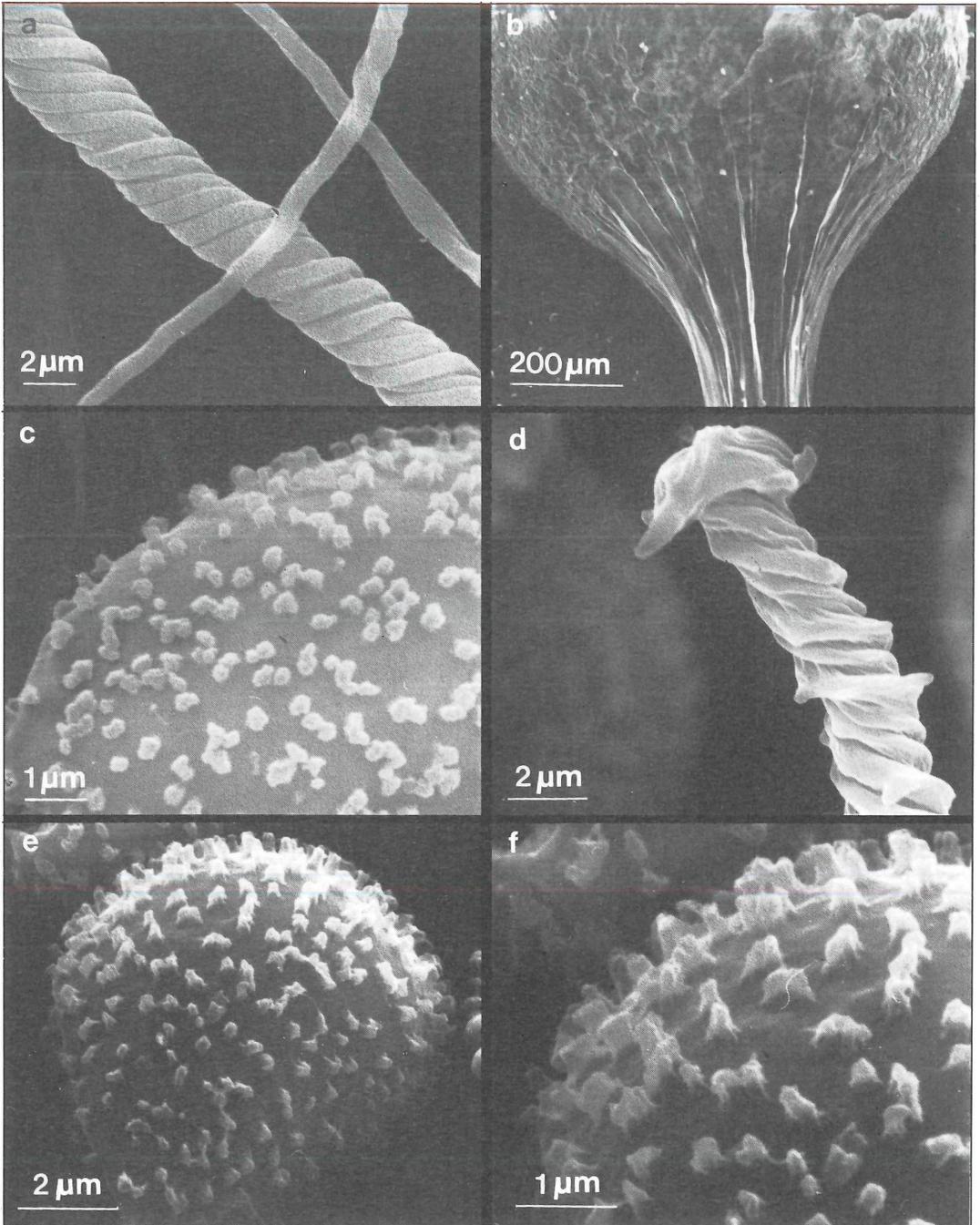


Abbildung 11. a. *Trichia decipiens* var. *olivacea*: Capillitium; B 614. – b. *Trichia decipiens* var. *olivacea*: Fruchtkörperausschnitt; B 614. – c. *Trichia erecta*: Sporenausschnitt; M 1551, B 660. – d. *Trichia erecta*: Capillitium; M 1551, B 660. – e. *Trichia lutescens*: Spore; M 2113. – f. *Trichia lutescens*: Sporenausschnitt; M 2113.

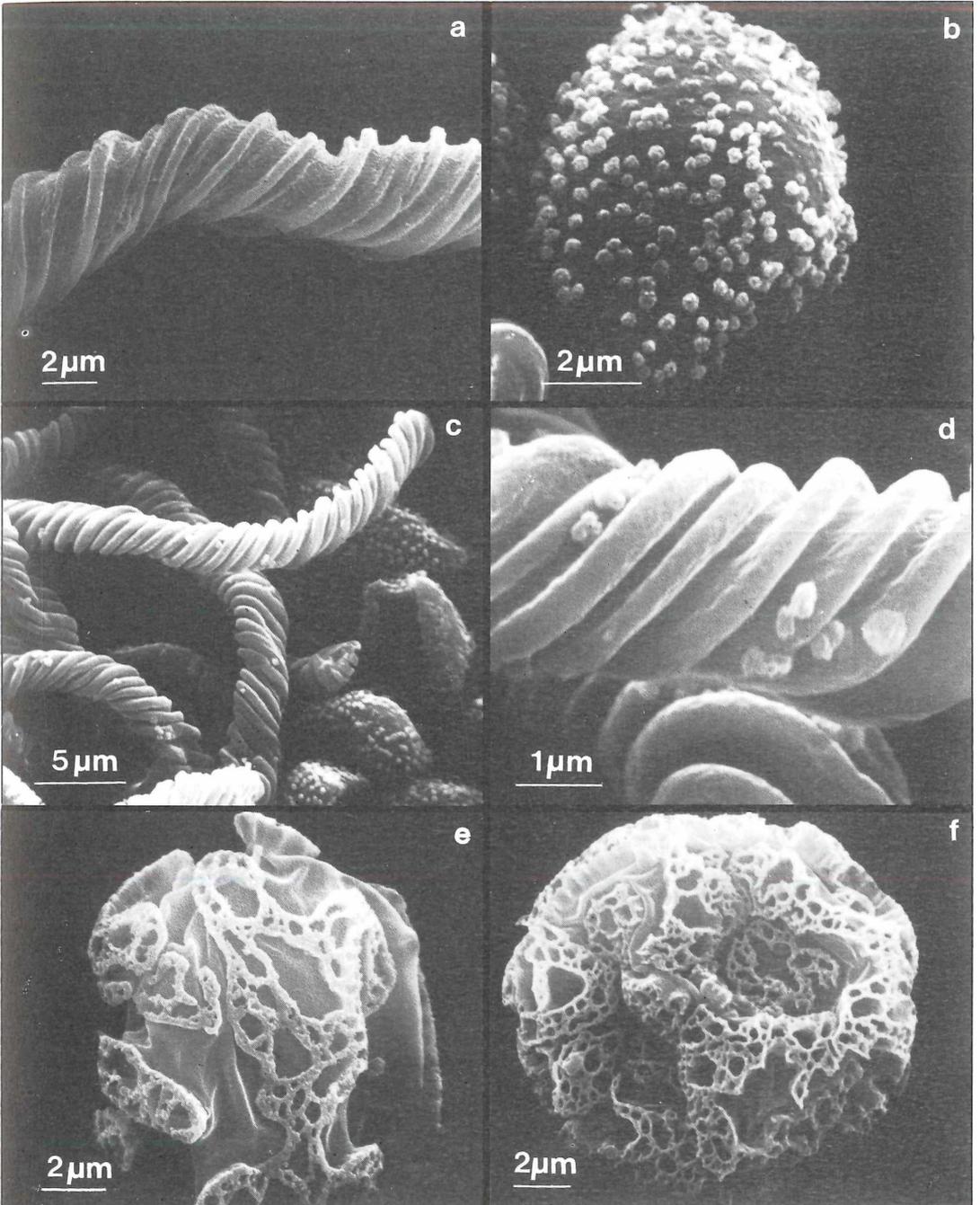


Abbildung 12. a. *Trichia lutescens* Capillitium; M 2113. – b. *Trichia munda*: Spore; NB 3571. – c. *Trichia munda*: Capillitium mit Sporen; NB 3571. – d. *Trichia munda*: Capillitium; NB 3571. – e. *Trichia persimilis*: Spore; FO 18 300. – f. *Trichia persimilis*: Spore; B 920.

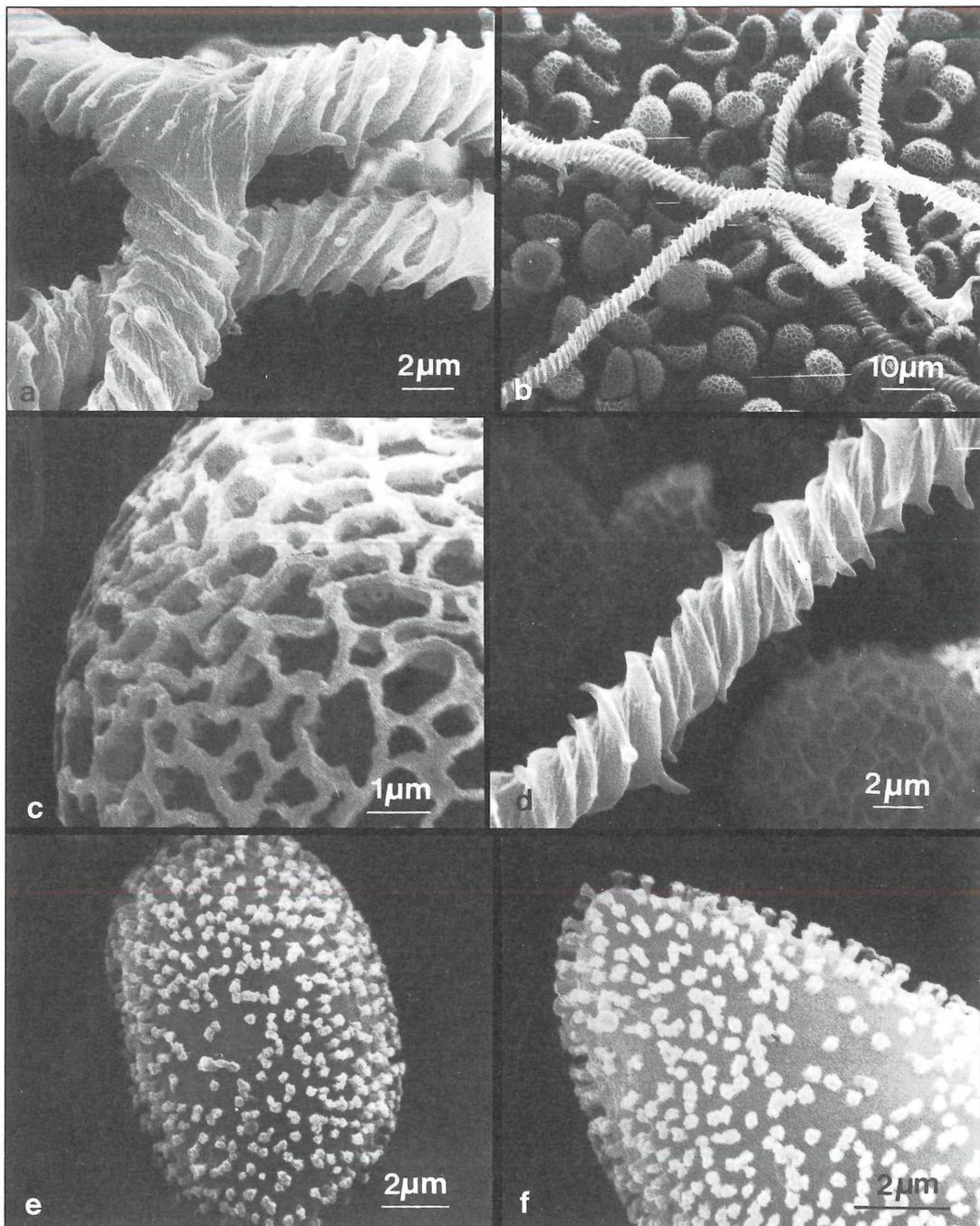


Abbildung 13. a. *Trichia persimilis*: Capillitium; FO 18 300. – b. *Trichia scabra*: Capillitium mit Sporen; B 628. – c. *Trichia scabra*: Sporenausschnitt; FO 12 924. – d. *Trichia scabra*: Capillitium mit Sporen; B 628. – e. *Trichia varia*: Spore; B 561. – f. *Trichia varia*: Sporenausschnitt; B 561.

HERBERT SCHINDLER & HERBERT BIBINGER

Die höheren Flechten des Nordschwarzwaldes

4. Die Gattung *Usnea*

Kurzfassung

Bericht über die im nördlichen Schwarzwald (SW-Deutschland) gefundenen Flechten der Gattung *Usnea* und ihre Vergesellschaftungen. *Usnea chaetophora*, *U. cornuta*, *U. fragileszens* und *U. montana* sind neu für das Gebiet, teilweise auch für Südwest-Deutschland. Angefügt sind Bemerkungen über die antibiotische Wirkung der Usninsäure und ihre arzneiliche Verwendung.

Abstract

Lichens of the Northern Black Forest. 4. The genus *Usnea*
A report on the species on the genus *Usnea* found in the Northern Black Forest (SW Germany) and their ecology is given. *Usnea chaetophora*, *U. cornuta*, *U. fragileszens* and *U. montana* are new in this area, in part also for Southwestern Germany. Added are notes on the antibiotic effect of the usnic acid and their medical use.

Autoren:

Dr. HERBERT SCHINDLER, Haukstr. 3, D-7500 Karlsruhe 41.
Dr. HERBERT BIBINGER, Forellenweg 13, D-7930 Ehingen.

3. Mitteilung: Beitr. naturkundl. Forsch. SüdwDtl., 35 (1976): 75–80; Karlsruhe.

Einleitung

Im Anschluß an die Darstellung der *Alectoria*-Arten (die heute zumeist zur neuen Gattung *Bryoria* gehören) des Nordschwarzwaldes (SCHINDLER & HAWKSWORTH) soll die Gattung *Usnea* behandelt werden. Die *Usnea*-Arten des Südschwarzwaldes haben BIBINGER (1970) und WIRTH (1974) bearbeitet. HENSSEN und JAHNS stellen die Genera *Usnea* und *Alectoria* zu den Parmeliaceen; früher wurde *Usnea* einer eigenen Familie der Usneaceae zugeordnet. Wir müssen uns daran gewöhnen, daß innerhalb der Parmeliaceen auch strauchförmige Formen vorkommen, deren Thallus mit einer Haftscheibe am Substrat befestigt ist, strauchartig wächst oder zumeist mehr oder weniger lang herabhängt. Entscheidend für die taxonomische Stellung der Gattung ist die Entwicklung der Apothezien, über die HENSSEN und JAHNS ausführlich berichtet haben.

Trotz einer eingehenden Bearbeitung der Gattung *Usnea* durch MOTYKA und durch VON KEISSLER mehren sich die Anzeichen, daß die Definition der *Usnea*-Arten in manchen Fällen revisionsbedürftig sind. Vor allem ist wohl bei MOTYKA der Artbegriff zu eng gezogen und die biologische „Bandbreite“ zu wenig beachtet worden (FREY). Man muß hierbei noch darauf hinweisen, daß der Chemismus der Gattung *Usnea* bisher – von wenigen Arbeiten abgesehen – sehr ungenügend bekannt ist

und die erwähnten Monographien von MOTYKA und von v. KEISSLER noch aus der „vorchromatographischen Periode“ der Flechtenanalyse stammen.

Es ist daher ein gewisses Wagnis, sich dieser schwierigen Gattung zu befassen und den Versuch zu unternehmen, die im Nordschwarzwald vorhandenen Arten anzugeben. Aber die Zeit drängt! Der eine von uns (SCH.) hat 25 Jahre lang das Gebiet durchstreift und bemerkt, daß neben anderen Flechten gerade die Bestände der Bartflechten immer mehr zurückgehen. In den 60er Jahren konnte man z. B. von *U. filipendula* (*dasygoga*) Exemplare von 20–30 cm Länge sammeln; heute findet man meist nur noch 10–15 cm lange Exemplare. Es ist daher höchste Zeit, noch möglichst viele Beobachtungen anzustellen und schonend Material einzutragen, ehe endgültig alles verschwunden ist! Der Lebensraum der Flechten (und auch der Moose) wird immer enger und durch Forstwirtschaft, Straßen- und Wegebau, Tourismus und Luftverschmutzung eingeengt und die Pflanzen oft an den Rand ihrer Existenz gebracht. Mit dem Waldsterben verschwinden zahlreiche Rindenflechten und Moose, und unsere Wälder drohen zu einer Flechtenwüste zu werden.

Glücklicherweise gibt es im Nordschwarzwald noch große Waldgebiete, meist mit Tanne und Fichte bewachsen, aber leider beobachtet man in zunehmendem Maße das Abholzen der Alleebäume, d. h. von Laubbäumen (*Aesculus*, *Acer*, *Sorbus*, *Tilia* u. a.), die das Substrat für zahlreiche Arten bilden. Die hier wachsenden Flechtenarten meiden im allgemeinen die Coniferen. Das bevorzugte Wachstum auf Laubbaumrinden hängt nach BIBINGER (1967) wohl sicher mit dem unterschiedlichen pH-Wert der Borke zusammen.

Eine Reihe der von MOTYKA beschriebenen „Arten“ wurden bereits von einigen Autoren eingezogen (z. B. von OZENDA & CLAUZADE, CARLIN & SWAHN, TALLIS u. a.). Von den im Nordschwarzwald vorkommenden Species haben OZENDA & CLAUZADE z. B. *Usnea capillaris*, *U. sublaxa* und *U. fibrillosa* zu *Usnea dasygoga* als Synonyme gezogen (die heute *U. filipendula* genannt wird). Ebenso stellen CARLIN & SWAHN *U. flagellate*, *U. sublaxa*, *U. subscabrata* zu *U. filipendula*; zu *U. lapponica* wird heute *U. fulvoraegens* u. *U. perplexans*, zu *U. glabrescens* die beiden *U. betulina* und *U. wasmuthii* gestellt (so auch TALLIS). WIRTH (1980) folgt in seiner Flechtenflora teilweise diesen Autoren. Diese Vereinfachungen beruhen in erster Linie auf morphologischen Fakten, aber sie sind noch keineswegs chemisch unterbaut. So muß man zunächst mit den oben genannten Änderungen das bisherige System im wesentlichen gel-

ten lassen. Da das Material in den Herbarien aufbewahrt wird, also immer zugänglich bleibt, kann später bei neuen Erkenntnissen eine Nachuntersuchung erfolgen. Bevor also – wenigstens für die europäischen Arten – noch keine ausreichenden Untersuchungen über die Flechtstoffe der Usneen vorliegen, wird es keine befriedigende Monographie dieser Gattung geben, zumal manche Art wahrscheinlich ein Gemisch zahlreicher chemischer Varianten sein kann. Hier sei nur an die Arbeiten von KLINGSTEDT über *U. filipendula*, von CLERC sowie FISCUS über die *Usnea florida*-Gruppe und an die Studien der westeuropäischen Usneen von DUVIGNEAUD erinnert. Das ist auch der Grund, warum die meisten Lichenologen bei der Menge der schwierig zu bestimmenden Arten vor einer monographischen Bearbeitung zurückschrecken!

Chemie

Nach den Angaben von CULBERSON (1969, 1970, 1977) sind in den *Usnea*-Arten bisher mindestens 30 verschiedene Flechtstoffe gefunden worden. In unserem Material sind vor allem neben der immer vorhandenen (-)-Usninsäure, $C_{18}H_{16}O_7$, einem Diphenoxid-Derivat, nachgewiesen:

1. Depside der β -Orcinolgruppe: Atranorin, Barbatin-, Squamat- und Thamnolsäure (= Hirtellsäure von ZOPF),
2. Depsidone der β -Orcinolgruppe: Salazin-, Stictin- und Norstictinsäure. Gelegentlich treten noch Diffracta-, Psorom-, Protocetrar- und Fumarprotocetrarsäure u. a. auf (vgl. auch SCHINDLER 1957).

In einigen Arten (und man darf das auch für alle noch wenig untersuchten Species annehmen) sind stets mehrere Flechtstoffe vorhanden, und es ist daher immer die Möglichkeit eines variablen Spektrums gegeben: die Chemovarietäten sind also schon sozusagen vorprogrammiert! Die höchsten Gehalte an Usninsäure sollen nach GERTIG & BANASIEWICZ *Usnea hirta* und *U. filipendula* haben.

Daß Usneen viel Calciumoxalat enthalten, ist schon lange bekannt (SCHULTE 1905). Mit dem Vorkommen von Calciumoxalat in *Usnea*-Arten hat sich besonders SCHADE (1970, 1975) befaßt, ohne aber die Frage lösen zu können, woher die Usneen ihren Calciumgehalt beziehen, wächst doch eine große Anzahl dieser Flechten auf Coniferen (*Abies*, *Larix*, *Picea* u. a.), die gerade auf Kalkböden seltener sind. Bei den auf Laubbäumen wachsenden Flechten könnte man sich vorstellen, daß Blattausscheidungen bei Regen den Flechten Kalk und andere Mineralien zuführen, wie aus früheren experimentellen Untersuchungen hervorgeht (SCH.). Es gibt zahlreiche Beispiele dafür, und man kann im Freien oft beobachten, daß in der Traufzone von Bäumen und Sträuchern durch abtropfendes Wasser z. B. Moose und Flechten auffallend gut gedeihen. Das kann man besonders bemerken, wenn Traufwasser auf Steinblök-

ke oder Mauersimse fällt.

Auf die zahlreichen Abweichungen der in der Literatur angegebenen chemischen Reaktionen mit K und P hat KLINGSTEDT aufgrund zahlreicher Versuche aufmerksam gemacht; er schreibt: „Die irrtümliche Deutung der Farbreaktionen hat offenbar nicht selten dazu geführt, daß unnötigerweise neue Arten unterschieden werden.“ Dazu gibt KLINGSTEDT viele Beispiele. Nach KLINGSTEDT trat die Färbung „am besten oberhalb vom unteren Drittel des Thallus hervor, und oft muß man den Versuch noch höher an Nebenästen ausführen! Auch ist es wichtig, die Endstufe der Farbreaktionen (rot, gelb oder -) abzuwarten!“ Es wird wohl so sein, daß erst eine kritische Bearbeitung „eines großen, ausgewählten Materials auf breiter Grundlage“ eine befriedigende Definierung der Arten ermöglichen wird, d. h. man muß eingehende morphologische und chemische DC und Mikrotests durchführen, eine zeitraubende Sisyphusarbeit! In diesem Zusammenhange sei auch auf die frühere Arbeit von ASAHINA (1937) über den taxonomischen Wert der Flechtstoffe hingewiesen.

Nachweise der Usninsäure:

1. Im Chromatogramm ergibt *Usnea* mit Lösungen von Eisen(III)-chlorid bzw. Uranylacetat, beide in Methanol 1%, charakteristische Flecken (GERTIG 1961). STAHL hat angegeben, daß Anisaldehyd-Schwefelsäure ein empfindlicheres Reagenz ist: Usninsäure erscheint im Chromatogramm als intensiv blauvioletter Fleck. Wir haben Usninsäure mittels DC und Verwendung von Kieselgel 60 F₂₅₄ (HPTCL-Fertigplatte, MERCK) und Fließmittel Hexan-Äther-Ameisensäure (120:90:20) chromatographiert, daneben einen Azetonauszug von *U. filipendula* f. *stramineola* (KR 4048). Wir fanden eine R_F-Wert von 0,55, im Tageslicht hellgelb, im UV 254 nm violettblau, mit Eisen(III)-chlorid im Tageslicht nur schwach braun.
2. Mit dem EHRLICH-Reagenz gibt *Usnea* eine prachtvoll blaue Färbung, die ASAHINA (1951, S. 218) zu folgendem Nachweis benutzt: Eine Spur von Usninsäurekristallen wird auf dem Objektträger mit einem Tropfen 80%iger Schwefelsäure (enthaltend 0,1% p-Dimethylaminobenzaldehyd) versetzt und zu gelindem Sieden erhitzt. Dann wird das so erhaltene dunkelbraune Produkt mit wenigen Tropfen Äthanol verdünnt, wobei eine indigoblaue Färbung erscheint.

Vergesellschaftung

Hinsichtlich des Vorkommens und der Soziologie der im Gebiet gefundenen Usneen lassen sich gegenüber dem Südschwarzwald (BIBINGER 1970) einige Unterschiede feststellen. Bartflechtenreiche Epiphytenvereine suchen wir – in Analogie zum Südschwarzwald – zunächst in den Bergwäldern und Mooren oberhalb 800–1000 m. – Gleichgültig, ob man die Höhenrücken Badener Höhe – Seekopf (bei Herrenwies), Hornsgründe – Steigerskopf

– Seekopf (nördl. Ruhenstein – Hohloh – Hornsee – Wildsee (bei Kaltenbronn) – Mehliskopf – Ochsenkopf oder Schliffkopf besuchte, das Ergebnis war enttäuschend, und man fand bestenfalls dürftige Exemplare von *Usnea filipendula*. Die Gründe hierfür sind unbekannt. Wir vermuten, daß auf den Bergrücken zu lange Trockenperioden auftreten infolge austrocknender Winde.

Anders liegen die Verhältnisse in den östlichen Tälern des Nordschwarzwaldes. Zwar gibt es auch hier nur selten Synusien, die überwiegend von Usneen geprägt werden, doch tauchen hier Usneen wenigstens mehr oder weniger häufig in verschiedenen Unionen auf, welche gewöhnlich von anderen Arten bestimmt sind. Im Enz- und Murgtal sowie in deren Seitentälern finden sich schon an Straßenbäumen reichlich Usneen in teilweise schönen Exemplaren. Allerdings gehen diese Vorkommen durch Straßenbaumaßnahmen und durch zunehmenden Verkehr (Luftverschmutzung) zurück. Stauend betrachtet man die Riesenexemplare älterer Sammlungen aus dem letzten Jahrhundert, die an Stellen gesammelt wurden, wo heute meist gar nichts mehr zu finden ist. An diesen Straßenbäumen also, zumeist Laubbäume (*Betula*, *Acer*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Populus* und gelegentlich Obstbäumen) finden sich Usneen in verschiedenen Vergesellschaftungen.

Usnea hirta kommt zumeist an Stämmen mit saurer Borke (*Betula*, *Tilia*) zusammen mit *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes* u. a. also im Pseudevernetium furfuraceae vor. Ebenfalls kommt hier die außerordentlich variable *U. filipendula* in anderer Form vor, und zwar in meist kleinen Exemplaren, die aber der typischen Form (f. *dasy-poga*, f. *tuberculata*) entsprechen. An der mehr oder weniger neutral reagierenden Borke von *Acer*, *Fraxinus* und *Populus* tritt *U. filipendula* in anderer Form auf. Man erkennt dicht buschige, gelbliche und stark papillöse Exemplare (f. *melanopoga*, f. *sublaxa*), vergesellschaftet mit häufigen Parmelien (*P. sulcata*, *P. glabratula*, *P. tiliacea* und *P. acetabulum*) mit *Evernia prunastri*, *Ramalina farinacea* und *R. pollinaria*, mit *Pertusaria amara*, auch *albescens* und anderen Arten, die den Synusien Parmelietum acetabuli und Phlyctido-Sulcatetum zuzuordnen sind. Gelegentlich findet man hier auch *U. subfloridana* und *U. lapponica*. In oberhalb Stamm- und Kronenbereich dieser Bäume kommen dazu in gleicher Vergesellschaftung *U. glabrescens* und die Arten der Floridae-Tortuosae-Gruppe. Selten wurden *U. protea* und *U. smaragdina*, die auch hierher gehören, gefunden.

Neben diesen Straßenbäumen sind die ostexponierten Täler und besonders die Talschlüsse in höheren Lagen (Rollwasserbachtal nahe Wildsee, Seebach nahe Herrenwies, Langenbach bei Schön Münz zach, Schön Münz ztal bei Zwickgabel, Lohmühlenbachtal bei Alpirsbach) ergiebige Fundorte. Hier sieht man vor allem an Nadelbäumen schöne Exemplare von *U. filipendula*, die hier dominiert, neben *U. subfloridana*, *U. lapponica* und *U. glabrescens*. Die höheren Stammbereiche und Kronen der Nadelbäume sind meist schwer zugänglich (es sei

denn durch Abholzung oder Windbruch), doch oft am dichtesten mit Usneen bewachsen. Hier scheint auch *U. glauca* nicht selten zu sein.

An *Alnus glutinosa* in unmittelbarer Bachnähe und an Ästen, die über das Wasser reichen, wachsen Usneen zwischen den Arten des Pseudevernetiums. *Usnea filipendula*, *U. subfloridana* und *U. lapponica* sind die häufigsten, weniger häufig treten *U. glabrescens* und *U. florida* auf. Hier wurde überraschend gelegentlich *U. cornuta* und einmal *U. fragilescens* gefunden.

Artenliste

In dieser Aufstellung sind die Arbeiten von TALLIS sowie von CARLIN & SWAHN berücksichtigt, ebenso die Neufassung von *Usnea florida* durch CLERC. Die Rigida-Gruppe wird weiterhin nach MOTYKA aufgegliedert, wobei wir uns bewußt sind, daß diese Kleinarten sicher neu definiert werden müssen. Die Ausführungen von CLAUZADE & ROUX konnten nicht mehr berücksichtigt werden.

Die aufgeführten Belege befinden sich zum größten Teil im Herbar der Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe (KR) bzw. im Herbar BIBINGER (7930 Ehingen/Donau). In Karlsruhe befindet sich auch das Herbar von PUTZLER. Seine Usneenfunde wurden seinerzeit von MOTYKA bestimmt. Leider wurden von ihm, wie PUTZLER in seinem Tagebuch vermerkt, „beste Stücke meist mit Apothezien für ein photographisches Abbildungswerk der *Usnea*-Arten zurückbehalten“. Wenn im folgenden Verzeichnis keine Sammler angegeben sind, stammen die Funde von den Verfassern.

Herrn Dr. WIRTH danken wir für die Ausleihe aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (STU). Erfreulicherweise erhielt dieses Museum vor kurzem das Herbar von BERTSCH, so daß nunmehr seine Belege nach langer Zeit zugänglich geworden sind. Weiterhin danken wir Herrn Prof. Dr. M. STEINER für die Ausleihe aus dem Herbar Bonn (wo sich auch die Sammlung von KLEMENT befindet).

Von den im Verzeichnis häufig genannten Baumarten bedeuten:

Abies = *A. alba*, Weißtanne

Acer = *A. pseudoplatanus*

Alnus = *A. glutinosa*

Betula = *B. pendula*

Fagus = *F. sylvatica*

Malus = *M. sylvestris*

Sorbus = *S. aucuparia*

Picea = *P. abies*, Fichte

Pinus = *P. sylvestris*

Prunus = *P. avium* incl. ssp. *sylvatica*

Zwei gute Entdeckungen gelangen durch das Auffinden der ozeanisch verbreiteten *Usnea cornuta* und *U. fragilescens*. Der Schwarzwald ist also noch immer für Überraschungen gut. Beide Arten sind neu für den Schwarzwald, vielleicht auch sogar für Südwestdeutschland. Sie werden von BERTSCH (1964) und von WIRTH (1974,

1980) nicht für unser Gebiet erwähnt.

FREY (1952, S. 460) hat sich bezüglich der Terminologie über die Bezeichnung des Ausdruckes „Subspecies“ bei den Flechten, speziell bei den Usneen geäußert, er schrieb, daß er MOTYKA „nur mit Zögern“ folge. Da wir bei den Flechten nur auf die morphologischen und statistischen Vergleiche angewiesen sind, scheinen nach FREY die Begriffe Species, Varietas und Forma zu genügen, denn mit dem Begriff Subspecies täuscht man in der Lichenologie gleichsam etwas vor, was man nicht beweisen kann. Diesem Einwand von FREY kann man unseres Erachtens zustimmen.

1. *Usnea barbata* (L.) WIGG. (*U. prostrata* VAINIO)

Freudenstadt: an *Betula* beim „Berghof“ in Lauterbad, 600 m, 1967. *Usnea prostrata* wird von CARLIN & SWAHN zu *barbata* gestellt.

Wir haben im Schwarzwald noch einige *barbata*-verdächtige Flechten gesammelt. Da es uns bisher nicht geglückt ist, in deutschen Herbarien einwandfreies Material zu erhalten, suchen wir weiter in Skandinavien, um chromatographische Vergleiche anzustellen. Diese Untersuchung muß daher verschoben werden.

2. *U. ceratina* ACH.

Bad Liebenzell, leg. A. HEESCHEN 1931, det. MOTYKA (Beleg im Herbar DEGELIUS! Vgl. dazu SCHINDLER 1983). – Baden-Baden: Herrenwies, am Ölberg, leg. AHLES! 1873, det. MOTYKA (ex herb. PUTZLER, jetzt KR). – Freudenstadt: an *Fagus* im Kurpark, 730 m, 1980. – Wildbad: im Rennbachtal an *Abies*, leg. PUTZLER! 1949, det. MOTYKA. – Alpirsbach: gegen Reinerzau, c. ap., leg. VAIHINGER 1898 (STUI!); „bei Alpirsbach an Tannen“, leg. SCHLIZ 1858 (STUI!). – Schramberg: Ertlesbach, c. ap., nach GOLL 1892. – MOTYKA gibt in seiner Monographie (S. 369) noch an: „Ozeanisch. Schwarzwald, de *Abiete dependens*, ca. 700 m, 1891 ZOPF“ ohne nähere Ortsangabe.

Von BAUSCH und von BERTSCH nur vom mittleren und südlichen Schwarzwald genannt, von KEISSLER (S. 673) gibt sie von Schiltach bei Offenburg (Kinziggebiet) an, leg. LÖSCH (B! W!).

f. *incurviscens* (ARN.) MOT.

Bad Liebenzell: an *Abies* zwischen Schömberg und Zainen, 680 m, 1953. – Wildbad: im Rollwasserbachtal an *Abies*, 700 m, 1980.

Über den Nachweis von Usnin- und Diffractasäure (Mikroteste und DC) vgl. SCHINDLER 1983.

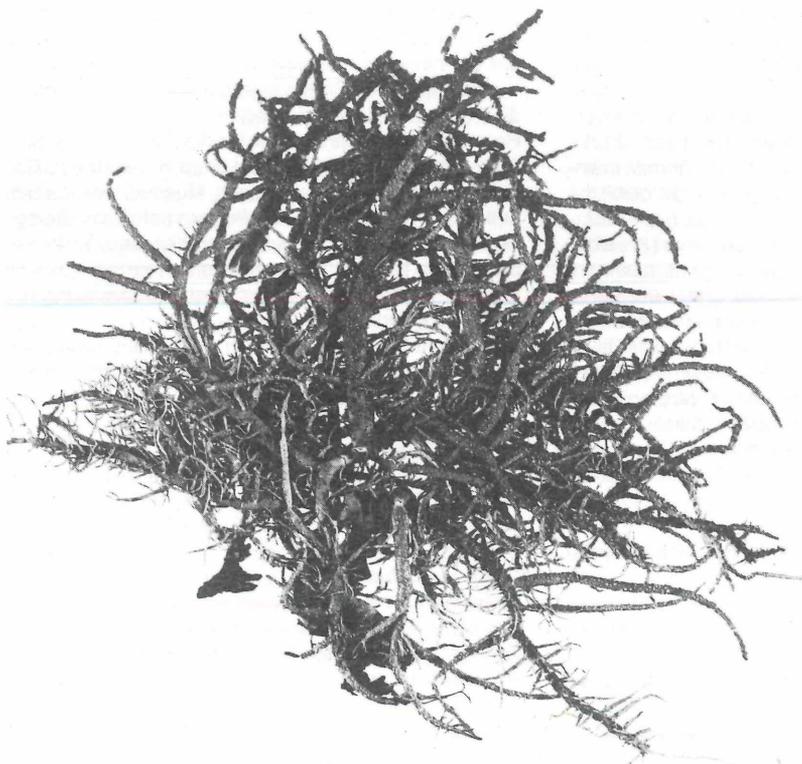


Abbildung 1. *Usnea cornuta* KOERB. Bei Schönmünzach im Nordschwarzwald (KR). ca. 5x natürliche Größe. Alle Fotos: V. GRIENER.

3. *U. chaetophora* STIRT.

Baiersbronn: an *Abies*, ca. 500 m, leg. PUTZLER 1951, det. MOTYKA. Neu für den Schwarzwald!

4. *U. cornuta* KOERB. (*U. intexta* STIRT., *U. inflata* DEL., *U. subpectinata* STIRT.) Abb. 1

Baden-Baden: leg. AHLES, det. MOTYKA (ex herb. PUTZLER). Mark K + gelb, dann rot! – Schönmünzsch (Murgtal): an *Alnus* am Bach zwischen Sch. und Zwickgabel, 520 m, 1980 u. 1986. – Alpirsbach: im Lohmühlenbachtal an *Abies* bei Ehlenbogen, 600 m, 1982. Neu für den Schwarzwald! Nach MOTYKA, Monogr. 1936–1938, S. 511, eine ozeanische Art, er gibt sie noch von den Vogesen an, leg. MOUGEOT.

5. *U. faginea* MOT.

Wildbad: an einer Feldscheune bei Agenbach, 750 m, 1970; an *Abies* am Jägerweg bei Enzklösterle, 620 m, 1976; an *Acer* bei Gompelscheuer, 700 m; an *Tilia* zwischen Enzklösterle und Poppeltal, 650 m, 1980; bei der Grünhütte an *Salix caprea*, 850 m, 1980. – Kaltenbronn, 800 m, leg. SCHMID 1956 (STU!).

Mehrfach bei Freudenstadt: im Kurpark an *Acer*, 730 m, 1980; Lauterbad: an *Abies*, *Acer*, *Betula* und *Prunus*, alle ca. 700 m, ferner an *Acer* auf dem Kienberg, 800 m und desgl. in Kniebis, 900 m, 1980; an *Fraxinus* am Adrianshof in Ödenwald, 720 m. – Alpirsbach: nördl. Birkhof, 1982. Nagold: westl. Schietingen, Egenbogenhalde, an *Abies*, 520 m, leg. MARTENS 1866, det. MOTYKA (STU!).

6. *U. filipendula* STIRT. (*U. dasypoga* (ACH. ROHL.)

Die häufigste Art der Gattung. Anstelle der Aufzählung einzelner Fundorte vgl. die Karte. (Abb. 2)

U. filipendula ist eine sehr variable Art mit breitem ökologischem Spektrum. Die verschiedenen Wuchsformen wurden früher als eigene Arten und Unterarten geführt. Im Gebiet wurden folgende Formen beobachtet:

- f. *dasypoga* entspricht dem Typus, am häufigsten im Stamm- und Kronenbereich von Nadelbäumen.
- f. *stramineola*, f. *bicolor* Farbvariationen der vorigen, mit ähnlichem Vorkommen.
- f. *tuberculata*, f. *hirtella* an stärker lichtexponierten, häufiger ausgetrockneten Funden. Kleinwüchsigeren Formen, deren Äste zunehmend mit isidiösen Dornen besetzt sind.
- f. *melanopoga*, f. *sublaxa* meist größere, mehrfach verzweigte, dadurch breitwüchsigeren Thalli, Nebenäste zunehmend papillös. Diese Formen findet man vorwiegend an Laubbäumen mit höherem pH-Wert der Borke.
- f. *muricata* ebenfalls an Laubbäumen. Fibrillen stark verlängert und bogenförmig.
- f. *capillaris* in Zweigen von Nadelbäumen hängend, mit feinen, dünnen unregelmäßig verzweigten Ästen, mit wenigen Fibrillen und schwach papillösen Ästen.
- f. *subscabrata* selten in Baumkronen freistehender Laubbäume. An der Basis stark verzweigte Form, de-

ren Äste dann lang und wenig verzweigt herabhängend. Fibrillen treten nur spärlich im Basalbereich auf, so daß die Form an *U. scabrata* erinnert.

Die anderen Formen (*caucasica*, *flagellata* usw.) wurden bisher nicht gefunden.

7. *U. florida* (L.) WIGG. emend. CLERC

„Durch den ganzen Schwarzwald bis Kaltenbronn“ nach BAUSCH 1869 (als *U. barbata florida*). Baden-Baden: „Herrenwiese, ad Fagos“, FÜNFSTÜCK 1895 nach MOTYKA, Monogr. 1936–1938, S. 242. Diese Angaben konnten nicht nachgeprüft werden.

Bad Herrenalb: Dobel, leg. BAUSCH, ca. 1860 (STU!). – Gernsbach: Kaltenbronn, leg. BBAUSCH (STU!). – Calw: Teinach, an *Abies*, leg. GLÜCK o. J. (KR!); Calw, leg. SCHÜZ 1850, det. MOTYKA; Teinach, westl. des Ortes, 410 m, leg. WIRTH 1971 (STU!). – Wildbad: Enzklösterle, an *Sorbus* am Rotwildpark, 640 m, 1976, desgl. im Rohnbachtal am Rombacher Hof. 730 m, 1976. – Raumünzsch (Murgtal) an *Betula* am Waldparkplatz bei Erbersbronn, 520 m; ebenda an *Fraxinus* bei den Volzenhäusern, 640 m.

Freudenstadt: ohne nähere Angabe, leg. ROESLER & MARTENS 1826 (STU!); an *Abies* bei Baiersbronn, leg. PUTZLER! 1951, det. MOTYKA; auf dem Großhahnberg bei Huzenbach, 920 m, leg. K. BAUR (STU!)

U. florida und *U. rigida* hat CLERC mittels DC untersucht. Es wurden folgende Säuren gefunden:

	<i>florida</i>	<i>rigida</i>
Thamnol- u. Hypothamnolsäure	+	–
Squamatsäure	+	–
Diffractasäure	+	–
Alectorsäure ¹⁾	+	–
Bourgeansäure (EVANS Subst. H)	+	–
Salazinsäure	–	+
Protocetrarsäure	–	+

¹⁾ in 90% aller untersuchten Belege (CLERC).

Daraus ergibt sich, daß beide Flechten nicht durch p-Phenylendiamin unterschieden werden können, da sowohl die Thamnolsäure als auch die Salazinsäure mit P reagieren: gelb → orange → rot! Dagegen zeigt die Apothezienscheibe der *U. florida* mit Alkali eine Gelbfärbung und mit dem Chlorreagenz (vgl. dazu SCHINDLER 1985 über ein haltbares Chlorreagenz!) ein schwaches Rosa, mit KC eine Rotfärbung! Alle diese Reaktionen werden von *U. rigida* nicht gegeben.

Nach den Angaben von ASAHINA (1938) kann der Nachweis der Thamnolsäure auch mit dem Mikrotest geführt werden. Erwärmt man z. B. den Acetonextrakt der Flechte unter Zusatz von Glycerin-Äthanol-Anilininlösung (2:2:1), so entsteht eine tiefgelbe Färbung. Dabei bildet sich das Anil der Decarboxy-thamnolsäure: gebüschelte oder strahlig gruppierte Nadeln. Verwendet man bei der thamnolsäurehaltigen Flechte als Reagenz gesättigte Barytlösung, so entstehen nach einigen Minuten spindeelige oder kahnförmige dünne Blättchen, die sich oft in Drusen gruppieren.

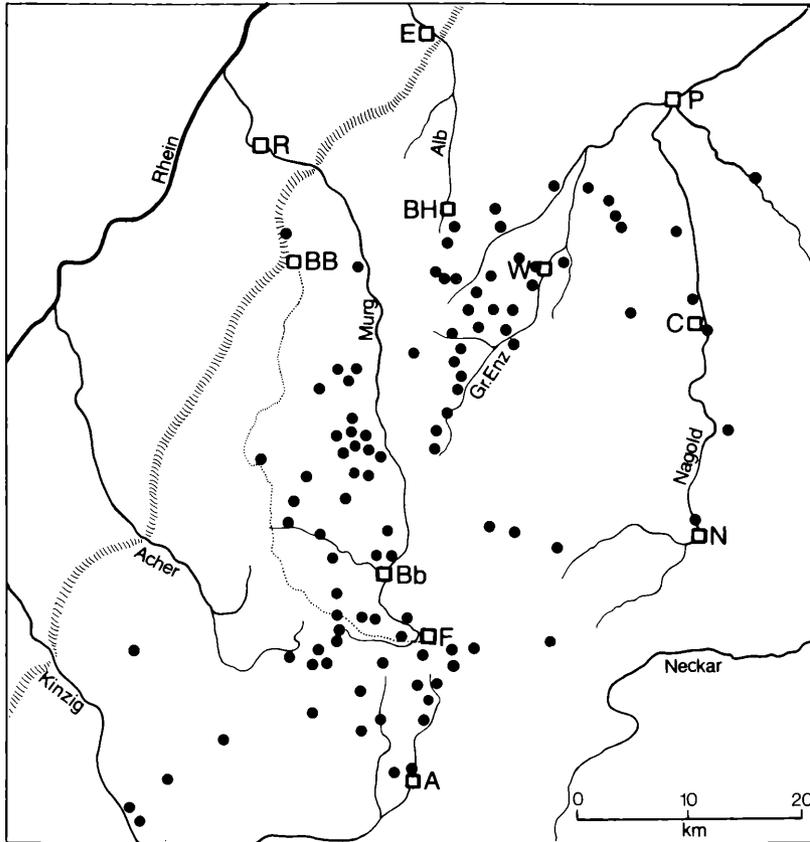


Abbildung 2. Karte der Fundorte von *Usnea filipendula* STIRT. im Nordschwarzwald. – Schraffen: Westgrenze des Schwarzwaldes gegen den Rheingraben, punktierte Linie: Schwarzwaldhochstraße, die nahe der Kammlinie verläuft. – Abkürzungen: A Alpirsbach, BB Baden-Baden, Bb Baiersbronn, BH Bad Herrenalb, C Calw, E Ettlingen, F Freudenstadt, N Nagold, P Pforzheim, R Rastatt, W Wildbad.

8. *U. fragiles* HAVAAS ex LYNGE (*U. mollis* STIRT non BAUMG.) (Abb. 3)

Schönmünzsch (Murgtal): an *Acer* an der Schönmünzsch bei Zwickgabel, 560 m, 1986. Die Flechte ist bisher, wie v. KESSLER mitteilt, nur an wenigen Stellen in Deutschland gefunden worden, im übrigen Europa scheint sie häufiger zu sein. Stimmt mit HAVAAS, Lich. Norv. occid. exs. 102 und ARNOLD, Lich. exs. 1018 überein (beide in M!).

v. KESSLER nennt aus Deutschland nur 2 Fundorte (Bayern: Augsburg; Schleswig-Holstein: im Sachsenwald), K + gelb!

Neu für den Schwarzwald! Wahrscheinlich auch für Südwestdeutschland neu.

9. *U. glabrata* (ACH.) VAINIO

Im Nordschwarzwald offenbar selten. Freudenstadt: an *Acer* im Kurpark, 730 m, 1982; ebenda ohne nähere Angabe, leg. KURTZ 1956 (STU!).

10. *U. glabrescens* (NYL. ex VAIN.) VAIN. (*U. betulina* MOT., *U. wasmuthii* RAS.)

Wildbad: auf dem Mittelberg, ca. 700 m, leg. PUTZLER!

1949, det. MOTYKA als *U. betulina*. – Schönmünzsch (Murgtal): an *Abies* am Nordhang des Sommerberges 570 m, 1972; ebenda an *Acer* in Vorderlangenbach, 600 m, 1980; ebenda an *Alnus* zwischen Schönmünzsch und Zwickgabel, 550 m, 1986. – Freudenstadt: Schopfloch (ö Dornstetten), leg. MAIER 1950 (BONN! STU!). – Alpirsbach: im Lohmühlenbachtal bei Ehlenbogen an *Malus*, 580 m, 1982.

11. *U. glauca* MOT.

Wildbad: auf dem Mittelberg, ca. 700 m, c. ap., leg. PUTZLER! 1949. Ebenda auf dem Wildbader Kopf, an Wipfelästen einer gefallenen Tanne, ca. 700 m, leg. PUTZLER 1948, beide det. MOTYKA. – Schönmünzsch (Murgtal): an *Alnus* am Wege nach Zwickgabel oberhalb Campingplatz, 540 m, 1972; ebenda unterhalb Zw. an einer umgestürzten Tanne (Windbruch) an den mittleren und oberen Ästen, reich fruchtend, 550 m, 1986.

Baiersbronn: auf dem Hirschkopf an *Abies*, c. ap., ca. 750 m, leg. PUTZLER! 1948, det. MOTYKA. – Freudenstadt: desgl. bei Lauterbad, ca. 640 m, 1962 u. 1967, auch an *Aesculus* beim Gasthaus „Grüner Wald“, 1967.

Alpirsbach: im Lohmühlenbachtal bei Ehlenbogen an

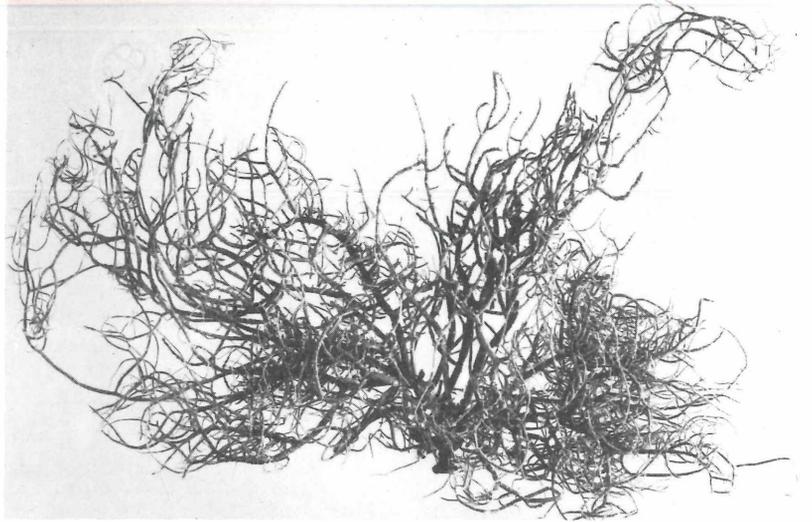


Abbildung 3. *Usnea fragiles-cens* HAVAAS ex LYNGBE. Bei Zwickgabel im Nordschwarzwald (KR und Herb. BIBINGER). – Etwa natürliche Größe.

Malus, ca. 500 m, 1982; ebenda an *Abies* südl. Birkhof, 500 m, 1982.

12. *U. hirta* (L.) WEB. ex WIGG.

Nach MOTYKA, Monogr. 1936–1938, S. 90: „Baden, in der Obernak et Herrenwiese“, leg. STEIN 1864 (unverständlich! Einen Ort Obernak gibt es nicht. Schreibfehler?); Baden-Baden: „an Tannen auf der Herrenwiese“ und an Bäumen bei Schloß Eberstein bei Gernsbach im Murgtale, beide nach BAUSCH 1869 als *U. barbata hirta* (= HEPP, Fl. Europ. 828).

Calw: Oberreichenbach, an *Betula* im Bruckmiss-Moor, 670 m, leg. WIRTH 1980 (STU!); Bad Teinach: an *Prunus* in Zavelstein, 560 m, 1972. – Wildbad: Sprollenhaus, an *Betula pubescens* im Rollwasserbachtal, ca. 830 m, leg. WIRTH (STU!). Enzklösterle: an *Betula* in Gompelscheuer, 700 m, 1980; ebenda an *Alnus* an der Enzbrücke nahe Kälbermühle, 515 m, 1980.

Baiersbronn: an *Pinus*, leg. PUTZLER! 1951. – Freudenstadt: am Waldrand nördl. der Stadt an *Pinus*, 720 m, 1972; an *Fraxinus* auf dem Kienberg, 800 m, 1982. – Alpirsbach: Grabenhof, leg. K. BAUR, 1963 (STU!).

13. *U. lapponica* VAIN. (*U. fulvovireagens* [RÄS.] RÄS., *U. perplexans* auct., *U. sorediifera* MOT., *U. substerilis* MOT.)

Pforzheim: an *Fagus* bei Waldrennach (oberhalb Neuenbürg), 500 m, 1958. – Bad Liebenzell: an *Abies* bei der Maisenheimer Sägemühle, 500 m, 1959. – Calw: im Röttenbachtal bei Zavelstein, 540 m an *Salix caprea*, leg. K. BAUR 1863 (STU!).

Baden-Baden: an *Abies* am Herrenwieser See, 850 m, 1971. – Wildbad: Kaltenbronn, leg. BERTSCH (?), 800 m, (STU!). – Enzklösterle: im Rohnbachtal an *Sorbus*, 740 m, 1976.

Schönmünzschach (Murgtal): an *Abies* unterhalb des

Schurmsees, 630 m, 1972.

Freudenstadt: Lauterbad, desgl. im Lautertal, 700 m, 1980.

Alpirsbach: im Lohmühlenbachtal bei Ehlenbogen, an *Prunus*, bei 620–700 m, 1966 u. 1982; an *Abies* im Walde südl. Birkhof, 500 m, 1982.

14. *U. longissima* ACH.

Baden-Baden: „am Wege nach der Herrenwiese“ und „zwischen Lichtenthal und Forbach“, leg. BRAUN, nach BAUSCH 1869.

Alpirsbach: Glaswald, an einer „geistermäßig damit bedeckten Tanne“, leg. MARTENS 1826. Ebenda „an *Abies* in den Wäldern“, leg. SCHLIZ 1858 (STU!). – Schramberg: Kienbach bei Welchdorf, 437 m, leg. VAHINGER 1898 (STU!).

ASAHINA (1936) hat gefunden, daß *U. longissima* in 3 Arten (wohl besser Chemovarietäten) getrennt werden müßte. Sie enthalten, neben Usninsäure, bald Barbatinsäure, bald Eversäure bzw. Diffractasäure.

Heute ist die schöne Flechte, die GAMS als kontinentale Nebelflechte bezeichnet hat, überall verschwunden.

15. *U. montana* MOT. (Abb. 4)

Freudenstadt: bei Huzenbach, 620 m, leg. BAUR 1953 (STU!). Die Bestimmung von KLEMENT konnte von uns bestätigt werden.

Neu für den Nordschwarzwald!

16. *U. plicata* (L.) WIGG.

Baden-Baden: „auf Tannen bei der Herrenwiese“, leg. BAUSCH, nach BAUSCH 1869. – Alpirsbach: „in den Wäldern an Tannen“, leg. SCHLIZ 1858. Schramberg: selten bei Obertischnek, nach GOLL 1893. Belege haben wir nicht gesehen.

Nach MOTYKA, Monogr. 1936–1938, S. 231, ist *plicata*

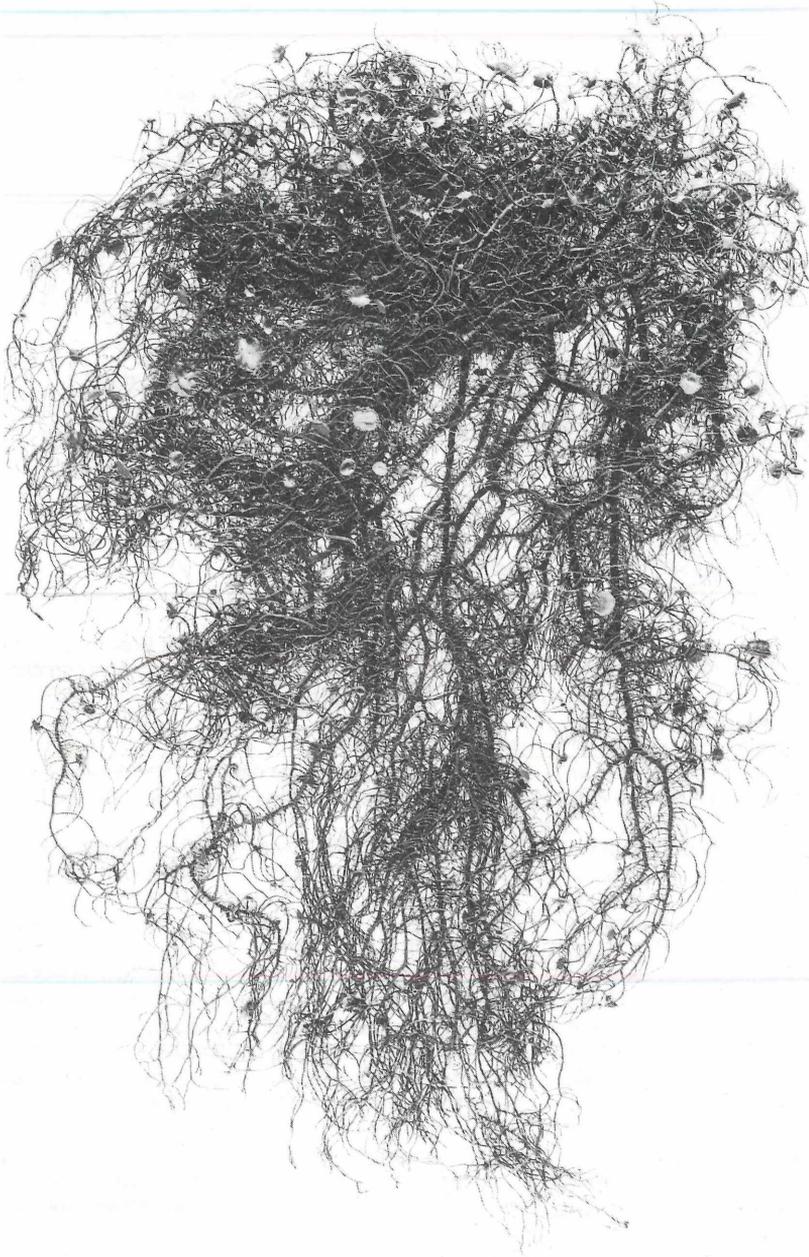


Abbildung 4. *Usnea montana* MOT. Bei Huzenbach im Nordschwarzwald. Etwa 0,6x natürliche Größe.

eine „species rarissima. Vacat in omnibus herbariis publicis, praeter herb. ACHARII“. *U. plicata* ist eine umstrittene Art. v. KESSLER sagt dazu: „Die im Herbar von LINNÉ als *Lichen plicatus* liegende Pflanze ist nach MOTYKA eine schlecht entwickelte *comosa* oder irgendeine andere sterile *U.*-Art, welche nicht der Beschreibung LIN-

NÉS entspricht.“ Offenbar eine noch ungelöste Frage, vgl. auch die Bemerkungen von KLINGSTEDT (S. 14 des Sonderdruckes)!

17. *U. protea* MOT.

Bad Liebenzell: Hirsau, leg. SCHMID (?), det. E. FREY

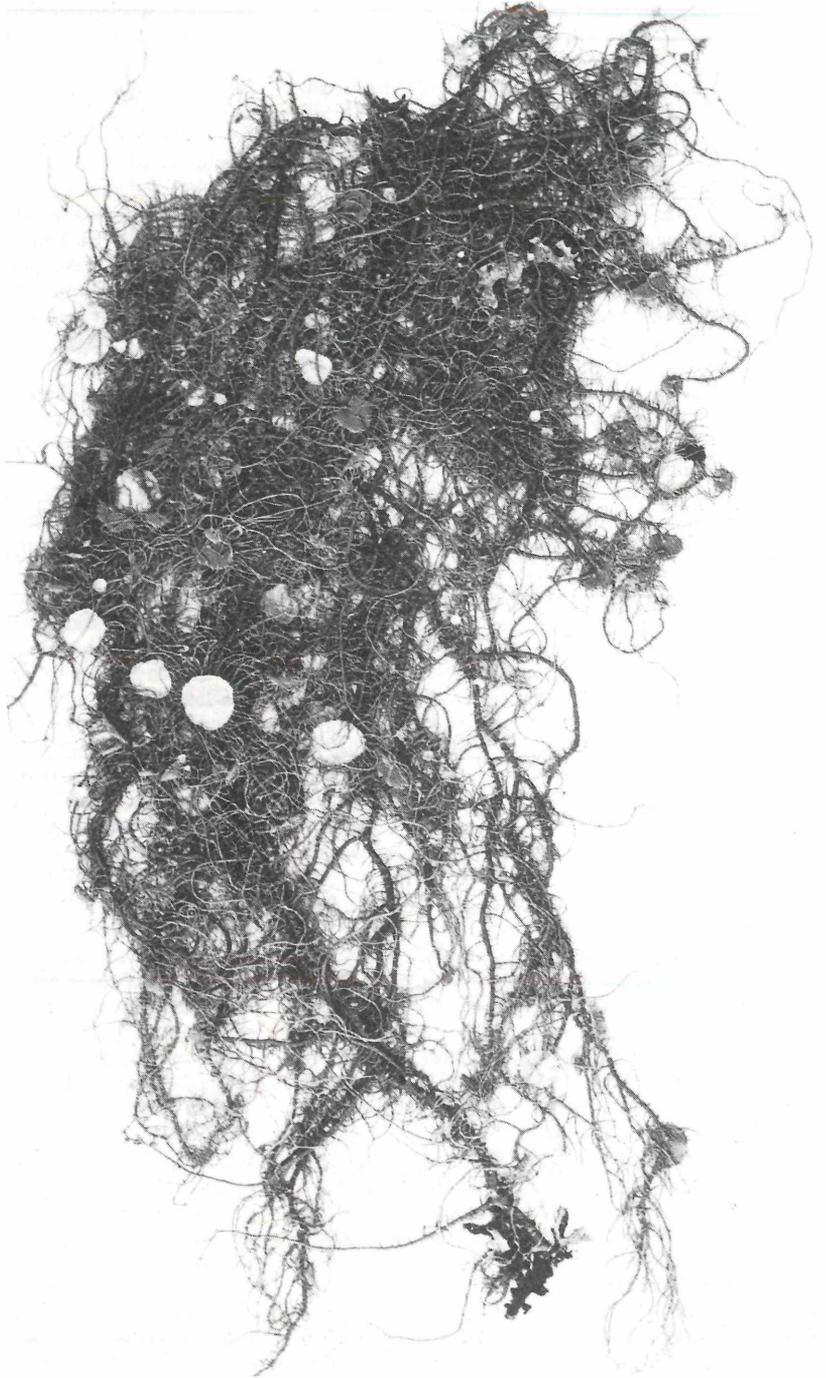


Abbildung 5. *Usnea rigida* (ACH.) MOT. Kniebis bei Freudenstadt (ex. her. LETTAU, B). Etwa 0,8x natürliche Größe.

(STU!). – Wildbad: Grünheide (soll wohl Grünhütte heißen?), leg. AHLES! 1874 (ex herb. PUTZLER, jetzt KR), det. МОУКА. Er bemerkt: „dem Typus gleich“.

18. *U. rigida* (ACH.) MOT. (*U. neglecta* MOT.) (Abb. 5) Pforzheim: Höfen a. d. Enz (Kr. Neuenbürg), leg. FINKH, o. J. (STU!); Büchenbronn b. Neuenbürg, leg. KURTZ

(STU!). – Calw: an *Abies* bei Teinach, ca. 450 m, leg. GLÜCK (als *florida*) o. J. (KR!).

Freudenstadt: an *Betula* beim „Berghöf“ in Lauterbad; ebenda an *Acer* auf dem Kienberg, 800 m, 1982; ebenda in Kniebis, leg. RIEBER 1890 (ex herb. LETTAU, jetzt B!). Vgl. auch LETTAU 1957, S. 251!

Betr. der Inhaltsstoffe vgl. oben bei *U. florida*. Die chemischen Reaktionen mit K, C, KC sind negativ, P färbt orange bis rot (Salazinsäure). Die Reaktionen werden auf der Apotheziumscheibe vorgenommen.

19. *U. scabrata* NYL. (*U. silvatica* MOT.)

Baden-Baden: ohne nähere Angabe, leg. AHLES! det. MOTYKA als *U. faginea*. Wildbad: Kaltenbronn, 800 m, leg. BERTSCH 1957 (STU!). – Schönmünzsch (Murgtal): an *Abies* in Vorderlangenbach, 600 m, 1972.

Nach v. KESSLER in Deutschland selten.

20. *U. silesiaca* MOT.

Wildbad: Kaltenbronn, leg. BERTSCH (STU!). – Schönmünzsch (Murgtal): in Vorderlangenbach, 600 m, 1972. – Alpirsbach: im Lohmühlenbachtal bei Ehlenbogen, 600 m, 1982; ebenda im Wald südl. Birkhof, 500 m, 1982. Sämtlich an *Abies*. Ist ev. zu *U. subfloridana* zu stellen.

21. *U. smaragdina* MOT.

Wildbad: Enzklosterle, an *Sorbus* im Süßbächletal, 750 m, 1978. – Freudenstadt: auf dem Kienberg an *Acer* beim Friedrichsturm, 800 m, 1981; Kniebis: an *Acer* im Ort nahe Restaurant „Hirsch“, 900 m, 1980.

22. *U. subfloridana* STIRT. (*U. comosa* [ACH.] VAINIO)

Pforzheim: an *Fagus* bei Waldrennach (oberh. Neuenbürg), ca. 500 m, 1958. – Bad Herrenalb: Eyachtal oberhalb Eyachmühle an *Abies*, am Waldweg zwischen Rotwasserhütte und Lehenteich, 650 m, 1972. – Baden-Baden: desgl. bei Herrenwies nahe Seebachhof, 740 m, 1982. – Calw: Teinach, 400 m, leg. WIRTH 1976.

Wildbad: an *Abies* nahe Wildsee, leg. PUTZLER! 1947; bei der Sturmlesshütte an *Fagus*, leg. PUTZLER! 1960; an *Prunus* bei der Grünhütte, 830 m, 1980; an *Pinus* im Rennbachtal, leg. PUTZLER! 1949; an *Abies* im Rollwasserbachtal nahe Schäferhütte, 750 m, 1980, ebenda an *Betula*, ca. 830 m, leg. WIRTH 1971 (STU!) – Wildbad: Enzklosterle, an *Quercus robur*, 680 m, 1976; an *Sorbus* im Rohnbachtal oberhalb Rombacherhof, 740 m, 1976; desgl. am Sportpfad nahe Skiwiese, 600 m, 1976; Rohnbach, an *Prunus* am kleinen Bärenloch, 640 m, 1977; an *Tilia* in Gompelscheuer, 700 m, 1980; an Allee-bäumen nahe Windhof, 450 m, 1961.

Schönmünzsch (Murgtal): an *Picea*, *Betula* und *Alnus* c. ap. im Schönmünzschal unterhalb Zwickgabel, 520 bis 550 m, 1972, 1986; an *Abies* in Vorderlangenbach, 620 m, 1980; Hinter-Seebach bei Zwickgabel an *Abies*, 520 m, 1972; an *Betula* auf dem Parkplatz bei Erbersbronn, 540 m, 1986; Waldweg am Nordhang des Sommerberges an *Abies*, 570 m, 1972; an *Betula* bei der Pension

Gaiser in Schönmünzsch, 460 m, 1980.

Bad Rippoldsau: an *Fagus* an der Kastelbrücke an d. Straße nach Zwieselberg, 625 m, 1969; am Wasserfall bei den Burgbachteln, 630 m, 1981.

Baiersbronn: im Tobelbachtal bei Huzenbach an *Abies*, 600 m, 1983.

Freudenstadt: an *Sorbus* im Ellbachtal bei Mittelal, 620 m, 1966; Besenfeld, an *Abies* bei Urnagold, 820 m, 1968; an *Acer* an d. Straße nach Schönegrund, 620 m, 1967; an *Betula* bei Lauterbad, 630 m, 1968; ebenda an *Salix*; an *Acer* auf dem Kienberg, 800 m, 1982; Kniebis: in Holzwald an *Fagus*, 760 m, 1980. – Alpirsbach: an *Malus* im Lohmühlenbachtal, 580 m, 1982.

Usninsäure als Heilmittel

Im Gegensatz zu den höheren Pflanzen, von denen Hunderte als Arzneipflanzen verwendet werden, ist der medizinische Gebrauch der Kryptogamen bescheiden. Allerdings wurden in letzter Zeit aus Mikroorganismen, insbesondere aus Pilzen, zahlreiche Medikamente entwickelt. Von den Flechten werden lediglich *Cetraria islandica* (L.) ACH., das sog. Isländische Moos (Drogenname Lichen islandicus, neuerdings *Cetrariae* Lichen) gebraucht. Weiterhin wird die Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* (L.) HOFFM. verwendet, fast ausschließlich in der Homöopathie unter dem Arzneinamen *Sticta* (SCHINDLER 1956/57).

Die therapeutische Verwendung von *Usnea*-Arten, wenn man von mittelalterlichem Gebrauch absieht, setzte bei uns mit dem Beginn der Antibiotikaforschung ein. Bereits 1944 haben BURKHOLDER und EVANS über die antibiotische Wirkung von Flechtenextrakten berichtet. Kurze Zeit später teilten MARSHAK, STOLL sowie KLOSA gleichartige Untersuchungen mit, die z. T. mit reinen Flechtensäuren durchgeführt wurden. Von den reinen Säuren erwiesen sich besonders Usninsäure, Physodensäure, (+)- Protolichesterinsäure und Thamnolsäure u. a. als stark antibiotisch wirksam. Vornehmlich wurde später für mikrobiologische Versuche Usninsäure herangezogen, so z. B. von SHIBATA, ferner STOLL et al., MOSE und BENZINGER. Eingehend hat sich MOSE mit diesem Thema befaßt. Untersuchungen (Plattentest) haben gezeigt, daß die Usninsäure im wesentlichen gegen grampositive Keime, ferner gegen Menigokokken und in geringerem Maße gegen Influenzastäbchen aktiv ist. Bemerkenswert ist dabei die Feststellung, daß Usninsäure der Wirkung von Penicillin und Streptomycin gegen *Clostridium tetani* deutlich überlegen ist. Von 40 getesteten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (Hemmungsgrenze 1:64 000) war nur ein einziger Stamm resistent; nach 20 Stunden erwies sich Usninsäure gegen *Staphylococcus aureus* als bakterizid! Toxische Wirkungen beim Mensch konnten bei Einnahme größerer Mengen nicht beobachtet werden.

VON CZETSCH-LINDENWALD stellte ebenfalls Untersuchungen mit Usninsäure an und entwickelte ein galenisches

Präparat als Oberflächen-Antibiotikum (Salbe bzw. Puder mit je 0,2 % Usninsäure als Natriumsalz). Diese Zubereitungen hat KÖNIGSBAUER bei verschiedenen bakteriellen Hauterkrankungen geprüft. Er sah Erfolge bei strepto- und staphylogenen Pyodermien und gewissen Ekzemformen. Usninsäure ist indiziert bei infizierten Wunden jeder Genese, Furunkulose und inzierte Schweißdrüsen, ferner bei Balanitis mit vorwiegend strepto- und staphylogener Flora. Bemerkenswert ist die Beobachtung von BENZINGER et al., daß penicillinresistenteste Stämme von Streptokokken, Staphylokokken und Pneumokokken empfindlich auf Usninsäure reagieren. Usninsäure als orales Antivirotikum beschreibt PIORKOWSKI, der vor allem bei profusen Virus-Diarrhoen glänzende Erfolge sah. Über Verwendung in der Zahnheilkunde berichtete FREYBERGER. Eine Zusammenstellung antibiotisch wirkender Flechten und Flechtenstoffen hat früher SCHMAUDERER gegeben.

Überall in der Welt werden bestimmte Flechten äußerlich bei Wunden, Geschwüren und sonstigen Hautaffektionen in der Volkshelkunde angewandt, innerlich als Expektorans und bei Lungentuberkulose. Von diesen Flechten sind die meisten usninsäurehaltig, so z. B. die in Äquatorialafrika verwendete *Usnea trichodeoides* VAINIO und die bei den Araukanos in Chile gebrauchten Bartflechten. Auch die ostasiatischen Zubereitungen „Soan-Moos“, „Sekika“ und „Shi-Hoa“ sind usninsäurehaltige Drogen aus *Ramalina*-Arten. Eine bisher wenig bekannte Anwendung wird aus Zentral-Brasilien mitgeteilt. Im Gebiete des Xingú-Flusses benutzen die laualpeti-Indianer die vorwiegend auf der Buriti-Palme wachsenden Flechten (*Usnea spec.*) gegen Haarausfall, selbst bei Glatzköpfen soll der Haarwuchs wieder gefördert werden. (Der eine von uns (SCH.) verdankt diesen Bericht einer deutschen Ethnologin, die in diesem Gebiet gearbeitet hat.) Diese Beispiele sollen genügen. Es gibt zahlreiche Arbeiten über dieses Thema, ein Zeichen dafür, wie hoch die Usninsäure als Antibiotikum eingeschätzt wurde, ehe die Ära der aus Pilzen gewonnenen antibiotisch wirkenden Präparate begann.

In diesem Zusammenhang muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß Usninsäure in manchen Fällen eine Kontaktdermatitis auslösen kann, bei anderen Personen wirkt sie als Sensibilisator, die die Lichtempfindlichkeit der Haut krankhaft erhöht. Solche Erscheinungen sind in Canada bei Holzfällern beobachtet worden, die oft mit Usneen in Berührung kommen, wobei die Sorredien der Flechten das auslösende Agens sind (ROBERTSON & MITCHELL; MITCHELL & SHIBATA).

Es ist interessant, unsere Flechten auch einmal von dieser Seite zu betrachten, nicht immer als taxonomisches Individuum, als Bestandteil eines Flechtenvereins oder als chemisches Forschungsobjekt. Für eine industrielle Verwendung bestimmter Flechten für die Herstellung von Arzneimitteln fehlen allerdings alle Voraussetzungen, so daß sie trotz großer Wirksamkeit als Antibiotika nur eine vorübergehende, medizingeschichtlich sicher wichtige Rolle gespielt haben.

Literatur

- ASAHINA, Y. (1936): Mikrochemischer Nachweis der Flechtenstoffe, 2. Mitt. – J. Jap. Botany, **12**: 859–872; Tokyo.
- ASAHINA, Y. (1937): Über den taxonomischen Wert der Flechtenstoffe. – Bot. Mag., **51**: 751–765; Tokyo.
- ASAHINA, Y. (1938): Mikrochemischer Nachweis der Flechtenstoffe, 8. Mitt. – J. Jap. Botany, **14**: 650–659 und 767; Tokyo.
- ASAHINA, Y. (1951): Neuere Entwicklungen auf dem Gebiete der Flechtenstoffe. Fortschr. Chem. org. Naturstoffe, **8**: 208–244; Wien.
- BARY, A. de (1879): Die Erscheinung der Symbiose. – Strassburg (Vortrag auf der Naturf.-Vers. Cassel, 30 S.).
- BAUSCH, W. (1869): Übersicht der Flechten des Grossherzogtums Baden. – Verh. Naturw. Ver. Karlsruhe, **4**: I–XLII, 1–246; Karlsruhe.
- BENZINGER, F. et al. (1963): Usninsäure aus jugoslawischen Flechten und ihre antibiotische Wirksamkeit. – Qualitas Plant. Mater. vegetab. (Den Haag), **7**: 371; Ref. Chem. Zbl. 1963, 15481, Berlin.
- BERTSCH, K. (1960): Unsere einheimischen Bartflechten. Jahresh. Ver. vaterl. Naturkunde in Württemberg, **115**: 243–253; Stuttgart.
- BERTSCH, K. (1964): Flechtenflora von Südwestdeutschland. – 251 S.; Stuttgart (Ulmer).
- BIBINGER, H. (1967): Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Oberrheinischen epiphytischen Flechtenvegetation unter besonderer Berücksichtigung des Standortfaktors Stickstoff. – Diss. Freiburg i. Br.; 194 S.
- BIBINGER, H. (1970): Soziologische Gliederung der bartflechtenreichen Epiphytenvereine des Südschwarzwaldes. – Herzogia, **2**: 1–24; Lehre.
- BURKHOLDER, P. R. al. (1944): Antibiotic activity of lichens. – Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A., **30**: 250; Washington.
- BURKHOLDER, P. R. & EVANS, A. W. (1945): Further studies on the antibiotic activity of lichens. – Bull. Torrey Bot. Club, **72**: 157–164; New York.
- CARLIN, G. & SWAHN, U. (1977): De svenska *Usnea*-arterna (Skåglavlar). – Svensk Bot. Tidskr., **71**: 89–100; Stockholm.
- CLAUZADE, P. & ROUX, C. (1985): Likenoj de Okcidente Europo. – Bull. Soc. Bot. Centre Ouest, nov. Sér. Nr. 7, 893 S.; Royan.
- CLERC, P. (1984): Contribution à la révision de la systématique des Usnées (Ascomycotina, *Usnea*) d'Europe. 1. *Usnea florida* (L.) WIGG. emend. CLERC. – Cryptogamie, Bryol. Lichenol., **5**: 333–360; Paris.
- CULBERSON, CH. F. (1969): Chemical and Botanical Guide to lichen Products. – 628 S.; Chapel Hill.
- CULBERSON (1970): Supplement to „Chemical and Botanical Guide to lichen Products“ – Bryologist, **73**: 177–377; Carbondale.
- CULBERSON, CH. F., CULBERSON, W. L. & JOHNSON, A. (1977): Second Supplement to Chemical and Botanical Guide to lichen Products. – 400 S.; Missourí Botanical Garden, St. Louis.
- CZTSCH-LINDENWALD, H. VON & al. (1955): Usninsäure als Antibiotikum. – Wien. med. Wschr., **105**: 1063–1067; Wien.
- DUVIGNEAUD, P. (1947): Etude sur le genre *Usnea*. I. Remarques sur le chimisme des *Usnea* de l'Europe occidentale. – Bull. Soc. Bot. belg., **79**: 141–147; Bruxelles.
- FISCUS, S. A. (1971): The Chemistry of the *Usnea florida* Group in North America. – M. A. thesis, Duke University, Durham, N. C.
- FISCUS, S. A. (1972): A Survey of the Chemistry of the *Usnea florida* Group in North America. – Bryologist, **75**: 299–304; Carbondale.

- FREY, E. (1952): Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin. *Ergebn. wiss. Unters. d. schweiz. Nationalparks* 3 (N. F.): 361–503; Liestal (*Usnea* S. 460–476).
- FREYBERGER, F. (1958): Zahnärztliche Lokaltherapie mit dem neuen pflanzlichen Antibiotikum Usninsäure. – *Österr. Z. Stomat.*, **54**: 140; Wien. – *Ref. Pharm. Zentralhalle*, **98**: 151 (1959); Dresden.
- FREYBERGER, F. (1956): Das Oberflächenantibiotikum Usninsäure in der Zahnheilkunde. *Zahnärztl. Rdsch.*, **65**: 509–514; Berlin.
- GAMS, H. (1961): *Usnea longissima* ACH. als kontinentale Nebflechte. – *Ber. Geobot. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel*, **32**: 167–176; Zürich.
- GERTIG, H. (1961): Bestimmung des Gehaltes an Usninsäure in Flechten. – *Acta Polon. Pharm.*, **18**: 57–88; Warszawa. – *Ref. Sci. Pharm.*, **29**: 195 (1961).
- GERTIG, H. & BANASIEWICZ, Z. (1961): Die Verteilung der Usninsäure in verschiedenen polnischen Flechten. – *Acta Polon. Pharm.*, **18**: 67–71; Warszawa. – *Ref. Sci. Pharm.*, **29**: 195 (1961).
- GOLL, W. (1892, 1893): Flechten um Schramberg. – *Mitt. bad. bot. Ver. Nr. 100*: 427–430. Desgl. ebenda Nr. 106: 60–61 (1893), Freiburg.
- HENSSEN, A. & JAHNS, H. M. (1974): Lichenes. Eine Einführung in die Flechtenkunde. – 467 S.; Stuttgart (Thieme).
- KEISSLER, K. VON (1960): Usneaceae. In: RABENHORST, Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, ed. 2, Bd. 9, 5. Abt. 4. Teil. – 755 S.; Leipzig (Acad. Verl. Ges.).
- KLINGSTEDT, F. W. (1965): Über die Farbreaktionen von Flechten der Gattung *Usnea*. – *Acta bot. fenn.*, **68**: 3–23; Helsinki.
- KLOSA, J. K. (1949): Antibiotische Stoffe aus Flechten. *Pharm. Zentralhalle*, **88**: 165–167, 310–312; Dresden.
- KLOSA, J. K. (1950): Über ein neues Antibiotikum aus Flechten. – *Pharmazie*, **50**: 28; Berlin. – *Arzneipflanzenumschau*, **2**: 735–736 (Folge 49); Berlin.
- KLOSA, J. K. (1951): Über die antibiotische Wirkung der Flechtentstoffe. – *Z. physiol. Chem.*, **287**: 195–204; Strasburg.
- KLOSA, J. K. (1951): Flechten als Heilmittel. – *Apoth. Ztg. Berlin*, **63**: 46–48; Berlin.
- KÖNIGSBAUER, H. (1955): Über die Behandlung bakterieller Hautkrankheiten mit Usninsäure. – *Hautarzt*, **6**: 501–504; Berlin.
- KÖNIGSBAUER, H. (1956): Zur Behandlung der pustulösen Acne mit dem Flechten-Antibiotikum „Usninsäure“. – *J. med. Kosmetik*, Heft 10: 292–294; Berlin.
- LETTAU, G. (1957): Flechten aus Mitteleuropa XII. – *FEDDE'S Repert.*, **59**: 192–260; Berlin (*Usnea* S. 248–256).
- MARSHAK, A. (1947): A crystalline antibacterial compound from the lichen *Ramalina reticulata*. – *Publ. Health Rep.*, **62**: 3; Washington.
- MARSHAK, A.: Antibiotic compounds from the lichen *Ramalina reticulata*. – *Science*, **106**: 394; New York.
- MITCHELL, J. C. & SHIBATA, S. (1969): Immunologic activity of some substances derived from lichenized fungi. – *J. Invest. Derm.*, **52**: 517; Baltimore.
- MÖSE, J. R. (1957): Zur Beeinflussung von Tetanus- und Diphtherie-Toxin durch Antibiotika, insbesondere Usninsäure. – *Arzneimittel-Forsch.*, **7**: 65–69; Aulendorf.
- MOTYKA, J. (1936–1938): Lichenum generis *Usnea* studium monographicum. Pars systematica. – 651 S.; Leopoli.
- MOTYKA, J. (1947): Desgl. Pars generalis. – *Ann. Univ. Mariae Curie Sklod.*, Sect. C, **1**: 217–476; Lublin.
- MOTYKA, J. (1962): *Flora Polska* 5: Porosty (Lichenes). – 353 S.; Warszawa.
- OZENDA, P. & CLAUZADE, G. (1970): Les Lichens. Étude biologique et illustrée. – 801 S.; Paris (Masson).
- PIORKOWSKI, G. (1957): Usninsäure als orales Antivirotikum. – *Therap. Gegenw.*, 286–287; Berlin, Wien.
- ROBERTSON, W. D. & MITCHELL, J. C. (1967): Allergic contact and photodermatitis. – *Canad. med. Assoc.*, **97**: 380; Toronto.
- SCHADE, A. & SEITZ, W. (1970): Extremes Auftreten von Calciumoxalat-Ekrekten bei einer Art der Gattung *Usnea* (Lichenes). – *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **83**: 121–127; Stuttgart.
- SCHADE, A. (1975): Über das Vorkommen der Calciumoxalat-Ekrekte bei den Usneaceen (Lichenes) nebst Bemerkungen über Höhlungen der Achse, gelegentliche Ölhyphen und Größenverhältnisse bei den *Usnea*-Arten Afrikas und mit einem Nachtrag über die Usneen Japans. – *Nova Hedwigia*, **24**: 45–82; Lehre.
- SCHINDLER, H. (1956/57): Die Verwendung von Flechten und Flechtentstoffen in alter und neuer Zeit. – *Aus unserer Arbeit (Schriftenreihe der Fa. Dr. Willmar Schwabe)*, **2**: Heft 4: 7–14; Heft 5: 12–17; Karlsruhe.
- SCHINDLER, H. (1957): Die Inhaltsstoffe verschiedener *Usnea*-Arten unter besonderer Berücksichtigung der Usninsäure. – *Arzneimittel-Forsch.*, **7**: 69–72; Aulendorf.
- SCHINDLER, H. (1983): Über den Nachweis der Diffractasäure in der Flechte *Usnea ceratina* aus dem Schwarzwald. – *Andrias*, **2**: 5–8; Karlsruhe.
- SCHINDLER, H. (1985): Erstfund der Flechte *Parmelia glabra* (SCHRAD.) NYL. im Schwarzwald und ihre Verbreitung in Deutschland und angrenzenden Gebieten. – *Carolinea*, **42**: 43–50; Karlsruhe. (Chlorreagenz S. 45)
- SCHINDLER, H. & HAWKSWORTH, D. L. (1976): Die höheren Flechten des Nordschwarzwaldes. 3. Mitt. Die Arten der Gattung *Alectoria*. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **35**: 75–80; Karlsruhe.
- SCHMAUDERER, E. (1968): Antibiotisch wirkende Flechteninhaltsstoffe. – *Präp. Pharm.*, **4**: 49–54, 65–71. München.
- SCHULTE, F. (1905): Zur Anatomie der Flechtengattung *Usnea*. – *Beih. Bot. Zbl.*, **10**: 1–22; Dresden.
- STIRTON, J. (1881): On the genus *Usnea* and other (Eumitria) allied to it. *Scottish Naturalist*, **6**: 99–109; Edinburgh.
- STIRTON, J. (1883): Notes on the genus *Usnea* with descriptions of new species. – *Ebenda*, **7**: 74–79.
- STOLL, A. & al. (1947): Antibiotika aus Flechten. 4. Mitt. Über antibakterielle Stoffe. – *Experientia*, **3**: 111–113; Basel.
- STOLL, A. & al. (1947): Die antibakterielle Wirkung der Usninsäure auf Mycobakterien und andere Mikroorganismen. 5. Mitt. über antibakterielle Stoffe. – *Ebenda*, **3**: 115–116.
- SHIBATA, S. & al. (1948): Relation between chemical constitution and antibacterial effect of usnic acid and its derivatives. – *Japan med. J.*, **1**: 152; Tokyo.
- TALLIS, J. H. (1959): The British species of the genus *Usnea*. – *Lichenologist*, **1**: 49–83; London.
- WIRTH, V. (1974): Die Flechten des Südschwarzwaldes. 3. Teil. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **33**: 81–101; Karlsruhe (*Usnea* 95–99).
- WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. – 552 S.; Stuttgart (Ulmer).
- WIRTH, V. (1981): Zur flechtenkundlichen Durchforschung Süddeutschlands und angrenzender Gebiete. – *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, Ser. A, Nr. 349; Stuttgart.
- ZOPF, W. (1907): Die Flechtentstoffe in chemischer, botanischer, pharmakologischer und technischer Hinsicht. – 449 S.; Jena (Fischer).

GEORG PHILIPPI

Die Wassermoosvegetation im östlichen Odenwald und südlichen Spessart

Kurzfassung

Aus dem östlichen Odenwald und südlichen Spessart wird die Wassermoosvegetation kalkarmer Gewässer beschrieben. Substrate sind Blöcke und Felsen des Buntsandsteins.

Charakteristisch für den Quellbereich der Bäche sind eine Gesellschaft mit *Riccardia chamaedryfolia* und eine mit *Fontinalis antipyretica*. Beide Arten können höhere Fließgeschwindigkeiten nicht ertragen. Für den Ober- und Mittellauf der Bäche ist das Scapanietum undulatae (mit *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos*) kennzeichnend. *Hygrohypnum ochraceum* und *Fontinalis squamosa* bleiben auf die größeren Bäche beschränkt (meist mit mittlerer Wasserführung um 1 m³/sec); beide Arten können eine gewisse Verschmutzung ertragen. Dabei ist *Fontinalis squamosa* für tief gelegene, kaum trockenfallende Standorte kennzeichnend, *Hygrohypnum ochraceum* für Standorte um und über der Mittelwasserlinie. In Bereichen über der Mittelwasserlinie sind das *Brachythecietum plumosi* und Bestände mit *Thamnobryum alopecurum* (neutrophil) charakteristisch. An ähnlichen Stellen wurde selten auch eine Gesellschaft mit *Rhynchostegiella jacquini* beobachtet. *Heterocladium heteropterum* bildet in kleinen, nur zeitweise wasserführenden Bächen große Bestände. Seltene Wassermoosgesellschaften sind eine mit *Metzgeria conjugata* an Sickerstellen und eine mit *Jungermannia pumila* (subneutrophil).

Abstract

The moss vegetation of streams in the eastern Odenwald and southern Spessart.

This paper deals with the moss vegetation of streams in the eastern Odenwald and southern Spessart (SW Germany, Main river area) described on the basis of BRAUN-BLANQUETS principles. The water of the examined streams has little chalk and is weakly acid; the substrates for the mosses are blocks of red sandstone (Buntsandstein).

Characteristic communities in the spring area are one of *Riccardia chamaedryfolia* and another of *Fontinalis antipyretica*. Both species are sensitive to higher water velocity. In the upper and middle part of the streams with unpolluted water the Scapanietum undulatae (with *Scapania undulata* and *Chiloscyphus polyanthos*) is the common moss community. *Hygrohypnum ochraceum* and *Fontinalis squamosa* are restricted to larger rivers (with an average water amount about 1 m³/sec); both species can support limited pollution. *Fontinalis squamosa* occupies submerged localities, rarely becoming dry; *Hygrohypnum ochraceum* occupies the mid water level, becoming emergent during periods of low water. Stands with the highest water level are inundated only by high water and are occupied by the *Brachythecietum plumosi* (with *Brachythecium plumosum* and *Racomitrium aciculare*) and by the *Thamnobryum alopecurum* community, a neutrophilous community. In such stands *Rhynchostegiella jacquini* was found rarely. Stands of *Heterocladium heteropterum* are characteristic for streams which become dry in the summer. Other communities only rarely observed are one of *Metzgeria conjugata* and another with *Jungermannia pumila*.

Autor

Dr. GEORG PHILIPPI, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Die Quellabflüsse, kleinen Bäche und Flüsse des östlichen Odenwaldes und südlichen Spessarts zeigen eine artenreiche Wassermoosflora und Wassermoosvegetation, die bisher nur floristisch untersucht wurde. Substrate der Wassermoose sind Buntsandsteinblöcke; die Gewässer sind kalkarm, haben sauberes Wasser und sind höchstens im Unterlauf schwach abwasserbelastet. Im untersuchten Teil des Spessarts ist die Lohr das größte Gewässer (durchschnittliche Wasserführung bei Partenstein etwa 3 m³/sec); andere größere Bäche mit artenreicherer Wassermoosflora sind die Hafenlohr und der Haslachbach. Von den Flüssen des Odenwaldes entspringt die Erfa im Kalkgebiet; die Tauber umfaßt in ihrem Einzugsbereich fast ausschließlich Kalkgebiete. Beide Flüsse haben so eine basiphytische Wassermoosvegetation (mit *Leptodictyum riparium* und *Cinclidotus spec.*) und weichen so von den übrigen Flüssen des Gebietes ab. Die Moosvegetation von Erfa und Tauber wie auch die des Maines soll hier nicht berücksichtigt werden. – Weitere Angaben zum Untersuchungsgebiet vgl. PHILIPPI (1986).

Die meisten der Gewässer, gerade der kleinen Gewässer, zeigen eine unterschiedliche Wasserführung, die sich auch in der Vegetation ausdrückt. Drei wichtige Typen lassen sich hier unterscheiden:

- 1) Ganzjährig wasserführende Bäche. Kennzeichnend sind hier das Scapanietum undulatae oder *Fontinalis antipyretica*-Bestände.
- 2) Zeitweise wasserführende kleine Waldbäche, im Sommer mäßig austrocknend. Kennzeichnend hierfür sind die *Heterocladium heteropterum*-Bestände, daneben auch in gewissem Umfang das Scapanietum undulatae.
- 3) Nur kurzzeitig wasserführende Bäche (meist im Frühjahr nach der Schneeschmelze); Standorte im Sommer stark austrocknend. Derartige Bäche kommen vor allem an den Steilhängen des Odenwaldes zum Neckar hin und des Spessarts zum Main hin vor. Kennzeichnende Moosgesellschaft ist das *Brachythecietum plumosi*, während das Scapanietum undulatae hier weitgehend fehlt.

Wenige Moose und Moosgesellschaften sind an die

Quellbereiche der Gewässer gebunden, so v. a. *Riccardia chamaedryfolia* und bestimmte Ausbildungen des *Scapanietum undulatae*. *Fontinalis squamosa* und *Hypoglypnum ochraceum* wurden dagegen nur in den größeren Bächen beobachtet.

In den Probeflächen wird die Menge der einzelnen Arten nach der kombinierten Dominanz-Abundanz-Dominanz-Schätzung in der üblichen Skala von r, +, 1 bis 5 angegeben. Nomenklatur der Moose folgt Frahm & Frey. – Für floristische Hinweise danke ich den Herren Prof. Dr. R. DÜLL (Duisburg) und G. SCHWAB (Darmstadt).

2. Die einzelnen Gesellschaften

2.1 *Riccardia chamaedryfolia*-Gesellschaft

(Tabelle 1, Spalte 1–7)

Diese Gesellschaft ist kennzeichnend für Quellstellen und Quellabflüsse. *Riccardia chamaedryfolia* bildet auffallende, frisch olivgrüne bis gelbgrüne Rasen, die fast das ganze Jahr flach überschwemmt bleiben und langsam überflossen werden. Offensichtlich sind die

starrten, etwas brüchigen Rasen gegen zu raschen Durchfluß empfindlich. Sie bevorzugen ebene Flächen und können hier neben Steinen auch Äste oder Fichtenzapfen besiedeln. Wenige m unterhalb der Quelle fehlt das Moos bereits den Bächen. *Scapania undulata* nimmt etwas höher gelegene, länger trockenfallende und wohl auch rascher überflossene Stellen ein und findet sich so in den *Riccardia chamaedryfolia*-Beständen oft nur in geringer Menge. – Neben der typischen Variante wurde selten auch eine mit *Fontinalis antipyretica* beobachtet, die zur folgenden Gesellschaft überleitet. Die *Riccardia chamaedryfolia*-Gesellschaft kommt im Spessart zerstreut vor, im östlichen Odenwald seltener. Bereits ADE (1943) hat auf sie hingewiesen. Weiter verbreitet ist sie in den Buntsandsteingebieten des Schwarzwaldes und der Vogesen. – Im Gebiet erscheinen die Bestände der Gesellschaft alle mehr oder weniger durch Fassung der Quellen zur Trinkwassergewinnung bedroht. Angaben über einen Rückgang lassen sich nur schwer machen, da die Fundortsmeldungen von ADE zu ungenau sind.

Die *Riccardia chamaedryfolia*-Gesellschaft, die bisher kaum bekannt ist, läßt sich als Subassoziation dem *Scapanietum undulatae* zurechnen.

Tabelle 1. Wassermoosgesellschaften der Quellstellen

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Fläche (0,1 m²)	20	1	1	1	5	0,4	3	5	1	5	2	2	5	1,5	2	7	10	
Neigung (°)	–		0	0		45	0		0		0	5	5	0		0	0	
Vegetationsbedeckung (%)	40	60	60	40	25	60	40	60	80	60	70	40	40		70	70	70	
Artenzahl	1	3	3	3	3	4	2	2	3	2	2	4	3	3	2	2	2	
Kennzeichnende Arten:																		
<i>Scapania undulata</i>			2	+	1	2	1		2	2	3		1	1	2	1		
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>			1	1					1		2	2	+			+	+	
<i>Riccardia chamaedryfolia</i>	3	4	4	3	2	4	2											
Trennart der Variante:																		
<i>Fontinalis antipyretica</i>								2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Sonstige:																		
<i>Brachythecium rivulare</i>									1						1			
<i>Rhynchostegium riparioides</i>																	+	

Außerdem: In 4: *Mnium hornum* +. In 5: *Batrachospermum* (cf.) *moniliforme* 2.

1–7 Bestände mit *Riccardia chamaedryfolia*, davon 6 u. 7: Variante von *Fontinalis antipyretica*.

8–16. Bestände mit *Fontinalis antipyretica* (*Scapanietum undulatae*).

1. (6022 NW) SE Hain i. Spessart, Quellen, 280 m. *Riccardia chamaedryfolia* überzieht kleine Steine und Fichtenzapfen.

2., 3. (6022 SE) Hafenlohr-Tal bei Erlenfurt, Quellstelle, 250 m.

4. (6122 NE) Springquelle S Bischbrunn, 325 m.

5. (5921 SE) E Klein Kahl, Quelle der Kleinen Kahl, 325 m.

6., 7 Wie Nr. 4. *Chiloscyphus polyanthos* u. *Scapania undula-*

ta an höher gelegenen Stellen.

8. (6123 NW) Steinmark, Bach oberhalb des Schleifthores, 295 m.

9. (6122 NW) Krausenbach, Libischbrunnen, 340 m.

10. Wie Aufn. Nr. 5.

11. (6321 SE) Rippberg bei Amorbach, Finsterklinge, 275 m. Bestand auf großen Felsplatten.

12., 13. (6023 NE) Pflochsbach bei Lohr, 260 m.

14. Wie Nr. 8.

15. Wie Nr. 4.

16. Wie Nr. 11.

17 (6420 SE) E Kailbach bei Eberbach, kleiner Bach im Wassermüller Wald, 412 m.

2.2 Fontinalis antipyretica-Bestände

(Tabelle 1, Spalten 8–17)

In langsam fließenden Bächen, gern in Quellabläufen oder in Wiesengraben, kommen regelmäßig Bestände von *Fontinalis antipyretica* vor. Die Wuchsorte werden langsam überströmt und fallen nur selten trocken. *Fontinalis antipyretica* bevorzugt die der Strömung abgewandten Flächen der Steine. In den Aufnahmen sind *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* recht stet enthalten. Nicht selten handelt es sich aber um *Fontinalis*-Reinbestände (Aufnahmen derartiger Bestände fehlen), so v. a. in quelligen Wiesengraben. Wo *Fontinalis antipyretica* und die beiden Lebermoose zusammen vorkommen, erweist sich *Fontinalis antipyretica* als die konkurrenzkräftigere Art. Oft finden sich *Scapania un-*

dulata und *Chiloscyphus polyanthos* auf kleinen Steinen, während *Fontinalis ant.* nur größere Steine besiedelt. An anderen Stellen wechseln auf engem Raum *Fontinalis ant.*-Bestände an langsam überflossenen Stellen mit *Scapania*-Beständen an rasch überflossenen ab (z. B. an den Quellen der Kleinen Kahl). In den Bächen des Gebietes kommt *Fontinalis antipyretica* gern im Quellbereich vor; im anschließenden Ober- und Mittellauf fehlt das Moos, auch an den Stillwasserstellen. Vermutlich spielt hier die besondere Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser eine Rolle; dann können die Büschel des Moooses leicht weggerissen werden. Im Unterlauf der Flüsse, die im Gebiet alle ± kalkbeeinflusst sind, kommt *Fontinalis antipyretica* wieder vor, auch in belasteten Flüssen wie der unteren Tauber oder der Er-

Tabelle 2. Scapanietum undulatae

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Fläche (0,1 m ²)	1,5	1	0,5	1	1	1	0,6	1	1	1	0,8	10	2	1	0,4	1	1	0,6	
Neigung (°)	45	10	5	30	90	20	30	10	10	20	30	10	0	30	0	0	90	45	
Vegetationsbedeckung (%)	90	100	90	100	100	95	80	85	90	80	90	70	60	90	100	80	100	90	
Artenzahl	2	3	3	3	4	2	3	3	6	5	6	2	3	4	4	3	2	3	
Kennzeichnende Arten:																			
<i>Scapania undulata</i>	5	5	4	4	3	5	3	2	4	3	+	3	1		2				
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>					2								3	4	4	4	5	5	
Trennarten der Subassoziationen:																			
<i>Racomitrium aciculare</i>						1	3	4	2	3	3								
<i>Marsupella emarginata</i>										2	1	3							
<i>Heterocladium heteropterum</i>										+	2	2							
<i>Rhizomnium punctatum</i>										+	1								
<i>Mnium hornum</i>									1		1								
<i>Rhynchostegium riparioides</i>													4	3	3	2	2	+	1
Sonstige:																			
<i>Brachythecium rivulare</i>	1		2	2															+
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>			1	1															+
<i>Atrichum undulatum</i>									+			+							
<i>Callitriche palustris</i> aggr.																			
Außerdem einmal: In 2: <i>Eurhynchium praelongum</i> 2. In 3: <i>Plagiomnium undulatum</i> +. In 5: <i>Plagiothecium nemorale</i> +, <i>Pellia epiphylla</i> 2. In 7: <i>Dichodontium pallucidum</i> 1. In 15: <i>Poa trivialis</i> +. In 16: <i>Thamnobryum alopecurum</i> 2. In 18. <i>Vaucheria</i> spec. 1.																			
1.–11. Ausbildung kleiner Bäche.																			
1.–5. Typische Subassoziation,																			
6.–11. Subassoziation von <i>Racomitrium aciculare</i> , davon 6.–8. Typische Variante, 8.–11. Variante von <i>Marsupella emarginata</i> .																			
12.–18. Ausbildung größerer Bäche.																			
1. (6123 NW) Steinmark, oberhalb Schleifthor, 295 m.																			
2., 3. (6122 NE) S Bischbrunn, Springbrunnen, 335 m.																			
4. (5921 SE) E Klein-Kahl, Quelle der Kleinen Kahl, 325 m.																			
5. (5821 SE) Kahlquelle (N der Straße), 300 m.																			
6. (6220 SW) E Bad König, unterhalb der Teufelsbrücke, 290 m.																			
7. (6519 SW) S Neckarhäuser Hof, Finsterbach, 180 m.																			
8., 9., 10., 11. (6520 SW) Zwingenberg, Wolfsschlucht (oberer Teil), 420 m.																			
12. (6420 NE) N Ernsttal, Gabelbach, 245 m.																			
13. (6122 SE) N Hasloch, W Nickelsmühle, 205 m.																			
14. (6420 NE) SE Ernsttal, Teufelsklänge, 380 m.																			
15. (6420 NE) N Ernsttal, Gabelbach, 245 m.																			
16. Wie Nr. 14.																			
17. (6123 SW) N Hasloch, Bach oberhalb Nickelsmühle, 205 m.																			
18. (6521 SW) W Rittersbach, Dallauer Forst, 240 m.																			

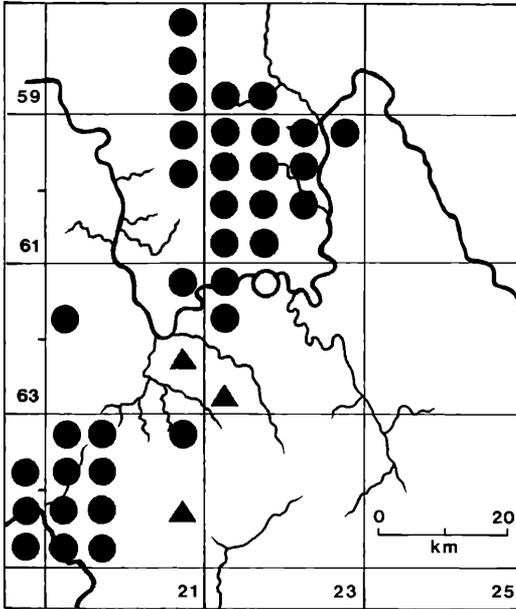


Abbildung 1. Verbreitung von *Scapania undulata* im östlichen Odenwald und südlichen Spessart, Rasterkarte auf der Basis von Viertel-Meßtischblättern. Offene Kreise: ältere, nicht mehr bestätigte Literaturangaben, geschlossene Kreise: reichliche Vorkommen in Quellbächen. Dreiecke: spärliche Vorkommen in Quell- und Sickerinnen der Hochflächen. Vorkommen in Buntsandsteintrögen der Dorfbrunnen, wie sie im westlichen Odenwald häufiger sind, konnten im Gebiet kaum beobachtet werden. – Dunkle Flächen: Buntsandsteingebiete.

fa unterhalb Hardheim.

Diese *Fontinalis antipyretica*-Bestände lassen sich als eine besondere Subassoziation dem *Scapanietum undulatae* (*Chiloscypho-Scapanietum*) zuordnen. Nach den vorliegenden Aufnahmen erscheint eine Fassung als eigene Assoziation nicht sinnvoll. Eine derartige Einstufung wurde von zahlreichen Autoren vorgenommen (vgl. KAISER 1926, ferner die Diskussionen bei v. d. DUNK 1971 und HERTEL 1974).

2.3 *Scapanietum undulatae* der kleinen Waldbäche (Tabelle 2)

Auf den Steinen kleiner Waldbäche dominiert *Scapania undulata*; gelegentlich kann auch *Chiloscyphus polyanthos* hinzukommen. Die Wuchsorte sind naß bis sickerfeucht, werden bei stärkerer Wasserführung überflutet und mäßig rasch (bis rasch) überströmt und fallen bei Niederwasser trocken. Die Flächen sind meist deutlich geneigt (nur selten eben). Größere, homogene Bestände lassen sich nur selten beobachten; oft liegt die Flächengröße bei wenigen dm².

Besonders artenarm ist die typische Ausbildung, die vielfach nur *Scapania*-Reinbestände umfaßt. Gelegentlich kann *Brachythecium rivulare* hinzukommen; an we-

niger stark überflossenen, mehr quellig durchrieselten Stellen ergeben sich Verzahnungen mit dem *Chryso-splenietum oppositifolii*. – Höher gelegene Stellen nimmt die Subassoziation von *Racomitrium aciculare* ein. *Scapania undulata* tritt hier mengenmäßig zurück. Die Flächen fallen längere Zeit trocken. Diese Ausbildung leitet zum *Brachythecietum plumosi* über.

Neben der typischen Variante, deren Standorte stärker austrocknen können, läßt sich eine artenreiche Variante mit *Marsupella emarginata* und *Heterocladium heteropterum* unterscheiden, in der auch *Mnium*-Arten eindringen können. Die Moosrasen bleiben hier immer gut durchfeuchtet; unter den Rasen von *Marsupella emarginata* kann sich Schwemmsand sammeln. – Diese *Marsupella*-Variante zeigt im Gebiet ein beschränktes Vorkommen. Zu den von DÜLL (1969) genannten Vorkommen am Kümmelbach bei Neckargemünd sind als weitere Fundstellen der Seitelsgrund bei Hirschhorn und die Wolfsschlucht bei Zwingenberg nachzutragen. Im Spessart ist *Marsupella emarginata* nur von einer Stelle bekannt (Steigkoppe oberhalb Laufach, auf Gneis, von FAMILLER (1906) als *M. aquatica* publiziert, vgl. auch ADE). Auffallend ist im Odenwald und Spessart die enge Bindung von *Marsupella emarginata* an Bachläufe, was in den Buntsandsteingebieten der Nordvogesen oder des Nordschwarzwaldes nicht in diesem Maße zu beobachten ist, noch weniger in den Gneis- und Granitgebieten beider Gebirge.

Im Spessart fehlt *Scapania undulata* kaum einem Bach und ist auch in größeren Bächen zu finden (z. B. in der Hafelohr noch an der Bahnbrücken-Mühle). Im östlichen Odenwald ist das Moos deutlich seltener und wurde an den Hängen des Erfa- und Taubertales kaum beobachtet. Ursache scheint einmal die zu stark wechselnde Wasserführung in vielen dieser Bäche zu sein. Zum anderen sind viele dieser Bäche (leicht) eutrophiert: Auf der Hochfläche liegen Siedlungen, die die Gewässerqualität beeinflussen. *Chiloscyphus polyanthos* kann in diesen Gewässern noch wachsen. Die Seitenbäche der unteren Tauber entspringen alle in Muschelkalkgebieten, so daß *Scapania undulata* hier aus ökologischen Gründen nicht vorkommen kann.

2.4 *Scapanietum undulatae* der größeren Bäche

(Tabellen 2, 3)

In den Wassermoosbeständen der größeren Bäche tritt *Scapania undulata* auffallend zurück. *Chiloscyphus polyanthos* wird hier eines der wichtigsten Wassermoose. Die Bestände fallen nur ganz selten trocken und werden meist mehr oder weniger rasch überflossen. So kommt hier regelmäßig *Rhynchostegium riparioides* hinzu (mit einem Schwerpunkt nahe der Mittelwasserlinie). *Chiloscyphus polyanthos* ist nur locker am Substrat festgewachsen, im Gegensatz zu *Scapania undulata*; das Moos bevorzugt deutlich ebene bis höchstens schwach geneigte Flächen meist kleiner bis mittelgroßer Kieselsteine. Offensichtlich bieten die Rasen von *Chiloscyphus polyanthos* dem fließenden Wasser nur geringen Widerstand; im Gegensatz zu *Scapania undulata* können sie eine Übersandung gut ertragen.

Tabelle 3. *Fontinalis squamosa*-Bestände

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Fläche (0,1 m ²)	5	5	20	1	1,5	1	2	2
Neigung (°)	0	0	0	0	0	10	10	10
Vegetationsbedeckung (%)	40	60	50	80	60	80	100	90
Artenzahl	4	5	5	6	5	3	4	1
Kennzeichnende Arten:								
<i>Fontinalis squamosa</i>	2	2	3	3	4	4	5	5
Übrige Wassermoose:								
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	3	3	3	2	1	1	+	
<i>Rhynchostegium riparioides</i>	2	2	1	2	+	2	1	
<i>Scapania undulata</i>		1	+	1	1			
<i>Brachythecium rivulare</i>	2	3		1				
<i>Fontinalis antipyretica</i>								1
Gefäßpflanzen:								
<i>Callitriche spec.</i>			2		2			

Außerdem: In 4: *Vaucheria spec.* 1.
 1., 2. (6122 SE) Unterhalb der Zwieselmühle bei Hasloch, 225 m. Fließgeschwindigkeit des Baches ca. 1 m/sec.
 3. (6123 NW) Hafenlohrtal zwischen Lindenfurter Hof und Hubertushöhe, 180 m. Fließgeschwindigkeit des Baches ca. 1 m/sec.
 4. (6519 NE) Gammelsbachtal bei Eberbach nahe Krümme Rain, 190 m.
 5. Wie Nr. 3.
 6., 7., 8. (5923 SW) Lohrbach NW Lohr an der Fabrik, 170 m. Aufn. 6 von einer Erlenwurzel.

Bestände mit *Fontinalis squamosa* wurden als besondere Variante des Scapanietum undulatae gefaßt (Tabelle 3). Auch hier handelt es sich um lange Zeit überschwemmte, nur selten trockenfallende, mäßig rasch bis rasch überflossene Stellen. *Chiloscyphus polyanthos* ist regelmäßig enthalten. Vereinzelt kann *Fontinalis squamosa* bis in 0,5 m tiefes Wasser vordringen; in diesen Beständen fehlen andere Wassermoose (derartige Aufnahmen fehlen). – *Fontinalis squamosa* wurde nur in den wenigen Bächen des Odenwaldes und des Spessarts beobachtet (zu den älteren Beobachtungen Angaben aus dem Odenwald vgl. ROELL, jüngere Funde vgl. DÜLL 1970). Aus dem Spessart war das Moos bisher nicht bekannt, kommt hier in manchen Bächen in größerer Menge vor (Hasloch-Bach, Hafenlohr-Bach, Lohr). Diese Vorkommen wurden von G. SCHWAB entdeckt. Das Wasser an den Fundstellen von *Fontinalis squamosa* ist sauber (meist ganz schwach eutrophiert). Lediglich das Vorkommen im Gammelsbach bei Eberbach ist in einem stärker belasteten Bach.

Ähnliche Bestände mit *Fontinalis squamosa* wurden auch als eigene Assoziation gefaßt (vgl. HERTEL 1974). Zwar weicht *Fontinalis squamosa* – ähnlich wie auch *F. antipyretica* – aufgrund seiner Größe in seinem soziologischen Verhalten deutlich von *Scapania undulata* ab. Trotzdem erscheint es sinnvoll, die Bestände dem Scapanietum undulatae anzuschließen.

2.5 Hygrohypnetum ochracei

(Tabelle 4)

In größeren Bächen des Spessarts wurde um die Mittelwasserlinie auf Blöcken zerstreut das Hygrohypnetum ochracei beobachtet. Neben dem dominierenden *Hygrohypnum ochraceum* findet sich regelmäßig *Brachythecium rivulare*; seltener sind *Hygroamblystegium fluviatile* oder (in Bestandeslücken) *Fissidens crassipes* (als Folge einer Eutrophierung?). Kontaktgesellschaft nasser Stellen ist das Scapanietum undulatae, meist in der Ausbildung mit *Chiloscyphus polyanthos*, an besonders rasch überflossenen Stellen auch Bestände von *Rhynchostegium riparioides*. – Die Wuchsorte der Gesellschaft fallen regelmäßig längere Zeit trocken, wobei die Moorsrasen zumeist durchfeuchtet bleiben; gegen zu raschen Durchfluß sind die weichen Rasen von *Hygrohypnum ochraceum* offensichtlich empfindlich. Die Gewässer sind sauber, doch ganz leicht eutrophiert, die Wuchsorte der Gesellschaft lichtreich bis schwach beschattet.

Wo die Bestände weniger häufig und nicht zu rasch überflossen werden (z. B. an kleinen Bächen oder an Quellaustritten), können vereinzelt Gefäßpflanzen auftreten (Aufn. 1–4); *Hygrohypnum ochraceum* hat hier sein Optimum. In den übrigen Beständen, die rascher überflossen werden, spielt *Brachythecium rivulare* eine wichtige Rolle; sie leiten über zu einer *Brachythecium rivulare*-Gesellschaft an nassen, besonders

Tabelle 4. *Hygrohypnetum ochracei*

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fläche (0,1 m ²)	1	1,5	0,8	1	1	0,6	1	1	2
Neigung (°)	20	5	20	0	0	30	30	5	0
Vegetationsbedeckung (%)	95	95	95	90	80	70	90	80	100
Artenzahl	4	5	4	7	4	4	4	2	2
Kenn- und Trennarten der Gesellschaft:									
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	5	5	4	4	4	3	3	2	
<i>Brachythecium rivulare</i>				2	2	2	3	4	5
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i>				2			2		
<i>Fissidens crassipes</i>			+			1			
Übrige:									
<i>Poa trivialis</i>	2	1	2	+					
<i>Vaucheria spec.</i>	1				2				
<i>Urtica dioica</i>		+							
Außerdem: In 1: <i>Cardamine amara</i> +. In 2: <i>Cardamine flexuosa</i> +, <i>Lythrum salicaria</i> 1. In 3: <i>Epilobium obscurum</i> 1° In 4: <i>Lophocolea heterophylla</i> 1, <i>Marchantia polymorpha</i> +. In 5: <i>Lemanea spec.</i> + (randlich, etwas tiefer). In 6: <i>Dichodontium pelucidum</i> +. In 7: <i>Schistidium apocarpum</i> +. In 9: <i>Agrostis stolonifera</i> +.									

- 1., 2., 3. (6023 NW) Rechtenbachtal oberhalb Lohr, 260 m.
 4. (6123 NW) Hafenlohr-Tal NE Neue Wagenmühle, 190 m.
 5. (5922 SE) Lohr bei Bahnhof Wiesthal, 230 m.
 6., 7., 8. (6123 NW) Hafenlohr-Tal unterhalb der Bahnbrückenmühle, 160 m.
 9. (6122 SE) Zwieselmühle N Hasloch, 225 m.

rasch überflossenen Stellen (Aufn. 9).

Im Spessart wurde die Gesellschaft in der Lohr, Hafenlohr (hier bereits in den Quellen E Weibersbrunn) und im Haslochbach (aufwärts bis zur Kartaus Grünau) beobachtet. In den Bächen des östlichen Odenwaldes ist *Hygrohypnum ochraceum* nicht bekannt, dagegen im westlich anschließenden Gebiet (Gammelsbach bei Eberbach, Futschig, vgl. DÜLL 1970). Ähnliche Gesellschaften wurden aus dem nordöstlichen Bayern (HERTEL 1974) und aus dem Harz (PHILIPPI 1983) beschrieben. Gerade im Harz zeigen die Bestände der Gesellschaft enge Beziehungen zum *Scapanietum undulatae*, wie sie im Gebiet nicht festgestellt werden konnten.

2.6 *Heterocladium heteropterum*-Bestände (Tabelle 5)

Blöcke der kleinen, nur zeitweise wasserführenden Bäche werden im Gebiet von dichten Rasen von *Heterocladium heteropterum* überzogen. Weitere Arten dieser Bestände sind *Mnium hornum* (in geringer Menge), *Rhizomnium punctatum*, *Scapania undulata* (kümmerlich entwickelt) und *Racomitrium aciculare*. Bestände mit *Scapania undulata* schließen teilweise an tiefer gelegenen, häufiger überfluteten Stellen an. Die Flächen liegen die meiste Zeit des Jahres trocken. Nur nach Regenfällen oder nach der Schneeschmelze werden diese *Heterocladium heteropterum*-Bestände überflossen. Diese Gesellschaft vermittelt zwischen den Wasser-

moosgesellschaften, hier dem *Scapanietum undulatae*, und den Felsmoosgesellschaften (Verband *Heterocladio-Diplophyllion*), die – abgesehen von *Heterocladium heteropterum* selbst – durch *Diplophyllum albicans* und *Isopterygium elegans* in geringer Menge und Stetigkeit vertreten sind. Im Gebiet wurde *Heterocladium* ausschließlich an Wasserläufen beobachtet und nicht an Felsen oder Blöcken außerhalb der Gewässer. Im Schwarzwald und in den Vogesen ist *Heterocladium heteropterum* vor allem an Felsen, dagegen kaum einmal an Gewässern anzutreffen. Ursache des abweichenden Verhaltens ist in der Trockenheit der relativ kleinen Buntsandsteinblöcke zu suchen, im Gegensatz zu größeren Felsen, wo sich erhebliche Wassermengen sammeln können. Klimatische Gründe sind wohl kaum ausschlaggebend.

Heterocladium heteropterum-Bestände wurden bisher vielfach belegt, z. B. als Subassoziationen verschiedener *Diplophyllum albicans*-Gesellschaften (PHILIPPI 1956) oder auch als eigene Gesellschaft (NEUMAYR 1971). Doch fehlten bisher Aufnahmen von Gewässerstellen. Diese Bestände lassen sich dem *Diplophyllum albicans* zuordnen; das Aufstellen einer eigenen Assoziation erscheint nicht sinnvoll.

2.7 *Brachythecium plumosi* (Tabelle 6)

An beschatteten Blöcken kleiner Waldbäche bestimmt an hoch gelegenen Stellen *Brachythecium plumosum*

Tabelle 5. *Heterocladium heteropterum*-Bestände

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fläche (0,01 m ²)	20	10	10	10	10	6	15	6	5
Neigung (°)	50	45	60	90	60	70	30	90	80
Vegetationsbedeckung (%)	95	100	95	100	80	70	100	100	100
Artenzahl	4	4	5	4	4	5	3	5	5
Kennzeichnende Art:									
<i>Heterocladium heteropterum</i>	5	5	5	5	4	4	4	4	4
Arten der Wassermoosgesellschaften:									
<i>Scapania undulata</i>	+	+	1			2	1		1
<i>Racomitrium aciculare</i>			1			2			
Sonstige:									
<i>Mnium hornum</i>	2	1	1	1		+	2	2	2
<i>Rhizomnium punctatum</i> , Pfl.		1	+	1	1	1			
<i>Rhizomnium punctatum</i> , Protonema					2				
<i>Diplophyllum albicans</i>				+					+
<i>Isopterygium elegans</i>								1	1
Außerdem: In 8: <i>Calypogeia muelleriana</i> 1, <i>Eurhynchium prae-longum</i> 1.									
1. (6023 NW) Lohrtal oberhalb Lohr am Herrnbrunnen, 270 m.									
2. (6520 SW) Zwingenberg, Wolfsschlucht, 410 m.									
3, 4, 5. (6023 SW) N Rothenfels, Gaibachtal, 230 m.									
6. Wie Nr. 2.									
7. (6023 NW) Lohr gegen Rechtenbach, 330 m.									
8, 9. (6519 SW) Hirschhorn, Seitelsgrund, 180–190 m.									

das Bild. Regelmäßig ist in den Flächen *Racomitrium aciculare* enthalten, seltener (meist an etwas frischeren Stellen) auch *Brachythecium rivulare*. Die Bestände werden bei stärkerer Wasserführung der Bäche, gerade im Frühjahr nach der Schneeschmelze, kurze Zeit überflutet oder zumindest längere Zeit bespritzt; im Sommer liegen sie meist trocken.

Die typische Ausbildung, in der *Brachythecium plumosum* zumeist dominiert, kennzeichnet gewässernahe, wenig austrocknende Bestände. *Racomitrium aciculare* ist hier seltener als in der folgenden Ausbildung, meist auch nur in geringer Menge. – Unter den Rasen von *Brachythecium plumosum* kann sich Schwemmsand sammeln; die pH-Werte können hier recht hoch sein. Eine Messung im Hafenlohr-Tal bei Hubertushöhe ergab pH 6,0 (in Wasser) bzw. 5,2 (in 0,1 n KCl) (vgl. Aufn. 1 und 2).

Wo bei Hochwasser die Bestände nur selten überfließen, doch stärker bespritzt werden, hat *Racomitrium aciculare* das Optimum. Als weitere Art kommt *Grimmia hartmanii* hinzu und differenziert eine eigene Subassoziation. Die Bestände trocknen im Sommer stark aus *Brachythecium plumosum* ist hier oft nur in geringer Menge enthalten. Mit zunehmender Entfernung vom Bach nimmt *Grimmia hartmanii* zu. Schließlich bleiben an weit vom Bach entfernten Stellen *Grimmia hartmanii*-Bestände übrig, die zum Dicranetum fulvi vermitteln. –

Bestände der Subassoziation von *Grimmia hartmanii* zeigen durch das Überwiegen akrokarper Moose einen ± offenen Charakter; die Vegetationsbedeckung ist jedoch ähnlich hoch wie in der typischen Subassoziation. Das *Brachythecium plumosum* ist in Mitteleuropa weit verbreitet und gerade in kalkarmen Gebieten nicht selten. Die Gesellschaft wurde bisher jedoch wenig belegt (vgl. z. B. HERTEL 1974). Die Ausbildung mit *Grimmia hartmanii* war bisher nicht bekannt.

2.8 *Thamnobryum alopecurum*-Bestände
(Tabelle 7)

Auf Blöcken in Bachschluchten sind die großen, hochwüchsigen Rasen von *Thamnobryum alopecurum* eine charakteristische Erscheinung. Sie werden teilweise bei Hochwasser kurzzeitig überflutet, wobei eine Eutrophierung oder Verschmutzung des Gewässers ertragen werden kann; andere Bestände finden sich außerhalb des Überschwemmungsbereichs. Wichtige Voraussetzung für das Vorkommen des Moores sind hohe Luftfeuchtigkeit und basenreiche (z. T. sogar kalkreiche) Substrate. Wo kalkhaltiges Material aus jüngeren, höher anstehenden Schichten die Standorte beeinflusst (wie in den Seitentälern der unteren Tauber), bleiben die *Thamnobryum*-Bestände nicht streng an die Bachläufe gebunden und greifen auch stärker auf die Hänge über. – Die Bestände sind floristisch recht heterogen und

Tabelle 6. *Brachythecietum plumosi*

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Fläche (0,1 m ²)	1	1	0,8	1	2	1	2	2	1	1	2	1	0,5	0,6	0,6	
Neigung (°)	45	20	60	10	30	40	10	45	45	45	30	30	70	60	30	
Vegetationsbedeckung (%)	90	90	100	80	70	50	80	80	95	100	80	95	90	90	95	
Artenzahl	2	4	3	5	2	5	4	4	7	8	6	5	6	7	3	
Kennzeichnende Arten:																
<i>Brachythecium plumosum</i>	5	5	4	4	4	3	3	2	3	4	2	+	3	2		
<i>Racomitrium aciculare</i>	1	+		2	1	2		4	4	1	4	4	1	(+)		
Trennart der Subassoziation:																
<i>Grimmia hartmanii</i>							+			1	2	2	2	3	4	5
Sonstige:																
<i>Mnium hornum</i>			2	1						1		1		2°	1	2
<i>Rhizomnium punctatum</i>			2	1						1			2	+		
<i>Brachythecium rivulare</i>				2				3	2							
<i>Isothecium myosuroides</i>						+					+	2				
<i>Hypnum cupressiforme</i>										+		1			+	
<i>Isothecium alopecuroides</i>														+		
<i>Plagiochila porelloides</i>																+
<i>Eurhynchium praelongum</i>								(+)			+					
<i>Plagiothecium nemorale</i>											+					1

Außerdem: In 6: *Baeomyces rufus* 2°. In 7: *Schistidium apocarpum* 1. In 8: *Epilobium obscurum* +. In 10: *Thamnobryum alopecurum* 2. In 12: *Scapania undulata* +. In 15: *Lophocolea heterophylla* +.

1–8. Typische Subassoziation. 9–14. Subassoziation von *Grimmia hartmanii*. 15. *Grimmia hartmanii*-Bestand.

1, 2. (6123 NW) Hafenlohr-Tal, Klinge zwischen Neue Wagenmühle und Hubertushöhe, 250 m.

3, 4. (6321 SW) S Schneeberg bei Amorbach, Müllersbrunn-Klinge, 300 m bzw. 310 m. In 4: *Thamnobryum alopecurum* schließt an frischeren Stellen an.

5. (6023 NE) Pflochsbach bei Lohr, 260 m.

6. (5923 SE) N Sendelbach, unterhalb der Burg, 190 m.

7. (6521 SW) W Rittersbach, Elzbach, 220 m. Bestand ca. 0,7 m über dem Wasser.

8. (6023 NW) Lohr, Lohrtal nahe Herrnbrunnen, 260 m.

9. (6520 NW) Eberbach gegen Oberdielbach, 370 m.

10. (6520 SW) Zwingenberg, Wolfsklinge (linke Neckarseite), 270 m.

11, 12. Wie Nr. 9, 370 m bzw. 360 m.

13, 14. Wie Nr. 10, 280 m bzw. 270 m.

15. Wie Nr. 9, 390 m, etwas weiter vom Bach entfernte, ± trockene Stelle.

auch so schwer zu gliedern; Arten hoher Stetigkeit fehlen. Eine Ausbildung mit *Lejeunea cavifolia* und *Metzgeria furcata* (beide Arten epibryophytisch) wurde an weniger frischen Stellen beobachtet; *Thamnobryum alopecurum* war hier relativ schwach entwickelt. Eine Ausbildung mit *Plagiochila porelloides* (weitere Trennarten *Lophocolea bidentata*, *Rhizomnium punctatum*) ist für nur ausnahmsweise überflutete Steiflächen kennzeichnend. Auf weniger geneigten Flächen kommen gern Gefäßpflanzen auf; auch *Mnium undulatum* ist hier öfters anzutreffen. *Thamnobryum* ist hier nicht so gut entwickelt wie an Steiflächen (Aufn. 7–10). Die meisten Bestände in unmittelbarer Bachnähe sind besonders artenarm (Aufn. 11–13); nicht selten handelt es sich um reine *Thamnobryum*-Rasen.

Bestände mit *Thamnobryum alopecurum* wurden vielfach beschrieben, so von NEUMAYR (1971), HERTEL (1974) u. a., auch von Kalkfelsen, ohne daß ein Rezept für Fassung und Einordnung in das System gefunden worden wäre. Mit den Wassermoosgesellschaften verbindet sie nur der räumliche Kontakt. Eine Vergesellschaftung mit *Homalia trichomanoides*, wie sie von NEUMAYR beschrieben wird, läßt sich im Gebiet nur ausnahmsweise beobachten.

2.9 *Rhynchostegiella jacquinii*-Gesellschaft (Tabelle 8)

Hier handelt es sich um eine niederwüchsige Gesellschaft, die einmal am Rand des Gebietes im Tal der Fränkischen Saale beobachtet wurde. Wuchsorte sind

Tabelle 7 *Thamnobryum alopecurum*-Bestände

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fläche (0,1 m²)	2	1		2	3	2	3	2	1,5	2	1	1	1
Neigung (°)	90	80		70	70	70	10	45	5	80	70	45	10
Artenzahl / Vegetationsbedeckung (%)	100	100		100	100	100	100	100	100	100	100	100	95
Artenzahl	4	6	5	5	6	5	6	4	5	3	3	2	1
Kennzeichnende Arten:													
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Trennarten der Ausbildungen:													
<i>Lejeunea cavifolia</i>	2												
<i>Metzgeria furcata</i>	2												
<i>Plagiochila porelloides</i>			2	2		1							
<i>Lophocolea bidentata</i>			1		1	2							
<i>Rhizomnium punctatum</i>			+			1							
<i>Mnium undulatum</i>			+					2	+	1			
<i>Oxalis acetosella</i>	+							+	1	2			
<i>Poa nemoralis</i>								1	+				
Sonstige:													
<i>Ficaria verna</i>					2	+				1	1		
<i>Conocephalum conicum</i>												2	

Außerdem: In 2: *Lophocolea heterophylla* +. In 3: *Fissidens taxifolius* r. In 4: *Plagiomnium affine* 2, *Dichodontium pellucidum* +. In 5: *Veronica hederifolia* +, *Poa trivialis* 1. In 6: *Homalia trichomanoides* 1, *Brachythecium rivulare* 1. In 7: *Cardamine flexuosa* +, *Brachypodium sylvaticum* r. In 9: *Lamium galeobdolon* +, *Geum urbanum* r. In 12: *Galium palustre* +.

- (6123 SE) Schlucht unterhalb Schloß Tiefenstein bei Lengfurt, 160 m.
- (6323 NW) Untere Kulsheimer Klinge, am Hang, 200 m.
- Wie Nr. 1.
- 4., 5., 6. (6323 NW) Untere Kulsheimer Klinge, Blöcke am Bach, 200 m.
7. (6321 SE) S Rippberg, Finsterklinge, 280 m.
8. (6422 NW) N Walldürn, unterhalb des Märzenbrünnele, 390 m.
9. (6023 SE) S Pflochsbach, Zellergraben, 240 m.
10. Wie Nr. 2, bachnah.
11. (6223 SW) S Wertheim, Leberklinge, 170 m.
12. (6122 SE) N Hasloch, W Nickelsmühle, 205 m.
13. Wie Nr. 7.

Buntsandsteinblöcke einer Bachschlucht, hier an beschatteten Stellen über der Mittelwasserlinie, die nur gelegentlich bei Hochwassern überflutet werden. Der rasche Durchfluß bei Hochwasser dürfte auch das Aufkommen hochwüchsiger Moose verhindern. Das Substrat ist kalkarm, doch basenreich und wohl nur schwach sauer.

Die Gesellschaft, die nach floristischen Daten submediterran-temperat verbreitet sein dürfte, wurde erstmals von BOROS (1959) erwähnt und von HAGEL (1966) aus dem Wienerwald beschrieben. V. D. DUNK (1971) stellte sie von einer Stelle bei Bayreuth dar. Der soziologische Anschluß der Bestände wurde von HERTEL (1974) ausführlich diskutiert, wobei auf die Beziehungen zum Thamnietum hingewiesen wurde; eine eigene Assoziation wurde abgelehnt. Wenn auch die wenigen Aufnahmen noch keine sichere Einstufung dieser Bestände zulassen, so sprechen die Kleinheit der Pflanze von *Rhyn-*

chostegiella jacquinii und der dem Substrat angedrückte Wuchs für eine eigene Assoziation und nicht für einen Anschluß beim Thamnietum.

Kontaktgesellschaft besser geschützter Stellen, die bei Hochwasser nicht so rasch überflossen werden, sind *Thamnobryum*-Bestände. – Sicher läßt sich das Moos im Gebiet noch an anderen Stellen nachweisen. MEINUNGER und MARSTALLER (mündl. Mitt.) fanden die Art an ähnlichen Stellen in Bachschluchten des Thüringer Waldes.

2.10 Sonstige Wassermosgesellschaften

Nah verwandt mit den *Thamnobryum*-Beständen ist eine Gesellschaft mit *Metzgeria conjugata*, die an senkrechten, zeitweise übersickerten Felsflächen in luftfeuchter Lage sehr zerstreut beobachtet wurde. Schöne Bestände, z. T. im Kontakt mit dem Chrysosplenetum oppositifolii, kommen in der Wolfsschlucht bei Zwingen-

Tabelle 8. *Rhynchostegiella jacquinii*-Gesellschaft

Nr.	1	2
Fläche (0,01 m ²)	15	4
Neigung (°)	30	20
Vegetationsbedeckung (%)	90	90
Artenzahl	3	5
<i>Rhynchostegiella jacquinii</i>	5	3
<i>Brachythecium rivulare</i>	1	2
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	2	
<i>Fissidens pusillus</i>		1
<i>Eurhynchium praelongum</i>		2
<i>Rhizomnium punctatum</i> , Pflanzen		+
<i>Rhizomnium punctatum</i> , Protonema		2

Beide Aufnahmen (5824 SE) Fränkische Saale zwischen Grä-fendorf und Hammelburg, kleine Waldschlucht östlich der Roß-mühle, 210 m.

berg vor.

(6520 SW) Zwingenberg, Wolfsschlucht, 240 m. Fläche 0,1 m², Neigung 90°, Vegetationsbedeckung 95 %.

4 *Metzgeria conjugata*

1 *Rhizomnium punctatum*

2 *Thamnobryum alopecurum*

1 *Plagiochila porelloides*

2 *Chrysosplenium oppositifolium*

r *Festuca altissima*, juv.

Das Jungermannietum pumilae, das basenreiche, schwach saure, leicht übersickernde Stellen am Rande von Bächen kennzeichnet, wurde im Gebiet nur sehr selten beobachtet (N Steinmark). Die Gesellschaft läßt sich auf sehr kleinen Flächen (von wenigen dm² Größe) vollständig aufnehmen.

(6123 NW) N Steinmark, Schleifthor, schwach beschatteter Buntsandsteinblock an der Brücke, 284 m. Fläche 0,02 m², Neigung 90°, Vegetationsbedeckung 90 %.

4 *Jungermannia pumila* (üppig entwickelt)

1 *Scapania undulata*

2 *Brachythecium rivulare*

2 *Pellia epiphylla*

1 *Thamnobryum alopecurum*

+ *Dichodontium pellucidum*

1 *Sagina procumbens*

An glattgeschliffenen Buntsandsteinblöcken über der Mittelwasserlinie finden sich im Gebiet zerstreut niedere, lockere Bestände von *Fissidens minutulus* (ssp. *pusillus*). Die Wuchsorte werden häufiger überschwemmt und dabei rasch überflossen; höher wüchsige Moose können sich an diesen Stellen kaum halten. – Die Gewässer sind basenreich und oft leicht eutrophiert; die

Bäche weisen hier in der Regel keine *Scapania undulata* auf.

Besonders basische, fast neutrale Stellen werden durch die Vorkommen von *Dichodontium pellucidum* gekennzeichnet, das hoch gelegene Stellen über der Mittelwasserlinie besiedelt. Derartige Bestände finden sich im Gebiet zerstreut, v. a. im Unterlauf der Bäche.

3. Literatur

- ADE, A. (1942): Die Pflanzenwelt des Kahlgebietes und der Umgebung von Heigenbrücken. Mitt. naturwiss. Mus. Stadt Aschaffenburg, N. F. 3: 3–57; Aschaffenburg.
- BOROS, A. (1968): Bryogeographie und Bryoflora Ungarns. – 466 S. + 1 Kte.; Budapest.
- BREUER, H. (1962): Beitrag zur Moosvegetation und Moosflora der Liassandsteinfelsen und Liassandsteinblöcke im Bereich des Naturparks Südeifel. – Decheniana, 114 (2): 111–123; Bonn.
- DÜLL, R. (1968, 1970): Beiträge zur Flora des Odenwaldes. – Hess. flor. Briefe, 17 (203): 57–64 (1968), 19 (217): 1–10 (1970), 19 (224): 37–48 (1970); Darmstadt.
- v. d. DUNK, K. (1972): Moosgesellschaften im Bereich des Sandsteinkeupers in Mittel- und Oberfranken. – Ber. naturwiss. Ver. Ges. Bayreuth, 14: 7–100; Bayreuth.
- FAMILLER, I. (1910): Bryologisches aus dem Spessart. – Ber. naturwiss. Ver. Regensburg, 12: 23–27; Regensburg.
- GRIMS, F. (1977): Fontinalis squamosa L. ex Hedw. in Oberösterreich. – Herzogia, 4: 275–280; Lehre.
- HERTEL, E. (1974): Epilithische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern. – Ber. naturwiss. Ges. Bayreuth, Beih. 1, 489 S. + 32 Tab.; Bayreuth.
- v. HÜBSCHMANN, A. (1986): Prodrum der Moosgesellschaften Zentraleuropas. – Bryophyt. Biblioth., 32: 413 S.; Berlin, Stuttgart.
- KAISER, E. (1926): Die Pflanzenwelt des Hennebergisch-fränkischen Muschelkalkgebietes. – Feddes Repert., Beih. 44: 1–280; Dahlem bei Berlin.
- MARSTALLER, R. (1987): Die Moosgesellschaften der Klasse Platyhypnidio-Fontinaletea antipyreticae Philippi 1956. 30. Beitrag zur Moosvegetation Thüringens. – Phytocoenologia, 15 (1): 85–138; Stuttgart – Braunschweig.
- MÜLLER, K. (1907): Neues über badische Lebermoose aus den Jahren 1905–1906. – Beih. bot. Centralbl., 22, Abt. II: 241–254; Dresden.
- NEUMAYR, L. (1971): Moosgesellschaften der südöstlichen Frankenalb und des vorderen Bayerischen Waldes. – Hoppea, 29: 1–364 + 100 Tab.; Regensburg.
- PHILIPPI, G. (1982): Zur Kenntnis der Moosvegetation des Harzes. – Herzogia, 6: 85–181; Braunschweig.
- PHILIPPI, G. (1986): Die Moosvegetation auf Buntsandsteinblöcken im östlichen Odenwald und südlichen Spessart. Carolinea, 44: 67–86; Karlsruhe.
- RODI, D., HENNECKE, G. & HAAS, A. (1976): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in den Klingen des Welzheimer Waldes. – Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ., 43 (1975): 88–131; Ludwigsburg.
- RÖLL, J. (1927, 1928): Die Torfmoose und Laubmoose des Odenwaldes und ihre geographische Verbreitung. – Abh. naturwiss. Ver. Bremen, 26 (1): 113–184, 26 (2): 185–254; Bremen.

GUDRUN FRIEDRICH & CLAUS MEIER-BROOK

Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in Kleingewässern in der Umgebung von Tübingen

Kurzfassung

An drei stehenden Kleingewässern im Kreis Tübingen, Südwürttemberg, wurde die Makrofauna von Schwimmblatt- und submersen Pflanzen im Sommer 1984 vergleichend untersucht. Die wichtigste Rolle von Makrophyten (*Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*) ist die eines lebenden Substrats. Ihre Bedeutung als direkte Nahrungsquelle ist gering. An Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen herrschen die Aufwuchs- und Detritusfresser vor. Enge Beziehungen zwischen Wasserpflanzenarten und einzelnen Tierarten sind selten.

Auf eine einzige Pflanzenart, *Potamogeton natans*, spezialisiert ist nur eine Chironomiden-Art, *Cricotopus brevipalpis*. Unter zwei Schwimmblattpflanzen, *Nymphaea* und *Nuphar*, kann *Donacia crassipes* wählen. Zwischen *Potamogeton natans* und *Nymphaea* kann *Donacia bidens* wählen. Unter drei Schwimmblattarten wählt *Nymphula nymphaeata* aus; sie bevorzugt jedoch *Nuphar*.

Entscheidend für die Besiedlungsdichte ist die verfügbare Fläche. *Nymphaea* mit ihrer größeren Blattfläche (841 cm²) wird dichter besiedelt als *Nuphar* (514 cm²).

Aufwuchs, der der Mehrzahl der Tierarten als Nahrung dient, ist an Schwimmblättern ungleich verteilt. Er ist am Blattrand reicher als in der Blattmitte. Mit zunehmendem Abstand vom Ufer nimmt die Artenzahl der Schwimmblattbewohner ab (Diversitätsindex: *Nymphaea* 3,08 in Ufernähe und 2,83 in größerer Uferentfernung).

Abstract

The macrofauna of floating and submerged macrophytes in pools near Tübingen (SW-Germany)

In the district of Tübingen invertebrate faunas associated with macrophytes (floating leaved and submerged plants) were studied in three ponds in summer 1984.

Macrophytes (*Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*) are mainly utilized as a live substrate.

They are less important as direct food source. Among invertebrates associated with floating leaved and submerged macrophytes periphytiscrapers and detritivores prevail. Specific relations between macrophytes and their fauna are rare. Only *Cricotopus brevipalpis* (Chironomidae) is specific for one species, *Potamogeton natans*. Specific for both *Nymphaea* and *Nuphar* is *Donacia crassipes*, while *Donacia bidens* can choose between *Potamogeton natans* and *Nymphaea*. *Nymphula nymphaeata* chooses between 3 floating leaved plants and prefers *Nuphar*.

The colonization density depends on the plant surface. *Nymphaea* with a higher plant surface (841 cm²) is more densely inhabited than *Nuphar* (514 cm²). The periphyton is differently distributed on floating leaved plant surfaces. Leaf edges are more densely inhabited than middle parts. The species number of floating leaf inhabitants depends on the distance from the shore (diversity index on *Nymphaea*: 3.08 close to and 2.83 on leaves off-shore).

Résumé

La macrofaune des plantes flottantes et submergées dans des mares des environs de Tübingen (Allemagne du Sud-ouest)

En été 1984 nous avons comparé la macrofaune des plantes flottantes et submergées de trois petits eaux stagnantes dans le district de Tübingen. Le rôle le plus important des macrophytes (*Nymphaea*, *alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Elodea canadensis*) est celui d'un substrat vivant. Leur importance comme fournisseur de nourriture directe est insignifiante. En ce qui concerne les plantes flottantes et submergées, les mangeurs de périphton et de détritus sont prédominants. Il y a rarement des rapports étroits entre les espèces de plantes aquatiques et les espèces d'animaux isolés. Il n'y a qu'une seule espèce de chironomides, *Cricotopus brevipalpis*, spécialisée sur une seule espèce de plantes, *Potamogeton natans*. *Donacia crassipes* peut choisir entre deux espèces de plantes flottantes, *Nymphaea alba* et *Nuphar luteum*. *Donacia bidens* peut choisir entre *Potamogeton natans* et *Nuphar*. *Nymphula nymphaeata* peut choisir entre trois espèces de plantes flottantes, pourtant elle préfère *Nuphar*.

La surface disponible est essentielle pour la densité de la population. Avec sa plus grande largeur des feuilles (841 cm²) *Nymphaea* est peuplée plus densément que *Nuphar* (514 cm²).

Le périphton qui sert de nourriture à la plupart des espèces d'animaux, est réparti d'une façon inégale aux feuilles flottantes. Il est plus riche dans la zone marginale que dans la zone centrale.

Si la distance du bord d'eau est plus grande, le nombre d'espèces des habitants des plantes flottantes diminue (index de diversité sur *Nymphaea*: 3.08 en proximité du bord et 2.81 plus loin du bord).

Autoren

GUDRUN FRIEDRICH, Wilonstr. 116, 7400 Tübingen.
Priv.-Doz. Dr. CLAUS MEIER-BROOK, Tropenmedizinisches Institut der Universität, Wilhelmstr. 31, 7400 Tübingen.

1. Einleitung

Wechselwirkungen zwischen Wasserpflanzen und der Tierwelt wurden bereits mehrfach untersucht (Mc GAHA 1952, ROSINE 1955, SOSZKA 1975, DVORAK 1982, VAN VIERSSON & VERHOEVEN 1983). Welche Bedeutung der Unterschied zwischen Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen für die tierische Besiedlung hat, wurde dabei jedoch kaum herausgestellt. Offene Fragen betreffen vor allem spezifische Beziehungen sowie die funktionelle Bedeutung der Wasserpflanzen für ihre Besiedler.

2. Methoden

In 2wöchigem Rhythmus wurden jeweils 10 Schwimmblätter von *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* zwischen Juni und Oktober 1984 abgesammelt und die pro Blatt vorgefundene Makrofauna notiert. Zum Absuchen der Schwimmblattpflanzen wurde ein kreisförmiges Sieb mit einem Durchmesser von 18 cm und max. 1,5 mm Maschenweite unter das Blatt gehalten, um die bei Erschütterung schnell flüchtenden Tiere wenigstens überwiegend erfassen zu können. Auf diese Weise konnten noch Tiere erhalten werden, die in sehr losem Kontakt zur Schwimmblattpflanze stehen.

Um die mit submersen Pflanzen vergesellschaftete Makrofauna zu erhalten, wurde mit einem rechteckigen Netz (Rahmengröße ca. 25 x 35 cm) eine definierte Fläche abgekeschert.

Jeweils fünf Kescherschläge wurden auf der Fläche von 0,50 m Länge und 0,35 m Breite durch die Vegetation geführt. Nach KOCH (1972) lassen sich solche Fänge quantitativ vergleichen. Einzelne Pflanzen wurden in einem Gefäß mitgenommen und die Pflanzen dann unter dem Binokular auf ihre Makrofauna hin untersucht.

Aufwuchsuntersuchungen wurden an allen untersuchten Pflanzen gemacht (*Nymphaea a.*, *Nuphar l.*, *Potamogeton n.*, *Potamogeton c.*, *Elodea c.*) Die Arten wurden in Dominanzklassen zusammengefaßt (TISCHLER 1979):

- dominante Arten: mehr als 10 % der Gesamtarten
- subdominante Arten: 5–10 %
- rezedente Arten: 1–5 %
- subrezedente Arten: weniger als 1 %

Für die Bestimmung einiger Wasserkäfer und -larven danken wir den Herren Dipl. Biol. W. LÖDERBUSCH und Dipl. Biol. S. RUHNAU.

3. Die Makrofauna der Schwimmblattpflanzen

Die an fünf Sammeltagen im Zeitraum Juli bis Oktober festgestellten Arten sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Die Untersuchungen wurden in einem künstlichen Bachstautümpel, Herrenbachtümpel (I) (Übersichtskarte 1:30 000 der Univ.stadt Tübingen 32,3/333; Größe: 127 m²; max. Tiefe 0,75 m) und im Ehrenbachtümpel (II) (Übersichtskarte Tübingen: 30,3/336; Größe 167 m²; max. Tiefe: 1,50 m) durchgeführt.

Im Herrenbachtümpel (I) wurden je 12 Arten gefunden. Sieben hatten davon *Nymphaea*- und *Nuphar*-Blätter gemeinsam (nach Dominanz geordnet: *Lymnaea stagnalis*, *Coenagrion puella*, *Asellus aquaticus*, *Gyraulus albus*, *Gyraulus crista*, *Cloeon dipterum*, *Aeschna cyanea*).

Auf *Nuphar* fand sich je Flächeneinheit (100 cm²) doppelt so viel *Lymnaea stagnalis*-Laich (2,03 + 2,36) wie auf *Nymphaea* (0,97 + 0,71). Die *Nuphar*-Blätter werden als Laichablageplatz signifikant bevorzugt (t-Test: p < 0,001). *Coenagrion puella* wurde etwas häufiger auf *Nymphaea* gefunden: 0,06 gegenüber *Nuphar* mit 0,04/100 cm². Schwimmblätter werden von *C. puella* zur Eiablage benutzt.

Für *Gyraulus albus* stellen Schwimmblätter beider Pflanzen gleich geeignete Substrate dar.

In diesem Gewässer tritt *Lymnaea stagnalis* mit 85 %

bzw. 94 % dominant auf. Hinter *Lymnaea stagnalis* stehen andere Arten in ihrer Individuenzahl stark zurück. Im Ehrenbachtümpel (II) wurden auf *Nymphaea* 21 Arten gefunden und auf *Nuphar* 15. Neun Arten sind beiden gemeinsam (nach Dominanz geordnet: *Coenagrion puella*, Chironomidae, *Nymphula nymphaeata*, *Lymnaea stagnalis*, *Herpobdella octoculata*, Chironomidae mit Wohnröhre, *Enallagma cyathigerum*, *Radix auricularia*, Fischlaich). *Coenagrion puella* benutzt sowohl *Nymphaea* als auch *Nuphar* als Eiablageplatz, beide in gleicher Dichte (0,10 und 0,098/100 cm²). Die Eiablage erfolgt in Gesellschaft. Die Paare sitzen am Blattrand, wobei das Weibchen seine Eier auf der Unterseite des Blattes einsticht. Nicht selten benutzen sie auch die Fraßlöcher des Schilfkäfers (Abb. 1). Die Larven halten sich, wie auch im Herrenbachtümpel, regelmäßig unterseits der Blätter auf, an welchen sie geschlüpft sind.

Die Chironomiden fanden sich auf *Nymphaea*-Blättern in größerer Dichte (0,07) als auf *Nuphar* (0,02/100 cm²). Die *Nymphula nymphaeata*-Stadien verteilen sich wie folgt auf *Nymphaea* und *Nuphar*:

	<i>Nymphaea</i> n = 50 Blätter	<i>Nuphar</i> n = 50 Blätter
Gelege	2	3
Hydrophile Raupen	2	24
Hydrophobe Raupen	7	1

Die Raupen sind in der Sommer-Generation zuerst hydrophil (Hautatmung), werden nach zwei Stadien aber hydrophob; die der überwinterten Generation bleiben hingegen hydrophil.

Häufiger auf *Nymphaea* als auf *Nuphar* fanden sich *Lymnaea stagnalis* (2 und 1,5/m²), *Herpobdella octoculata* (2 und 0,07/m²), Chironomiden mit Wohnröhre (0,09 und 0,05/m²), *Enallagma cyathigerum* (0,09 und 0,03/m²). Da *Lymnaea stagnalis* in diesem Gewässer nicht so dominant auftritt, ist das Dominanzgefüge hier ausgeglichener. Die Vielfalt der Beziehungen zeigt Tabelle 2. Von den 1335 Individuen, die auf 200 *Nymphaea*-Blättern gefunden worden sind, benutzen 778 Individuen, das sind 58 %, die Schwimmblattpflanze zum Nahrungserwerb (*Nuphar*: 201 Individ., 23 %).

Der Anteil der jeweiligen trophischen Gruppen ist Tabelle 3 zu entnehmen. Die Zahl der Herbivoren, die Pflanzen direkt als Nahrungsquelle benutzen, ist relativ gering. Die Zahl der Herbivoren würde natürlich sehr steigen, wenn absterbende Blätter mitberücksichtigt würden. Lebende Blattsubstanz ist gegen die meisten potentiellen Herbivoren durch Sekundärstoffe geschützt. Auf *Nymphaea* besitzen die Aufwuchs- und Detritusfresser den höchsten Anteil (51,9 %). Typische Aufwuchs- und Detritusfresser sind *Cloeon dipterum*, *Hep-tagenia* sp., Chironomidae, *Agralya*, *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex* (nach SOSZKA 1975).

Carnivore Organismen (z. B. Libellen-Larven, *Herpobdella octoculata*) verfügen über einen etwas höheren Anteil als die Omnivoren. Den geringsten Anteil im trophischen System stellen die parasitischen Carnivoren

	I	II	IV			I	II	IV		
	Anzahl der Individuen			Gesamt- zahl	rel. Häufig- keit in %	Anzahl der Individuen			Gesamt- zahl	rel. Häufig- keit in %
ODONTA										
Coenagrionidae insgesamt	24	64	9	97	7,24	11	41	8	60	6,81
Coenagrion puella (Gelege)	17	6	4	27		4			4	
Coenagrion puella (Larve)	7	45	1	53		7	39	5	51	
Ischnura elegans		8	4	12				3	3	
Pyrrhosoma nymphula		1		1			1		1	
Enallagma cyathigerum		4		4			1		1	
Aeschnidae										
Aeschna cyanea	3		1	4	0,29	1		4	5	0,56
Libellulidae										
Sympetrum sanguineum								5	5	0,56
HETEROPTERA										
Notonectidae insgesamt			1	1	0,07	3		10	13	1,46
Notonecta glauca			1	1		3		2	5	
Notonecta maculata								8	8	
COLEOPTERA										
Chrysomelidae insgesamt	8	1	6	15	1,11		1		1	0,11
Donacia crassipes (Gelege)	3		2	5						
Donacia crassipes	5	1	4	10			1			
Hydrophilidae insgesamt	1	4		5	0,36					
Anacaena limbata		2		2						
Laccobius striatulus	1	2		3						
Dytiscidae insgesamt	2	1		3	0,21	4			4	0,45
Laccophilus minutus	2			2						
Noterus crassicornis		1		1						
Hydroporus palustris						1			1	
Ilybius fuliginosus						3			3	
Dryopidae										
Helmis maugei		1		1	0,07					
Helodidae										
Scirtes spec. (Larven)			3	3	0,22					
LEPIDOPTERA										
Pyralidae insgesamt		11	18	29	2,16		28		28	3,18
Nymphula nymphaeata (Gelege)		3	10	13			3		3	
Nymphula nymphaeata (Raupe)		8	8	16			25		25	
TRICHOPTERA										
Agraylea spec.			302	302	22,62					
Phryganea spec.							1		1	0,11
DIPTERA										
Chironomidae insgesamt	11	56	8	75	2,24	10	26	36	8,11	
Chironomidae	11	53	8	72		8	26	34		
Chironomidae mit Wohnröhre		3		3			2	2		
Dixidae							1		1	0,11
Sciomyzidae										
Tetanocera spec.			2	2	0,14			1	1	0,11
Stratiomyidae										
Stratiomys spec.		1	1	2	0,14					
Syrphidae										
Eristalis spec.			5	5	0,37					
VERTEBRATA										
Fischlaich		2		2	0,14		5		5	0,56
Anzahl der Individuen insgesamt	557	196	582	1335		665	104	109	887	

(z. B. *Piscicola geometra*, *Theromyzon tessulatum* und *Hemiclepsis marginata*).

Auf *Nuphar* sind omnivore und carnivore Evertebraten stark vertreten, wohingegen hier die Aufwuchs- und Detritusfresser zurücktreten. An Minierern wurde lediglich *Nymphula nymphaeata* auf den Schwimmblättern gefunden.

An *Elodea* wurden in 32 Proben aus 2 Gewässern 3634 Individuen gefunden, von denen 97 % eine erkennbare Ernährungsbeziehung aufweisen.

Diversität und Evenness

Mit Hilfe des Diversitätsindex und der Evenness konnte überprüft werden, ob sich *Nymphaea*- und *Nuphar*-Blätter bezüglich ihrer Artenmannigfaltigkeit tatsächlich stark unterscheiden.

Nymphaea-Blätter besitzen durchweg eine höhere Diversität. Im Herrenbachtümpel wurde eine Zunahme der Diversität vom Juli bis Oktober festgestellt.

Die Diversitäts- und Evennessindices von Proben aus dem Herrenbach fallen deutlich ab gegenüber denen aus dem Ehrenbach (Abb. 2, 3). Der Grund hierfür liegt in einer relativ geringen Gleichverteilung der Individuen auf die vorhandenen Arten, was der niedrige Evennessindex zeigt. Besonders *Lymnaea stagnalis* sorgt hier mit Dominanzwerten von 85 % und 94 % für ein unausgeglichenes Verhältnis.

In Ufernähe ist die Fauna an *Nymphaea*-Blättern qualitativ und quantitativ verschieden von der im uferfernen Bereich. Uferbewohnende und halbtierische Arten nehmen zur Mitte hin ab und werden teils durch andere ersetzt. Die Diversität in Ufernähe ist mit 3,05 gegenüber der in Uferferne mit 2,83 erhöht, trotz etwa gleicher Artenzahl: 20 bzw. 21. Ein höherer Diversitätsindex in Ufernähe zeigt sich an allen 6 Probetagen.

Substratspezifität

Schon WESENBERG-LUND (1943, S. 589) beschreibt, daß Wasserinsekten im allgemeinen, was ihre Futterpflanzen anbelangt, nicht sehr wählerisch sind. Sechs Arten fanden wir nur auf Schwimmblattpflanzen (Tab. 4). Die engste Spezifität weist *Cricotopus brevipalpis* auf. Er miniert ausschließlich in den Blättern von *Potamogeton natans* (Abb. 4). Unter den zwei Schwimmblattarten *Nymphaea a.* und *Nuphar l.* wählt *Donacia crassipes* aus. Die Weibchen schieben den Hinterleib durch die von ihnen stammenden Fraßlöcher und legen auf die Unterseite des Blattes 1–2 Reihen schneeweißer Eier, die fächerförmig am Rand der Löcher angeordnet werden. Dies war auf den *Nymphaea*-Beständen zu beobachten, wobei der Eindruck entstand, daß *Nymphaea* bevorzugt wurde. An *Nuphar*-Blättern fand sich kein Gelege und nur auf einem Blatt das typische Fraßbild. Unter drei Schwimmblattarten wählen *Rhopalosiphum nymphaeae* und *Nymphula nymphaeata* offenbar frei aus.

4. Die Makrofauna auf submersen Pflanzen

Elodea-Bestände in drei verschiedenen Gewässern wurden von Juni bis Oktober in je 8 Proben untersucht. Neben den Lymnaeiden und Planorbiden, die auch schon an Schwimmblattpflanzen vorgefunden wurden, traten in submerser Vegetation die Baetiden mit *Cloeon dipterum* mit einer größeren relativen Häufigkeit auf. Von den Wasserkäfern kamen die Dytisciden häufiger

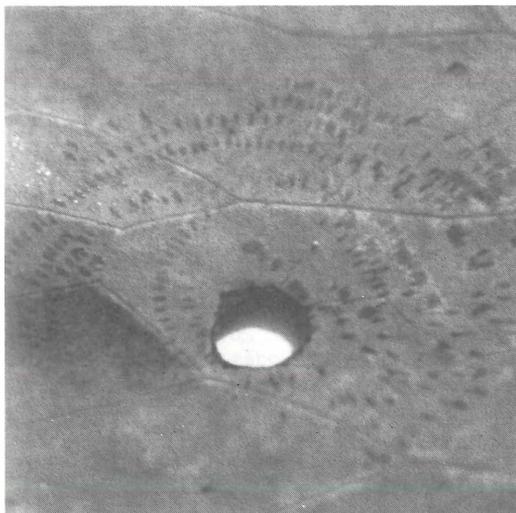


Abbildung 1. *Nymphaea*-Blatt mit Fraßloch von *Donacia crassipes* und Gelege von *Coenagrion puella*.

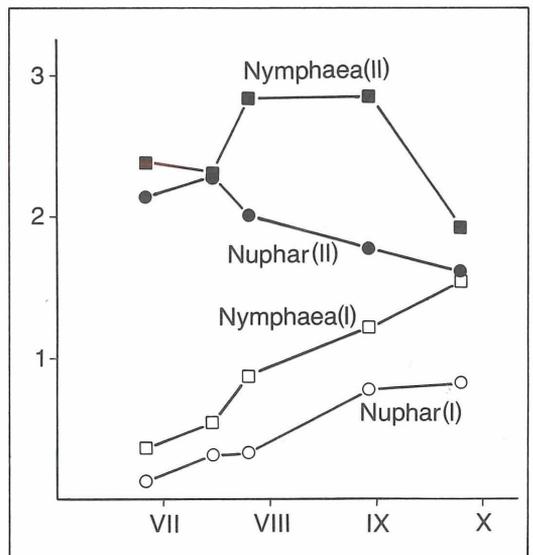


Abbildung 2. Jahreszeitlicher Verlauf der Diversität der Makrofauna an *Nymphaea* und *Nuphar* im Herrenbachtümpel (I) und im Ehrenbachtümpel (II). Abszisse: Monate 1984; Ordinate: Diversitätsindex nach Shannon & Wiener.

als die Halipliden und Hydrophiliden vor. Corixiden traten nur an submersen Pflanzen auf. Sie fehlten an Schwimmblattpflanzen (Tab. 5). Dominante Arten waren *Cloeon dipterum* und *Lymnaea stagnalis*. *Lestes viridis* war subdominant vertreten.

An submersen Pflanzen kommen mehr Arten als auf Schwimmblättern vor, aber nur wenige Arten mit hoher Individuendichte.

Um festzustellen, inwiefern das Oberflächenareal von Pflanzen für die Besiedlung entscheidend ist, haben wir einzelne Pflanzen von *Potamogeton crispus* und *Elodea c.* unter dem Binokular bei 40facher Vergrößerung abgelesen (Tab. 6).

Minierer fanden sich nur in den größeren Einzelblättern

Tabelle 2. Nahrungs- und Substratbeziehungen der aufgefundenen Tiere.

	Anteil der Tierindividuen in % auf <i>Nymphaea</i> (n = 1335, 200 Bl.)	Anteil der Tierindividuen in % auf <i>Nuphar</i> (n = 878, 200 Bl.)
I Nahrung		
1. Absammeln von Nahrung an der Oberfläche, davon: Detritusfresser/Aufwuchsfresser/Omnivore Carnivore Organismen	30,1	20,5
	17,0	12,6
	13,1	7,9
2. Futterpflanze für herbivore Insekten (<i>Nymphula n.</i> , <i>Donacia crassipes</i> , <i>Phryganea spec.</i>)	1,9	3,0
	32,0	23,5
II Substrat		
1. Laichablage/Eiablage auf Oberfläche (<i>Lymnaea st.</i> , <i>Radix</i> , <i>Donacia</i> , <i>Nymphula</i> , Fischlaich)	39,9	73,7
2. Eiablage in Pflanzengewebe (<i>Coenagrion p.</i>)	2,0	0,5
3. Anheftung von Puppen/Gehäuse (<i>Agraylea</i> , <i>Eristalis</i> , <i>Stratiomys</i> , <i>Tetanocera</i>)	23,3	
4. Ruheplatz für Wasserkäfer/Notonectidae u. a. (<i>Notonecta gl. u. mac.</i> , <i>Noterus crass.</i> , <i>Laccobius striatulus</i> , <i>Anacaena limb.</i> , <i>Laccophilus min.</i> , <i>Dugesia l.</i> , <i>Dixa</i> , <i>Ilybus fulig.</i> , <i>Hydroporus pal.</i>)	1,3	2,3
5. Ort zum Auflauern von Wirten (<i>Piscicola geom.</i> , <i>Theromyzon t.</i> , <i>Hemiclepsis marg.</i>)	1,3	0,1
	67,8	76,6

von *Potamogeton crispus*. Auch der durchsichtige Stengel wird von diesen Minieren besiedelt.

Auf der Oberseite der *Potamogeton crispus*-Blätter hat sich biogen eine Kalkkruste abgelagert. Zwischen den Kalkblättchen kriechen gerne Chironomiden und *Cloeon*-Larven umher und weiden den üppigen Aufwuchs ab. Eine besondere Nische stellen die Blattwirtel von *Elodea* dar. Hier hält sich gerne die kleinste Planorbide, *Gyraulus crista*, auf, ebenso meist *Stylaria lacustris*. Unterschiede in der Besiedlung der Pflanzenarten sollte man mit der unterschiedlichen Bedeutung für die Tiere erklären können. Dabei dürften Aufwuchs als Nahrung in Abhängigkeit von Oberflächeneigenschaften und Blattform sowie -größe am wichtigsten sein.

Bei Schwimmblättern kommt nur die Unterseite für eine Besiedlung mit Aufwuchsorganismen in Frage, da die Oberseite von einer dicken Wachsschicht überzogen ist, die die transpirierende Epidermis trocken hält.

Jüngere *Potamogeton crispus*-Blätter sind ebenfalls unbenetzbar. Auf solchen sah man keinen Aufwuchs.

Tabelle 3. Trophische Gruppen (% der Gesamtindividuen) auf *Nymphaea*, *Nuphar* und *Elodea*.

	<i>Nymphaea</i>	<i>Nuphar</i>	<i>Elodea</i>
omnivor	16,7	31,3	12,3
detritivor incl. Aufwuchsfresser	51,9	23,3	54,3
carnivor	25,8	31,8	29,2
herbivor	3,3	1,2	2,9
paras. carnivor	2,2	0,4	1,2

Blätter, die älter und von einer Kalkschicht bedeckt waren, zeigten allerdings Aufwuchsorganismen.

Bei den Unterwasserblättern, deren Ober- und Unterseite als Aufwuchssubstrat in Frage kommt, spielt die Blattbreite und -stellung eine bedeutende Rolle, weil hiervon die Belichtung der einzelnen Teile der Pflanzen abhängt.

Bei *Elodea* sind die Blätter so angeordnet, daß die Blattunterseiten besonders stark beschattet werden.

Ein 2,5 cm langer Sproß von *Elodea* trug 8 Wirtel (24 Blätter). Die älteren 10 Blätter trugen Aufwuchs. Die Anzahl der Individuen je Blatt betrug ($\bar{x} \pm s. d.$) auf der

	Oberseite	Unterseite
<i>Vorticella convallaria</i>	22 ± 5,3	9 ± 4,4
<i>Oedogonium spec.</i>	25 ± 6,1	3 ± 4,2

Die Blattoberseiten von *Elodea* werden gegenüber der Unterseite hoch signifikant bevorzugt (t-Test $p < 0,001$). Es werden vor allem Randbereiche und die Blattspitze besiedelt. Die autotroph lebenden *Oedogonium*-Fäden sind unterseits noch stärker reduziert als der Ciliat *Vorticella*. Auf *Potamogeton crispus*-Blattoberseiten ist der Bewuchs mit *Oedogonium* noch stärker als bei *Elodea*.

Auf der Unterseite von Schwimmblättern sind die Auf-

Tabelle 4. Spezifität und Art der Bindung von Makrofaunenelementen auf Schwimmblattpflanzen. + / ++ / +++ bezeichnet den geschätzten Grad der Bindung an die Pflanzenart.

	<i>Potamogeton natans</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Nuphar luteum</i>	Funktion
Lycosidae: <i>Pirata piraticus</i>	+ Oberseite	+	+	Substrat
Pyralidae: <i>Nymphula nymphaeata</i>	+++	++	++	Futterpflanze für Larven Eiablage
Chrysomelidae: <i>Donacia bidens</i>	+++	++	-	Futterpflanze für Adulti ¹⁾ Eiablage
Chrysomelidae: <i>Donacia crassipes</i>	-	+++	++	Futterpflanze für Adulti Eiablage
Chironomidae: <i>Cricotopus brevipalpis</i>	+++	-	-	Futterpflanze für Larven ²⁾
Aphididae: <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i>	++	++	++	Futterpflanze für Adulti

1) nicht *Nuphar luteum* 2) nur *Potamogeton natans*

wuchsorganismen, fädige Grünalgen, stark am lichtreicheren Rand konzentriert, wie das Beispiel von *Oedogonium* zeigt:

Am Blattrand 81,6 ± 11,3 Ind./10 mm²
In der Blattmitte 25,4 ± 9,6 Ind./10 mm²

Die Fadenlänge der am Rand stehenden *Oedogonium*-Fäden ist dort auch länger. Bei der Suche nach *Oedogonium*-Fäden auf der Blattfläche von *Nymphaea* und *Nuphar* stellte sich heraus, daß die Blattrippen ausgespart sind. Die Schwimmblätter von *Nymphaea* sind größer als die von *Nuphar* (Mittelwert aus je 20 Blättern: *Nymphaea* 841 cm², *Nuphar* 514 cm²). Die Besiedlung der Randbereiche von *Nuphar* ist etwas dichter als die von *Nymphaea*: 116 ± 14,5 *Oedogonium*-Fäden auf *Nuphar* stehen 82 ± 11,4 auf *Nymphaea* (10 x 1 mm Randstück, n = 2 x 5) gegenüber.

Auch bei den Unterwasserpflanzen konnte bestätigt werden, daß die Aufwuchs- und Detritusfresser mit

54 % den größten Anteil haben. Zu den Aufwuchsfressern gezählt wurden u. a. *Radix ovata*, *Cloeon dipterum*, Corixiden, Chironomiden, Halpilden sowie *Stratiomys* und *Tetanocera*. Detritusfresser sind *Asellus aquaticus*, *Lumbriculus* sp., *Gammarus pulex* und *Leptophlebia*.



Abbildung 4. Schwimmblatt von *Potamogeton natans* mit Miernigängen von *Cricotopus brevipalpis* und einer Raupe von *Nymphula nymphaeata* im Köcher samt typischem Fraßbild.

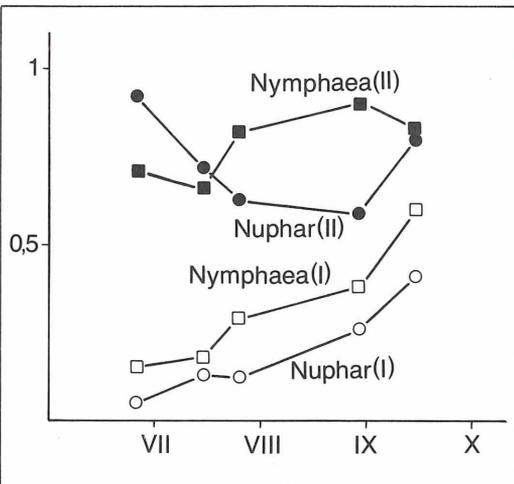


Abbildung 3. Jahreszeitlicher Verlauf der Evenness (Ordinate). Zeichenerklärung wie bei Abb. 2

Tabelle 5. Die häufigsten Tiere in *Elodea*-Beständen, nach Familien geordnet (n = 24 Proben).

Baetidae	28,9 %	Hydrophilidae	3,1 %
Lymnaeidae	14,3 %	Notonectidae	2,7 %
Dytiscidae	9,1 %	Corixidae	2,6 %
Halipidae	7,0 %	Chironomidae	2,5 %
Coenagrionidae	6,7 %	Culicidae	2,2 %
Lestidae	4,9 %	übrige Diptera	0,8 %
Aeschnidae	3,8 %	Rest	5,7 %

Auch an den Unterwasserpflanzen treten herbivore Insekten mit 3 % stark zurück. Hierzu gezählt wurden die Hydrophiliden und *Phryganea*.

Carnivore Tiere sind hier anteilmäßig mehr als doppelt so stark vertreten wie die omnivoren.

Tabelle 6. Makrofauna auf *Elodea* und *Potamogeton crispus*.

	<i>Elodea</i>	<i>Potamogeton c.</i>
Zahl der untersuchten Pflanzen	5	5
Länge der Pflanzen in cm	20	20
Zahl der Blätter pro Pflanze	132 (64 Wirtel)	30
Durchschnittl. Blattfläche in cm ²	5,38	11
Oberfläche gesamt in cm ²	1550	805
	Individuen	Individuen
Annelida		
Oligochaeta		
<i>Stylaria lacustris</i>	8	5
Hirudinea		
<i>Helobdella stagnalis</i>	3	–
Gastropoda		
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Laich)	1	3
<i>Radix ovata</i>	4	2
<i>Gyraulus albus</i>	3	2
<i>Gyraulus crista</i>	10	2
Ephemeroptera		
<i>Cloeon dipterum</i>	10	15
Odonata		
<i>Lestes viridis</i>	5	2
Diptera		
Chironomidae	5	10
Ephydriidae cf. <i>Hydrellia</i> (Minierer)		(Blatt & Stengel)
Total auf gesamter Fläche	59	39
Total je 100 cm ²	3,8	4,8

Hier mag wohl eine große Rolle spielen, daß durch die dichte Vegetation sich gute Versteckmöglichkeiten bieten zum Auflauern von Wirten oder zur Ablage von Eiegeln. Unterwasserpflanzen verfügen über mehr solche Nischen als Schwimmblattpflanzen. Neben Unterschlupfmöglichkeiten kommt an nichttrophischen Beziehungen bei Wasserpflanzen dem Laichsubstrat eine erhebliche Bedeutung zu. Dies betrifft ganz überwiegend Schwimmblätter. Möglicherweise üben diese auch noch einen Einfluß auf die Temperatur aus. Bei Sonneneinstrahlung war die Wassertemperatur direkt unter *Nymphaea*-Blättern nämlich höher als an der freien Wasseroberfläche (23 °C gegenüber 21 °C am 23. 7. 1984 im Herrenbachtümpel). Schwimmblätter könnten in kühleren Perioden durch ihren Aufheizeffekt Tiere anlocken. Im Hochsommer hingegen könnten Tiere dort Schutz vor übermäßiger Sonneneinstrahlung finden.

Schlußfolgerungen

Der überwiegende Teil der mit Makrophyten vergesellschafteten Fauna ist sehr lose an die Pflanzen gebunden. Die hervorstechende Rolle der Makrophyten ist die eines Substrats. Die Schwimmblätter übertreffen in ihrer Bedeutung als Laichablageplatz alle anderen Pflanzen. Die Oberfläche der Pflanzen steht Aufwuchsorganismen zur Verfügung; diese werden von aufwuchs- und detritusfressenden Tieren abgeweidet.

5. Literatur

- DVORAK, J. & BEST, E. (1982): Macro-invertebrate communities associated with the macrophytes of Lake Vechten: structural and functional relationships. – *Hydrobiologia*, **95**: 115–126; The Hague.
- FRIEDRICH, G. (1985): Die Makrofauna der Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzen in Kleingewässern der Tübinger Umgebung. Staatsexamens-Zulassungsarbeit, Universität Tübingen.
- GERRISH, N. & BRISTOW, J. M. (1979): Macro-invertebrate associations with aquatic macrophytes and artificial substrates. – *J. Great Lakes Res.*, **5**: 69–72; Ann Arbor, Mich.
- KOCH, K. (1972): Vergleichende Untersuchung über die Bindung aquatiler Koleopteren an ihre Lebensräume. – *Decheniana*, **124**: 69–112; Bonn.
- MC GAHA, Y. J. (1952): The limnological relations of insects to certain aquatic flowering plants. – *Trans. Am. Micr. Soc.*, **71**: 335–381; Columbus, Ohio.
- ROSINE, W. N. (1955): The distribution of invertebrates on submerged aquatic plant surfaces in Muskee Lake, Colorado. – *Ecology*, **36**: 308–314; Durham, N. C.
- SOSZKA, G. J. (1975): Ecological relations between invertebrates and submerged macrophytes in the lake littoral. – *Ecol. polska*, **23**: 393–415; Warszawa.
- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie; Stuttgart (G. Fischer).
- VAN VIERSSSEN, W. & VERHOEVEN, J. (1983): Plant and animal communities in brackish supralittoral pools in the northern part of the Netherlands. – *Hydrobiologia*, **98**: 203–222; The Hague.

HERBERT ZELL

Nematoden eines Buchenwaldbodens

8. Die Criconemen (Nematoda, Criconematina)

Kurzfassung

Paratylenchus (Gracilacus) straeleni (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960 und *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986 wurden in einem Buchenwald gefunden. Es wird nachgewiesen, daß sich *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985 und *Criconema (Criconema) tribule* in mehreren Merkmalen unterscheiden und somit nicht synonymisiert werden können. Eine weitere Art, *Criconema (Criconema) boagi* n. sp. wird beschrieben. Sie unterscheidet sich von *Criconema (Criconema) princeps* und *Criconema (Criconema) tribule* durch die höhere Ringelzahl, den höheren RV-Wert und von *Criconema (Criconema) princeps* zusätzlich durch die Kopfmorphologie.

Abstract

Nematodes of a beech wood soil 8. The Criconemas (Nematoda, Criconematina)

Paratylenchus (Gracilacus) straeleni (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960 und *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986 were found in a beech wood soil. It is pointed out that *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985 and *Criconema (Criconema) tribule* differ in several characters and therefore they are to be regarded as different species. A further species, *Criconema (Criconema) boagi* n. sp. is going to be described. This species differs from *Criconema (Criconema) princeps* and *Criconema (Criconema) tribule* by its higher number of body annules and its higher RV-value. In addition, it differs from *Criconema (Criconema) princeps* by its head morphology.

Résumé

Nématodes du sol d'une forêt de hêtres 8. Les Criconematiens (Nematoda, Criconematina)

Paratylenchus (Gracilacus) straeleni (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960 et *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986 ont été trouvés dans le sol d'une forêt de hêtres. Il est montré que *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985 et *Criconema (Criconema) tribule* se différencient de plusieurs caractères et par cela on les regarde comme des différentes espèces. On décrit une espèce de plus, *Criconema (Criconema) boagi* n. sp. Elle se différencie de *Criconema (Criconema) princeps* et de *Criconema (Criconema) tribule* par le plus grand nombre d'anneaux et la valeur de RV. De plus, elle se différencie de *Criconema (Criconema) princeps* par la différente morphologie de la tête.

Autor

Dr. HERBERT ZELL, Institut für Biologie II, RWTH Aachen, Kopernikusstr. 16, D-5100 Aachen.

1. Einleitung

Die Arten der Criconematina leben in der Regel als obligate Ektoparasiten an Pflanzen. Demgemäß werden sie in reinen Laubstreuproben nur selten gefunden, während sie im Wurzelbereich höherer Pflanzen häufiger angetroffen werden.

In der Laubstreu des Untersuchungsgebietes von Schluttenbach ist diese Unterordnung nur mit zwei Arten vertreten, *Criconema tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986, und *Paratylenchus (Gracilacus) straeleni* (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960. Während erstere nur vereinzelt gefunden wird, besiedelt *P. straeleni* in größerer Anzahl (Jahresdurchschnitt 12 500 Ind./m²) fast während des gesamten Jahres die Laubstreu, wobei sich die Tiere in den tieferen Horizonten der Bodenstreu aufhalten.

Die Individuendichte der Weibchen von *P. straeleni* läßt einen ausgeprägten Jahresgang erkennen. Die höchsten Individuenzahlen werden im Winter – Januar bis März – mit 43 000 Ind./m² erreicht. Während dieser Zeit treten auch gelegentlich Männchen auf. Bis zum Sommer sinkt die Anzahl der adulten Weibchen, im Juli werden keine Adulten mehr gefunden. Während des Herbstes steigt die Anzahl der Weibchen wiederum an.

Wie Untersuchungen an Pflanzenparasiten – z. B. *Xiphinema americanum* (GRIFFIN & DARLING, 1964), *X. index* (HARRIS, 1979), *Longidorus vineicola* (COHN & AUSCHER, 1971), *Heterodera* (YEATES, 1982), *Rotylenchulus* (FURSTENBERG & HEYNS, 1978), *Tylenchorhynchus* (MUKHOPADYAYA & PRASAD, 1968) – ergeben, zeigen alle die eben genannten Arten eine ähnliche Populationsentwicklung im Jahresverlauf. Die höchsten Individuendichten der Adulten werden während der Hauptvegetationszeit der parasitierten Pflanzen erreicht, in der Regel im Frühjahr bis Frühsommer.

Die Populationsentwicklung von *Paratylenchus straeleni* verläuft daher für einen Pflanzenparasiten atypisch und ähnelt mehr derjenigen von bakterio- und mykophagen Arten. Es ist daher möglich, daß die Art nicht ektoparasitisch an Pflanzen lebt, sondern eher als myko- oder saprophag eingestuft werden muß.

Mein besonderer Dank gilt Dr. R. MEISTERFELD, Aachen, und Dr. P. VOLZ, Landau, für die Überlassung von Bodenproben. Ebenso danke ich Dr. B. BOAG, Invergowrie (Schottland), Dr. A. DE GRISSE, Gent (Belgien), Dr. P. A. A. LOOF, Wageningen (Niederlande), Dr. E. M. NOFFSINGER und Dr. D. J. RASKI, Davis (Kalifornien) sowie Dr. D. STURHAN, Münster, die mir freundlicherweise Präparate zu Untersuchung zu Verfügung stellten.

2. Gattung *Paratylenchus* MICOLETZKY, 1922

2.1 *Paratylenchus (Gracilacus) straeleni* (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960 (Abb. 1 und 2)

- 1931 *Procriconema straeleni* – DE CONINCK, Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique 7: 5
 1948 *Hemicyclophora straeleni* (DE CONINCK, 1931) – LOOS, Ceylon J. Sci. 23: 120
 1960 *Paratylenchus sarissus* – TARJAN, Ann. N. Y. Acad. Sci. 84: 353
 1962 *Gracilacus sarissus* (TARJAN, 1960) – RASKI, Proc. Helminth. Soc. Wash. 29: 191
 1976 *Gracilacus straeleni* (DE CONINCK, 1931) – RASKI, J. Nematol. 8: 102
 ? 1981 *Gracilacus straeleni* (DE CONINCK, 1931) RASKI, 1976 – MUCHINA, Svobod. fitopat. Nem. Fauny Vostoka: 60
 ? 1951 *Hemicyclophora strenzkei* – VOLZ, Zool. Jb. (Syst.) 79: 535
 ? 1960 *Paratylenchus strenzkei* (VOLZ, 1951) – OOSTENBRINK, Nematology: 203
 ? 1959 *Paratylenchus auridellus* – BROWN, Proc. Helminth. Soc. Wash. 26: 4
 ? 1962 *Gracilacus auridellus* (BROWN, 1959) – RASKI, Proc. Helminth. Soc. Wash. 29: 191

♀ ♀: n = 66, L = 0,284–0,388 mm, a = 19,6–30,9, b = 2,9–3,8, c = 8,9–13,0, V = 78,7–82,5 %

♂ ♂: n = 3, L = 0,262–0,331 mm, a = 24,7–27,6, b = ?, c = 10,3–11,0

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, F- und H-Schicht (Weibchen) bzw. H-Schicht (Männchen)

Körper mäßig schlank. Der Kopf ist gerundet, nicht abgesetzt, der Schwanz spitz; Spitze bei einem Teil der Tiere deutlich abgesetzt, bei den anderen nicht. Die Kutikula ist 0,8 µm dick, deutlich geringelt, mit etwa 300 Körperringeln.

Die Seitenmembran ist etwa 3 µm breit und besteht aus drei Feldern. Der Hemizonid, 2 Körperringel breit, liegt am Hinterende des Nervenrings, dahinter mündet der Exkretionsporus.

Weibchen: Der Stachel ist 52–62 µm lang und deutlich geknöpft mit einem 11–15 µm langen Metenchium. Der Ösophagus besitzt einen großen Mittelbulbus mit kutikularisierter Valve, einen schlanken Isthmus und einen Endbulbus, der kleiner als der Mittelbulbus ist. Der Darm ist einfach, englumig, der After unscheinbar, das Rektum etwa 1/2 Analbreiten lang.

Die einfache Gonade liegt rechts oder links des Darms und ist nach vorn gerichtet. Die Vulva trägt kleine Vulvarflügel. Die Vagina biegt nach vorn um, die Spermathek ist länglich-rund und mit Spermien gefüllt. Ein Uterussack fehlt.

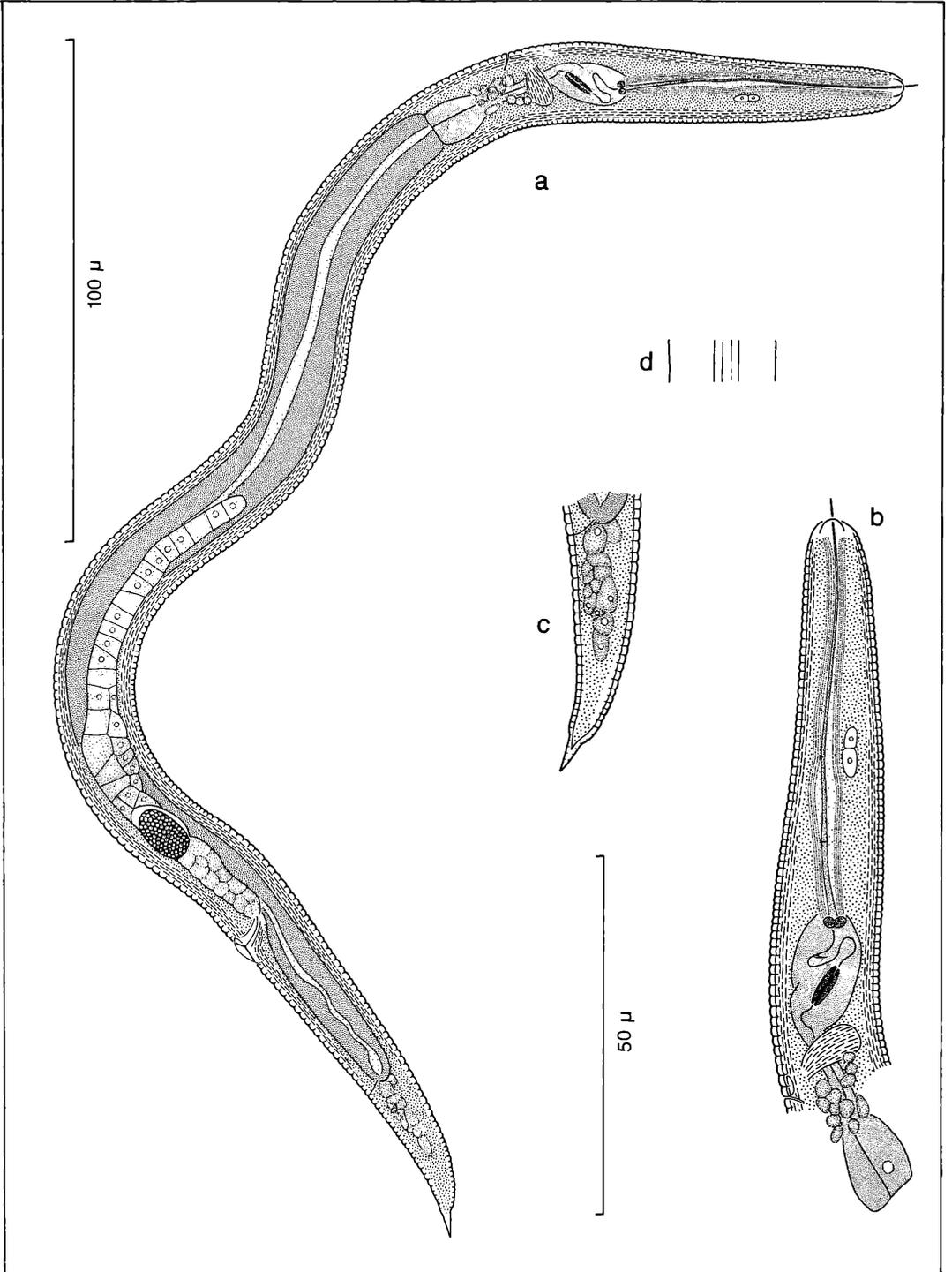
Männchen: Im Durchschnitt etwas kleiner als das Weibchen. Ein Mundstachel fehlt, der Ösophagus ist nur im vorderen Bereich deutlich ausgebildet und läßt keine Bulben erkennen.

Die Gonaden sind monorchisch, die Spermien rund mit einem Durchmesser von 0,6 µm. Die Spicula sind 19–20 µm lang und schwach gebogen, das Gubernakulum 4–5 µm lang und schwach S-förmig gebogen.

Paratylenchus straeleni, *sarissa* und *auridella* sind nach RASKI (1976) synonym, *P. strenzkei* wird als species inquirenda geführt. SIDDIQI (1986) führt *P. strenzkei* als Synonym zu *P. straeleni* an. Die Beschreibungen von *P. straeleni* und *P. sarissa* stimmen in jeder Beziehung überein. RASKI (1976) begründet die Synonymisierung von *P. straeleni* und *P. auridella* folgendermaßen: „BROWN stressed the hook-like terminus of the tails in both males and females of *G. auridella* as a distinguishing character. In fact, the paratypes show conoid, sharply-pointed tails on some females as well as typical hook-like process on others. In all other respects, these paratypes conform closely with *G. straeleni*. Therefore, it is concluded *G. auridella* is a synonym of *G. straeleni*.“ Man muß RASKI zustimmen, daß die Form der Schwanzspitze, die auch bei den Tieren in Schluttenbach variabel ist, kein Kriterium ist, um *P. auridella* als eigenständige Art abzugrenzen. Doch ist dies nicht das einzige Merkmal, das BROWN (1959) zur Abgrenzung auführt. Als weiteres Merkmal wird der kürzere Stachel genannt. Zwar kann die Stachellänge in gewissen Grenzen variieren, so daß diese auch nicht immer ein sicheres Merkmal darstellen muß. Betrachtet man die in der Literatur angegebenen Werte der Stachellänge von *P. straeleni*, so beträgt die Stachellänge nach DE CONINCK (1931) 60 µm, nach GERAERT (1965) 56,5 µm, nach RASKI (1976) 57–63 µm und bei den oben beschriebenen Tieren 52–62 µm. Demgegenüber beträgt die Stachellänge bei *P. auridella* 48–55 µm, der Mittelwert liegt bei 51,2 µm (BROWN, 1959:4) Der Mittelwert der Stachellänge von *P. auridella* liegt somit außerhalb der Extremwerte von *P. straeleni*, woraus sich statistisch ein hochsignifikanter Unterschied ergibt.

Ein weiteres Merkmal von *P. auridella* ist der rudimentäre Uterussack, der von BROWN erwähnt wird. Sollte er tatsächlich ausgebildet sein, so wäre dies innerhalb der Gattung *Paratylenchus* einzigartig und würde, in Verbindung mit dem signifikant kürzeren Stachel, den Status einer selbständigen Art rechtfertigen. Leider übernimmt TARJAN (1960) nur die Beschreibung von BROWN, wobei er ebenfalls den Uterussack erwähnt, und RASKI (s. o.) erwähnt nur die Variabilität des Schwanzendes und gibt keine weitere Beschreibung des Tieres.

P. straeleni sensu MUCHINA (1981) besitzt ein Seitenfeld von 20 µm Breite mit vier Feldern und einen sehr kurzen, criconemaartigen Ösophagus ohne schlanken Isthmus. Die Stellung von *P. strenzkei* (VOLZ 1951) wurde bereits von mehreren Autoren diskutiert. Übereinstimmend weisen sie auf Fehler in der Beschreibung hin (Ösophagus, After). Die von GERAERT (1965) auf Grund der Beschreibung errechnete Stachellänge (4/5 der Ösopha-



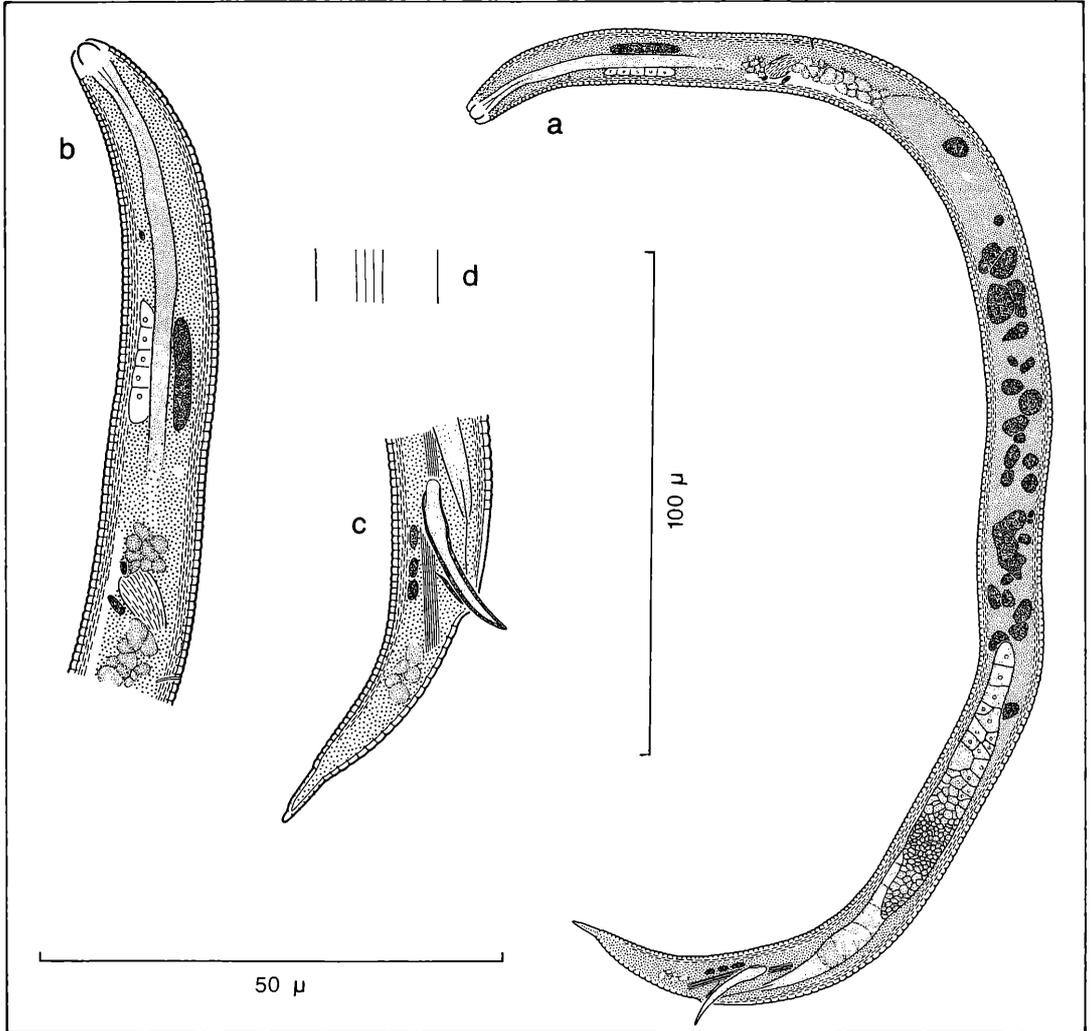


Abbildung 2. *Paratylenchus (Gracilacus) straeleni* (DE CONINCK, 1931) OOSTENBRINK, 1960, Männchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

guslänge) von 70 μm kann nicht richtig sein, da bei VOLZ die Ösophaguslänge ohne Endbulbus angegeben ist. Eine Messung der Stachelänge an Hand der Abbildungen von VOLZ ergibt, wie auch von GERAERT ermittelt, eine Länge von 54–59 μm und entspricht derjenigen von *P. straeleni*. Auch die Lage des Exkretionsporus – etwa $\frac{1}{3}$ der Stachelänge hinter den Basalknöpfen – sowie die Lage der Vulva – von VOLZ als After interpretiert – stimmt mit *P. straeleni* überein.

Für eine mögliche Identität von *P. straeleni* und *P. strenzkei* sprechen noch weitere Ähnlichkeiten: Das Untersuchungsgebiet von Schluttenbach liegt nur einige 10 km von Steinweiler, dem Locus typicus von *P. strenzkei*, entfernt, an beiden Orten wurden die Tiere in

tieferen Bodenhorizonten gefunden und die Fundstelle von Steinweiler liegt nur etwa 200 m von einem Buchenwaldareal entfernt. Hierbei handelt es sich zudem nicht um einen ausgedehnten Eichen-Eschen-Bestand, denn „an vielen Stellen wird der Buchenwald des Bienwaldgebietes abgelöst durch lokal eingestreute Bestände mit vorherrschender Eiche, durchsetzt mit Esche“ (VOLZ, 1951: 517).

P. straeleni erreicht im Untersuchungsgebiet von Schluttenbach die höchste Individuendichte im November. Ebenso fand VOLZ die von ihm beschriebenen Tiere im November. Eine Nachuntersuchung erschien somit zu dieser Jahreszeit am aussichtsreichsten. Herr VOLZ nahm freundlicherweise am 26. 11. 1986 zwei Boden-

proben am Locus typicus, die er mir zur Bearbeitung überließ. Leider war das Resultat negativ, die Art war nicht aufzufinden. Weitere Untersuchungen am Locus typicus sind geplant, bis dahin muß der Status von *P. strenzkei* als unsicher gelten.

Da nicht sicher ist, daß *P. auridella*, *P. straeleni* sensu MUCHINA und *P. strenzkei* konspezifisch mit *P. straeleni* sind, sollte vorerst auf eine Synonymisierung verzichtet werden. Ich möchte GERAERT zustimmen, der sich folgendermaßen äußert (1965: 310): „However a mere synonymisation in those cases where the different populations have already been described as different species creates some practical difficulties. So, after all, it seems appropriate to wait with such a synonymisation until physiological experiences bear more light on the matter.“

3. Gattung *Criconema* HOFMÄNNER & MENZEL, 1914

Aus der Gattung *Criconema* fand ich im Untersuchungsgebiet nur ein einziges Tier. Dieses entspricht auf Grund der lateralen Kutikularstruktur der zur Zeit gültigen Definition von *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985. Von der Originalbeschreibung ANDRASSY's weicht das Tier jedoch durch die größere Stachellänge und die geringere Ringelzahl ab und entspricht damit genau den von RASKI & GOLDEN (1966) als *Criconemoides tribulis* beschriebenen Tieren. Diese Art wird gegenwärtig als Synonym zu *C. princeps* geführt (ANDRASSY, 1979; SIDDIQI, 1986).

In einer Laubstreuprobe aus einem Kalkbuchenwald bei Göttingen fand ich ein weiteres Tier. Dieses nun entspricht in der Anzahl der Körperingel fast genau der Erstbeschreibung von ANDRASSY, nicht jedoch der Beschreibung von RASKI & GOLDEN. Somit ergab sich die Frage, ob die Tiere mit Recht synonymisiert werden. Zur Klärung dieser Frage wurde umfangreiches Material aus mehreren Sammlungen untersucht (Tab. 1).

Zunächst sollen nur die Populationen betrachtet werden, die durch mehrere Individuen vertreten sind. Es fällt auf, daß sich die Populationen in zwei Gruppen trennen lassen: Ein Teil der Populationen besitzt 51–58 Körperingel, der andere Teil 59–68 (auf das aberrante Tier der Population Stroud wird später noch eingegangen). Eine Ausnahme scheinen nur die Tiere aus Coburg darzustellen. Ein Tier besitzt 53, das andere 68 Ringel. Diese Tiere entstammen jedoch einer aus mehreren Einstichen gewonnenen Boden-Mischprobe (STURHAN, briefl. Mitt.), so daß nicht sicher ist, ob die beiden Tiere einer einzigen Probestelle entstammen, also wirklich zusammen vorkommen. Auch die Angaben von LOOF & DE GRISSE (1965) lassen zunächst eine höhere Variabilität vermuten. Hierbei handelt es sich aber ebenfalls um die zusammengefaßten Werte mehrerer Proben (siehe Tab. 1).

ANDRASSY (1962) gibt für den Typus von *C. princeps* 63 Ringel, RASKI & GOLDEN (1966) für Typus und Paratypen

von *C. tribule* 50–54 Ringel an. Es lassen sich daher zunächst Populationen vom *princeps*-Typ und solche vom *tribule*-Typ unterscheiden.

Bezieht man nun auch die Einzelfunde mit ein, so ergibt sich für den *tribule*-Typ eine Körperlänge von 334–588 µm, für den *princeps*-Typ 301–523 µm. Zwar ist die Körperlänge zum Teil abhängig von dem Alter der Tiere (DE GRISSE & LOOF, 1967, 1970), jedoch wurden die Aufsammlungen zu den unterschiedlichsten Jahreszeiten getätigt und jede der beiden Gruppen enthält sowohl junge wie alte Weibchen, so daß der Mittelwert als repräsentativ angesehen werden kann. Es zeigt sich, wie auch schon an den Extremwerten, daß die Tiere des *princeps*-Typs im Durchschnitt etwas kleiner (418 µm) sind als die des *tribule*-Typs (459 µm). Im t-Test mit ungleicher Varianz ergibt sich daraus ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,0001$) zwischen den beiden Typen. Ist die Körperlänge nur abhängig vom Alter der Tiere, so dürfte die Ringelzahl nicht mit der Körpergröße korreliert sein. Dies trifft für den *tribule*-Typ auch zu. Im Gegensatz dazu steht der *princeps*-Typ. Bei ihm sind Körperlänge und Ringelzahl positiv korreliert ($p < 0,01$), d. h. mit zunehmender Körperlänge nimmt auch die Ringelzahl zu (Abb. 3).

Die Tiere vom *princeps*-Typ besitzen mit einer durchschnittlichen Stachellänge von 94 µm (83–104 µm) einen kürzeren Stachel als die Tiere des *tribule*-Typs, bei denen der Mittelwert 106 µm (85–133 µm) beträgt. Auch in der Stachellänge sind somit die Unterschiede hochsignifikant ($p < 0,0001$).

Ebenso wie der *tribule*-Typ keine Korrelation von Körpergröße und Ringelzahl zeigt, besteht bei diesen Tieren auch keine Korrelation zwischen Ringelzahl und Stachellänge. Dagegen ergibt sich für den *princeps*-Typ eine, wenn auch schwache, positive Korrelation der beiden Werte ($p < 0,05$). Völlig anders fällt jedoch das Ergebnis aus, wenn man den *tribule*- und den *princeps*-Typ zusammenfaßt. Nun ergibt sich eine deutliche negative Korrelation ($p < 0,001$) (Abb. 4). Diese Tatsache – zunächst positive bzw. keine, dann beim Zusammenfassen negative Korrelation – ist ein Widerspruch. Denn geht man davon aus, daß die Variabilität zumindest zum Teil genetisch bedingt ist, ist bei den Populationen einer Art immer ein ähnlicher Variabilitätstrend zu erwarten. Eine positive Korrelation müßte, bei Hinzunahme weiterer Populationen, eher verstärkt werden als in das Gegenteil umschlagen.

Ein solcher Umschlag der Regressionsgeraden kann nur dann eintreten, wenn zwei unabhängige Gruppen, die getrennt behandelt werden müßten, unberechtigterweise zusammengefaßt werden. In diesem Fall überdeckt die Lagebeziehung der beiden unabhängigen Gruppen zueinander die Korrelationen innerhalb der einzelnen Gruppen. Man muß also davon ausgehen, daß die *tribule*- und *princeps*-Typen nicht zusammengefaßt werden dürfen, was auf große genetische Unterschiede hinweist.

Neben diesen biometrischen Unterschieden besteht

Tabelle 1. n = Anzahl der Tiere, L = Körperlänge in μm , R = Anzahl der Körperringel, RV = Ringel von der Vulva bis zur Schwanzspitze, St = Stachellänge in μm . Bei den Fundorten ist die Sammlung angegeben, aus der die Tiere stammen: Facultat van de Landbouwwetenschappen Gent (FLG) (1), Institut für Nematologie Münster (INM) (2), Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) (3), Landbouwuniversiteit Wageningen (LUW) (4), Scottish Crop Research Institute Invergowrie (SCRI) (5), University of California Nematode Collection Davis (UCNC) (6). Ist der Fundort mehrmals aufgeführt, so handelt es sich um unterschiedliche Probenstellen und/oder unterschiedliche Probenstermine.

		L	R	RV	St
Großbritannien:					
Snowdon (5)		1 478	55	11	103
Monmouth (5)		1 515	55	11	109
Coney Hill (5)		1 437	54	10	100
Guisborough (5)		1 413	64	12	109
Thoresby (5)		1 465	56	11	107
Devauden (5)		1 485	54	10	111
Mowlsh Farm (5)		1 475	54	10	114
Clare Park (5)		1 301	59	11	92
Achencruive (5)		1 488	57	12	103
Halbeach Hura (5)		2 403–462	63	10	93– 95
Lyme (5)		2 430–440	55–56	11	106–109
Stroud (5)	a)	4 403–457	62–64	11–12	91–101
	b)	1 460	76	14	102
Oak Hill Wood (5)		12 379–586	53–56	10–12	106–133
Chepstow (5)		3 422–525	53–55	10–12	104–105
Monmouth (5)		1 588	53	11	107
Cladich (5)		9 447–525	53–58	10–11	105–114
Aroconell (5)		4 445–563	53–57	10–12	108–111
Clachan (5)		1 480	53	11	113
Woodland (5)		3 387–437	53–56	10–11	85–103
Llyswen (5)		2 480–511	54–55	10–11	112–113
Wormaston (5)		2 410–442	65–66	11–12	96– 98
Curbridge (5)		8 334–465	51–55	9–11	105–111
Keswick (5)		2 422–468	52–55	11	104–108
Woodford (5)		1 435	66	11	97
Sittingbourne (5)		1 472	64	11	95
Wigtown (5)		4 518–556	52–54	10–11	106–111
Standing Stone (5)		3 415–488	53–56	10–11	99–103
U. Blair More (5)		5 374–505	54–56	10–12	103–110
Corbiehill (5)		1 422	60	10	96
Strone (5)		4 372–430	53–54	10–12	95–112
Inverve (5)		6 369–430	59–64	9–11	83– 95
Lochinver (5)		2 337–377	52–53	10–11	97–109
Niederlande:					
Groenekan (4)		15 340–475	59–62	10–11	83– 97
Groenekan (4)		8 350–521	60–63	9–11	92–103
Groenekan (4)		5 460–496	59–63	10–11	94– 95
Groenekan (4)		3 435–475	59	10–11	92– 98
Groenekan (4)		1 405	60	11	95
Doorwerth (6)		3 462–546	52–53	10–11	96–103
Belgien:					
Aalter (1)		3 400–523	61	10–12	90– 98
Aalter (1)		3 344–463	54–55	10–11	89–106
Aalter (1)		5 442–495	53–55	10–11	102–106
Aalter (1)		1 452	56	10	95
Deurne (1)		1 382	62	11	97
Heusden (1)		1 439	53	10	
Heusden (1)		1 394	56	11	102
Deutschland:					
Göttingen (3)		1 357	64	10	98
Schluttenbach (3)		1 466	55	11	103
Hiltrup (3)		1 415	55	11	108
Nünningweg (1)		1 473	58	11	97
Nünningweg (1)		2 423–520	55–56	11–12	103–113
Schwarzbach (2)		4 362–475	51–54	10–11	101–108
Coburg (2)	a)	1 515	53	10	106
	b)	1 425	68	12	104
Schweiz:					
L'Aubonne (1)		2 384–460	63–65	10–12	91– 97
L'Aubonne (1)		3 400–488	63–65	11	91– 98
Promenthouse (1)		3 390–443	62–65	11–12	86– 97
Promenthouse (1)		1 352	65	11	97
Promenthouse (1)		4 319–384	59–64	10–11	89– 94

zwischen dem *tribule*-Typ und dem *princeps*-Typ ein Unterschied in der Kopfmorphologie. Zwischen dem ersten und zweiten Körperringel ist beim *princeps*-Typ ein „Pseudoringel“ ausgebildet, der dem *tribule*-Typ fehlt (Abb. 5). Der Pseudoringel des *princeps*-Typs ist jedoch nur dann gut erkennbar, wenn der Kopfbereich bei der Fixierung nicht kontrahiert wurde. In der Abbildung des Typus von ANDRASSY (1962) ist dieser für *princeps* typische Pseudoringel nicht dargestellt, aus der Abbildung geht jedoch hervor, daß der Typus im Kopfbereich kontrahiert ist.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Kopfbreite. Der Durchmesser des ersten Ringels beträgt beim *tribule*-Typ 18–21 μm , beim *princeps*-Typ nur 15–16 μm . Sowohl beim *tribule*- wie auch beim *princeps*-Typ tragen die Weibchen Spermien in der Spermathek. Betrachtet man nun die Männchenfunde, so zeigt sich, daß

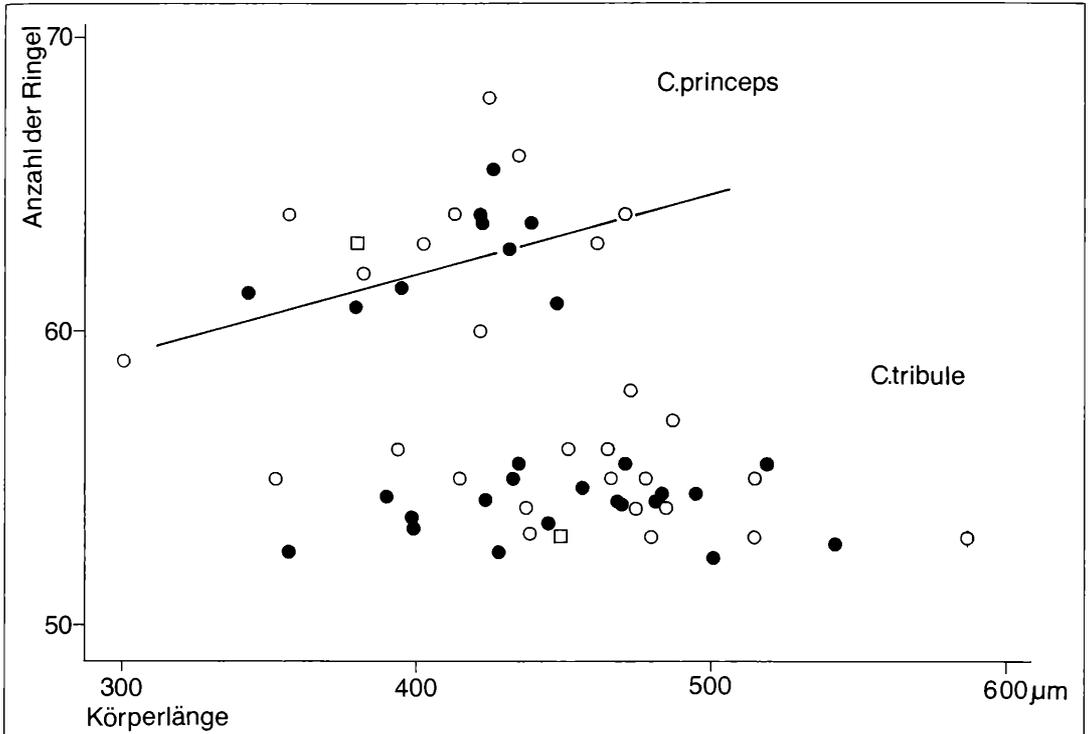


Abbildung 3. Ringelzahl in Abhängigkeit von der Körperlänge bei *C. princeps* und *C. tribule* (● Mittelwerte der Populationen, die durch mehrere Tiere repräsentiert sind; ○ Einzelfunde; □ Typen). Während bei *C. tribule* die Ringelzahl nicht von der Körpergröße abhängt, besteht bei *C. princeps* eine positive Korrelation (durchgezogene Linie).

Männchen bisher nur in Populationen des *princeps*-Typs gefunden wurden, bzw. handelt es sich um Männchenfunde allein, so stammen diese von einer Probenstelle, bei der eine Parallelprobe den *princeps*-Typ enthielt. Es muß daher davon ausgegangen werden, daß alle bisher gefundenen Männchen dem *princeps*-Typ angehören. Dies deutet auf einen bemerkenswerten Unterschied im Geschlechterverhältnis zwischen dem *tribule*- und dem *princeps*-Typ hin.

Damit erhebt sich die Frage nach dem Artstatus. GISIN (1964:6) äußert sich wie folgt: „Ferner versagt die biologische Artdefinition zwischen räumlich getrennten (allopatrischen) Populationen. Diese sind definitionsgemäß sexuell isoliert, und man muß zurückgreifen auf den ersten, zusätzlichen Teil in MAYRS Artdefinition, auf die potentielle Fähigkeit zur Kreuzung. Doch ist diese Fähigkeit weder der Beobachtung noch dem Experiment zugänglich (letzteres würde nichts beweisen, viele gute Arten lassen sich im Experiment kreuzen); sie ist also eine unbiologische Fiktion.“ Es ergibt sich daraus, daß eine rein biologische Artdefinition nicht allumfassend sein kann. Nach dem dualistischen Diskontinuitätsprinzip muß die Definition lauten: Arten sind kleinste diskontinuierlich differenzierte und fortpflanzungsmäßig isolierte natürliche Individuengruppen.“

Das Kriterium der sexuellen Isolierung ist erfüllt. Der *tribule*- und der *princeps*-Typ können zwar in Nachbarschaft auftreten, jedoch nie gemeinsam. In der Körpergröße und der Stachelänge bestehen zwar hochsignifikante Unterschiede, jedoch keine Diskontinuität, da sich die Einzelwerte überlappen. Echte Diskontinuitäten stellen demgegenüber die Ringelzahl und die Kopfmorphologie dar, so daß auch das Kriterium der „diskontinuierlich differenzierten Individuengruppen“ erfüllt ist. Der *tribule*- und der *princeps*-Typ müssen daher als zwei zwar nah verwandte, aber doch deutlich unterscheidbare Arten gelten: *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985 (Abb. 6) und *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986 (Abb. 7).

An dieser Stelle muß noch auf die Untersuchungen zur Variabilität einiger *Criconema* von DE GRISSE & LOOF (1970) eingegangen werden. Bei *Macroposthonia sphaerocephala* (TAYLOR, 1936) DE GRISSE & LOOF, 1965 stellen die Autoren fest (S. 47): „In most populations of *M. sphaerocephala* males do not occur, but in some they are numerous“, sowie „the eight populations from the Netherlands, Belgium and Germany are distinguished from all others by the presence of a filled spermatheca and they tend to have longer spears also. The-

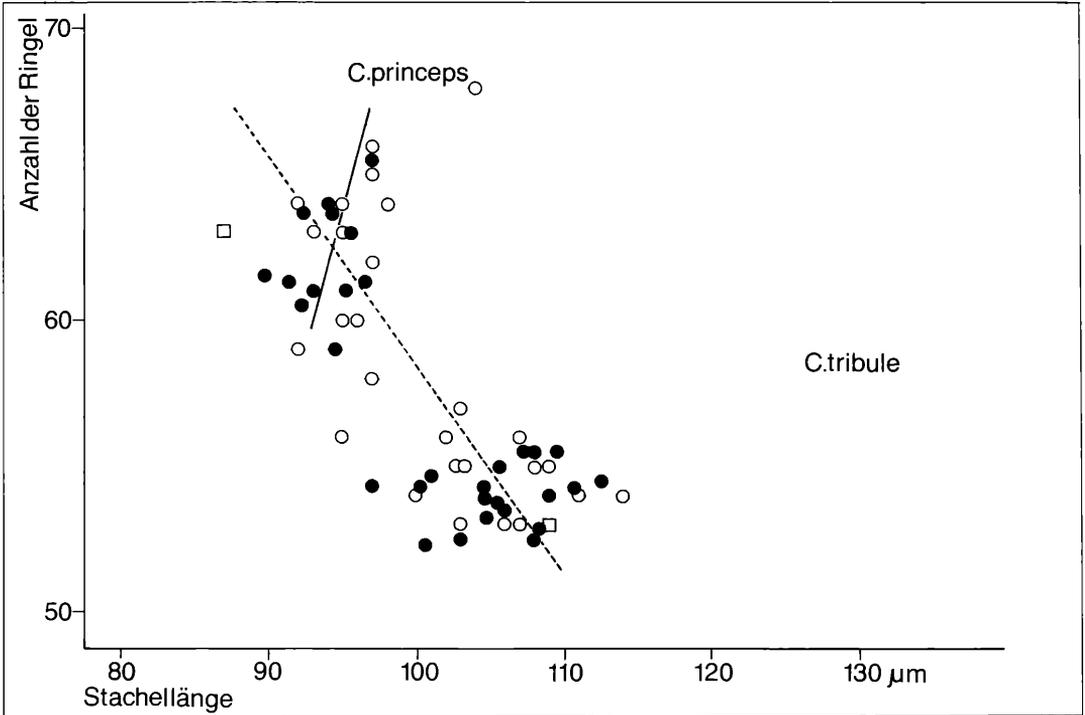


Abbildung 4. Stachellänge in Abhängigkeit von der Ringelzahl (Symbole wie Abb. 3). Bei *C. tribule* ist die Stachellänge nicht von der Ringelzahl abhängig, bei *C. princeps* besteht eine positive Korrelation (durchgezogene Linie). Faßt man *C. tribule* und *C. princeps* zusammen, wird die Korrelation negativ (gestrichelte Linie; weitere Erläuterung im Text).

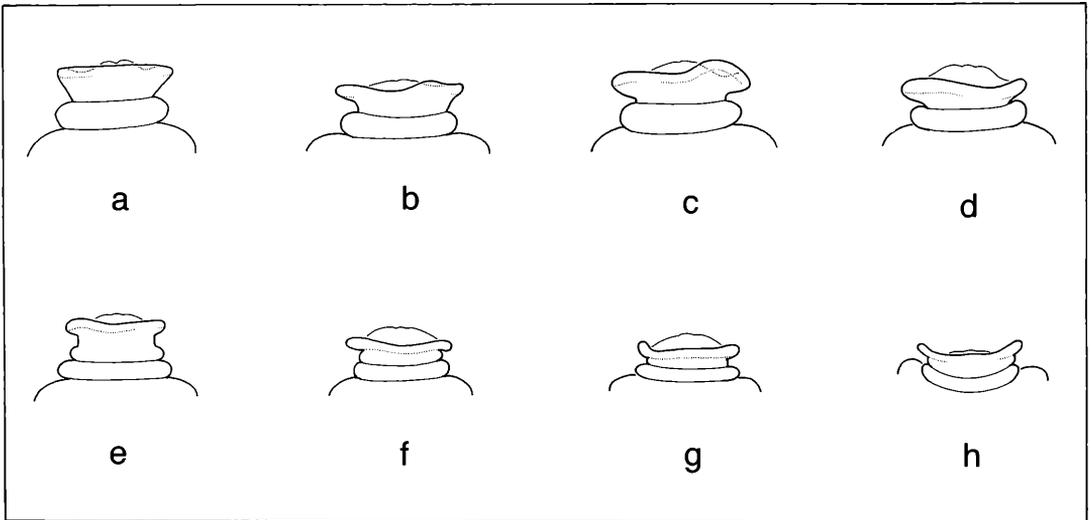


Abbildung 5. Kopfmorphologie von *C. tribule* (a–d) und *C. princeps* (e–h), jeweils von links nach rechts Vorderende zunehmend kontrahiert. Der für *C. princeps* typische Pseudoringel fehlt bei *C. tribule*, auch die Kopfbreite ist unterschiedlich (alle Teilabbildungen gleicher Maßstab). Dargestellt sind die Vorderenden von Tieren aus folgenden Populationen: Doorwerth (Paratypen), UCNC Nr. 589 (a), UCNC Nr. 591 (b); Aalter, FLG Nr. B 404 (c); Glamorgan, SCRI Nr. 905 (d); Gloucester, SCRI Nr. 689 (e); Lichtenfelser Forst, INM Nr. 28/1/3 (f); ROSS & CROMARTY, SCRI Nr. 5830 (g); Groenekan, LUW Nr. 4006 (h).

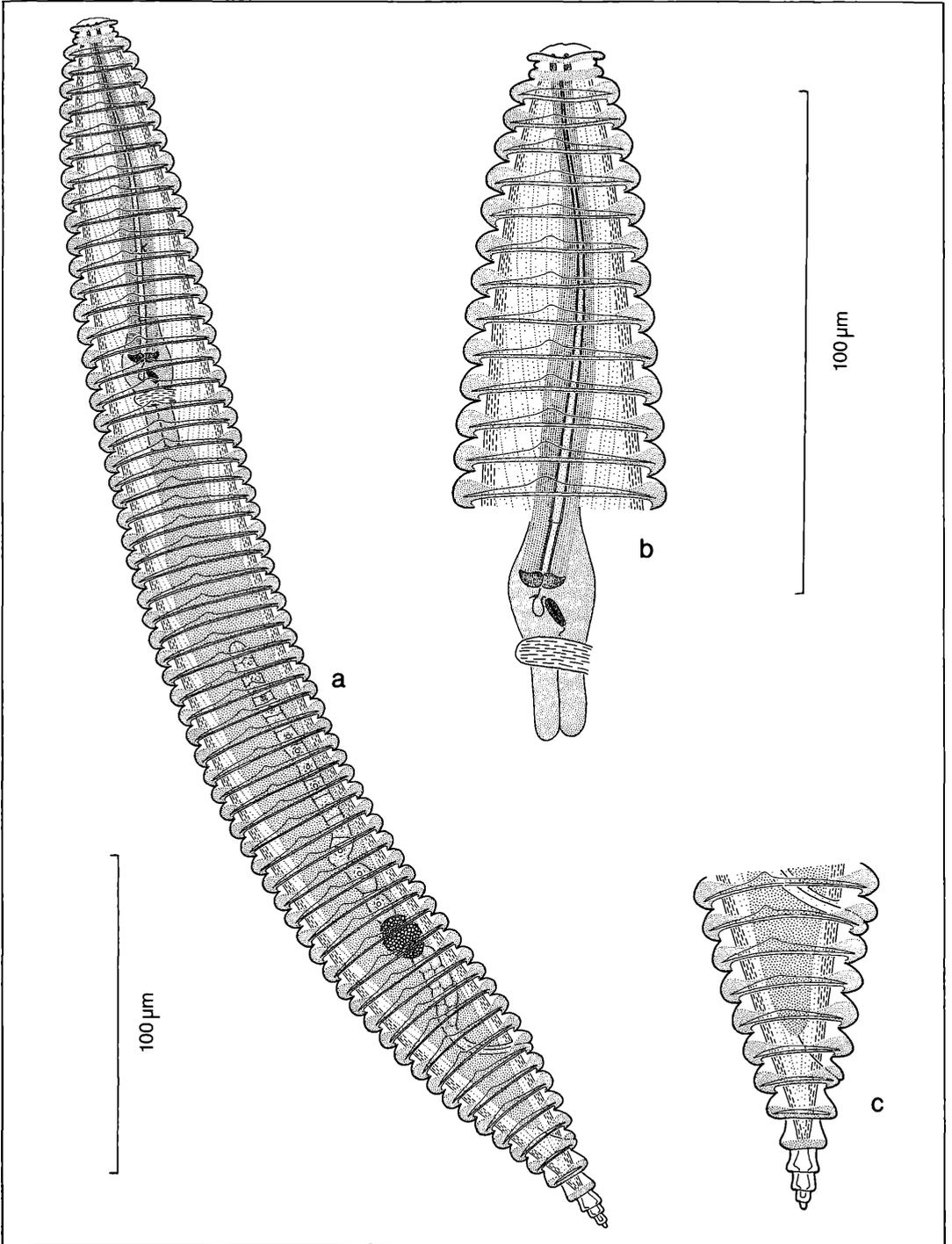


Abbildung 6. *Criconema (Criconema) princeps* (ANDRASSY, 1962) RASKI & LUC, 1985, Weibchen aus dem Lichtenfelser Forst: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz.

re is a suggestion that populations from the temperate zones have longer spars than those from tropical countries, but the population from Austria is irregular in this respect." Ebenso weicht die Population aus Spanien ab.

Rechnet man die von DE GRISSE & LOOF angegebenen Werte nach, so scheint sich diese Aussage zunächst zu bestätigen. Die Stachelänge und die Ringelzahl sind schwach korreliert (Korrelationskoeffizient $r = -0,573$, $p < 0,05$), wobei die Tiere mit kürzerer Stachelänge und geringerer Ringelzahl hauptsächlich in den Tropen und Subtropen vorkommen.

Völlig anders fällt dagegen das Ergebnis aus, wenn man die Populationen, deren Spermathek Spermien enthält, und die, deren Spermathek leer ist, zunächst getrennt behandelt (vgl. DE GRISSE & LOOF, 1970: Fig. XII). Nun ergibt sich eine hohe negative Korrelation ($r = -0,869$) der Stachelänge zur Ringelzahl für die Populationen ohne Spermien, sowie eine ausgesprochen deutlich positive Korrelation ($r = 0,910!$) für die Populationen, deren Weibchen Spermien in der Spermathek tragen. Für letztere ergibt sich somit, wenn man sie mit den anderen Populationen zusammenfaßt, ein Umschlag in der Korrelation, ein deutlicher Hinweis darauf, daß die beiden Gruppen nicht zusammengefaßt werden dürfen.

Ein Vergleich von *M. sphaerocephala* mit *C. princeps* und *C. tribule* zeigt auffällige Parallelen: In Populationen, in denen Männchen häufiger sind (*C. princeps*, *M. sphaerocephala* mit Spermien) ist die Stachelänge positiv mit der Ringelzahl korreliert. In Populationen, in denen Männchen selten sind oder fehlen (*C. tribule*, *M. sphaerocephala* ohne Spermien), besteht diese Korrelation nicht, die Stachelänge ist entweder unabhängig von der Ringelzahl (*C. tribule*) oder die Korrelation ist negativ (*M. sphaerocephala*). Ein geographischer Einfluß auf die Stachelänge, wie von DE GRISSE & LOOF (1970) vermutet, ist unwahrscheinlich, wie das Beispiel *C. princeps* und *C. tribule* zeigt. Auch hier sind die Stachelängen unterschiedlich, beide Arten kommen jedoch im gleichen geographischen Bereich vor. Es ist somit nicht auszuschließen, daß unter dem Namen *M. sphaerocephala* mindestens zwei Arten vereinigt sind, und es wäre dringend erforderlich, die Populationen von *M. sphaerocephala* sowie weiterer *Criconema*-Arten auf ihren Artstatus hin zu überprüfen.

Es bleibt noch der Status des aberranten Tieres der Population Stroud (Abb. 8) zu klären. Wie aus den obigen Angaben hervorgeht, ist der RV-Wert relativ konstant, er beträgt sowohl für *C. princeps* wie für *C. tribule* 9–12. Ebenso wird deutlich, daß der – in diesem Falle sogar transspezifisch-konstante-RV-Wert nicht von der Anzahl der Körperringel abhängt, da dieser sonst bei *C. princeps* und *C. tribule* unterschiedlich sein müßte. Damit ist der RV-Wert des aberranten Tieres, trotz höherer Körperringelzahl, ein hochwertiges Merkmal.

In bezug auf die Ringelzahl steht das Tier *C. princeps* näher. Letztere besitzt jedoch im Kopfbereich einen Pseudoringel, der dem aberranten Tier fehlt. Es kann

somit nicht zu *C. princeps* gestellt werden. Ebenso wenig ist aber auch eine Zuordnung zu *C. tribule* möglich, mit der das Tier in der Kopfmorphologie übereinstimmt. Es besitzt einerseits 18 Körperringel mehr und andererseits treten in keiner anderen Probe *C. princeps* und *C. tribule* gemeinsam auf, das aberrante Tier wurde jedoch zusammen mit 4 *C. princeps* gefunden.

Da das Tier sowohl von *C. princeps* wie von *C. tribule* in mehreren Merkmalen abweicht, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine eigenständige Art. Da sich die 3 Arten äußerst ähnlich, die Unterschiede bereits dargelegt und die Beschreibungen von ANDRASSY (1962) und RASKI & GOLDEN (1966) ausführlich sind, möchte ich an dieser Stelle nur das Tier aus dem Untersuchungsgebiet sowie die aberrante Form beschreiben.

3.1 *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986 (Abb. 7)

1966 *Criconemoides tribulis* – RASKI & GOLDEN, Nematologica 11: 551.

♀: $n = 1$, $L = 0,466$ mm, $a = 8,9$, $b = 4,0$, $c = 18,9$, $V = 87,8\%$.

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, F-Schicht.

Der Körper ist plump mit ausgeprägter Ringelung. Insgesamt 55 Ringel, davon entfallen auf den Mundstachel 14, auf den postvulvaren Bereich 10 (RV = 11). Die beiden ersten Ringel sind schmaler als die übrigen, der zweite etwas enger als der erste, und nicht durch einen Pseudoringel getrennt. Die Ringelbreite beträgt in der Körpermitte etwa 10 µm.

Mit Ausnahme der ersten und letzten alle Ringel sägezahnartig nach hinten gerichtet, dadurch eine überhängende Kutikularfalte bildend. Die Kutikula ist lateral an der Vorderseite jedes dieser Ringel nach vorn in den Raum zwischen die Ringel ausgebaucht und erscheint als in Kopfrichtung weisende Spitze.

Der Stachel ist 103 µm lang mit massigen, nach vorn ausgezogenen Knöpfen. Der Mittelbulbus des Ösophagus ist nur schwach vom Endbulbus abgesetzt und größer als dieser. Der Darm ist kaum erkennbar. Der After mündet am fünften Ringel hinter der Vulva.

Die Gonade liegt links des Darms, ist einfach, nach vorn gerichtet und erstreckt sich über etwa 20 Ringel. Die Spermathek enthält kleine runde Spermien und liegt etwa 7 Ringel vor der Vulva.

Das Tier aus dem Untersuchungsgebiet stimmt in der Ringelform sehr gut mit dem Typus überein. Die Ringelform ist jedoch kein Unterscheidungsmerkmal, da sowohl bei *C. princeps* wie bei *C. tribule* sägezahnartige oder gerundete Ringel vorkommen können. Ebenso enthalten bei beiden Arten die Zwischenräume zwischen den Ringeln eine mehr oder weniger mächtige Lage von klarem Sekret, an dem Detrituspartikel haften.

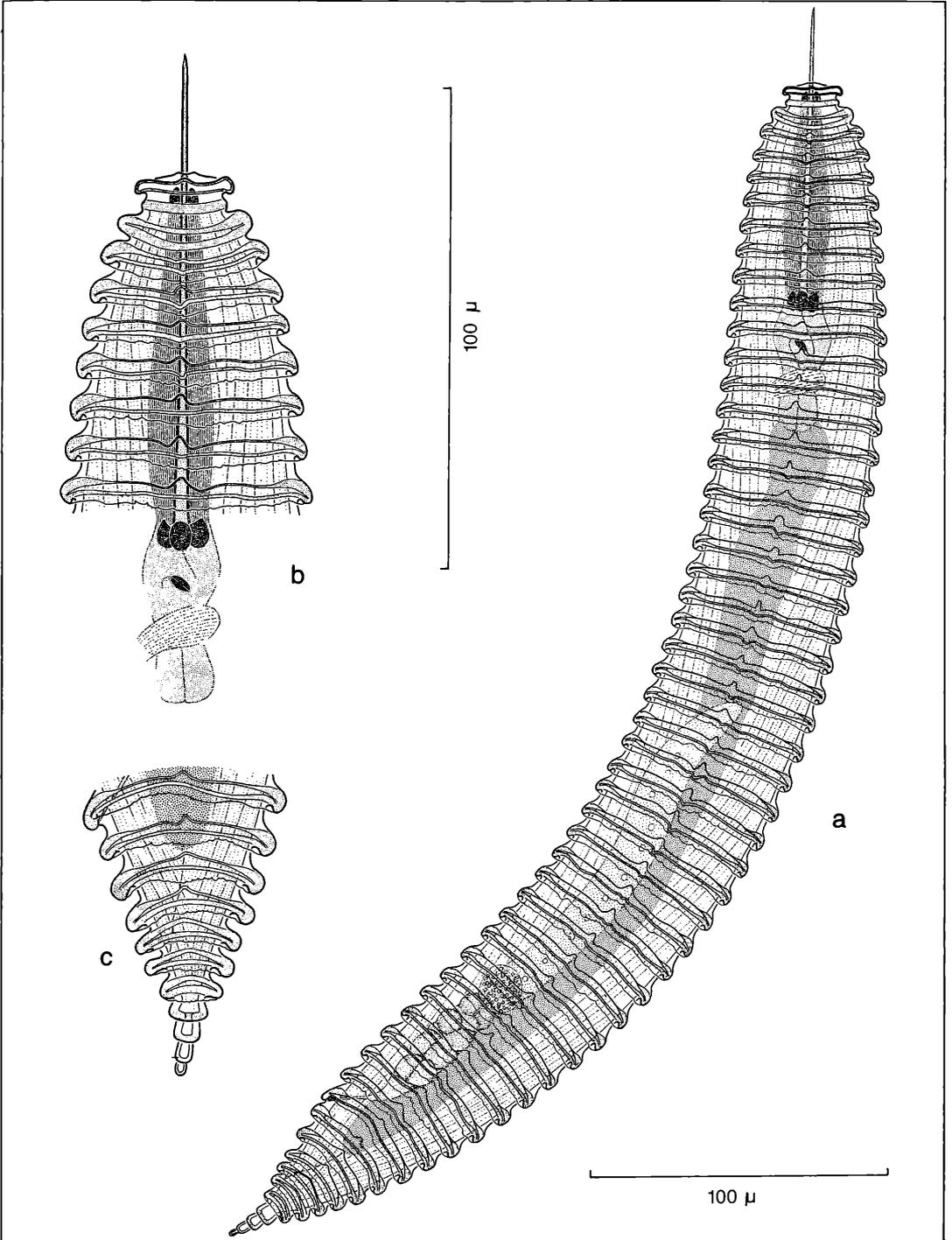
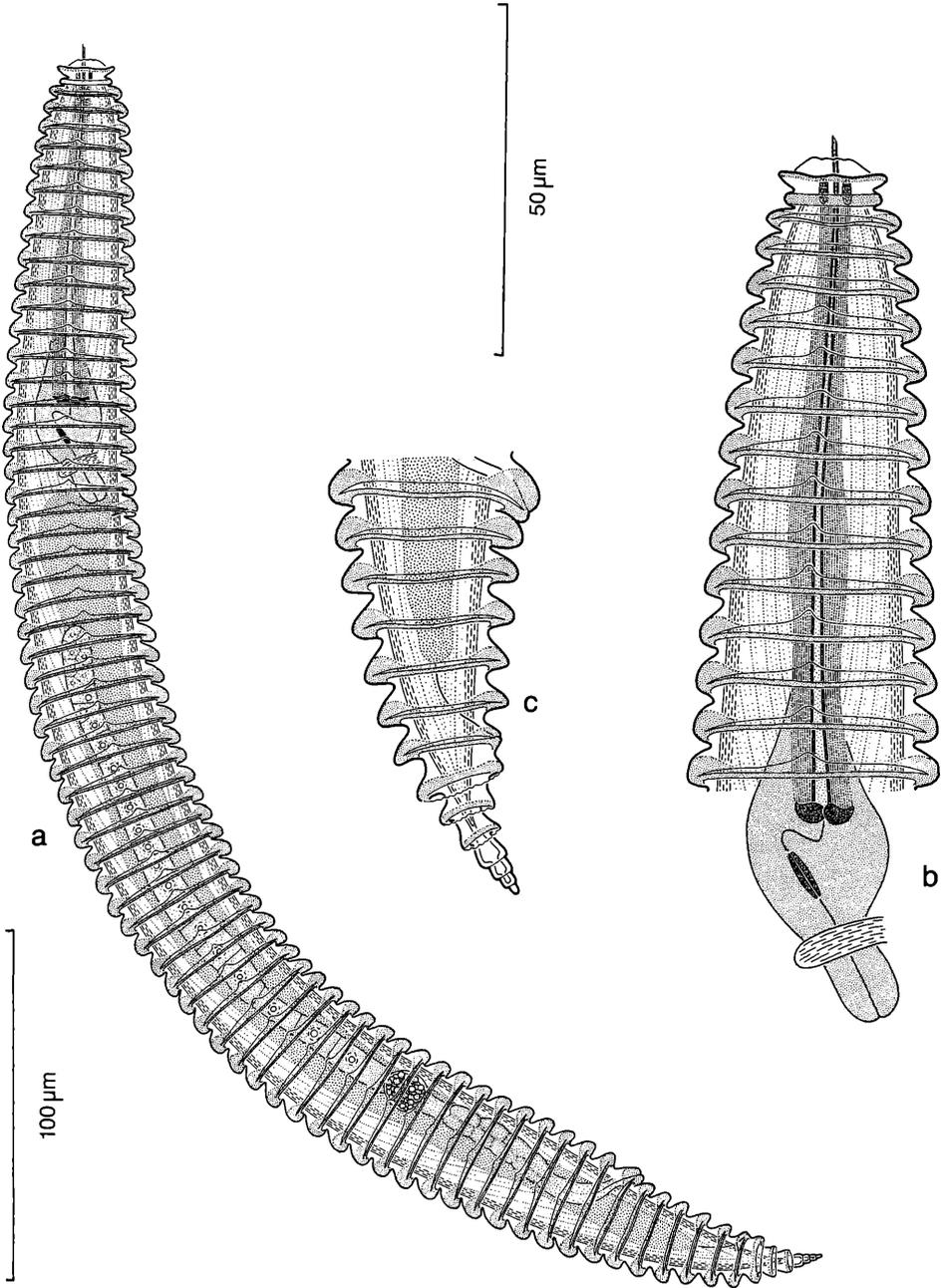


Abbildung 7. *Criconema (Criconema) tribule* (RASKI & GOLDEN, 1966) SIDDIQI, 1986, Weibchen aus Schluttenbach: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz.



3.2 *Criconema (Criconema) boagi* n. sp. (Abb. 8)

Typus ♀: n = 1, L = 0,460 mm, a = 14,0, b = 3,6, c = 19,3, V = 86,8%.

Locus typicus: Großbritannien, Gloucester, 6 Meilen östlich von Stroud (UTM-Gitter SO 939018), Laubwald auf Lehmboden, 183 m. ü. M., 19. 04. 1971.

Körper relativ schlank mit deutlicher Ringelung. Insgesamt 76 Ringel, davon entfallen auf den Mundstachel 18 und auf den postularen Bereich 13 (RV = 14). Die beiden ersten Ringel sind schmaler als die folgenden, der zweite enger als der erste (Durchmesser des ersten Ringels 16 µm) und sie sind nicht durch einen Pseudoringel getrennt. Die Ringelbreite in der Körpermitte beträgt 6–6,5 µm.

Mit Ausnahme der ersten beiden Ringel alle Ringel etwa nach hinten gerichtet, gerundet. Die laterale Kutikulaornamentierung entspricht derjenigen von *C. princeps* und *C. tribule*.

Der Stachel ist 102 µm lang mit großen, nach vorn ausgezogenen Knöpfen. Der Mittelbulbus des Ösophagus ist nur schwach vom Endbulbus abgesetzt. Der Exkretionsporus liegt in Höhe des Ösophagusendes am 22. Ringel. Der Darm ist kaum erkennbar. Der After mündet am sechsten Ringel hinter der Vulva.

Die Gonade liegt rechts des Darms, ist einfach, nach vorn gerichtet und erstreckt sich über etwa 35 Ringel. Die Spermathek enthält kleine runde Spermien und liegt etwa 10 Ringel vor der Vulva.

Diagnose: Eine *Criconema*-Art mit über 70 glatten Ringeln, die lateral in die Ringelzwischenräume vorgewölbt sind, die einen keilförmigen Schwanz und zwischen dem ersten und zweiten Körperringel keinen Pseudoringel besitzt.

Die Art steht *C. princeps* und *C. tribule* nahe, unterscheidet sich jedoch von beiden durch die höhere Ringelzahl, den größeren RV-Wert, von *C. princeps* zusätzlich durch das Fehlen eines Pseudoringels und von *C. tribule* durch den schlankeren Kopf.

Der Typus befindet sich in der Nematodensammlung des Commonwealth Institute of Parasitology, St. Albans, Großbritannien.

4. Literatur

- ANDRASSY, I. (1962): Neue Nematodenarten aus Ungarn. I. Zehn neue Arten der Unterklasse Secernentea (Phasmidia). – Acta Zool. Hung., **8**: 1–23; Budapest.
- ANDRASSY, I. (1979): Revision of the subfamily Criconematidae TAYLOR, 1936 (Nematoda). – Opusc. zool., **16**: 11–57; Budapest.
- BROWN, G. L. (1959): Three new species of the genus *Paratylenchus* from Canada (Nematoda: Criconematidae). – Proc. Helminth. Soc. Wash., **26**: 1–8; Washington.
- COHN, E. & AUSCHER, R. (1971): Seasonal occurrence of *Longidorus vineacola* on celery in Israel and its control. – Israel J. agric. Res., **21**: 23–25; Rehovot.
- DE CONINCK, L. A. P. (1931): Sur trois espèces nouvelles de nématodes libres trouvés en Belgique. – Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique, **7**: 1–15; Bruxelles.
- DE GRISSE, A. & LOOF, P. A. A. (1965): Revision of the genus *Criconemoides* (Nematoda). – Meded. Landbouwhoges. Opzoekingsst., **30**: 577–603; Gent.
- DE GRISSE, A. & LOOF, P. A. A. (1967): *Macroposthonia annulatifformis* n. sp. (Criconematidae). – Nematologica, **13**: 459–465; Leiden.
- DE GRISSE, A. & LOOF, P. A. A. (1970): Intraspecific variation in some Criconematidae (Nematoda). Meded. Rijksfac. Landb. Gent, **35**: 41–63; Gent.
- FURSTENBERG, J. P. & HEYNS, J. (1978): The effect of cultivation on nematodes. Part I. *Rotylenchulus parvus*. – Phytophylactica, **10**: 77–80; Pretoria.
- GERAERT, E. (1965): The genus *Paratylenchus*. – Nematologica, **11**: 301–334; Leiden.
- GISIN, H. (1964): Synthetische Theorie der Systematik. – Z. zool. Syst. Evol.-forsch., **2**: 1–17; Frankfurt.
- GRIFFIN, G. D. & DARLING, H. M. (1964): An ecological study of *Xiphinema americanum* COBB in vineyard spruce nursery. – Nematologica, **10**: 471–479; Leiden.
- HARRIS, A. R. (1979): Seasonal populations of *Xiphinema index* in vineyard soils of North-Eastern Victoria, Australia. – Nematologica, **25**: 336–347; Leiden.
- HOFMÄNNER, B. & MENZEL, R. (1914): Neue Arten freilebender Nematoden aus der Schweiz. – Zool. Anz., **44**: 80–91; Jena.
- LOOF, P. A. A. & DE GRISSE, A. (1965): Observations on *Nothocriconema princeps* (ANDRASSY 1962). – Meded. Landbouwhoges. Opzoekingsst., **30**: 1405–1409; Gent.
- LOOS C. A. (1948): Notes on free-living and plant-parasitic nematodes of Ceylon 3. – Ceylon J. Sci., **23**: 119–124; Colombo.
- MICOLETZKY, H. (1922): Die freilebenden Erdnematoden. Arch. Naturgesch., **87** (A): 1–650; Berlin.
- MUCHINA, T. I. (1981): Fauna nematod zamanichi primorskogo kraja. – Svobod. fitopat. Nem. Fauny Vostoka: 41–62; Vladivostok.
- MUKHOPADHYAYA, M. C. & PRASAD, S. K. (1968): Population dynamics of *Tylenchorhynchus*. Nematologica, **14**: 404–418; Leiden.
- OOSTENBRINK, M. (1960): The family Criconematidae. – [In:] J. N. & JENKINS, W. R. (Hrsg.): Nematology: 196–205; Chapel Hill (University of North Carolina Press).
- RASKI, D. J. (1962): Paratylenchidae n. fam. with descriptions of five new species of *Gracilacus* n. gen. and an emendation of *Cacopaurus* THORNE, 1943, *Paratylenchus* MICOLETZKY, 1922 and Criconematidae THORNE, 1943. – Proc. Helminth. Soc. Wash., **29**: 189–207; Washington.
- RASKI, D. J. & GOLDEN, A. M. (1966): Studies on the genus *Criconemoides* TAYLOR, 1936 with descriptions of eleven new species and *Bakernema variabile* n. sp. (Criconematidae: Nematoda) – Nematologica, **11**: 501–565; Leiden.
- RASKI, D. J. (1976): Revision of the genus *Paratylenchus* MICOLETZKY, 1922 and descriptions of new species. Part III of three parts. – J. Nematol., **8**: 97–115; DeLeon Springs.
- RASKI, D. J. & LUC, M. (1985): A reappraisal of the genus *Criconema* HOFMÄNNER & MENZEL, 1914 (Nematoda: Criconematidae). – Rev. Nématol., **7**: 323–334; Paris.
- SIDDIQI, (1986): Tylenchida. Parasites of plants and insects. – 645 S.; Slough (Commonwealth Agricultural Bureaux).
- TARJAN, A. C. (1960): A review of the genus *Paratylenchus* MICOLETZKY, 1922 (Paratylenchinae: Nematoda) with a des-

- cription of two new species. – Ann. N. Y. Acad. Sci., **84**: 329–390; New York.
- TAYLOR, A. L. (1936): The genera and species of Criconematinae, a sub-family of the Anguilluliniidae (Nematoda). – Trans. Americ. Micr. Soc., **55**: 391–421; Columbus.
- VOLZ, P. (1951): Untersuchungen über die Mikrofauna des Waldbodens. – Zool. Jb. (Syst.), **79**: 514–566; Jena.
- YEATES, G. W. (1982): Variation of pasture populations over thirty-six months in a summer dry silt loam. – Pedobiologia, **24**: 329–346; Jena.

Corrigendum

1983 beschrieb B. A. EBSARY (J. Nematol. **15**: 363–366) eine *Pungentus*-Art unter dem Namen *P. porosus*. *Pungentus porosus* ZELL, 1986 (Carolinea **44**: 116) ist somit primäres Homonym. Gemäß Artikel 53 der internationalen Regeln für die Zoologische Nomenklatur muß *P. porosus* ZELL, 1986 verworfen und ersetzt werden. Ich benenne die Art daher *Pungentus roposus* nom. nov. (= *P. porosus* ZELL, 1986 nec *P. porosus* EBSARY, 1983).

HERBERT ZELL

Nematoden eines Buchenwaldbodens

9. Die Cephaloben (Nematoda, Rhabditida)

Kurzfassung

Fünf Arten der Unterordnung Cephalobina werden aus dem Untersuchungsgebiet Schluttenbach beschrieben. Zwei Arten, *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968 und *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) ANDRASSY, 1984 werden erstmals in Europa nachgewiesen. Zwei weitere Arten, *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. und *Drilocephalobus humophilus* n. sp., erwiesen sich als neu. *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. ist charakterisiert durch den Besitz von 3 Lippen, eines langen Uterussacks beim Weibchen und eines Präanalpapillenpaares beim Männchen. *Drilocephalobus humophilus* n. sp. trägt eine unscheinbare Ringelung, das Weibchen besitzt einen kleinen Uterussack, und beim Männchen münden die Prä- und Adanalpapillen auf Vorwölbungen der Kutikula. *Acrobelooides buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933 kann von *A. nanus* (DE MAN, 1880) ANDERSON, 1968 durch 3 Linien im Seitenfeld (*A. nanus* 5) sowie durch den Besitz eines Uterussacks unterschieden werden.

Abstract

Nematodes of a beech wood soil 9. The Cephalobs (Nematoda, Rhabditida)

Five species of the sub-order Cephalobina occurring in the Schluttenbach research area are going to be described. Two of them, *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968 and *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) ANDRASSY, 1984 were found in Europe for the first time. Two other species, *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. and *Drilocephalobus humophilus* n. sp. are new to science. *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. has got 3 lips, the female has a long uterus sac and the male one pair of preanal papillae. *Drilocephalobus humophilus* n. sp. has got an obscure annulation, the female has a short uterus sac and the orifices of the pre- and adanal papillae of the male are situated on semi-globular protrusions of the cuticle. *Acrobelooides buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933 can be differentiated from *A. nanus* (DE MAN, 1880) ANDERSON, 1968 by its 3 lines in the lateral field (5 in *A. nanus*) and by the presence of an uterus sac.

Résumé

Nématodes du sol d'une forêt de hêtre 9. Les Céphalobes (Nematoda, Rhabditida)

On décrit cinq espèces du sous-ordre Cephalobina de la région expérimentale de Schluttenbach. Deux espèces, *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968 and *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) ANDRASSY, 1984 ont été trouvées pour la première fois en Europe. Deux autres, *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. et *Drilocephalobus humophilus* n. sp. sont nouvelles. *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp. est caractérisé par ses 3 lèvres, le long sac utérin de la femelle et par une paire de papilles préanales chez le mâle. *Drilocephalobus humophilus* n. sp. a une an-

nulation obscure, la femelle a un petit sac utérin et les papilles pré- et adanales du mâle sont situées sur des semi-globulaires protrusions cuticulaires. *Acrobelooides buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933 se diffère de *A. nanus* (DE MAN, 1880) ANDERSON, 1968 par ses 3 lignes dans les champs latéraux (*A. nanus* 5) et par la présence d'un sac utérin.

Autor

Dr. HERBERT ZELL, Institut für Biologie II, RWTH Aachen, Kopenikusstr. 16, D-5100 Aachen.

1. Einleitung

Die Vertreter der Cephalobina sind typische Bodenbewohner, die sich überwiegend von Bakterien bzw. deren Metaboliten ernähren. Ihre ökologische Bedeutung dürfte in einzelnen Fällen bedeutend sein. So wiesen CAYROL, COUDERC & EVRARD (1977) nach, daß *Cephalobus parvus* Bakterien der der Gattung *Rhizobium* aufnimmt. Die Bakterien werden jedoch nicht verdaut, sondern wieder ausgeschieden, *Cephalobus parvus* nutzt allerdings die von den Bakterien stammenden Metabolite. Hierdurch wird *C. parvus* zum Vektor von *Rhizobium*, dessen Wichtigkeit im Ökosystem die Autoren folgendermaßen schildern (S. 88): „L'ensemencement bactérien des sols au moyen de ces animaux s'avère d'ailleurs beaucoup plus efficace qu'un ensemencement direct des cultures de bactéries, car d'une part les Nématodes se déplacent rapidement, aussi bien horizontalement que verticalement, et disséminent ainsi les colonies rhizobiennes dans toute la masse du sol et, d'autre part, ils sécrètent des substances actives qui stimulent la croissance bactérienne.“

Im Untersuchungsgebiet ist die Unterordnung der Cephalobina mit insgesamt 5 Arten vertreten, von denen nur eine, *Acrobelooides buetschlii* (DE MAN, 1884) bisher aus Europa bekannt ist. *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968 wurde bisher nur aus Paraguay (ANDRASSY, 1968) und Vietnam (ANDRASSY, 1970), *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) aus Ostsibirien gemeldet. Zwei Arten, je ein Vertreter der Gattung *Panagrolaimus* und der Gattung *Drilocephalobus*, erwiesen sich als neu.

2. Gattung *Heterocephalobus* (BRZESKI, 1960)
BRZESKI, 1961

2.1 *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968 (Abb. 1 und 2)

♀: n = 1, L = 0,393 mm, a = 24,6, b = 3,9, c = 5,9, V = 57,3%.

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fa-

getum), Laubstreu.

♀: n = 1, L = 0,397 mm, a = 20,9, b = 3,5, c = 5,8, V = 58,0%.

Peru, Depto. Junin, San Ramon, alte Kaffeeplantage, Streu, 1150 m. ü. M., 20. 10. 1980, leg BECK & MITTMANN. Die Tiere sind klein und mäßig schlank. Die Kutikula ist geringelt, die Ringelbreite beträgt 0,9 (Schluttenbach) –

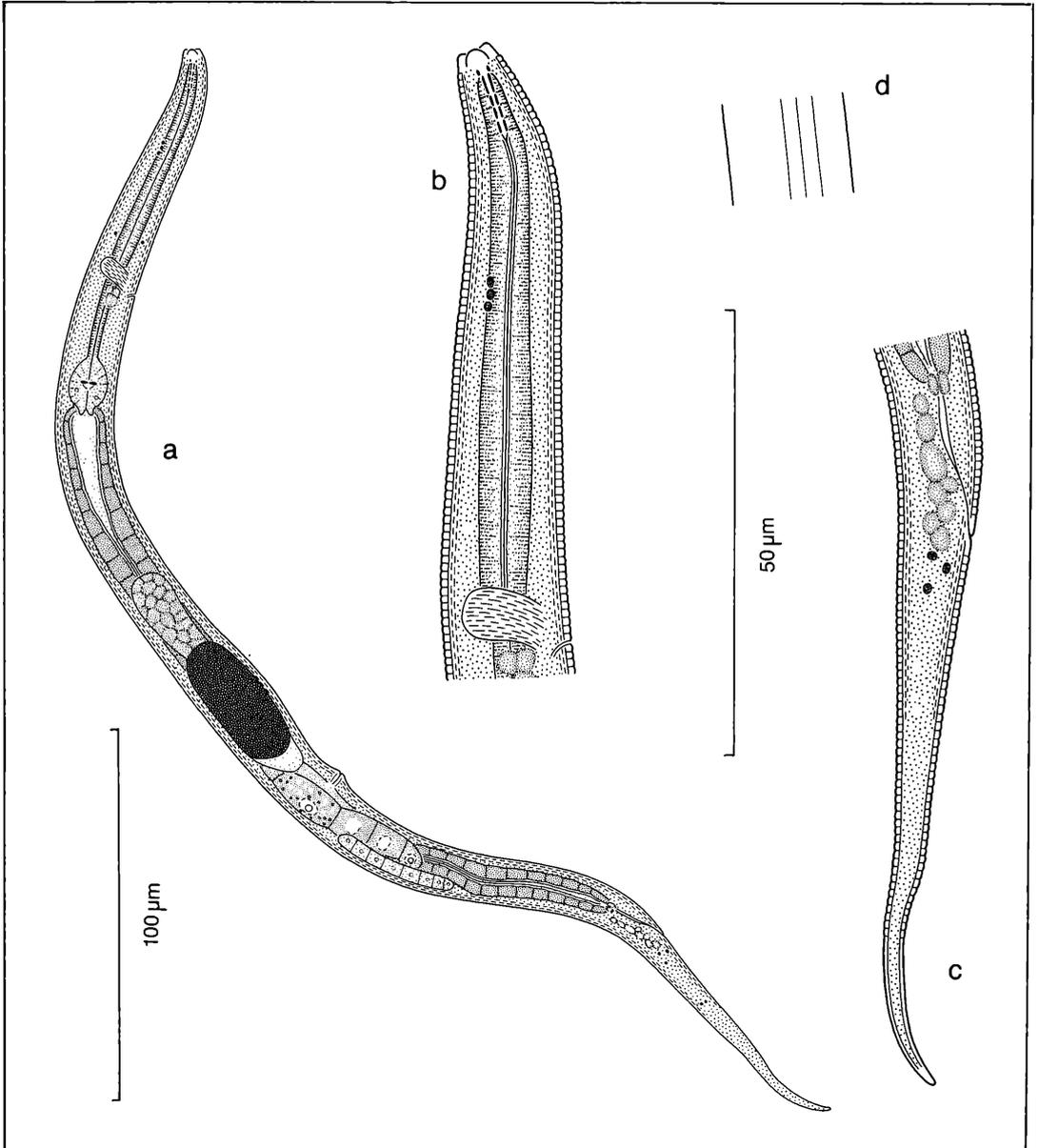


Abbildung 1. *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968, Weibchen aus Schluttenbach: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

1,3 μm (Peru). Das Seitenfeld ist 3,5–5 μm breit mit 3 Linien.

Der Kopf ist um 5 μm breit und nicht abgesetzt, er trägt 3 rundliche bis schwach winklige Lippen. Die Amphidien münden in Höhe des Cheilostoms.

Die Mundhöhle ist 11–12 μm lang und kutikularisiert, das Cheilostom kaum breiter als die übrige Mundhöhle. Das Metastom trägt dorsal eine winzige zahnartige Ver-

dickung. Der Ösophagus weist im Bereich der Mundhöhle Querfalten auf, er ist 101–114 μm lang und muskulös. Der Corpus verbreitert sich nach hinten allmählich und ist gegen den schlankeren Isthmus abgegrenzt. Der Übergang Corpus-Isthmus liegt bei 60–64 % der Gesamtlänge des Ösophagus. Der Nervenring liegt im Bereich der Übergangsstelle. Der Exkretionsporus mündet in Höhe des Nervenrings oder unmittelbar da-

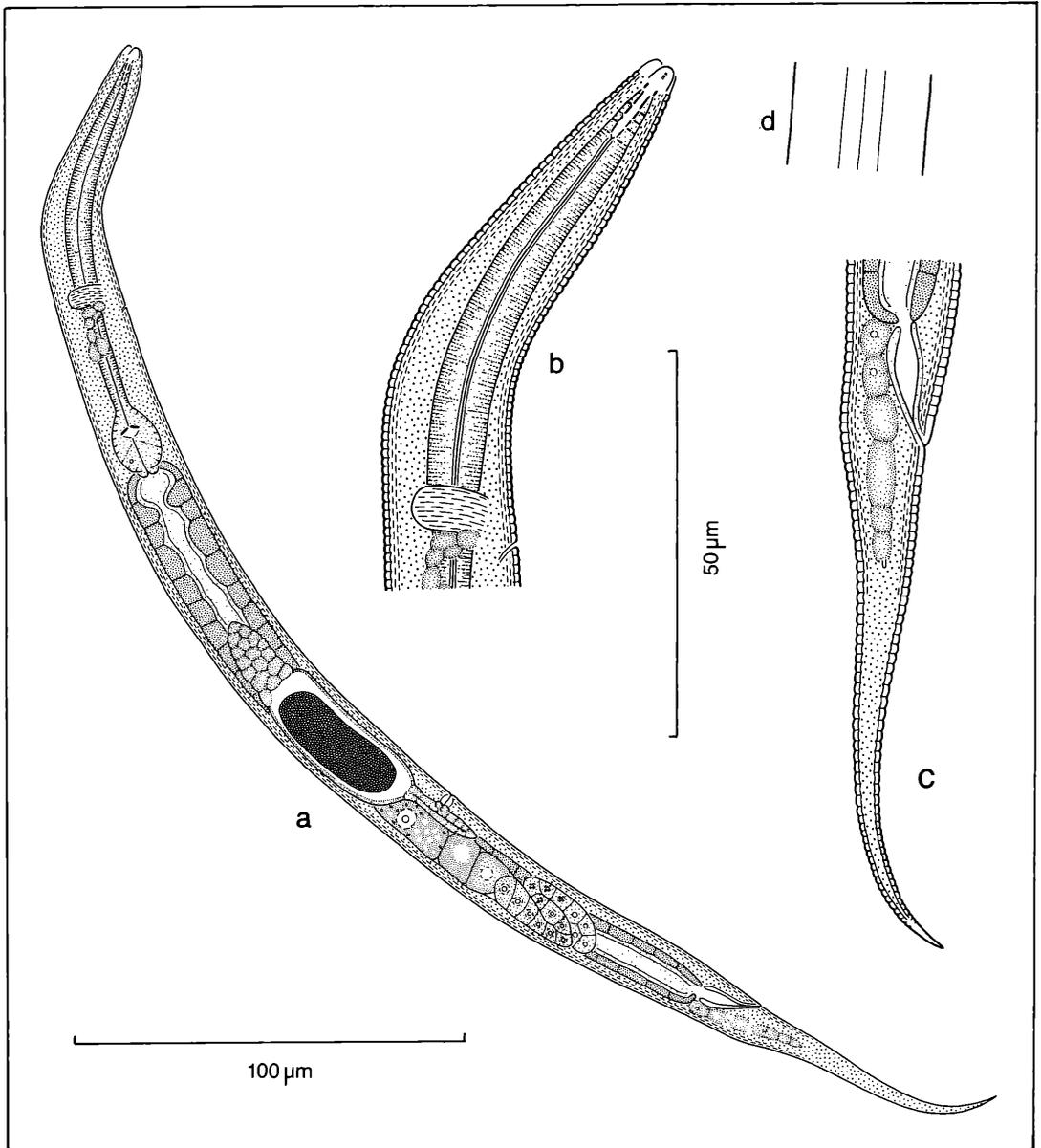


Abbildung 2. *Heterocephalobus loofi* ANDRASSY, 1968, Weibchen aus Peru: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

hinter, 69–74 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 65–69% der Ösophaguslänge bzw. 17,6–18,6% der Gesamtlänge. Der Endbulbus ist rundlich und trägt einen kräftigen Klappenapparat. Eine sehr kurze Cardia ragt in das Darmlumen.

Der Darm besteht aus großen Zellen, er ist weitlumig, der Mikrovillisaum ist deutlich. Die Rektallänge beträgt etwa das 1,5- bis 2fache der analen Breite.

Die Vulva liegt hinter der Körpermitte, der Abstand Vulva–Anus beträgt das 1,4- bis 1,5fache der Schwanzlänge. Die Vulva ist schwach bis stark prominent, die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt knapp ein Viertel der korrespondierenden Körperbreite. Nur der vordere Gonadenast ist ausgebildet, dieser liegt rechts des Darms, ist homodrom umgeschlagen und reicht caudal weit über die Vulva hinaus. Die Spermathek liegt am Gonadenumschlag und enthält keine Spermien. Der umgeschlagene Teil der Gonade ist gefaltet. Ein postvulvarer Uterussack von 11–12 µm Länge ist ausgebildet.

Der Schwanz ist 67–69 µm lang, konisch und spitz zulaufend. Die Ringelung endet vor der Schwanzspitze. Die Phasmidien liegen am Ende des ersten Schwanzviertels.

Die beiden vorliegenden Tiere unterscheiden sich etwas von den von ANDRASSY (1968, 1970) beschriebenen: Das Seitenfeld ist etwas breiter und die Ringelung bei dem Tier aus Schluttenbach enger. Zudem erwähnt ANDRASSY eine prärektale Einschnürung etwa 3–4 Körperbreiten vor dem Enddarm. Ob diese aber tatsächlich existiert, ist nicht völlig sicher. Sie müßte im Bereich der Gonadenfaltung liegen und die Abbildungen ANDRASSY's (1968, 1970) lassen in diesem Bereich keine Einschnürung erkennen. Eine erstaunliche Übereinstimmung zeigt das Tier aus San Ramon mit den von ANDRASSY abgebildeten Tieren aus Paraguay und Vietnam im Bereich der Gonade. Bei allen diesen Tieren liegen zwischen Vulva und der ersten Falte 7–8 Oozyten, im daran anschließenden, nach vorn laufenden Abschnitt 4–5 und nach der zweiten Falte stehen nochmals 3 bzw. 4 Oozyten einzellig. Zudem sind bei diesen Tieren die Gonadenumschläge nach ventral gefaltet, bei dem Tier aus Schluttenbach dagegen dorsal. Leider liegen von *H. loofi* noch zu wenige Tiere vor, um Aussagen über die Stabilität des Merkmals zu machen. Sollte sich die ventrale Faltung innerhalb der einzelnen Populationen als konstant erweisen, wäre die Zuordnung des Schluttenbacher Tieres zu *H. loofi* erneut zu überprüfen, da dieses zudem noch eine engere Ringelung trägt. Das Tier aus Schluttenbach stelle ich daher mit Vorbehalt zu dieser Art.

3. Gattung *Cephalobus* BASTIAN, 1865

3.1 *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) ANDRASSY, 1984 (Abb. 3)

1968 *Acrobeloides rectiprocerus* – SHAVROV, Soobshch. Dalnevost. Fil. Kom. Akad. Nauk, SSSR 26: 139.

? 1959 *Cephalobus nanus* DE MAN–ANDRASSY, Ann. Univ. Sci. Bpest. 2: 4.

♀ ♀: n = 28, L = 0,269–0,373 mm, a = 11,2–17,4, b = 2,6–3,5, c = 13,6–18,7, V = 55,7–66,9%.

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), Laubstreu.

♀ ♀: n = 9, L = 0,283–0,364 mm, a = 14,2–18,1, b = 3,1–3,6, c = 14,6–17,3, V = 60,9–67,1%.

Belgien, Hohes Venn, Baraque Michel, Graswurzelfilz am Rande des Moores in der Nähe des Parkplatzes, 19. 5. 1986.

Die Tiere sind klein und plump. Die Kutikula ist geringelt, die Ringelbreite beträgt 1–1,8 µm. Das Seitenfeld ist 4–5,5 µm breit mit 4 Linien.

Der Kopf ist 6–8 µm breit und trägt drei Lippen, von denen eine etwas kleiner als die übrigen ist. Die Amphidien sind porusartig und münden an der Lippenbasis.

Die Mundhöhle ist 12–15 µm lang und kutikularisiert, das Cheilostom ist breiter als die übrigen Abschnitte. Das Metastom weist dorsal eine zahnartige Verdickung auf. Der Ösophagus ist 81–114 µm lang und muskulös. Der Corpus verbreitert sich nach hinten kaum, er ist nur undeutlich gegen den etwas schlankeren Isthmus abgegrenzt. Der Übergang Corpus-Isthmus befindet sich bei 60–75% der Gesamtlänge des Ösophagus. Der Nervenring liegt im Endbereich des Corpus oder an der Übergangsstelle Corpus-Isthmus. Der Exkretionsporus mündet vor dem Nervenring, 41–62 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 44–60% der Ösophaguslänge bzw. 13,7–18% der Gesamtlänge. Der Endbulbus ist rundlich und trägt einen kräftigen Klappenapparat. Eine kurze Cardia ragt in das Darmlumen.

Der Darm besteht aus großen Zellen, er ist weitlumig, der Mikrovillisaum ist deutlich. Die Rektallänge beträgt etwa das 1½fache der analen Breite.

Die Vulva liegt hinter der Körpermitte, der Abstand Vulva–Anus beträgt das 4- bis 6fache der Schwanzlänge. Die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa ein Viertel der korrespondierenden Körperbreite. Nur der vordere Gonadenast ist ausgebildet, dieser liegt rechts des Darms, ist homodrom umgeschlagen, der Umschlag reicht caudal weit über die Vulva hinaus. Die Spermathek liegt am Gonadenumschlag und enthält keine Spermien. Der umgeschlagene Teil der Gonade ist bei jungen Weibchen (kleiner als 280–290 µm) gestreckt, bei älteren gefaltet. Ein kleiner postvulvarer Uterussack von 4–11 µm Länge ist ausgebildet.

Der Schwanz ist stumpf gerundet, seine Länge beträgt das 1,4- bis 2fache der analen Breite und kann in Einzelfällen terminal schwach gekerbt sein. Auf der Ventralseite trägt der Schwanz 10–13 Ringel. Die Phasmidien liegen kurz hinter dem After.

In allen Merkmalen stimmen die Tiere mit der Beschreibung SHAVROV's sehr gut überein.

4. Gattung *Acrobelooides* (COBB, 1924) THORNE, 1937

4.1 *Acrobelooides buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933 (Abb. 4)

1873 *Cephalobus persegnis* BASTIAN – BÜTSCHLI, Nova Acta Leop. 36 (5): 80.

1884 *Cephalobus bütschlii* – DE MAN, Monographie (Leiden): 92.

1921 *Cephalobus (Acrobeles) bütschlii* DE MAN – DE MAN, Capita Zool. 1: 21.

1922 *Cephalobus persegnis* v. *bütschlii* (DE MAN) – MICOLETZKY, Arch. Naturgesch. 87 (A): 283.

1925 *Acrobeles (Acrobelooides) bütschlii* DE MAN, 1885 – THORNE, Trans. Amer. Micr. Soc. 44: 179.

♀ ♀: n = 3, L = 0,337–0,442 mm, a = 13,6–16,0, b = 3,1–3,5, c = 14,7–15,5, V = 60,1–67,2%.

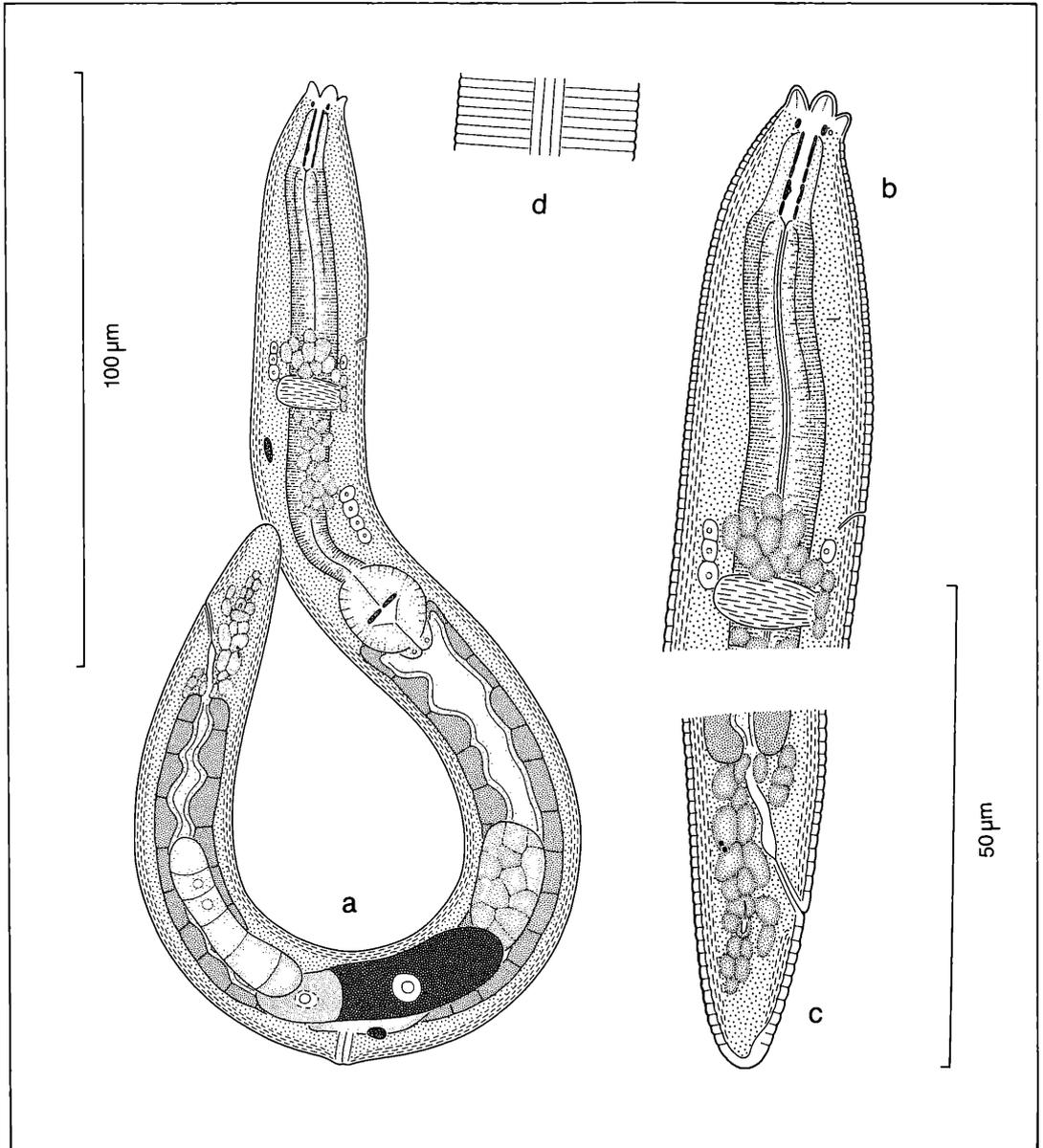


Abbildung 3. *Cephalobus rectiprocerus* (SHAVROV, 1968) ANDRASSY, 1984, Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), Laubstreu.

Die Tiere sind relativ klein und plump. Die Kutikula ist geringelt, die Ringelbreite beträgt 1,3–2 µm. Das Seitenfeld ist etwa 4 µm breit mit 3 Linien.

Der Kopf ist 7–8,5 µm breit und durch sehr seichte Einschnitte in Läppchen geteilt. Er trägt 3 kegelförmig-gerundete Lippenanhänge. Die Amphidien sind porusartig und münden in Höhe des Prostomium.

Die Mundhöhle ist 13–15 µm lang und kutikularisiert, das Cheilostom breiter als die übrige Mundhöhle. Das Metastom weist dorsal eine schwach zahnartige Verdickung auf. Der Ösophagus ist 101–119 µm lang und muskulös. Der Corpus erweitert sich nach hinten allmählich und ist in der hinteren Hälfte bulbösartig angeschwollen. Der Übergang Corpus-Isthmus befindet sich auf 59,8–67,4 % der Ösophaguslänge. Der Nervenring liegt im Isthmusbereich. Der Exkretionsporus mündet in Höhe des Nervenrings oder dahinter, 78–85 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 71–82 % der Ösophaguslänge bzw. 20–24 % der Gesamtlänge. Der Endbulbus ist rundlich und trägt einen kräftigen Klappenapparat. Eine kurze Cardia ragt in das Darmlumen.

Der Darm besteht aus großen Zellen, er ist weitlumig, der Mikrovillisaum ist deutlich. Die Rektallänge entspricht etwa der analen Breite.

Die Vulva liegt hinter der Körpermitte, der Abstand Vulva-Anus beträgt das 4- bis 6fache der Schwanzlänge. Die Vagina ist sehr kurz. Nur der vordere Gonadenast ist ausgebildet, dieser liegt rechts des Darms, ist homodrom umgeschlagen, der Umschlag reicht caudal weit über die Vulva hinaus. Die Spermathek liegt am Gonadenumschlag und enthält keine Spermien. Der umgeschlagene Teil ist bei jungen Weibchen gestreckt, bei älteren gefaltet. Ein kleiner postvulvarer Uterussack von 4–7 µm Länge ist ausgebildet.

Der Schwanz ist stumpf gerundet, seine Länge beträgt das 1,3- bis 2fache der analen Breite. Auf der Ventralseite trägt der Schwanz 10–11 Ringel. Die Phasmidien liegen kurz hinter dem After.

Acroboloides nanus (DE MAN, 1880) ANDERSON, 1968 und *A. buetschlii* sind sich äußerst ähnlich. Die Unterscheidung wird dadurch erschwert, daß das Typusmaterial von *A. nanus* nicht mehr existiert (LOOF, 1961: 170). ANDRASSY (1967:18) beschreibt *A. nanus* neu und gibt für das Seitenfeld 3 Linien an. ANDERSON (1968) stellte fest, daß die Anzahl der Linien im Seitenfeld in der Gattung *Acroboloides* artspezifisch konstant ist und beschreibt *A. nanus* aus Kanada. Diese Tiere besitzen 5 Linien im Seitenfeld. Die Zuordnung zu *A. nanus* begründet er (S. 311) mit dem Fund eines Tieres „in intercepted plant material from Holland which agreed with the description of *C. nanus* and had five incisures“ (der Fund des Tieres ist jedoch kein Beweis dafür, daß auch die von DE MAN beschriebenen Tiere 5 Linien im Seitenfeld hatten). Bei den von ANDRASSY beschriebenen Tieren handelt es sich nach ANDERSON's Meinung um Vertreter von *A. buetschlii*.

BOSTRÖM & GYDEMO (1983) führten eine umfassende Variabilitätsstudie an *A. nanus* aus schwedischen Populationen durch. Auch die von ihnen als *A. nanus* angesprochenen Tiere besitzen 5 Linien im Seitenfeld.

In seinem Bestimmungsschlüssel gibt ANDRASSY (1984) nun wiederum für *A. nanus*, 3, für *A. buetschlii* 5 Linien im Seitenfeld an, spricht allerdings die Vermutung aus, daß die beiden Arten möglicherweise identisch seien. Es stehen sich demnach zwei Ansichten gegenüber: Nach ANDERSON und BOSTRÖM & GYDEMO besitzt *A. nanus* 5 Linien im Seitenfeld, *A. buetschlii* 3, nach ANDRASSY *A. nanus* 3 Linien und *A. buetschlii* 5.

Die vorliegenden Tiere stelle ich zu *A. buetschlii* und begründe dies wie folgt: *A. nanus* und *A. buetschlii* werden in der Literatur zwar häufig genannt, ausführliche Beschreibungen und Abbildungen sind jedoch äußerst selten. Vergleicht man diese miteinander und mit den vorliegenden Tieren, so fällt eine Korrelation von zwei Merkmalen auf. Die Tiere aus Schluttenbach besitzen ein Seitenfeld mit 3 Linien sowie einen kurzen Uterussack. Sie stimmen in diesen beiden Merkmalen mit den von ANDRASSY (1967) beschriebenen Tieren aus Ungarn und Argentinien überein. Den von ANDERSON (1968) beschriebenen Tieren aus Kanada mit 5 Linien im Seitenfeld fehlt dagegen ein Uterussack, die darin mit den von BOSTRÖM & GYDEMO (1983) beschriebenen Tieren aus Schweden übereinstimmen. Die Merkmalskombinationen 3 Linien im Seitenfeld und Uterussack bzw. 5 Linien und fehlender Uterussack sind somit über weite geographische Entfernungen konstant, stehen damit im Gegensatz zu der hohen Variabilität der Kopf- und Schwanzform und berechtigen zumindest die Auftrennung in 2 Arten.

Bleibt die Frage, welche Merkmalskombination welcher Art zugeordnet werden soll. Leider ist in der Beschreibung DE MAN's (1880:39) über die Gonade nichts erwähnt und auch die Abbildung (DE MAN, 1884: Taf. XIII, Fig. 54) zeigt keine Details. Ebenso wenig teilt BÜTSCHLI (1873: 80) Einzelheiten über die Gonaden von *Cephalobus persegnis* (Originalbeschreibung zu *A. buetschlii*) mit. Die Abbildung (Taf. VII, Fig. 51) zeigt keinen Uterussack. Die Ausbildung der Vagina, deren hintere Wand nach caudal umbiegt, weist dagegen auf einen Uterussack hin, da bei einem fehlenden Uterussack die Vagina entweder schräg nach vorn verlaufen müßte oder, bei senkrecht zur Körperlängsachse des Tieres verlaufender Vagina, deren hintere Begrenzung höchstens eine schwache caudale Vorwölbung zeigen dürfte (vgl. ANDERSON, 1968: Fig. 5; BOSTRÖM & GYDEMO 1983: Fig. 2 D–G). In gleicher Weise läßt die Abbildung DE MAN's (1921: Taf. VI, Fig. 15) von *A. buetschlii* auf einen Uterussack schließen. Durch den Besitz eines Uterussacks entsprechen die Tiere aus Schluttenbach daher eher *A. buetschlii* (DE MAN, 1884) (= *A. nanus* sensu ANDRASSY). THORNE (1961: 468) gibt für *A. buetschlii* ein Seitenfeld mit 3 Linien an und aus der Abbildung ist zu entnehmen, daß ein Uterussack nicht ausgebildet ist. Auf Grund dieser Merkmalskombination steht *A. buetschlii* sensu

THORNE zwischen *A. nanus* und *A. buetschlii*. Die Tiere unterscheiden sich jedoch von *A. nanus* und *A. buetschlii* durch die höhere Ringelzahl auf der Ventralseite des Schwanzes (14–19 gegenüber 9–12 bei Freilandtieren), so daß nicht ausgeschlossen werden kann, daß die von THORNE beschriebenen Tiere eine eigenständige Art darstellen.

Damit ergeben sich folgende Definitionen:

Schwanz mit 9–12 Ringeln, Seitenfeld mit 3 Linien, kurzer Uterussack vorhanden: *A. buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933.

Schwanz mit 9–12 Ringeln, Seitenfeld mit 5 Linien, Uterussack fehlt: *A. nanus* (DE MAN, 1880) ANDERSON, 1968.

Schwanz mit 14–19 Ringeln, Seitenfeld mit 3 Linien, Uterussack fehlt: *A. buetschlii* sensu THORNE, 1961.

RASHID, GERAERT & SHARMA (1985) untersuchten eine

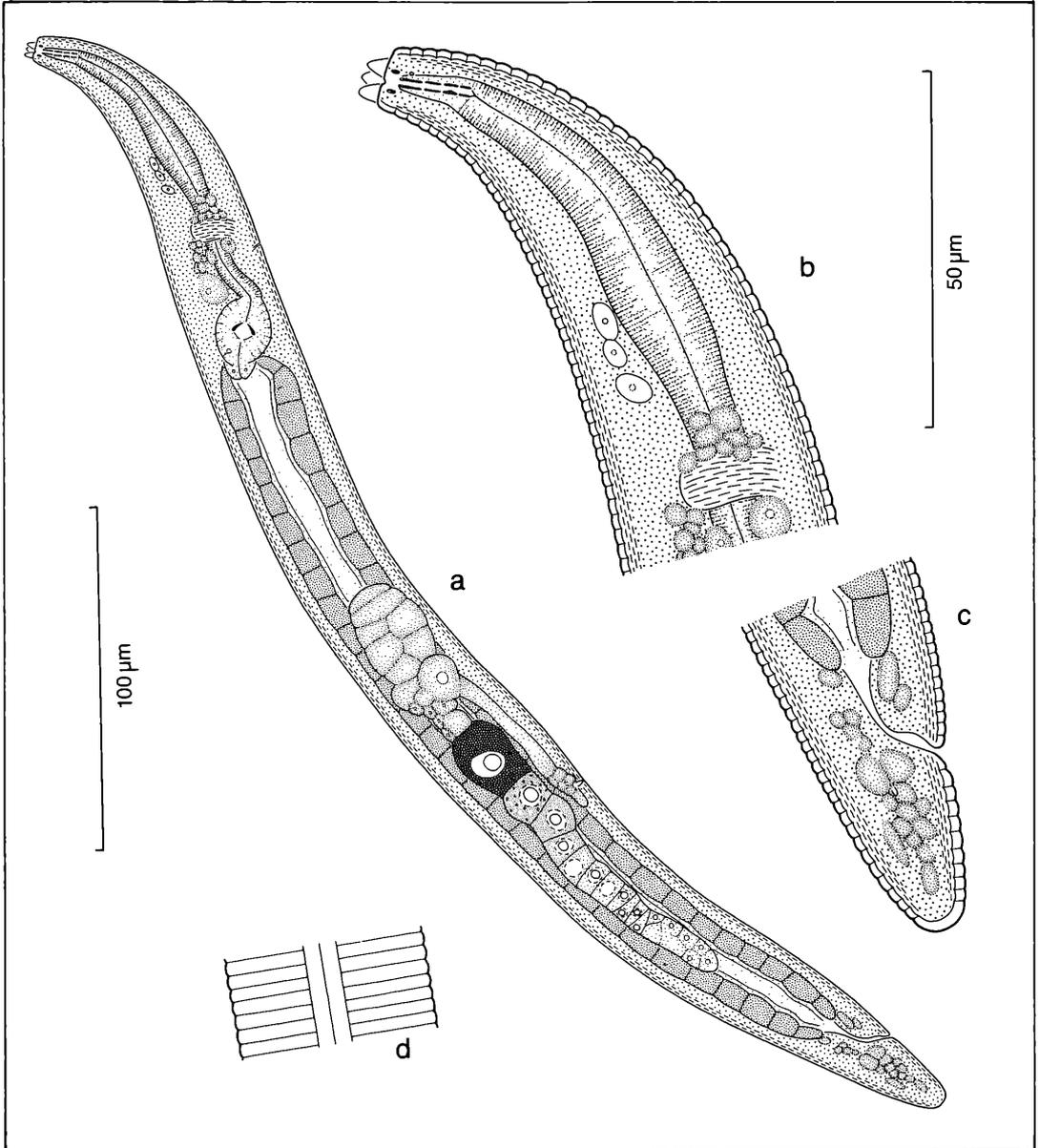


Abbildung 4. *Acrobeloides buetschlii* (DE MAN, 1884) STEINER & BUHRER, 1933, Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Vielzahl von *A. „nanus“*-Populationen aus Brasilien. Leider geben die Autoren keine Beschreibung. Sie fanden Tiere mit 3 und 5 Linien im Seitenfeld. Die abgebildeten Gonaden weisen einen Uterussack auf. Weder aus dem Text noch aus den Abbildungen ist eine Zuordnung der Teilabbildungen zueinander, z. B. der abgebildeten Gonaden zu den Linien im Seitenfeld möglich, es ist jedoch wahrscheinlich, daß die Teilabbildungen Tiere aus verschiedenen Populationen zeigen. Zudem weisen einige Schwänze (z. B. Fig. 16, C4) eine erhöhte Ringelzahl an der Ventralseite des Schwanzes auf. Außerdem scheint bei verschiedenen Tieren eine *Mucro* ausgebildet zu sein, in Merkmal, das bei *A. nanus* und bei *A. buetschlii* nicht auftritt. Es ist daher anzunehmen, daß die Autoren mehrere Arten unter dem Namen *A. nanus* zusammengefaßt haben. Eine eindeutige Klärung der Zuordnung der einzelnen von RASHID, GERAERT & SHARMA gefundenen Populationen zu bestimmten Arten würde eine detaillierte Nachuntersuchung jedes einzelnen Tieres erfordern und kann im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgen.

5. Gattung *Panagrolaimus* FUCHS, 1930

5.1 *Panagrolaimus trilabiatum* n. sp. (Abb. 5–7)

Typus ♀: L = 0,736 mm, a = 21,6, b = 4,4, c = 15,0, V = 60,4 %.

♀ ♀: n = 15, L = 0,550–0,900 mm, a = 21,6–38,3, b = 3,8–5,9, c = 13,9–20,3, V = 53,6–64,0 %.

♂ ♂: n = 10, L = 0,494–0,780 mm, a = 24,5–33,9, b = 3,5–5,2, c = 12,9–19,2.

Die Tiere sind mäßig schlank. Die Kutikula ist geringelt, die Ringelbreite beträgt 1,1–1,3 µm. Im Seitenfeldbereich sind 5 Längslinien mit 4 gleichbreiten Feldern erkennbar, ihre Gesamtbreite beträgt 9–11 µm.

Der Kopf ist kaum abgesetzt. Die 6 originären Lippen sind paarweise verschmolzen. Die Amphidien sind porusartig und münden an der Lippenbasis.

Die Mundhöhle ist kutikularisiert, das Promesostom stark, das Meta- und Telostom nur schwach. Das Metastom trägt dorsal einen kleinen Zahn. Der Ösophagus ist muskulös, der Corpus wird nach hinten zu allmählich breiter, seine Länge beträgt 55–70% der gesamten Ösophaguslänge und er ist deutlich gegen den schlankeren Isthmus abgesetzt. Der Endbulbus ist spatelförmig-oval und trägt einen kräftigen Klappenapparat. Eine Cardia, breiter als lang, ragt in das Darmlumen. Der Darm ist weitlumig mit einem deutlichen Mikrovillisaum. Weibchen: Etwas größer als das Männchen. Die Kopfbreite beträgt 7–9 µm, die Länge der Mundhöhle 8–10 µm. Der Ösophagus ist 143–170 µm lang, der Nervenring liegt im vorderen Isthmusbereich, dahinter mündet der Exkretionsporus. Dessen Mündung liegt 105–131 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 67,7–77,5% der Ösophaguslänge bzw. 13,5–19,1% der Körperlänge.

Die Vulva liegt hinter der Körpermitte, der Abstand Vulva–Anus beträgt das 4,4- bis 6,3fache der Schwanzlänge. Die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, sie ist etwa $\frac{1}{3}$ der korrespondierenden Körperbreite lang. Nur der vordere Gonadenast ist ausgebildet, dieser liegt rechts des Darms, ist homodrom umgeschlagen, der Umschlag reicht caudal weit über die Vulva hinaus. Die Spermathek liegt am Gonadenumschlag. Ein postvulvarer Uterussack ist ausgebildet, dieser ist 45–72 µm lang, dies entspricht etwa der doppelten korrespondierenden Körperbreite.

Der After ist deutlich, das Rektum etwas länger als die eininhalbfache Analbreite. Der Schwanz ist keilförmig, die Schwanzspitze nicht oder schwach abgesetzt, seine Länge entspricht der 2,4- bis 3,1fachen analen Breite.

Männchen: Die Kopfbreite beträgt 6–7 µm, die Länge der Mundhöhle 8–12 µm. Der Ösophagus ist 131–160 µm lang. Die Mündung des Exkretionsporus liegt 88–111 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 59,4–74,5% der Ösophaguslänge bzw. 15,5–18,2% der Gesamtlänge.

Nur eine Testis ausgebildet, diese liegt rechts des Darms, das vordere Ende ist umgeschlagen. Die Länge des umgeschlagenen Teils beträgt etwa $\frac{1}{5}$ der Strecke Anus–Umschlag.

Die Spicula sind gebogen, 23–24 µm lang (Mediallinie) und tragen ein breites Velum. Das Gubernaculum ist 9–11 µm lang. Ein Paar Präanalpapillen mündet etwas mehr als eine Spiculalänge vor dem Anus, in Höhe des Anus mündet ein Paar Adanalpapillen.

Der Schwanz ist konisch mit deutlich abgesetzter Spitze. Er ist 2–2,7 Analbreiten lang.

Diagnose: Eine mäßig große *Panagrolaimus*-Art mit paarweise verschmolzenen Lippen, einem langen Uterussack beim Weibchen und mit einem Präanalpapillienpaar beim Männchen.

In bezug auf die verschmolzenen Lippen und das Präanalpapillienpaar beim Männchen gleicht die Art *P. oboesus* THORNE, 1937. Letztere unterscheidet sich jedoch durch den plumperen Körper, die abweichende Schwanzform sowie durch die sich bis in den Schwanzbereich hinein erstreckende Gonade. In der Länge des Uterussacks ist sie in der Spicula- und Gubernaculumlänge zeigt die Art Übereinstimmung mit *P. spondyli* KÖRNER, 1954. *P. spondyli* besitzt jedoch 6 getrennte Lippen, einen schlankeren Schwanz beim Weibchen, bei dem die Phasmidien im ersten Drittel münden, und das Männchen trägt 2 Paar Präanalpapillen. In der Anordnung der Papillen des Männchens, im Schlankheitsgrad und in der relativen Schwanzlänge ähnelt die Art *P. subelongatus* (COBB, 1914) THORNE, 1937 sensu ANDRASSY, 1984 und *P. rigidus* (SCHNEIDER, 1866) THORNE, 1937. Von beiden unterscheidet sich *P. trilabiatum* durch den längeren Uterussack beim Weibchen, durch die kürzeren Spicula und das kürzere Gubernaculum beim Männchen sowie von *P. rigidus* zusätzlich durch die paarweise verwachsenen Lippen.

Typus: Nr. QHA-L 579,14 (36,1/103,5), Landessamm-

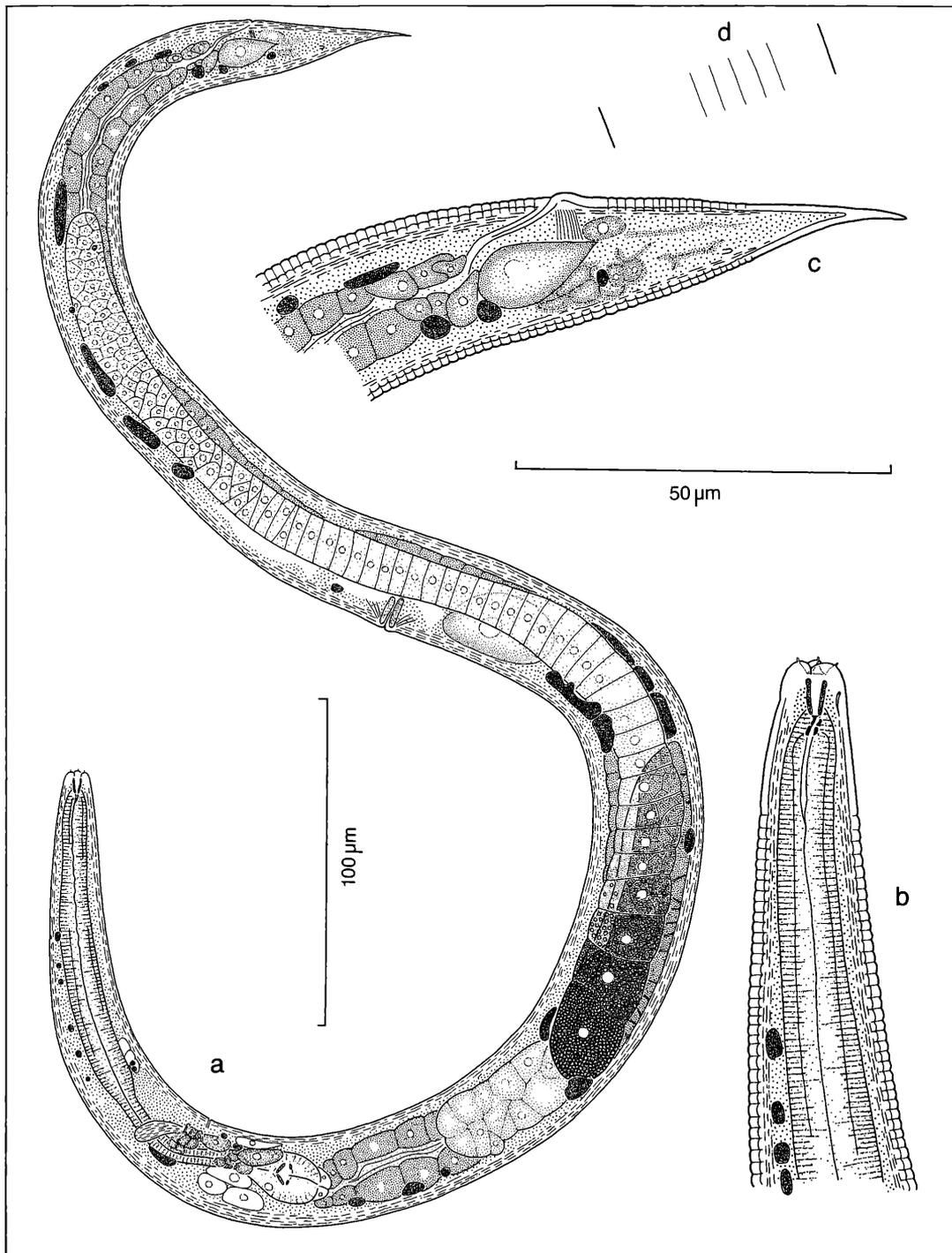


Abbildung 5. *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp., altes Weibchen mit Embryo und Lyseerscheinungen im Bereich des Uterus und des Uterussacks: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

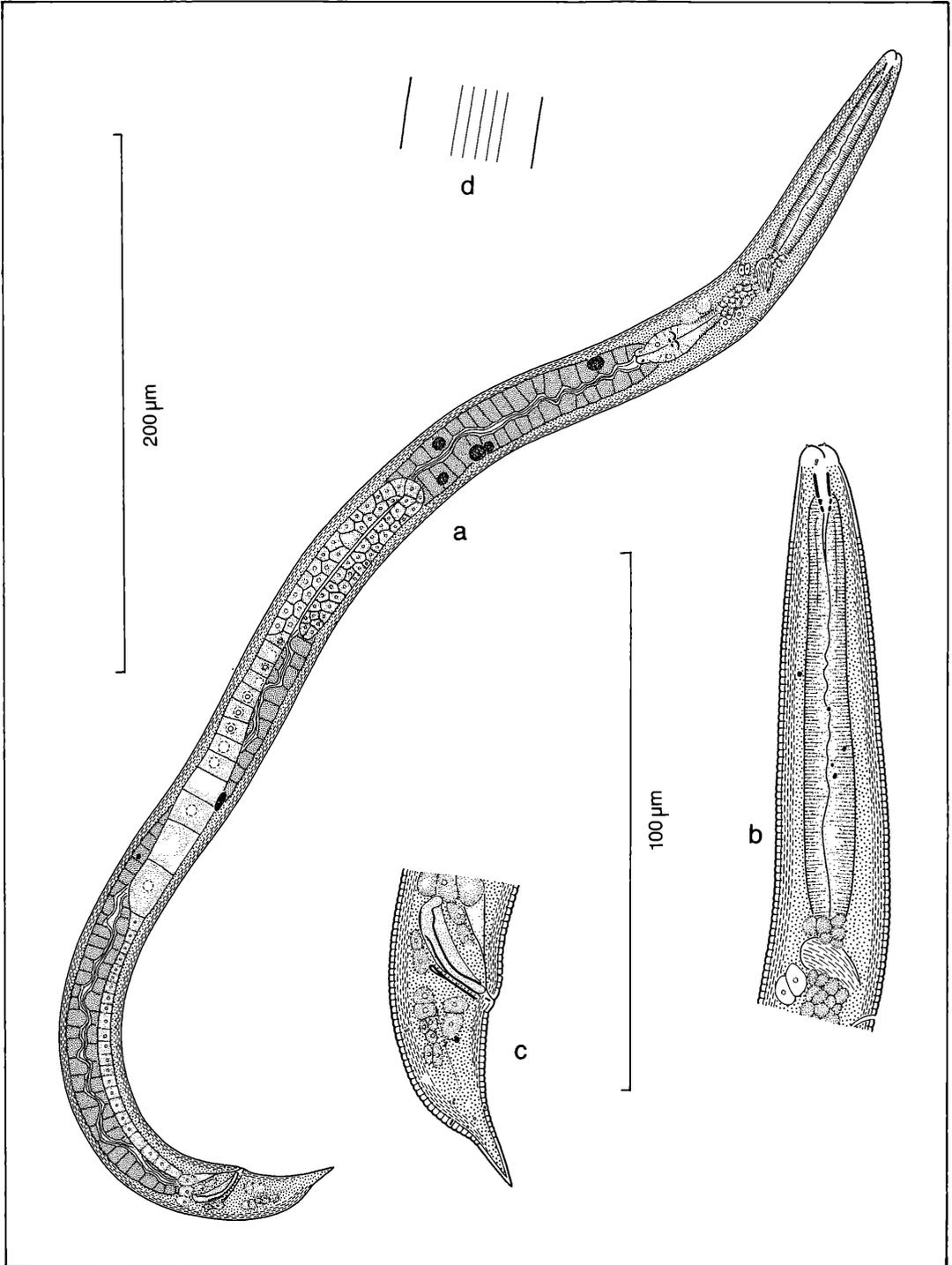


Abbildung 6. *Panagrolaimus trilabiatus* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

lungen für Naturkunde, Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

Die Art ist im Untersuchungsgebiet ein univoltiner Bewohner der obersten Streuschichten. Die Häutung zum Adultus erfolgt im Spätjahr, so daß zu Beginn des Winters junge Adulte gefunden werden. Diese sind 550–608 μm ($n = 2$ Weibchen) bzw. 494–503 μm ($n = 2$ Männchen) lang. Die Ösophaguslänge beträgt 143–145 μm bei den Weibchen, 131–143 μm bei den Männchen, der Schwanz ist 30–39 μm lang. Im weiteren Verlauf des Winters nehmen die Tiere etwas an Größe zu. Im Februar sind die Weibchen ($n = 12$) 652–900 μm lang, die Ösophaguslänge beträgt 151–170 μm , die Schwanzlänge 44–57 μm . Die Männchen ($n = 8$) erreichen eine Körpergröße von 546–780 μm , eine Ösophaguslänge von 136–160 μm und der Schwanz ist 35–42 μm lang. Die weitere Entwicklung hängt nun in starkem Maße vom Klima des jeweiligen Frühjahrs ab. Setzt relativ früh eine erste Trockenperiode im Biotop ein, wie z. B. 1981,

so gehen die Tiere in Anhydrobiose über, aus der auch durch spätere Regenfälle nicht mehr aktiviert werden. Hierbei schrumpfen die Tiere, aber nur ein geringer Teil rollt sich dabei ein. Typisch für alle Tiere ist dabei die Kontraktion des Schwanzes. Dieser erscheint nicht mehr keilförmig, sondern kuppelförmig mit aufgesetzter Spitze (Abb. 7). Die Anhydrobioseschwumpfung ist beträchtlich. So wiesen die Weibchen ($n = 33$) im August 1981 eine Körpergröße von nur 276–454 μm auf, die Männchen ($n = 10$) 323–496 μm . (Die Werte wurden gewonnen aus unmittelbar nach der Probenahme formfixierten Bodenproben, die anschließend unter dem Binokular ausgelesen wurden und so den aktuellen Zustand widerspiegeln.)

Fehlt dagegen eine Trockenperiode im Frühjahr (1979), so sterben die Weibchen teilweise zu Beginn des Sommers ab. Hierbei kann es geschehen, daß das letzte Ei sich noch im Uterus weiterentwickelt, wobei der Uterussack und der Uterus selbst bereits Lyseerscheinungen zeigen. Die Art kann daher als Beispiel für fakultative Aparität gelten.

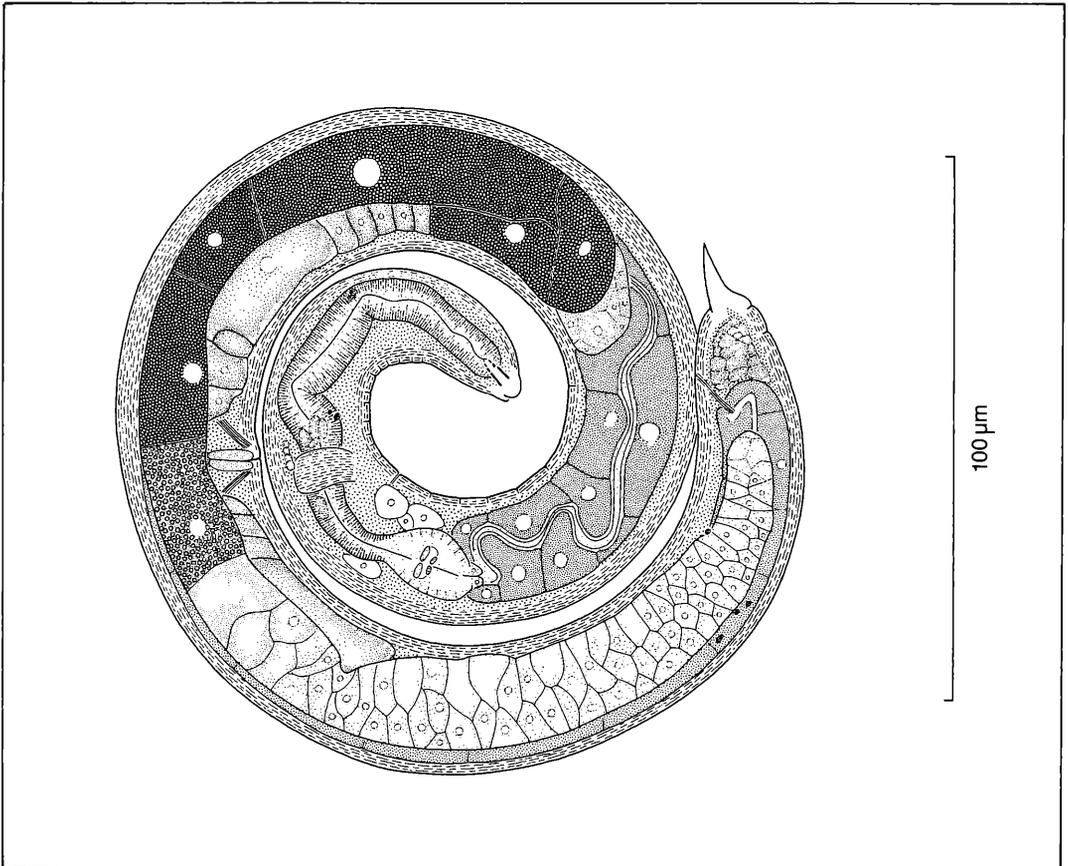


Abbildung 7. *Panagrolaimus trilabiatum* n. sp., Weibchen in Anhydrobiose.

6. Gattung *Drilocephalobus* COOMANS & GOODEY, 1965

6.1 *Drilocephalobus humophilus* n. sp. (Abb. 8 und 9)

Typus ♀: L = 0,253 mm, a = 21,1, b = 3,7, c = 13,3, V = 63,2%.

♀ ♀: n = 2, L = 0,253–0,286 mm, a = 20,4–21,1, b = 3,7–3,9, c = 10,6–13,3, V = 63,2%.

♂ ♂: n = 3, L = 0,246–0,296 mm, a = 23,9–24,7, b = 3,3–4,0, c = 11,4–11,8.

Die Tiere sind klein und mäßig schlank. Die Kutikula erscheint glatt, erst bei stärkerer Vergrößerung ist bei eini-

gen Tieren eine zarte Ringelung erkennbar. Die Ringelbreite beträgt etwa 0,7 µm. Das Seitenfeld ist 2–2,5 µm breit mit 3 Linien.

Der Kopf ist 3,5–4,5 µm breit, abgesetzt, etwas abgeflacht, mit einer schwachen Vorwölbung im Bereich der Mundöffnung. Die Lippen sind verschmolzen. Die Seitenorgane sind schlitzförmig, an der Lippenbasis gelegen und fast eine korrespondierende Körperbreite breit. Die Mundhöhle ist becherförmig, ohne erkennbare Kutikularisierungen, etwa 1,3 µm lang. Der Ösophagus ist in der vorderen Hälfte breiter, der Corpus geht kaum merklich in den etwas schlankeren Isthmus über. Der Nervenring liegt etwa in der Mitte des Isthmus. Der Exkre-

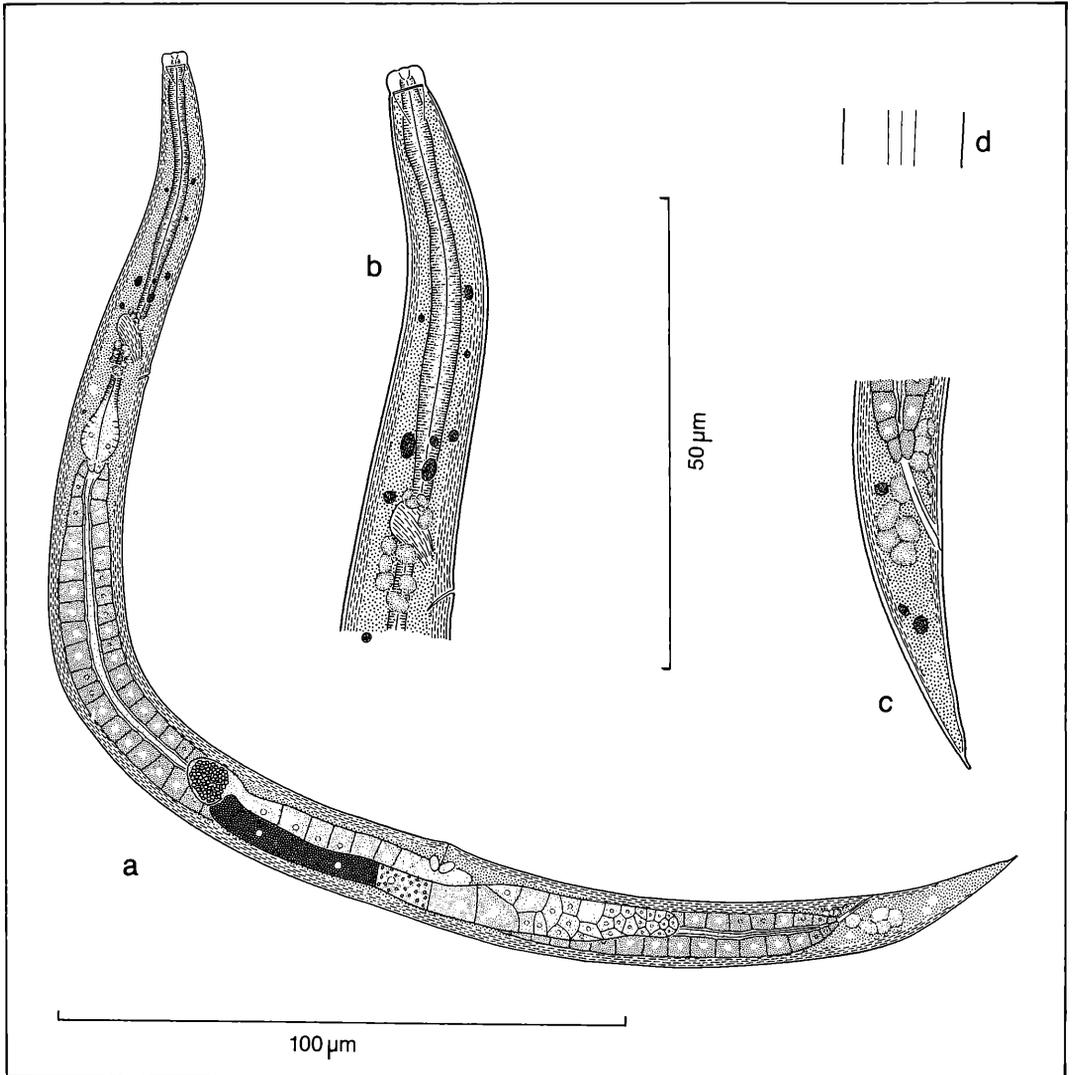


Abbildung 8. *Drilocephalobus humophilus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

tionsporus mündet kurz hinter dem Nervenring, 50–56 μm vom Vorderende entfernt, dies entspricht etwa 75 % (Weibchen) bzw. 65–70 % (Männchen) der Ösophaguslänge. Das drüsenartige Organ ist bei den vorliegenden Tieren nicht mit Sicherheit identifizierbar, wahrscheinlich aber vorhanden. Der Endbulbus besitzt keinen Klappenapparat, die Cardia ist etwa so breit wie lang. Der Darm ist weitlumig mit deutlichem Mikrovillisaum, das Rektum etwa eine Analbreite lang. Der Schwanz ist keilförmig, 2,5–3 Analbreiten lang und trägt eine etwas abgesetzte Spitze.

Weibchen: Die Vulva ist etwas vorgewölbt, die Vagina führt rechtwinklig in den Körper. Nur der vordere Gona-

denast ist ausgebildet. Er liegt rechts des Darms und ist umgeschlagen. Der Umschlag reicht etwa bis zur Mitte der Strecke Vulva–Anus. Nur wenige Oozyten stehen einzellig. Die Spermathek enthält Spermien, ist deutlich abgesetzt und liegt am Gonadenumschlag. Ein kleiner, etwas 6 μm langer Uterussack ist ausgebildet.

Die Phasmidien liegen etwa in Schwanzmitte.

Männchen: Testis monorchisch, die Spitze ist umgeschlagen, die Länge des umgeschlagenen Teils beträgt etwa $\frac{1}{4}$ der Strecke Anus–Umschlag. Die Spicula sind cephalobid mit breitem Velum und 12–14 μm lang. Die Länge des Gubernaculums beträgt 4–5 μm . Prä- und postanal ein Papillenpaar, die auf halbkugeligen Vor-

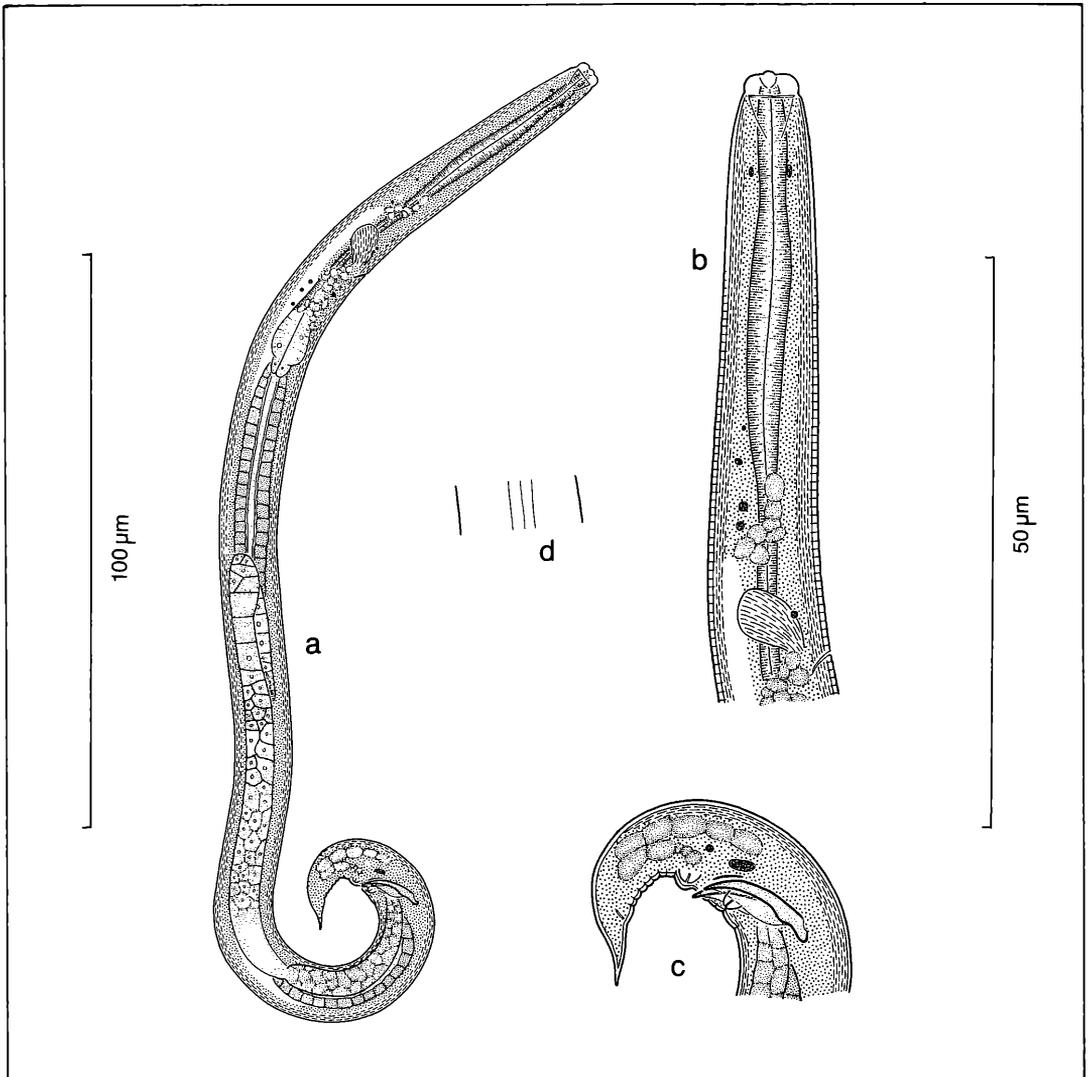


Abbildung 9. *Drilocephalobus humophilus* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

wölbungen der Kutikula münden. Am Beginn des letzten Schwanzdrittels liegt ein weiteres, einfaches Papillenpaar.

Diagnose: Eine kleine *Drilocephalobus*-Art mit unscheinbarer Ringelung, kleinem Uterussack beim Weibchen und auf Vorwölbungen mündenden Prä- und Postanalpapillen beim Männchen.

In der Ausbildung des Seitenfeldes stimmt *D. humophilus* mit *D. congoensis* COOMANS & GOODEY, 1965 und *D. coomansi* ALI, SURYAWANSHI & CHISTY, 1973 überein. Von beiden unterscheidet sich *D. humophilus* durch seine Kleinheit, die unscheinbare Ringelung, die Papillenform des Männchens, durch die kürzeren Spicula und das kürzere Gubernaculum. Von *D. congoensis* unterscheidet sich die Art zusätzlich durch den kürzeren Uterussack und das kürzere Rektum, von *D. coomansi* durch das Vorhandensein eines Uterussacks.

Typus: Nr. QHA-H 1179,6 (41,9/108,5), Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

7. Literatur

- ALI, S. M., SURYAWANSHI, M. V. & CHISTY, K. Z. (1973): Two new species of *Drilocephalobus* COOMANS & GOODEY, 1965 (Nematoda: Drilocephalobidae n. fam.) from Marathwada, India, with a revised classification of the superfamily Cephaloboidea (PARAMONOV, 1956) PARAMONOV, 1962. – *Nematologica*, **19**: 308–317; Leiden.
- ANDERSON, R. V. (1968): Variation in taxonomic characters of a species of *Acrobeloides* (COBB, 1924) STEINER and BUHRER, 1933. – *Can. J. Zool.*, **46**: 309–320; Ottawa.
- ANDRASSY, I. (1959): Freilebende Nematoden aus Rumänien. – *Ann. Univ. Sci. Bpest.*, **2**: 3–27; Budapest.
- ANDRASSY, I. (1967): Die Unterfamilie Cephalobinae (Nematoda: Cephalobidae) und ihre Arten. – *Acta Zool. Hung.*, **13**: 1–37; Budapest.
- ANDRASSY, I. (1968): Fauna Paraguayensis 2. Nematoden aus den Galeriewäldern des Acaray-Flusses. – *Opusc. Zool. Bpest.*, **8**: 167–315; Budapest.
- ANDRASSY, I. (1970): Freilebende Nematoden aus Vietnam. – *Opusc. Zool. Bpest.*, **10**: 5–31; Budapest.
- ANDRASSY, I. (1984): Klasse Nematoda (Ordnungen Monhysterida, Desmoscolecida, Araeolaimida, Chromadorida, Rhabditida). – 509 S., Stuttgart (Gustav Fischer).
- BASTIAN, C. H. (1865): Monograph on the Anguillulidae, or free nematoids, marine, land, and freshwater; with descriptions of 100 new species. – *Trans. Linn. Soc.*, **25**: 73–184; London.
- BOSTRÖM, S. & GYDEMO, R. (1983): Intraspecific variability in *Acrobeloides nanus* (DE MAN) ANDERSON (Nematoda, Cephalobidae) and a note on external morphology. – *Zool. Scripta*, **12**: 245–255; Stockholm.
- BRZESKI, M. (1960): *Cephalobus* (*Heterocephalobus*) *kaczanowskii* subgen. nov., sp. nov. (Nematoda: Cephalobidae). – *Bull. Acad. polon. Sci. Ser. biol.*, **8**: 163–165; Warschau.
- BRZESKI, M. (1961): Revision of the genus *Heterocephalobus* BRZESKI, 1960, n. grad. (Nematoda: Cephalobidae). – *Bull. Acad. polon. Sci. Ser. biol.*, **9**: 97–100; Warschau.
- BÜTSCHLI, O. (1873): Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. – *Nova Acta Leop.*, **36** (5): 1–144; Dresden.
- CAYROL, J. C., COUDERC, C. & EVRRARD, I. (1977): Etudes des relations entre les Nématodes libres du sol et les bactéries des nodosités des légumineuses. – *Rev. Zool. Agric. Pathol. Vég.*, **76**: 77–99.
- COOMANS, A. & GOODEY, J. B. (1965): *Drilocephalobus congoensis* n. g., n. sp. – *Nematologica*, **11**: 116–120; Leiden.
- FUCHS, G. (1930): Neue an Borken- und Rüsselkäfer gebundene Nematoden, halbparasitische und Wohnungseinmieter. – *Zool. Jb. (Syst.)*, **59**: 505–646; Jena.
- KÖRNER, H. (1964): Die Nematodenfauna des vergehenden Holzes und ihre Beziehungen zu den Insekten. – *Zool. Jb. (Syst.)*, **82**: 245–353; Jena.
- LOOF, P. A. A. (1961): The nematode collection of DR. J. G. DE MAN. – *Beaufortia*, **8**: 169–254; Amsterdam.
- MAN, J. G. DE (1880): Die einheimischen frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. – *Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen.*, **5**: 1–104; Leiden.
- MAN, J. G. DE (1884): Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna. – 206 S., Leiden (E. J. Brill).
- MAN, J. G. DE (1921): Nouvelles recherches sur les Nématodes libres terricoles de la Hollande. – *Capita Zool.*, **1**: 1–62; 's Gravenhage.
- MICOLETZKY, H. (1922): Die freilebenden Erdnematoden. *Arch. Naturgesch.*, **87** (A): 1–650; Berlin.
- RASHID, F., GERAERT, E. & SHARMA, R. D. (1985): Morphology, taxonomy and morphometry of some Cephalobidae (Nematoda: Rhabditida) from Brazil, with descriptions of two new genera and four new species. – *Nematologica*, **30** (1984): 251–299; Leiden.
- SHAVROV, G. N. (1968): Novye vidy fitonematod podsemejstva Acrobelinae THORNE, 1937. – *Soobshch. Dalnevost. Fil. Kom. Akad. Nauk SSSR*, **26**: 137–140; Moskau.
- THORNE, G. (1925): The genus *Acrobelus* VON LINSTOW, 1887. – *Trans. Amer. Micr. Soc.*, **44**: 171–210; Columbus.
- THORNE, G. (1937): A revision of the nematode family Cephalobidae CHITWOOD and CHITWOOD, 1934. – *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, **4**: 1–16; Washington.
- THORNE, G. (1961): Principles of Nematology. – 553 S., New York, Toronto, London (McGraw-Hill Book Company).

KARIN KUSSMAUL & KONRAD SCHMIDT

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

10. Die Hymenopteren

Kurzfassung

Im Rahmen eines Forschungsprogramms „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ wurden durch Fotoelektoren von 1979–1985 auch zahlreiche Hymenopteren-Imagines mitgefangen. Die insgesamt 7853 Individuen konnten 11 Überfamilien zugeordnet werden. Die abundanzstärkste Gruppe ist die der Proctotrupeoidea, die einen Anteil von 50 % an der Hymenopteren-Zönose aufweist, gefolgt von den Chalcidoidea mit fast 25 %. Die mit 5 % in den Fangergebnissen vertretene Familie der Ichneumonidae konnte in 72 Arten aus 50 Gattungen und 12 Unterfamilien aufgeschlüsselt werden.

Durch Merkmale wie Artensättigung, Dominanz und Stetigkeit wurde die Ichneumoniden-Zönose näher charakterisiert. Dabei zeigte sich, daß nur wenige Arten den Hauptteil der Imagines stellen, sehr viele Arten jedoch nur einmal und meist mit einem einzigen Individuum auf den Versuchsflächen erfaßt wurden. Die Analyse des Parasitierungsverhaltens und der Vergleich mit anderen bodensauren Waldbiotopen läßt erkennen, daß der Buchenwald in Ettlingen ein besonders geeigneter Lebensraum für die Dipterenparasiten unter den Schlupfwespen ist.

Abstract

Studies on the biology of a beech wood soil 10. The Hymenoptera

As part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil“ the Hymenoptera, which were collected by Photoelectors from 1979–1985, were investigated. A total of 7853 specimens were found, which we ordered to 11 superfamilies. The group with the highest abundance was that of the Proctotrupeoidea, which contains 50 % of all Hymenoptera found, followed by the Chalcidoidea with nearly 25 %. The family of Ichneumonidae, which was 5 % of the total harvest, has been assigned to 72 species, 50 genera and 12 subfamilies. Species saturation, dominance and persistence of the species were examined to characterize the Ichneumonid-coenose. We concluded that most of the species appeared at only one time and were represented by only one specimen; on the other hand the majority of the Ichneumonid-specimens were of only a few species. The analysis of parasitic behaviour and the comparison with corresponding woods showed that the beech forest in Ettlingen is most suitable for the parasites of Diptera among the parasitic Hymenoptera.

Autoren

KARIN KUSSMAUL, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.
Prof. Dr. KONRAD SCHMIDT, Zoologisches Institut der Universität Karlsruhe, Kornblumenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Bei bodenzoologischen Untersuchungen in einem Sauerhumus-Buchenwald im Stadtwald Ettlingen über die Rolle der Bodentiere beim Streuabbau wurden auch zahlreiche Hymenopteren-Imagines in Fotoelektoren mitgefangen. Hymenopteren sind als Imagines zwar keine Bodentiere im eigentlichen Sinn, denn sie greifen nicht direkt in die bodenbiologischen Abläufe ein, ihre Larven können jedoch durch ihre parasitische Lebensweise in den Larven anderer Arthropodengruppen auch Populationen von Bodentieren beeinflussen. Die Rolle der Hymenopteren in Waldökosystemen wurde bisher kaum untersucht. Die wenigen Arbeiten gehen kaum über das Familienniveau hinaus (vgl. FUNKE 1983). Eine gründliche Bearbeitung der Hymenopterenfauna in Fichtenforsten des Solling liegt von THIEDE (1977) vor. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war eine erste biologisch-ökologische Charakterisierung der Hymenopterenfauna, insbesondere der Ichneumoniden. Hierzu wurde der Artenbestand der Ichneumoniden möglichst genau erfaßt. Die restlichen Hymenopteregruppen wurden bis auf das Überfamilien- oder Familienniveau, in einzelnen Fällen bis zur Art aufgeschlüsselt.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet im Stadtwald Ettlingen liegt ca. 15 km südlich von Karlsruhe (Baden-Württemberg) im nördlichen Schwarzwaldvorland an einem Nordwesthang oberhalb der Straße von Ettlingenweiher nach Schluttenbach. Der Hang zeigt eine Neigung von 10–15°, die Versuchsflächen liegen 310–340 m ü. NN.

Der Boden wird als saure (pH 3,8–4,7), oligotrophe Braunerde charakterisiert. Der Untergrund besteht aus mittlerem Buntsandstein (BECK & MITTMANN 1982).

Die Niederschlagsmenge lag in den Jahren 1979–1985 bei durchschnittlich 1028 mm pro Jahr, die durchschnittliche Temperatur bei 8,5°C (gemessen 50 cm über dem Erdboden).

Der untersuchte Buchenwald ist pflanzensoziologisch als Luzulo-Fagetum (Hainsimsen-Buchenwald), aus physiko-chemischer Sicht als Moderbuchenwald oder Sauerhumus-Buchenwald zu bezeichnen. Der Baumbestand wird bis auf einzelne Eichen von ca. 140 Jahre alten hochstämmigen Buchen (*Fagus sylvatica*) gebildet, die eine geschlossene Kronenschicht aufweisen. Eine Strauch- und Krautschicht fehlt, der Waldboden ist von einer dicken Streuschicht bedeckt. Etwa 150 m oberhalb der Untersuchungsflächen befindet sich eine kleine Lichtung, an die sich ein dichter Nadelholzbestand anschließt. Der nächste Waldrand ist nach Süden ca. 600 m entfernt (BECK & MITTMANN 1982).

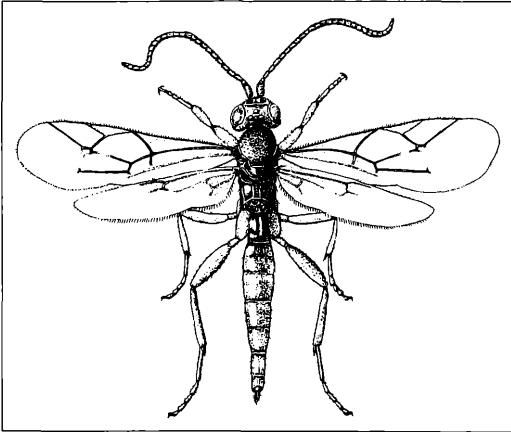


Abbildung 1. *Stenomacrus* FORST. sp., Weibchen, Gesamtlänge des Tieres 3,6 mm (Fotoelektorfang).

2.2 Fanggeräte und deren Einsatz

Die bearbeiteten Hymenopteren wurden ausschließlich mit Fotoelektoren gefangen. Zum Einsatz kamen kleine Fotoelektoren, die die Form eines umgestülpten Trichters haben. Ihre dunkel gehaltenen Innenflächen sind mit Sand aufgeraut, um den Tieren das Emporklettern zu erleichtern. An ihrer Spitze ist ein aus durchsichtigem Kunststoff bestehendes Fanggefäß (Lichtfalle) angebracht, dessen Fangrinne mit einer Fixierungsflüssigkeit aus gesättigter Pikrinsäure und etwas Salpetersäure beschickt ist. Die Grundfläche dieser Eklektoren umfaßt 0,2 m². Große Fotoelektoren bestehen aus einem quadratischen, 50 cm hohen Kunststoffrahmen, der eine Fläche von 1 m² umfaßt. An den Seiten angebrachte Durchlüftungsfenster und das pyramidenförmige Dach der Eklektoren sind mit schwarzem Tuch abgedeckt. Beide Typen entsprechen den von FUNKE (1971) im Solling eingesetzten Fotoelektoren.

Der gesamte Untersuchungszeitraum umfaßt die Jahre 1979–1985. In den ersten drei Jahren wurde mit zwölf kleinen Fotoelektoren eine Fläche von 2,4 m² abgefangen („Standardprogramm“). Ab 1982 wurden zusätzlich große Fotoelektoren eingesetzt. In diesem Jahr kamen außerdem vier Versuchsfal-phenen hinzu, die mit Pentachlorphenol (PCP) und 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T) in verschiedenen Konzentrationen behandelt wurden („Chemikalienprogramm“). Ab 1982 wurden pro Versuchsparzelle (ca. 10 x 20 m) fünf kleine und ein großer Fotoelektor eingesetzt. Somit wurden von 1982–1985 eine Fläche von 2 m² pro Versuchsparzelle erfaßt. Die Flächen des Standardprogramms wurden als Kontrollflächen in das Chemikalienprogramm integriert. Die Leerung der Fotoelektoren erfolgte in allen Fällen monatlich, wobei die kleinen Fotoelektoren umgestellt wurden („Umsetzer“), die großen bekamen jährlich einen neuen Platz („Dauersteher“).

Mit Fotoelektoren werden Stratenwechslern und Tiere im bodennahen Luftraum erfaßt (GRIMM et al. 1975). Die Fanggeräte sind also prinzipiell geeignet, die Hymenopterenfauna des Waldbodens weitgehend zu erfassen. Einschränkungen sind für ungeflügelte Formen zu erwarten (THIEDE 1977). Aus den flächenbezogenen Fängen kann die Aktivitätsabundanz bzw. bei den Stratenwechslern die Schlüpfabundanz abgeschätzt werden. Es handelt sich dabei um die Mindestabundanz bzw. um die apparente Abundanz, d. h. die mit der Methode sichtbar ge-

machte Abundanz (SCHWERTFEGER 1978), denn das Fangergebnis ist abhängig von der Aktivität und dem phototaktischen bzw. geotaktischen Verhalten der Tiere. Die unterschiedliche Fängigkeit der beiden Eklektortypen, die zudem mit unterschiedlichem Modus eingesetzt wurden, muß berücksichtigt werden, wenn Fotoelektoren durch Austrocknung o. ä. ausgefallen waren. Der Ausfall von Fotoelektoren wurde durch Korrekturfaktoren bei der Abundanzberechnung ausgeglichen (vgl. KUSSMAUL 1986).

2.3 Weiterverarbeitung und Determination

Nach dem Einbringen ins Labor wurden die Tiere in 75%igen Alkohol überführt. Zur Determination wurden die Ichneumonidae, Apoidea, Vespoidea und Pompiloidea genadelt oder aufgeklebt. Eine Anzahl der Gattung *Litus* HAL. (Chalcidoidea) wurde eingebettet (Entellan). Das gesamte Material befindet sich in den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Das Bestimmen der Ichneumonidenarten war durch ihre Vorbehandlung erschwert. Nicht in allen Fällen konnte die Art festgestellt werden. Für viele Tiergruppen hat sich als Fixierungsflüssigkeit in den Fotoelektoren eine Mischung aus Pikrinsäure und Salpetersäure bewährt. Bei den zarten Ichneumoniden ergab sich eine starke Gelbfärbung. Durch das Aufbewahren in Alkohol waren sie zudem sehr aufgequollen und in ihren Proportionen beeinträchtigt.

Für die Determination wurde folgende Literatur verwendet:

FERRIERE & KERRICH (1958), GAULD & MITCHELL (1977), KASPARYAN (1974), MEDVEDEV (1981), NIXON (1957, 1980), OEHLKE (1964, 1969), PECK, BOUCEK & HOFFER (1964), PERKINS (1959, 1960), PSCHORN-WALCHER (1971), SCHMIEDEKNECHT (1902–1936, 1930), STRESEMANN (1981), TOWNES (1969–1971), WOLF (1972).

Als Vergleichssammlung stand das Ichneumonidenmaterial der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe sowie die Sammlung des Zweitautors zur Verfügung.

Den Herren Dr. HORSTMANN, Würzburg, und HUBERT HILPERT, Freiburg, danken wir für das Nachbestimmen einiger Ichneumonidenarten.

3. Die Überfamilien

Insgesamt wurden die Fänge von 7853 Individuen ausgewertet, wobei 3356 Individuen von unbehandelten, 4497 von chemikalienbehandelten Flächen stammen. Die Individuen ließen sich 11 Überfamilien zuordnen (Tab. 1).

Die abundanzstärkste Überfamilie war die der Proctotrupoidea, zu der etwa die Hälfte der gefangenen Hymenopteren gehört. Sie war mit 5 Familien vertreten. *Helorus* LATR. sp. (einziger Vertreter der Heloridae) wurde mit insgesamt 4 Exemplaren nur auf belasteten Flächen gefangen. Platygasteridae machen mit über 60% den Großteil der Proctotrupoidea aus. Es sind meist solitäre und gregäre Endoparasiten in Cecidomyiidenlarven. Ebenfalls abundanzstark sind die Diapriiden, die vorwiegend in Dipterenpuppen schmarotzen (ASKEW 1971).

Die anderen Familien spielen nur eine untergeordnete Rolle. Möglicherweise sind die Proctotrupoidea mit einem noch größeren Anteil im Ettlinger Buchenwald vertreten. Viele Vertreter, vor allem der Proctotrupidae,

Tabelle 1. Fangzahlen und Dominanz der einzelnen Überfamilien der Hymenopteren im Moderbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen. Die Summe aller gefangenen Individuen schließt alle Fänge aus dem Standard- und Chemikalienprogramm ein. Angaben zur Dominanz und Zusammensetzung der Überfamilien beziehen sich nur auf die unbelasteten Flächen. Die Angaben zur Lebensweise stammen aus ACHTERBERG (1976), ASKEW (1971), BENDEL-JANNSSEN (1977), CLAUSEN (1940), OEHLEKE (1969), PECK, BOUCEK & HOFFER (1964), PSCHORN-WALCHER (1971) und SCHMIEDEKNECHT (1930).

Überfamilien	Summe aller gefangenen Individuen	Lebensweise	Zusammensetzung der Überfamilien	Wirtsflere	Dominanzverhältnisse (%)
					Jahr
Tenthredinoidea	1	phytophag			79 80 81 82 83 84 85 Ø 79-85
					Ind/m ² : a
					< 1
Terebrantes (Schlupfwespen [i. w. S.]					
Ichneumonidea	765	parasitisch	Braconidae 36% Ichneumonidae 64%	zahlreiche Insektenordnungen s. Kap. 4	14 5 8 16,5 10 5,5 3,5 8
Chalcidoidea (Erzwespen)	2002	in der Mehrzahl parasitisch	Myrmariidae 19% <i>Litus HAL.</i> sp. 12%	zahlreiche Insektenordnungen Coleoptera	32 44 31 17 26 24 8 24
Cynipoidea (Gallwespen)	182	in der Mehrzahl parasitisch, wenige phytophag	Figitidae 21% Eucollidae 76% Cynipidae 3%	vor allem Dipteren vor allem Dipteren vor allem Hymenopteren	4 3 < 1 6 4 1 < 1 2,5
Proctotrupoidea (Zehnwespen)	3466	parasitisch	Heloridae ¹ Proctotrupidae 1% Dipteridae 28% Scelionidae 5% Platygasteridae 66%	Chrysopiden Dipteren, Coleopt., Myriapoden Dipteren zahlreiche Insektenordnungen vor allem Dipteren	32 41 44 46 28 50 82 50
Ceraphronoidea	1049	parasitisch		Homopteren und Dipteren z. Teil hyperparasitisch	12 4 9 13,5 21,5 12 5 11
Aculeata (Stechwespen)					
Beihyloidea					
nur <i>Aphelopus DALM.</i> sp.	355	parasitisch		Zikaden	4 3 8 2 10 5,5 < 1 4
Formicoidea (Ameisen)	20	nicht parasitisch			< 1 < 1 < 1 < 1
Vespoidea (Faltenwespen)	3	nicht parasitisch			< 1 < 1 < 1 < 1
Pompioloidea (Wegwespen)					
nur <i>Dipogon nitidum</i> HAUPT ¹	4	nicht parasitisch			< 1 < 1 < 1 < 1
Apoidea (Bienen)	6				< 1 < 1 < 1 < 1
	Summe: 7853				
nur auf belasteten Flächen festgestellt					

Tabelle 2. Fangzahlen, Dominanz und Stetigkeit der einzelnen Ichneumonidenarten. Aufgelistet ist die gesamte Anzahl an Individuen jeder Art (1. Spalte) sowie die Individuenzahl nach Versuchsflächen und Geschlechtern getrennt (2. bis 5. Spalte). Bei der Stetigkeit wurde zwischen dem Auftreten auf der Kontrollfläche (Standardprogramm) und auf allen erfaßten Flächen unterschieden. Der Maximalwert für die Stetigkeit beträgt 7

SP = Standardprogramm, CP = Chemikalienprogramm, + = Anteil < 1%.

Arten	Fangzahlen			Dominanz (%)			Stetigkeit	
	gesamt	SP	CP	♀	♂	SP	SP	alle Flächen
UF. Ephialtinae								
<i>Pimpla conmixta</i> KISS.	10	4	6	6	4	2	2	3
UF. Tryphoninae								
<i>Sphinctus serotinus</i> GRAV.	1		1	1	–			1
<i>Netelia (Bessobates) virgatus</i> FOURCR.	1	1		1		+	1	1
<i>Cteniscus</i> HAL. sp.	1		1	1				1
UF. Gelinae								
<i>Eudelus</i> FÖRST. sp.	1		1	–	1			1
<i>Acrolyta marginata</i> BRIDGM.	4	–	4	3	1		–	1
<i>Diaglyptidea conformis</i> GMEL.	1		1	1	–			1
<i>Aclastus solutus</i> THOMS.	1	1	–	1	–	+	1	1
<i>Aclastus caudator</i> (?) HELLEN	1	1	–	1		+	1	1
<i>Dichrogaster aestivalis</i> GRAV.	51	14	37	48	3	8	3	4
<i>Gelis areator</i> PANZ.	11	2	9	11		1	2	3
<i>Gelis albipalpus</i> THOMS.	7	2	5	7		1	2	3
<i>Gelis longicauda</i> THOMS.	4		4	4	–			3
<i>Gelis</i> THUNBG. sp.	1		1	1	–			1
<i>Mastrus castaneus</i> TASCHBG.	4		4	4	–			3
<i>Mastrus</i> FÖRST. sp.	7	3	4	7		2	2	3
<i>Charitopes gastricus</i> HOLMGR.	13	7	6	13		4	3	4
<i>Charitopes</i> FÖRST. sp.	7	3	4	6	1	2	2	2
<i>Endasys kriegeri</i> (?) HABERMEHL	1	1	–	1		+	1	1
<i>Orthizema triannulatus</i> THOMS.	4	1	3	4	–	+	1	2
<i>Orthizema</i> FÖRST. sp.	1	–	1	1	–			1
<i>Phygadeuon</i> GRAV. sp. 1	2	–	2	2	–			1
<i>Phygadeuon</i> GRAV. sp. 2	1	–	1		1			1
<i>Phygadeuon</i> GRAV. sp. 3	1	1		–	1	+	1	1
<i>Phygadeuon</i> GRAV. sp. 4	1		1	–	1		–	1
<i>Phygadeuon</i> GRAV. sp. 5	2		2	2				1
<i>Stilpnus</i> GRAV. sp. (mindestens 2 Arten: <i>S. pavoniae</i> SCOP. und <i>S. subzonulus</i> FÖRST.)								
	8	1	7	5	3	+	1	3
<i>Aptesis cf. desertor</i> GRAV.	2		2	2	–			2
<i>Agrothereutes abbreviator</i> F.	8		8	8		–	–	2
<i>Gerlinae</i> gen. sp. 1	1		1	1		–		1
<i>Gerlinae</i> gen. sp. 2	1	1		–	1	+	1	1

Gerlinae gen. sp. 4	1	1	–	1		+	1	1
Gerlinae gen. sp. 5	1	1			1	+	1	1
Gerlinae gen. sp. 6	1	1			1	+	1	1
Gerlinae gen. sp. 7	1		1		1	–		1
UF. Banchinae								
<i>Stilbops vetula</i> GRAV.	4	4	–	4		2	3	3
<i>Lissonota</i> GRAV. sp. 1	1	1	–	–	1	+	1	1
<i>Lissonota</i> GRAV. sp. 2	1	1	–	–	1	+	1	1
<i>Lissonota</i> GRAV. sp. 3	1		1	1				1
UF. Porizontinae								
Gattungsgruppe Campoplex	5	4	1	4	1	2	3	3
<i>Campoletis</i> FÖRST. sp.	1	1		1		+	1	1
<i>Dusona</i> CAM. sp.	13	3	10	12	1	2	3	4
cf. <i>Phobocampe</i> FÖRST. sp.	1	1		1	–	+	1	1
<i>Enytus</i> CAM. sp.	1	1		–	1	+	1	1
<i>Macrus parvulus</i> GRAV.	1		1	1	–			1
<i>Diadegma pusio</i> HOLMGR.	15	4	11	8	7	2	2	3
UF. Phrudinae								
<i>Phrudus</i> FÖRST. sp. nov.	2		2	2	–			1
UF. Tersilochinae								
<i>Probles</i> FÖRST. sp. nov.	3	1	2	3		+	1	2
UF. Metopiinae								
<i>Chorinaeus</i> HOLMGR. sp.	1	1		1	–	+	1	1
<i>Exochus aff. longicornis</i> THOMS.	29	3	26	29	–	2	2	2
UF. Anomalinae								
<i>Agrypon cf. flaveolatum</i> GRAV.	1	1		1	–	+	1	1
UF. Microleptinae								
<i>Hyperacmus crassicornis</i> GRAV.	1	–	1	1	–	–	–	1
<i>Plectiscidea</i> VIERECK sp.	4	3	1	2	2	2	2	3
<i>Aperileptus</i> FÖRST. sp.	2	1	1	1	1	+	1	2
<i>Eusterinx</i> FÖRST. sp. 1	23	15	8	17 ¹	5	8	2	2
<i>Eusterinx</i> FÖRST. sp. 2	11	5	6	10	1	2,5	2	3
<i>Eusterinx</i> FÖRST. sp. 1 oder 2	1		1	1	–	–	–	1
<i>Helictes broealis</i> HOLMGR.	1	1	–	1	–	+	1	1
<i>Megastylus cruentator</i> SCHID.	1	1	–	1	–	+	1	1
UF. Orthocentrinae								
<i>Orthocentrus</i> GRAV. sp.	69	21	48	69	–	14	6	6
<i>Picrostigeus</i> FÖRST. sp.	2	1	1	2		+	1	1
<i>Stenomarcus</i> FÖRST. sp.	72	39	33	26	46	25	4	5
<i>Neurateles</i> RATZBG. sp.	1	1		1	–	+	1	1

UF. Ichneumoninae

<i>Misetus oculus</i> WESM.	1	1	1		+	1	1
<i>Dicaelotus pictus</i> SCHMKN.	1		1	1		-	1
<i>Diadromus troglodytes</i> GRAV.	8	1	7	8		+	1
<i>Barichneumon sanguinator</i> ROSSI	1	1		1		+	1
<i>Cratichneumon lanius</i> GRAV.	2		2	2			2
<i>Cratichneumon ruffrons</i> GRAV.	21	8	13	21	-	4	1
<i>Cratichneumon varipes</i> GRAV.	9	2	7	9		1	1
<i>Ichneumon spurius</i> WESM.	1		1	1			-
<i>Platylabus histrio</i> WESM.	1		1	1			-
<i>Phaeogenes invisor</i> THUNBG.	1	1	-	1		+	1
Summe Individuen	477	174	303	389	87		
Summe Individuen pro m ² (= 100 %)							92,4
Anzahl Arten	72	47	25 ²				

¹ Geschlecht eines Individuums nicht bestimmbar

² Arten, die nur im Chemikalienprogramm vorkamen

Diapriidae und Scelionidae, sind flügellos bzw. besitzen reduzierte Flügel, so daß sie mit den Fotoektoren wahrscheinlich nur unzureichend erfaßt werden (vgl. THIEDE 1977).

Die zahlenmäßig nächststark vertretene Gruppe ist die der Chalcidoidea mit rund ein Viertel aller aufgefundenen Hymenopteren. Als einzige Familie wurde die der Mymaridae abgetrennt, ihr gehören 20 % der Chalcidoidea an. Als auffällige Art ließ sich *Litus* HAL. sp. eindeutig abtrennen. Die winzigen Weibchen (die Männchen sind unbekannt), die sich durch ein knopfartig verdicktes Antennenende auszeichnen, sind Eiparasiten kleiner Insekten (PECK, BOUCEK & HOFFER 1964). Sie machen 60 % der nachgewiesenen Mymariden aus.

Etwa ein Zehntel der Hymenopteren gehören zu den Ceraphronoidea, Schmarotzer von Homopteren und Dipteren (ASKEW 1971). Sie wurden früher zu den Proctotrupoidea gestellt, bilden jetzt aber eine eigene Überfamilie (KROMBEIN et al. 1979).

Rund ein Drittel der Ichneumonoidea gehört zu den Braconiden. Ein großer Teil davon sind Microgasterinae, die in Lepidopteren schmarotzen, einige gehören zu den Aphidiinae, solitäre Endoparasiten in Aphiden (ASKEW 1971).

Cynipoidea und Aculeaten spielen nur eine untergeordnete Rolle in den Fängen. Von den drei nachgewiesenen Familien der Cynipoidea sind die Eucolidae, solitäre Endoparasiten von Dipteren, am stärksten vertreten. Gallbildende Arten finden sich bei den Cynipidae (ASKEW 1971), deren Vertreter im Ettlinger Buchenwald jedoch mit einer verschwindend geringen Aktivitätsabundanz erfaßt wurden.

Bei den Aculeaten ragt *Aphelopus* DALM. (Fam. Dryinidae) als einzig vorkommende Gattung der Bethyloidea heraus. Sie macht einen Anteil von 4 % an der gesamt-

ten Hymenopterenpopulation aus und ist somit die Individuenstärkste unter allen bestimmten Gattungen. Bisher konnten drei Arten unterschieden werden (det. HILPERT): *Aphelopus melaleucus* DALM., *A. atratus* DALM. und *A. serratus* RICHARDS. Die Gattung *Aphelopus* bildet unter den Dryiniden eine Ausnahme, denn die Weibchen haben keine ausgeprägten Raubzangen an den Vorderbeinen, wohl aber spezialisierte Vordertarsen (OEHLKE 1969). Die restlichen Aculeaten machen nur einen kleinen Teil der Fänge aus. Darunter finden sich einige Myrmicinen und Formicinen (Überfam. Formicoidea), die vermutlich auf der Nahrungssuche erbeutet wurden, ihr Nest aber am Waldrand gebaut haben. Die gefangenen drei Wespen gehören zu den Arten *Vespa vulgaris* L. und *Vespa (Dolichovespula) saxonica* F. Die im Mai gefangenen Weibchen von *Bombus terrestris* L. und *Bombus hypnorum* L. waren vermutlich auf der Suche nach einer geeigneten Niststelle. Schließlich gelangten noch drei Weibchen und ein Männchen von *Dipogon nitidum* HAUPT in die Fallen. Die Weibchen dieser Wegwespen (Pompiloidea) streifen umher, um Spinnen als Larvennahrung zu suchen. Die Nester werden in hohlen Pflanzenstengeln angelegt (WOLF 1972). Als einziger Vertreter der Blattwespen (Tenthredinidae, Überfam. Tenthredinoidea) wurde im April 1979 eine Nematine gefangen. Sie ernährt sich phytophag (OEHLKE 1969).

Insgesamt wurden also fast ausschließlich Formen mit parasitischer Lebensweise gefangen.

Bei der Zusammensetzung der Hymenopterenpopulation in den einzelnen Untersuchungsjahren zeigen sich für die einzelnen Überfamilien unregelmäßige Dichteschwankungen. Auffällig ist der stetig anwachsende Anteil der Proctotrupoidea von 1979 32 % bis 1985 82 % mit einem Einbruch im Jahre 1983 auf 28 %. Die restli-

chen Überfamilien nehmen meist über zwei bis drei Jahre zu, zeigen dann wieder rückläufige Tendenzen. Leicht gegenläufig zeigt sich die Entwicklung von Proctotrupeoidea und den mit ihnen eng verwandten Cera-phronoidea (Tab. 1).

4. Ichneumonidae

4.1 Fangergebnisse und Arteninventar

Während des siebenjährigen Untersuchungszeitraums wurden 72 Arten aus 50 Gattungen und 12 Unterfamilien erfaßt. Zwei Arten der Gattungen *Probles* FORST. und *Phrudus* FORST. stellten sich als unbeschrieben heraus¹. Bei 28 Arten konnte nur die Gattung angegeben werden, 6 Arten konnten nur der Unterfamilie zugeordnet werden. In Tabelle 2 sind alle nachgewiesenen Arten mit ihren Fangzahlen, nach Geschlechtern sowie Versuchsflächen getrennt, aufgelistet.

Generell wurden mehr Weibchen als Männchen gefangen, selbst bei den Arten, die individuenstärker vertreten sind. Bei *Dichrogaster aestivalis* und *Eusterinx* sp. 1 überwiegen die Weibchen bei weitem, bei *Orthocentrus* sp., *Exochus* aff. *longicornis* und *Cratichneumon rufifrons* wurden gar nur Weibchen gefangen. Insgesamt machen die Weibchen 82% am Gesamtfang aus. Lediglich bei *Stenomacrus* sp. sind die Männchen durch einen Fang im Juli/August 1982 deutlich stärker vertreten. Ein leichter Weibchenüberschuß muß durchaus als natürlich bezeichnet werden (SEDLAG 1959). Bei Zuchtergebnissen HORSTMANN'S (1970) sind die Weibchen mit 54% allerdings nur wenig überrepräsentiert. Der wesentlich höhere Überschuß, wie er hier vorliegt, hat seine Ursache wahrscheinlich in der Fangmethode. Schlupfwespen haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 6–8 Wochen (SEDLAG 1959), die Männchen sind dabei oft kurzlebiger und schlüpfen meist etwas vor den Weibchen (STELLWAAG 1921). Somit ist die Chance, Männchen mit monatlich versetzten Fotoektoren zu erfassen, geringer als bei Weibchen. Dies ist gut mit den Ergebnissen THIEDES (1977) vereinbar, der Fotoektoren ausschließlich als „Dauersteher“ einsetzte und ein ausgeglicheneres Verhältnis der Geschlechter erfaßte. Zur Charakterisierung der Ichneumonidenzönose werden Dominanz, Stetigkeit und Artensättigung herangezogen (vgl. FRIEBE 1982).

Die Dominanz bezeichnet den Anteil der Individuen einer Art an der Gesamtheit der Individuen. Grundlage der Dominanzberechnung ist die Schlüpfabundanz, in diesem Fall die Anzahl an Individuen, die von der Kontrollfläche bzw. im Standardprogramm abgesammelt wurden. Diese ist im allgemeinen sehr niedrig. Im Durchschnitt wurden jährlich nur 13 Individuen/m² gefangen.

HORSTMANN (briefl. Mitt.). Eine Beschreibung von *Phrudus* FORST. sp. nov. wird in Kürze durch Herrn HUBERT HILPERT in der Zeitschrift „Entomophaga“ erfolgen.

Heraus ragt ein Fang von *Stenomacrus* sp. im Juli/August 1982 mit 21 Ind./m²; da gleichzeitig auch auf den Flächen des Chemikalienprogramms ähnlich hohe Fangzahlen erzielt wurden, dürfte dieser Fang kein Zufall sein. Eher zeigt dies, wie unterschiedlich die Schlüpfabundanz ausfallen kann bzw. erfaßt wird, denn in allen restlichen 6 Untersuchungsjahren wurden, bezogen auf 1 m², auf der Kontrollfläche insgesamt nur 2 Individuen gefangen.

Nach der von FRIEBE (1982) verwendeten Einteilung in Dominanzklassen, sind über die ganze Untersuchungszeit gerechnet nur 2 Arten eudominant. *Stenomacrus* sp. ragt dabei mit 25% heraus, *Orthocentrus* sp. folgt mit 14%. Zwei weitere Arten, *Eusterinx* sp. 1 und *Dichrogaster aestivalis* sind mit jeweils 8% Anteil an den Fängen der Kontrollfläche noch als dominant zu bezeichnen. Mehr als die Hälfte der Arten ist nur durch ein einziges Individuum in den Aufsammlungen der Kontrollfläche vertreten und damit subrezent. 25 Arten können bei der Dominanzberechnung nicht berücksichtigt werden, da sie nur auf den belasteten Versuchspartellen des Chemikalienprogramms gefangen wurden. Die Einbeziehung dieser Arten würde das Dominanzspektrum nicht grundsätzlich ändern, wenngleich einzelne Arten eine andere Stellung einnehmen würden. So macht beispielsweise *Exochus* aff. *longicornis* mit nur 3 Individuen auf der Kontrollfläche rund 2% aus; auf den mit Chemikalien belasteten Flächen ist diese Art jedoch wesentlich abundanzstärker, so daß diese Art bei größerer Fangfläche auch unter Normalbedingungen wahrscheinlich als dominant einzustufen wäre.

Als Stetigkeit wird hier die zeitliche Konstanz im Auftreten einer Art verstanden. Nimmt man die Anzahl der Jahre als Grundlage der Bewertung der Stetigkeit, dann erreicht keine Art die höchste Stetigkeitsklasse, da keine der nachgewiesenen Arten in allen Versuchsjahren gefangen wurde. Nur *Orthocentrus* sp. tritt in 6 Versuchsjahren in den Fängen auf, *Stenomacrus* sp. in 5, dabei auf der Kontrollfläche nur in 4 Jahren. Somit haben diese beiden eudominanten Arten auch die höchste Stetigkeit. Von den beiden dominanten Arten tritt *Dichrogaster aestivalis* in 4, *Eusterinx* sp. 1 nur in 2 Jahren auf. Da manche Arten nur auf den Flächen des Chemikalienprogramms gefangen wurden, verschiebt sich das Muster leicht, wenn man diese Flächen in die Betrachtung mit einbezieht. So käme dann beispielsweise *Cratichneumon rufifrons* in die Stetigkeitsklasse 5.

Zu den im Ettlinger Buchenwald häufig erfaßten Arten, die somit als die Ichneumonidenzönose charakterisierende Arten bezeichnet werden können, gehören *Orthocentrus* sp. und *Stenomacrus* sp., die beide mit hoher Stetigkeit und Dominanz vertreten sind. Diese Vertreter der Unterfamilie der Orthocentrinae halten sich als Adulte gerne an feuchten Standorten auf und sind deshalb charakteristische Vertreter nasser Wälder (TOWNES 1971).

Im weiteren wurden die dominanten Arten *Eusterinx* sp. 1 und *Dichrogaster aestivalis* stetig erfaßt. Mit hoher

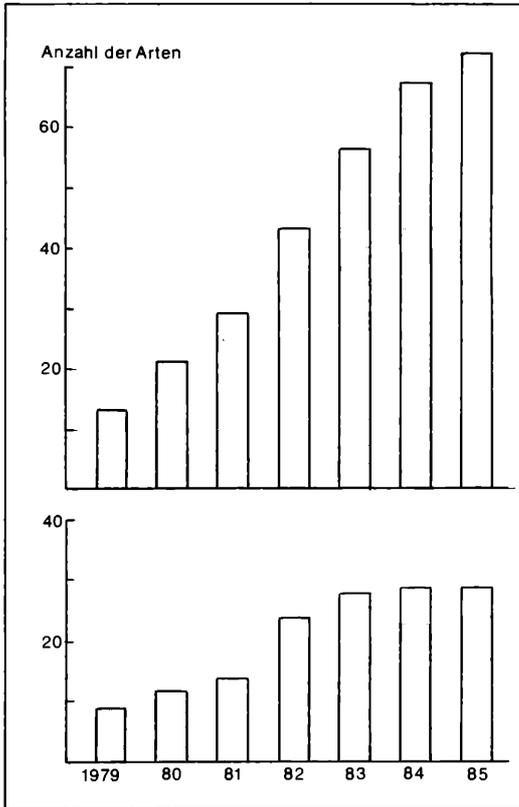


Abbildung 2. Artensättigung der Ichneumonidenzönose im Mordbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen. Dargestellt ist die Gesamtzahl der bis zum jeweiligen Jahr bekannten Arten unter Einbeziehung aller Versuchsflächen (Fangfläche 10 m²). Gestert: Artenzahl nur im Standardprogramm (Fangfläche 2 m²). Oben: Alle Arten sind berücksichtigt; unten: Nur die Arten sind berücksichtigt, die in mindestens zwei Versuchsjahren gefangen wurden.

Stetigkeit, zum Teil aber niedriger Dominanz liegen *Cratichneumon rufifrons*, *Charitopes gastricus* und *Dusona* sp. vor. *Exochus* aff. *longicornis* muß aufgrund seiner hohen Abundanz auf den chemikalienbelasteten Flächen mit in diese Aufzählung aufgenommen werden. 60 % der Arten hingegen gehören in die Gruppe der einmalig erfaßten Arten.

Die Zunahme der Artenzahl in den 7 Untersuchungsjahren zeigt, über alle Flächen betrachtet, einen angenähert linearen Anstieg (Abb. 2). Allerdings sind in dieser Betrachtung auch die Arten enthalten, die auf den ab 1982 hinzugekommenen, mit Chemikalien belasteten Flächen gefangen wurden. Die Artenzunahme auf der Kontrollfläche (Fangfläche 2 m²) läßt eine leichte Sättigung erkennen. FRANKE (mdl. Mitt.) berechnete, daß un-

ter den Bedingungen des Standardprogramms nach 18 Jahren, bei dann 62 Arten, pro Jahr weniger als eine Art hinzukommen würde. Im Jahre 1982 wurde durch das Chemikalienprogramm die Fangfläche auf 10 m² erweitert. Die Anzahl der Arten erhöht sich dadurch kontinuierlich und erreicht nach insgesamt 7 Jahren bereits 72 Arten. Damit wird die aus den Fängen der Kontrollfläche in 18 Jahren zu erwartende Artenzahl schon in viel kürzerer Zeit überschritten.

Dies bedeutet, daß mit einer Fangfläche von nur 2 m² das Arteninventar gar nicht vollständig erfaßt werden kann. Berücksichtigt man bei der Zunahme von Arten nur diejenigen, die in mindestens 2 Versuchsjahren gefangen wurden (Abb. 2), so ist eine deutliche Sättigung zu erkennen. Der starke Zuwachs an neuen Arten wird also hauptsächlich durch Arten verursacht, die nur in einem Jahr und meist auch nur mit einem Individuum erfaßt wurden. Diese einmalig auftretenden Arten bewirken, daß selbst noch nach 7 Untersuchungsjahren neue Arten auftreten. Daraus folgt, daß für die mit großer räumlicher und zeitlicher Diskontinuität vorkommenden Ichneumonidenarten, speziell die Arten mit sehr geringer Stetigkeit, größere Fangflächen gewählt werden müßten, um das Arteninventar in einem vernünftigen Zeitraum erfassen zu können. Die charakteristischen Arten der Ichneumonidenzönose des untersuchten Biotops werden jedoch mit der verwendeten Fangfläche gut erfaßt.

4.2 Schlupfwespen als Parasiten

Larven und Imagines der Schlupfwespen (Ichneumonidae) ernähren sich auf verschiedene Weise. Bei Ichneumonidenweibchen, die mit bereits reifen Eiern schlüpfen, ist eine Nahrungsaufnahme vielfach unnötig. Zwar werden Wasser- oder Safttropfen bei sich bietender Gelegenheit aufgenommen, im übrigen reichen die im Fettkörper gespeicherten Reservestoffe für die kurze Lebensspanne aus. Bei längerlebigen Arten ist eine Nahrungsaufnahme zur Aufrechterhaltung der Aktivität jedoch meist unumgänglich (SEDLAG 1959). So lecken vor allem größere Arten wie z. B. *Ichneumon* oder *Pimpla* gerne Honigtau oder alle Arten von Pflanzensäften (GYÖRFI 1951). Die Weibchen vieler Ichneumonidenarten ernähren sich von den Körperflüssigkeiten des Wirtes, in den sie ihre Eier ablegen. Dies geschieht in Verbindung mit der Oviposition oder unabhängig davon. Dieses Verhalten ist bei den Ichneumoninen und Gellinen weit verbreitet (CLAUSEN 1940). Diese beiden Unterfamilien machen im Ettlinger Buchenwald über die Hälfte der Arten aus. So wirken diese Schlupfwespen in doppelter Hinsicht reduzierend auf die Population ihrer Wirte ein. Sie töten eine beachtliche Zahl von Tieren direkt bei der Nahrungsaufnahme und legen in andere ihre Eier ab (KÖNIGSMANN 1975).

Die Larven der Ichneumonidae dagegen leben raubparasitisch. Als Wirte der im Ettlinger Buchenwald vorkommenden Ichneumonidenarten kommen Lepidopteren, Dipteren, Coleopteren, Neuropteren, Hymenopteren

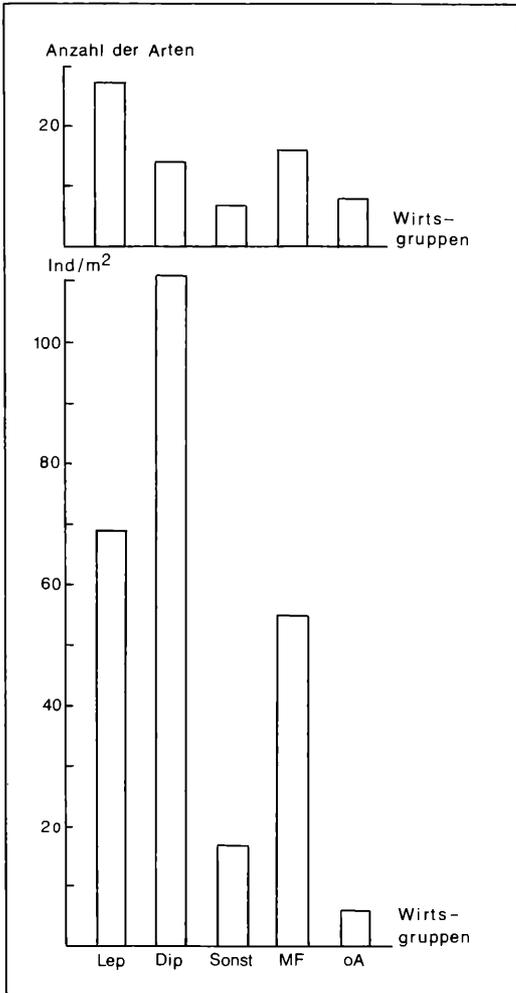


Abbildung 3. Wirtsgruppen der Ichneumoniden im Moderbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen. Oben: Artenzahl; unten: Summe der Individuen aller 7 Untersuchungsjahre. Lep = Lepidopterenparasiten, Dip = Dipterenparasiten, sonst = in anderen Ordnungen parasitierende Ichneumonidenarten, MF = in mehreren Ordnungen parasitierende Ichneumonidenarten, o. A. = ohne Angabe zur Wirtswahl. Gerastert: Arten, die in mindestens zwei Jahren gefangen wurden.

wa $\frac{1}{4}$ der Individuen. Die mit 14 Arten relativ artenarmen Dipterenparasiten machen hingegen 43% der Individuen aus. Parasiten anderer Ordnungen spielen mengenmäßig kaum eine Rolle im Ettlinger Buchenwald. 16 Arten parasitieren in mehreren Ordnungen und stellen rund $\frac{1}{5}$ der Individuen. Vernachlässigt man die Arten, die nur in einem Versuchsjahr erfaßt wurden, so wird der Unterschied noch deutlicher (Abb. 3). Ein großer Teil der Lepidopterenparasiten gehört zu den nur in einem Jahr festgestellten Arten, während dies bei den Dipterenparasiten wesentlich weniger Arten sind. Herangezogen wurden sämtliche gefangenen Individuen, also auch die, die auf den belasteten Flächen des Chemikalienprogramms gefangen wurden. Betrachtet man nur die Kontrollfläche, so liegen die gleichen Verhältnisse hinsichtlich der Wirtswahl vor.

Bei aller Vorsicht, die man den Wirtsangaben in der Literatur zukommen lassen muß (vgl. HORSTMANN 1970), kann man doch sagen, daß ein deutliches Übergewicht der Dipterenparasiten besteht.

Die charakteristischen Arten wie *Orthocentrus* sp., *Stenomacrus* sp. und *Eusterinx* sp. 1 sind Dipterenparasiten. Für alle 3 Arten werden die Nematoceren-Familien aus dem Verwandtschaftskreis der Mycetophiliformia, also Mycetophilidae, Lycoriidae und Cecidomyiidae als Wirte angegeben (HEDWIG 1958, KLUG 1965, TOWNES 1971). Nach HEYNEN (mdl. Mitt.) sind dies auch in allen Jahren die dominierenden Vertreter der im Boden lebenden Dipterenlarven.

Unter den Lepidopterenparasiten parasitiert *Exochus* aff. *longicornis* laut TOWNES (1971) in leicht zugänglichen Microlepidopterenlarven, wobei Tortriciden (BAUER 1934) und Pyraliden (TOWNES & TOWNES 1959) bevorzugt werden. Ebenfalls in Lepidopteren parasitiert *Cratichneumon rufifrons*; MEIER (1933) nennt Geometriden und Arctiiden.

Dichrogaster aestivalis, ein Vertreter der Gelinae, schmarotzt in mehreren Ordnungen. Unter den parasitierten Lepidopteren wird *Coleophora hemerobiella* (HEDWIG 1950) genannt. KLEINE (1944) gibt verschiedene Borkenkäfer und FAHRINGER (1922) die Braconide *Apanteles solitarius*, einen Schmarotzer des Rotbuchsenschädlings *Hibernia defoliaria* (O. Lepidoptera), an. Laut BRISCHKE kommt auch *Chrysopa perla* (O. Planipennia) als Wirt in Betracht (FAHRINGER 1922).

5. Zur Rolle der Hymenopteren im Moderbuchenwald

Bei den gefangenen Hymenopteren handelt es sich fast ausschließlich um Formen aus der Gruppe der Terebrantes oder Schlupfwespen i. w. S. Während die Imagines sich von Pflanzensäften oder der Körperflüssigkeit ihrer Wirte ernähren, leben die Larven als Raubparasiten, die erst in ihrem Wirtstier parasitieren, bevor sie es schließlich aufzehren. Damit ist vor allem die larvale Lebensphase innerhalb einer Biozönose von Bedeutung.

sowie Spinnen und Pseudoskorpione in Betracht. Viele Arten, vornehmlich der Gelinae, können in mehreren Ordnungen parasitieren. Im allgemeinen werden die Larven oder Puppen der Wirte angestochen. Im vorliegenden Material sind die Arten, die in Lepidopteren und Dipteren schmarotzen, zahlenmäßig am stärksten vertreten (Abb. 3). Mindestens 27 Arten können in Lepidopteren parasitieren, stellen jedoch nur et-

Aus dem Vergleich mit anderen bodensauren Waldbiotopen (Tab. 3) ist zu erkennen, daß die Proctotrupeoidea, speziell Platygasteridae und Diapriidae mit einem außergewöhnlich hohen Anteil im Ettlinger Buchenwald vertreten sind. Beide Familien parasitieren in Dipteren. Die vorherrschenden Platygasteridae in Cecidomyiidenlarven, für die Diapriiden werden neben anderen Dipterenfamilien Mycetophiliden angegeben (NIXON 1957). Der Anteil der Chalcidoidea liegt im Ettlinger Buchenwald zwar über dem der Fichtenforste im Solling, wird jedoch vom Buchenwald im Solling bei weitem übertroffen. Dort gehören fast 70 % aller nachgewiesenen Hymenopteren zu den Mymariden, so daß die Überfamilie der Chalcidoidea dort die häufigste Gruppe ist. Der Anteil der Ceraphronoidea liegt im Ettlinger Buchenwald zwischen dem der im Solling untersuchten Fichtenforste und dem dortigen Buchenwald.

Die Ichneumoniden, die in den beiden im Solling untersuchten Fichtenforsten dominieren, treten sowohl im Solling-Buchenwald wie auch im Buchenwald des Stadtwaldes Ettligen in der Dominanz deutlich zurück. Auch bei den Ichneumoniden sind, wie in Kap. 4.2 gezeigt, die Parasiten der Dipterenlarven zahlenmäßig am stärksten vertreten.

Somit läßt sich feststellen, daß im untersuchten Buchenwald und wahrscheinlich in Moderbuchenwäldern Mitteleuropas allgemein die Dipterenparasiten den weitaus größten Anteil unter den Schlupfwespen haben. Dies ist angesichts der großen Bedeutung von Dipterenlarven im Buchenwaldboden nicht verwunderlich.

Als Wirte werden in der Literatur vor allem die drei Familien der Mycetophiliformia innerhalb der Nematoceren genannt, die im Stadtwald Ettligen absolut dominieren: die Gallmücken (Cecidomyiidae = Itonididae), die Pilzmücken (Mycetophilidae = Fungivoridae) und die Traurmücken (Lycoriidae = Sciaridae). Der Anteil ihrer Larven am Gesamtbestand der Dipterenlarven schwankte im Zeitraum von 1977 und 1985 ungefähr zwischen 30 und 95 % und betrug im Durchschnitt etwa 60 %. Nimmt man alle Nematoceren zusammen, dann liegt ihr Anteil sowohl nach Untersuchungen der Larven (HEYDEN mdl. Mitt.) wie der Imagines (VOLZ 1983) bei etwa $\frac{3}{4}$ aller Dipteren.

Solch ein Übergewicht an Nematoceren ist typisch für stark bodensaure Wälder, die Fichtenforste und Hainsimsen-Buchenwälder. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „Nematocerenwäldern“ und stellt diesen die sogenannten „Brachycerenwälder“ gegenüber (FUNKE 1983).

Dipterenlarven gehören zu den wichtigsten saprophagen Primärzersettern (DUNGER 1983). Bei den Cecidomyiidae gibt es phytophage (Pilzsporen, faulende Pflanzenteile, Baumsäfte, Gallenerzeuger) und zoophage Arten (Milben, Blatt- und Schildläuse, Artgenossen), koprophage und parasitische Formen. Mycetophilidae leben in der Fallaubschicht, in Pilzen oder an rindenlosen, modernden Zweigen. Sie ernähren sich mycetophag und phytophag vom Bestandsabfall. Lycori-

Tabelle 3. Vergleich der Zusammensetzung der Hymenopterenpopulation in verschiedenen bodensauren Waldbiotopen. Angaben über die drei Sollingwälder aus FUNKE (1983) und WILMERS & ELLENBERG (1986). Das Material wurde ausschließlich durch Fotoelektronen gefangen, in den Fichtenforsten des Solling wurden nur Dauersteher von 1 m² Grundfläche eingesetzt (THIEDE 1977). Die Angaben sind prozentuale Anteile am Gesamtfang, bei den eigenen Angaben sind nur die Fänge des Standardprogramms berücksichtigt.

+ = Anteile unter 1 %

	Fichtenforst im Solling	Buchen- wald im Solling	Buchen- wald bei Ettligen	
Untersuchungszeitraum	1971–73	1971–73	1968–70 1979–85 z.T. 1973	
Alter des Waldes (Jahre)	85	39	120	140
Jahrestemperatur $\bar{\varnothing}$	6,6°C	6,6°C	6,4°C	8,5°C
Jahresniederschläge $\bar{\varnothing}$ im Untersuchungszeitraum	919 mm	919 mm	1028 mm	1028 mm
Summe (Ind/m ² · a)	105 %	285 %	157 %	256 %
Tenthredinoidea				
Tenthredinidae	+	+	+	+
Pamphilidae	+	+		
Diprionidae	+	+		
Ichneumonoidea				
Ichneumonidae	31	40	2	5
Braconidae	18	22	1	3
Cynipoidea				
Cynipidae	+	+	5	+
Figitidae	+	+	+	+
Eucoilidae				2
Chalcidoidea				
Chalcidoidea (ohne Mymaridae)	10	10	13	19
Mymaridae		1	69	5
Ceraphronoidea	27	22	6	11
Proctotrupeoidea				
Proctotrupidae	+		+	+
Diapriidae	6	+	1	14
Scelionidae	3	1	+	2,5
Platygasteridae	5	5	1	33
Bethyloidea				
Dryinidae	+	+	1	4

den, die als phytosaprophag, mycetophag und koprophag anzusprechen sind, halten sich vor allem im Grenzbereich zwischen L- und F-Schicht auf (BRAUNS 1976).

Aus der Abundanz von Dipterenlarven und Dipterenparasiten läßt sich der Parasitierungsgrad grob auf ca. 7 % schätzen.

Bei der Abschätzung des Parasitierungsgrades wurde vorausgesetzt, daß sich die Hymenopteren als solitäre Parasiten vermehren, und die in der Literatur angegebene Wirtswahl realisiert wird. Da ein Großteil der Parasiten sich jedoch nicht solitär sondern gregär vermehrt, ist der Parasitierungsgrad wesentlich niedriger einzuschätzen.

Es ist somit nur ein geringer Teil der Dipterenlarven parasitiert, so daß den Hymenopteren keine bestandsregulierende Wirkung zukommt. Andererseits kann man annehmen, daß die Hymenopteren selbst in Zeiten, in denen die Dipterenlarven mit niedriger Abundanz vorliegen, noch genügend Wirte finden, um ihre niedrige Abundanz aufrecht zu erhalten.

Bei den Ichneumoniden wurde *Stenomacrus* sp. im Juli/August 1982 mit außergewöhnlich hoher Abundanz erfaßt (Kap. 4.1). In diesem Jahr zeigten die Dipterenlarven ein seltenes Sommermaximum. Eventuell spielt jedoch nicht so sehr die absolute Abundanz der Wirte eine Rolle, sondern vielmehr ihre Zugänglichkeit. Im Sommermaximum von 1982 waren die Dipterenlarven vor allem in der F- und L-Schicht vertreten. In den Monaten des Maximums waren gleichzeitig hohe Niederschläge zu verzeichnen. Laut FRIEBE (1982) ist der Aufenthalt in den verschiedenen Schichten vom Klima abhängig. Nur bei sehr feuchtem Wetter treten die Dipterenlarven in der L-Schicht auf, bei trockenem Wetter weichen sie in untere Schichten aus.

Neben den Dipteren spielen bei den Ichneumoniden Lepidopteren als zweite Wirtsgruppe eine Rolle. Die Lepidopterenparasiten unter den Ichneumoniden sind zwar artenreich vertreten, machen aber an der Population nur einen geringen Anteil aus.

Bei den Lepidopterenparasiten wird eine Biotopbindung vor allem durch das Vorhandensein von Pflanzen bestimmt, die dem Wirt als Nahrung dienen (BAUER 1961). Da im untersuchten Bestand kein Unterwuchs vorhanden ist, kommen auch Schmetterlingsraupen nur sporadisch in der Bodenstreu vor. Die geringe zahlenmäßige Bedeutung der Lepidopterenparasiten entspricht der geringen Siedlungsdichte und dem mehr zufälligen Auftreten einzelner Schmetterlingsarten.

6. Literatur

- ACHTERBERG, C. van (1976): A preliminary key to the subfamilies of the Braconidae (Hym.). – Tijdschr. Ent., **119**: 33–78; Amsterdam.
- ASKEW, R. R. (1971): Parasitic insects. – 316 S.; London.
- BAUER, E. (1934): Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und der Wirtstiere der Gattung *Exochus* (GR.). THOMS. – Mitt. ent. Ges. Halle, **13**: 31–34; Halle.
- BAUER, R. (1961): Ichneumoniden aus Franken. Teil II (Hymenoptera: Ichneumonidae). – Beitr. Ent., **11**: 732–792; Berlin.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – Carolea, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BENDEL-JANSSEN, M. (1977): Zur Biologie, Ökologie und Ethologie der Chalcidoidea (Hym.). – Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft., **176**: 163 S.; Berlin.
- BRAUNS, A. (1976): Taschenbuch der Waldinsekten (Bd 1 und 2). – 817 S.; Stuttgart.
- CLAUSEN, C. P. (1940): Entomophagous insects. – 690 S.; New York und London.
- DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. – Neue Brehm-Bücherei, **327**: 280 S.; Wittenberg.
- FAHRINGER, J. (1922): Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger Schmarotzerwespen unter besonderer Berücksichtigung von Schädlingen. – Ztschr. angew. Ent., **8**: 325–388; Berlin.
- FERRIERE, C. & KERRICH, G. J. (1958): Hymenoptera, Chalcidoidea. – Handbk Ident. Br. Insects, **8**, (2a): 40 S.; London.
- FRIEBE, B. (1982): Die Makroarthropodenfauna eines Buchenwaldbodens unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren. – 195 S.; Dissertation, Karlsruhe.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leafeating insects and their influence on primary production. In: ELLENBERG, H. (Hrsg.) Integrated Experimental Ecology. – Ecol. Studies, **2**: 81–93; Berlin, Heidelberg.
- FUNKE, W. (1983): Arthropodengesellschaften mitteleuropäischer Wälder. Abundanz und Biomasse – Eklektorfauna. – Verh. Ges. Ökol., **11**: 111–129; Göttingen.
- GAULD, I. D. & MITCHELL, P. A. (1977): Hymenoptera, Ichneumonoidea, Ichneumonidae: Orthopelmatinae and Anomalinae. – Handbk Ident. Br. Insects, **7**, (2b): 29 S.; London.
- GRIMM, R., FUNKE, W. & SCHAUERMANN, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Waldökosystemen. Verh. Ges. Ökol., **3**: 77–87; Den Haag.
- GYÖRFI, J. (1951): Die Schlupfwespen und der Unterwuchs des Waldes. – Ztschr. angew. Ent., **30**: 79–103; Berlin, Hamburg.
- HEDWIG, K. (1950): Beiträge zur Kenntnis europäischer Schlupfwespen. – Nachr. naturw. Mus. Aschaffenburg, **29**: 17–42; Aschaffenburg.
- HEDWIG, K. (1958): Mitteleuropäische Schlupfwespen und ihre Wirte. – Nachr. naturw. Mus. Aschaffenburg, **58**: 21–37; Aschaffenburg.
- HEYNEN, C. (1987): Lebensraum Buchenwaldboden: Die Dipterenlarven. – Verh. Ges. Ökol. Göttingen (im Druck).
- HORSTMANN, K. (1970): Ökologische Untersuchungen über die Ichneumoniden der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. Oecologia, **4**: 29–73; Berlin, Heidelberg.
- KASPARYAN, D. R. (1974): Review of the Palearctic species of the tribe Pimplini (Hym., Ichneumonidae). The genus *Pimpla* FABRICIUS. – Ent. Obozr., **53**: 382–403; Moskau.
- KLEINE, R. (1944): Die europäischen Borkenkäfer und die bei ihnen lebenden Räuber, Parasiten und Commensalen. (Ipi-

- dae). – Ent. Bl. Biol. Syst. Käfer, **40**: 68–83, 125–133; Krefeld.
- KLUG, B. (1965): Die Hymenopteren am Tuniberg, im Mooswald und Riesefeld; eine vergleichend faunistisch-ökologische Untersuchung dreier extremer Biotope des südlichen Oberrheintales. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg, **55**: 5–255; Freiburg i. Br.
- KONIGSMANN, E. (1975): Hymenoptera. – In: Neue große Tierenzyklopädie (Das Urania Tierreich), **4**: 287–395; Stuttgart, Salzburg.
- KROMBEIN, K. V., HURD, P. D., SMITH, D. R. & BURKS, B. D. (1979): Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico. Vol. I. – U. S. Dept. Agr., Agric. Monogr., **2**: 1198 S.; Washington.
- KUSSMAUL, K. (1986): Hymenopteren aus Fotoektoren in einem Moderhumus-Buchenwald unter spezieller Berücksichtigung der Ichneumonidenfauna. Ergebnisse zur Biologie, Ökologie und Okotoxikologie. – 139 S.; Diplomarbeit, Karlsruhe.
- MEDVEDEV, G. S. (1981): Opredelitel nasekomych evropejskoj casti SSSR., **3**, (3), Ichneumonidae. – 688 S.; Leningrad.
- MEIER, N. F. (1933): Keys to parasitic Hymenoptera (Fam. Ichneumonidae) of the USSR and adjacent countries, **1**. – IPST; Jerusalem 1968.
- NIXON, G. E. J. (1957): Hymenoptera, Proctotrupoidea, Diapriidae, subfamily Belytinae. – Handbk Ident. Br. Insects, **8**, (3 dii): 107 S.; London.
- NIXON, G. E. J. (1980): Hymenoptera, Proctotrupoidea, Diapriidae (Diapriinae). – Handbk Ident. Br. Insects, **8**, (3 di): 55 S.; London.
- OEHLKE, J. (1964): Übersicht und Bestimmungstabellen der paläarktischen Gattungen der ehemaligen Unterfamilie Pimplinae auct. – Ent. Abh., **29**: 533–590; Leipzig.
- OEHLKE, J. (1969): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera, Bestimmungstabellen bis zu den Unterfamilien. – Beitr. Ent., **19**: 753–801; Berlin.
- PECK, O., BOUCEK, Z. & HOFFER, A. (1964): Keys to the Chalcidoidea of Czechoslovakia. – Mem. Ent. Soc. of Canada, **34**: 120 S.; Ottawa.
- PERKINS, J. F. (1959): Hymenoptera, Ichneumonoidea, Ichneumonidae. Key to the subfamilies and Ichneumoninae I. – Handbk Ident. Br. Insects, **7**, (2 ai): 116 S.; London.
- PERKINS, J. F. (1960): Hymenoptera, Ichneumonoidea, Ichneumonidae. Subfam. Ichneumoninae II, Alomyinae, Agryotyptinae and Lycorininae. – Handbk Ident. Br. Insects, **7**, (2 aii): 213 S.; London.
- PSCHORN-WALCHER, H. (1971): Heloridae et Proctotrupidae. – Insecta Helvetica, **4**: 64 S.; Zürich.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1902–36): Opuscula Ichneumonologica. **1–5** (Fasc. 1–45) und Suppl. Bde (Fasc. 1–25). – 3570 und 1875 S.; Blankenburg.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. – 1062 S.; Jena.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie. – 384 S.; Hamburg, Berlin.
- SEDLAG, U. (1959): Hautflügler. III Schlupf- und Gallwespen. – Neue Brehm Bücherei, **242**: 84 S.; Wittenberg.
- STELLWAAG, F. (1921): Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. – Monogr. angew. Ent., **6**: 100 S.; Berlin.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.) (1981): Exkursionsfauna. Bd **2/1**: Wirbellose, 1. Teil: Insekten. – 504 S.; Berlin.
- THIEDE, U. (1977): Untersuchungen über die Arthropodenfauna in Fichtenforsten (Populationsökologie, Energieumsatz). Zool. Jb., Abt. Syst., **104**: 137–202; Jena.
- TOWNES, H. K. (1969–71): The genera of Ichneumonidae. Part 1–4. – Mem. Amer. Ent. Inst., **11**, **12**, **13** und **17**, 1516 S.; Ann Arbor.
- TOWNES, H. K. & TOWNES, M. C. (1959): Ichneumon-Flies of America North of Mexico: 1. Subfamily Metopiinae. – Bull. U. S. Nat. Mus., **216**, (1): 318 S.; Washington.
- VOLZ, P. (1983): Zur Populationsökologie der mitteleuropäischen Walddipteren. – Carolinea, **41**: 105–125; Karlsruhe.
- WILMERS, F. & ELLENBERG, H. (1986): Allgemeinklima und Bestandsklima. – In: ELLENBERG et al. (Hrsg.): Ökosystemforschung, Ergebnisse des Sollingprojektes 1966–1986: 61–76; Stuttgart.
- WOLF, H. (1972): Pompiliidae (Hym.). – Insecta Helvetica, **5**: 176 S.; Zürich.

HUBERT HILPERT

Schlupfwespen des Feldberggebietes (Hymenoptera, Ichneumonidae)

Kurzfassung

Auf dem Feldberg i. Schw. wurden 1985 mit 4 weißen und 12 gelben Farbschalen, sowie mit gezielten Fängen, 3700 Ichneumoniden erbeutet. Während der Schneeschmelze im Mai gibt es eine besondere Vorfrühlingsfauna mit zwei dominanten Arten: *Lissonota admontensis* STROBL, eine bisher nur aus den Alpen bekannte Art, und *Tranosema* sp. 1., welche vermutlich noch unbeschrieben ist. Außerdem existiert eine besondere Überwintererfauna mit den Arten *Syspasis scutellator* (GRAV.), *Hoplismenus terrificus* WESMAEL und *Hoplismenus flavitarsis* (CLÉMENT), die in anderen Gebieten nicht häufig gefunden werden. Der Gelbe Enzian ist die wichtigste Nahrungspflanze für die Imagines, außer für die Tersilochinae, die bevorzugt Umbelliferen aufsuchen (*Heracleum sphondylium*). Damit im Einklang bevorzugen sie im Gegensatz zu den anderen Unterfamilien die weißen Farbschalen. Die Phänologie der häufigsten Arten wird in Diagrammen dargestellt. In einer Artenliste werden die dem Verfasser bekannten Arten vom Feldberg aufgelistet.

Abstract

Ichneumonflies from the Feldberg region/Black Forest

On the Feldberg (Black Forest, FRG, 1493 m) 3700 Ichneumonflies have been collected with coloured pan traps and other methods. During snow-melting in May a particular fauna is present with two dominant species: *Lissonota admontensis* STROBL, which has been found beyond the Alps for the first time, and *Tranosema* sp. 1, probably an undescribed species. The most frequent hibernating species are *Syspasis scutellator* (GRAV.), *Hoplismenus terrificus* WESMAEL and *Hoplismenus flavitarsis* (CLÉMENT), which are not often found in other regions. *Gentiana lutea* (Gentianaceae) is the most important feeding plant for the Ichneumon-flies, except for the Tersilochinae, which prefer *Heracleum sphondylium* (Umbelliferae). According to this, they are better trapped with white traps, while other subfamilies prefer the yellow traps. The phenology of the most frequent species is given in diagrams.

Autor

HUBERT HILPERT, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, Wonnhaldestraße 4, D-7800 Freiburg i. Br.

Diese Arbeit wurde mit Mitteln aus dem Professor-Friedrich-Kiefer-Fonds gefördert.

1. Einleitung

Die meisten früher durchgeführten Untersuchungen über Ichneumoniden beschränkten sich auf die Erstellung von Artenlisten und die Beschreibung neuer Arten. Ökologische Aspekte sind seltener betrachtet worden. OZOLS (1941) untersuchte die Ichneumonidenfauna eines Fichtenwaldes durch quantitativ auswertbare Sicht-

fänge. Er sammelte jeweils eine Stunde lang eine bestimmte Fläche ab und versuchte, Zusammenhänge zur Witterung festzustellen. Durch die Angaben der Dominanzen jeder Art ermöglichte er einen Vergleich mit anderen Biozönosen. Dies ist insofern wichtig, als eine artreiche Biozönose, wie sie in Mitteleuropa in jedem natürlichen Biotop vorliegt, nicht so sehr durch das Artenspektrum, als vielmehr durch die dominanten „Charakterarten“ gekennzeichnet ist. BAUER (1958, 1961) konzentrierte sich bei seiner Untersuchung der fränkischen Ichneumonidenfauna auf das Erstellen einer Artenliste, betrachtete aber auch andere Aspekte wie Phänologie, Überwinterung und Biotopbindung, meist aber nicht quantitativ. HORSTMANN (1970) hatte bei seiner Untersuchung der Ichneumoniden der Nordseeküste Schleswig-Holsteins eine völlig andere Grundlage. Seine Tiere stammten größtenteils aus Farbschalen und Barberfallen, also objektiven Fangmethoden, weshalb eine quantitative Auswertung möglich war.

Bei meinen Untersuchungen sollten Fallenfänge durch weitere Fangmethoden ergänzt werden, wie Käschker, Sammeln im Winterquartier und auf Nahrungspflanzen, um einen möglichst repräsentativen Überblick über die Ichneumonidenfauna zu erhalten. Damit soll ein erster Überblick über Vorkommen und Phänologie der Ichneumoniden des Feldberggebietes gegeben werden. Von der Erwähnung der Wirte für die Larven der nachgewiesenen Arten sehe ich im Folgenden ab. Wirtsangaben müßten aus der Literatur übernommen werden, was angesichts erheblicher Fehlerquoten in den Wirtslisten als nicht sinnvoll erscheint. Wünschenswert wäre allerdings eine gründliche Untersuchung der Parasitenkomplexe einiger auf dem Feldberg häufiger Blattwespen und Schmetterlinge, was am besten in Zusammenarbeit mit Bearbeitern dieser Taxa geschehen könnte. Der Feldberg ist die höchste Erhebung der Bundesrepublik Deutschland außerhalb der Alpen. Seine Höhe beträgt 1493 m. Eine zusammenfassende, neuere Darstellung der Geologie, Pflanzendecke und eine Übersicht über einen Teil der charakteristischen Fauna ist in „Der Feldberg im Schwarzwald“ (RASBACH 1982) zusammengetragen.

2. Methoden und Fanggebiete

2.1 Sammelmethoden

Farbschalen: Wegen ihrer relativen Unauffälligkeit und Resistenz gegen das rauhe Klima bei gleichzeitig großer Fängigkeit entschied ich mich für Farbschalen, wie sie MOERICKE 1951

erstmals für den Fang von Blattläusen angewandt hat (NOLTE, 1954). Diese Fallen haben sich inzwischen auch für den Fang von Hautflüglern bewährt. HORSTMANN (1970) stellte für die Ichneumoniden eine wesentlich größere Effektivität der gelben Fallen fest. Weil die Strahlungsverhältnisse auf dem Feldberg extremer sind als in den von anderen Autoren untersuchten Gebieten, stellte ich zu 12 gelben Schalen noch 4 weiße auf. Farbschalen haben gegenüber anderen Fallentypen Nachteile, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Die Anzahl erbeuteter Tiere hängt von einer Reihe Faktoren ab:

1. der Individuendichte (Abundanz) der Arten
2. der Aktivität der Arten
3. der spezifischen Attraktivität der Fallen
4. der Lebensweise und der jeweiligen „Stimmung“ der Arten bzw. Geschlechter. Weibchen, die vor allem am Boden leben, werden seltener mit den Farbschalen erbeutet, während die Männchen mehr umherfliegen und daher häufiger gefangen werden. Überwinternde Weibchen finden sich in den Fallen häufiger, wenn sie im Herbst auf der Suche nach dem Winterquartier umherfliegen
5. der Exposition der Fallen
6. dem Zustand der Fallen
7. der Witterung.

Im Gegensatz zu Bodenfallen, bei denen die Fängigkeit ein Pro-

dukt aus der Abundanz und der spezifischen Aktivität der Arten darstellt, ist die Situation bei den Farbschalen durch die Attraktivität als drittem wesentlichem Faktor also weitaus komplexer. Die Farbschalen wurden in geringer Höhe über dem Boden (10–50 cm) in Gruppen von je 3 Gelb- und 1 Weißschale an vier Standorten aufgestellt. In Abbildung 1 sind diese Standorte und die Benennung der Fallen angegeben. Die ersten 4 Gelbschalen stellte ich am 15. Mai auf, 5 Tage nach Aufbrechen der geschlossenen Schneedecke. Die restlichen Farbschalen konnte ich aus technischen Gründen erst vom 11.–14. Juni aufstellen. Die weißen Schalen baute ich am 16. 9. ab, die Gelbschalen jeweils zur Hälfte am 30. 9. und 14. 10.

Ergänzende Aufsammlungen: Als Fanggerät für den gezielten Fang von Ichneumoniden verwendete ich einen Käschel, wie ihn GAUSS (unveröff.) schon seit Jahren erfolgreich benutzt. Die Besonderheit dieses Geräts liegt in einem Fenster aus Klarsichtfolie, das in den distalen Teil des Beutels eingnäht wird. Richtet man das Fenster gegen die Sonne, sammeln sich die Ichneumoniden dort an und können mit einem Gläschen abgesammelt werden. Mit dem Käschel wurden schwerpunktmäßig 5 Areale (I–V) abgesammelt (Abb. 1). Die Flächen I–IV stimmen mit den Standorten 1–4 der Farbschalen überein. Die sehr heterogene Fläche V entspricht am ehesten dem Standort 3, was sich insbesondere in der Häufigkeit der Tersilochinen zeigte. Zusätzlich zu den Käschelfängen sammelte ich die Ichneumo-

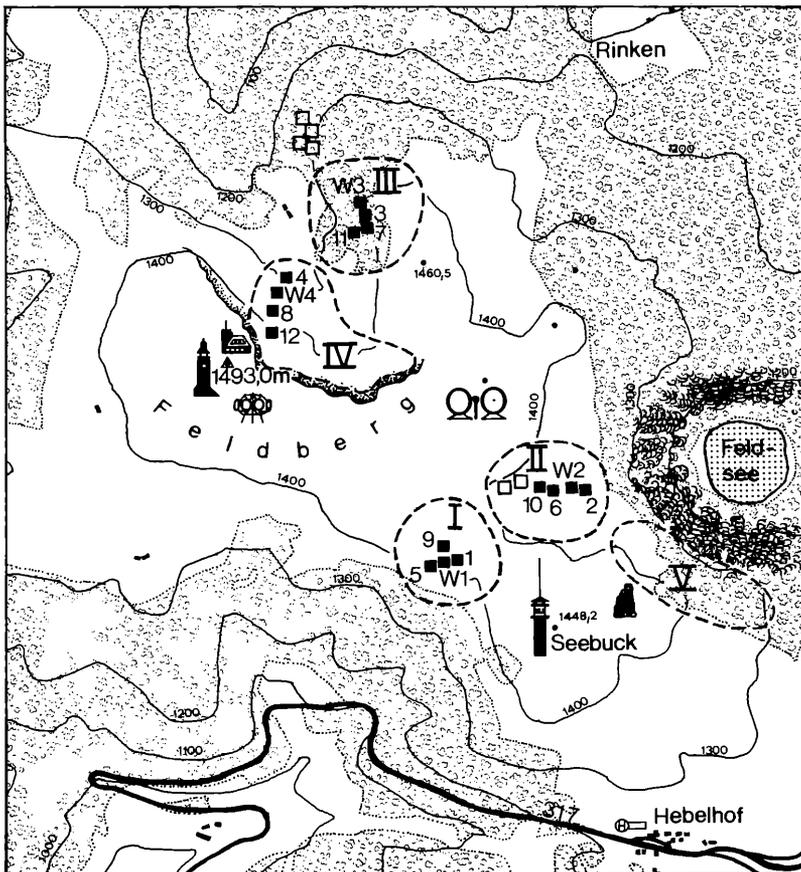


Abbildung 1. Karte des Feldbergs im Schwarzwald, Maßstab 1:25000. Eingezeichnet sind die Standorte der Gelbschalen 1–12, Weißschalen W1–4 und die Begrenzung der Areale der Sichtfänge I–V. Weiße Rechtecke: Erster Standort einiger Fallen; schwarze Rechtecke: Endgültiger Standort der Fallen.



Abbildung 2. Farbschale G9 beim Grüble. Im Hintergrund die Todtnauer Hütte.

niden an Nahrungspflanzen und im Winterquartier. An den Nahrungspflanzen sammelte ich die Tiere mit einem Exhaustor ab, größere ließen sich mit den Händen absammeln.

2.2 Fanggebiete

Das Untersuchungsgebiet beschränkte sich auf den eigentlichen Feldberg und umfaßte vor allem Lagen über 1300 m östlich des Gipfels (Abb. 1).

Der Standort 1 liegt ca. 200 m westlich des Grüblesattels in 1400 bis 1420 m Höhe und ist ein ehemaliger Borstgrasrasen (*Leontodonto helvetici-Nardetum*) im Stadium der Wiederbewaldung (Abb. 2).

Der Standort 2 ist der Uferbereich des Seebachs, wenige Meter nach seinem Austritt aus der Quellflur. Der Fichtenwald tritt besonders im unteren Teil nahe an den Bachlauf heran.

Der Standort 3, ein Bergahorn-Buchenmischwald, liegt an der Westseite des Baldenweger Bucks, unterhalb größerer Felsen. Er ist sehr steil und das Substrat an dieser Stelle nicht stabil. Deshalb ist hier die Buche auf einem Areal von ca. 50 m Durchmesser ganz von Bergahorn verdrängt. Das Substrat wird hier, abgesehen von einer Lichtung in der Mitte, ganz von Alpendost bedeckt. Bei diesem Standort handelt es sich um Reste des ehemaligen Urwaldes.

Der Standort 4 liegt in einer Lawinenrinne des Zastler Lochs zwischen 1300 und 1420 m Höhe (Osterrain). Es handelt sich auch hier um Borstgrasrasen, am Rande auch teilweise um ein Sorbo-Calamagrostietum (Abb. 3).

2.3 Bestimmung der Ichneumoniden

Von Ausnahmen abgesehen wurden alle Arten bei folgenden Unterfamilien bestimmt: Pimplinae, Tryphoninae, Banchinae,

Tersilochinae, Oxytorinae (einige Exemplare waren unbestimmbar), Diplazontinae und Ichneumoninae (außer den meisten *Ichneumon-* und *Tycherus-*Männchen). Bei den Phrudinae, Acaenitinae und Anomaloninae trat jeweils nur eine Art auf. Bei den anderen Unterfamilien habe ich nur wenige Arten vollständig ausgezählt. Um eine sichere Bestimmung zu gewährleisten, wurden die meisten Arten von erfahrenen Kollegen überprüft oder bestimmt. Die Ichneumoninae stenopneusticae verglich ich selbst mit der Sammlung GERD HEINRICH II in der Zoologischen Staatssammlung München. Für ihre Hilfe bei der Bestimmung der hier erwähnten Arten bin ich folgenden Herren zu Dank verpflichtet:

Dr. R. BAUER (Großschwarzenlohe): die meisten Ctenopelmatinae, einzelne Ichneumoninae; Dr. E. DILLER (Zoologische Staatssammlung München): Diplazontinae, Phaeogenini; R. HINZ (Einbeck): diverse Arten, *Dusona*, Pionini; Dr. R. JUSSILA (Paattinen, Finnland): Stilpnina; Dr. K. HORSTMANN (Würzburg): Hemitelinae, Campopleginae, Tersilochinae; Dr. D. R. KASPARYAN (Leningrad): einige Tryphoninae; G. VAN ROSSEM (Ede, Niederlande): die meisten Oxytorinae; H. SCHNEE (Markkleeberg, DDR): Anomaloninae; Dr. W. SCHWENKE (München): Mesochorinae.

Für vielfältige Unterstützung während der Durchführung der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. HANNES F. PAULUS (Freiburg) und Herrn Prof. Dr. K. HORSTMANN, sowie Herrn Dr. E. DILLER.

3. Fangergebnisse

Es ist aus Platzgründen nicht möglich, alle ermittelten Daten in einer Tabelle darzustellen. Die folgende Tabel-

le enthält daher nur Angaben zu den häufigsten Arten und Zwischensummen für die stärker vertretenen Unterfamilien.

4. Phänologie

4.1 Die Ichneumonidae insgesamt (Abb. 4)

Bei der mit Farbschalen ermittelten Phänologie der Ichneumoniden insgesamt zeigen sich hohe Werte in der 2. Maihälfte, noch während der Schneeschmelze, denen ein Einbruch Anfang Juni folgt. Der Verlauf im übrigen Zeitraum entspricht einer Normalverteilung, mit leicht ansteigendem Anteil der Weibchen.

Eine strenge Korrelation zwischen der Anzahl erbeuteter Ichneumoniden und den in Abb. 4 dargestellten Witterungselementen ist nicht zu erkennen. Lediglich im Mai und Juni zeigen sich während dreier Regenperioden deutliche Einbrüche. Der in der Phänologie starke Einbruch im Juni ist zum Teil, sicher aber nicht ganz auf Witterungseinflüsse zurückzuführen. Das ist schon daran zu erkennen, daß in der Schlechtwetterperiode vom 18.–21. 5. wesentlich mehr Tiere erbeutet wurden als in jedem anderen Intervall des Juni.

4.2 Die Ichneumoninae

Die Ichneumoninae verhalten sich abweichend. Bei ihnen erscheinen drei Maxima: Ein schwaches im Frühjahr, ein mäßiges im Frühsommer und ein Hauptmaxi-

mum im beginnenden Herbst. Die Vertreter dieser Unterfamilie lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Arten, deren Imagines überwintern
2. Arten, die als Larve im Wirtstier überwintern.

Bei der ersten Gruppe ergeben sich drei Maxima. Das erste entsteht, wenn die Weibchen im Frühjahr das Winterquartier verlassen. Die im Spätsommer folgende nächste Generation bildet das zweite Maximum. Männchen treten erst zu diesem Zeitpunkt auf. Sie überleben den Winter nicht. Darauf folgt das dritte Maximum, an dem wiederum nur Weibchen beteiligt sind, die ihr Winterquartier suchen. Die beiden letzten Maxima können bei den hier festgestellten Phänologiekurven kaum unterschieden werden. Bei den beiden häufigsten Phaeogeninen sind nur die beiden ersten Maxima zu erkennen (Abb. 5 *Tycherus ophthalmicus* und *T. osculator*). Die Winterquartiere dieser beiden Arten sind mir unbekannt geblieben.

Für die im Frühjahr und Herbst sehr verschiedene Anzahl Weibchen bei überwinternden Arten dürfte die unterschiedliche Aktivität Ursache sein. Die Weibchen im Frühjahr suchen vor allem nach ihren Wirten, oder sie halten sich verborgen, um auf den Zeitpunkt der Eiablage zu warten. Da sie sich in beiden Fällen am Boden aufhalten und nicht umherfliegen, entgehen sie dem Beobachter und geraten nur selten in die Fallen. Im Herbst findet die Paarung und die Suche nach den Winterquartieren statt, die Tiere sind also wesentlich aktiver und werden dabei öfter gefangen. Allerdings muß die Abun-



Abbildung 3. Zastler Loch vom Baldenweger Buck aus gesehen. Die Standorte der Fallen sind mit Pfeilen markiert.

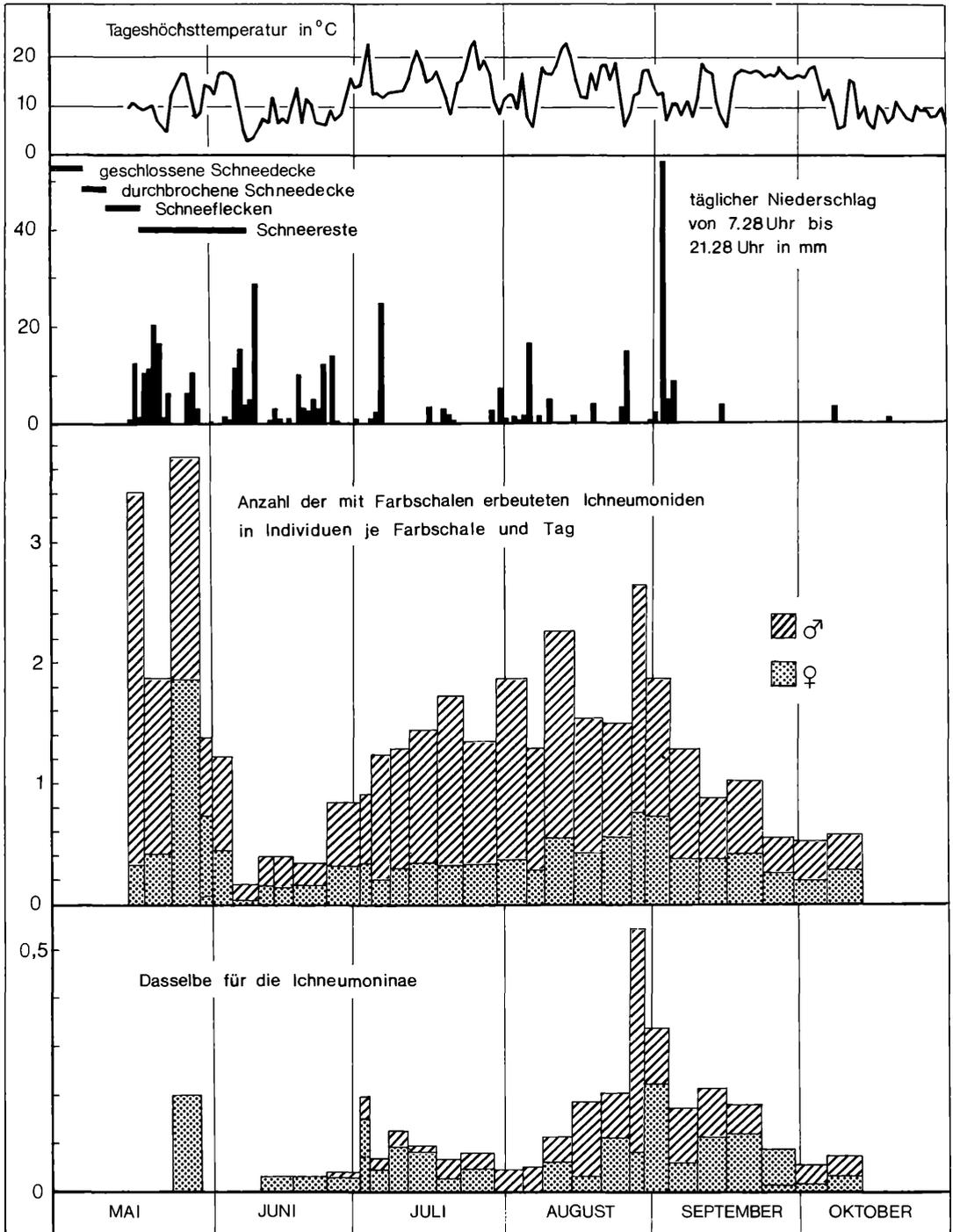


Abbildung 4. Verlauf der Tageshöchsttemperatur, Niederschlag und Phänologie der Ichneumonidae und Ichneumoninae. Die Witterungsdaten stammen von der Wetterwarte Feldberg (Gipfelstation).

danz der Arten im Herbst größer sein als im Frühjahr, denn eine gewisse Sterblichkeit ist zwischen dem Schlüpfen und der Eiablage im darauffolgenden Jahr sicher gegeben. Ihre Größenordnung vermag ich aber nicht abzuschätzen.

Bei der zweiten Gruppe von Arten, die als Larvenstadium im Wirtstier überwintern, sollte nur ein Maximum im Sommerhalbjahr auftreten, sofern keine Sommerruhe stattfindet. Die beiden hier vorherrschenden Arten dieser Gruppe, *Cratichneumon dissimilis* und *Platylabops corniculatus*, sind aber bivoltin, haben also zwei Generationen pro Jahr, weshalb bei ihnen zwei Maxima auftreten.

Die Phänologiekurve der Ichneumoninae (Abb. 4) ergibt sich durch Überlagerung der beiden Gruppen. Es dominieren die beiden häufigen *Tycherus*-Arten und *Cratichneumon dissimilis*. Die Phänologie der Ichneumonidae insgesamt resultiert vor allem aus der Dominanz der univoltinen Arten, die als Larve überwintern. Als solche sind insbesondere die Hemitelinae, Ctenopelmatinae und Tryphoninae zu nennen.

4.3 Phänologie der häufigsten Arten

Nach der Phänologie lassen sich die häufigeren Arten in 5 Gruppen einteilen (i=Imagines überwintern). Die Fangergebnisse einiger Arten sind in Abb. 5 zusammengestellt.

1. Vorfrühlingsarten mit einem Maximum während der Schneeschmelze im Mai
Lissonota admontensis STROBL
Tranosema sp. 1
2. Frühjahrsarten mit einem Maximum im Juni
Trematopygus melanocerus GRAV.
Probles versutus HOLMGREN
Campocraspedon alpinus HOLMGREN
3. Frühlingsarten mit einem Maximum im Juli
Polyblastus subalpinus HOLMGREN
Exyston genalis THOMSON
Exetastes laevigator VILLERS
Barycnemis filicornis THOMSON (1. Generation)
Diplazon annulatus GRAV.
Cratichneumon dissimilis GRAV. (1. Generation)
Platylabops corniculatus WESMAEL (1. Generation)
Amblyteles armatorius FORSTER

einen Übergang zur nächsten Gruppe bilden drei Arten, die im Juli und August gleichermaßen häufig sind:

- Tryphon rarus* KASPARYAN
Tryphon obtusator THUNBERG
Alomya debellator FABRICIUS
4. Spätsommerarten mit einem Maximum im August
Lissonota dubia HOLMGREN
Barycnemis filicornis THOMSON (2. Generation)
Probles montanus HORSTMANN
Diplazon pectoratorius THUNBERG
Cratichneumon dissimilis GRAV. (2. Generation)
Platylabops corniculatus WESMAEL (2. Generation)

einen Übergang zur nächsten Gruppe bilden auch hier drei Arten, die im August und September gleichermaßen

häufig sind:

- Phygadeuon (Iselix) sp. 1*
Tycherus osculator THUNBERG (i)

Tycherus ophthalmicus WESMAEL (i)

5. Herbstarten mit einem Maximum im September
Syspasis scutellator GRAV. (i)
Ichneumon minorius DESVIGNES (i)
Patrocloides sputator FABRICIUS (i)

Bis zum Spätsommer überwiegen die als Larven überwinterten Arten, während im Herbst die als Imago überwinterten Arten (i) vorherrschen.

5. Vorfrühlingsfauna

Vor dem Einbruch Anfang Juni (Abb. 4) setzte sich die Ichneumonidenfauna nach Arten und sogar Unterfamilien völlig anders zusammen als in der übrigen Saison. Im gesamten Jahr waren die Hemitelinae mit 61 % (Farbschalen) die dominante Gruppe, während sie vor dem 5. Juni weit hinter die sonst nur eine untergeordnete Rolle spielenden Banchinae und Campopleginae zurücktraten. Die Hemitelinae hatten in diesem Zeitraum einen Anteil von lediglich 9,4 %, während *Lissonota admontensis* (Banchinae) auf 27 % und die beiden *Tranosema*-Arten (Campopleginae) auf zusammen 54 % kamen (Tab. 2). Es handelt sich hier also um eine besondere Vorfrühlingsfauna, die sich in der Zusammensetzung drastisch von der anderer Jahreszeiten unterscheidet und auch phänologisch von diesen deutlich getrennt ist. Der besondere Charakter dieser Vorfrühlingsfauna zeigt sich auch darin, daß die häufigere der beiden *Tranosema*-Arten vermutlich unbeschrieben ist und mit dem Fund von *Lissonota admontensis* der erste Nachweis dieser Art außerhalb der Alpen vorliegt. Die Vorfrühlingsfauna ist ein Phänomen der Borstgrasrasen. Beide dominante Arten fehlen, auch nach subjektiven Beobachtungen im Wald.

6. Überwinterer

Abgesehen von *Pimpla turionellae* gehörten alle im Winterquartier gefundenen Arten zu den Ichneumoninae. Von diesen 19 Arten fand ich 9 Arten ausschließlich im Winterquartier, was zeigt, daß die Suche nach Überwinterern eine wesentliche Ergänzung der Bestandsaufnahme darstellt. Die häufigste Art im Winterquartier war *Syspasis scutellator* mit einem Anteil von 29 % (1985). Bemerkenswert ist der Fund von *Hoplismenus flavitarsis*. Diese Art ist seit Jahrzehnten nicht mehr gefunden worden. Ungewöhnlich ist auch der Nachweis von drei *Heterischus*-Arten im Winterquartier. BAUER (1984) gibt an, noch nie Individuen dieser Gattung überwintert angetroffen zu haben. *Syspasis scutellator*, *Hoplismenus terrificus* und *Hoplismenus flavitarsis* sind auch auf dem Belchen häufig (Tab. 3).

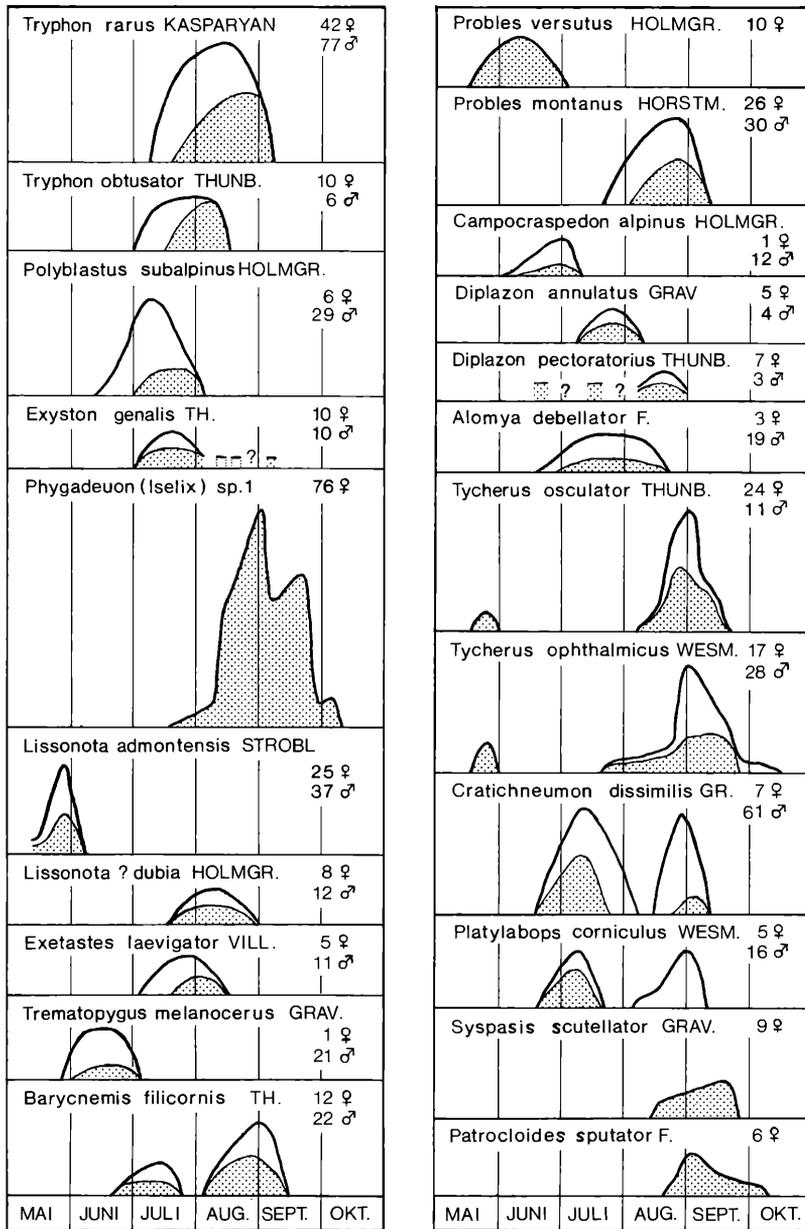


Abbildung 5. Phänologie der häufigsten Ichneumoniden-Arten. Der Anteil der Weibchen ist punktiert wiedergegeben. Bei *Phygadeuon (Iselix) sp. 1* sind die Männchen nicht berücksichtigt. Die Kurven geben die Ergebnisse von Farbschalen- und Käschersfängen kombiniert und vereinfacht wieder.

Unter den Überwinterern von 1986 fand sich auch ein Gynander von *Sypsis scutellator*, dessen Kopf mit den Antennen weiblich, dessen übriger Körper aber männlich ist.

7. Blüten- und Blattlausbesuch, Farbenpräferenz und Fangmethoden

Da die Gelbschalen als am attraktivsten für die Ichneumoniden gelten (HORSTMANN 1970), beziehe ich die Attraktivität der weißen Schalen auf die der gelben. Die Werte W/G sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Bei fast allen Unterfamilien ist die Attraktivität der gelben Fallen

Tabelle 1. Fangdaten der häufigsten Ichneumoniden-Arten sowie Zwischensummen für die individuenreichsten Unterfamilien. Fänge auf Blüten: Gl: Auf Gelbem Enzian, Bl: Auf Gelbem Enzian mit Blattlausbefall, Um: Auf Umbelliferen (fast ausschließlich *Heracleum sphondylium*). W/G: Relative Fängigkeit der weißen Farbschalen bezogen auf die der gelben für einige Unterfamilien. (–) keine Sichtfänge durchgeführt.

	Standorte der Farbschalen				Areale der Sichtfänge					Fänge auf Blüten			W/G
	1	2	3	4	I	II	III	IV	V	Gl	Bl	Um	
Pimplinae (ca. 16 Arten)	2	–	2	1	4	9	–	6	10		1	–	
<i>Tryphon obtusator</i>	4	2			3	3	2	–	3	3		1	
<i>Tryphon rarus</i>	4	1	5	6	7	5	34	42	5	20	8	13	
<i>Polyblastus subalpinus</i>	–	1			1	20		–	12			–	
<i>Exyston genalis</i>	5	–	–	1	9	2	–	2	1		–	–	
Tryphoninae (ca. 29 Arten)	23	5	21	9	33	44	49	48	35	23	8	21	0,16
<i>Phygadeuon sp. 1</i>	–	3	59	13				1		–	–	–	
Hemitelinae (ca. 80 Arten)	205	227	672	335	25	41	15	47	22	7	17	8	0,2
<i>Lissonota admontensis</i>	8	30		24	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)			–	
Banchinae (ca. 21 Arten)	25	35	7	25	12	7	4	7	6	6	2	2	0,36
Ctenopelmatinae (ca. 25 Arten)	26	28	31	82	43	21	14	64	15	2	2	1	0,25
<i>Barycnemis filicornis</i>	4	7		3	2	1	3	3	9	2	–	5	
<i>Probles montanus</i>	–	3	1				2		50		–	51	
<i>Probles versutus</i>	–	3		2	–	–	1	1				1	
Tersilochinae (11 Arten)	6	16	1	6	2	1	6	4	62	2	–	60	3,69
<i>Tranosema sp. 1</i>	14	27		66	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)		–	–	
Campopleginae (ca. 32 Arten)	32	47	6	107	11	28	11	28	24	1	–	1	0,41
Mesochorinae (ca. 15 Arten)	28	5	27	23			7	1			–		3,00
Oxytorinae (14 Arten)	4	10	27	17	5	1		2	1		–	–	0,35
Diplazontinae (13 Arten)	1	2	2	4	3	12	6	17	2		11	1	0,23
<i>Tycherus ophthalmicus</i>	6	9	12	6	1	3		3		2	1	2	
<i>Tycherus osculator</i>	1		31		2	–	–				–	–	
<i>Cratichneumon dissimilis</i>	1	5	10	3	19	16		4	5	–	1	–	
<i>Platylabops corniculatus</i>	3	–	7	5		1	–	2	2	1	1	–	
Ichneumoninae (ca. 83 Arten)	48	43	91	48	57	26	55	54	76	7	7	19	0,18
Ichneumonidae (ca. 352 Arten)	400	442	890	664	201	193	169	281	252	49	48	114	0,25

größer, im Mittel um den Faktor 4. Zwei Unterfamilien verhalten sich aber abweichend: Für die Mesochorinae ist die weiße Farbe anscheinend 3mal anziehender als die gelbe. Allerdings sind von den in den weißen Schalen gefangenen Tieren dieser Unterfamilie nahezu 75% mit der Schale im Zastler Loch erbeutet worden, gerade dem Standort, an dem die Mesochorinae weniger häufig

sind. Der Befund ist daher fraglich. Es mag dabei die spezifische Umgebung der Falle W4 entscheidend gewesen sein. Bei den Tersilochinae ist die Bevorzugung der weißen Schalen mit einem Faktor von 3,7 noch ausgeprägter. Auch zeigt sich dieser Effekt bei mehreren Arten und mehreren Standorten, weshalb an der Bevorzugung der weißen Schalen kaum gezweifelt werden

Tabelle 2. Die Fänge der Farbschalen G1–G4 vom 15. Mai bis 5. Juni 1985.

	G1		G2		G3		G4	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<i>Lissonota admontensis</i>	5	3	11	19			9	15
<i>Tranosema hyperborea</i> ♀							2	
<i>Tranosema</i> sp. 1 ♀	5		9				7	
<i>Tranosema</i> ♂		9	18				59	
Hemiteiinae	1	1	3				2	7
andere			5	1	2		3	2

kann. Die Erklärung für dieses Phänomen liegt darin, daß Tersilochinen besonders häufig die weißen Blütenstände der Umbelliferen zur Nahrungsaufnahme aufsuchen. Während sie nämlich am gesamten Material lediglich einen Anteil von 5 % hatten, waren 57 % der auf den weißen Blütenständen von *Heracleum sphondylium* vorgefundenen Ichneumoniden Tersilochinen. Auf dem Gelben Enzian hatten diese aber nur einen Anteil von 2 % (Tab. 1).

Als wichtigste Nahrungspflanzen für die Imagines erwiesen sich auf dem Feldberg der Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) und der Gelbe Enzian (*Gentiana lutea*). Vom gesamten Material erbeutete ich ca. 5 % beim Besuch dieser Pflanzen. Einige Taxa bevorzugten eindeutig eine dieser beiden Blütenformen. Zu diesen zählen neben den Tersilochinae auch die Diplazontinae, von denen ich nur ein Exemplar auf den Doldenblüten antraf, während diese Gruppe beim Besuch des Gelben Enzians einen Anteil von ca. 10 % hatten. Alle Individuen dieser Syrphidenparasitoide besuchten den Gelben Enzian nur, wenn er von Blattläusen befallen war. Die Aufnahme von Honigtau durch diese Insekten ist ein bekanntes Phänomen.

Die Tryphoninae, insbesondere *Tryphon rarus*, waren überdurchschnittlich am Besuch beider Pflanzen beteiligt. *Tryphon rarus* fand ich vor allem am Gelben Enzian ohne Blattläuse, wo ich Vertreter dieser Art beobachtete, wie sie direkt am Blütenboden Nektar aufnahmen. Der Anteil der Tryphoninae am Gelben Enzian lag bei 60 %. Bei der Nahrungsaufnahme waren die Weibchen von *Tryphon rarus* überdurchschnittlich stark vertreten. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß diese Tiere viele Nährstoffe zur Produktion ihrer großen Eier aufnehmen. Im Gegensatz zu den Tryphoninae, welche Ektoparasitoide von Blattwespen sind, sind die Ctenopelmatinae Endoparasitoide bei derselben Wirtsguppe. Sie haben kleinere Eier und werden auch seltener auf den Nahrungspflanzen angetroffen. Vom gesamten Material habe ich 65 % mit den Farbschalen erbeutet. Auf dem Niveau der Unterfamilien fallen besonders die Hemiteiinae auf. Während sie bei den Farbschalen immerhin 61 % ausmachen, beträgt ihr Anteil bei den Käschern nur 13 %. Diese Insekten werden vom Sammler in der Vegetation wesentlich schwe-

Tabelle 3. Die bei der Überwinterung am häufigsten angetroffenen Arten. WF: in Wurzelteilern umgestürzter Fichten. BF: unter der Borke von Fichten. BL: unter der Borke von Laubbäumen. FM: in morschem Fichtenholz.

	Feldberg				Belchen	
	1985				1986	1986
	WF	BF	BL	FH	BF	BF
<i>Pimpla turionellae</i>	3				7	
<i>Heterischnus nigricollis</i>	2				1	
<i>Heterischnus truncator</i>	5					5
<i>Syspasis scutellator</i>	10	33	2	1	59	76
<i>Syspasis lineator</i>					7	
<i>Ichneumon amphibolus</i>					3	
<i>Ichneumon cessator</i>	7				1	
<i>Ichneumon ingratus</i>	2					
<i>Ichneumon memorator</i>					5	
<i>Ichneumon minutarius</i>	13				10	
<i>Ichneumon stramentarius</i>	3					
<i>Thyrateles camelinus</i>	8				1	
<i>Patrocloides sputator</i>	16					
<i>Hoplismenus albifrons</i>					19	
<i>Hoplismenus bidentatus</i>	3	1				
<i>Hoplismenus flavitarsis</i>	1	6	13		9	15
<i>Hoplismenus terrificus</i>	9	8			36	5

rer entdeckt als die Vertreter der anderen Unterfamilien. Bei der Betrachtung einzelner Arten fallen besonders deutliche Unterschiede zwischen den Methoden auf. Die meisten der häufigen Arten fing ich vor allem mit dem Käschern. Eine Ausnahme macht hier *Phygadeuon (Iselix) sp. 1*, eine Art, die größtenteils am Standort 3 vorkam. Bei dieser Art erbeutete ich von 76 Tieren nur ein einziges mit dem Käschern. Ein ähnliches Verhalten zeigte *Tycherus osculator*, der ebenfalls am Standort 3 (Bergahorn-Buchen-Mischwald) seinen Schwerpunkt hat. Bei *Lissonota admontensis* und *Tranosema sp. 1* habe ich keine Sichtfänge durchgeführt, obwohl sich diese Arten an Schneeflecken, an deren Rändern sie sich gerne aufhalten, leicht erbeuten ließen.

Die meisten Ichneumoniden erbeutete ich am Standort 3. Deutlich überdurchschnittlich waren die Fänge auch am Standort 4 (Lawinenrinne). Beim Standort 3 läßt sich der höhere Anteil auf eine einzige Art zurückführen. Ziehe ich den Anteil von *Phygadeuon (Iselix) sp. 1* (59 ♀, 240 ♂; der Anteil der Männchen ist geschätzt) von der Gesamtzahl am Standort 3 (890) ab, so bleibt eine Anzahl (591) übrig, die noch deutlich größer ist als an den Standorten 1 und 2, aber geringer ist als in der Lawinenrinne. Die Anzahl erbeuteter Ichneumoniden korreliert also deutlich mit der „Üppigkeit“ der Vegetation und

steigt an in der Reihenfolge Borstgrasrasen – Lawenrinne – Wald.

Läßt man die Hemitelinae außer Betracht, so weist die Lawenrinne die größte Anzahl auf. Diese stimmt überein mit der Beobachtung HEDWIG's (1962), der die „Schneeegründe“ als „Paradies der Schlupfwespen“ bezeichnete. Er bezog dies vor allem auf Blattwespenparasitoide, insbesondere die Ctenopelmatinae. Die Tersilochinae sind am Standort 2 (entspricht Areal II und V bei den Sichtfängen, Abb. 1) am häufigsten. Das mag mit dem Vorkommen der Nahrungspflanze zusammenhängen. Allerdings gibt es *Heracleum sphondylium* auch an anderen Stellen (Zastler Loch) in größerer Anzahl, obwohl dort kaum Tersilochinen anzutreffen waren. Phaeogenini und Oxytorinae haben einen deutlichen Schwerpunkt im Bergahorn-Buchen-Mischwald. Auch bei einzelnen Arten fallen deutliche Unterschiede auf. Die Arten des Borstgrasrasens fehlen am Standort 3 (*Barycnemis filicornis*, *Lissonota admontensis* und *Tranosema* sp. 1) und kommen an den anderen Standorten regelmäßig vor.

Interessant ist das Verhalten zweier Paare nahe verwandter Arten, *Tryphon rarus* und *obtusator*, sowie *Tycherus ophthalmicus* und *osculator*. Während *Tryphon rarus* und *Tycherus ophthalmicus* an allen Standorten häufig sind, tritt *Tryphon obtusator* vor allem an Standort 1 und 2, *Tycherus osculator* hingegen fast ausschließlich im Bergahorn-Buchen-Mischwald auf (Tab. 1). *Polyblastus subalpinus* ist auf den Ostabhang des Seebucks (Standort 2 und Areale II und V) konzentriert, wo ich diese boreo-montane Art fast ausschließlich in Heidelbeere fliegend vorfand.

8. Liste der mir derzeit vom Feldberg bekannten Arten (System nach FITTON & GAULD, 1976)

Pimplinae

Exeristes longiseta (RATZBURG, 1844)
Liotryphon strobiliferae (LINNÉ, 1758)
Scambus annulatus (KISS, 1924)
Scambus brevicornis (GRAV., 1829)
Scambus detritus (HOLMGREN, 1860)
Dolichomitus agnoscendus (ROMAN, 1939)
Acropimpla pictipes (GRAV., 1829)
Polysphincta tuberosa (GRAV., 1829)
Itoplectis alternans (GRAV. 1829)
Itoplectis insignis PERKINS, 1957
Itoplectis maculata (F., 1775)
Apechthis compunctor (LINNÉ, 1758)
Pimpla conmixta KISS, 1929
Pimpla melanacrius PERKINS, 1941
Pimpla turionellae (LINNÉ, 1758)
Rhyssa persuasoria (LINNÉ, 1758)

Tryphoninae

Phytodietus ? *femoralis* HOLMGREN, 1860
Phytodietus polyzonias (FORSTER, 1771)
Cosmoconus meridionator AUBERT, 1963
Cosmoconus nigriventris KASPARYAN, 1971

Tryphon auricularis THOMSON, 1883
Tryphon bidentatus STEPHENS, 1835
Tryphon hinzi (HEINRICH, 1953)
Tryphon nigripes HOLMGREN, 1855
Tryphon obtusator (THUNBERG, 1822)
Tryphon rarus KASPARYAN, 1969
Tryphon signator GRAV., 1829
Polyblastus subalpinus HOLMGREN, 1855

Polyblastus varitarsus (GRAV., 1829)
Ctenochira marginata (HOLMGREN, 1855)
Ctenochira oreophila (SCHMIED., 1912)
Ctenochira pratensis (GRAV., 1829)
Ctenochira rubranator AUBERT, 1965
Erromenus punctatus (WOLDSTEDT, 1877)
Cycasis rubiginosa (GRAV., 1829)
Eryxton genalis THOMSON, 1883
Eridolius ? *flavomaculatus* (GRAV., 1829)
Eridolius borealis (HOLMGREN, 1855)

Hemitelinae

Aclastus gracilis (THOMSON, 1884)
Aclastus solutus (THOMSON, 1884)
Endasys ? *erythrogaster* (GRAV., 1829)
Endasys ? *rusticus* (HABERMEHL, 1912)
Endasys ? *varipes* (GRAV., 1829)
Glyphicnemis profligator (F., 1775)
Gnotus plectisciformis (SCHMIED., 1897)
Stibeutes flavitarsis (D. T., 1888)
Theroscopus rufulus (GMELIN, 1790)
Stilpnus subzonulus FÖRSTER
Atractodes acuminator ROMAN, 1909
Atractodes ambiguus RUTHE, 1859
Atractodes croceicornis HALIDAY, 1838
Atractodes exilis HALIDAY, 1840
Atractodes oreophilus FÖRSTER, 1876
Plectrocryptus alpinus (KRIECHB., 1893)
Giraudia gyroratoria (THUNBERG, 1822)
Schenckia rufithorax (STROBL, 1900)
Agrothereutes abbreviator (F., 1793)
Trychosis legator (THUNBERG, 1822)
Ischnus migrator (F., 1775)

Banchinae

Glypta caudata THOMSON, 1889
Glypta consimilis HOLMGREN, 1860
Glypta cylindrator (F., 1787)
Glypta femorator (DESIGNES, 1856)
Glypta pedata (DESIGNES, 1856)
Meniscus catenator (PANZER, 1804)
Lissonota admontensis STROBL, 1902
Lissonota biguttata HOLMGREN, 1860
Lissonota dubia HOLMGREN, 1854
Lissonota proxima FONSC., 1854
Lissonota variabilis HOLMGREN, 1860
Alloplasta piceator (THUNBERG, 1822)
Cryptopimpla helvetica BRAUNS, 1901
Exetastes laevigator (VILLERS, 1789)

Ctenopelmatinae

Ctenopelma nigra HOLMGREN, 1855
Xenoschesis fulvipes (GRAV., 1829)
Xenoschesis resplendens (HOLMGREN, 1855)
Notopygus nigricornis KRIECHB., 1881
Trematopygus melanocerus (GRAV., 1829)
Syntactus ? *fusiformis* (THOMSON, 1895)
Syntactus minor (HOLMGREN, 1855)

Pion crassipes (THOMSON, 1895)
Pion fortipes (GRAV., 1829)
Sympherta antilope (GRAV., 1829)
Sympherta foveolator (HOLMGREN, 1854)
Sympherta ullrichi (TSCHEK, 1868)
Perilissus filicornis (GRAV., 1820)
Lagarotis debitor (THUNBERG, 1822)
Alexeter sectator (THUNBERG, 1822)
Lamachus consimilis (HOLMGREN, 1855)

Scopesis alpivagans HEINRICH, 1949
Scopesis bicolor (GRAV., 1829)
Scopesis frontator (THUNBERG, 1822)
Mesoleius amictus HOLMGREN, 1855
Mesoleius aulicus (GRAV., 1829)
Mesoleius axillaris (STEPHENS, 1835)
Mesoleius fuscotrochanteratus (STROBL, 1902)
Mesoleius multicolor (GRAV., 1829)
Hadrodactylus gracilipes THOMSON, 1883
Hadrodactylus rectinervis ROMAN, 1909
Euryproctus nemoralis (GEOFFROY, 1785)

Campopleginae

Campoplex discrepans (PFANKUCH, 1914)
Campoplex gracilis (ULBRICHT, 1910)
Campoplex melanostictus (GRAV., 1829)
Dusona petiolator (F., 1804)
Dusona remota (FÖRSTER, 1868)
Dusona stragifex (FÖRSTER, 1868)
Dusona alpigena HINZ, 1972
Dusona bellipes (HOLMGREN, 1872)
Biolysia immolator (GRAV., 1829)
Nepiesta rufocincta STROBL, 1904
Campoletis congesta (HOLMGREN, 1858)
Campoletis varians (THOMSON, 1887)
Cymodusa leucocera HOLMGREN, 1859
Tranosema hyperborea (THOMSON, 1887)
Tranosemella praerogator (LINNÉ, 1758)
Diadegma fabricianae HORSTM. et SHAW, 1984
Diadegma fenestrale (HOLMGREN, 1860)

Phrudinae

Phrudus monilicornis (BRIDGMAN, 1886)

Tersilochinae

Barycnemis agilis (HOLMGREN, 1860)
Barycnemis angustipennis (HOLMGREN, 1860)
Barycnemis bellator (MÜLLER, 1776)
Barycnemis filicornis (THOMSON, 1889)
Barycnemis harpura (SCHRANK, 1802)
Probles crassipes (THOMSON, 1889)
Probles longisetosus (HEDWIG, 1956)
Probles microcephalus (GRAV., 1829)
Probles montanus HORSTMANN, 1971
Probles versutus (HOLMGREN, 1860)
Epistathmus crassicornis HORSTMANN, 1971

Mesochorinae

Mesochorus angustatus THOMSON, 1886
Mesochorus curvulus THOMSON, 1885
Mesochorus fulvus THOMSON, 1885
Mesochorus gladius SCHWENKE i. litt.
Mesochorus nigriceps THOMSON, 1885
Mesochorus pectoralis RATZEBURG, 1844
Mesochorus punctipleuris THOMSON, 1885
Mesochorus thoracicus GRAV., 1859
Mesochorus vitticollis HOLMGREN, 1860

Mesochorus nigrocoxatum STROBEL, 1904
Astiphromma scutellatum (GRAV., 1829)

Anomaloniinae

Agrypon flaveolatum (GRAV., 1807)

Acaenitiinae

Leptacoenites frauenfeldi (TSCHEK, 1868)

Oxytorinae

Oxytorus luridator (GRAV., 1820)
Aperileptus albipalpus (GRAV., 1829)
Aperileptus flavus FÖRSTER, 1871
Cylloceria melancholica (GRAV., 1820)
Pantisarthrus dispar G. VAN ROSSEM, 1980
Pantisarthrus inaequalis FÖRSTER, 1871
Plectiscidea melanocera (FÖRSTER, 1871)
Plectiscidea moerens (FÖRSTER, 1871)
Plectiscidea postica (FÖRSTER)
Helictes borealis (HOLMGREN, 1855)
Helictes conspicuus (FÖRSTER)
Helictes erythrostoma (GMELIN, 1790)
Proclitus praetor (HALIDAY, 1839)
Gnathochorisis crassulus (THOMSON, 1888)

Diplazontinae

Enizemum ornatum (GRAV., 1829)
Syrphoctonus flavolineatus (GRAV., 1829)
Campocraspedon alpinus (HOLMGREN, 1856)
Phthorima compressa (DESIGNES, 1856)
Syrphophilus bizonarius (GRAV., 1829)
Syrphophilus tricinctarius (THUNBERG, 1822)
Tymmophorus obscuripes (HOLMGREN, 1856)
Diplazon annulatus (GRAV., 1829)
Diplazon laetatorius (F., 1781)
Diplazon pectoratorius THUNBERG, 1822
Promethes sulcator (GRAV., 1829)
Sussaba pulchella (HOLMGREN, 1856)
Sussaba punctiventris (THOMSON, 1890)

Ichneumoninae

Phaeogenini (System nach DILLER, 1981)

Heterischnina

Heterischnus nigricollis (WESMAEL, 1844)
Heterischnus truncator (F., 1798)

Stenodontina

Stenodontus marginellus (GRAV., 1829)

Dicaelotina

Colpognathus celerator (GRAV., 1877)

Phaeogenina

Tycherus bellicornis (WESMAEL, 1845)
Tycherus fuscicornis (WESMAEL, 1845)
Tycherus infimus (WESMAEL, 1845)
Tycherus kratochivili (GREGOR, 1943)
Tycherus ophthalmicus (WESMAEL, 1845)
Tycherus osculator (THUNBERG, 1822)
Phaeogenes melanogonos (GMELIN, 1790)
Diadromus troglodytes (GRAV., 1829)
Epitomus alpicola (STROBL, 1901)
Trachyarus corvinus THOMSON, 1891
Diaschiaspis campoplegoides HOLMGREN, 1860

Alomyini

Alomya debellator (F., 1775)
Alomya pygmaea HEINRICH, 1949

Ichneumoninae stenopneusticae (System nach RASNITSYN in KASPARYAN [ed.], 1981)

Platylabini

Platylabus intermedius HOLMGREN, 1871
Platylabus muticus THOMSON, 1894
Platylabus odiosus PERKINS, 1953
Platylabus pedatorius (F., 1793)
Hypomecus quadriannulatus (GRAV., 1829)

Eurylabini

Probolus culpatorius (LINNÉ, 1758)

Ichneumonini

Cratichneumonina

Cratichneumon culex (MÜLLER, 1776)
Cratichneumon dissimilis (GRAV., 1829)
Cratichneumon foersteri (WESMAEL, 1848)
Cratichneumon punctifrons (HOLMGREN, 1864)
Cratichneumon rufifrons (GRAV., 1829)
Platylabops corniculatus (WESMAEL, 1855)
Aoplus alterator (WESMAEL, 1855)
Aoplus castaneus (GRAV., 1820)
Aoplus defraudator (WESMAEL, 1845)
Aoplus sphinx HEINRICH, 1949
Aoplus torpidus (WESMAEL, 1857)
Stenaoplus pictus (GRAV., 1829)
Crypteffigies lanius (GRAV., 1829)

Ichneumonina

Syspasis alboguttata (GRAV., 1820)
Syspasis lineator (F., 1781)
Syspasis scutellator (GRAV., 1829)
Ichneumon albiger WESMAEL, 1844
Ichneumon amphibolus KRIECHB., 1888
Ichneumon cessator MÜLLER, 1776
Ichneumon gracilentus WESMAEL, 1844
Ichneumon gracilicornis GRAV., 1829
Ichneumon ignobilis WESMAEL, 1855
Ichneumon ingratus (HELLÉN, 1951)
Ichneumon latrator F., 1781
Ichneumon melanotis HOLMGREN, 1864
Ichneumon memorator WESMAEL, 1845
Ichneumon minorius DESVIGNES, 1856
Ichneumon proletarius WESMAEL, 1829
Ichneumon rogenhoferi KRIECHB., 1888
Ichneumon stramentarius GRAV., 1820
Ichneumon subquadratus THOMSON, 1887
Ichneumon sulcatus BERTH., 1896
Ichneumon validicornis HOLMGREN, 1864
Ichneumon walkeri WESMAEL, 1848
Thyrateles camelinus (WESMAEL, 1854)
Patrocloides sputator (F., 1793)

Amblytelina

Diphyus indocilis (WESMAEL, 1845)
Diphyus quadripunctorius (MÜLLER, 1776)
Limerodops unilineatus (GRAV., 1829)
Amblyteles armatorius (FORSTER, 1771)
Ctenichneumon nitens (CHRIST, 1791)
Spilichneumon limnophilus (THOMSON, 1888)
Tricholabus strigatorius (GRAV., 1829)

Hoplismenina

Hoplismenus albifrons GRAV., 1829
Hoplismenus bidentatus (GMELIN, 1790)
Hoplismenus flavitarsis (CLÉMENT, 1927)

Hoplismenus ? istrianus (CLÉMENT, 1927)

Hoplismenus terrificus WESMAEL

Protichneumonini

Coelichneumon serenus (GRAV., 1820)

9. Literatur

Die zur Bestimmung der Ichneumoniden verwendete Literatur ist nur teilweise aufgeführt.

- BAUER, R. (1958): Ichneumoniden aus Franken. Teil I. – Beitr. Ent., **8**: 438–477; Eberswalde.
 BAUER, R. (1961): Ichneumoniden aus Franken. Teil II: – Beitr. Ent., **11**: 732–792; Eberswalde.
 BAUER, R.: Die Überwinterung von Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Ichneumoniden. – Wiss. Beilage in: Jahresbericht des neuen Gymnasiums Nürnberg 1983/1984: 105–120; Nürnberg.
 DILLER, E. (1981): Bemerkungen zur Systematik der Phaeogenini mit einem vorläufigen Katalog der Gattungen. – Entomofauna, **2**: 93–109; Linz.
 FITTON, M. G. & GAULD, I. D. (1976): The family-group names of the Ichneumonidae (excluding Ichneumoninae). – Syst. Ent., **1**: 247–258; Oxford.
 HEDWIG, H. (1962): Die Ichneumoniden des Naturschutzgebietes „Glatzer (Spieglitzer) Schneeberg“ (Schlesien). – Nachr. naturw. Mus. Aschaffenburg, **10**: 25–54; Aschaffenburg.
 HORSTMANN, K. (1970): Ökologische Untersuchungen über Ichneumoniden (Hymenoptera) der Nordseeküste Schleswig-Holsteins. – Oecologia, **4**: 29–73; Berlin.
 KASPARYAN, D. R. (ed.) (1981): Opr. faune SSSR **129**; Leningrad.
 NOLTE, H. W. (1954): Die Verwendungsmöglichkeiten von Gelbschalen nach MOERICKE für Sammler und angewandte Entomologen. – Ber. Wandervers. deutscher Ent., **7**: 201–212; Berlin.
 OZOLS, E. (1941): Quantitative und qualitative Untersuchungen über die Ichneumonidenfauna eines Fichtenwaldes in Lettland. – Fol. zool. hydrobiol., **11**: 53–82; Riga.
 RASBACH, H. und K. (1982): Der Feldberg im Schwarzwald, Subalpine Insel im Mittelgebirge, 526 S.; Karlsruhe.

Wissenschaftliche Mitteilungen

MONIKA BRAUN & PETER KISCHNICK

Spitzmäuse und ihre Nahrung in einem Buchenwald

Bei Untersuchungen „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ wurden von 1977–1985 unter anderem Proben der Bodenfauna in einem Moderbuchenwald im Stadtwald Ettlingen (nördl. Schwarzwaldvorland) mittels Barberfallen genommen. Barberfallen sind mit Formol gefüllte Gefäße, die so in den Boden eingegraben werden, daß die Gefäßöffnung bündig mit dem Erdboden abschließt. In diese Fallen gelangen vor allem laufaktive Bodentiere, besondere Käfer, Spinnen, Milben und Collembolen. Größere Tiere wie Wald- und Wühlmäuse entkommen den Fallen meist unbeschadet. Junge Mäuse oder Spitzmäuse werden gelegentlich in den Fallen gefangen.

In unserem Untersuchungsgebiet wurden in 8 Jahren insgesamt 48 Kleinsäuger in den Barberfallen gefangen: 46 Spitzmäuse und 2 junge Rötelmäuse (*Clethrionomys glareolus*). Spitzmäuse sind sicherlich nicht die häufigsten Kleinsäuger im untersuchten Gebiet; zahlreiche Gänge im Boden und der aufliegenden Streu aus Buchenlaub lassen eine hohe Dichte der Rötelmäuse vermuten. Wald- und Gelbhalsmäuse, die Waldbereiche mit Unterwuchs bzw. Gebüschzonen bevorzugen, sind in geringem Maß zu erwarten, da es auf der untersuchten Buchenwaldfläche keinen Unterwuchs gibt. Zum Nachweis dieser Tiere wären jedoch spezielle Kleinsäugerfallen nötig.

Die Untersuchung des kleinen Spitzmausmaterials erbrachte in mehrerer Hinsicht interessante Daten. Prof. NIETHAMMER (Bonn), der die Artzugehörigkeit der Soriciden überprüfte, stellte fest, daß es sich bei den 46 Tieren um 27 Schabrackenspitzmäuse (*Sorex coronatus*), 16 Zwergspitzmäuse (*Sorex minutus*) und 3 Waldspitzmäuse (*Sorex araneus*) handelte. (Für die Bestimmung der Spitzmäuse und die kritische Durchsicht des Manuskriptes sei Prof. NIETHAMMER hiermit herzlich gedankt.)

Die sichere Unterscheidung der beiden Arten Schabracken- und Waldspitzmaus ist nur über den Karyotyp möglich. Nicht in allen Fällen können beide Arten auch anhand von Schädelmerkmalen an toten Tieren gut unterschieden werden (vgl. HAUSSEY & JAMMOT 1974, HUTTERER & VIERHAUS 1984). Deshalb ist das Verbreitungsgebiet der Schabrackenspitzmaus in Deutschland immer noch sehr lückenhaft bekannt. Nachweise über den Karyotyp existieren bisher aus dem Rheinland (OLERT 1973) und Westfalen (SCHWAMMBERGER 1976). Mit Schädelmerkmalen wurde die Art nahezu flächendeck-

end aus dem Rheinland und Westfalen nachgewiesen, außerdem in Hessen und in Baden-Württemberg im Raum Freiburg. In der Umgebung von Heidelberg ist sie gegenüber *S. araneus* selten (J. NIETHAMMER briefl.). Im Raum Karlsruhe wurde die Art mit den vorliegenden Tieren erstmals nachgewiesen.

Alle drei Spitzmausarten sind relativ feuchtigkeitsliebend, im übrigen aber euryök. Unterschiede in den Habitat-Ansprüchen zwischen Wald- und Zwergspitzmaus sind nicht bekannt. Gewöhnlich ist die Waldspitzmaus weit häufiger zu finden als die Zwergspitzmaus, doch kann dieser Eindruck durch Fangselektion der größeren Waldspitzmaus durch Eulen bzw. den Kleinsäugerfallen entstanden sein. Der Fang mit Barberfallen könnte ein zutreffenderes Bild der Häufigkeit der Spitzmausarten vermitteln. *S. coronatus* bevorzugt in Frankreich die niedrigeren Lagen und überwiegt in den trockeneren und wärmeren Habitaten. Im Rheinland deuten sich ähnliche Beziehungen an (HANDWERK 1986).

Im Nahrungsspektrum bestehen nach bisherigen Untersuchungen zwischen *S. araneus* und *S. coronatus* keine wesentlichen Unterschiede (KISCHNICK 1984). Gegenüber der Zwergspitzmaus scheinen Schnecken und Regenwürmer eine größere Rolle zu spielen.

Zur Nahrungsanalyse der vorliegenden Tiere, die P. KISCHNICK vornahm, wurde der Darmtrakt von 45 Spitzmäusen herauspräpariert. Die Nahrungsbestandteile wurden unter einem Binokular bestimmt, die Nahrungsmenge in Meßröhrchen volumetrisch ermittelt. Das Ergebnis der Analyse zeigt Tabelle 1. Zu berücksichtigen ist, daß bei einer solchen Untersuchung nur die Häufigkeit einer Nahrungsart in den Mägen feststellbar ist. Menge bzw. Anzahl der gefressenen Tiere kann meist nicht mehr angegeben werden. Auch zersetzen sich die verschiedenen Nahrungsteile unterschiedlich schnell im Magen, so daß einige Objekte noch gut bestimmbar, andere dagegen undefinierbar sind.

In nahezu allen untersuchten Magen-Darm-Trakten wurden Insektenreste, in den meisten auch Pflanzenreste und anorganisches Material wie kleine Steinchen gefunden. Insgesamt waren Käfer und Spinnen die häufigsten Beutetiere, gefolgt von Dipterenlarven, Käferlarven und Oligochaeten, meist Regenwürmer.

Die Speisekarte der Spitzmäuse entspricht damit weitgehend der Häufigkeit der Beutetiergruppen am Boden und in der Bodenstreu im Bestand des Untersuchungsgebietes. Käfer und ihre Larven, Dipterenlarven und Spinnen sind die häufigsten Arthropoden der Makrofauna, deren Tiere von der Körpergröße her als Beute in Frage kommen. Die kleineren Arthropoden der Meso-fauna wie Milben liegen offenbar unter der optimalen Beutetiergröße und dürften nur zufällig aufgenommen werden.

Wenn auch die geringen Fangzahlen an Spitzmäusen keinen sicheren Schluß zulassen, so deutet sich doch

Tabelle 1. Magen-Darm-Inhalt der aufgefundenen Spitzmäuse

Nachgewiesene Nahrungsart	<i>S. coronatus</i>	<i>S. minutus</i>	<i>S. araneus</i>	\sum (%) n = 45
	(%) n = 26	(%) n = 16	(%) n = 3	
Anorg. Material	88	69	100	82
Pflanzl. Material	88	50	100	76
Insekten gesamt	100	94	100	98
Insekten (Imag.) unb.	31	31		29
Insektenlarven unb.	15	6		11
Käferlarven	42	44	67	44
Dipterenlarven	61	19	67	47
Dipteren (Imag.)	15	6		11
Käfer (Imag.)	64	63	67	64
Aphididae		6		2
Spinnen	54	88		62
Weberknechte	4	44		18
Milben	8	6	33	9
Chilopoden	4	–		2
Arthropoden unb.		6		2
Oligochaeten	54	6	67	38
Schnecken	19		33	13
Eiklumpen	8	6	–	7

ein interessanter Unterschied im Beutespektrum zwischen *S. coronatus* und *S. minutus* an. Bei beiden gehören Käferimagines zu den häufigsten Nahrungstieren, danach folgen bei *S. coronatus* mit Dipterenlarven und Oligochaeten Arten, die nicht auf der Oberfläche, sondern in der Streu selbst leben. Hier und da werden Nacktschnecken aufgenommen, die zusammen mit Regenwürmern und einigen Carabiden die größten Evertibraten im untersuchten Waldboden darstellen. Bei *S. minutus* rangieren vor den Käfern noch die Spinnen als absolut häufigste Nahrungstiere. Auch Weberknechte werden häufig aufgenommen; kaum dagegen Regenwürmer und Schnecken.

Die Zwergspitzmaus scheint also vorwiegend Jagd zu machen auf schnell bewegliche Tiere der Streuoberfläche, während die größere Schabrackenspitzmaus eher die oberen Streuschichten zu durchwühlen scheint und dabei häufig unter größeren, weniger beweglichen Tieren Beute macht.

Literatur

- HANDWERK, J. (1986): Morphologie, Verbreitung und Ökologie der beiden Zwillingarten *Sorex araneus* LINNAEUS, 1758 und *Sorex coronatus* MILLET, 1828 im Rheinland. – Diplomarbeit Bonn.
- HAUSSER, J. & JAMMOT, D. (1974): Étude biométrique des maçoires chez les *Sorex* du groupe *araneus* en Europe conti-

nentale (Mammalia, Insectivora). – Mammalia, **38**: 324–343; Paris.

HUTTERER, R. & VIERHAUS, H. (1984): Schabrackenspitzmaus – *Sorex coronatus* MILLET, 1828. – In: SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H. (1984): Die Säugetiere Westfalens: 57–60; Münster.

KISCHNICK, P. (1984): Die Nahrung der Waldspitzmaus *Sorex araneus* (LINNÉ, 1758). – Diplomarbeit Bonn.

OLERT, J. (1973): Schädelmessungen an rheinischen Wald- und Schabrackenspitzmäusen. – Bonn. Zool. Beitr., **24**: 366–373; Bonn.

SCHWAMMBERGER, K.-H. (1976): Nachweise der Schabrackenspitzmaus (*Sorex gemellus* OTT, 1968) in Westfalen. – Natur und Heimat, **36**: 66–69; Münster.

Autoren

MONIKA BRAUN, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe 1.

PETER KISCHNICK, Zoologisches Institut Universität Bonn, Popelsdorfer Schloß, D-5300 Bonn 1.

MONIKA BRAUN

Der Feldhamster in Baden-Württemberg

Der Hamster (*Cricetus cricetus*) konnte sich als ursprünglicher Bewohner von Trockensteppen der heutigen Kulturlandschaft im Laufe ihrer Entwicklung zwar anpassen, sein Bestand gilt aber dennoch in der Bundesrepublik Deutschland als gefährdet.

Der Hamster bevorzugt tiefgründige Lehm- und Lößböden in offener Landschaft, meist unter 400 m (NIETHAMMER 1982). Auf der Schwäbischen Alb konnte er nach VOGEL (1936) bis in eine Höhe von 625 m nachgewiesen werden. Entscheidend für die Anlage von Hamsterbauen ist neben der Bodenbeschaffenheit auch der Grundwasserspiegel, der höchstens 120 cm unter der Oberfläche liegen darf. Die Baue werden im Sommer meist in 45–55 cm Tiefe gebaut (EISENTRAUT 1928), im Winter in 60–125 cm (KRAMER 1956). Das Hauptverbreitungsgebiet des Feldhamsters liegt in Zentralasien und Osteuropa. Mitteleuropa bildet den westlichen Arealrand seines Vorkommens.

LENDERS & PELZERS (1982) haben bei Untersuchungen der Hamstervorkommen in den Niederlanden festgestellt, daß sich das Verbreitungsgebiet von *Cricetus cricetus* im Vergleich zu Angaben aus den 60er Jahren zwar vergrößert hat, daß aber auch viele der ehemaligen Vorkommen inzwischen erloschen sind.

Eine Interpretation von Bestandszahlen ist ihrer Mei-

nung nach äußerst schwierig, da der Hamster beträchtlichen Populationsschwankungen unterliegt. Nach NIETHAMMER (1982) können die Hamsterdichten erstaunlich ansteigen und gehen dann allmählich zurück, so daß die hohen Dichten mehrere Jahre lang anhalten können, bis sie wieder absinken. Die Abstände zwischen den Höchstdichten liegen oft in der Größenordnung von 10–15 Jahren, wobei man unter „hoher Dichte“ 30–40 Baue/ha versteht.

Als Faktoren, die einen Hamsterbestand negativ beeinflussen, sind neben dem Einsatz von Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Landwirtschaft, der direkten Verfolgung des Hamsters durch den Menschen und den geänderten Erntemethoden auch die Veränderungen in den landwirtschaftlichen Bearbeitungsmethoden zu nennen. Auf immer mehr Flächen wird Mais als großflächige Monokultur gepflanzt und mit chemischen Mitteln (z. B. Atrazin) behandelt. Gleichzeitig, so vermuten LENDERS & PELZERS (1982), könnte der weitverbreitete Maisanbau auch positive Auswirkungen auf eine Hamsterpopulation haben. Mais wird relativ spät geerntet und ist deshalb als Nahrung für den Hamster bis in den Herbst hinein verfügbar. Auch der Einsatz von großen Erntemaschinen könnte Vorteile für den Hamster bringen, weil bei dieser Ernteweise mehr Frucht „verloren geht“ und somit für den Hamster verfügbar bleibt. Meliorationen haben in Verbindung mit einer Grundwasserspiegelsenkung in der CSSR in den letzten Jahren zu einer Verbesserung der Lebensbedingungen der Hamster geführt. In den Niederlanden und NW-Deutschland wurden die Bedingungen jedoch durch die Tendenz zu unkrautfreien, großflächigen Kulturen in der Landwirtschaft anscheinend verschlechtert. Ausdehnung von Siedlungsfläche, Straßenbau, Gifteinsatz, Tiefpflügen und das Verschwinden von kleineren Ödarealen zwischen den Anbauflächen führten zu Bestandseinbußen. Auch in Baden-Württemberg sind heute nur noch wenige Vorkommen des Hamsters bekannt, in vielen früheren Hamstergebieten ist kein Tier mehr nachweisbar. VOGEL (1936) nennt eine dichte Verbreitung des Feldhamsters in den Kreisen Heilbronn, Neckarsulm, Brakenheim, Maulbronn, Vaihingen, Ludwigsburg, Marbach und Waiblingen. Eine dünne Besiedlungsdichte des Hamsters beobachtete er in den Kreisen Backnang, Schorndorf, Welzheim, Öhringen, Leonberg und Böblingen. Außer diesen großen Hamsterarealen im Neckargebiet gibt VOGEL (1936) weitere Nachweise an aus den Kreisen Bad Mergentheim, Gerabronn, Neresheim, Heidenheim, Ulm und Blaubeuren. AUERBACH (1940) schreibt: „... auf der Einwanderung und Ausbreitung in Baden ist der Hamster (*Cricetus cricetus*). Sein Vorkommen in Baden ist bis jetzt noch auf den nördlichen Teil der Rheinebene beschränkt.“ WITTMANN (1910) nennt folgende Fundorte: Niederstetten bei Weikersheim, Bürg bei Neustadt, Heuchlingen bei Untergriesheim, Böckingen, Neckargerach, Großgartach, Birkenweißbuch und Adolfsfurth bei Öhringen.

In den Naturkundemuseen des Landes Baden-Würt-

temberg waren lediglich 10 Nachweise des Feldhamsters zu finden, nämlich im Staatl. Museum für Naturkunde Stuttgart (10 Tiere gefangen im Raum Baden-Württemberg in den Jahren von 1866 bis 1941).

Aus der weiteren Literatur sind folgende Fundorte bekannt: HÖHNE (1979) 1 Schädel Raum Brühl bei Heidelberg in Fuchslosung; MATEJKA, RÖBEN, SCHRÖDER (1977) mehrere Exemplare Raum Heidelberg in Fuchslosung; NIETHAMMER (1982) 1 Totfund in Heidelberg durch Dr. HUTTERER, 1 Ex. Kitzingen 1978 in Gewölle, weitere Gewöllfunde bei Ebermannstadt und Eichstätt (BEZZEL, schriftl. Mittl., 1976).

Neuere Umfragen von 1986 zeigen, daß es derzeit Nachweise des Feldhamsters aus dem Raum Mannheim, Leutershausen, Heidelberg, Wiesloch, Walldorf, Sinsheim und wenige Funde aus dem Raum Stuttgart, Schorndorf, Bad Mergentheim und Heilbronn gibt. Dort, wo der Hamster vorkommt, beklagen sich Gartenbesitzer und Bauern über die große Dichte, in der die Hamster zu finden seien. Trotzdem wurde der Feldhamster auch in Baden-Württemberg auf die Rote Liste der gefährdeten Säugetiere gesetzt. Eine exakte Kartierung der derzeitigen Hamstervorkommen ist dringend notwendig. Hinweise auf das Vorkommen des Feldhamsters werden in den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe gesammelt.

Literatur

- AUERBACH, M. (1940): Die Wirbeltiere Badens in ihrer Bedeutung zur Umwelt und zur Landschaftsform. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., 5: 3–54; Karlsruhe.
- EISENTRAU, M. (1928): Über die Baue und den Winterschlaf des Hamsters. – Z. Säugetierkunde, 3: 172–208; Berlin.
- HÖHNE, M. (1979): Zur Ökologie des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) in den Brühler Rheinauen. – Diplomarbeit Heidelberg.
- KRAMER, F. (1956): Über die Winterbaue des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.) auf zwei getrennten Luzerneschlägen. – Wiss. Z. Univ. Halle, Math. Nat., 5: 673–682; Halle.
- LENDERS, A. & PELZERS, E. (1982): Het Voorkomen van de Hamster *Cricetus cricetus* (L.) aan de Noordgrens van zijn Verspreidingsgebied in Nederland. Lutra, 25: 69–80; Leiden.
- MATEJKA, H., RÖBEN, P. & SCHRÖDER, E. (1977): Zur Ernährung des Rotfuchses, *Vulpes vulpes* (LINNÉ, 1758) im offenen Kulturland. – Z. Säugetierkunde, 42: 347–357; Hamburg.
- NIETHAMMER, J. (1982): *Cricetus cricetus* (LINNAEUS, 1758) – Hamster (Feldhamster). – In: NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas Bd. 2/1 Nagetiere II: 397–418; Wiesbaden.
- VOGEL, R. (1936): Das gegenwärtige Vorkommen des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.) in seiner Abhängigkeit vom Boden. – Jh. Ver. vaterl. Naturkunde Württemberg, 92: 171–180; Stuttgart.
- WITTMANN (1910): Der Hamster in Württemberg. – Aus der Heimat, 23: 180–181; Stuttgart.

Autor

MONIKA BRAUN, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe.

PETER DETZEL

Die Dornschröcke *Tetrix ceperoi* neu für Baden-Württemberg

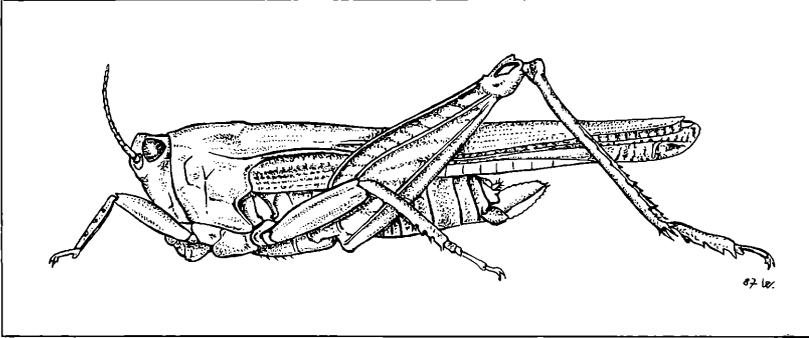


Abbildung 1. Dornschröcke (*Tetrix* sp.) – Zeichnung F. WEICK.

Die zu den Kurzfühlerheuschrecken zählenden Dornschröcken (Tetrigidae) tragen ihren deutschen Namen wegen der Besonderheit ihres Halsschildes, das nach hinten in einen spitzen Dorn verlängert ist und mindestens die Abdomenspitze erreicht.

In Baden-Württemberg sind jetzt fünf Arten nachgewiesen. Die Verbreitung von *Tetrix ceperoi* wird von HARZ (1960) mit „West – südeuropäisch bis mitteleuropäisch und nordafrikanisch“ angegeben.

Nach HARZ (1960) und INGRISCH (1979) sind nur wenige Vorkommen der Art in Deutschland belegt. So nennt HARZ als Fundort Eitzenberg in Oberbayern (STOECKLEIN leg. 1947) und den Taunus.

WEIDNER (1941) berichtet über Funde von M. ZWICKER aus Veitshöchheim und Würzburg an den Muschelkalkhängen des Maintals aus den Jahren 1921 und 1940. INGRISCH vermutet das Belegtier für den Taunus im Museum Wiesbaden gefunden zu haben, ein *T. ceperoi*-Männchen von W. ROTH leg. 23. 5. 1906. Der gleiche Autor fand selbst zwei Weibchen in einer aufgelassenen Kiesgrube südlich von Rüsselsheim (Hessen).

Nun können der bisherigen Fundortliste zwei weitere Vorkommen hinzugefügt werden.

Im Naturschutzgebiet „Zugmantel-Bandholz“ bei Sandhausen (TK 6617), einer ausgebeuteten Binnendüne, konnten bei einer Bearbeitung der Orthopterenfauna am 5. 9. 1986 unter mehreren *Tetrix subulata* auch drei *T. ceperoi*-Weibchen gefunden werden.

Der Fundort in dieser aufgelassenen Sandgrube war durch austretendes Hangwasser recht feucht. In dem fast vegetationsfreien Habitat werden durch die windgeschützte, westexponierte Lage, gerade auf den Sandböschungen recht hohe Temperaturen erzielt, was der von HARZ als thermophil eingestuften Art wohl sehr entgegenkommt. Auch decken sich die hier vorgefundenen

Bedingungen gut mit denen von INGRISCH beschriebenen Verhältnissen in Südhessen.

Von meinem Kollegen H. LAKEBERG bekam ich ein *Tetrix*-Männchen leg. 8. 5. 1986 im Gewinn „Domkapitelwiesen“ bei Altlußheim (TK 6716), welches sich auch als *Tetrix ceperoi* herausstellte. Auch er beschreibt den Fundort als sandig-kiesige Fläche (LAKEBERG 1987 in litt.).

In Zukunft sollte den Dornschröckenfängen von feuchten wärmeexponierten Sandstellen mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden; vielleicht kann dann *T. ceperoi* noch an weiteren Stellen im Rheintalgebiet nachgewiesen werden.

Die Bestimmung der Tiere überprüfte freundlicherweise Herr K. HARZ, Endsee. Belegmaterial (2 ♀ ♀) aus dem Gebiet „Zugmantel-Bandholz“ bei Sandhausen befindet sich in den Landesammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Literatur

- HARZ, K. (1960): Geradflügler oder Orthopteren. – Die Tierwelt Deutschlands, Bd. 46: Jena.
- INGRISCH, S. (1979): Zum Vorkommen von *Tetrix ceperoi* in Südhessen (Saltatoria: Tetrigidae). Ent. Z., 89: (23): 257–259; Frankfurt am Main.
- WEIDNER, H. (1941): Die Geradflügler (Orthopteroidea und Blatttoidea) des unteren Maintals. – Mitt. Münchner Ent. Ges., 31: 371–459; München.

Autor

PETER DETZEL, Haußerstr. 140, D-7400 Tübingen.

VOLKER JOERGER

Saprosecans lateroplumosa n. sp. (Gamasina, Halolaelapidae), eine neue Raubmilbenart

Zur Untersuchung der edaphischen Faunenelemente in Weinbergen des Kaiserstuhls mit unterschiedlichen Pflanzenschutz- und Bewirtschaftungsmaßnahmen wurden in den Jahren 1985 und 1986 in regelmäßigen Zeitabständen Bodenproben entnommen und auf ihren Tierbestand, insbesondere auf den Besatz mit Raubmilben der Gruppe Gamasina, untersucht. Unter den rund 12 500 bearbeiteten Individuen, die 92 verschiedenen Raubmilbenarten angehören, wurden zwei Weibchen aus der Gattung *Saprosecans* KARG, 1964 gefunden, die sich in verschiedenen Merkmalen eindeutig von der bisher einzigen beschriebenen Art, *S. baloghi* KARG, 1964, unterscheiden. Jene werden daher im folgenden als neue Art beschrieben. Das Belegmaterial wurde bei den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe hinterlegt.

Beschreibung

Weibchen: Länge = 309–337 µm, Breite = 223 µm; Weibchen dorsal mit Podosomatalschild, das 18 Haarpaare trägt (Abb. 1). Opisthosoma auf der Vorderhälfte 2 laterale Schilde mit jeweils 3 Haarpaaren und 2 mediale in Reihe angeordnete Schilde mit jeweils 1 Haarpaar; auf der hinteren Hälfte des Opisthosomas ein Pygidialschild mit 9 Haarpaaren, das zwei Caudalhöcker bildet und am Hinterende ventral umgeschlagen ist (Abb. 1 und 3).

Die Caudalhöcker tragen die Pore PZ4 und ein sie umgebendes, kreisförmiges Porenfeld von ca. 13 µm Durchmesser. Auf dem ventral umgeschlagenen Teil des Pygidialschildes zwischen Z5 – Z5 ist ein Cribrumähnliches Feld lokalisiert, das die Form zweier dicht aneinanderstoßender Kreise hat.

Sämtliche Dorsalhaare mit Ausnahme von i1 sind dolchförmig und relativ lang (22–46 µm). So überragen bzw. überragen die i-Haare mit Ausnahme von i1 die Basen des jeweils folgenden Haarpaares. Das Haarpaar s1 erreicht mit 30,6 µm die Basen des Haarpaares i2. I1 und I2 überragen bzw. erreichen die Basen des folgenden Haarpaares. I3 überragt die Verbindungslinie I4–I4. Alle Dorsalhaare, außer i1 und I5, auch die neben den Schilden stehenden Randhaare, sind mit feinen Fiederbörstchen besetzt. i1 ist blattförmig und distal gezackt. I5 ist nadelförmig und glatt. Die auf den Schilden stehenden Dorsalhaare entspringen mehr oder weniger stark ausgeprägten Papillen.

Die dorsalen Schilde sind mit unregelmäßigen, großzelligen Strukturen und mit diese überlagernden, im Late-

ralbereich zunehmenden, feinen Porenketten bedeckt. Die dorsale Interscutalmembran ist mit einem perl-schnurartigen Netzmuster überzogen.

Weibchen ventral mit einem Tritosternum mit gedrunge-nem Sockel und behaarten Lacinae (Abb. 3). Daran anschließend ein 3 Haarpaare tragendes Sternalschild. Die Metasternalia liegen frei dahinter und tragen 1 Haar-paar. Das zungenförmige Genitale mit 1 Haarpaar läuft nach vorne häutig und gerundet aus. Zwischen Genitale und Anale bleibt eine freie Interscutalmembran mit 2 Haarpaarquerreihen. Das in der Grundform dreieckige, abgerundete Anale mit einem relativ großen Anus (33 µm) weist caudal eine cribrale Struktur auf. Die Peritremata überragen vorne gerade die Verlängerung der transversalen Verbindungslinie s1–s1 (Abb. 1). Die Peritremata enden caudal in Höhe der Coxae IV.

Im Bereich vor dem ventral umgeschlagenen Pygidial-schild ist die ventrale Interscutalmembran linienförmig verstärkt. In diesem Bereich sind bis auf 1 unmittelbar am Anale in Höhe des Anus stehendes Haarpaar die ventralen Haarpaare in nahezu gleicher Intensität wie die Dorsalhaare mit Fiederbörstchen besetzt (Abb. 3). Die ventralen Haarpaare auf den Schilden und zwischen Genitale und Anale sind ungefedert.

Die Randfigur bildet eine lange (36 µm), lanzenförmige, bedornete Spitze auf einer erweiterten, nur lateral wenig bezahnten Basis (Abb. 2d).

Das Hypostom weist 6 bezahnte Querleisten auf, wobei die Größe der Zähnnchen etwas variiert und die Anzahl zwischen 12 und 25 liegt (Abb. 2b); eine unbezahnte Q1-Reihe fehlt; ein Qx-Reihe ist schwach ausgebildet; die Hypostomquerreihen sind an den Seiten gut sichtbar begrenzt; die Corniculi sind ungespalten; die Coxalhaare sind ungefedert und von etwas unterschiedlicher Länge. Die Palpgabel ist 3zinkig (Abb. 2c); die Palpge-nualae sind haarförmig und von deutlich unterschiedlicher Länge; die Palpfemoralae sind ebenfalls haarförmig.

Der Digitus fixus der weiblichen Chelicere weist 5–6 Zahnbildungen auf (Abb. 2a); der Digitus mobilis ist 3zählig.

Die Beine sind mit I = 220 µm, II = 205 µm, III = 187 µm und IV = 232 µm relativ kurz. Sie tragen dornartige z. T. stark befiederte Haare; die Coxae II tragen vorne lateral einen dicken, ca. 8 µm langen Dorn (Abb. 3); die beiden ventralen Haarpaare der Coxae II und III stehen auf deutlich sklerotisierten Papillen (Abb. 3); die Klauen an Tarsus II–IV sind etwa doppelt so groß wie die an Tarsus I (Abb. 2e, f); Pulvillen an Tarsus II–IV lateral als spitze Zipfel.

Belegmaterial der Beschreibung: Achkarren im Kaiserstuhl, Südbaden; obere Bodenschicht, 0–5 cm Tiefe, in begrüntem, mit Mistkompost gedüngtem Weinbergboden, 7. 7. 1986; Holo-typus LNK A 0282, Paratypus LNK A 0283.

Diagnose

Eine relativ kleine Raubmilbe mit der für die Gattung Sa-

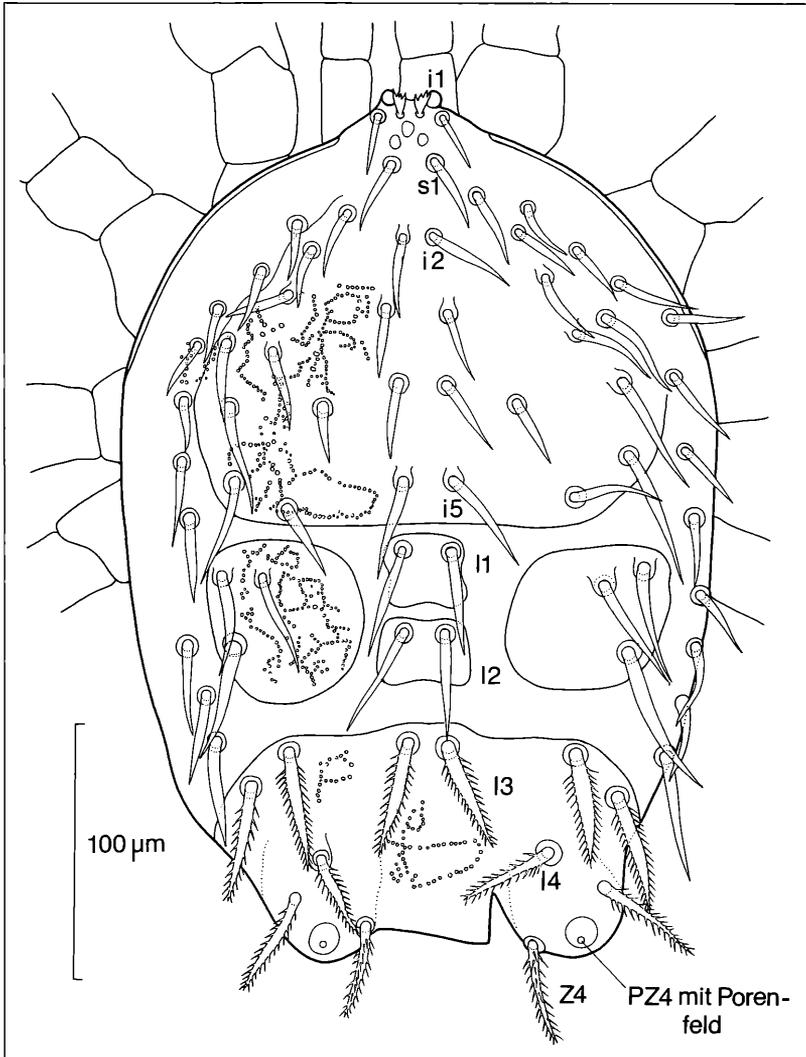


Abbildung 1. *Saprosecans lateroplumosa* n. sp., Weibchen dorsal; Holotypus. Zeichnungen v. JOERGER/F. WEICK.

prosecans KARG typischen Aufteilung der dorsalen Schilde des Opisthosoma. Caudal eine auffallende Bildung von 2 Höckern, die die Poren PZ4 und ein sie umgebendes Porenfeld tragen. Am Hinterende nach ventral umgeschlagenes Pygidialschild mit den dorsalen Haarpaaren I5 und Z5. Alle Dorsalhaare (außer i1) relativ lang, dolchähnlich und (außer I5) intensiv mit Fiederbörstchen besetzt, auch die nicht auf den Dorsalschilden stehenden. Auch ventral caudal die Haare im Bereich der Interscutalmembranverstärkung befiedert. Genitale zungenförmig, proximal häutig endend. Hypostom mit 6 polydont bezahnten Querleisten. Randfigur mit einer langen, lanzenförmigen bedorneten Mittelspitze. Cheliceren mit 5–6zähigem D. fixus und 3zähigem D. mobilis. Palpgabel 3zinkig. Palpgenuale und

-femorale haarförmig. Pulvillen der Tarsen II–IV lateral als häutige spitze Zipfel ausgebildet.

Diskussion

Systematische Stellung

Saprosecans lateroplumosa n. sp. unterscheidet sich von *Saprosecans baloghi* KARG, 1964 durch die zusätzliche Befiederung aller lateralen, dorsalen, auf der Interscutalmembran stehenden Haarpaare, sowie der Befiederung der lateralen, ventralen, im Bereich der caudalen Interscutalmembranverstärkung stehenden Haarpaare. Dies wird durch den Artnamen *S. lateroplumosa* zum Ausdruck gebracht. Im Gegensatz zu *S. baloghi* ist jedoch I5 bei *S. lateroplumosa* nicht befiedert. Ein Teil des Pygidialschildes mit I5 und Z5 ist ventral

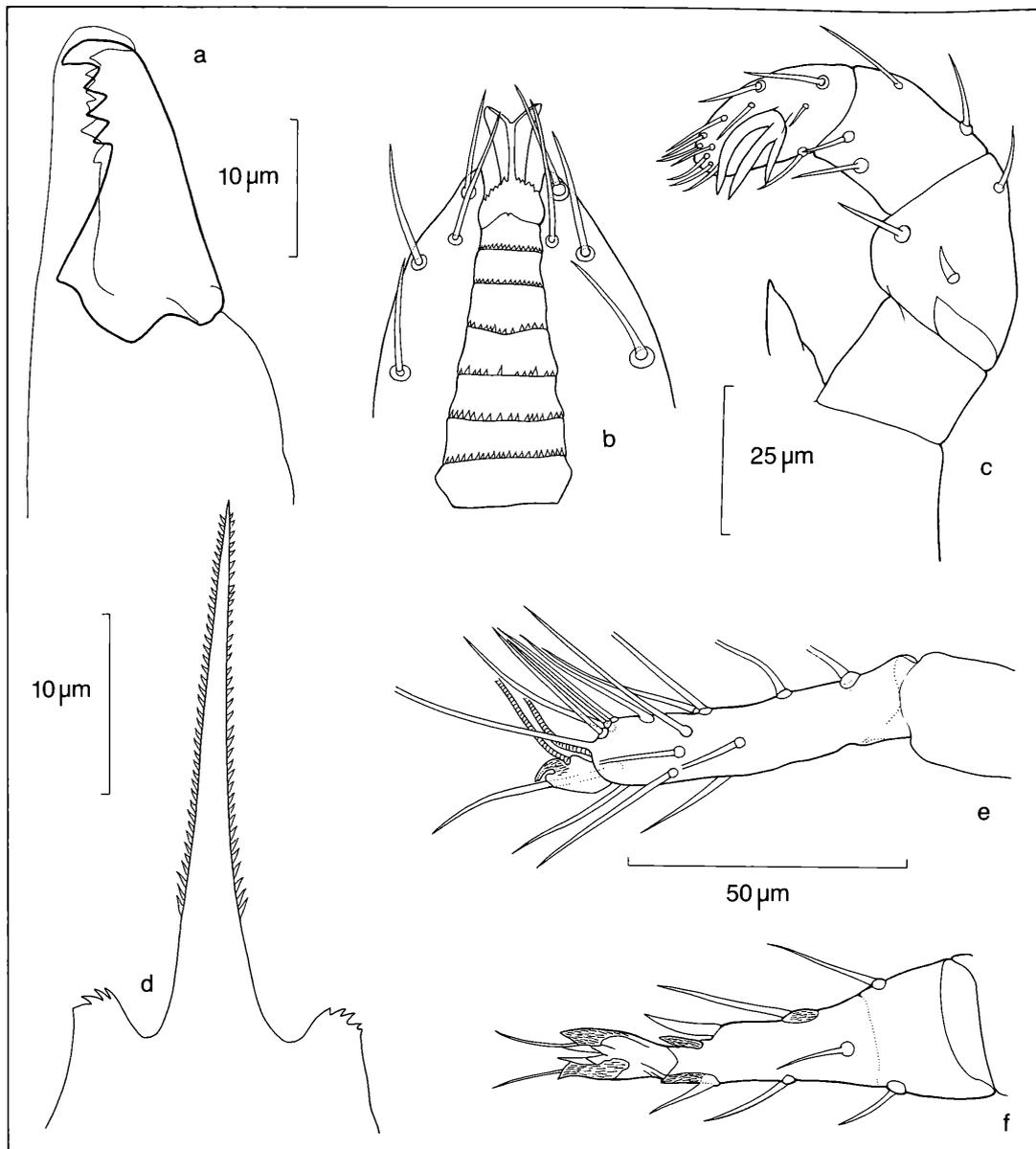


Abbildung 2. *Saprosecans lateroplumosa* n. sp., Weibchen: a) Chelicere, b) Hypostom, c) Palpus, d) Randfigur, e) Tarsus Bein I, f) Tarsus Bein II.

umgeschlagen.

Bei einer Idiosomalänge der Weibchen von *S. lateroplumosa*, die von geringerer bis etwa gleicher Größe ist, wie die der Deutonymphen von *S. baloghi*, weist *S. lateroplumosa* relativ größere Haarlängen insbesondere in den Innenhaarreihen auf. So erreichen bzw. überragen im Gegensatz zu *S. baloghi* auch die Haarpaare i4, I1, I2 und I3 die Basen des jeweils folgenden Haarpaars

bzw. die Verbindungslinie I4–I4, und s1 erreicht die Basen von i2.

Die PZ4-Pore ist von einem auffallenden kreisförmigen Porenfeld umgeben.

Das Genitale von *S. lateroplumosa* ist zungenförmig gerundet und endet proximal häutig.

Die ventralen Coxalhaarpaare der Coxae II und III stehen auf Papillen.

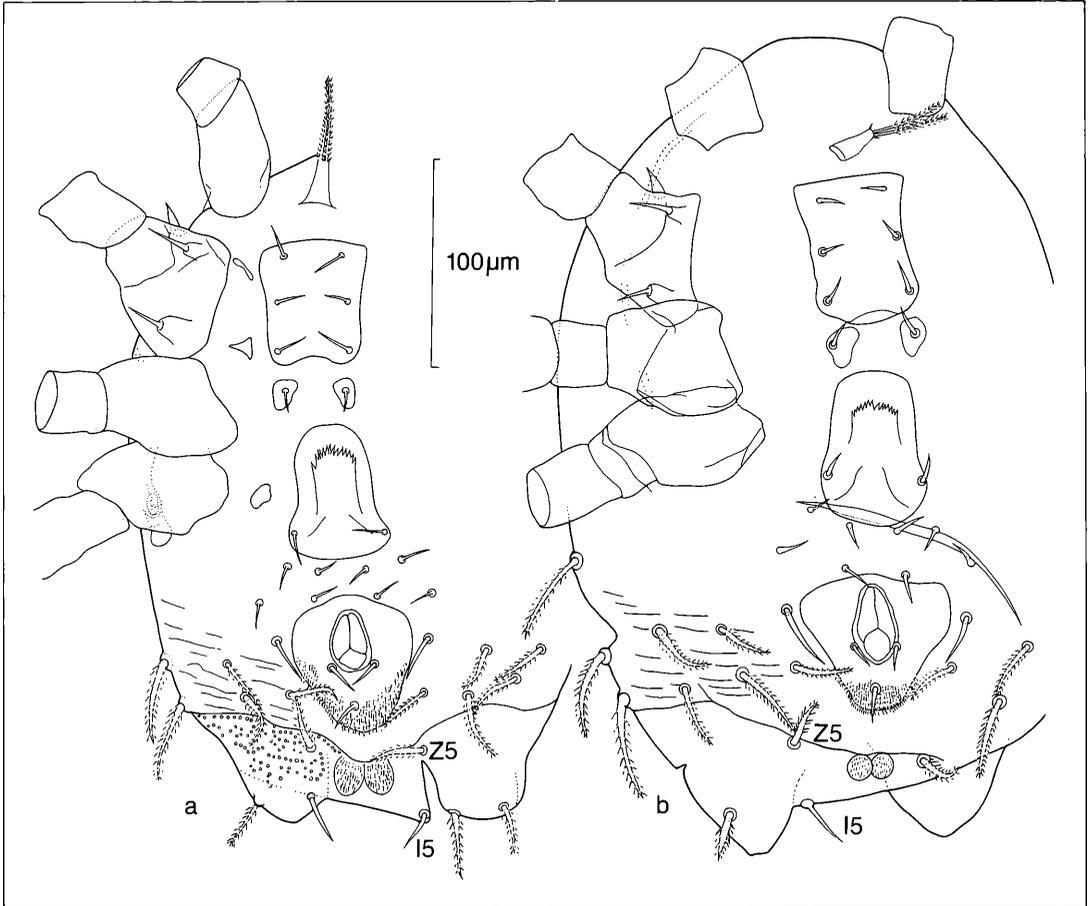


Abbildung 3. *Saprosecans lateroplumosa* n. sp., Weibchen ventral: a) Holotypus, b) Paratypus.

Vorkommen

Das Auftreten in einer intensiv mit kompostiertem Mist gedüngten Variante eines Weinberges in Achkarren im Kaiserstuhl stimmt ökologisch weitgehend mit den von KARG (1964, 1971) gegebenen Beschreibungen der Fundorte in der DDR und in Ungarn überein. Nach KARG waren auch die Böden seiner Fundorte reichlich mit organischem Material versorgt. Dadurch wird die Annahme unterstützt, wonach die gefundene Art aufgrund phoretischer Beziehungen, die für verschiedene Formen der Halolaelapidae in eigenen Untersuchungen mit Hilfe von Ködergläsern nachgewiesen werden konnten, in derartige Biotope eingeführt werden kann, zumal sie in dem gesamten Untersuchungszeitraum nur zu einem Probenahmetermin in zwei getrennten Einzelproben gefunden wurde. Bestätigt wird dies ebenfalls durch das Auffinden von Vertretern der Gattung *Saprosecans* in Sukzessionsuntersuchungen auf Bauschuttdeponien bei Bremen (KOEHLER, mdl. Mitt.).

Literatur

- KARG, W. (1964): Systematische Untersuchungen zwei eigenartiger neuer Gamasiden-Arten (Acarina, Parasitiformes) aus der Bodenkrume. — *Opuscula Zoologica*, **5**: 69–75; Budapest.
 KARG, W. (1971): Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben. — In: DAHL, F. (Ed.) *Die Tierwelt Deutschlands*, **59**: 475 S.: Jena (Gustav Fischer).

Autor

VOLKER JOERGER, Staatliches Weinbauinstitut, Merzhauserstraße 119, 7800 Freiburg.

SIEGFRIED SCHLOSS

Ein spätglaziales Pollenprofil von der Hornisgrinde – Nordschwarzwald

Einleitung

Im Bereich des Biberkessels, einer Kargruppe am Osthang der Hornisgrinde im Nordschwarzwald, liegt als kleiner Karsee der sogenannte Blindsee. Aus seinen verlandeten westlichen Randzonen wurde ein Profil von 3,40 m erbohrt, dessen unteres Drittel mit der Abfolge Sand-Ton-Tonmudde-Mudde und nachfolgend Torf den Sedimentationsbeginn nach Eisrückzug und somit die spätglaziale Vegetationsentwicklung beinhaltet. Spätglaziale Sedimente im Nordschwarzwald mit dem chronostratigraphisch wichtigen Laacher Bimstuf konnten im Mummelsee und Alten Weiher bereits von LANG (1975) erbohrt werden.

Die pollenanalytische Auswertung des Profils Blindsee stellt einen Teilbetrag innerhalb weiterer Untersuchungen an der Hornisgrinde dar (HÖLZER & SCHLOSS 1981). Für die den Blindsee betreffenden näheren Angaben zur Geländearbeit, Bohrung, Analysemethoden sowie fortführenden Untersuchungen sei auf HÖLZER & HÖLZER (1987) verwiesen.

Das Pollendiagramm wurde auf durchschnittlich 500 Pollen Gesamtsumme ausgezählt, als Berechnungssumme gelten Baum- und Nichtbaumpollen ausschließlich der Sporen und Wasserpflanzen.

Diagrammbeschreibung (Anhang, Tafel 4)

Pollenzone 1: *Artemisia*-Gräser-Kräuter-Zone.

Hohe NBP-Werte durch *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum* u. a., gleichbleibende und niedrige Werte der Gehölzpollen.

Obere Grenze: Anstieg *Juniperus*-Kurve.

Pollenzone 2: *Juniperus*-Zone.

Deutlicher *Juniperus*-Gipfel, gleichbleibendes NBP-Spektrum, vereinzelt *Isoëtes*-Sporen.

Obere Grenze: Anstieg *Pinus*-Kurve, Beginn der Wasserpflanzen-Kurven, Rückgang von *Juniperus* und *Helianthemum*.

Pollenzone 3: *Pinus*-*Poaceae*-Kräuter-Zone.

Markanter *Pinus*-Anstieg, deutlicher Rückgang der NBP-Werte insbesondere durch *Cyperaceae*, *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Chenopodiaceae*, Zunahme von *Umbelliferae*, *Rubiaceae*, *Rumex*, Rückgang *Pinus*-Kurve und erneute Zunahme der NBP, erstes Auftreten von *Corylus*.

Obere Grenze: Beginn geschlossener *Corylus*- und EMW-Verbreitung, deutlicher *Isoëtes*-Anstieg, starker Rückgang der NBP-Werte.

Pollenzone 4: *Pinus*-*Betula*-Zone.

Dominierend *Pinus*, subdominant *Betula* und *Corylus*, konstante, jedoch geringe EMW-Werte, *Isoëtes*-Maximum.

Obere Grenze: Zunahme *Corylus* und EMW.

Pollenzone 5: *Corylus*-*Pinus*-Zone.

Deutlicher Anstieg von *Corylus*, *Pinus* subdominant, EMW-Zunahme.

Obere Grenze: Anstieg EMW, Rückgang Wasserpflanzen.

Pollenzone 6: *Corylus*-*Pinus*-EMW-Zone.

Dominanz von *Corylus*, subdominant *Pinus* und EMW, vereinzeltes Auftreten von *Fagus*, *Abies* und *Picea*.

Obere Grenze: Geschlossene Pollenkurve von *Fagus* und *Abies*.

Pollenzone 7: *Corylus*-EMW-Zone.

Corylus und EMW dominant bei niedrigeren Werten, *Abies* und *Fagus* subdominant, deutliche Zunahme von *Alnus*, erste Pollen von *Carpinus*.

Zeitliche Einordnung

Spätglazial

Absolute Altersdatierungen zum Profil fehlen bisher. Durch den chemischen Nachweis des Laacher Bimstuf (HÖLZER 1987) bietet sich jedoch die Möglichkeit einer ersten festen Zeitmarke für das Profil, die eine weitere Einteilung nach FIRBAS zumindest für das Spätglazial erlaubt. Beginn Jüngere Dryas III und Ende Ältere Dryas Ibc lassen sich durch die stratigraphische Lage des Tuffes bei einer Tiefe von 283 cm somit festsetzen, zumal das Alleröd II pollenstratigraphisch nicht eindeutig zu erkennen ist, lediglich durch die Lage des Tuffes verdeutlicht wird.

Älteste Dryas Ia

Der spätglaziale Profilabschnitt beginnt nach dem Bohrwiderstand in der Pollenzone 1 mit den relativ gleichmäßigen Pollenwerten der Steppen-Tundrenzeit, charakterisiert durch krautige, lichtliebende Pflanzen mit nur geringen Anteilen von Gehölzen, überwiegend Zwergstraucharten.

Böiling und Ältere Dryas Ibc

Wechselnde Pollenkurven bei *Betula* und *Pinus* sowie deutlicher Anstieg der *Juniperus*-Werte und *Hippophaë* lassen eine Ausbreitung der Strauchgesellschaften, erstes Auftreten von Baumwuchs bei noch hohen Anteilen von Gräsern und Kräutern erkennen.

Alleröd II

Wie bereits erwähnt, ist das Alleröd pollenstratigraphisch nur schwer auszumachen, da sich typische Merkmale wie *Pinus*- und *Betula*-Ausbreitung, Rückgang der Nichtbaumpollenwerte lediglich auf den Horizont des Laacher Bimstuffs beschränken, obere und untere Pollenspektren sich eindeutig nicht dem Alleröd zeitlich zuordnen lassen. Insofern ist die Frage nach einer Schichtlücke im Profil durchaus berechtigt, jedoch auf Grund der Homogenität einzelner Pollenkurven nicht als gesichert anzunehmen. Ausgenommen hiervon scheint der Ausbreitungsbeginn der ersten höheren Wasserpflanzen in diesem Diagrammabschnitt, der allerdings auch einwanderungsgeschichtlich gedeutet werden könnte.

Jüngere Dryas III

Rückgang von *Pinus* und *Betula*, erneutes Auftreten von *Juniperus* und *Hippophaë* bei markanter Zunahme der Nichtbaumpollen, insbesondere von *Poaceae* und *Artemisia*, zeichnen deutlich die Klimaverschlechterung am Ende des Spätglazials.

Postglazial

Es sei für die postglaziale Einordnung des nachfolgenden Profilabschnittes vorausgehend angemerkt, daß eine Schichtlücke nicht erkennbar ist und somit eine nahtlose Anbindung an das Spätglazial und Gliederung des Postglazials erfolgen kann.

Präboreal IV

Das Präboreal ist durch die *Pinus-Betula* Dominanz bei gleichzeitigem Ausklingen der arktisch-alpinen und trocken-kontinentalen Florenelementen des Spätglazials geprägt. Unmittelbar zu Beginn des Präboreals breitet sich bereits *Corylus* und Eichenmischwald mit *Quercus*, *Ulmus*, *Fraxinus* aus, wobei schon erste Funde von *Hedera* die klimatische Verbesserung andeuten, die sich letztlich auch durch die Wasservegetation dokumentiert. *Isoëtes echinospora* und *Isoëtes lacustris* erreichen ihre höchsten Werte. Das Präboreal ist demnach im Gegensatz zu den weiter östlich gelegenen Profilen des Nordschwarzwaldes bereits durch subdominante *Corylus*-Ausbreitung und stetige Eichenmischwald-Präsenz gekennzeichnet.

Boreal V

Im Eichenmischwald kommen im Boreal *Tilia* und *Acer* hinzu, *Hedera* und *Viscum* treten verstärkt auf, während *Corylus* und *Pinus* wechseln. Die Subdominanz von *Pinus* scheint den verstärkten Einfluß der lokalen Vegetation im Gründenbereich der Hornisgrinde darzustellen.

Atlantikum VI/VII

Im Älteren Atlantikum VI tauchen mit Einzelfunden *Fagus*, *Abies* und *Picea* als neue Baumarten auf und sind zu Beginn des Jüngeren Atlantikums VII in geschlossenen Kurven vorhanden, wobei dort auch *Carpinus* nachgewiesen ist. Der Eichenmischwald erreicht im Profil seine Höchstwerte und ist wohl in diesem Zeitabschnitt als die Eichenmischwaldphase anzusprechen, wobei er an der Hornisgrinde noch deutlich von *Corylus* überlagert wird. *Tilia* und *Ulmus* verzeichnen zu Beginn des Jüngeren Atlantikums VII merkliche Rückgänge. Die Ausbreitung des Eichenmischwaldes geschieht in zwei deutlichen Anstiegen, der erste an der Wende IV/V und der zweite im Übergang von V/VI.

Die so gegliederten Zeitabschnitte des Postglazials im Blindseeprofil zeigen demnach einige Besonderheiten im Vergleich mit anderen Nordschwarzwald-Profilen auf, (LANG 1958, RADKE 1973), wie etwa die *Corylus*-Eichenmischwald-Kurve bereits in IV, das Eichenmischwald-Maximum bei gleichzeitiger *Corylus*-Dominanz, sehr frühe Pollenfunde von *Fagus*, *Abies* und letztlich *Carpinus*.

Floristisch-vegetationsgeschichtliche

Anmerkungen

Im Spätglazial sind neben den arktisch-alpinen Florenelementen die Nachweise von *Ephedra* als trocken-kontinentale Arten bemerkenswert. Während der Jüngeren Dryas III deutet sich mit der Häufung der Pollenfunde von Arten der Hochstauden- und Steinschuttgesellschaften nordisch-montaner Prägung wie *Epilo-*

bium, *Valeriana*, *Centaurea montana*, *Centaurea scabiosa*, *Polemonium* eine mögliche Zonierung als vorgelegerte Formation zur damaligen Waldgrenze an, sofern diese Arten nicht nur auf den bewegten Hangschutt der Karrückwand begrenzt waren. Beachtet werden müssen auch die ersten Pollenfunde von *Corylus* in diesem Zeitabschnitt, Anzeichen und Hinweis auf die räumliche Nähe der klimatisch günstigeren Oberrheinebene.

Die Vegetation der Wasserpflanzen ist durch den Nachweis einer ausgeprägten Verbreitung von *Isoëtes*, *Potamogeton*, *Sparganium*-Typ und *Batrachium* bedeutsam, allerdings zeitlich sehr begrenzt durch die Seeverlandung. Bei den Gehölzen muß auf den Nachweis von *Buxus* und *Taxus* hingewiesen werden.

Herrn Dr. A. HÖLZER sei für die Profilentnahme, Aufbereitung der Proben sowie zahlreiche Diskussionen herzlich gedankt.

Literatur

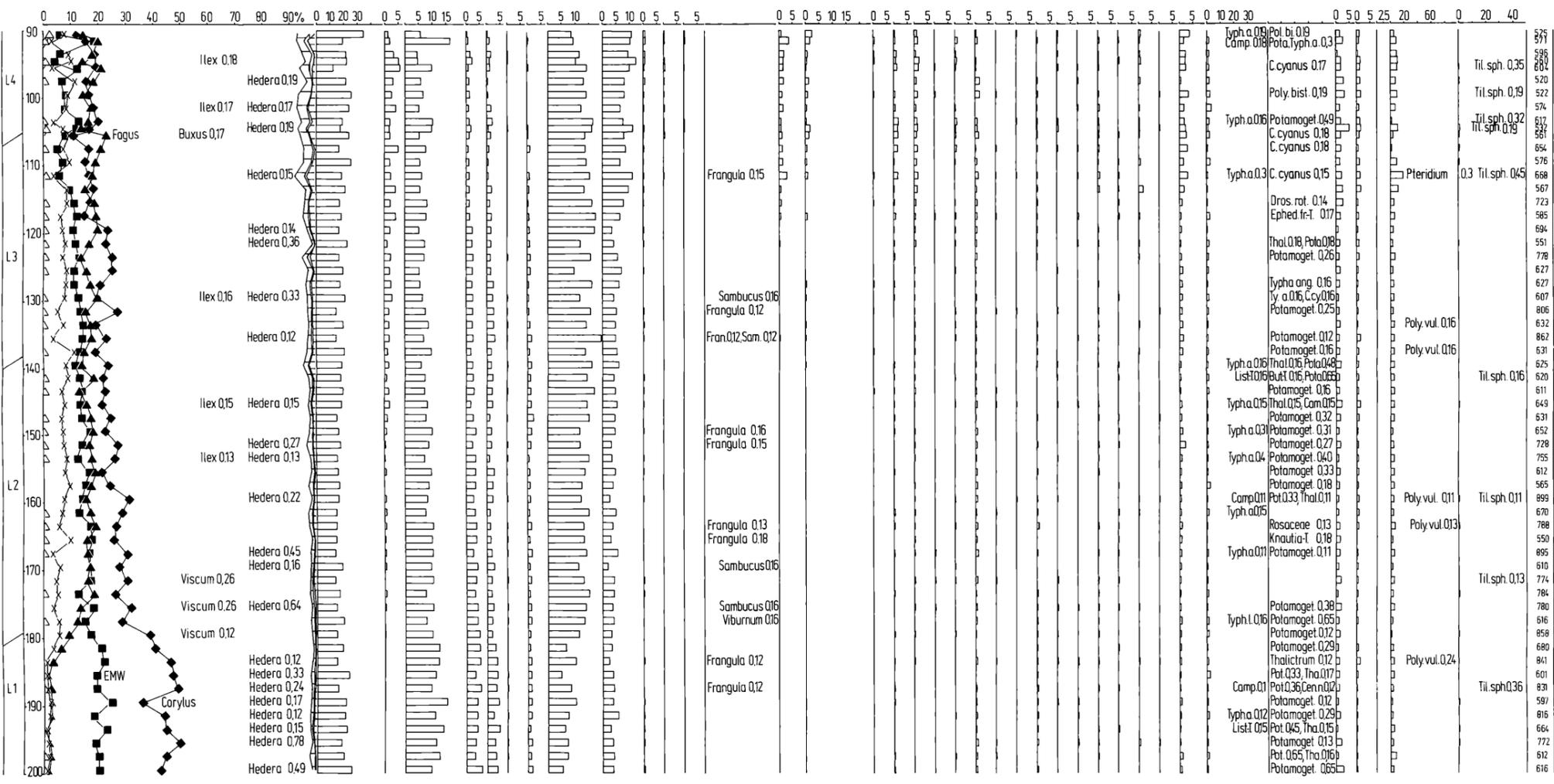
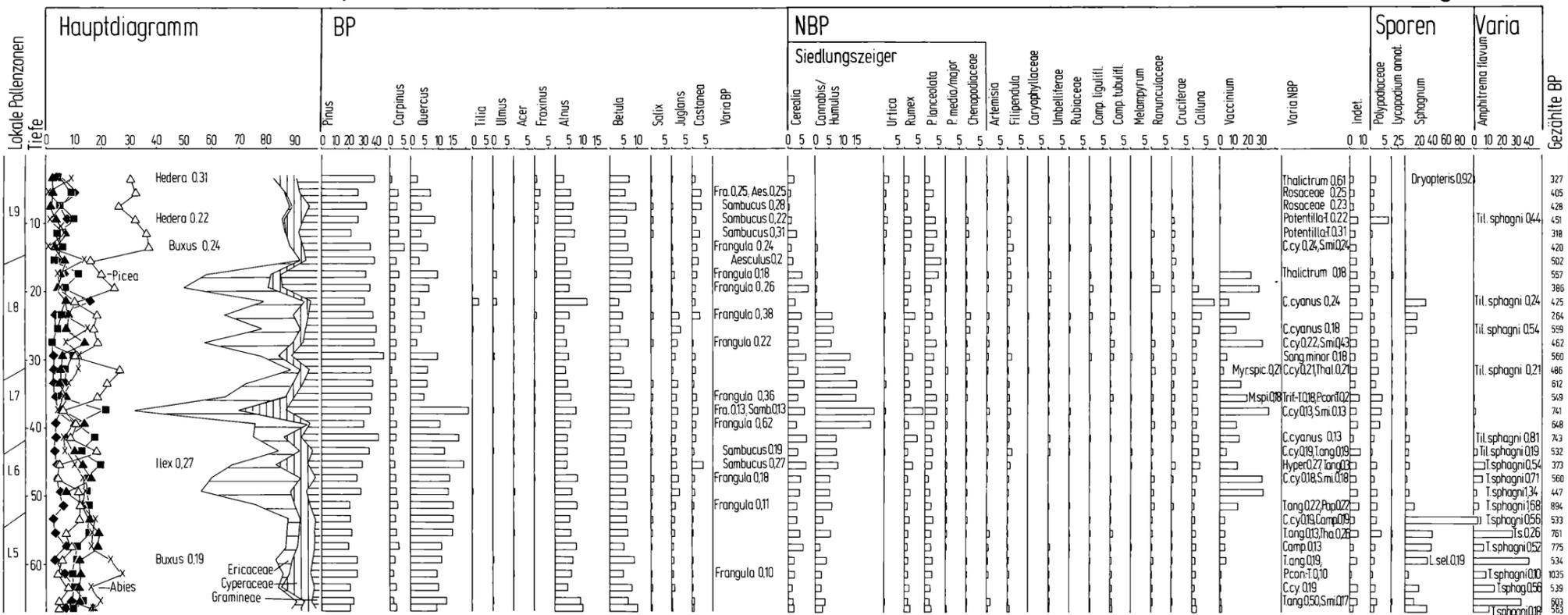
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald. – *Carolinea*, **45**: 43–50; Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung. – *Telma*, **11**: 17–30; Hannover.
- LANG, G. (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. Ein Beitrag zur Kiefernfrage. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **17**: 20–34; Karlsruhe.
- LANG, G. (1975): Palynologische, großrestanalytische und paläolimnologische Untersuchungen im Schwarzwald – ein Arbeitsprogramm. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **34**: 201–208; Karlsruhe.
- RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes. – *Hohenheimer Arbeiten*, **68**: 121 S.; Stuttgart.

Autor

Dr. SIEGFRIED SCHLOSS, Römerbadstr. 23, D-6729 Jockgrim.

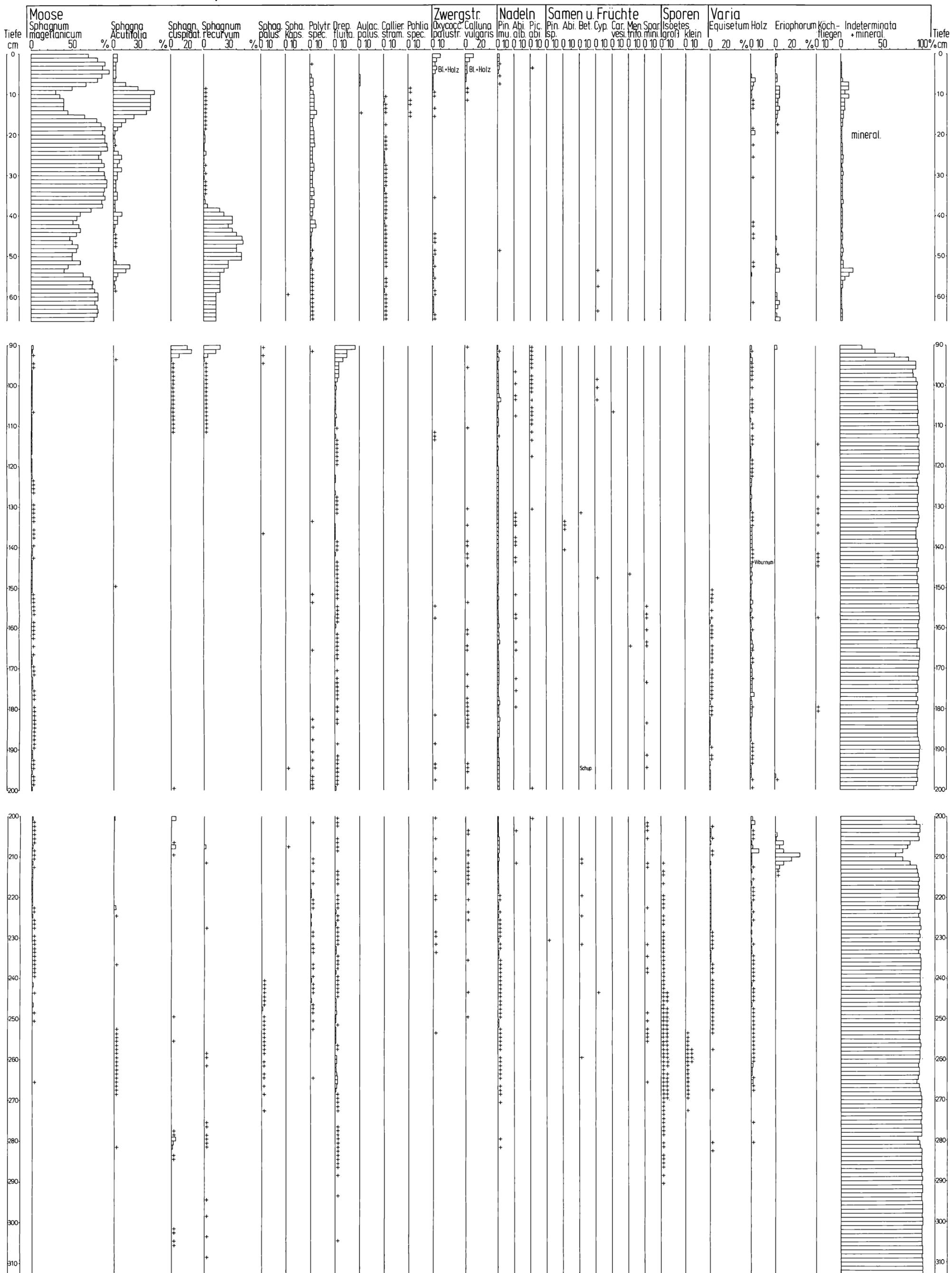
HORNISGRINDE - Biberkessel, Profil Blindsee (1060m)

Pollendiagramm



HORNISGRINDE - Biberkessel, Profil Blindsee (1060m)

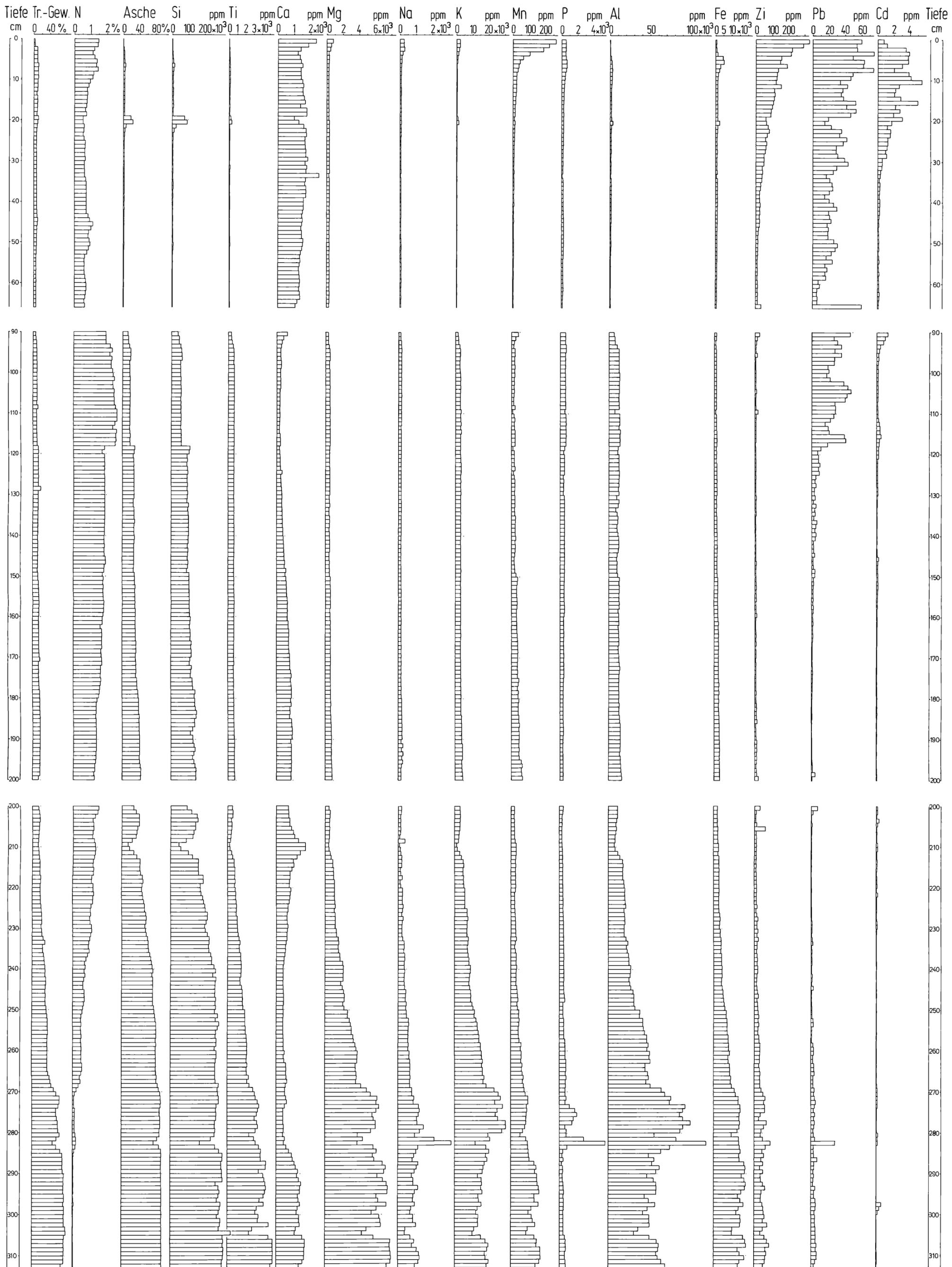
Großreste

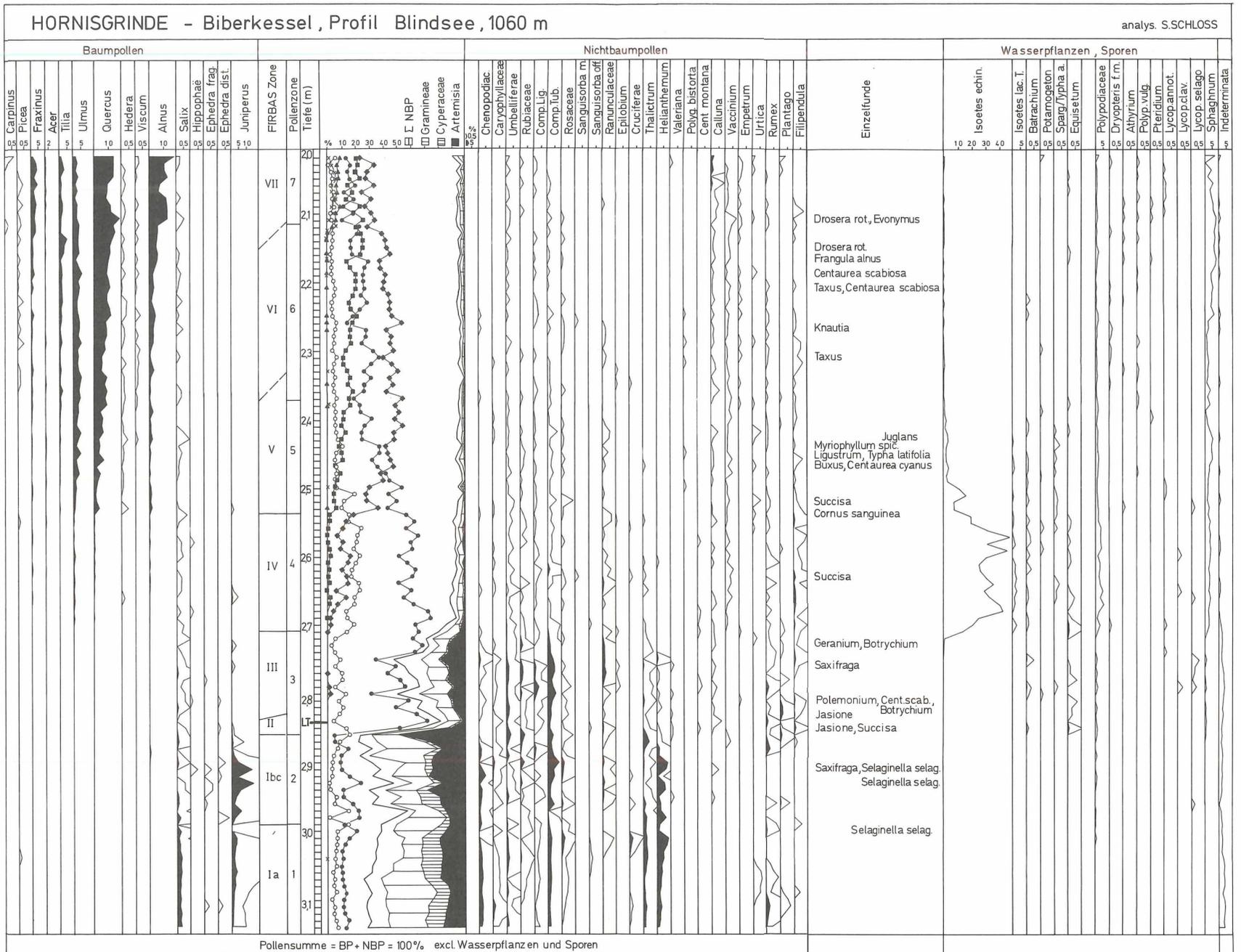


HORNISGRINDE – Biberkessel, Profil Blindsee (1060m)

Chemische Analyse

Werte auf Trockengewicht bezogen





Publikationen der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

andrias

unregelmäßig erscheinende Einzelbände zu Themen aus naturkundlichen Forschungsgebieten.

1. Taxonomie und Phylogenie von Arthropoden. – 102 S., 37 Abb., 1981 DM 34,–
2. Vegetationskunde und Lichenologie. – 64 S., 17 Abb., 1983 DM 28,–
3. Morphologie und Taxonomie von Insekten. – 104 S., 172 Abb., 1983 DM 40,–
4. Fossilfundstätte Messel. – 171 S., 49 Abb., 17 Taf., 1985 DM 60,–
5. Taxonomie und Phylogenie von Arthropoden. – 224 S., 114 Abb., 1986 DM 65,–

carolinea

setzt mit Band 40 die von 1936 bis 1980 mit 39 Bänden erschienenen „Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland“ fort. Jahresbände mit naturkundlichen Arbeiten und Mitteilungen aus dem südwestdeutschen Raum und aus dem Museum am Friedrichsplatz in allgemeinverständlicher Form.

- Band 40: 128 S., 96 Abb., 38 Tab., 1982 DM 43,–
Band 41: 152 S., 96 Abb., 24 Tab., 1 Taf., 1983 DM 48,–
Band 42: 148 S., 67 Abb., 24 Tab., 2 Taf., 1985 DM 48,–
Band 43: 132 S., 105 Abb., 15 Tab., 1 Farbtaf., 1985 DM 48,–
Band 44: 183 S., 109 Abb., 29 Tab., 1 Taf., 7 Farbtaf., 1986 DM 48,–
Band 45: 168 S., 92 Abb., 4 Tab. (Beilage), 4 Farbtaf., 1987 DM 48,–

Beihefte

der Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland.

Monografische Arbeiten, in unregelmäßiger Folge.

1. H. HÖLZEL: Die Neuropteren Vorderasiens, 4. Myrmeleonidae. – 103 S., 197 Abb., 1972 DM 30,–
2. G. FUCHS: Das Unterdevon am Ostrand der Eifeler Nordsüd-Zone. – 163 S., 18 Abb., 9 Taf., 2 Karten, 1974 DM 51,–
3. R. U. ROESLER & P. V. KÜPPERS: Die Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae) von Sumatra; Taxonomie Teil A. – 249 S., 7 Abb., 36 Taf., 1979 DM 48,–
4. R. U. ROESLER & P. V. KÜPPERS: Die Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae) von Sumatra; Taxonomie Teil B. – 282 S., 4 Abb., 42 Taf., 1981 DM 48,–

Führer zu Ausstellungen

1. Das Vivarium (L. BECK) – 3. Aufl., 46 S., 65 Abb., 8 Farbaufnahmen, 1983 DM 3,–
2. Kriechtiere und Lurche – Sonderausstellung 40 Jahre Vivarium (L. BECK) – vergriffen
3. Ursprung des Menschen (R. ANGST) – vergriffen, Neuauflage in Vorber.
4. Drachen (Sonderausstellung gemeinsam mit der Badischen Landesbibliothek und der Staatlichen Kunsthalle Karlsruhe) – 143 S., 120 Abb. (davon 11 farbige), 1980 DM 5,–
5. Waldsterben (L. TRUNKO & B. GALL) – vergriffen
6. Südbadische Fossilfunde – Fundstätten Öhningen und Höwenegg (S. RIETSCHEL, L. TRUNKO, W. WEISSBRODT) – 46 S., 76 Abb. (davon 13 farbige; 1 Falttaf.), 1985 DM 7,50
7. Die Flußperlmuschel – Biologie und kulturelle Bedeutung einer heute vom Aussterben bedrohten Art (W.-D. BISCHOFF, R. DETTMER, K. WÄCHTLER) – 64 S., 38 Abb.; Braunschweig 1986 DM 7,50
8. Panguana – Wald und Wasser im tropischen Südamerika (M. VERHAAGH) – 48 S., 115 Abb. (davon 12 farbige), 1986 DM 7,50

Vom Naturalienkabinett zum Naturkundemuseum 1785–1985 – Geschichte der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe, 1985 DM 5,–

Bestellungen an die Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1.

Zu den angegebenen Preisen wird bei Versand ein Betrag von DM 2,50 für Porto und Verpackung in Rechnung gestellt. Bestellungen unter DM 20,– nur gegen Vorkasse.

Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins Karlsruhe e. V. erhalten auf die Zeitschriften andrias, carolinea und die Beihefte sowie auf ältere Bände der „Beiträge“ einen Rabatt von 30 %.