

buli

~~A~~
B5

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

DEB 25, 47. / 1989

carolinea 47

Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe 30. 10. 1989

30. 10. 89

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Der zeitliche Verlauf der holozänen Vegetationsentwicklung im südlichen Schwarzwald

WANNI NEUBERT, WOLFGANG NOWAKOWY & KARL-HEINZ
WANNI: Myxomyceten aus der Bundesrepublik
Deutschland V. (Mit Berücksichtigung von Vorkommen in
Österreich)

FRANZ E. WERNER: Zwei neue *Rubus*-Arten aus
Südwestdeutschland

FRANZ ROMEKEL: Zur Biologie des Schwarzwaldbodens
Die Enchytraeen



WILHELM VOLZ: Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta,
Arthropoda) – Untersuchungen in der Hördler Rheinsue

WILHELM HAUSLER & MONIKA BRÄUNIG: Beiträge zur
ethnischen Fledermause (Mammalia, Chiroptera) aus
den Sammlungen für Naturkunde Karlsruhe – Teil I

WILHELM HIRLING: Ein räuberischer Nematode, *Paratylenchus*

carolinea 47

Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe 30. 10. 1989

carolinea, 47	192 S.	135 Abb.	5 Taf. (Beilage)	8 Farbtaf.	Karlsruhe, 30. 10. 1989
---------------	--------	----------	------------------	------------	-------------------------

02B20, 47. 1989



ISSN 0176-3997

Herausgeber: Prof. Dr. S. RIETSCHEL, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe

Dipl.-Geogr. REINHARD WOLF, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe

Prof. Dr. G. PHILIPPI, Naturwissenschaftlicher Verein Karlsruhe

Redaktion: Prof. Dr. L. BECK, Prof. Dr. G. PHILIPPI, Prof. Dr. S. RIETSCHEL

Schriftleitung: Dipl.-Biol. M. BRAUN

Gestaltung: F. WEICK

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

Gesamtherstellung: Badenia Verlag und Druckerei GmbH, Karlsruhe

© Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe

Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1

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

SIEGFRIED RIETSCHEL: „Staatliches Museum“ statt „Landessammlungen“	5
ANDRÉ F. LOTTER & ADAM HÖLZER: Spätglaziale Umweltverhältnisse im Südschwarzwald: Erste Ergebnisse paläolimnologischer und paläoökologischer Untersuchungen an Seesedimenten des Hirschenmoores	7
MANFRED RÖSCH: Pollenprofil Breitnau-Neuhof: Zum zeitlichen Verlauf der holozänen Vegetationsentwick- lung im südlichen Schwarzwald	15
HERMANN NEUBERT, WOLFGANG NOWOTNY & KARLHEINZ BAUMANN: Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland V. (Mit Berücksichtigung von Vorkommen in Oberösterreich)	25
HEINRICH E. WEBER: Zwei neue <i>Rubus</i> -Arten aus Südwestdeutschland	47
JÖRG RÖMBKE: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 12. Die Enchytraeen	55
PETER VOLZ: Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta, Apterygota) – Untersuchungen in der Hördter Rheinaue .	93
URSEL HÄUSSLER & MONIKA BRAUN: Sammlung einheimischer Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe – Teil I ...	117
WALTER HIRLING: Ein räuberischer Nematode, <i>Parveyellus</i> <i>vorax</i> n. gen., n. spec. (Nematoda: Mononchida) in Mooren Baden-Württembergs	133
JÖRG STUMPP & ANDRZEJ SZEPTYCKI: <i>Eosentomon</i> <i>rusekianum</i> sp. n., a new species of Protura (Arthropoda: Insecta) from South Germany	141

Wissenschaftliche Mitteilungen

- MARGARETE KÜBLER-THOMAS & PETER THOMAS: Über ein Vorkommen von *Teucrium scordium* und *Ophioglossum vulgatum* am östlichen Hochrhein 147
- ARNO BOGENRIEDER, HELGA & KURT RASBACH: Neufund von *Botrychium matricariifolium* im Schwarzwald 149
- THOMAS BREUNIG & JOHANNES SCHACH: Ein Fund des Scheiden-Gelbsterns (*Gagea spathacea*) in der nordbadischen Rheinebene 151
- PETER ZIMMERMANN & ULRIKE ROHDE: Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Ackerwildkrautgesellschaften 153
- KLEMENS FRITZ: Königsfarn (*Osmunda regalis*) und Straußenfarn (*Matteuccia struthiopteris*) im Mittleren Schwarzwald 157
- WERNER JANS & JÖRG RÖMBKE: Funde eines terrestrischen Polychaeten (Annelida) in Wäldern Baden-Württembergs 158
- Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege
- IRENE SEVERIN & REINHARD WOLF: 1987 und 1988: 13 neue Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe 163
- LASZLO TRUNKO: Günter Fuchs † 191

SIEGFRIED RIETSCHEL

„Staatliches Museum“ statt „Landessammlungen“

Das Titelblatt von „carolinea 47“ weist eine unscheinbare Änderung auf: In der letzten Zeile steht nicht mehr Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe, sondern Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe. Mit Wirkung vom 1. Oktober 1989 hat der Minister für Wissenschaft und Kunst des Landes Baden-Württemberg die Harmonisierung in der Namensgebung der beiden Staatlichen Naturkundemuseen des Landes verfügt (Erlaß vom 7. 7. 1989, Az.: IV 969.00/27).

Wenn im Namen der Begriff „Landessammlungen“ nun offiziell der Vergangenheit angehört und durch „Staatliches Museum“ ersetzt wird, so dokumentiert sich darin eine längst vollzogene Entwicklung. Der somit historische Begriff wird allerdings nicht seines ehrwürdigen Glanzes beraubt, indem er einem zeitgemäßerem, verständlicherem Platz macht. „Nomen est omen“ galt ja schon lange nicht mehr, eigentlich seit jenen Tagen, in denen die Badischen Landessammlungen ihr Landesattribut verloren und nur noch durch den Zusatz „in Karlsruhe“ Herkunft und Standort verrieten. Erinnern wir uns:

Es begann im frühen 18. Jahrhundert mit den Sammlungen des Badischen Herrscherhauses. Durch die gezielte Sammeltätigkeit der Markgräfin Caroline Luise erlangte die Sammlung wissenschaftliche Bedeutung und einen bemerkenswerten Bekanntheitsgrad. Nach dem Tode der Markgräfin kamen die Sammlungen zum Fideikommiß des Erbprinzen und wurden aus den markgräflichen Privaträumen in das Hofapothekegebäude überführt. 1784 rief Markgraf Carl Friedrich den jungen Carl Christian Gmelin nach Karlsruhe, der ab 1785 für 53 Jahre als kompetenter Direktor die Bestände des Naturalienkabinetts neu ordnete und für ein größeres Publikum erschloß. Infolge der Französischen Revolution mußten sie allerdings 1794–98 nach Ansbach ausgelagert werden, Krisenjahre, in denen Johann Peter Hebel für den abwesenden Gmelin die Amtsführung in Karlsruhe übernahm. Infolge der weiteren politischen Entwicklung wurde 1803 aus dem ursprünglich markgräflichen zunächst ein kurfürstliches und dann – ab 1806 – ein „Großherzogliches Badisches Naturalienkabinett“. Dieser Name hatte dann für mehr als 100 Jahre Bestand. Erst als das Großherzogtum Baden 1918/19 republikanisch wurde, verlor auch das Naturalienkabinett sein Adelsprädikat. Karlsruhe, die badische Residenzstadt, wurde mit der Neuordnung des Deutschen Reiches zur Badischen Landeshauptstadt und folgerichtig das Großherzogliche Badische Naturalienkabinett zu den Badischen Landessammlungen, so, wie aus der Hofbibliothek die Badische Landesbibliothek entstand, aus dem Hoftheater das Badische Landestheater, aus der Kunstakademie die Landeskunstschule etc.

Warum und wann dann das Prädikat „Badisch“ den Landessammlungen verloren ging, läßt sich nicht mehr ermitteln. In dieser Zeitschrift, die damals noch „Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland“ hieß, verschwindet das Badische auf dem Titelblatt im Jahre 1954, mitten in Band 13; in den Aufsätzen wird ab dem ersten Nachkriegsband (Band 8, 1948/49) meist nur noch von „Landessammlungen“ gesprochen. Ab Band 9 (1950) erscheint unter den Namen einiger Autoren der Vermerk „Aus den Landessammlungen für Naturkunde“ d. h. stets in abgemagerter Form, während die Aufsatztitel – mitunter im gleichen Band – unterschiedliche Versionen bringen (z. B. 1951: OBERDORFER, E. „200 Jahre Landessammlungen für Naturkunde“ und HAUER, J. „Die Bad. Landessammlungen für Naturkunde im Wiederaufbau“). Sicher ist die Vermutung zulässig, daß, wie schon anfangs des 19. Jahrhunderts, politische Gegebenheiten den Namen mitprägten. Nach der Zeit als „Gau“ im Dritten Reich war Baden ja nach dem Zweiten Weltkrieg auf zwei Besatzungszonen verteilt und somit bereits vor Gründung des Südweststaates kein „Land“ und Karlsruhe keine Landeshauptstadt mehr.

Der Begriff „Landessammlungen“ erwies sich, anders als „Badische Landessammlungen“, für viele Außenstehende als mißverständlich. Er ließ nicht erkennen, daß unter diesem Namen nicht nur Sammlungen, das heißt ein Archiv, sondern ein Museum mit Forschungsaufgaben und der Verpflichtung zu öffentlich zugänglichen Ausstellungen zu verstehen war. Um das 1972 endlich wiederhergestellte Schaumuseum in den Namen einzubringen, wurde seit Januar 1979 zusätzlich der Name „Museum am Friedrichsplatz“ eingeführt. Er hat sich bewährt und ist, wie wir hoffen, nicht nur in Karlsruhe inzwischen ein fester Begriff. Seit damals konnten im Verlauf von 10 Jahren (bis Ende 1988) mehr als 1 230 000 Besucher gezählt werden, ein Erfolg, der gewiß durch den Namen mitbeeinflußt wurde. Damals schon „war u. a. daran gedacht, die Namen der beiden Naturkundemuseen des Landes Baden-Württemberg einander anzugleichen („Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe“), doch stieß dieser Vorschlag auf keine Gegenliebe“ (RIETSCHEL 1980: 6). Um so mehr freuen wir uns, daß der Namenswechsel jetzt vollzogen ist.

Das Staatliche Museum für Naturkunde Karlsruhe wird in Zukunft seinem Namen sicher Ehre machen und nach wie vor die Tradition – in der es wurzelt – pflegen und in Erinnerung halten. Das Museum am Friedrichsplatz bleibt wie bisher als Schaumuseum im Namen unverändert, so, wie das Staatliche Museum für Naturkunde Stuttgart inzwischen das „Museum Schloß Rosenstein“



Zeichnung: PETER PAUL BUCHTA 1987 (Privatbesitz).

und das „Museum am Löwentor“ unterhält. Im Sinne heutigen Sprachverständnisses bedeutet die Namensänderung eine Aufwertung, ganz besonders im Rahmen der vielen internationalen Kontakte, die vom Museum aus gepflegt werden. „Landessammlungen“ läßt sich kaum in eine andere Sprache inhaltlich verständlich übersetzen. Angesichts dieser Aufwertung und mancher Anerkennung, die unsere Arbeit findet, hoffen wir weiterhin auf die lange überfällige, geplante Baumaßnahme, die dem Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe im Sammlungsgebäude am Friedrichsplatz von dessen Einrichtung her erlauben soll, seine Funktionen besser zu erfüllen. Viele Besucher müssen sich über die Baufälligigkeit des Vivarium wundern, insbesondere die Alten und Behinderten unter ihnen müssen schwere Mühen auf sich nehmen, wenn sie die Ausstellungen sehen wollen. Den Mitarbeitern fehlen zeitgemäße Arbeitsmöglichkeiten, einem Teil der Sammlungsbestände die adäquaten Magazine. Die Zukunft wird zeigen, ob mit dem neuen Namen auch ein neuer Abschnitt in der Geschichte des alten badischen Naturalienkabinetts beginnt.

Zur frühen Geschichte von Museum und Namensgebung sind weitere Informationen in der nachfolgenden Literatur enthalten:

- Katalog (1983): Caroline Luise, Markgräfin von Baden. – Ausstellung Badisches Landesmuseum Karlsruhe, 251 S., 208 Abb.; Stuttgart (K. Theiss).
- LAUTS, J. (1980): Karoline Luise von Baden. – 486 S., 65 Abb.; Karlsruhe (C. F. Müller).
- MAYER, G. (1978): Beiträge zur Geschichte der Badischen Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe. X. Das Naturalienkabinett des Erbprinzen Friedrich (1708–1732) – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **37**: 31–36; Karlsruhe.
- RIETSCHEL, S. (1980): Museum am Friedrichsplatz. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **39**: 5–9, 3 Abb.; Karlsruhe.
- RIETSCHEL, S., TRUNKO, L., ANGST, R., EBERT, G. & PHILIPPI, G. (1985): Vom Naturalienkabinett zum Naturkundemuseum 1785–1985. – 84 S., 53 Abb.; Karlsruhe.

ANDRÉ F. LOTTER & ADAM HÖLZER

Spätglaziale Umweltverhältnisse im Südschwarzwald: Erste Ergebnisse paläolimnologischer und paläoökologischer Untersuchungen an Seesedimenten des Hirschenmoores

Kurzfassung

Limnische Sedimente aus dem Hirschenmoor, Südschwarzwald, wurden bezüglich Pollen, Diatomeen und Geochemie untersucht. Die untersuchten Ablagerungen, welche einen Teil des Böllings, das Alleröd und einen Teil der Jüngeren Dryas umfassen, lassen Rückschlüsse auf die spätglazialen Umweltverhältnisse im Untersuchungsgebiet zu: Die terrestrische Vegetation entwickelte sich von einem lichten Birkenwald zu einem Kiefern-Birkenwald, der durch den klimatischen Rückschlag der Jüngeren Dryas aufgelichtet wurde. Die aquatische Flora bestand aus oligotrophenten Wasserpflanzen, alkaliphilen und zirkumneutralen Diatomeen sowie Chrysophyceae und Chlorophyceae. Die Laacher See Tephra ist sowohl stratigraphisch wie auch geochemisch gut nachweisbar, jedoch entspricht ihre stratigraphische Lage nicht dem wirklichen Zeitpunkt ihrer Ablagerung. Nach der Ablagerung der Tephraschicht läßt sich eine leichte Absenkung der mittels Index B berechneten pH-Werte feststellen, deren Ursache entweder mit der Vulkaneruption oder mit der Pedogenese im Einzugsgebiet des ehemaligen Sees in Verbindung gebracht werden kann. Die klimatische Abkühlung während der Jüngeren Dryas zeichnet sich in allen untersuchten Parametern gut ab.

Abstract

Late-glacial environment in the southern Black Forest: First results of paleolimnological and paleoecological studies on lake sediments of the Hirschenmoor.

A Late-Glacial limnic sediment core from Hirschenmoor, southern Black Forest (FRG), has been analyzed for pollen, diatoms and geochemistry. The profile includes part of the Bölling, the Alleröd, and part of the Younger Dryas. The investigation allowed a reconstruction of the Late-Glacial environments at the site. The development of the terrestrial vegetation went from a sparse birch forest to a more dense pine-birch forest which was eventually partially cleared during the climatic cooling of the Younger Dryas. The lake was colonized by oligotrophic aquatics as well as by alkaliphilous and circumneutral diatoms, Chrysophytes and Chlorophytes. The tephra of Laach has been well evidenced stratigraphically and geochemically. However, its actual stratigraphic position does not correspond to the time of its deposition. A slight decrease of the diatom-inferred pH-values after the deposition of the tephra-layer was observed. Its cause may either be linked to the volcano eruption or to pedogenesis. The climatic cooling of the Younger Dryas is well evidenced by all investigated parameters.

Autoren

Dr. ANDRÉ, F. LOTTER, Geobotanisches Institut Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern

Dr. ADAM, HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe.

1. Einleitung

Vergangene Umweltverhältnisse in limnischen und terrestrischen Ökosystemen können mit Hilfe von verschiedenen paläolimnologischen und paläoökologischen Methoden rekonstruiert werden. Die Untersuchung von Umweltarchiven, wie z. B. von See- und Moorablagerungen, erlangt dabei besondere Bedeutung. Diese Sedimente speichern kontinuierlich diverse Umweltparameter, welche wichtige Informationen, z. B. über Vegetation, Klima, menschlichen Einfluß auf die Umwelt usw., beinhalten.

Das Spätglazial beginnt mit dem Rückzug der lokalen Gletscher, also vor etwa 16000 bis 14000 Jahren, und geht nach dem letzten großen Klimarückschlag, vor etwa 10000 Jahren, ins Postglazial (= Holozän) über. Dieser, aus quartärgeologischer Sicht relativ kurze Zeitabschnitt, ist besonders interessant, da sich in ihm großräumige Umweltveränderungen abspielen, wie z. B. die Wiederbesiedlung vorher eisbedeckter Gebiete mit Pflanzen und Tieren.

Im Gebiet des Schwarzwaldes hat vor allem die Pollenanalyse als Mittel zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte eine lange Tradition (STARK 1912, BROCHE 1929, LANG 1952, 1954, 1967, 1971). Dagegen sind aus diesem Gebiet nur wenige Untersuchungen vorhanden, welche neben den Pollen noch weitere subfossile Informationsträger (z. B. pflanzliche Großreste, Algen, Geochemie) in See- und Moorablagerungen zur Rekonstruktion vergangener Umweltverhältnisse berücksichtigen (OBERDORFER 1931, HÖLZER & SCHLOSS 1981, HÖLZER & HÖLZER 1987, 1988 a, b).

Die vorliegende Arbeit soll einen Schritt in Richtung der Erforschung von spätglazialen Umweltverhältnissen im Südschwarzwald darstellen. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen sind weitere multidisziplinäre Untersuchungen an anderen Lokalitäten des Südschwarzwaldes in Bearbeitung.

2. Untersuchungsgebiet

Das Hirschenmoor liegt im südlichen Schwarzwald, etwa 20 km östlich von Freiburg (Abb. 1) in einer Höhe von 962 m über NN (MTB 8014 – 34322/53090). Zur Zeit des Maximalstandes der Würmvergletscherung war das Untersuchungsgebiet vom Eis bedeckt. Es befindet sich noch hinter der Moräne des Titiseestadiums (LIEHL, 1981). Der geologische Untergrund wird von Pa-

ragnaisen gebildet, deren Mineralgehalt in weiten Grenzen variiert.

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge im Gebiet liegt bei rund 1300 mm und die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt etwa 5° C, bei einer mittleren Julitemperatur von ca. 14° C und einer mittleren Januartemperatur von ca. -2° C.

Die heutige Mooroberfläche umfaßt etwa 12 ha. Das Moor zeichnet sich durch eine vorzüglich ausgebildete, nasse und mehr oder weniger ombrotrophe Zentralfläche aus (DIERSSEN, 1984), die von einem breiten Spirkengürtel umgeben ist. In den Randbereichen ist das Moor gestört, die alten Entwässerungsgräben sind jedoch weitgehend zugewachsen.

BROCHE (1929), von dem auch das erste Pollendiagramm aus dem Hirschenmoor stammt, gibt für die Randbereiche dieses Verlandungsmoors eine Mächtigkeit von 8 m an, eigene Sondierungen im Zentrum ergaben jedoch Tiefen von über 10 m.

3. Methodik

Im Herbst 1987 wurden im zentralen Teil des Hirschenmoors zwei Sedimentprofile von je 50 cm Länge und 5 cm Durchmesser mit einem russischen Torfbohrer gestochen.

Die Stratigraphie der Ablagerungen wurde nach TROELS-SMITH (1955) beschrieben und nach Entfernung der äußersten 5 mm, welche erfahrungsgemäß von jüngerem Sedimentmaterial verunreinigt sein können, wurden die Bohrkern im Labor für die verschiedenen Analysen beprobt.

Der Gesamtgehalt an organischer Substanz (Abb. 3) wurde mittels Gewichtsverlust durch Verbrennung des Sediments bei 550° C berechnet.

Für die Pollenanalyse wurde ca. 1 cm³ des bergfeuchten Sediments entnommen und aufbereitet (vgl. LOTTER 1988). Pro Probe wurden mindestens 600 Baumpollen ausgezählt. Die auf Ta-



Abbildung 2. Laacher-See-Tephra in einem Bohrkern aus dem Hirschenmoor. Foto: V. GRIENER

fel 1 (Beilage) dargestellten Kurven wurden auf der Basis „100% = \sum Baumpollen + \sum Nichtbaumpollen“ berechnet; aus dieser Summe ausgeschlossen wurden die Pollen und Sporen der Farne, Moose, Wasserpflanzen und die Algen. Das Pollendiagramm wurde in Bio- oder Pollenzonen nach FIRBAS (1949, 1954) und in Chronozonen nach MANGERUD et al. (1974) und WELTEN (1982) resp. LOTTER & ZBINDEN (1989) unterteilt. Für die Diatomeenanalyse wurde 0,5 cm³ Sediment entnommen, nach BATTARBEE (1986) mit 30% H₂O₂ und 10% HCl aufbereitet und pro Probe mindestens 350 Valven gezählt. Die Berechnungsgrundlage (100%) der auf Tafel 1 dargestellten Kurven bildet die Summe aller Diatomeen; ausgeschlossen wurden hier die Chrysophyceae-Zysten und *Malomonas*-Schuppen. Als Bestimmungsliteratur wurden KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986) sowie die PIRLA-Photos (CAMBURN et al. 1984-1986) verwendet.

Für die Geochemie wurde der zweite Bohrkern in Scheiben von 1 cm aufgeschnitten, bei 105° C getrocknet und dann in einem Achatmörser staubfein gemahlen. Verascht wurde bei 550° C. Titan wurde nach saurem Aufschluß mit Kaliumdisulfat mit Tiron photometrisch bestimmt. Ein weiteres Aliquot wurde mit NaOH eingeschmolzen und dann Silizium photometrisch mit Ammoniumheptamolybdat gemessen. Das amorphe Silizium wurde ebenso nach Auszug mit 0,5 N NaOH (BLACK 1965) bestimmt. Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte nach Aufschluß mit einer modifizierten Indophenolblaumethode (ALLEN 1974). Der NaOH-Auszug (0,1 N) ist auf 1 g trockenen Torf pro Liter bezogen.

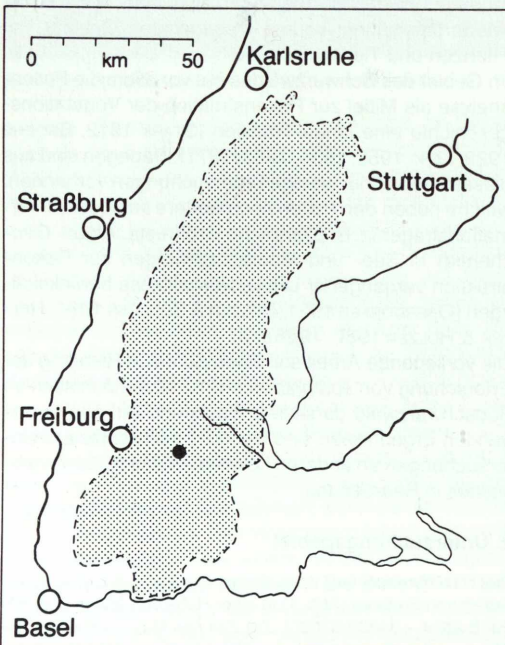


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald. Zeichn.: F. WEICK

Die Bestimmung der restlichen Elemente erfolgte in einem $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4$ -Aufschluß. Dabei kamen zur Anwendung: Polarographie und Inversvoltmetrie (Polarograph E 626 mit Elektrode E 623 von Metrohm) für Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Co und Mo; Flammen-AAS (SP9 von Philips) für Na, K, Ca, Mg, Li, Mn, Rb und Fe; Graphitrohr-AAS (SP9 mit PU9095 von Philips) für Cr; Hydridsystem (ML 75 von Berghof) für As; Spektralphotometrie für Al mit Aluminon und P mit Ammoniumheptamolydat.

Die Werte für das Geochemiediagramm wurden mit einem PC (Zenith) berechnet und einem HP 7570 Plotter gezeichnet. Im Diagramm (Tafel 2, Beilage) findet sich neben den schraffierten Kurven z. T. noch die zehnfache Überhöhung der entsprechenden Werte.

Herr P. THOMAS, Karlsruhe, entwickelte das Plottprogramm, mit welchem die Geochemie gezeichnet wurde. Frau M. KUMMER besorgte die Reinzeichnungen der Pollen- und Diatomeendiagramme. Die Diatomeenanalysen konnten bei Dr. R. W. BATTARBEE am Palaeoecology Research Unit des UCL in London durchgeführt werden. Dieser Auslandsaufenthalt des ersten Autors wurde finanziell vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt. Den genannten Personen und Institutionen gilt unser Dank.

4. Ergebnisse

4.1 Stratigraphie und Sedimentzusammensetzung

Das analysierte Profil Hi-1 weist die folgende, nach TROELS-SMITH (1955) beschriebene Schichtfolge auf:

880–904 cm As3, Ld1, Tongyttja

904–910 cm Ld4, As+, Lso+, Feindetritusgyttja (leicht tonig und diatomeenhaltig)

910–910.5 cm Ga4, Laacher-See-Tephra (Abb. 2)

910.5–920 cm Ld4, As+, Lso+, Feindetritusgyttja (leicht tonig und diatomeenhaltig)

920–930 cm As2, Ld2, tonige Feindetritusgyttja

Die Kurve des organischen Sedimentanteils (Abb. 3) bestätigt die obige Feldbeschreibung des Sediments recht gut. Das Sediment ist karbonatfrei und zeigte keine Reaktion bei Behandlung mit HCl. Damit kann angenommen werden, daß die restlichen Gewichtsprozentage den mineralischen Sedimentanteil widerspiegeln. Bei 910 cm befindet sich die markante Ablagerung der vulkanischen Asche des Laacher Vulkans (Abb. 2), welche in verschiedenen limnischen Sedimenten des Schwarzwalds eindeutig nachgewiesen wurde (VAN DEN BOGAARD 1983). Sie ist deutlich gekennzeichnet durch einen starken Rückgang des organischen Anteils. Die Tephra manifestiert sich aber auch unter und über der optisch wahrnehmbaren Ascheschicht durch eine Zunahme des mineralischen Sedimentgehalts im Bereich zwischen 911,5 und 909,5 cm.

4.2 Pollenanalyse (Tafel 1, Beilage)

Die Pollenanalyse zeigt, daß die analysierten Proben alle spätglazialen Alters sind. Die Einteilung des Profils in FIRBAS-Pollenzonen (1949, 1954), welche von uns abschließend als regionale Biozonen verwendet werden (vgl. LOTTER 1988, AMMANN & LOTTER 1989), erfolgte aufgrund von Vergleichen mit anderen Diagrammen aus

dem Südschwarzwald (LANG 1952, 1954, 1967, 1971). Aufgrund der Dominanz der Birke im Pollenspektrum sowie der noch niedrigen *Pinus*-Werte stellen wir die Sedimente zwischen 925–922 cm in die Bölling s.l. (Ib/c) Pollenzone. Die Ausscheidung einer Älteren Dryas (Ic), wie dies oftmals in dieser Höhenlage aufgrund von palynologischen und stratigraphischen Befunden möglich scheint, läßt sich an diesem Profil trotz der hohen Anteile der Kräuterpollen (v.a. *Artemisia*) nicht durchführen.

Der Übergang zur Alleröd (II) Biozone wird durch die abnehmenden NBP-Werte und die Zunahme von *Pinus* charakterisiert. Mehrere Funde von Spaltöffnungen der Kiefer bestätigen ihr Vorhandensein in der unmittelbaren Umgebung des Hirschenmoors. Das Alleröd (II) wird durch *Pinus*-Pollen dominiert (vgl. auch LANG 1963), bei einer Subdominanz von *Betula*. Der Sedimentwechsel von toniger Gytja zu Feindetritusgyttja bei 920 cm deutet auf grundlegende Veränderungen im Einzugsgebiet des ehemaligen Sees.

Mit dem erneuten Anstieg der NBP (v.a. *Artemisia*) und

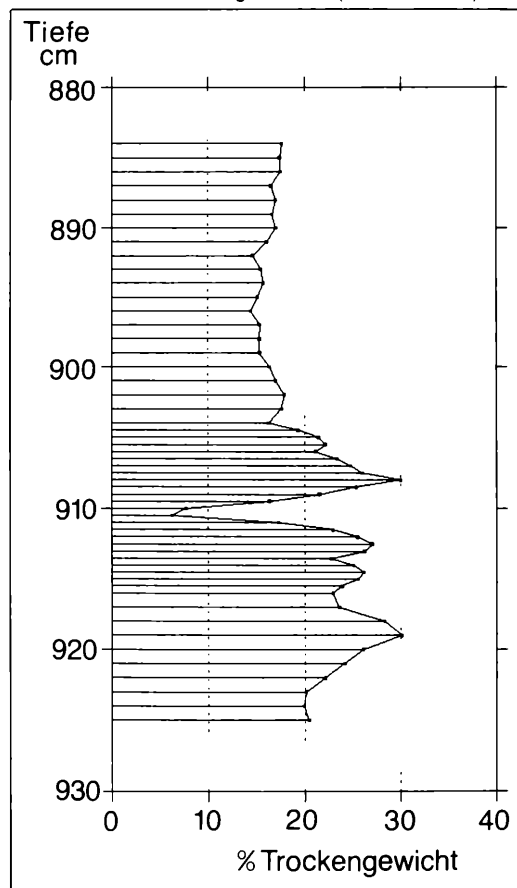


Abbildung 3. Organischer Sedimentgehalt im Profil Hirschenmoor Hi-1.

von *Juniperus* beginnt die Jüngere Dryas (III) Biozone. Sowohl die *Pinus*- wie auch die *Betula*-Werte gehen etwas zurück. Der erneute Sedimentwechsel zu einer Tongyttja bei 904 cm fällt mit dem Wechsel in den Pollenspektren zusammen.

4.3 Chronozonierung

Basierend auf den genannten litho- und biostratigraphischen Ergebnissen haben wir versucht, eine Chronozonierung nach MANGERUD et al. (1974) und LOTTER & ZBINDEN (1989) vorzunehmen. Aufgrund des Fehlens von ^{14}C -Daten aus dem Hirschenmoor wie auch aus dem Südschwarzwald insgesamt können wir das Ende der Bölling (BØ) Chronozone um 12000 B. P. nicht eindeutig festlegen. In Anlehnung an pollenanalytische Untersuchungen vom Urseemoor und vom Horbacher Moor (LANG 1963, 1967, 1971) setzen wir vorläufig den Beginn der Alleröd (AL) Chronozone mit dem Anstieg der *Pinus*-Kurve und dem Rückgang der *Betula*-Werte gleich.

Der Beginn der Jüngeren Dryas (DR3) Chronozone um 11000 B. P. ist mit der Lage der Laacher-See-Tephra bei 910 cm Tiefe gegeben. Dieser spätglaziale Leithorizont wurde mehrfach und in verschiedenen Regionen Mitteleuropas ^{14}C -datiert und (hartwasserfehlerfreie) Beschleunigerdaten an Pflanzenresten terrestrischer Herkunft (LOTTER 1988, AMMANN & LOTTER 1989) bestätigen das Alter von rund 11000 ^{14}C -Jahren vor heute. Aufgrund unserer Ergebnisse (vgl. hierzu Diskussion über Laacher Tephra) bedarf diese Grenzziehung jedoch noch eingehender Überprüfung. Das Ende der Jüngeren Dryas (DR3) wurde im vorliegenden Profil nicht erfaßt.

4.4 Diatomeenanalyse (Tafel 1, Beilage, Abb. 4)

Das erarbeitete Diatomeendiagramm wurde in verschiedene Biozonen, sogenannte Diatom Assemblage Zones (DAZ) unterteilt. Diese Diatomeen-Zonen umfassen Sedimentschichten mit ähnlichem (qualitativem und quantitativem) Gehalt an subfossilen Kieselalgen.

DAZ 1 925-919 cm: *Fragilaria construens* – *Achnanthes minutissima* Zone mit *F. brevistriata*, *Navicula minima*, *A. lanceolata*, *A. levanderi*

DAZ 2 919-904 cm: *Achnanthes minutissima* – *Achnanthes levanderi* Zone

DAZ 2a 919-910.25 cm: *Navicula minima* – *Navicula laterostrata* Subzone mit *F. brevistriata*, *N. seminulum*, *Aulacosira italica* var. *valida*

DAZ 2b 910.25-907.25 cm: *Fragilaria brevistriata* – *F. construens* Subzone mit *F. brevistriata*, *A. italica* var. *valida*

DAZ 2c 907.25-904 cm: *Nitzschia romana* – *Fragilaria construens* Subzone mit *A. italica* var. *valida*, *F. brevistriata*, *Cymbella microcephala*

DAZ 3 904-885 cm: *Fragilaria construens* – *Achnanthes levanderi* Zone mit *Achnanthes minutissima*, *Nitzschia romana*, *F. brevistriata*, *C. microcephala*
Anhand der ausgezählten Diatomeenproben wurde ver-

sucht, den Verlauf der pH-Werte im spätglazialen Hirschenmoor-See zu rekonstruieren. Die einzelnen Arten wurden hierfür in pH-Klassen eingeteilt (HUSTEDT 1937–1939, CHOLNOKY 1968) entsprechend gruppiert sowie kumulativ aufsummiert. Mittels Index B (RENNBERG & HELLBERG 1982) wurde dann der mutmaßliche pH-Wert für die einzelnen Proben berechnet (Abb. 4). Die Standardabweichung beträgt hierbei ± 0.3 pH-Einheiten und wurde bei der graphischen Darstellung mitberücksichtigt.

Eine weitere ökologische Gliederung wurde wie folgt vorgenommen (vgl. Tafel 1, oben): Die subfossile Diatomeenflora des Profils wurde nach Lebensformen in planktische und periphytische Diatomeen gegliedert. Das Plankton umfaßt alle frei im Epilimnion schwebenden Kieselalgen, während der Begriff Periphyton alle an ein Substrat gebundenen Diatomeen beinhaltet (VOLLENWEIDER 1969). Zu den planktischen Diatomeen gehören im vorliegenden Profil nur die folgenden Arten: *Cyclotella comta*, *Cyclotella stelligera*, *Tabellaria flocculosa*, *Aulacosira italica* var. *valida* (= *Melosira italica* var. *valida*, SIMONSEN 1979), und *Aulacosira islandica* ssp. *helvetica* (= *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, SIMONSEN 1979). Den Hauptanteil bilden die periphytischen Arten und unter diesen vor allem Vertreter der Gattung *Fragilaria*.

4.5 Geochemie (Tafel 2, Beilage)

Das Chemiediagramm wurde aufgrund der Parameter NaOH-Extrakt, amorphes Silizium und Stickstoff in drei Diagrammabschnitte eingeteilt. Diese Parameter sind eng an den organischen Anteil des Sediments gekoppelt und spiegeln damit die Produktionsverhältnisse im See und in seiner Umgebung wider. Einen zu diesen Parametern spiegelbildlichen Verlauf zeigen die Parameter Asche, Silizium, Titan, Lithium, Kalium, Magnesium, Aluminium und Eisen. Sie repräsentieren die mineralischen Einschwemmungen und sind damit Zeiger für offene Vegetationsverhältnisse. In Abschnitt 2 ist der organische Anteil höher als in darüber- und darunterliegenden Abschnitten. Er ist damit der Firbas-Zone II (vgl. Pollendiagramm Tafel 1, Beilage) gleichzusetzen. Aufgrund niedriger Extinktionswerte des NaOH-Extraktes und niedrigerer Stickstoffgehalte sowie leicht erhöhter Siliziumwerte im Bereich der Proben 916–919 läßt sich dieser Diagrammabschnitt nochmals unterteilen.

Der Diagrammabschnitt 2 wird durch die Laacher-See-Tephra nur kurzzeitig unterbrochen. Mit der Tephra kommt viel anorganisches Material in das Sediment, die Kurven laufen danach aber mit gleichem Trend weiter. Besonders deutlich zeigt der Anstieg der Na-Konzentration die Lage der Tephraschicht, was vor allem durch den niedrigen Hintergrund an Natrium erleichtert wird. Bei den anderen Elementen, z. B. beim Magnesium, Eisen oder Kupfer, findet hingegen ein Rückgang ihres Gehaltes statt. Die Geochemie ermöglicht damit mit relativ einfachen Mitteln den Nachweis der Laacher-See-Tephra (HOLZER in Vorb.), was vor allem dort interessant

sein dürfte, wo diese Tepherschicht optisch nur sehr schwierig erkennbar ist, wie z. B. in den Randbereichen ihrer Verbreitung (VAN DEN BOGAARD 1983).

5. Diskussion

Die Abfolge im Pollendiagramm (Tafel 1, Beilage) läßt sich gut mit den Diagrammen aus dem benachbarten Dreherhofmoor (LANG 1952) sowie mit denjenigen aus dem Erlenbruckmoor (LANG 1952), Urseemoor (LANG 1971) und Horbacher Moor (LANG 1954), alle in vergleichbarer Höhenlage, korrelieren.

Für das Bölling (Ib/c) nehmen wir eine Vegetation bestehend aus Birken-Beständen an. Die hohen Pollenwerte heliophiler Kräuter deuten jedoch darauf hin, daß diese Birken sehr locker gestanden haben, mit einem ausgedehnten krautigen Unterwuchs. Aufgrund der Befunde vom Urseemoor (LANG 1971) nehmen wir an, daß die *Betula*-Pollen hauptsächlich der Baumbirke zuzuordnen sind. Der hohe mineralische Sedimentanteil (Abb. 3) läßt auf eine beträchtliche Bodenerosion schließen, die wohl durch einen lückigen Vegetationsschluß gefördert wurde.

Bei den Wasserpflanzen sind Laichkräuter (*Potamogeton* spp.) und vor allem *Myriophyllum alterniflorum* charakteristisch für diesen Zeitabschnitt, wobei letztere Art auf ein oligotrophes und kalkfreies Gewässer schließen läßt. Das subfossile Auftreten von *Pediastrum* spp. zeigt, daß neben den Diatomeen auch schon Grünalgen den See besiedelten. Aufgrund der sehr niedrigen Plankton-Anteile der Kieselalgen ist anzunehmen, daß diese Chlorophyceen wahrscheinlich das Phytoplankton zusammen mit Chrysophyceen dominierten.

Die neutralen pH-Werte (Abb. 4) während des Bölling (Ib/c) koinzidieren mit den erhöhten Werten des mineralischen Sedimentanteils und weisen auf eine gute Pufferung des Gewässers hin, wofür auch die Ca- und vor allem die Mg-Werte (Tafel 2, Beilage) sprechen.

Das Alleröd (II) wird gekennzeichnet durch die Einwanderung und die zunehmende Ausbreitung der Kiefer. Damit verbunden nimmt der Anteil der heliophilen Kräuter ab und es machen sich vor allem Hochstauden (*Filipendula ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*, Apiaceae) bemerkbar. Das Waldbild mag von lockeren Kiefern-Birkenwäldern geprägt gewesen sein, wobei aufgrund des hohen organischen Sedimentanteils (Abb. 3) auf einen dichteren Vegetationsschluß und damit auch auf weniger Bodenerosion als im Bölling (Ib/c) geschlossen werden kann.

Der See wird immer noch von Laichkräutern und *Myriophyllum alterniflorum* besiedelt, wobei im zweiten Teil des Alleröd (II) *Isoëtes echinospora* (= *I. tenella*) neu hinzukommt. Die Ausbreitung dieser oligotraphenten, submers in Ufernähe wachsenden Wasserpflanze wurde in Mitteleuropa verschiedentlich bereits im Verlauf des Alleröd beobachtet (LANG 1955, WELTEN 1967).

Zusammen mit dem Sedimentwechsel von minerogenen zu organogenen Ablagerungen macht sich einer-

seits eine Zunahme der planktischen Kieselalgen bemerkbar (Tafel 1, Beilage), welche auf bessere klimatische Verhältnisse und eventuell auf ein leicht erhöhtes Nährstoffangebot schließen läßt. Andererseits nimmt gleichzeitig auch der Anteil der azidophilen Diatomeen zu, wobei diese Koinzidenz hauptsächlich in der höheren Abundanz der planktischen und azidophilen *Aulacosira italica* var. *valida* zu suchen ist. Die ermittelten pH-Werte liegen im allgemeinen unter 7 und somit etwas tiefer als im Bölling (Ib/c). In DAZ 2c fallen sie sogar bis auf etwa 6,7 ab. Sie widerspiegeln die Abnahme im Pufferungsvermögen des Wassers, das höchstwahrscheinlich durch eine Abnahme der Alkalinität im Zusammenhang mit der fortschreitenden Pedogenese bedingt sein kann.

Die optisch gut erkennbare Schicht der Laacher-See-Tephra (Abb. 2), die nach einigen Tagen bis maximal Wochen dauernden Eruptionen (VAN DEN BOGAARD 1983, VAN DEN BOGAARD & SCHMINKE 1985) des Laacher Vulkans in weiten Teilen Zentraleuropas abgelagert wurde, befindet sich im Hirschenmoor im obersten Drittel der al-

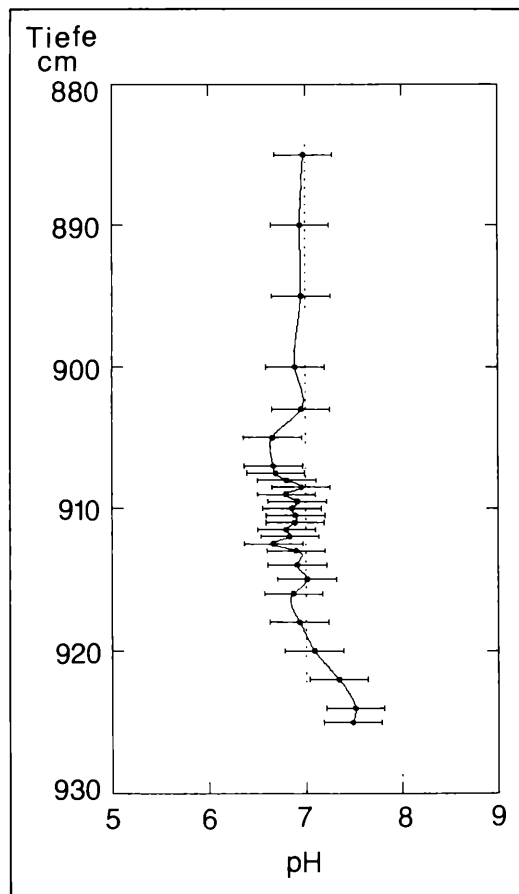


Abbildung 4. Spätglaziale pH-Entwicklung im Hirschenmoor, berechnet nach Index B (RENNBERG & HELLBERG 1982).

lerödzeitlichen Sedimente. Die Verwischung über etwa 3 cm (vgl. Tafel 2, Beilage) kann erklärt werden mit Bioturbation oder aber durch das Einsinken der schwereren Glaspartikel in das lockere Oberflächensediment, wie dies bei der rezenten Tephraablagerung des Mt. St. Helens Vulkans beobachtet wurde (EDMONDSON 1984, ANDERSON et al. 1984). Für dieses Einsinken der Tephrapartikel in das weiche Oberflächensediment spricht auch, daß die relativ schweren Elemente wie Zn, Ni, Co usw. ein Maximum unterhalb der sichtbaren Tephraschicht haben. Eine Sortierung, bei welcher die leichteren Glaspartikel, die oft sogar Gaseinschlüsse aufweisen, weniger tief einsanken als die Schwermetalle, ist deshalb gut vorstellbar, und ähnliche Verhältnisse lassen sich auch an anderen Lokalitäten feststellen (HÖLZER in Vorb.). Die Lage der Laacher-See-Tephra im Sediment entspricht somit nicht unbedingt dem Zeitpunkt der Eruption, und es ist mit einer dadurch bedingten zeitlichen Unschärfe von einigen Jahrhunderten zu rechnen. Damit würde sich auch der Umstand erklären, daß die Tephraschicht im Hirschenmoor und oft auch in anderen organischen Sedimenten des Schwarzwaldes vielfach in der Mitte der allerödzeitlichen Ablagerungen gefunden wird, währenddem sie in karbonatreichen Sedimenten Süddeutschlands und im Schweizer Mittelland, ins letzte Viertel des Alleröds (II) zu liegen kommt. Interessant ist nun festzustellen, ob sich dieser Vulkanausbruch auf die verschiedenen Ökosysteme ausgewirkt hat. Aufgrund von vegetationsgeschichtlichen Befunden aus verschiedenen Gebieten Zentraleuropas sowie aus anderen paläoökologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit Tephraschichten in Seesedimenten (EDMONDSON 1984) kann angenommen werden, daß die terrestrische Vegetation, insbesondere die allerödzeitlichen Kiefernwälder wenn überhaupt, so nur sehr kurzfristig beeinträchtigt wurden. Es liegen nur wenige Untersuchungen über die Reaktion aquatischer Ökosysteme auf Vulkanausbrüche vor (WISSMAR et al. 1982a, b, BAROSS et al. 1982, EDMONDSON & LITT 1984). Generell kann aber angenommen werden, daß litorale und benthische Organismen durch die Bedeckung mit der Tephraschicht mehr Probleme hatten als planktische Arten. Diese Annahme läßt sich mit den vorliegenden Resultaten jedoch nicht erhärten (vgl. Tafel 1, oben).

Im Grönlandeis konnte eine enge Korrelation zwischen dem Vorkommen von saurem Eis und europäischen Vulkanausbrüchen in historischer Zeit nachgewiesen werden (STOTHERS & RAMPINO 1983), wobei vor allem die Schwefelemission für die Versauerung des Eises verantwortlich gemacht wird. Beim Ausbruch des Laacher Vulkans, der sich bis anhin trotz guter Korrelationsmöglichkeiten mittels Sauerstoffisotope (Gerzenseeschwankung, vgl. EICHER 1979) nicht im Grönlandeis hat nachweisen lassen, muß es sich deshalb wahrscheinlich um eine schwefelarme Eruption gehandelt haben, welche hauptsächlich vulkanische Asche in die Atmosphäre gefördert hat.

Geht man davon aus, daß die Tephra in das Oberflächensediment einsank, so stellt sich die Frage, wo sie im Profil ursprünglich abgelagert wurde. An dieser Stelle müßte man daher nach ihren Auswirkungen suchen. Betrachtet man das amorphe Silizium (Tafel 2, Beilage), so finden sich direkt über der Tephraschicht zwei Proben (909, 908 cm) mit leicht erhöhten Werten. Das Verhältnis von Gesamt-Si zu amorphem Si wird relativ niedrig. Die durch die Tephra zusätzlich in den See gelangten feinen Silikate wirkten sich unter Umständen fördernd auf die Diatomeenentwicklung aus, was in einer größeren Zahl von Diatomeen-Schalen resultiert haben könnte. Die Zunahme muß nicht sehr hoch ausfallen, da Diatomeenschalen auch wieder aufgelöst werden können (JORGENSEN 1955). Dieses amorphe Si-Maximum entspricht auch einem Gipfel der P-Kurve. Geht man noch ein wenig nach oben, so findet sich eine kleine Zunahme der Na-Werte bei den Proben 905 und 906 cm, was ebenso durch Teile der Tephra bedingt sein könnte. Vorläufig nehmen wir deshalb an, daß diese Tephralage ursprünglich im Bereich zwischen 906 bis 909 cm abgelagert wurde; für genauere Aussagen sind jedoch weitere Untersuchungen nötig (LOTTER et al. in Vorb.).

Die Wechsel in der Diatomeenflora am Übergang von DAZ 2b zu 2c (Tafel 1, oben), welche sich vor allem in einer Abnahme der alkaliphilen Arten äußern, müssen nicht unbedingt mit der Vulkaneruption in Zusammenhang stehen. Obwohl dieser Wechsel und die damit verbundene leichte Absenkung der berechneten pH-Werte genau in jenem Bereich liegen, wo wir die Eruption annehmen können, ist es ebenso denkbar, daß die Abnahme der Alkaliphilen zugunsten der Zirkumneutralen die fortschreitende Bodenreife unter den *Pinus-Betula*-Wäldern im Einzugsgebiet des ehemaligen Hirschenmoor-Sees widerspiegelt. Der hohe organische Sedimentanteil könnte hauptsächlich allochthonen Ursprungs sein. Die dadurch zusätzlich in den See gelangten Phytostoffe förderten in der Folge die Entwicklung des Phytoplankton (v. a. Chrysophyceen und *Pediastrum*).

Einen interessanten Verlauf in diesem Bereich zeigt die P-Kurve. Vielleicht ist dies ein Ergebnis des Tephraeintrages. P-Konzentrationen in Seesedimenten unterliegen jedoch vielen Veränderungen und sind deshalb sehr schwer zu interpretieren. Ein Maximum des Phosphors findet sich auch in den Diagrammen bei HÖLZER & HÖLZER (1987). Allerdings hat die P-Kurve dort zwei Gipfel, einen direkt beim Natrium-Gipfel und einen weiteren, etwas flacheren, wenige Zentimeter darüber. Die Jüngere Dryas (III) ist gekennzeichnet durch eine Abkühlung des Klimas. Dies hatte eine Absenkung der Waldgrenze zur Folge, welche sich am Hirschenmoor durch die Auflockerung der Kiefernwälder abzeichnet. Heliophile Sträucher (z. B. *Juniperus*, *Salix* spp.) wie auch Kräuter (*Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, Chenopodiaceae) breiten sich dank dem größeren Lichtangebot wieder stärker aus. Die Birke spielt keine bedeutende Rolle mehr im Waldbild. Die Bodenerosion setzt aufgrund der aufgelockerten Vegetationsbedek-

kung nochmals sehr stark ein und spiegelt sich in einer beträchtlichen Zunahme des mineralischen Sedimentanteils (Abb. 3) sowie in der Zunahme der Einschwemmungszeiger wie z. B. Al, K, Mg, Fe (Tafel 2, Beilage). Mit dieser Zunahme der erosiven Einwaschung von allochthonem mineralischem Material ändert sich auch die Diatomeenflora nochmals grundlegend. Der Anteil der planktischen Diatomeen nimmt stark ab (Tafel 1, oben) zugunsten von *Pediastrum* und der Chrysophyceen. Die alkaliphilen Arten nehmen ebenfalls wieder zu und deuten auf ein höheres Pufferungsvermögen des Wassers, wohl als Folge der erhöhten mineralischen Einschwemmung (vgl. Kurven von Ca und Mg, Tafel 2, Beilage).

Es ist ferner gut vorstellbar, daß dieser klimatische Rückschlag nicht nur in einer starken Auflichtung der Vegetation, sondern auch in einer längeren Eisbedeckung des ehemaligen Sees resultierte. Da das Eis zuerst randlich auftaut, werden litorale Arten (v. a. *Fragilaria* spp.) stark gefördert und planktische Diatomeen durch das noch vorhandene Eis über den offenen Wasserflächen in ihrer Blüte inhibiert (SMOL 1983). Obwohl der geologische Untergrund des Schwarzwaldes vor allem aus Urgestein besteht, finden sich in klimatisch kühleren Phasen des Spätglazials im Hirschenmoor viele alkaliphile Diatomeen (Tafel 1, oben). Die Dominanz von alkaliphilem Periphyton, hauptsächlich von *Fragilaria*-Arten, scheint jedoch charakteristisch zu sein für die frühe Entwicklungsgeschichte sehr vieler Seen (EVANS 1970, HAWORTH 1976, 1985, MARCINIAK 1979, 1988), sogar in Gebieten, deren Geologie nicht aus basischem Karbonat, sondern aus saurem Urgestein besteht. Der Grund hierfür kann in einem Konkurrenzvorteil dieser Arten während kalten Perioden liegen (SMOL 1983).

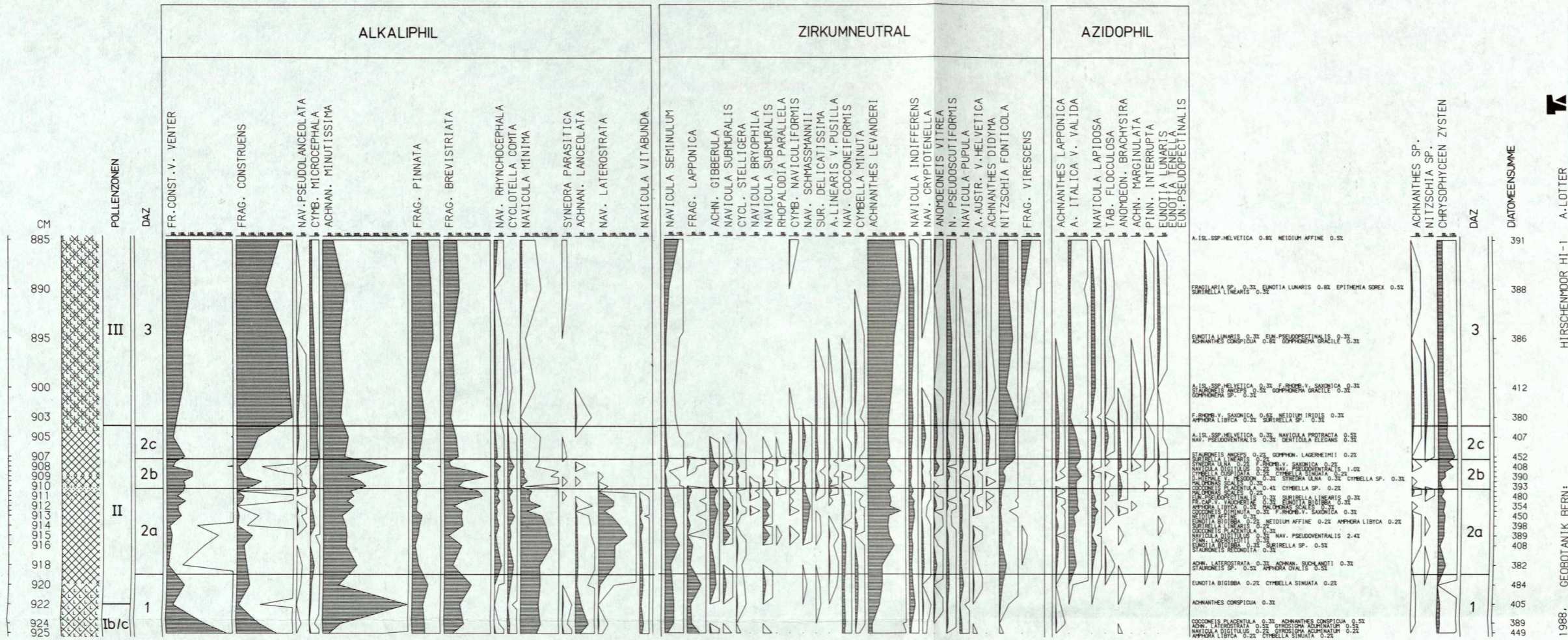
6. Literatur

- ALLEN, S. E. (Ed.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials. – 1. Aufl.: 565 S.; Oxford.
- AMMAN, B. & LOTTER, A. F. (1989): Late-Glacial radiocarbon and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. – *Boreas*, **18**; Oslo.
- ANDERSON, R. Y. NUHFER, E. B. & DEAN, W. E. (1984): Sinking of volcanic ash in uncompact sediment in Williams Lake, Washington. – *Science*, **225**: 505–508; Washington.
- BAROSS, J. A., DAHM, C. N., WARD, A. K., LILLEY, M. D. & SELLE, J. R. (1982): Initial microbiological response in lakes to the Mt. St. Helens eruption. – *Nature*, **296**: 49–52; London.
- BATTARBEE, R. W. (1986): Diatom analysis. – In: BERGLUND, B. E. (Ed.): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology: 527–57a, Chichester, (J. Wiley & Sons).
- BLACK, C. A. (Ed.) (1965): Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Properties, including Statistics of Measurements and Sampling: 770 Sp. Madison.
- BOGAARD, P. VAN DEN (1983): Die Eruption des Laacher See Vulkans. – 3: 485; Dissertation; Bochum.
- BOGAARD, P. VAN DEN & SCHMINKE, H.-U. (1985): Laacher See Pephra: a widespread isochronous late Quaternary tephra layer in central and northern Europe. – *Geol. Am. Bull.*, **96**: 1554–1571; Rochester.
- BROCHE W. (1929): Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwaldes und der Baar. – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg*, **29**: 1–243; Freiburg.
- CAMBURN, K. E., KINGSTON, J. C. & CHARLES, D. F. (eds.) (1984–1986): PIRLA Diatom Iconograph. – PIRLA unpublished Report Series, **3**; Kingston, Canada.
- CHOLNOKY, B. J. (1968): Die Ökologie der Diatomeen. – 699 S.; Lehre (Cramer).
- EDMONDSON, W. T. (1984): Volcanic ash in lakes. – *Northwest Environmental J.*, **1**: 139–150; Seattle.
- EDMONDSON, W. T. & LITT, A. H. (1984): Mt. St. Helens ash in the lakes in the lower Grand Coulee, Washington State. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **22**: 510–512; Stuttgart.
- EICHER, U. (1979): Die $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ - und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnisse in spätglazialen Süßwasserkarbonaten und ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Pollenanalyse. – 203 S., Dissertation; Bern.
- EVANS, G. H. (1970): Pollen and diatom analyses of late-Quaternary deposits in the Blelham basin, north Lancashire. *New Phytol.*, **69**: 821–874; Cambridge.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Vol., **1**: 480 S.; Jena (Fischer).
- FIRBAS, F. (1954): Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme. – *Danm. Geol. Unders.* II, **80**: 12–21, Kopenhagen.
- HAWORTH, E. Y. (1976): Two Late-Glacial (Late Devensian) diatom assemblages from northern Scotland. – *New Phytol.*, **77**: 227–256; Cambridge.
- HAWORTH, E. Y. (1985): The highly nervous system of the English lakes: aquatic ecosystem sensitivity to external changes, as demonstrated by diatoms. – *FBA Annual Report*, **53**: 60–79.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – *Carolinea*, **45**: 43–50; Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1988a): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindenseemoor (Mittlerer Schwarzwald). – *Carolinea*, **46**: 23–30; Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1988b): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte in der Seemisse am Ruhestein (Nordschwarzwald). – *Telma*, **18**: 157–174; Hannover.
- HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischen Analysen, Pollen- und Großrestuntersuchungen. – *Telma*, **11**: 17–30; Hannover.
- HUSTEDT, F. (1937–1939): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. – *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, **15** & **16**; Stuttgart.
- JORGENSEN, E. G. (1955): Solubility of the silica in diatoms. – *Physiologia Pl.*, **8**: 846–851; Kopenhagen.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986): Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. – In: ETTL, H., GERLOFF, J., HEY-NIG, H. & MOLLENHAUER, D. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, **2/1**: 876 S.; Stuttgart (G. Fischer).
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florensgeschichte Südwestdeutschlands. – *Flora*, **139**: 243–294, Jena.
- LANG, G. (1954): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. – *Beitr. naturk. Forsch. Südwestdtl.*, **13**: 3–42; Karlsruhe.
- LANG, G. (1955): Über spätquartäre Funde von *Isoëtes* und *Najas flexilis* im Schwarzwald. – *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, **68**:

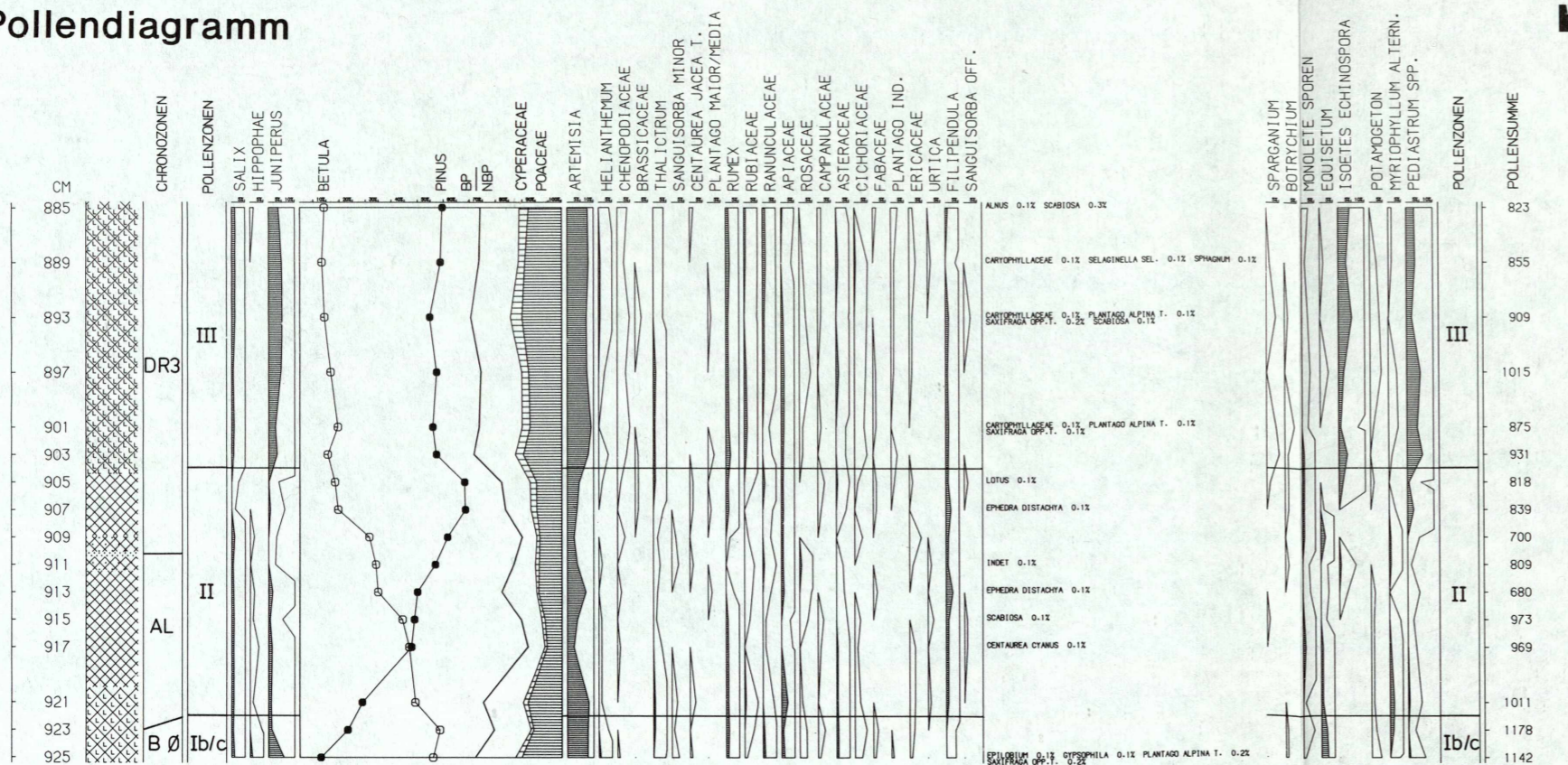
- 24–27; Jena.
- LANG, G. (1963): Chronologische Probleme der späteiszeitlichen Vegetationsentwicklung in Südwestdeutschland und im französischen Zentralmassiv. – *Pollen et Spores*, **5**: 129–142; Paris.
- LANG, G. (1967): Über die Geschichte von Pflanzengesellschaften auf Grund quartärbotanischer Untersuchungen. – In: TÜXEN, R. (Ed.): *Pflanzensoziologie und Palynologie. Bericht über das Internat. Symposium in Stolzenau/Weser 1962 der Internat.* – Verein. Vegetationskunde: 24–37; Den Haag.
- LANG, G. (1971): Die Vegetationsgeschichte der Wutachschlucht und ihrer Umgebung. – In: *Die Wutach. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs*, **6**: 323–349; Karlsruhe.
- LIEHL, E. (1981): Landschaftsgeschichte des Feldberggebietes – Altlandschaft – Eiszeit – Verwitterung und Abtragung heute. – In: *Der Feldberg im Schwarzwald. Subalpine Insel im Mittelgebirge. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs*, **12**: 13–147; Karlsruhe.
- LOTTER, A. (1988): Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. Pollen-, großrest-, diatomeen- und sedimentanalytische Untersuchungen. – Diss. Bot., **124**: 1–187; Berlin, Stuttgart.
- LOTTER, A. F. & ZBINDEN, H. (1989): Late-Glacial pollen analysis, oxygen-isotope record, and radiocarbon stratigraphy from Rotsee (Lucerne), Central Swiss Plateau. – *Ecologiae geol. Helv.*, **82/1**; Basel.
- MARCINIAK, B. (1979): Dominant diatoms from Late Glacial and Holocene lacustrine sediments in northern Poland. – *Nova Hedwigia Beih.*, **64**: 411–426; Lehre.
- MARCINIAK, B. (1988): Diatoms in bottom sediments of Lake Hobschen, Simplon, Switzerland. Preliminary report. – In: LANG, G. & SCHLÜCHTER, C. (Eds.): *Lake, mire and river environments during the last 15 000 years*: 31–39; Rotterdam (Balkema).
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S. T., BERGLUND, B. E. & DONNER, J. J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. – *Boreas*, **3**, 109–128; Oslo.
- OBERDORFER, E. (1931): Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, **31**: 1–85; Freiburg.
- RENNBERG, I. & HELLBERG, T. (1982): The pH history of lakes in south-western Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments. – **11**: 30–33; Stockholm.
- SIMONSEN, R. (1979): The diatom system: ideas on phylogeny. – *Bacillaria*, **2**: 9–71; Stuttgart.
- SMOL, J. P. (1983): Paleophycology of a high arctic lake near Cape Herschel, Ellesmere Island. *Can. J. Bot.*, **61**: 2195–2204; Ottawa.
- STARK, P. (1912): Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, **19**: 1–120; Freiburg.
- TROELS-SMITH, J. (1955): Characterization of unconsolidated sediments. – *Danm. Geol. Unders. IV*, **3/10**; Kopenhagen.
- VOLLENWEIDER, R. A. (Ed.) (1969): *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments.* – IBP Handbook, **12**; Oxford.
- WELTEN, M. (1967): Ein Brachsenkraut, *Isoëtes setacea* LAM., fossil im schweizerischen Molasseland. *Bot. Jb.*, **86**: 527–536; Stuttgart.
- WELTEN, M. (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern–Wallis. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.*, **95**, 1–104; Zürich.
- WISSMAR, R. C., DEVOL, A. H., NEVISSI, A. E. & SEDELL, J. R. (1982 a): Chemical changes of lakes within the Mount St. Helens blast zone. – *Science*, **216**: 175–178; Washington.
- WISSMAR, R. C., DEVOL, A. H., STALEY, J. T. & SEDELL, J. R. (1982 b): Biological response of lakes in the Mount St. Helens blast zone. *Science*, **216**: 178–181; Washington.

Hirschenmoor (962 m)

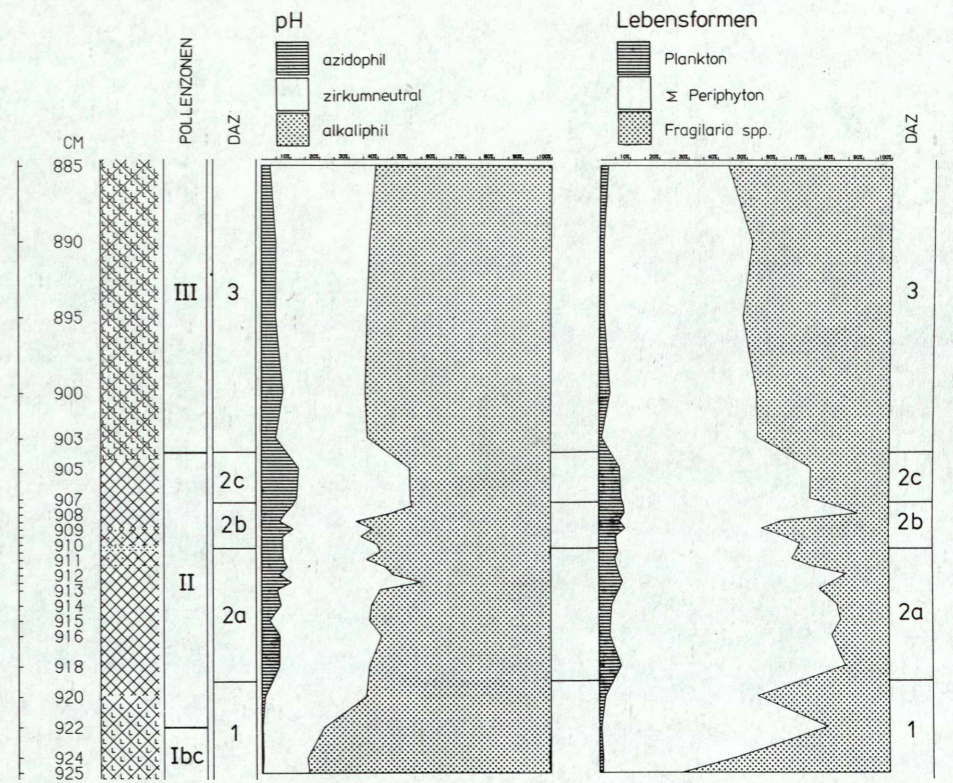
Diatomeendiagramm



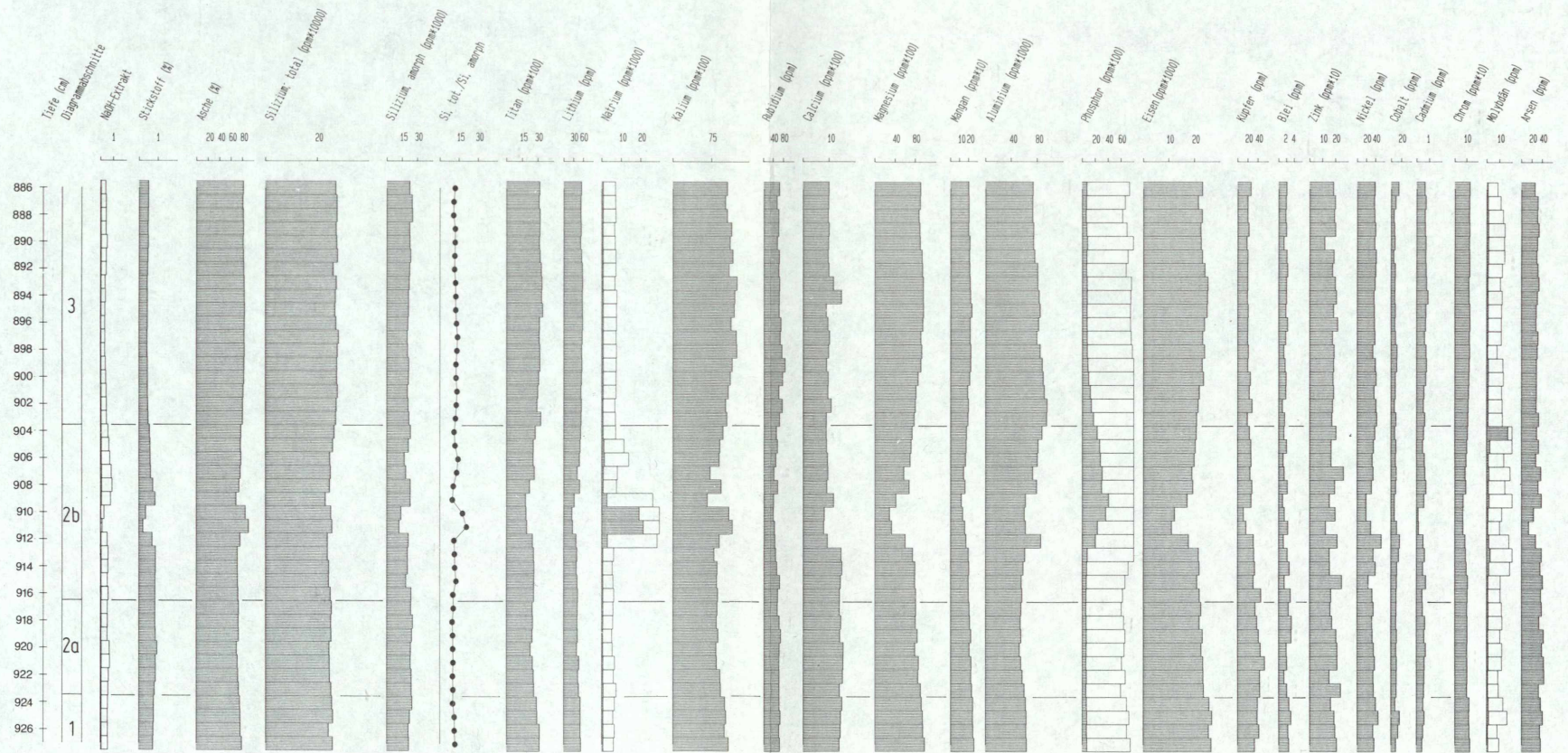
Pollendiagramm

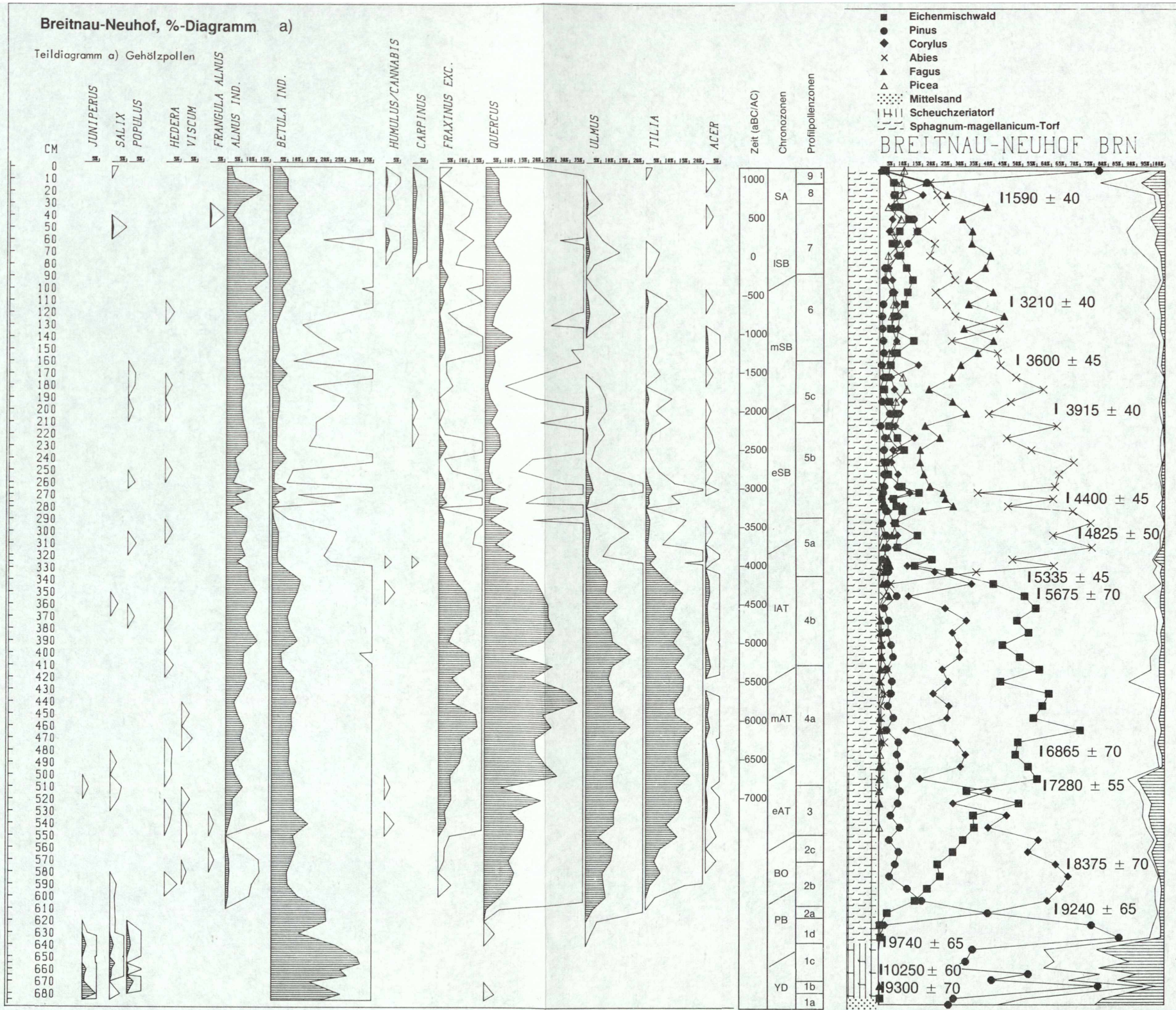


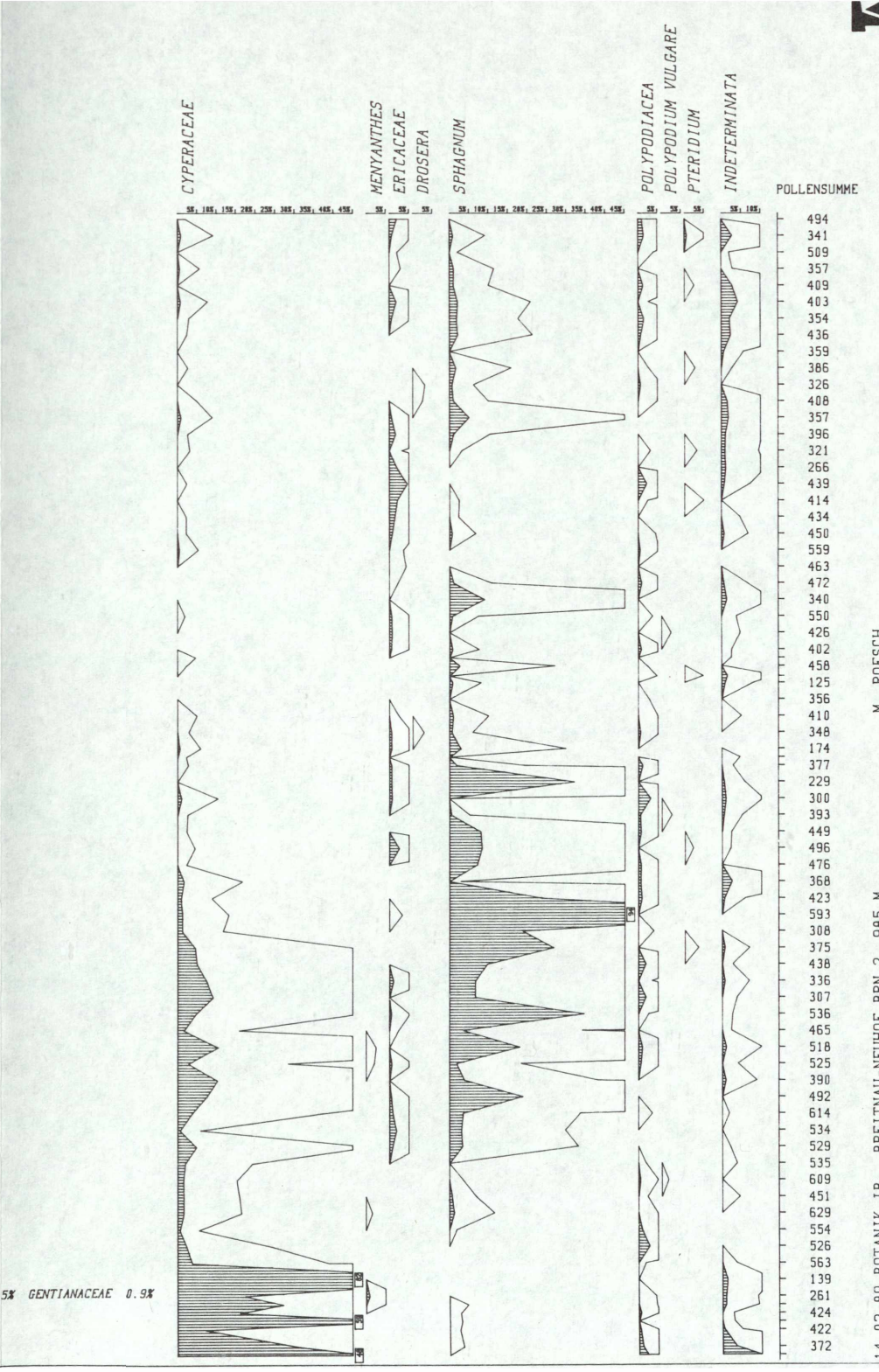
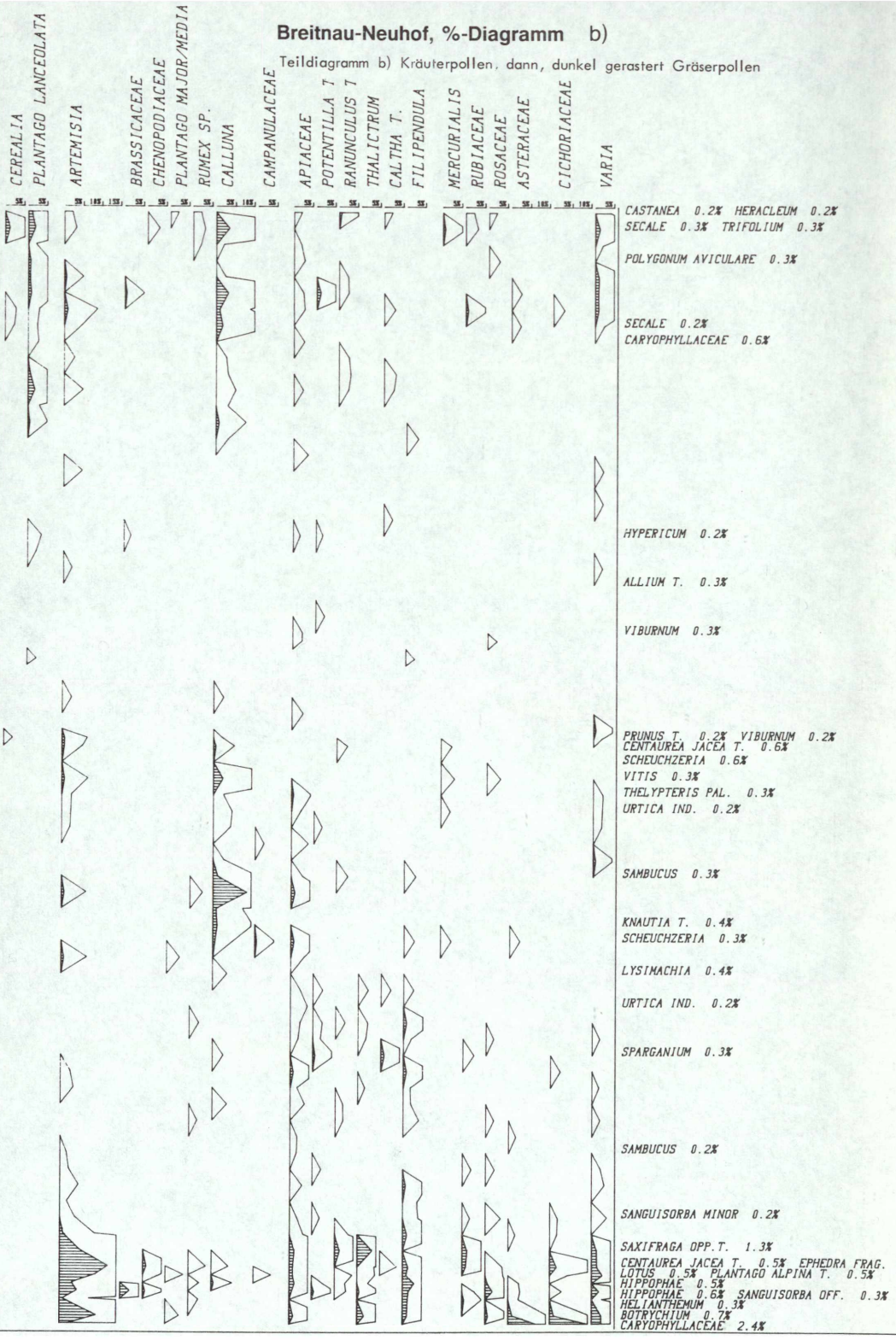
Gruppierung der Diatomeen nach pH-Werten und Lebensformen

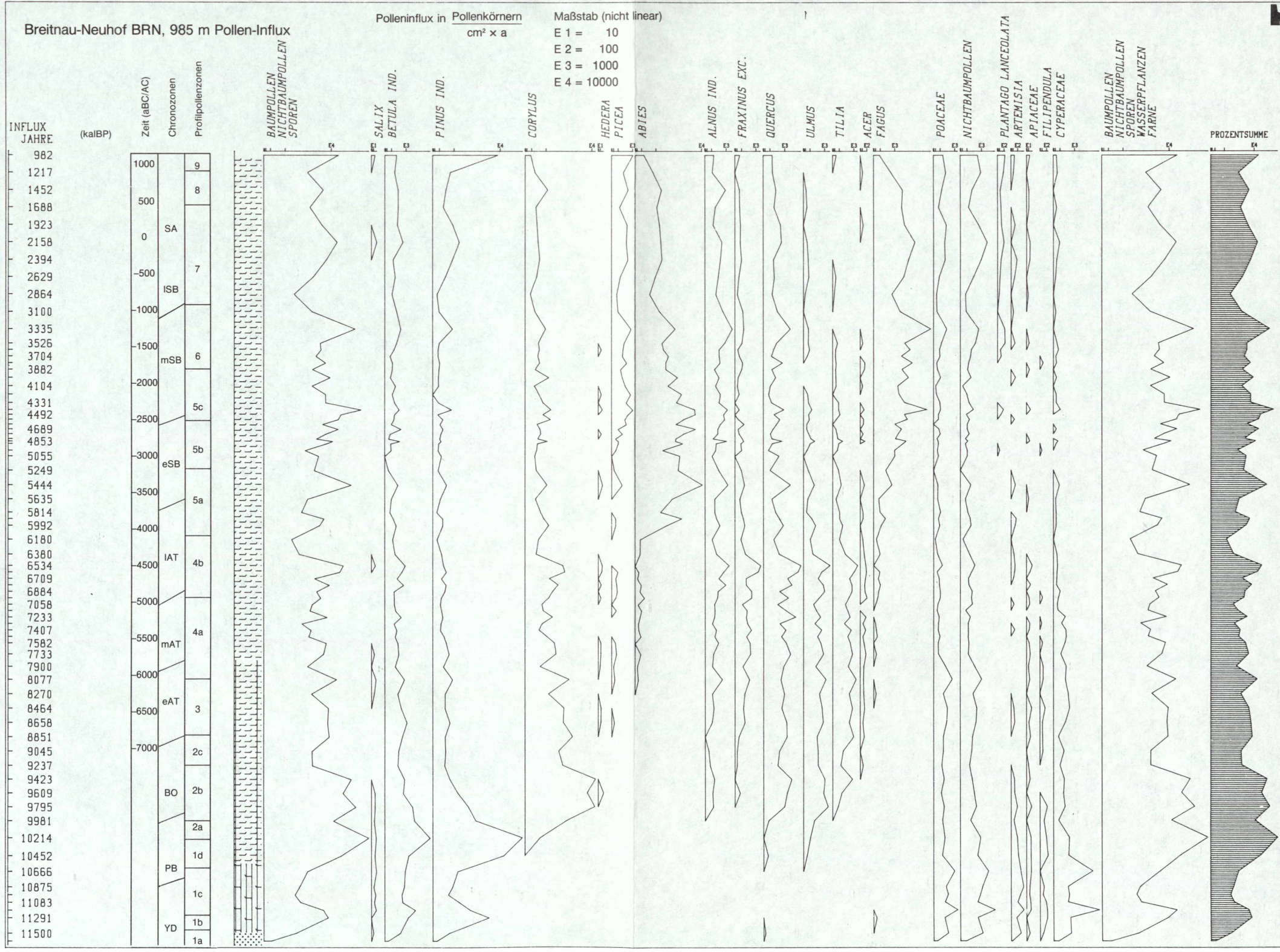


Hirschenmoor (962 m)
 Chemische Analysen
 Werte auf Trockengewicht bezogen









MANFRED RÖSCH

Pollenprofil Breitnau-Neuhof: Zum zeitlichen Verlauf der holozänen Vegetationsentwicklung im südlichen Schwarzwald

Kurzfassung

Ein Torfprofil von 685 cm Länge aus dem Moor beim Neuhof in Breitnau (985 m ü. NN, südlicher Schwarzwald) wurde pollenanalytisch und radiometrisch untersucht. Die Ergebnisse wurden als Prozent- und als Influxdiagramm dargestellt. Die Vegetationsentwicklung beginnt an der Profilbasis mit der Wiederbewaldung durch Kiefern am Ende der Jüngerer Dryas. Im Präboreal wuchsen im Gebiet Kiefernwälder, im Boreal Haselbestände mit Ulmen und Ahorn, im Atlantikum Lindenmischwälder, im frühen Subboreal Tannenwälder, im mittleren Subboreal Tannen-Buchen-Wälder und vom späten Subboreal bis ins mittlere Subatlantikum Buchenwälder mit Tanne. Menschlicher Einfluß auf die Vegetation wird ab dem Beginn des mittleren Subboreals manifest und läßt, da Hinweise auf Dauerbesiedlung (Getreide) fehlen, eine schrittweise Erschließung des Gebirges und extensive Nutzung z. B. als saisonales Weidegebiet ab der Bronzezeit möglich erscheinen. Dadurch könnte der allmähliche Wandel von tannen- zu buchendominierten Wäldern mitbewirkt worden sein.

Abstract

Pollen Diagram Breitnau-Neuhof: The Chronology of Holocene Vegetation History in the Southern Black Forest (Germany)

A peat profile from the bog near Neuhof, community of Breitnau, Southern Black Forest, 985 m asl., was investigated by relative and absolute pollen analysis and dated by radiocarbon analysis. In this profile the development of vegetation started at the end of Younger Dryas with reforestation by pine. In Boreal the forests consisted of hazel, elm and maple, in Atlantikum mainly of lime. At the end of Atlantikum mixed lime forest was displaced by fir. In the middle Subboreal fir forest changed step by step to beech forest. There are hints, that this development was influenced by man. As the anthropogenic indicators in the pollen diagram show, the mountains of Southern Black Forest were probably used for seasonal grazing of cattle since Bronze age.

Autor

Dr. MANFRED RÖSCH, Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Fischersteig 9, D-7766 Gaienhofen-Hemmenhofen.

1. Einleitung

Zwar liegen aus dem südlichen Schwarzwald eine ganze Reihe pollenanalytischer Untersuchungen vor, doch fehlten genaue Kenntnisse über den zeitlichen Ablauf der holozänen Vegetationsentwicklung, weil bisher lediglich ein einziges Profil mit gerade zwei Radiocarbon-datierungen vorlag (LANG 1955). Damit tat sich hier eine Forschungslücke auf. Besonders angesichts der Tatsache, daß in neuerer Zeit in benachbarten Landschaften diesbezüglich große Fortschritte erzielt wurden, so zum Beispiel im Nordschwarzwald (RADKE 1973), in den Vogesen (JANSSEN 1984, KALIS 1984, EDELMAN 1985), im Schweizer Jura (WEGMÜLLER 1966), am Bodensee (RÖSCH 1983, 1985, 1986, 1989) und im Neckarland (SMETTAN 1985, 1988).

Bereits 1944 beobachtete MAX WELTEN im Faulenseemoos ein Auf und Ab der Buchenkurve und postulierte einen Zusammenhang zwischen den Rückgängen der Buche und menschlichen Eingriffen. In der Folgezeit wurden solche Buchengipfel in zahlreichen mitteleuropäischen Pollenprofilen, vor allem in tieferen Lagen, gefunden, so auch im Bodenseegebiet, wo durch siedlungsarchäologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen die Zeiten mit hohem Buchenanteil als Zeiten mit geringerer Besiedlungsdichte oder fehlendem archäologischem Besiedlungsnachweis erkannt wurden. Dennoch blieb es eine vieldiskutierte, aber letztendlich unbeantwortete Frage, welche Rolle klimatische Veränderungen bei mehrmaliger Ausbreitung und Rückgang der Buche gespielt haben könnten. Diese Frage kann nicht global, sondern nur durch gezielte Untersuchungen für bestimmte Landschaften beantwortet werden. Deshalb schien es sinnvoll, sich aus dem früh besiedelten Bodenseebecken in eine benachbarte Landschaft zu wenden, wo aufgrund fehlender archäologischer Besiedlungsnachweise in prähistorischer Zeit kein wesentlicher Einfluß des Menschen auf die Vegetation vor dem Subatlantikum zu erwarten war, und hierfür bot sich der Schwarzwald an.

Aus dem südlichen Schwarzwald haben STARK (1924, 1928), BROCHE (1929), OBERDORFER (1931), MÜLLER 1939/40) und LANG (1952, 1954, 1955, 1971 und 1973) Pollenanalysen vorgelegt. Trotz guter Kenntnis der spätquartären und holozänen Vegetationsentwicklung war ein chronologischer Vergleich mit anderen Landschaften aus Mangel an absoluten Datierungen bisher nicht möglich. Diesen Mangel soll das hier vorgestellte

Profil aus dem Moor beim Neuhof in Breitnau, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald, beheben helfen.

2. Untersuchungsgebiet

Das Moor beim Neuhof liegt im südlichen Mittel-Schwarzwald nördlich des Feldberg-Massivs unmittelbar über der nördlichen Talflanke des Höllentals (Abb. 1) in einer Höhe von 985 m über NN und bedeckt eine Fläche von 5 ha (MTB 8014 – 34303/53106). Es handelt sich um ein trockenes, randlich abgetorfes Spirkenfilz, das vorentwässert und von einem Forstweg zerschnitten ist (DIERSSEN & DIERSSEN 1984:394).

Die Gesteinsunterlage im Gebiet ist Gneis. Das Hinterzartener Becken und die Mulden-Landschaft um Breitnau wurden in der Würm-Kaltzeit vom Feldberg-Gletscher überfahren (METZ & REIN 1968). Das Klima des Gebiets ist montansubozeanisch mit Jahresniederschlägen von über 1200 mm und Jahresmitteln von 5 bis 6°C und Julimitteln von 14 bis 15°C. Die Niederschläge sind ziemlich gleichmäßig über das Jahr verteilt.

Vegetationskundliche Untersuchungen aus dem engeren Gebiet liegen nicht vor. Das Moor ist von dichtem Spirkenwald bedeckt, der an den Rändern in Fichten-Moorrandwald übergeht. Im Süden, Westen und Norden schließen Intensivweiden, im Nordosten und Osten Fichtenforste an. Naturräumlich gehört das Untersuchungsgebiet zur Hinterzarten-Breitnauer Senke (SCHUHWERK 1988:468). Wie in entsprechenden Lagen des südlich anschließenden Feldberggebiets (OBERDORFER 1982) finden wir zwischen Breitnau und dem Höllental als naturnahe aktuelle Vegetation Luzulo-Fageten, die oberhalb 900 m in Luzulo-Abieteten bzw., auf frischen Standorten, in Acero-Fageten übergehen (OBERDORFER 1957). Diese Waldgesellschaften gelten auch als potentielle natürliche Vegetation (OBERDORFER 1982).

3. Methoden

Nach Sondagen mit dem Russischen Torfbohrer und pollenanalytischen Voruntersuchungen wurde im Zentrum des Moores

wenige Meter nördlich des Forstweges mit dem Stechrohr-Kolbenbohrer (MERKT & STREIF 1970) ein Profil abgeteuft, aus dem die Proben zur Pollenanalyse und für die radiometrische Datierung entnommen wurden. Die visuelle Beschreibung des Materials wurde ergänzt durch eine unsystematische, in großen Abständen vorgenommene Großrestanalyse nach der „Kaffeiesieb-Methode“. Die Aufbereitung und Auswertung für die Pollenanalyse erfolgte nach der bei RÖSCH (1983) beschriebenen Methode. Die Berechnung und Darstellung der Resultate erfolgte mit dem Programm „Polprof“ (TRANQUILLINI 1987), wobei uns die Universität Innsbruck, namentlich Prof. Dr. S. BORTENSCHLAGER, dankenswerterweise unterstützten. An 15 Proben wurden am Institut für Umweltpolitik der Universität Heidelberg im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“ 14C-Altersbestimmungen vorgenommen. Hierfür danke ich Dr. B. KROMER und Prof. Dr. K. O. MÜNNICH, Heidelberg, sowie Prof. Dr. CH. STRAHM, Freiburg. Die Radiocarbonaten wurden mit dem EDV-Programm von STUIVER & REIMER (1986) mittels der Kurven von STUIVER & BECKER (1986), PEARSON & al. (1986), sowie STUIVER, PEARSON & BRAZIUNAS (1986) kalibriert. Die Influxberechnungen erfolgten anhand der kalibrierten Alter. Die gesamte Methodik und Darstellungsweise orientierte sich im übrigen an den im Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (BERGLUND 1986) ausgeführten Richtlinien.

4. Prozentpollendiagramm (Abb. 2, Beilage)

In dem 685 cm mächtigen Profil befand sich an der Basis Mittelsand von 2 cm Mächtigkeit, darüber folgten 50 cm Scheuchzeriatorf, im Hangenden anschließend mehr als 6 m *Sphagnum magellanicum*-Torf, der weitgehend frei von Mineralbodenwasserzeigern, in den obersten Dezimetern allerdings stark zersetzt und ziemlich trocken, sowie reich an Ericaceen-Reisern war. Das Moor beim Neuhof ist also kein Verlandungs-, sondern ein Versumpfungsmoor.

Das Diagramm wurde aufgrund der Dominanzverhält-

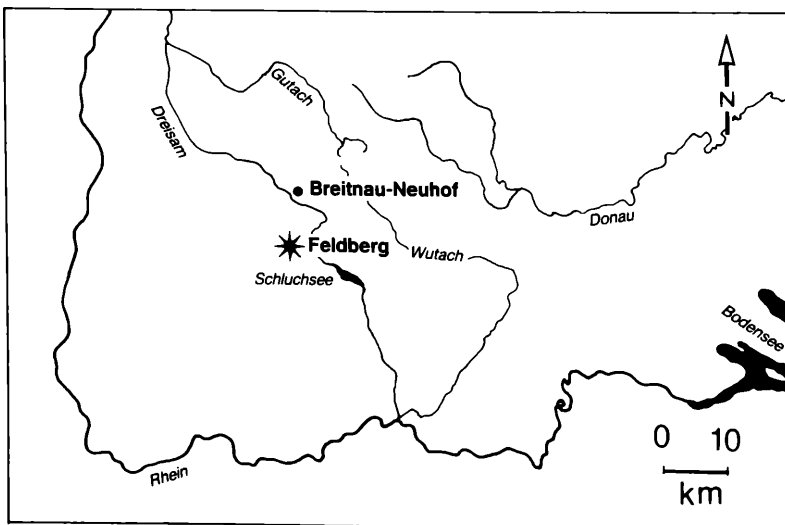


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes.

nisse (BASTIN 1979) in Profil-Pollenzonen gegliedert (Tab. 1). Die Grenzen der Pollenzonen wurden da gelegt, wo klare Veränderungen bei den dominierenden Taxa auftraten. Veränderungen bei subdominanten Taxa veranlaßten zu einer Untergliederung in Subzonen. Die Pollenzone 1 im Liegenden ist gekennzeichnet durch Dominanz von *Pinus*, wobei wechselnder Anteil von *Betula* und Nichtbaumpollen zur Unterscheidung von vier Subzonen Anlaß gaben.

In Pollenzone 2 dominiert *Corylus*, und der wechselnde Anteil von *Pinus* (abnehmend) und Eichenmischwald (zunehmend) erlaubt die Untergliederung in 3 Subzonen.

In der kurzen Pollenzone 3 sind *Corylus* und der Eichenmischwald (EMW) kodominant, und in Pollenzone 4 ist der EMW prädominant. Hier erlaubt der Beginn der empirischen *Fagus*-Kurve die Unterteilung in zwei Subzonen.

Pollenzone 5 hat Prädominanz von *Abies*. Der endgültige Rückgang des EMW und die stufenweise Zunahme von *Fagus* ermöglicht die Unterteilung in 3 Subzonen. In Pollenzone 6 sind *Abies* und *Fagus* kodominant, und in Pollenzone 7 schließlich ist *Fagus* prädominant. Erneute Kodominanz von *Fagus* und *Abies* charakterisiert Pollenzone 8. Pollenzone 9 mit Prädominanz von *Pinus* umfaßt nur die Oberflächenprobe und ist ohne stratigraphische Bedeutung.

5. Datierung und Konnektierung mit anderen Pollenprofilen des Südschwarzwaldes

Die Ergebnisse der Radiocarbonatierung sind in Tabelle 2 dargestellt.

Mit Ausnahme des zu jung ausgefallenen untersten Datums stellen die Daten eine in sich konsistente Altersreihe dar, die keinen Anlaß gibt, irgendeines der Alter als nicht zutreffend anzuzweifeln. In Abbildung 4 sind die kalibrierten Alter gegen die Tiefe aufgetragen. Die interpolierte Kurve stellt das Emporwachsen der Mooroberfläche seit der Jüngeren Dryas dar. Erwartungsgemäß ergibt sich keine lineare Zeit-Tiefe-Beziehung, sondern eine sigmoidale Kurve, deren Verlauf im einzelnen noch zu diskutieren sein wird.

Nachfolgend werden die Diagramme von LANG (1954, 1955, 1971, 1973) und RADKE (1973) in die Diskussion einbezogen. Wir verzichten dabei im Interesse einer klaren Unterscheidung von Chrono- und Biostratigraphie auf die Verwendung der FIRBAS-Zonen und gliedern statt dessen unsere Profile aufgrund des palynologischen Befunds in Profil-Pollenzonen, von denen ggf. lokale oder regionale Pollenzonen abgeleitet werden können und denen die radiometrisch ermittelte Chronostratigraphie (Zonierung nach MANGERUD et al. 1974) in der modifizierten Form von WELTEN (1982) gegenübergestellt wird.

Die Profile von LANG (1954, 1955, 1971 und 1973) lassen sich problemlos mit dem Profil von Breitnau korre-

lieren. Geringfügige Abweichungen in den Dominanzverhältnissen erklären sich aus unterschiedlicher naturräumlicher Lage. So ist im weiter südöstlich gelegenen Urseemoor die Buchenausbreitung gegenüber Breitnau verzögert, und die Tanne dominiert dort stets über die Buche. Der von LANG (1971) aus dem Vergleich aller damals vorliegenden Diagramme abgeleitete West-Ost-Gradient des Buchen-Tannen-Verhältnisses im Südschwarzwald mit Abnahme der Buche nach Osten deckt sich mit der vegetationskundlichen Auffassung, die für die Ostabdachung des Südschwarzwaldes einen präalpinen Tannen-Fichten-Mischwald annimmt, der zwar dem Fagion-Verband nahesteht, in dem die Buche aber nur als Nebenholzart vorkommt (OBERDORFER 1949/50). Die stärkere Beteiligung der Fichte im Baldenweger Moor ist durch die Höhenlage zu erklären. Das Hauptprofil vom Wildseemoor (RADKE 1973) scheint zwar partiell gestört zu sein, vermittelt aber den Eindruck, als sei die holozäne Vegetationsentwicklung des Nord-schwarzwaldes in den Grundzügen ähnlich der im südlichen Schwarzwald. Hier wären jedoch weitere gute und radiometrisch datierte Profile sinnvoll. In den Hochvogesen (JANSSEN 1984) erfolgte die Tannenausbreitung rund 500 Jahre später als im Südschwarzwald, im frühen Subboreal, zugleich mit der Ausbreitung der Buche, weshalb es hier keine *Abies*-Pollenzone gibt. Diese Tendenz verstärkt sich noch im südlichsten Teil der Hochvogesen, wo im – allerdings ziemlich tief gelegenen – Sewensee die Buche der Tanne in der Ausbreitung weit vorausseilt und sie an Bedeutung stets übertrifft (SCHLOSS 1979). Wie LANG (1954) im Schwarzwald konnte auch WEGMÜLLER (1966) im Schweizer Jura mit steigender Höhenlage eine Verschiebung zugunsten der Tanne feststellen, dergestalt, daß nur in den tiefstgelegenen Profilen auf die QM-Zone eine *Fagus*-Zone folgt, weiter oben aber eine immer besser ausgebildete *Abies*-Zone, ein Trend, der sich auch beim Baldenweger Moor (LANG 1973) andeutet, indem sich die Buchendominanz erst da einstellt, wo zugleich Spitzwegerich und andere lichtliebende Kräuter, sowie Getreide und andere ferntransportierte Pollen mit geschlossenen Kurven und in größerer Menge auftauchen.

6. Influx-Pollendiagramm (Abb. 3, Beilage)

Als Hochmoor war das Moor von Breitnau-Neuhof hydrologisch von seiner Umgebung unabhängig und sollte deshalb seinen Pollen nur aeolisch erhalten haben, im Gegensatz zu einem See oder Niedermoor, wo durch zuströmendes Wasser oder Sedimentverlagerungen ein zusätzlicher Polleneintrag stattfinden kann (DAVIS, MOELLER & FORD 1984). Vermehrter Polleneintrag zusammen mit erodierten Oberböden der Umgebung äußert sich beispielsweise im hangwasserbeeinflussten Durchenbergried durch stark schwankende Influxwerte mit teilweise extremen Spitzen während Rodungsphasen (RÖSCH 1989). Diese kurzfristigen Influxverände-

rungen sind nicht mit Vegetationsveränderungen erklärbar. In Breitnau verlaufen die Influxkurven wesentlich ausgeglichener. Der Gesamtinflux liegt im Mittel bei 8000 Pollenkörnern pro Quadratzentimeter und pro Jahr mit Extremwerten zwischen 3000 und etwa 15 000. Relativ geringen Influx hat die Jüngere Dryas und die er-

ste Hälfte des Präboreal. In der zweiten Hälfte des Präboreal deutet gestiegener Influx auf geschlossene Bewaldung mit Kiefern und Birken bis in die Hochlagen. Mit dem Umbau zu Haselbeständen mit Ulme und Ahorn sinkt der Influx zunächst ab, weil der Rückgang des starken Pollenproduzenten *Pinus* nicht sofort kompensiert

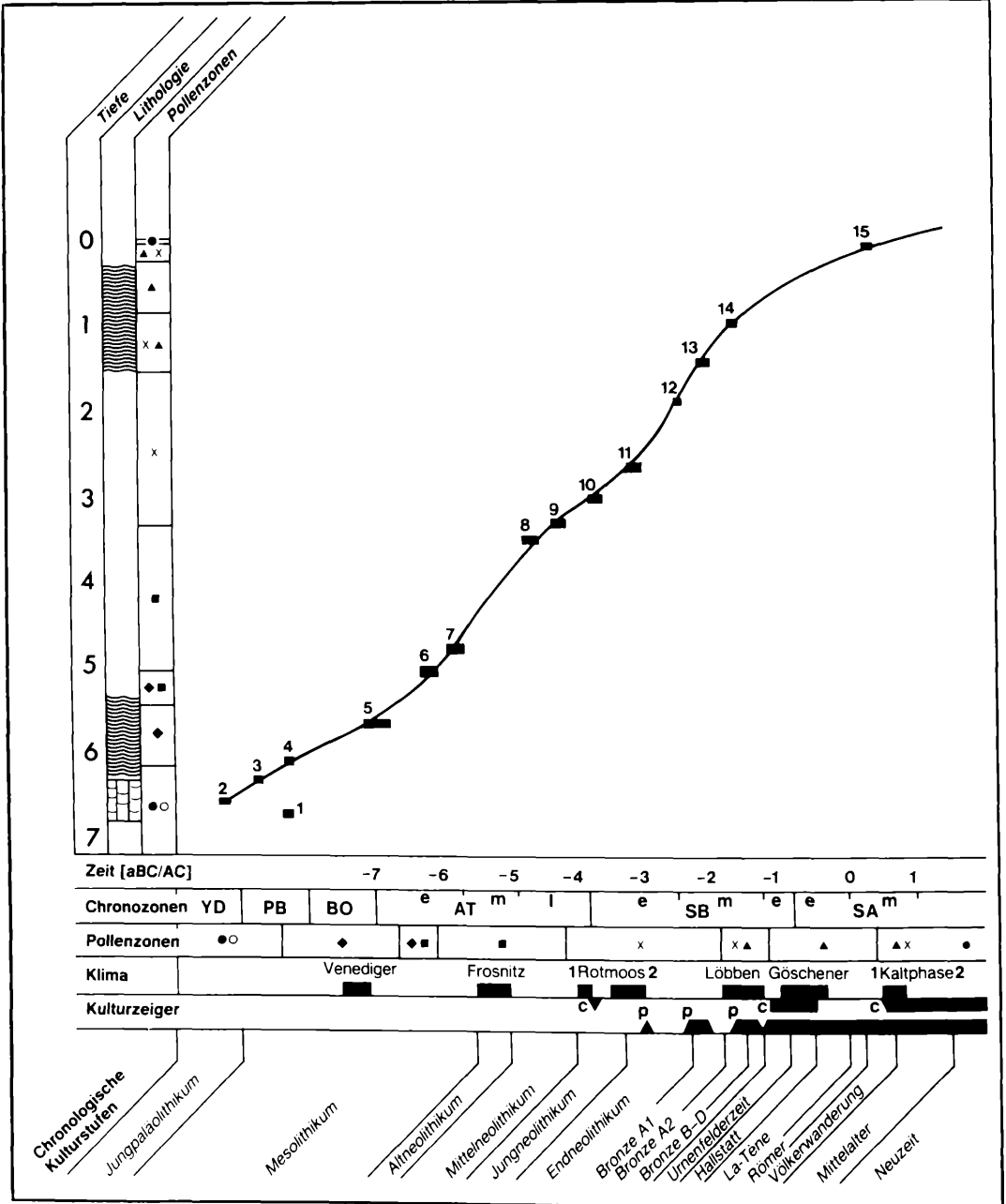


Abbildung 4. Zeit-Tiefe-Diagramm, Breitnau-Neuhof, 985 m.

werden kann. Nachdem sich die neue Vegetation etabliert hat, steigt der Influx wieder über 10 000. Mit der Verdrängung der lichten, haselreichen Wälder durch dichte Lindenmischwälder geht der Influx ganz deutlich zurück und erreicht auch nicht mehr das vorige Niveau, weil die Pollenproduktion der Linde geringer ist als die der Hasel, und ihr Pollen vor allem kaum verweht wird. Aus diesem Grund werden auch im Atlantikum keine so hohen Gesamtinfluxwerte mehr erreicht. Mit der Verdrängung des Lindenmischwaldes durch die Tanne wiederholt sich das Phänomen des Influxrückganges. Erst nach rund 300 Jahren erreicht die Influxkurve wieder ihr früheres Niveau. Solange benötigte offenbar der montane Tannenmischwald, um einen Reifezustand mit voller Pollenproduktion und -auswehung zu erreichen. Sein Influx liegt in ähnlicher Größe wie der des Lindenmischwaldes. Mit der Verdrängung des Lindenmischwaldes sinken auch die Influxkurven von Eiche und Hasel von Werten zwischen 500 und 1000 Pollenkörnern pro Quadratcentimeter und Jahr auf Werte um 100. Man kann daher annehmen, daß Eiche und Hasel bis zur Tannenausbreitung auch in der montanen Stufe am Waldaufbau beteiligt waren, während die nachfolgenden geringeren Influxwerte als Fernflug aus tiefen Lagen aufzufassen sind.

Während das Prozentdiagramm im Subboreal eine schrittweise Zurückdrängung der Tanne durch die Buche andeutet, zeigt das Influxdiagramm eine nahezu lineare Buchenzunahme, der ein zweimaliger starker Rückgang von Tanne und anderen Holzarten gegenübersteht, der auch beim Gesamtinflux durchschlägt. Das erste vegetationsgeschichtlich relevante Auftreten von Kulturzeigerpollen am Ende des frühen Subboreal fällt mit einem Influxmaximum zwischen diesen beiden Tiefständen zusammen. Das kann durch eine mäßige Waldauffichtung erklärt werden, welche die Blühfähigkeit des Einzelbaumes erhöht und die Pollenauswehung aus dem Bestand erleichtert (TAUBER 1965, TROELS-SMITH 1955).

Während im Prozentdiagramm Tannenzunahme und Buchenzunahme wegen der rechnerischen Abhängigkeit stets gekoppelt erscheinen, ist diese Abhängigkeit im Influxdiagramm aufgehoben, und Veränderungen der beiden Kurven können nun phasenverschoben sein. Es kann jedoch geschehen, daß Änderungen der Bestandesdichte die Pollenproduktion und -verwehung generell beeinflussen und dadurch Veränderungen der Individuenzahl einer Art (deren Maß der Influx sein soll) entweder verschleiern oder vortäuschen.

Ein deutlicher Influxrückgang erfolgt mit dem Einsetzen der geschlossenen Kulturzeigerkurven und dem endgültigen Rückgang der Tanne zugunsten der Buche. Gegen die Zeitenwende und in den folgenden Jahrhunderten erreicht der Influx nahezu wieder sein altes Niveau, was für noch intakte Wälder in dieser Zeit spricht. Die mittelalterliche Landnahme und die nachfolgende Zeit fehlen leider im Profil.

7. Zur Vegetations-, Klima- und Besiedlungsgeschichte des südlichen Schwarzwaldes

Spätwürm (13 000–10 000 BP)

Das telmatisch-terrestrische Profil Breitnau-Neuhof enthält vom Spätwürm lediglich noch das Ende der Jüngeren Dryas, und wir sehen hier, daß die von Kiefern mit Birken gebildete Waldgrenze tiefer lag als das Moor. Die spätglaziale Vegetationsentwicklung im Südschwarzwald wurde von LANG (1952, 1971) ausführlich diskutiert. Er geht von einer auf 700 bis 800 m abgesunkenen Waldgrenze für die Jüngere Dryas aus (1971:341).

Präboreal und Boreal (10 000–8000 BP)

Bereits zu Beginn des Präboreal stieg die Waldgrenze wieder über die Höhenlage des Moores und vermutlich in den Bereich des Feldberggipfels. Die Wälder bestanden vermutlich von den Tieflagen der Rheinebene bis auf die Gipfel aus Waldkiefern mit Beteiligung von Baumbirken. Pollenanalytische Hinweise auf eine Ausbildung von Höhenstufen in der Holzartenzusammensetzung liegen nicht vor und wären aufgrund der Ergebnisse von WELTEN (1952) am nördlichen Alpenrand auch überraschend. Am Ende des Präboreal wurden die Kiefern-Birken-Wälder sehr rasch von der Hasel verdrängt. Als erste Holzart des Eichenmischwaldes erreichte am Ende des Präboreal die Ulme (vermutlich *Ulmus glabra*) das Gebiet um Breitnau, gefolgt von der Eiche (vermutlich *Quercus petraea*), in der Mitte des Boreal. Die Linde (vermutlich *Tilia platyphyllos*) faßte im späten Boreal in dieser Höhe Fuß, Ahorn (*Acer pseudoplatanus*?) am Ende des Boreal und die Esche gar erst im frühen Atlantikum. Vermutlich stammt aber von Anfang an ein Teil des Pollens gerade von Hasel und Eiche aus tiefer gelegenen Gebieten des Höllentals, der Breisgauer Bucht und der Oberrheinebene. Ab der Mitte des Boreal kann auch mit dem Vorkommen von Mistel und Efeu gerechnet werden, bei denen ein Pollentransport über größere Distanzen relativ unwahrscheinlich ist. Die Kurve von *Viscum* endet bereits im mittleren Atlantikum (Zeit der Frosnitz-Schwankung, BORTENSCHLAGER & PATZELT 1969), die *Hedera*-Kurve erst im mittleren Subboreal (Zeit der Lössen-Schwankung, BORTENSCHLAGER & PATZELT 1969). Mögliche Rückschlüsse auf die klimatischen Bedingungen wurden von LANG (1971:341 f.) ausführlich diskutiert.

Atlantikum (8000–5000 BP, ca. 6500–3800 BC)

Im frühen Atlantikum (bis 7000 BP) haben sich in den montanen Lagen des Schwarzwaldes Laubmischwälder herausgebildet, in denen die Sommerlinde klar dominiert und begleitet wird von Bergulme und Bergahorn. Vermutlich ist hier die Hasel rasch verdrängt worden, hat sich aber in submontaner und colliner Lage zunächst noch neben der Eiche behaupten können. Ab

dem frühen Atlantikum breiten sich in den Bach- und Flußauen Esche aus. Den geringen Pollenwerten im ganzen Profil nach zu urteilen, kamen auf Torfböden des Moores oder seiner nächsten Umgebung kaum Erlen vor, weshalb hier vor allem Vorkommen entlang von Bächen oder Flüssen erfaßt sein dürften. Im späten Atlantikum wanderten Buche und Tanne ins Gebiet ein, haben in der weiteren Umgebung zunächst aber allenfalls ganz vereinzelte Vorkommen. Am Ende des späten Atlantikum vollzieht sich dann ein geradezu dramatischer Wechsel im Waldbild, indem die montanen Lindenmischwälder innerhalb weniger Baumgenerationen von der Weißtanne geradezu hinweggefegt werden. Dieses Geschehen wurde von LANG (1955) im Hotzenwald auf 4465 ± 140 BP datiert, doch da das Material für diese Datierung unmittelbar über einem Hiatus entnommen wurde, blieben gewisse Zweifel an dieser Datierung, und das Ergebnis von Breitnau zeigt nun auch, daß der Wechsel von Lindenmisch- zu Tannenwäldern bereits am Ende des Atlantikum erfolgte. Bei einer solch gravierenden und raschen Vegetationsveränderung erhebt sich die Frage nach den Ursachen. Das Diagramm und Abbildung 2 zeigen, daß menschlicher Einfluß als mögliche Ursache wohl ausscheidet. Möglicherweise genügte das etwas feuchtere und kühlere Klima während der Rotmoos-Schwankung 1, um hier das bisherige ökologische Gleichgewicht entscheidend zu stören. Dennoch bleibt dieser rasche Wechsel erstaunlich, besonders angesichts der Tatsache, daß die Buche im Bodenseegebiet rund ein Jahrtausend früher nach bereits 1000jähriger Anwesenheit im Gebiet die Hilfe des Menschen und des Klimas benötigte, um im stabilen, von der Linde beherrschten Waldökosystem Boden zu gewinnen (RÖSCH 1989).

Subboreal (5000–2500 BP, ca. 3800–600 BC)

Im Subboreal erfolgt die Ausbreitung der Buche, die ja Hauptanlaß für die vorliegende Untersuchung war. Wie anhand des Influxdiagramms gezeigt, verlief diese Ausbreitung wohl gleichmäßiger, als die Prozentkurve mit ihren starken Schwankungen vermuten läßt. Während am Bodensee die Buchengipfel sowohl prozentual als auch absolut nachweisbar sind, fehlen sie im Profil Breitnau absolut und sind prozentual vielleicht nur Folgen des Tannerrückganges. Beim nachfolgenden chronologischen und vegetationsgeschichtlichen Vergleich mit dem Bodenseebecken aufgrund der Prozentdiagramme müssen auch folgende wesentliche Unterschiede berücksichtigt werden: Während im Schwarzwald die Tanne als Gegenspieler der Buche auftritt, sind es im Bodenseegebiet Birke und vor allem Hasel, die von jungsteinzeitlicher und bronzezeitlicher Landnutzung mit langjährigen Brachephazen und Stockwaldwirtschaft profitieren (RÖSCH 1987, 1988, 1989, BILLAMBOZ 1988). In Breitnau beginnt die Buchenausbreitung im frühen Subboreal, wo die Buche um 4400 ± 45 BP einen ersten Gipfel (etwa 20 %) erreicht, aber noch sub-

dominant bei dominierender Tanne ist. Danach geht die Buche leicht zurück und steigt dann wieder an zu einem zweiten Gipfel um 3915 ± 40 BP. Hier erreicht die Buche rund 25 % und ist kodominant mit der immer noch dominierenden Tanne. Nach erneutem Rückgang erreicht die Buche zwischen 3500 und 3300 BP ihren dritten, zweiphasigen Gipfel, übertrifft dabei erstmals 30 % und überflügelt die Tanne. In der Folge hält die Buche etwa ihr Niveau, während die Tanne allmählich zurückgeht und Erle, Birke, Eiche und Nichtbaumpollen zunehmen.

Wir haben also in Breitnau im Zuge der subborealen Buchenausbreitung drei prozentuale Buchengipfel, bei 4400, 3900 und 3500 bis 3300 BP. Ihre Allgemeingültigkeit für den Südschwarzwald kann aufgrund der Diagramme von LANG vermutet werden, wäre aber durch weitere absolut datierte Profile zu prüfen. Die Buchengipfel des Subboreals am Bodensee liegen bei 4700 bis 4300 BP, 4000 bis 3900 BP und 3700 bis 3600 BP (RÖSCH 1986, 1989). Sie sind in den einzelnen Profilen nicht völlig synchron, was gegen klimatische und für besiedlungsgeschichtliche Ursachen spricht. Im Rahmen der bei Radiocarbonatierungen möglichen Genauigkeit kann man somit zunächst synchrone Buchengipfel im Südschwarzwald und am Bodensee in der Mitte des frühen Subboreal und am Übergang vom frühen zum mittleren Subboreal annehmen, wogegen der dritte Buchengipfel am Bodensee früher liegt als der im Schwarzwald. Am Bodensee sprechen alle Indizien für menschlichen Einfluß auf die Vegetation in dieser Zeit. Die Buchengipfel fallen in Zeiten mit offenbar geringer Besiedlungsdichte am Übergang vom Jung- zum Endneolithikum, am Ende des Endneolithikums und in der frühesten Bronzezeit (RÖSCH 1988). Wie die Absolutanalyse und oben angestellte Überlegungen zeigen, sind die prozentualen Buchengipfel im Südschwarzwald und am Bodensee wohl Ausdruck jeweils verschiedener vegetationsgeschichtlicher Ereignisse, haben deshalb vermutlich unterschiedliche Ursachen, und zeitliche Übereinstimmung sollte deshalb eher zufällig sein. Als Hauptursachen für Vegetationsveränderungen gelten oft klimatische Veränderungen oder menschliche Eingriffe. Für die Buchenausbreitung hier sind klimatische Ursachen wenig wahrscheinlich, weil die klimatischen Bedingungen während der einzelnen Expansionsphasen unterschiedlich waren. So fällt der erste, im Schwarzwald und am Bodensee synchrone Buchengipfel in der Mitte des frühen Subboreal in eine Zeit feuchten und kühlen Klimas (Rotmooschwankung 2, BORTENSCHLAGER & PATZELT 1969). Der ebenfalls synchrone Buchengipfel an der Wende vom frühen zum mittleren Subboreal liegt dagegen in einer Zeit warmen Klimas, ebenso der dritte Buchengipfel am Bodensee kurz vor der Mitte des mittleren Subboreals, während der gegenüber dem Bodensee etwas jüngere dritte Buchengipfel des Schwarzwaldes bereits in die Löss-Schwankung und damit wieder in eine Zeit mit kühlerem Klima fällt. Wie Abbildung 4 zeigt, sind auch zwischen Klima und

Moorwachstum in Breitnau nicht die vielleicht erwarteten Zusammenhänge ablesbar: Das Höhenwachstum des Moores nimmt zunächst im frühen Atlantikum in einer Zeit mit warmem Klima zu. Der Rückgang des Moorwachstums im späten Atlantikum und frühen Subboreal fällt teilweise mit den Rotmoos-Klimaschwankungen zusammen. Für die Zeit im mittleren Subboreal, in der die Torfakkumulation wieder zunimmt, geht man von warmen klimatischen Verhältnissen aus. In der Zeit mit mehreren Klimaverschlechterungen ab der Mitte des mittleren Subboreal verlangsamt sich das Moorwachstum stark. Wir sehen also Zeiten guten Torfwachstums nicht mit Zeiten kühlen, sondern mit Zeiten warmen Klimas korreliert. Wie die Untersuchungen von HENRION (1982) an Sattelmoores im Oberharz gezeigt haben, ist bei der Suche nach Zusammenhängen zwischen Klima und Moorwachstum äußerste Vorsicht geboten, und das gilt für das Höhenwachstum sicherlich ebenso wie für das flächenhafte Wachstum. Wachsende Moore sind komplexe und ganz individuell reagierende Gebilde. Da für das Moor von Breitnau keine hydrologischen Untersuchungen vorliegen, wären weiterführende Schlüsse aus diesen Beobachtungen verfrüht.

Wenn somit klimatische Steuerung der Buchenausbreitung weitgehend auszuschließen scheint, stellt sich die Frage nach der Rolle des Menschen bei diesen Vorgängen, und da finden wir in den beiden hier verglichenen Landschaften ganz verschiedene Voraussetzungen.

Während aber das Bodenseebecken ebenso wie die Oberrheinebene um den Kaiserstuhl aufgrund zahlreicher archäologischer Bodenfunde als Altsiedellandschaft ausgewiesen ist (SCHLICHTERLE 1988:92, 84), blieb der Schwarzwald, darf man dem archäologischen Fundbild Glauben schenken, in prähistorischer Zeit unbesiedelt. Bis zum Endneolithikum fehlen Besiedlungsspuren völlig. Für die endneolithische Horgener Kultur verzeichnet SCHLICHTERLE (1988:98) einen einzigen Fundpunkt im östlichen mittleren Schwarzwald bei Königsfeld (vgl. STROBEL & DEHN 1985).

Funde der Glockenbecherkultur erreichen in den Tälern von Dreisam und Möhlin die Vorbergzone (SCHLICHTERLE 1988:101). Aber weder aus dieser Epoche noch aus der nachfolgenden Bronzezeit gibt es Siedlungen oder Gräber auf den Höhen des Schwarzwaldes. Wie die Erfahrungen aus anderen Landschaften zeigen, könnte dies eine Frage der Erhaltungsbedingungen oder des Forschungsstandes sein. Die Probleme archäologischen Besiedlungsnachweises unterstreichen die Bedeutung palynologischer Besiedlungsindikation. Im Wallis wurden Siedlungen gefunden, nachdem der palynologische Hinweis auf ihr Vorhandensein gegeben worden war (WELTEN 1982).

Zunächst ist festzustellen, daß die Zeit mit Tannenprädominanz zugleich die ist, in der am wenigsten Nichtbaumpollen ins Moor gelangen konnten. Unter diesen Nichtbaumpollen fehlen Kulturzeiger wie *Cerealia* und *Plantago lanceolata* nahezu völlig. Das erste Getreide-Pollenkorn am Beginn des Subboreals wurde bereits er-

wähnt, das erste Spitzwegerichkorn ist synchron zum ersten *Fagus*-Gipfel bei 4400 ± 45 BP nachgewiesen. Obwohl dieser Einzelnachweis nicht interpretierbar ist, sei vermerkt, daß das kalibrierte Alter uns ins 31. bis 30. Jh. v. Chr. führt und damit in den zeitlichen Bereich der Horgener Kultur. Der zweite Buchengipfel bei 3915 ± 40 BP wird von einer über mehrere Horizonte laufenden Spitzwegerichkurve begleitet, an deren vegetationsgeschichtlicher Bedeutung nicht mehr zu zweifeln ist, zumal hier eine Reihe weiterer Kräuter auftreten, die durchaus als Lichtungszeiger zu werten sind (*Artemisia*, Brassicaceae, *Hypericum*-Typ, *Caltha*-Typ). Ein Getreidenachweis fehlt jedoch.

Nach siderischer Zeitrechnung befinden wir uns hier im 23. Jh. v. Chr. und somit im zeitlichen Bereich der Glockenbecherkultur. Mit dem dritten Buchengipfel ab 3500 BP setzt die empirische Spitzwegerichkurve ein und erreicht sofort deutlich höhere Werte als zuvor. Zunächst sinkt der Gehölzpollenanteil ab, dann auch der Influx der Gehölze. Getreide tritt erst auf, als bereits die empirische Carpinuskurve eingesetzt hat, und von Anfang an ist *Secale* daran beteiligt. Weil das Wachstum des Moores hier nachläßt und zwischen den beiden benachbarten Daten ein großer zeitlicher Abstand besteht, kann das Alter dieser Getreidenachweise nur grob zwischen 2500 und 1700 BP geschätzt werden, womit dieser Nachweis in die späte vorrömische Eisenzeit oder in die Römerzeit fällt.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann es als sicher gelten, daß in prähistorischer Zeit auf den Höhen des Südschwarzwaldes kein Ackerbau betrieben wurde, wodurch die Existenz permanenter Siedlungen äußerst unwahrscheinlich und die klassische historische Ansicht einer späten Besiedlung der Schwarzwaldhochlagen bestätigt wird. Gegen eine andersartige Interpretation früher Funde von Kultur- und Lichtungszeigern spricht in Breitnau auch die exponierte Lage, aufgrund derer mit stark erhöhtem Weitfluganteil am Pollennieder-schlag gerechnet werden muß (GROSSE-BRAUCKMANN 1978:236). GROSSE-BRAUCKMANN & STIX (1979) konnten aber auch zeigen, daß dies für Baumpollen in weit stärkerem Maß als für Kräuterpollen gilt. Man muß weiterhin fragen, ob solche hohe Weitfluganteile auch für eine geschlossene Waldlandschaft gelten würden und warum nicht schon im Frühneolithikum aus der auch damals schon besiedelten Rheinebene Kulturzeigerpollen in den Schwarzwald geweht wurden. Wenn also der ab dem späten Endneolithikum in Breitnau beobachtete Kulturzeigerpollen aus der Ebene stammen würde, dann müßte entweder zu diesem Zeitpunkt die Produktionsrate für Kulturzeigerpollen und damit die Entwaldung und der Erschließungsgrad ungeheuer zugenommen haben, und dafür liegen keine Hinweise vor, oder es müßte durch Aufflichtung der Bergwälder selbst zu einer Erhöhung des Weitfluganteils im Pollennieder-schlag gekommen sein. In diesem Falle wäre die Herkunft des Kulturzeigerpollens belanglos, da die Aufflichtung allein schon als menschlicher Eingriff zu erklären

wäre, da andere Ursachen wenig wahrscheinlich sind. Eine solche Auflichtung scheint sich im Influxdiagramm in der zweiten Hälfte des 3. Jahrtausends v. Chr. anzudeuten, besonders beim Rückgang der Tannenkurve. Als weiteres Indiz ist hier noch der zu Breitenau analoge Verlauf der Spitzweigerichkurve in den Diagrammen von G. LANG anzuführen. Seine Profile liegen nicht unmittelbar am Westrand des Gebirges.

LANG (1954) sieht selbst im Auftreten des Spitzweigerichs Hinweise auf bereits neolithische Besiedlung von Randlagen des Schwarzwaldes, wofür allerdings noch der schlüssige archäologische Nachweis fehlt, ebenso wie für die neuerdings von FRENZEL (1982) vertretene Auffassung einer prähistorischen Besiedlung des nördlichen Schwarzwaldes. Prähistorische Begehung, vor allem des mittleren Schwarzwaldes, ist dagegen archäologisch gesichert (WINGHART 1986:124–130). Nach Ansicht dieses Autors war eine verkehrsmäßige Erschließung des Schwarzwaldes in prähistorischer Zeit jedoch keine Notwendigkeit, da er umgangen werden kann. Die Funde stammen auch nicht von möglichen Fernverkehrswegen.

Im Falle von Breitenau muß für die Rodungsphase, die sich im Diagramm in der zweiten Hälfte des dritten Jahrtausends v. Chr. abzeichnet, zunächst aber offenbleiben, ob sich hier im Zuge einer näher gerückten Besiedlung Vorgänge im 500 m tiefer liegenden Zartener Becken widerspiegeln, oder ob tatsächlich schon mit menschlichen Eingriffen in den Hochlagen zu rechnen ist. Wahrscheinlicher werden solche Eingriffe in die Bergwälder ein Jahrtausend später, gegen Ende des zweiten Jahrtausends v. Chr. (Urnenfelderzeit), wo der Rückgang des Gehölzpolleninflux und die Zunahme der Kulturzeiger doch schwerer aus dem Weiffluganteil erklärbar scheint. Dies könnte bedeuten, daß ab der Urnenfelderzeit, ausgehend von den benachbarten Altsiedellandschaften im Westen, Süden und Osten, der Schwarzwald etappenweise als Wirtschaftsraum erschlossen wurde, dergestalt, daß keine Dauersiedlungen angelegt wurden, sondern die Waldlandschaft als saisonales Weidegebiet genutzt wurde. Eine solche extensive Nutzung könnte bereits gravierende Veränderungen in der Vegetation auslösen und besonders das Gleichgewicht zwischen Tanne und Buche zugunsten der Buche verschieben, die weniger empfindlich gegen Verbiß ist und außerdem stockausschlagsfähig. Neben der Buche könnte die Fichte von Eingriffen profitiert haben. Bereits ab 4000 BP ist mit räumlich beschränkten Vorkommen der Fichte im Gebiet zu rechnen, denn hier beginnt die rationale Fichtenkurve, und im Nord-schwarzwald konnten HÖLZER & HÖLZER (1987) lokale Fichtenpräsenz durch Großreste schon vor Beginn der empirischen Pollenkurve nachweisen. Zusammenfassend gesehen, erscheint eine prähistorische Besiedlung des Hochschwarzwaldes äußerst unwahrscheinlich, eine saisonale Begehung und extensive wirtschaftliche Nutzung ab der Bronzezeit jedoch möglich. Wenn gleich dies durch weitere, zentraler gelegene Profile

überprüft und vor allem durch archäologische Belege untermauert werden müßte.

Subatlantikum (2500–0 BP, ca. 600 BC – 1950 AC)

Vom Subatlantikum sind im Profil nurmehr die ersten 1000 Jahre enthalten, weshalb wir hier gerade noch die frühmittelalterliche Landnahme erfassen (Pollenzone 9, etwa 5.–6. Jh. n. Chr.). Ob der nachfolgende Wachstumsstillstand des Moores damit in Zusammenhang zu bringen ist oder natürliche Ursachen hat, kann nicht beantwortet werden. In dieser Zeit zeichnet sich ein großflächiges Zurückdrängen des Bergwaldes zugunsten von Grünland und Feldern ab.

8. Literatur

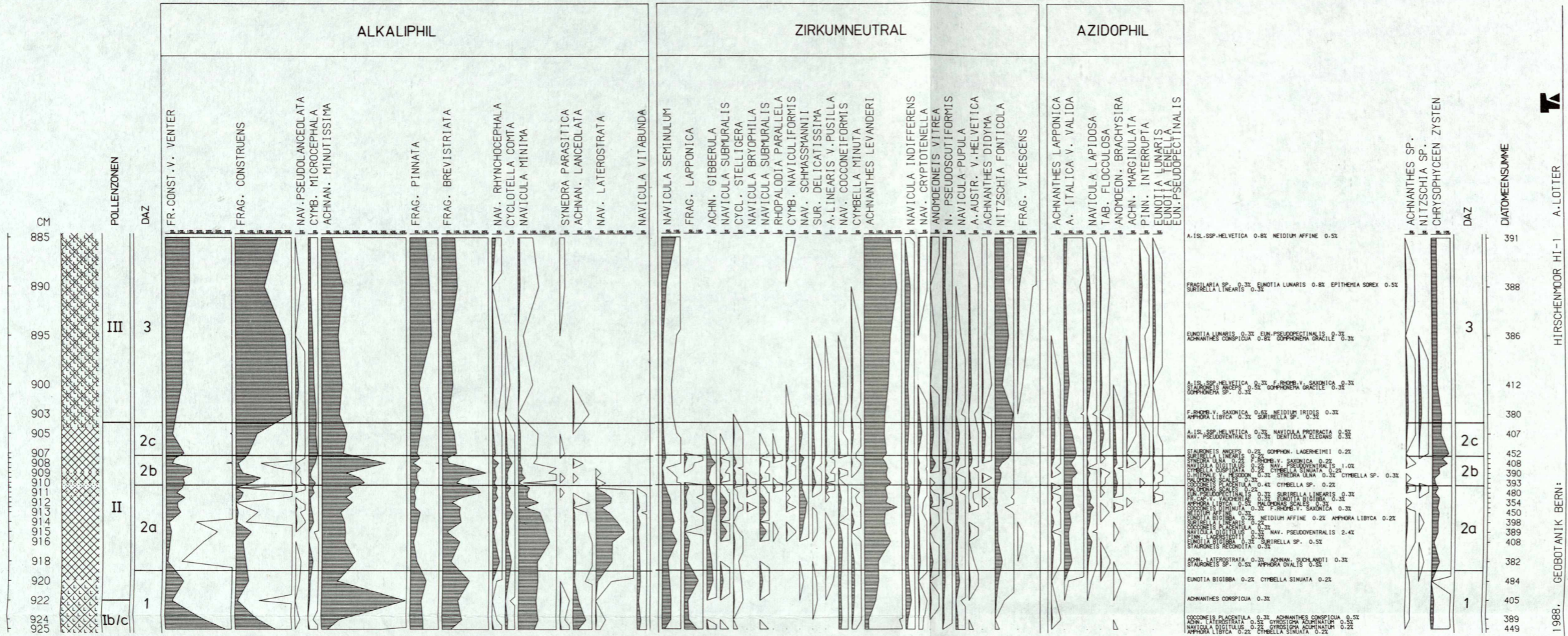
- BASTIN, B. (1979): Essai de definition d'une Terminology Precise Applicable au Commentaire des Diagrammes Polliniques se Rapportant au Quaternaire. – Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **112**: 7–12.
- BARTSCH, J. & BARTSCH, M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. – Pflanzensoz., **4**: 229 S.; Jena.
- BERGLUND, (edit.) (1986): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. – 869 S.; Chichester
- BILLAMBOZ, A. (1988): Jahresringe im Bauholz. – Archäologie in Württemberg: 515–529; Stuttgart.
- BORTENSCHLAGER, S. & PATZELT, G. (1969): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. Eiszeitalter u. Gegenwart, **20**: 116–122; Hannover
- BROCHE, W. (1929): Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des südlichen Schwarzwalds und der Baar. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **29**: 1–243; Freiburg.
- DAVIS, M., MOELLER, R. & FORD, J. (1984): Sediment Focusing and Pollen Influx. – In: HAWORTH, E. & LUND, J. (edit.): Lake Sediments and Environmental History: 261–293; Leicester.
- DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **39**: 1–512; Karlsruhe.
- EDELMAN, H. J. (1985): Late Clacial and Holocene Vegetation Development of La Goutte Loiselot (Vosges, France). – 197 S., Ph. D. Thesis Univ. Utrecht.
- ELLENBERG, H. & KLÖTZLI, F. (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. – Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes., **48**: 388–930; Birmensdorf.
- FIRBAS, F. (1949): Waldgeschichte Mitteleuropas, Bd. 1. – 480 S.; Jena.
- FRENZEL, B. (1982): Über eine vormittelalterliche Besiedlung in einigen Teilen des nördlichen Schwarzwaldes. – In: WINKEL, H. (Hrsg.): Geschichte und Naturwissenschaft in Hohenheim: 239–263; Sigmaringen.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1978): Absolute jährliche Pollenniederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsorten in der Bundesrepublik Deutschland. – Flora, **167**: 209–247; Jena.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & STIX, E. (1979): Beziehungen zwischen Pollenkonzentrationen in der Luft und Pollenniederschlagswerten. – Flora, **168**: 53–84; Jena.
- HENRION, I. (1982): Untersuchungen zur Entwicklung von Sattelmoores im Oberharz. – 167 S., Dissertation; Göttingen.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Un-

- tersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald. *Carolinea*, **45**: 43–50; Karlsruhe.
- ISSLER, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen. – *Pflanzensoz.*, **5**: 192 S., Jena.
- JANSSEN, C. (1984): Quelques Aspects Concernant les Assemblages Polliniques Regionaux et Locaux dans les Vosges. – *Rev. Paleobiol. Vol. Spec.*: 97–102; Genf.
- KALIS, A. J. (1984): L'Indigenat de l'Epicea dans les Hautes Vosges. – *Rev. Paleobiol. Vol. Spec.*: 103–115; Genf.
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florensgeschichte Südwestdeutschlands. – *Flora*, **139**: 243–294; Jena.
- LANG, G. (1954): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **13**: 3–42; Karlsruhe.
- LANG, G. (1955): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. II. Das absolute Alter der Tannenzeit im Südschwarzwald. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **14**: 24–31; Karlsruhe.
- LANG, G. (1971): Die Vegetationsgeschichte der Wutachschlucht und ihrer Umgebung. – *Die Wutach*: 323–349; Freiburg.
- LANG, G. (1973): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. IV. Das Baldenwegermoor und das einstige Waldbild am Feldberg. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **32**: 31–51; Karlsruhe.
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S. T., BERGLUND, B. E. & DONNER, J. (1974): Quaternary Stratigraphy of Norden, an Proposal for Terminology and Classification. – *Boreas*, **3**: 109–128; Oslo.
- MERKT, J. & STREIF, H. J. (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. *Geol. Jb.*, **88**: 137–148; Hannover.
- METZ, R. & REIN, G. (1958): Erläuterungen zur geologisch-petrographischen Übersichtskarte des Südschwarzwaldes 1:50000.
- MOOR, M. (1952): Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura. – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz*, **31**: 201 S.; Bern.
- MULLER, K. (1939/40): Das Waldbild am Feldberg einst und jetzt. – *Mitt. Naturkde. Naturschutz bad. Landesver. Naturkde. Freiburg N. F.*, **4**: 120–156; Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1931): Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). – *Ber. Naturf. Ges. Freiburg*, **31**: 1–85; Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1949/50): Zur Frage der natürlichen Waldgesellschaften auf der Ostabdachung des Südschwarzwaldes. – *Allg. Forst- u. Jagdzeitung*, **121**: 1–4 u. **122**: 50–60; Frankfurt a. M.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – *Pflanzensoziologie*, **10**: 564 S.; Jena.
- OBERDORFER, E. (1982): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte Feldberg 1:25000. – *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.*, **27**: 1–86; Karlsruhe.
- PEARSON, G. W., PILCHER, J. R., BAILLIE, M. G., CORBETT, D. M. & QUA, F. (1986): High-Precision 14C-Measurement of Irish Oaks to Show the Natural 14C-Variations from AD 1840–5210 BC. – *Radiocarbon*, **28/2B**: 911–934; New Haven.
- RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes. – *Hohenheimer Arbeiten*, **68**: 1–121; Stuttgart.
- RÖSCH, M. (1983): Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. – *Mitt. Thurgau. Naturf. Ges.*, **45**: 1–110; Frauenfeld.
- RÖSCH, M. (1985): Ein Pollenprofil aus dem Feuerried bei Überlingen am Ried: Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. – *Ber. z. Ufer- u. Moorsiedl. Südw.Dtschl.* **2**. – *Materialh. z. Vor- u. Frühgeschichte Bad.-Württ.*, **7**: 43–79; Stuttgart.
- RÖSCH, M. (1987a): Der Mensch als landschaftsprägender Faktor des westlichen Bodenseegebietes seit dem späten Atlantikum. – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **37**: 19–29; Hannover.
- RÖSCH, M. (1987b): Zur Umwelt und Wirtschaft des Jungneolithikums am Bodensee – Botanische Untersuchungen in Bodman-Blissenhalde. – *Arch. Nachr. a. Baden*, **38/39**: 42–53; Freiburg.
- RÖSCH, M. (1988): Subfossile Moosfunde aus prähistorischen Feuchtbodensiedlungen: Aussagemöglichkeiten zu Umwelt und Wirtschaft. – *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgeschichte Bad.-Württ.*, **31**: 177–198; Stuttgart.
- RÖSCH, M. (1989): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried. – *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgeschichte Bad.-Württ.*; Stuttgart (i Dr.)
- SCHLICHTERLE, H. (1988): Das Jung- und Endneolithikum in Baden-Württemberg. – *Archäologie in Württemberg*: 91–110; Stuttgart.
- SCHLOSS, S. (1979): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen im Sewensee. – *Diss. Bot.*, **52**: 138 S.; Vaduz.
- SCHUWERK, F. (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald (Südöstlicher Schwarzwald). – 526 S., Dissertation; Regensburg.
- SMETTAN, H. (1985): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte der Umgebung von Sersheim, Kreis Ludwigsburg. – *Fundber. a. Bad.-Württ.*, **10**: 367–421; Stuttgart.
- SMETTAN, H. (1988): Naturwissenschaftliche Untersuchungen im Kupfermoor bei Schwäbisch Hall – ein Beitrag zur Moorentwicklung sowie zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte der Haller Ebene. – *Forsch. u. Ber. z. Vor- u. Frühgeschichte Bad.-Württ.*, **31**: 81–115; Stuttgart.
- STARK, P. (1924): Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Schwarzwaldhochmooren. – *Zeitschr. f. Bot.*, **16**: 593–618.
- STARK, P. (1928): Über die Wandlungen des Waldbildes im Schwarzwald während der Postglazialzeit. – *Die Naturwissenschaften*, **17**: 1–8 u. 21–35.
- STRÖBEL, R. & DEHN, R. (1988): Königsfeld im Schwarzwald. – *Fundber. a. Bad.-Württ.*, **10**: 466; Stuttgart.
- STUIVER, M. & BECKER, B. (1986): High-Precision Decadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 195–2500 BC. – *Radiocarbon*, **28/2B**: 863–910; New Haven.
- STUIVER, M., PEARSON, G. W. & BRAZIUNAS, T. F. (1986): Radiocarbon Age Calibration of Marine Samples Back to 9000 Cal Yr. BP. – *Radiocarbon*, **28/2B**: 980–1021; New Haven.
- STUIVER, M. & REIMER, P. J. (1986): a Compute Program for Radiocarbon Age Calibration. *Radiocarbon*, **28/2B**: 1022–1030; New Haven.
- TAUBER, H. (1965): Differential Pollen Dispersion and the Interpretation of Pollen Diagrams. – *Danm. Geol. Unders. II. Reakke*, **89**: 1–69; Kopenhagen.
- TRANQUILLINI, A. (1988): POLPROF – ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. – *Ber. Nat. – Med. Ver. Innsbruck Suppl.*, **2**: 27–34; Innsbruck.
- TROELS-SMITH, J. (1955): Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen Schweizer Pfahlbauproblemen. In: *Das Pfahlbauproblem*: 11–58; Basel.
- WEGMÜLLER, S. (1966): Über die spät- und postglaziale Vege-

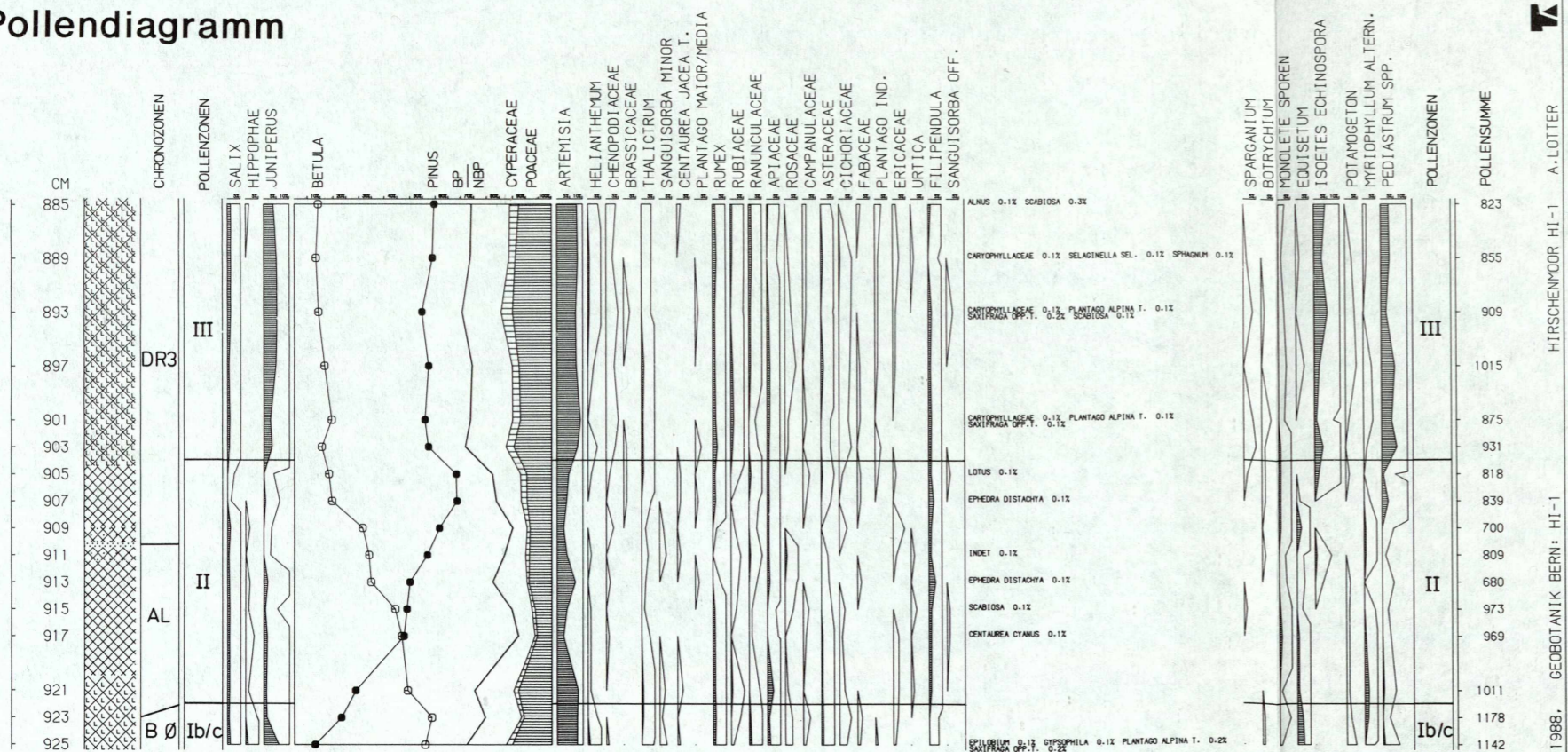
- tationsgeschichte des südwestlichen Jura. – Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, **48**: 1–43; Bern.
- WELTEN, M. (1944): Pollenanalytische, Stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, **21**: 1–201; Bern.
- WELTEN, M. (1952): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, **26**: 1–135; Bern.
- WELTEN, M. (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern – Wallis. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., **95**: 1–104; Basel.
- WINGHART, S. (1986): Vorgeschichtliche Deponate im ostbayerischen Grenzgebirge und im Schwarzwald. – Ber. Röm.-Germ. Kom., **67**: 89–201; Mainz.

Hirschenmoor (962 m)

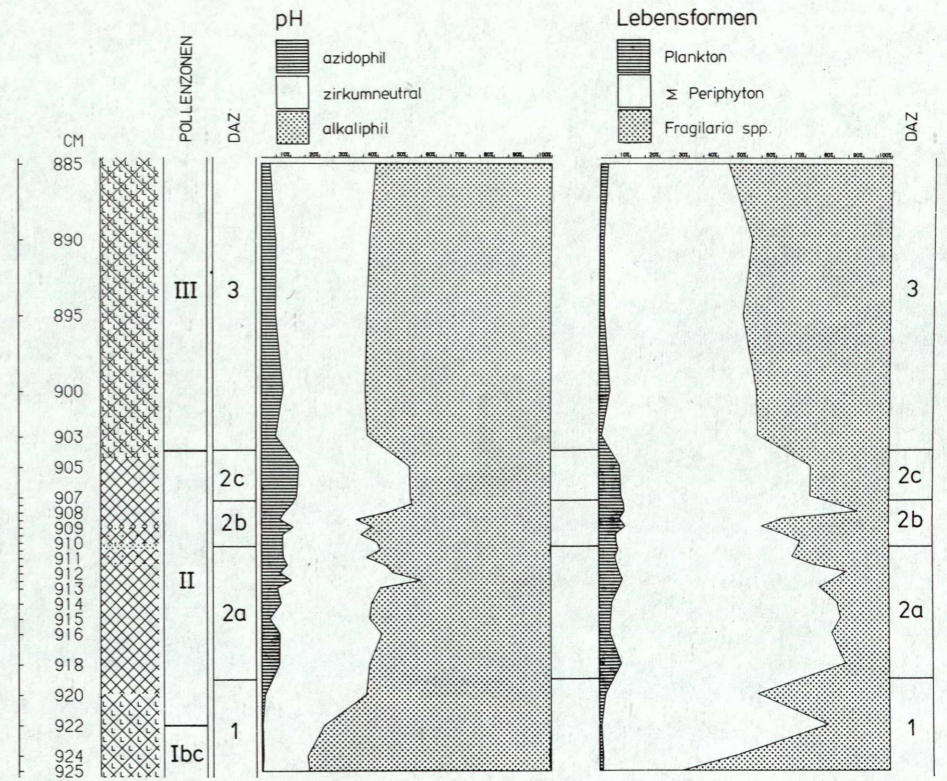
Diatomeendiagramm



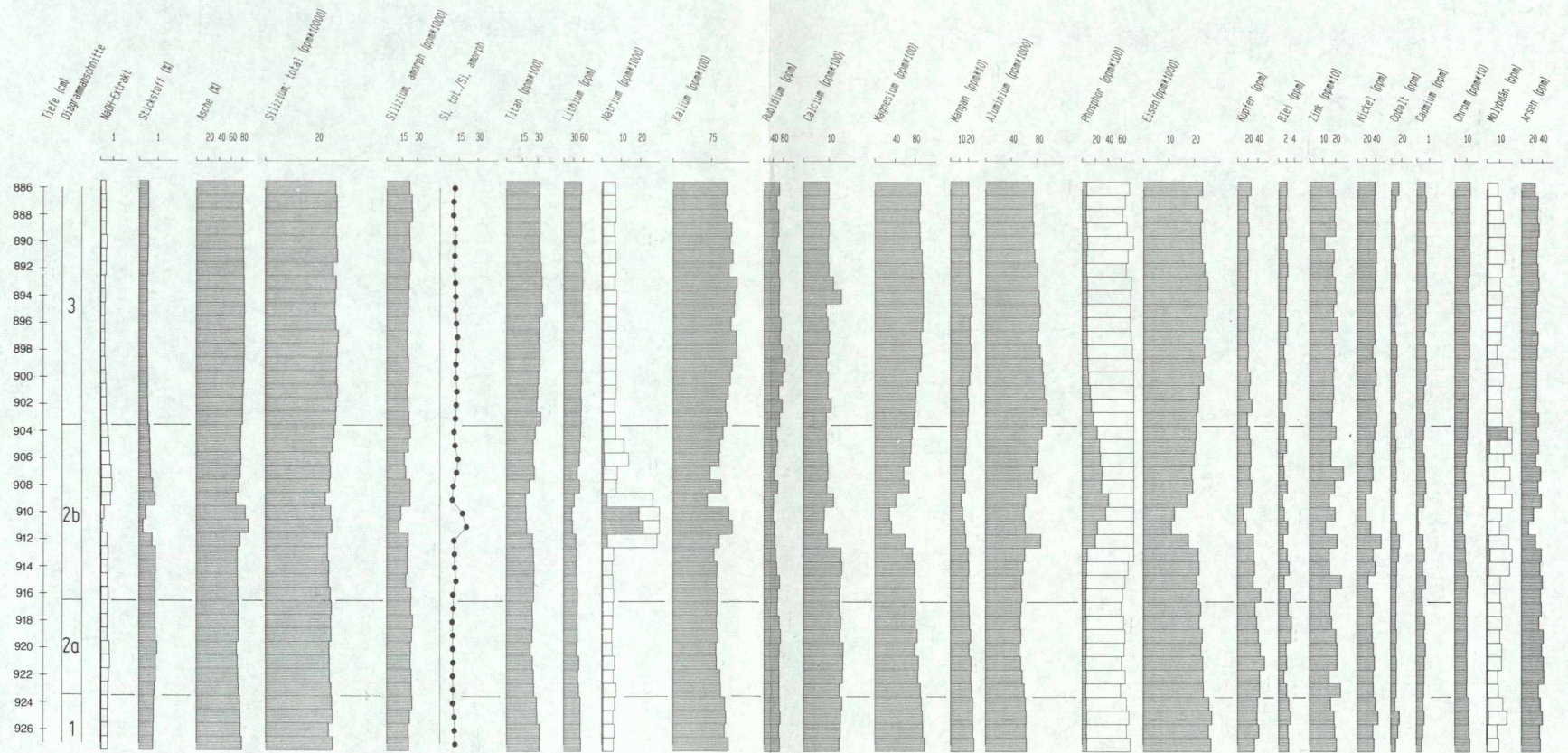
Pollendiagramm

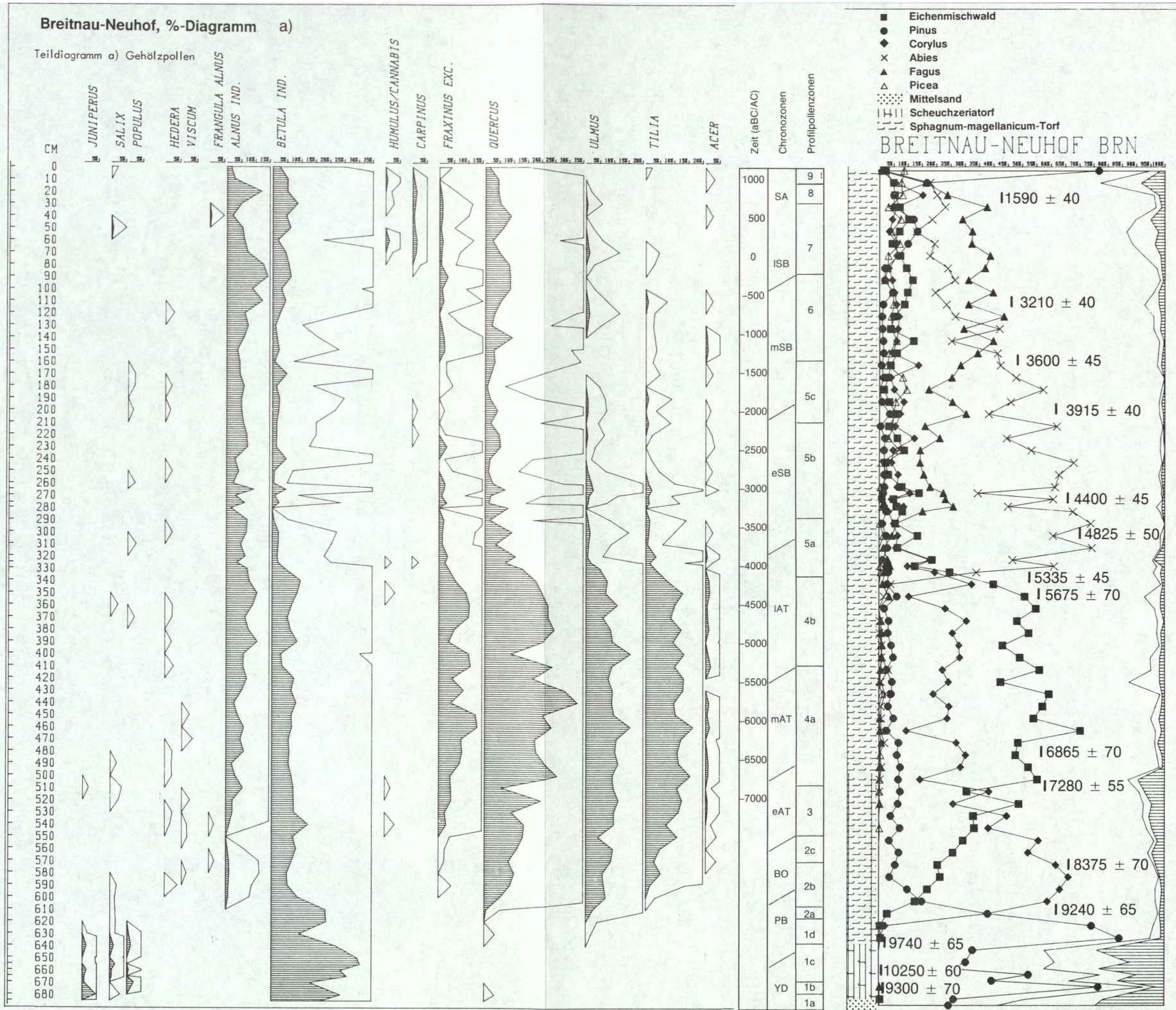


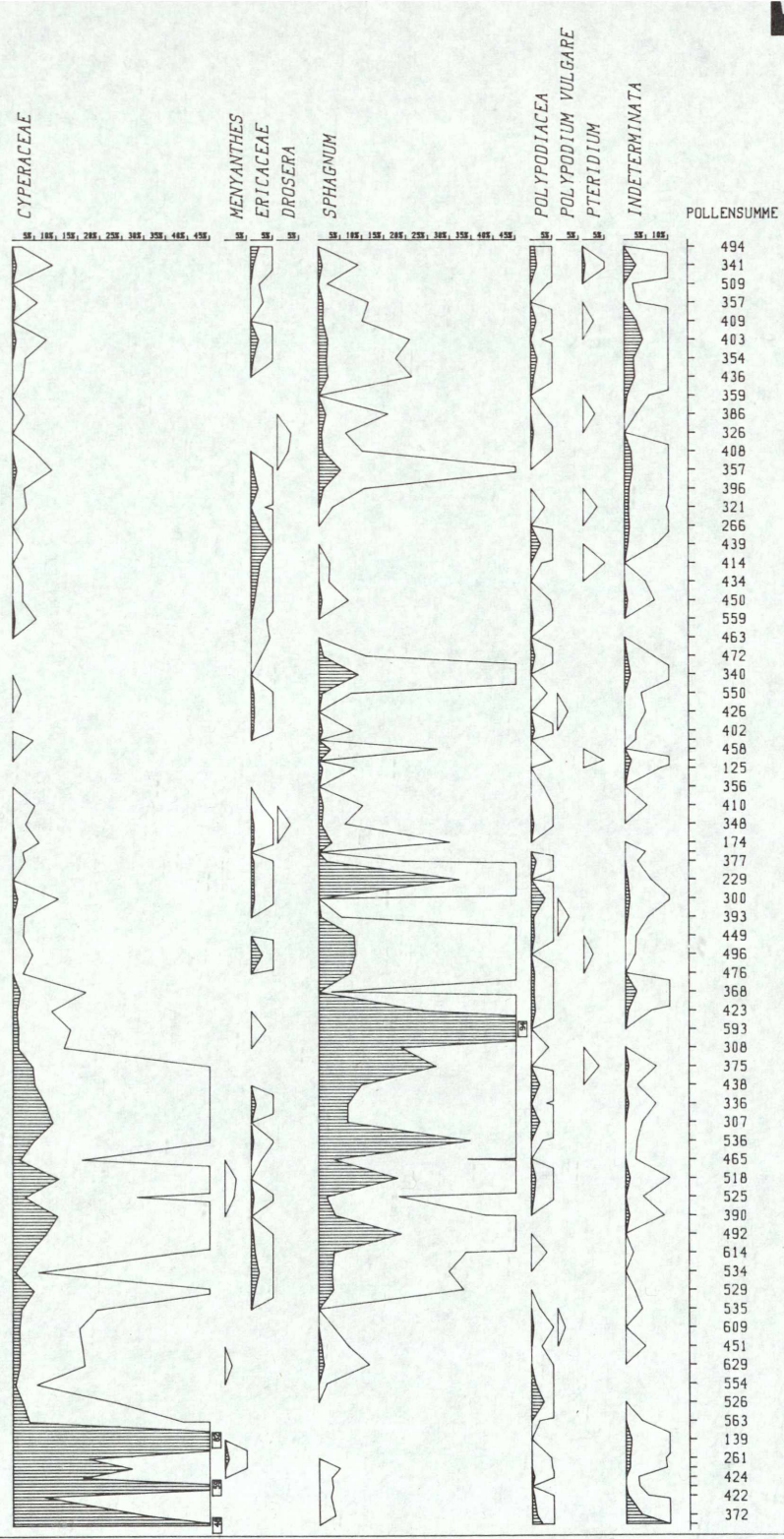
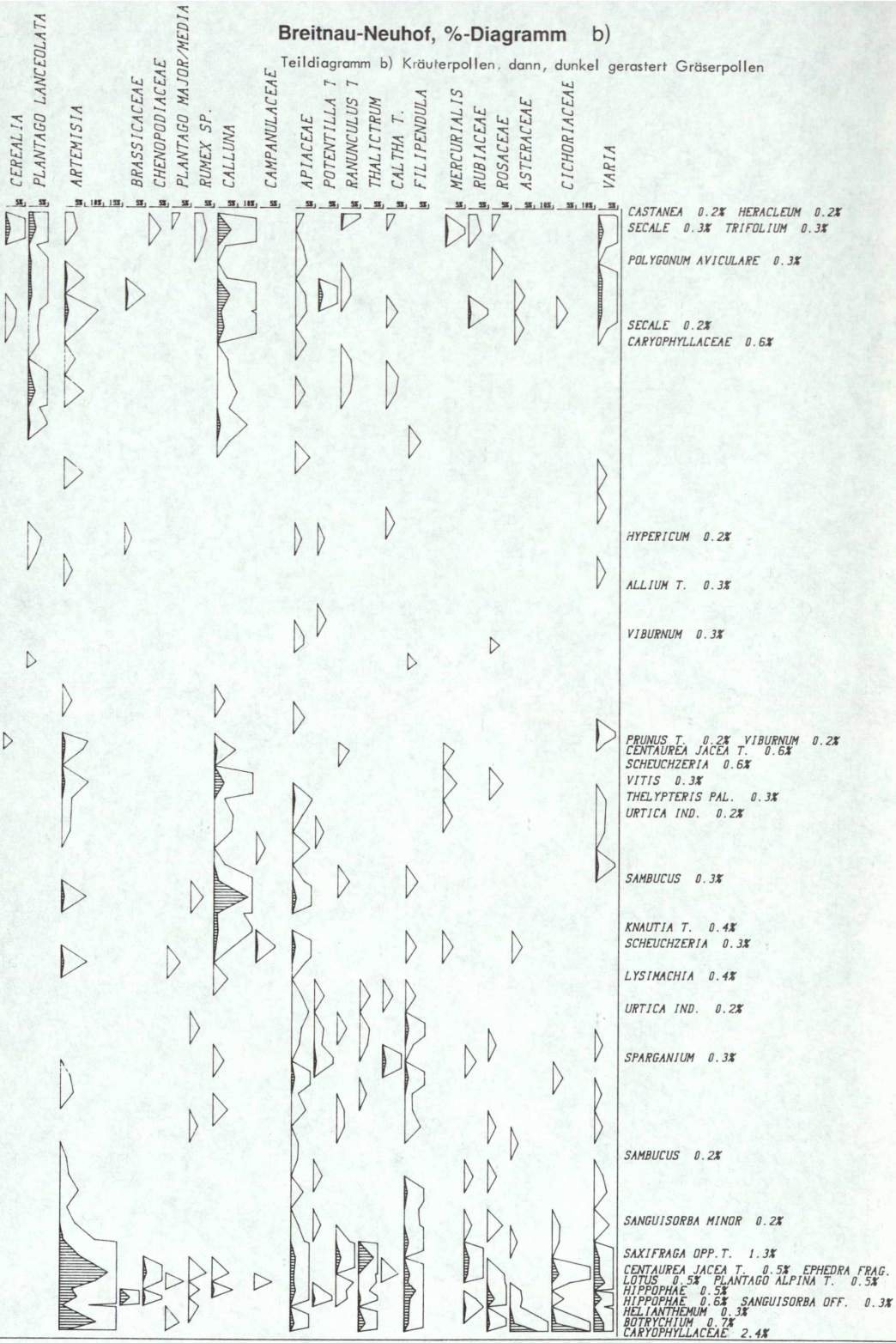
Gruppierung der Diatomeen nach pH-Werten und Lebensformen

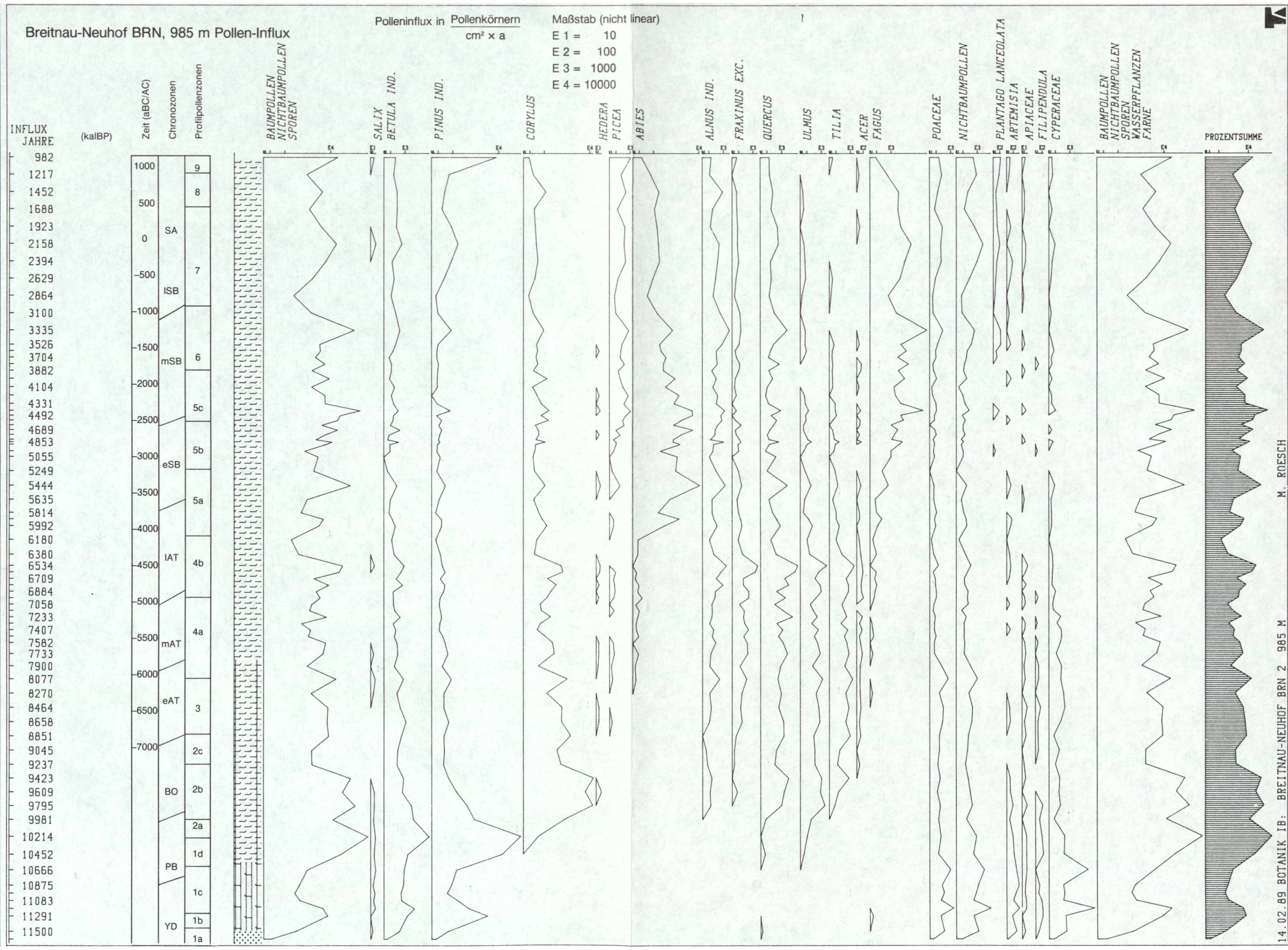


Hirschenmoor (962 m)
 Chemische Analysen
 Werte auf Trockengewicht bezogen









HERMANN NEUBERT, WOLFGANG NOWOTNY & KARLHEINZ BAUMANN

Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland V. (Mit Berücksichtigung von Vorkommen in Oberösterreich)

Kurzfassung

Die einzige Ordnung Stemonitales der Unterklasse Stemonitomycetidae wird bis zu den Gattungen, die Gattungen *Collaria* und *Lamproderma* werden bis zu den Arten aufgeschlüsselt. Die aus der Bundesrepublik Deutschland, dem deutschen und französischen Alpenraum und Oberösterreich nachgewiesenen Arten der Gattungen *Collaria* und *Lamproderma* werden beschrieben und diskutiert. 3 neue Arten und eine neue Varietät aus der Gattung *Lamproderma* werden vorgestellt: *L. album*, *L. longifilum*, *L. mucronatum* und *L. arcyrioides* var. *leucofilum*. *Arcyria helvetica* erhält Artrang. Die Liste der Myxomyceten der Bundesrepublik Deutschland (NEUBERT & BAUMANN 1986) wird unter Einschluß der aus Oberösterreich bekannten Sippen ergänzt.

Abstract

Myxomycetes of the Federal Republic of Germany V. (Collections from the western part of Austria included).

Using collections of the Federal Republic of Germany and the western part of Austria a key is given for the only order, the families, and the genus of the subclass Stemonitomycetidae. The species of the genus *Collaria* and *Lamproderma* are described and discussed. 3 species and 1 variety are new to science: *L. album*, *L. longifilum*, *L. mucronatum* and *L. arcyrioides* var. *leucofilum*. A new combination: *Arcyria helvetica*. The list of the myxomycetes of the F.R.G. (NEUBERT & BAUMANN 1986) is completed, collections of the western part of Austria are added.

Autoren

Dr. HERMANN NEUBERT, Tullastr. 9, D-7580 Bühl 21,
WOLFGANG NOWOTNY, Marktplatz 97, A-4752 Riedau,
KARLHEINZ BAUMANN, Lindenstr. 40, D-7413 Gomaringen.

IV.: Schlüssel zu den Ordnungen und zu den Familien, Gattungen und Arten der Ordnung Trichiales. – *Carolina*, 45 (1987): 51–76; Karlsruhe.

1. Einleitung

Um dem Fehlen neuerer deutschsprachiger Bestimmungsliteratur über Myxomyceten weiter abzuwehren und als Teilergebnis einer umfangreicheren Arbeit über die bei uns vorkommenden Sippen, wird nachstehend die Unterklasse Stemonitomycetidae bis zu den Gattungen aufgeschlüsselt. Hieraus werden die Arten der Gattungen *Collaria* und *Lamproderma*, soweit sie nachgewiesen oder zu erwarten sind, vorgestellt. Nachdem W. NOWOTNY seit Jahren die Myxomycetenflora von Oberösterreich beobachtet, bot es sich an, seine Feststellungen einzubeziehen, um so die Aussagen auf eine breitere Grundlage zu stellen. Die dort nachgewiesenen Arten sind auch bei uns zu erwarten. Die Gattung *Lamproderma* wird mit 22 Arten eingehend diskutiert. Die Gattung *Collaria* wird mit berücksichtigt, zumal manche Autoren beide Gattungen nicht unterscheiden. Dies soll dazu anregen, diesen Sippen insbesondere im alpinen Raum mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Die Gattung *Lamproderma* beinhaltet Arten, die zur Reife einer mehrmonatigen, hohen Schneelage bedürfen und die sofort nach der Schneeschmelze in unmittelbarer Nähe von Schneefeldern fruktifizieren. SCHINNER (1982) untersuchte im Verlauf von 3 Jahren im Gebiet des Großglockner auch in der Schneezone lebende Arten und wies dabei auf die besonderen Bedingungen hin, die ihre Entwicklung von Spore zu Spore verlangt. So konnte er beobachten, daß, beispielsweise bei *Lamproderma caestiae*, Sporenkeimung und Entwicklung des Plasmodiums bei höheren Temperaturen (ca. 20°C) möglich sind, Sporocarpien bildeten sich hingegen nur bei anhaltend niedrigerer Temperatur (4°C). In den letzten Jahren wurde den nivicolen Myxomyceten besonders durch Frau M. MEYER, Frankreich, erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet (1986, 1987). Es zeigt sich, daß viele Arten, die MEYLAN in den Anfangsjahren dieses Jahrhunderts als Varietäten und Arten publizierte, tatsächlich existieren, während sie durch nachfolgende Autoren nur als Synonyme allgemein bekannter (Sammel-)Arten aufgefaßt wurden. Intensive Suche im Spätf Frühling und Frühsommer in Gebieten mit ausreichender Schneelage wird noch manche Probleme lösen.

Die Gattung *Lamproderma* wurde ausführlich von DENNISON (1945a, b) und KOWALSKI (1968, 1970) erörtert, hierauf wird verwiesen. Haben DENNISON (1945a: 81) 13 und KOWALSKI (1970: 621) 21 Arten anerkannt, gehen wir heute von 34 Sippen aus. Dies bestätigt die Vermu-

tung KOWALSKIS (1968: 758): „The longer I work in the mountains, the more I am convinced that *Lamproderma* will eventually contain more species than it does at present.“

Die Herbarangaben besagen: „Now.“: NOWOTNY, „B.“: BAUMANN, „M.“: NEUBERT, „NB.“: NANNENGA-BREMEKAMP. Soweit nicht anders vermerkt, ist bei den Sporenmaßen deren Skulptur eingeschlossen. In Übereinstimmung mit DORFELT (1988) wird für die sporenerzeugenden Fruchtkörper die Bezeichnung „Sporocarpien“ an Stelle von „Sporangien“ verwendet. Die letztere Bezeichnung sollte auf Strukturen mit zellulärer Wand beschränkt bleiben.

Wir danken ganz herzlich Frau NANNENGA-BREMEKAMP, Doorwerth, Niederlande, und Herrn Dr. SCHMID-HECKEL, Regensburg, für die Erlaubnis der Beschreibung der beiden neuen Arten *Lamproderma mucronatum* und *Lamproderma album*. Unser Dank gilt gleichermaßen Frau M. MEYER, Savoie, Frankreich, für die Zustimmung, einen Teil ihrer Beobachtungen in unserer Arbeit berücksichtigen zu dürfen. Nicht zuletzt herzlichen Dank den Direktionen des Botanischen Museums Berlin-Dahlem und des Staatsherbariums München für die Überlassung von Herbarmaterial zur Revision.

Unterklasse Stemonitomycetidae Ross.

(Zur Definition vgl. NEUBERT & BAUMANN 1987).

Ordnung Stemonitales Macbride.

N. Am. Slime-Moulds ed. 2: 122; 1922.

Die Ordnung hat die Merkmale der Unterklasse.

Schlüssel zu den Familien der Ordnung

Stemonitales.

1.1 Fruchtkörper zu Pseudoäthalien vereinigt, Capillitium aus wenig gewundenen Fäden, von der Basis zum lidartigen Oberteil verlaufend

Schenellaceae

1.2 Fruchtkörper Sporocarpien, Plasmodiocarpien, Äthalien oder Pseudoäthalien, Capillitium verzweigt und mehr oder weniger netzförmig, von der Columella, der Fruchtkörperbasis oder der Peridie ausgehend

Stemonitaceae

Die Familie Schenellaceae NANN.-BREM.

Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch., Ser. C, 70: 203; 1967.

Fruchtkörper zu Pseudoäthalien vereinigt, Peridie, mit Ausnahme der gedrängt sitzenden, becherähnlichen Basis und des lidartigen Oberteils, geschwunden, diese durch wenig gebogene, umeinandergedrehte Capillitiumfäden verbunden, die flächig wachsenden Pseudoäthalien durch eine flüchtige, membranähnliche Haut überzogen, Columella fehlend.

Zur Familie zählt eine Gattung: *Schenella* MACBR.: Mycologia, 3: 39; 1911, und zwei Arten, die lediglich von den Fundorten des jeweiligen Typus in Kalifornien bekannt sind.

Die Familie Stemonitaceae Rost.

Versuch S. 6; 1873 (als Tribus).

Fruchtkörper gestielte oder ungestielte Sporocarpien, Plasmodiocarpien, Äthalien oder Pseudoäthalien, Peridie dauerhaft oder früh schwindend, mit oder ohne Columella; Fäden des Capillitiums verzweigt, oft netzförmig, von der Columella, der Basis des Fruchtkörpers und/oder der Peridie ausgehend; Sporen in Masse schwarz oder braun.

NANNENGA-BREMEKAMP (1974), der nachstehend gefolgt wird, rechnet der Familie 16 Gattungen zu, MARTIN, ALEXOPOULOS & FARR (1983) anerkennen 10 Gattungen. Im Bundesgebiet sind, mit Ausnahme von *Paradiachea*, alle Gattungen nachgewiesen.

Schlüssel zu den Gattungen der Familie

Stemonitaceae.

1 Fruchtkörper Äthalien oder Pseudoäthalien 2

1* Fruchtkörper Sporocarpien oder Plasmodiocarpien, Einzel-fruchtkörper bei Reife stets deutlich ausgebildet 3

2.1 Fruchtkörper oft große, mehrere Dezimeter messende, dunkelbraune bis nahezu schwarze Äthalien, mit dünner, schwindender Haut überzogen, Capillitium fadenförmig, der Columella verbunden, mit blasenförmigen, netzig gekammerten Verdickungen

Brefeldia ROST.

2.2 Fruchtkörper Äthalien oder Pseudoäthalien, halbkugelig bis niedergedrückt, mit bald schwindender Haut überzogen, Sporen fast stets größer als 12 µm

Amaurochaete ROST.

2.3 Fruchtkörper Pseudoäthalien, aus dicht stehenden, miteinander verbundenen, stets sitzenden Sporocarpien, Columella hohl, ohne Oberflächennetz, Capillitium verzweigt oder netzförmig, Maschenwinkel verbreitert

Symphytocarpus B. ING & NANN.-BREM.

3 Fruchtkörper sitzend oder gestielt, selten plasmodiocarp 4

3* Fruchtkörper immer gestielt, Stiel normalerweise lang 7

4 Fruchtkörper stets sitzend, zylindrisch, bisweilen mit Columella, Peridie dauerhaft

Paradiachea HERTEL

4* Fruchtkörper nicht ausschließlich sitzend 5

5 Fruchtkörper sitzende oder kurz gestielte, kugelige Sporocarpien, Peridie zweilagig, äußerer Teil frisch gelatinös, Capillitium von der Basis zur Peridie verlaufend, verzweigt, bisweilen netzig

Colloderma G. LISTER

5* Äußerer Teil des Fruchtkörpers in frischem Zustand nicht gelatinös 6

6.1 Fruchtkörper sitzende oder mit kurzem, dickem Stiel versehene Sporocarpien, Peridie im oberen Bereich häufig dünn, zur Basis mit dicken, körnigen Kalkeinschlüssen, Capillitium vom Grunde des Fruchtkörpers ausgehend

Leptoderma G. LISTER

6.2 Fruchtkörper sitzende oder mit schwachen Stielchen versehene Sporocarpien oder Plasmodiocarpien, Peridie irisierend, dauerhaft; Columella fehlend; Capillitium vom Grunde des Fruchtkörpers ausgehend, ein lockeres oder dichtes Netz bildend

Diacheopsis MEYLAN

6.3 Fruchtkörper gestielte oder sitzende Sporocarpien, seltener Plasmodiocarpien, Peridie dauerhaft, oft in den Farben des Regenbogens irisierend, Columella meist stumpf, meist keulig endend, Capillitium meist von der Spitze der Columella

ausgehend, verzweigt, oft netzig, mit freien Enden an der Peripherie oder der Peridie angewachsen,

Lamproderma ROST.

- 7 Fruchtkörper mit bisweilen fragmentarischem Oberflächennetz des Capillitiums 8
 7* Fruchtkörper ohne Oberflächennetz 9
 8.1 Fruchtkörper einzeln in Trupps oder gebündelt wachsende Sporocarprien, Stiel hohl, hornartig, bisweilen länger als die Sporocarprien. Fruchtkörper mit vollständigem Oberflächennetz des Capillitiums

Stemonitis ROTH

- 8.2 Fruchtkörper einzeln in Trupps, Stiel kürzer als die Sporocarprien, an der Basis ein Netz faseriger Stränge, Capillitium mit fragmentarischem Oberflächennetz

Stemonitopsis (NANN.-BREM.) NANN.-BREM.

- 9 Columella an der Spitze mit scheibenförmigem Rest der sonst früh schwindenden Peridie, von dem das einfach verzweigte, nicht netzig verbundene Capillitium herabhängt

Enerthenema BOWMAN

- 9* Capillitium nicht von scheibenförmigem Peridienrest an der Spitze der Columella ausgehend 10
 10 Fruchtkörper meist winzige, kugelige Sporocarprien, deshalb fast ausschließlich in Kultur in feuchter Kammer und nicht im Felde zu finden 11
 10* Fruchtkörper in der Regel nicht so winzig 12
 11.1 Stiel an der Basis aus verflochtenen, rotbraunen Fasern, nach oben undurchsichtig schwarz, Columella bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, dort in das nicht netzig verbundene Capillitium verzweigend

Paradiacheopsis HERTEL

- 11.2 Stiel röhrenförmig hohl, durchscheinend, rotbraun, an der Basis gelblich, mit oder ohne Capillitium, falls vorhanden einige wenige Ästchen oder ein offenes, kugeliges Netz

Macbrideola H. C. GILBERT

- 12 Peridie meist lange bleibend, Stiel faserig, hohl, Columella etwa in der Mitte der Sporocarprien baumartig verzweigt in das Capillitium übergehend, Capillitium netzig verzweigt oder nicht, mit in der Regel freien Enden an der Oberfläche

Collaria NANN.-BREM.

- 12* Peridie meist flüchtig 13
 13.1 Stiel und Columella hornartig, hohl, undeutlich längsgestreift, Capillitium netzförmig, oft mit membranartigen oder blasigen Verbreiterungen

Stemonaria NANN.-BREM., SHARMA & YAMAMOTO

- 13.2 Stiel aus parallel angeordneten Fasern, Capillitium meist ohne verbreiterte Elemente

Comatricha PREUSS

***Collaria* NANN.-BREM.**

Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch. Ser. C, 70: 208; 1967.

Fruchtkörper in Gestalt mehr oder weniger kugeliger, gestielter Sporocarprien. Stiel hohl, aus parallelen Fasern, im oberen Teil meist undurchsichtig. Peridie bisweilen dauerhaft, stets mit einem dauerhaften, mehr oder weniger scheibenförmigen oder becherähnlichen Peridienrest an der Stielspitze, dieser mit dem Capillitium verbunden oder nicht. Columella etwa bis zur Mitte der Sporocarprien reichend. Capillitium aus gebogenen Ästen, die an der Spitze der Columella entspringen, verzweigt, mit oder ohne Querverbindungen zu einem inneren Netz, an der Oberfläche meist mit freien Enden. Typus: *Comatricha rubens* A. LISTER. Mycet., 123; 1894.

Der Gattung werden 6 Arten zugerechnet, wovon jeweils 2 in Baden-Württemberg sowie in Oberösterreich und 3 im Gebiet der Bundesrepublik nachgewiesen sind.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Collaria*:

- 1 Peridie überwiegend silbergrau, glänzend, dauerhaft
 1. *C. arcyrionema*
 1* Peridie nicht so, früh schwindend 2
 2.1 Sporen 6–8 µm, Peridie bisweilen als trichterförmiger Kragen am Stiel bleibend
 2. *C. lurida*
 2.2 Sporen 7–10 µm, Peridienrest nicht trichterförmig ausgebildet
 3. *C. elegans*

1. *Collaria arcyrionema* (ROST.) NANN.-BREM.

Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch., Ser. C, 70: 209; 1967

(Syn.: *Lamproderma arcyrionema* ROST.; Abb. 1, 1 und Abb. 3, 24, Farbt. 1).

Sporocarprien in großen Gruppen, dicht gedrängt oder zerstreut, gestielt, kugelig, 0,2–0,8 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 0,5–1,5 mm. Hypothallus bei Einzelfruchtkörpern scheibenförmig, sonst der Gruppe gemeinsam, braun, zur Stielbasis hin schwarzbraun. Stiel glänzend schwarz, zur Sporocarpie hin dünner werdend, 0,3–1 mm lang, 0,02–0,1 mm im Durchmesser. Peridie irisierend, überwiegend silbergrau, seltener goldgelb oder schwach violett, als Kragen an der Basis des Stieles bleibend, sonst dauerhaft, unregelmäßig lappig aufreißend, dann schwindend oder in Fetzen herabhängend, im durchfallenden Licht glatt, hellbraun. Columella nicht ganz bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, an der Spitze baumartig verzweigt in das Capilli-

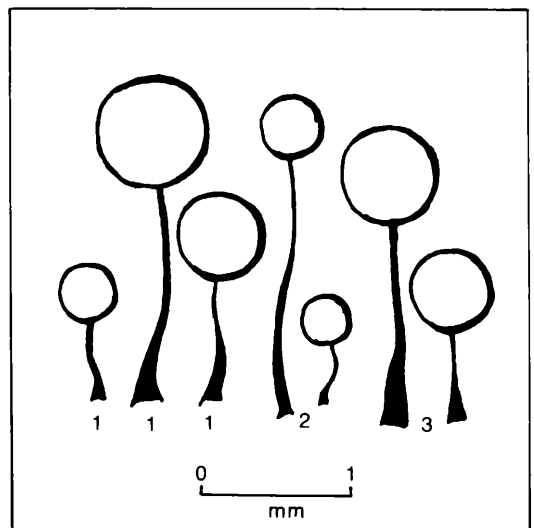


Abbildung 1 Umrisse der Fruchtkörper der Arten der Gattung *Collaria*. 1 *C. arcyrionema*, 2 *C. elegans*, 3 *C. lurida*. – Alle Zeichnungen W. NOWOTNY.

tium übergehend. Capillitium ein durchweg wellig gebogenes, braunes bis dunkelbraunes Netz, in der Nähe der Columella schwarzbraun, verfilzt, rau, Maschenwinkel nicht oder nur geringfügig dreieckig verbreitert. Sporen in Masse dunkelbraun bis schwarzbraun, im durchfallenden Licht hellbraun bis hell violettbraun, gleichmäßig dicht feinwarzig mit Gruppen dunklerer Warzen, 7–10 µm im Durchmesser. Plasmodium farblos bis wäbrig weiß.

C. arcyrionema ist eine Art des Flachlandes und der Mittelgebirge. In Baden-Württemberg ist sie bei Gomaringen in ca. 450 m Höhe nachgewiesen, WÄHNER und SENGE fanden sie im Raum Berlin. Der älteste Beleg stammt aus dem Staatsherbarium München von KUMMER, gesammelt 1854 im Gautinger Wald. Die Kollektionen aus

dem Bundesgebiet stammen nahezu ausschließlich aus den Monaten Juni bis August, in Oberösterreich wird die Art häufig bis in den September gefunden. Dabei erscheint die langgestielte Form in lockeren Gruppen bis vereinzelt, die kurzgestielte Form dicht gedrängt in Gruppen. Der kosmopolitisch verbreitete Myxomycet fruktifiziert auf Laub- und Nadelholz, in einem Falle auf *Piptoporus populinus*. Vergesellschaftungen sind bekannt mit *Cribraria cancellata*, *Enerthenema papillatum* und *Metatrichia vesparium*.

Von den beiden anderen hier erörterten Arten der Gattung ist *C. arcyrionema* durch das gedrängte Wachstum und die dauerhafte, überwiegend silbergraue, irisierende Peridie deutlich geschieden.

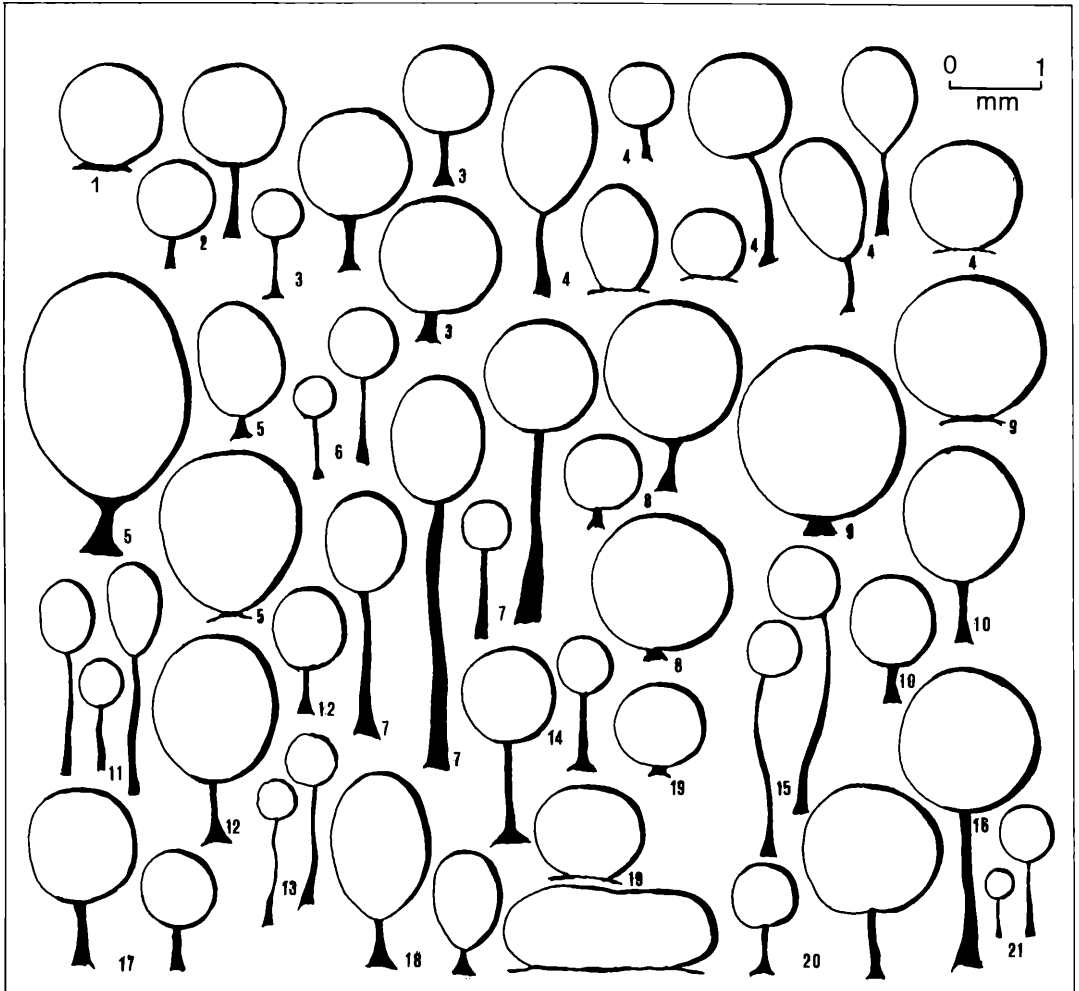


Abbildung 2. Umrisse der Fruchtkörper der Arten der Gattung *Lamproderma*.

1 *L. acanthosporum*, 2 *L. album*, 3 *L. arcyrionides*, 4 *L. atrosporum*, 5 *L. carestiae*, 6 *L. collinii*, 7 *L. columbinum*, 8 *L. cribrarioides*, 9 *L. cristatum*, 10 *L. echinosporum*, 11 *L. echinulatum*, 12 *L. fuscatum*, 13 *L. guillemae*, 14 *L. hieroglyphicum*, 15 *L. laxum*, 16 *L. longifilium*, 17 *L. maculatum*, 18 *L. ovoideum*, 19 *L. pulchellum*, 20 *L. sauteri*, 21 *L. scintillans*.

2. *Collaria lurida* (A. LISTER) NANN.-BREM.

Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch., Ser. C, 70: 209; 1967

(Syn. *Comatricha lurida* A. LISTER; Abb. 1, 3 und Abb. 3, 26).

Sporocarprien gestielt in Gruppen, 1–2 mm Gesamthöhe, kugelig, um 0,5 mm im Durchmesser. Hypothallus rotbraun, scheibenförmig um die Stielbasis. Stiel undurchsichtig schwarz, nur an der verbreiterten Basis rot-

braun, ca. 0,8–1,5 mm lang, 0,03–0,2 mm im Durchmesser. Peridie früh schwindend, an der Stielspitze in Fetzen oder als trichterförmiger Kragen bleibend. Columella maximal bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, an der Spitze wie die Hauptäste eines Baumes in das Capillitium übergehend. Capillitium dunkelbraun, wellig gebogen, verzweigt, mit Querverbindungen, freie Enden braun, bisweilen mit knotigen Verdickungen, etwas rau. Sporen in Masse dunkelbraun, im durchfallenden

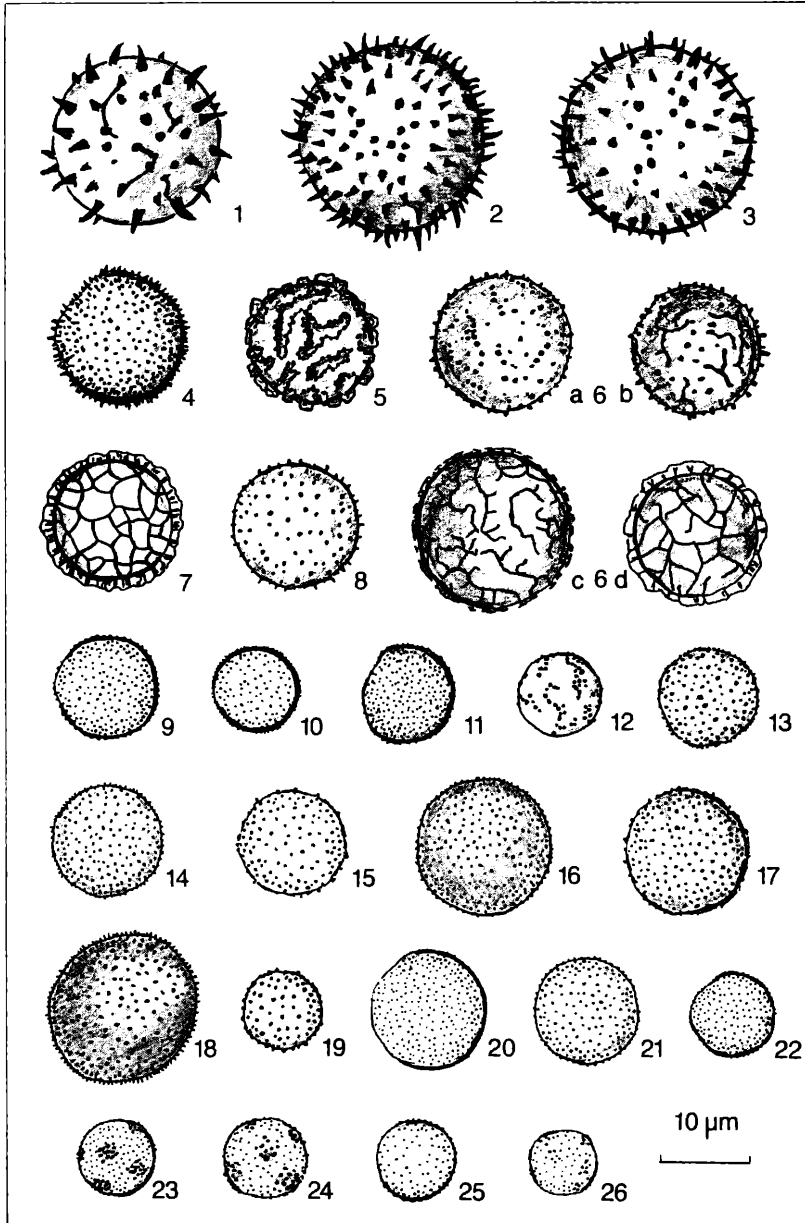


Abbildung 3. Sporen der Arten der Gattungen *Lamproderma* und *Collaria*.

1 *Lamproderma acanthosporum*; MEYER 5196, 2 *L. mucronatum*; M 83, 3 *L. echinulatum*; M 1978, 4 *L. echinosporum*; MEYER 2683, 5 *L. cristatum*; MEYER 2695, 6 *L. atosporum* s. l.; nach unveröffentlichten Zeichnungen von MEYER; a: 1004, b: 1256, c: 1145, d: 2274, 7 *L. cribrarioides*; NOW. 1699, 8 *L. guilielmae*; NOW. 851, 9 *L. longifilum*; NOW. 1200, 10 *L. laxum*; M 2160, 11 *L. fuscatum*; MEYER 2641, 12 *L. hieroglyphicum*; nach FLATAU (1982), 13 *L. album*; M 4489, 14 *L. columbinum*; NOW. 1620, 15 *L. carestiae*; NOW. 1737, 16 *L. ovoideum*; NOW. 1783, 17 *L. sauteri*; MEYER 2072, 18 *L. sauteri* var. *piriformis*; NOW. 1771, 19 *L. scintillans*; NOW. 1135, 20 *L. maculatum*; NOW. 1211, 21 *L. pulchellum*; NOW. 1705, 22 *L. arcyrioides*; NOW. 1676, 23 *L. collinii*; M 4259, 24 *Collaria arcyriionema*; NOW. 1572, 25 *C. elegans*; NOW. 1542, 26 *C. lurida*; M 4066.

Licht hellbraun bis hell lilabraun, gleichmäßig dicht feinwarzig mit schwachen Gruppen dunklerer Warzen, 6–8 µm im Durchmesser. Plasmodium durchscheinend weiß.

Der einzige uns aus der Bundesrepublik vorliegende Fund stammt aus Berchtesgaden, Röth, vom September 1982 auf Grünerle, zusammen mit *Arcyria helvetica*, leg. SCHMID-HECKEL, aus 1440 m Höhe. Die Art ist aus Oberösterreich noch nicht nachgewiesen.

Unsere sehr spärliche Aufsammlung weist im Bereich von Sporen und Capillitium Ähnlichkeit mit *L. arcyrionema* auf, von der sie sich insbesondere durch die früh schwindende Peridie unterscheidet.

3. *Collaria elegans* (RACIB.) DHILLON & NANN.-BREM. ex ING.

Trans. Brit. Mycol. Soc., 78 (3): 444; 1982.

(Syn.: *Comatricha elegans* (RACIB.) G. LISTER; Abb. 1, 2 und Abb 3, 26).

Sporocarpium gestielt, einzeln in lockeren Gruppen, kugelig, ohne Sporen bisweilen pinienartig aufgeschirmt, Gesamthöhe 0,5–2,5 mm, 0,15–0,3 mm im Durchmesser. Hypothallus braun, oft nicht erkennbar, auf den Bereich der Stielbasis scheibenförmig begrenzt. Stiel schwarz, im durchfallenden Licht dunkel rotbraun bis undurchsichtig schwarz, zur Spitze hin verjüngt, 0,3–2,2 mm lang, 0,01–0,1 mm im Durchmesser. Peridie früh schwindend, am Stiel als kragenähnlicher Rest bleibend. Columella Fortsetzung des Stiels, etwa bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, dort baumartig verzweigt in das Capillitium übergehend. Capillitium im unteren Bereich einzelne, verhältnismäßig gerade Äste, zur Peripherie dünner werdend, sich verzweigend, mehr oder weniger wellig gebogen, mit Querverbindungen und dann netzförmig, mit freien Enden im Außenbereich, dunkelbraun bis braun, schwach rau. Sporen in Masse braun, im durchfallenden Licht hellbraun, graubraun bis hell violettbraun, dicht bis zerstreut feinwarzig, oft mit kleinem, verdünntem Bereich im Umriß als Keimporus, 7–10 µm im Durchmesser. Plasmodium wäbrig weiß.

Die weltweit verbreitete Art wird sicher vielfach übersehen. Uns liegen wenige Funde aus der Schwarzwaldvorbergzone zur Rheinebene bei Bühl und aus den höchsten Lagen des Schwarzwaldes bis ca. 1000 m vor, in wenigen Aufsammlungen ist *C. elegans* aus Oberösterreich nachgewiesen, wo sie vereinzelt aber auch in dicht stehenden Gruppen mit etwa 50 Fruchtkörpern nachgewiesen ist. Als Substrat sind Edelkastanie, Hainbuche und Birke vermerkt. In einem Falle erschienen die Sporocarpium in Kultur nach 8 Wochen auf Baumrinde. Vergesellschaftungen sind bekannt mit *Arcyria pomiformis*, *Echinostelium minutum*, *Echinostelium cribrarioides*, *Licea minima*, *Physarum robustum* und *Trichia varia*. Die Erscheinungszeit der Freilandfunde fällt in die Monate August, Oktober und November. *C. elegans* ist von *C. arcyrionema* durch die früh schwindende Peridie und die Skulptur der Sporen geschieden. Die Sporocar-

pium sind meist kleiner, die Sporen in Masse heller braun. Nach MARTIN & ALEXOPOULOS (1969: 233) besteht Ähnlichkeit zu *C. lurida*, der Unterschied sei „... mainly of degree rather than kind“ Inwieweit dies für unseren Raum zu bestätigen wäre ist derzeit nicht feststellbar. Der als *C. lurida* angesprochene, spärliche Fund von SCHMID-HECKEL läßt eine Aussage nicht zu.

Nicht beschriebene Arten der Gattung *Collaria*

C. biasperospora (KOWALSKI) DHILLON & NANN.-BREM. ex ING. Trans. Brit. Mycol. Soc., 78 (3): 444; 1982. Bekannt aus den USA.

C. retispora DHILLON & NANN.-BREM. Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch. Ser. C, 80 (4): 262; 1977. Bekannt von der Typuskollektion aus Indien.

C. rubens (A. LISTER) NANN.-BREM. Bekannt aus der Schweiz, den Niederlanden, Großbritannien und den USA.

Lamproderma ROST.

Versuch: 7; 1873.

Fruchtkörper gestielte oder sitzende Sporocarpium, selten Plasmodiocarpium, kugelig, breit eiförmig oder birnförmig. Hypothallus scheibenförmig an der Stielbasis oder zusammenfließend, hell bis dunkel rotbraun bis schwarz, meist glänzend. Stiel schwarz, blaß orangebraun bei *L. verrucosum*, oft glänzend, aus ineinander verflochtenen Fäden, im durchfallenden Licht undurchsichtig schwarz oder dunkel rotbraun. Peridie häutig dünn, meist dauerhaft, bisweilen im oberen Bereich flüchtig und dort unregelmäßig schollig aufreißend und abfallend, am Stiel fast stets als kragenförmiger Rest bleibend, meist metallisch irisierend, oft in fast allen Farben des Regenbogens glänzend. Columella $\frac{1}{3}$ bis seltener $\frac{2}{3}$ der Sporocarpie durchziehend, zylindrig bis keulig, meist an der Spitze abgerundet, dort mitunter verdickt, selten verjüngend oder verzweigt. Capillitium überwiegend von der Spitze der Columella ausgehend, steif, seltener wellig gebogen oder elastisch, oft spitzwinklig verzweigt, Verzweigungen zur Peripherie zunehmend, dabei dünner werdend, durch Querverbindungen zu einem dichten, seltener offenen inneren Netz verbunden, ohne Oberflächennetz, im Innern der Sporocarpie meist dunkelbraun bis schwarzbraun, selten hellbraun bis farblos, zur Peridie hin meist ausblassend, Enden frei auslaufend oder mit der Peridie verbunden. Sporen in Masse dunkelbraun bis schwarz, rotbraun bei *L. fuscatum*, mit deutlicher Skulptur, einige Arten ausschließlich nivicol.

Typus: *Physarum columbinum* PERS. In FÜCKEL. Jahrb. Nass. Ver. Nat. 27–28: 69; 1873.

Mit den hier vorgestellten 3 neuen Arten werden 34 Arten anerkannt, hiervon sind in der Bundesrepublik Deutschland 15 nachgewiesen, 7 davon in Baden-Württemberg. In Oberösterreich wurden bislang 14 Arten gefunden. 6 Arten aus dem österreichischen und französischen Alpenraum können auch in den deutschen Alpen erwartet werden: *L. acanthosporum*, *L. cristatum*, *L. fuscatum*, *L. longifilum*, *L. maculatum* und *L. pulchellum*. *L. acanthosporum* und *L. cristatum* sind

bislang auch aus Oberösterreich nicht bekannt.

Schlüssel zu den Arten der Gattung *Lamproderma*

- 1 Sporen mit Stacheln oder Warzen, grob oder fein, nie reihig angeordnet 5
 1* Sporen anders 2
 2 Sporen um 10 µm und kleiner, mit unregelmäßig reihig angeordneten, feinen Warzen, halbseitig heller
 3. *L. hieroglyphicum*
 2* Sporen 10 µm und größer 3
 3 Sporen mit isolierten, unregelmäßigen, blasigen Erhebungen, diese von dunklen Warzen gesäumt, nivalcol
 2. *L. cristatum*
 3* Sporen anders 4
 4.1 Sporen mit reihig oder netzig angeordneten Stacheln oder gratig-netzig, Netz unterbrochen bis vollständig, Capillitium-enden trichterig erweitert, nivalcol (Sammelart)
 3. *L. atrosporum*
 4.2 Sporen mit vollständig gratig-netziger Struktur, Capillitium-enden spitz auslaufend, nivalcol
 4. *L. cribrarioides*
 4.3 Sporen um 20 µm mit 2 µm langen Stacheln, diese oft gebogen, auf der Sporenoberfläche oft mit gratig-netzigen Elementen, nivalcol
 5. *L. acanthosporum*
 5 Sporen mit etwa 2 µm langen Stacheln 6
 5* Sporen mit kleineren Stacheln oder mit Warzen 8
 6 Fruchtkörper stets sitzend oder auf etwas erhöhtem Hypothallus, Peridie mit dunklen, fleckigen Vertiefungen, nivalcol
 5. *L. acanthosporum*
 6* Fruchtkörper immer gestielt, Stiel stets länger als der Durchmesser der Sporocarpien 7
 7.1 Capillitium hellbraun, kaum verzweigt, Stacheln der Sporen oft gebogen
 6. *L. mucronatum*
 7.2 Capillitium dunkelbraun, gegen die Peridie zu verzweigt, Stacheln der Sporen gerade, kaum 2 µm lang
 7. *L. echinulatum*
 8 Capillitium elastisch 9
 8* Capillitium unelastisch starr 10
 9.1 Peridie schwach irisierend, mit derben, dunklen, erhabenen Flecken, Capillitium an der Basis netzig, dann unverzweigt in sehr langen Fäden austretend, nivalcol
 8. *L. longifilum*
 9.2 Peridie irisierend, golden bis stahlblau, Capillitium zunächst unverzweigt, dann ein Netz bildend, ohne freie Enden
 9. *L. laxum*
 10 Peridie ganz oder teilweise mit erhabenen oder eingesenkten, dunklen, pockennarbig erscheinenden Flecken, im durchfallenden Licht als dunkle Marmorierung erscheinend 11
 10* Peridie nicht fleckig 16
 11 Fruchtkörper im Durchmesser unter 1 mm, Stiel erheblich länger als der Durchmesser der Sporocarpie
 10. *L. guilmae*
 11* Fruchtkörper im Durchmesser 1 mm oder größer, sitzend oder kurz gestielt 12
 12 Stacheln der Sporen 1 µm oder größer 13
 12* Stacheln oder Warzen unter 1 µm 14
 13.1 Fruchtkörper sitzend, Sporen um 20 µm, Stacheln 2 µm lang, nivalcol
 5. *L. acanthosporum*
 13.2 Fruchtkörper meist gestielt, Sporen 13–16 µm im Durchmesser, Stacheln bis 1 µm lang, meist mit vorspringendem Keimporus, nivalcol

11. *L. echinosporum*
 14 Sporen 12–15 µm, dicht feinwarzig, auf einer Seite deutlich heller, nivalcol
 12. *L. maculatum*
 14* Sporen nie größer als 12 µm 15
 15.1 Capillitium elastisch in sehr langen Fäden auslaufend, Sporen 11–12 µm im Durchmesser
 8. *L. longifilum*
 15.2 Capillitium nicht elastisch, an der Peripherie netzig, Fruchtkörper nach Sporenverlust weiß, Sporen 10–11 µm im Durchmesser
 13. *L. album*
 16 Sporen ca. 10 µm im Durchmesser oder kleiner 17
 16* Sporen mindestens 10 µm im Durchmesser, meist größer 22
 17 Columella an der Spitze meist verzweigt, Sporen 7–8 µm im Durchmesser, feinwarzig mit Gruppen größerer Warzen
 14. *L. collinii*
 17* Columella unverzweigt, Sporen ohne dunkle Warzengruppen 18
 18 Capillitium elastisch, an der Columella zunächst unverzweigt, zur Peridie ein geschlossenes Netz ohne freie Enden, Sporen 7–10 µm im Durchmesser, mit feinen, mäßig dicht stehenden Warzen
 9. *L. laxum*
 18* Capillitium nicht elastisch, durchweg vernetzt, mit freien Enden 19
 19 Capillitium nach Sporenverlust weißgrau bis weiß 20
 19* Capillitium nach Sporenverlust nicht weiß 21
 20.1 Fruchtkörper stets gestielt, um 0,6 mm im Durchmesser, Sporen 8,5–9,5 µm
 15. *L. arcyrioides* var. *leucofilum*
 20.2 Fruchtkörper oft sitzend oder kurz gestielt, auch plasmodiocarp, 0,7–1,4 mm im Durchmesser, Capillitium bandartig verbreitert, Sporen 9,5–11,5 µm im Durchmesser, nivalcol
 16. *L. pulchellum*
 21.1 Capillitium im Bereich der Columella stets hell, fast farblos, dann dunkler werdend, Stiel immer länger als der Durchmesser des Fruchtkörpers, Sporen 7–10 µm, Warzen verhältnismäßig entfernt stehend
 17. *L. scintillans*
 21.2 Capillitium an der Columella farblos bis braun, Fruchtkörper 0,4–1,5 mm im Durchmesser, Stiel meist kleiner als der Durchmesser des Fruchtkörpers, Sporen 8–11 µm, feinwarzig
 15. *L. arcyrioides* var. *arcyrioides*
 22 Sporen um 20 µm im Durchmesser, Stacheln der Sporen länger als 1 µm, Capillitium strahlend von der Columella ausgehend, wenig verzweigt, Fruchtkörper langgestielt
 7. *L. echinulatum*
 22* Sporen kleiner, Skulptur kaum 1 µm erreichend 23
 23 Stiel stets länger als der Durchmesser des Fruchtkörpers, dieser meist unter 1 mm im Durchmesser 24
 23* Stiel in der Länge höchstens dem Fruchtkörperdurchmesser entsprechend, meist kürzer, Fruchtkörper 1 mm im Durchmesser oder größer 25
 24.1 Fruchtkörper 0,3–0,6 mm im Durchmesser, Peridie mit dunklen, pockennarbig Vertiefungen, Capillitium hellbraun bis farblos
 10. *L. guilmae*
 24.2 Fruchtkörper 0,4–1 mm im Durchmesser, Peridie ohne Flecken, Capillitium braun, farblos nur an den äußersten Enden
 18. *L. columbinum*
 25 Sporen 10–12 µm im Durchmesser 26

- 25* Sporen um 12–20 µm im Durchmesser 29
 26 Peridie, Capillitium und Sporenmasse gleichfarbig rotbraun, kaum irisierend, Sporen 10–11 µm im Durchmesser, dicht feinwarzig, nivicol
 19. *L. fuscatum*
 26* Peridie, Capillitium und Sporenmasse nicht einheitlich rotbraun 27
 27 Capillitium dunkel rotbraun, nur an den äußersten Enden farblos, Fruchtkörper kurzzyllindrisch bis eiförmig, Sporen 10–12 µm, nivicol
 20. *L. carestiae*
 27* Capillitium bald nach Austritt aus der Columella hellbraun bis hyalin, Fruchtkörper dadurch nach Sporenverlust grauweiß bis weiß, Fruchtkörper kugelig 28
 28.1 Peridie an der Basis dunkelfleckig, schwach irisierend, Fruchtkörper gestielt, Sporen 10–11 µm im Durchmesser
 13. *L. album*
 28.2 Peridie nicht dunkelfleckig, im oberen Bereich stark blaugrün irisierend, an der Basis glänzend dunkelbraun, Fruchtkörper kurz gestielt, oft sitzend, auch plasmodiocarp
 16. *L. pulchellum*
 29.1 Capillitium sehr dunkel, kräftig grobnetzig, zur Peridie nicht heller werdend, Fruchtkörper birn- bis eiförmig, Sporen 14–19 µm, dicht fein- bis grobstachelig, nivicol
 21. *L. ovoideum*
 29.2 Capillitium rotbraun mit deutlichen hyalinen Enden, Fruchtkörper kugelig, Sporen 12–15 µm, feinstachelig, auf einer Seite heller, nivicol
 22. *L. sauteri*
 29.3 Capillitium dunkelbraun, mit trichterartig erweiterten Enden, diese oft heller, Sporen dunkel, 10–20 µm im Durchmesser, Stacheln bis 1 µm lang, nivicol (Sammelart)
 3. *L. atrosporum*

1. *Lamproderma hieroglyphicum* FLAT.

Z. Mykol., 48 (2): 257; 1982.

(Abb. 2, 14 und 3, 12) (Die Beschreibung folgt der Originaldiagnose, Material lag uns nicht vor).

Sporocarpium gesellig, gestielt, kugelig, 0,4–1 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 1,5–2 mm. Hypothallus der Fruchtkörpergruppe gemeinsam, am Rande farblos, zur Stielsbasis dunkel rotbraun. Stiel schwarz, glänzend, gefurcht, mitunter abgeflacht, gedreht, 0,6–1 mm lang, an der Basis 0,2 mm dick, zur Stielspitze hin verjüngt. Peridie dauerhaft oder unregelmäßig schollig abbrechend, an der Basis als Kragen um den Stiel bleibend, violett, blau bis bronzefarben irisierend. Columella bis etwa zur Mitte der Sporocarpie reichend, an der Spitze abgerundet und meist knotig verdickt. Capillitium von der gesamten Columella ausgehend, am Grunde und an den Enden blaßbraun, sonst dunkelbraun, starr, spitzwinkelig verzweigt, mit Querverbindungen und spindelförmigen Anschwellungen, bisweilen feinwarzig besetzt. Sporen in Masse dunkelbraun, im durchfallenden Licht hell lilabraun, auf einer Seite farblos, mit dunklen, in unregelmäßigen Gruppen und gewundenen Reihen entfernt angeordneten Warzen, 8–10 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Die Art ist vom Fundort des Typus: Reinhardswald bei Kassel im November 1980 an Buchenrinde, bekannt. Der Fundort liegt etwa in 300 m Höhe, Vergesellschaftungen sind nicht vermerkt.

Die Art ist durch die Struktur des Capillitiums in Verbindung mit der Skulptur der Sporen festgelegt. Ähnliche Sporen finden sich bei *L. verrucosum*, die spindelförmigen Verdickungen des Capillitiums sind bislang in der Gattung nicht beobachtet.

2. *Lamproderma cristatum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 53: 457; 1920.

(Abb. 2, 9 und Abb. 3, 5; Farbt. 4).

Sporocarpium locker verteilt bis dicht gedrängt, sitzend oder sehr kurz gestielt, eiförmig bis, selten, kugelig, 0,8–1,9 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 2 mm. Hypothallus rotbraun, oft ablösend, im durchfallenden Licht dunkel genetzt, schwammartig. Stiel dunkel rotbraun bis schwarz, bis 0,3 mm lang, meist ersetzt durch die zusammengezogene Basis der Sporocarpie. Peridie lappig aufreißend, in großen Stücken abfallend, Basis bleibend, bleigrau, schwach glänzend, selten irisierend. Columella $\frac{1}{2}$ der Sporocarpie erreichend, verjüngt oder etwas erweitert, im oberen Teil mit großen, häutigen Elementen ins Capillitium übergehend. Capillitium rotbraun, oft recht dunkel, dicht netzig, nach außen dichter und feiner, äußerste Enden sehr hell bis farblos, mit zerstreuten, großen, dunklen, spindelförmigen Erweiterungen. Sporen in Masse dunkel graubraun, im durchfallenden Licht graubraun, 13–14,5 µm im Durchmesser, besetzt mit unregelmäßigen, blasigen Flecken, diese von dunklen, kleinen Warzen gesäumt, im Umriß als unterbrochener, bis 1,2 µm hoher Grat erscheinend. Plasmodium unbekannt.

Die Art war lange Zeit nur aus dem Schweizer Jura (Aiguille de Baulmes) bekannt, wo sie MEYLAN im Mai 1919 am Rande des schmelzenden Schnees in ca. 1300 m Höhe fand, zusammen mit *L. sauteri* und *L. cribrarioides* et de la plupart des autres espèces nivales." (MEYLAN 1921, a. a. O.). Erst in den letzten Jahren konnte *L. cristatum* durch M. M. MEYER auch in den französischen Alpen (Savoie) nachgewiesen werden. Sie gehört zu den seltenen Arten und fruktifiziert auf Pflanzenresten und *Vaccinium myrtillus*. Die Art ist sicher im gesamten Alpengebiet zu erwarten. Die einzigartige Sporenskulptur aus unregelmäßig blasigen Erhebungen, die von dunklen Warzen gesäumt sind, schließt eine Verwechslung mit anderen Arten aus.

3. *Lamproderma atrosporum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 46: 51; 1910.

(Abb. 2, 4, Abb. 3, 6 und 4, D; Farbt. 7).

Sporocarpium gesellig bis dicht gedrängt, sitzend oder gestielt, kugelig bis eiförmig oder birnförmig, 0,3–1 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 0,3–2,5 mm. Hypothallus rotbraun, der Gruppe gemeinsam. Stiel bis 1,2 mm lang, 0,2 mm im Durchmesser, an der Basis oft bis 0,4 mm verbreitert, schwarz. Peridie dunkel, kaum irisierend, im oberen Bereich flüchtig, kleine Fragmente den Capillitiumenden anhaftend, an der Basis oft länger bleibend, im durchfallenden Licht rotbraun. Columella sehr dunkel rotbraun bis schwarz, zylindrisch, bisweilen keu-



Collaria arcyronema; nat. Gr. ca. 1 mm



Lamproderma collinii; nat. Gr. ca. 1,5 mm; M 4259, B 1138, NB 14.348



Lamproderma scintillans; nat. Gr. ca. 1 mm; M 2884



Lamproderma maculatum; nat. Gr. ca. 1,5 mm; NOW. 1211, M 4806



Lamproderma guilielmae; nat. Gr. 1,5 mm; Museum Berlin-Dahlem, Sammlung JAAP Nr. 211



Lamproderma echinosporum; nat. Gr. ca. 1,5 mm; NOW. 1736



Lamproderma sauteri; nat. Gr. ca. 1,5 mm; Staatsherb. München Nr. 88–87/40



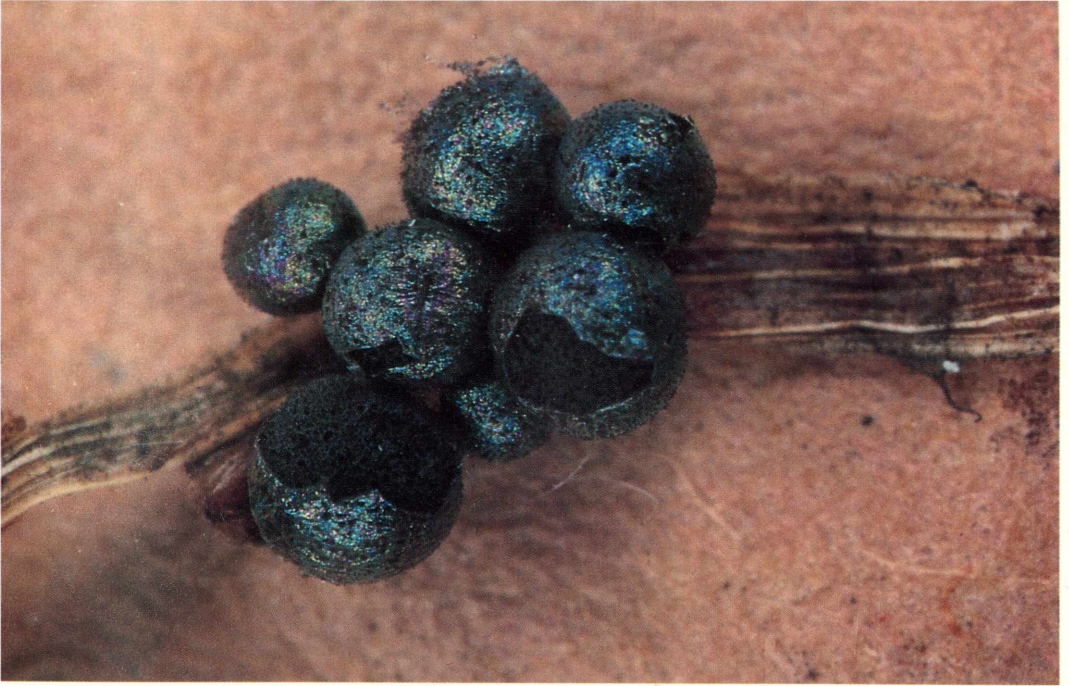
Lamproderma cristatum; nat. Gr. ca. 1,5 mm; NOW. 1726, M 5316



Lamproderma ovoideum; nat. Gr. ca. 1,5 mm; Staatsherb. München Nr. 88-87/39



Lamproderma fuscatum; nat. Gr. ca. 1,5 mm; Now. 1847



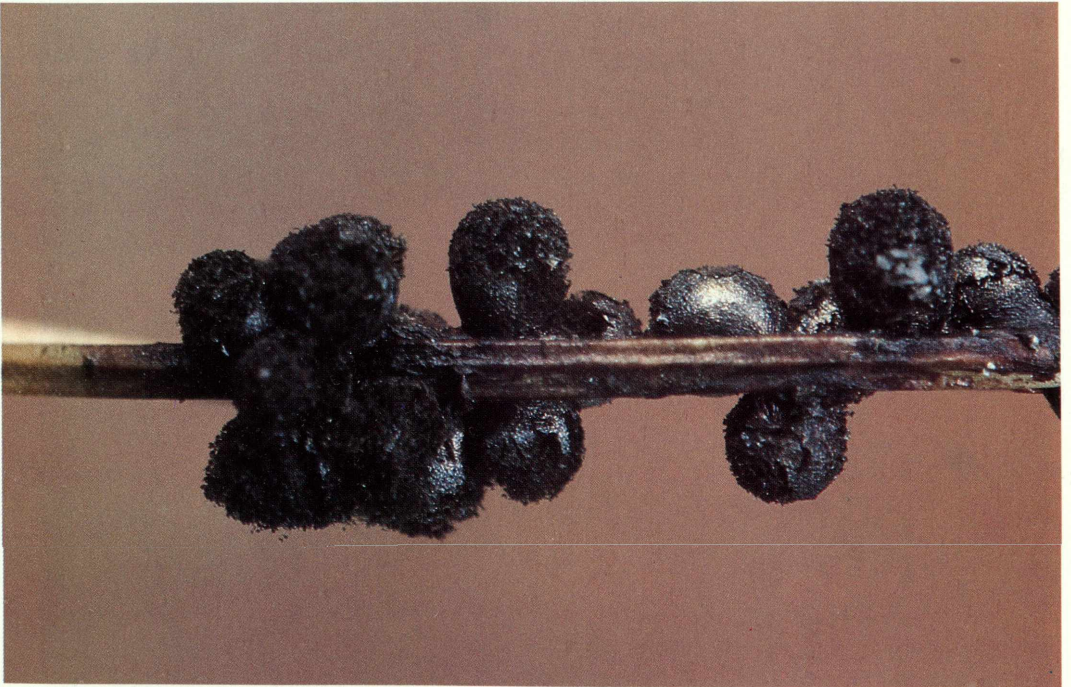
Lamproderma cribrarioides; nat. Gr. ca. 1,5 mm; Staatsherb. München Nr. 88-87/50



Lamproderma pulchellum; nat. Gr. ca. 1 mm; Now. 1705



Lamproderma mucronatum; nat. Gr. ca. 3 mm; NB 6390, M 83



Lamproderma atrosporum; nat. Gr. ca. 1 mm; Staatsherb. München Nr. 87-86/53, 54



Lamproderma columbinum; nat. Gr. ca. 3 mm; M 2161a



Arcyria helvetica; nat. Gr. ca. 2 mm; M 2352

lig verdickt, den Fruchtkörper zur Hälfte bis $\frac{2}{3}$ durchlaufend, oft mit häutigen Verbreiterungen in das Capillitium übergehend. Capillitium von der gesamten Columella ausgehend, am stärksten an der Spitze und dort oft kopfweidenartig, gerade, verzweigt, netzbildend mit zahlreichen freien Enden, diese trichterförmig erweitert der Peridie angewachsen, dunkel rotbraun bis schwarzbraun, trichterige Erweiterungen oft heller. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht dunkel purpurbraun, Skulptur sehr unterschiedlich, locker bis dicht grobstachelig, Stacheln in Reihen angeordnet, Stacheln oder Grate in mehr oder weniger vollständigem Netz, 12–20 μm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt. Die nivicole Art wurde von SCHRÖPPEL und POELT bei Pfronten im Allgäu in 1550 m nachgewiesen. Die

Fruchtkörper besiedeln lebende und tote Pflanzenteile und erscheinen in den Monaten Mai und Juni. In Frankreich und Oberösterreich gehört *L. atrosporum* zu den häufigen nivicolen *Lamproderma*-Arten. Weiter ist die Art vom nordamerikanischen Kontinent und aus der Schweiz bekannt.

L. atrosporum muß als Sammelart betrachtet werden. Zu groß sind die Unterschiede in Fruchtkörperform, Stielausbildung, Sporengröße und Sporenskulptur. M. MEYER (briefl. Mitt.) unterscheidet 7–8 Sippen.

L. cribrarioides sensu KOWALSKI gehört ebenfalls in die „*Atrosporum*gruppe“ Europäisches Material von *L. cribrarioides* läßt sich deutlich abgrenzen. *L. atrosporum* ist häufig mit anderen nivicolen Myxomyceten vergesellschaftet.

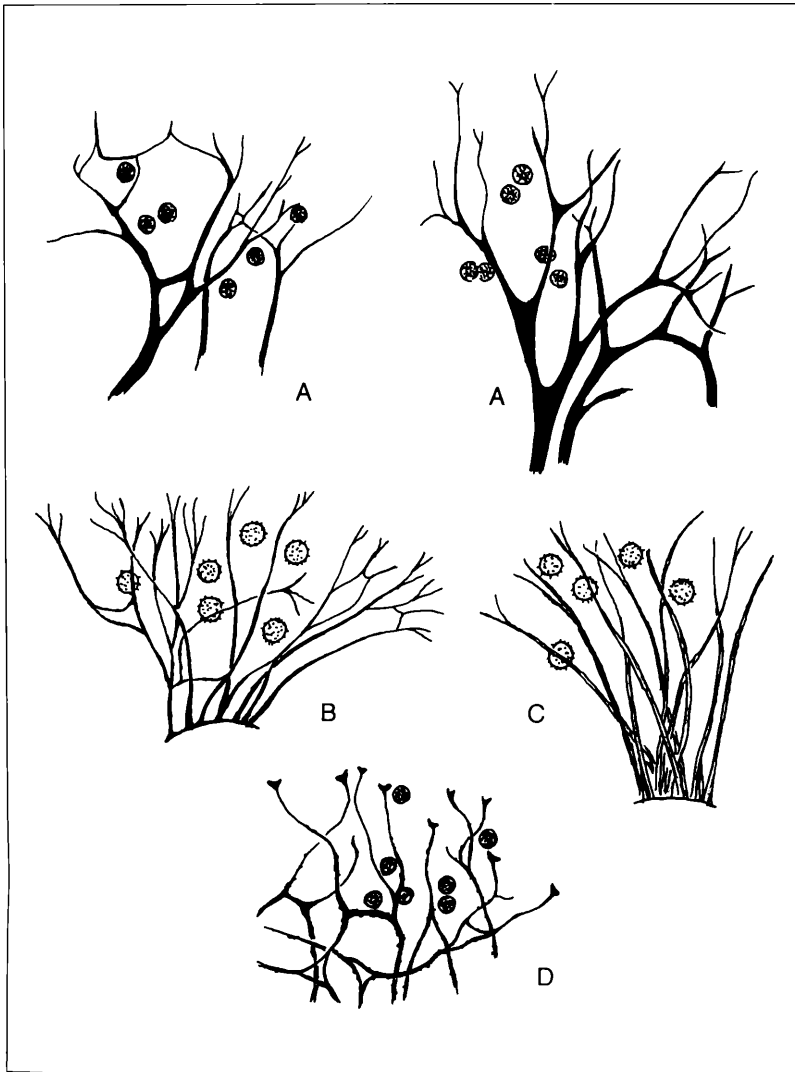


Abbildung 4. Capillitium einzelner *Lamproderma*-Arten. A *Lamproderma cribrarioides*; NOW. 1392, B *L. echinulatum*; M 1978, C *L. mucronatum*; M 83, D *L. atrosporum*; NOW. cf. 1893.

4. *Lamproderma cribrarioides* (FRIES) R. E. FRIES.

Sv. Bot. Tidskr., 4: 259; 1911.

(Abb. 2, 8, Abb. 3, 7 und Abb. 4, A; Farbt. 6).

Sporocarprien fast sitzend oder kurz gestielt, dicht gedrängt, kugelig, 0,5–1,5 mm im Durchmesser, 0,5–2 mm Gesamthöhe. Hypothallus durchscheinend rotbraun, zum Stiel hin dunkler, schließlich schwarz, zusammenfließend. Stiel bis 0,5 mm lang, um 0,2 mm im Durchmesser, oft abgeflacht, schwarz. Peridie meist stark in blauen Tönen irisierend, selten matt blaugrau, lange bleibend, im oberen Bereich unregelmäßig, lappig aufreißend und bis zu $\frac{2}{3}$ schwindend, im durchfallenden Licht blaßbraun bis farblos. Columella zylindrisch, etwa bis zur Mitte des Fruchtkörpers reichend, schwarz, zur Spitze hin mit membranartigen Verbreiterungen in das Capillitium übergehend. Capillitium von der ganzen Columella ausgehend, rotbraun, steif, verzweigt, an den Verzweigungsstellen oft verbreitert, nach außen heller werdend, mit zahlreichen, freien, spitz zulaufenden, hyalinen Enden. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht dunkel violettbraun, mit vollständigem Netz unterschiedlicher Maschenweite, ca. 10–20 Maschen pro Halbkugel, Maschen aus 1–1,5 µm hohen gratigen Erhebungen, dadurch mit deutlich abgegrenzter Randzone, 12–15,5 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Diese nivicole Art ist aus den Allgäuer und Berchtesgadener Alpen in Höhen zwischen 1200 und 1700 m in den Monaten Mai und Juni nachgewiesen. Bei SCHINZ (1920) ist ein Fund aus Thüringen erwähnt. *L. cribrarioides* ist im gesamten Alpenraum bekannt, in Frankreich nach MEYER (1987) selten, in Oberösterreich verhältnismäßig häufig. Außerhalb des Alpenraumes sind Skandinavien und die USA Verbreitungsgebiete.

Die Kombination von blau irisierender Peridie und Sporen mit gratiger Netzzeichnung unterscheidet von anderen Arten. Formen von *L. atrosporum* besitzen allerdings ebenfalls Sporen mit gratigem Netz, die denen von *L. cribrarioides* nahekommen. Ihr Netz ist allerdings selten vollständig, die Capillitiumenden von *L. atrosporum* besitzen die typischen trichterförmigen Erweiterungen, die Peridienfragmenten angeheftet sind, das Capillitium ist insgesamt dunkler, die Peridie schwindet früh und zeigt nie den Glanz und die Blautöne von *L. cribrarioides*.

5. *Lamproderma acanthosporum* KOWALSKI.

Mycologia, 60: 762; 1968.

(Abb. 2, 1 und Abb. 3, 1).

Sporocarprien zu 2–3 locker verteilt, meist nur wenige Fruchtkörper, sitzend oder auf einer leichten Erhebung des Hypothallus, mehr oder weniger kugelig, um 1 mm im Durchmesser. Hypothallus braun, wenig glänzend, im durchfallenden Licht an der Basis der Sporocarpie mit einem dreidimensionalen, röhrigen Netz, schwammartig. Peridie silbrig grau bis braun mit dunklen, vertieften Flecken, in große Stücke reißend, isolierte Peridienteile silbrig mit braunen Flecken, im durchfall-

enden Licht hellbraun mit dunkelbrauner, fleckiger Marmorierung. Columella bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, stumpfkegelig. Capillitium hauptsächlich von der Spitze der Columella ausgehend, dunkelbraun, ein steifes, weitmaschiges, einheitliches Netz bildend, an den äußersten Spitzen farblos, rau, teils mit größeren Knoten, verbreitert an den Verzweigungsstellen, dunkle, spindelförmige, große, dreieckige Erweiterungen nahe der Peripherie. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht dunkelbraun, mit groben, unregelmäßig verteilten, um 2 µm langen Stacheln, mit schwarzen, gratig bis netzigen Elementen, an die Hülle der Edelkastanie *Castanea sativa* erinnernd, 20–24 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

L. acanthosporum zählt zu den sehr seltenen nivicolen Arten. Zunächst waren nur wenige Funde aus den USA bekannt. M. MEYER konnte in den letzten Jahren die Art einige Male in Savoie, Frankreich, nachweisen. Die Sporocarprien fruktifizierten auf *Vaccinium myrtillus*, vergesellschaftet mit *Diacheopsis metallica*. Von allen anderen Arten der Gattung ist *L. acanthosporum* durch die Sporen deutlich abgegrenzt.

6. *Lamproderma mucronatum* NEUB., NOW. & BAUM. n. sp.

(Etymologie: *mucronatus* [lat.]: stachelspitzig; bezogen auf die Skulptur der Sporen).

Holotypus: collectus Aug. 1966 ad locum Teutoburger Wald prope Iburg in trunco putrido coniferae, depositus in herbario NANNENGA-BREMEKAMP sub numero 6390; in coll. H. NEUBERT M 83: Isotypus.

(Abb. 3, 2 und Abb. 4, C; Farbt. 7).

Sporocarpia longiter stipitata, globosa, gregaria, 0,5–1 mm in diametro, 2–4 mm in altitudine universa, cacumine stipitis interdum umblicata. Hypothallus brunneus, ad medium ater, irregulariter in forma disci basim stipitis circumdans. Stipes ater, splendens, rotundus vel applanatus, longitudinaliter striatus, 1,5–3 mm longus, 0,1–0,2 mm in diametro. Peridium persistens, iridescens, virescens, caeruleum, violaceum vel lilacinum, incompositum se aperiens, in partes inconstantes divisum, lucem orientem versus visum sine colore vel brunnescens. Columella atra, medium vel duae partes sporocarpii attingens, forma cylindrica, cacumine rotundata. Capillitium forma radii ex apice et parte superiore columellae oriens, ad columellam fasciatum, usque ad 15 µm dilatatum, non vel paulum ramificatum, praecipue ad fines, paucae trabeculae, peridio adnexum, subfuscum, ad peridium sine colore. Sporae globosae, atrae, lucem orientem versus visae brunneae, irregulariter spinulosae, spinae ad 2 (4) µm longae, interdum acumine curvato, ut fructificatio *Castaneae sativae*, sine spinis 18–24 µm in diametro. Plasmodium ignotum.

Sporocarprien lang gestielt, rund, gesellig in Gruppen, 0,5–1 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 2–4 mm, zur Stielspitze hin bisweilen schwach genabelt. Hypothallus rotbraun, zum Stiel schwarz, unregelmäßig scheibenförmig den Stielgrund eines oder mehrerer Fruchtkörper umgebend. Stiel schwarz, glänzend, rund bis abgeflacht, längsgerieft, 1,5–3 mm lang, 0,1–0,2 mm im Durchmesser. Peridie dauerhaft, irisierend, grün, blau,

violett bis lila, unregelmäßig aufreißend und in ungleichmäßige Stücke zerfallend, im durchfallenden Licht farblos bis braun. Columella schwarz, $1/2$ bis $2/3$ des Fruchtkörpers durchlaufend, zylindrisch, zum Ende abgerundet. Capillitium strahlenförmig vom oberen Teil der Columella ausgehend, dort bandartig, bis $15\ \mu\text{m}$ verbreitert, ohne oder mit wenigen Verzweigungen, insbesondere an den Enden, mit wenigen Querverbindungen, der Peridie angewachsen, hellbraun, an den Enden zur Peridie hin farblos. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht braun, mit 2 (4) μm langen, bisweilen an der Spitze abgelenkten, unregelmäßig zerstreut stehenden Stacheln, an die Fruchtschale von *Castanea sativa* erinnernd, ohne Stacheln 18 – $24\ \mu\text{m}$ im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

KOWALSKI (1970: 647f.) erwähnt die Kollektion bei der Diskussion von *L. acanthosporum*. Er vertrat die Auffassung, eine Beschreibung sollte bis zum Vorliegen weiterer Funde zurückgestellt werden. Wir halten demgegenüber aufgrund der klar abzugrenzenden Merkmale der vorliegenden mitteleuropäischen Arten die Aufstellung als neue Sippe gerechtfertigt. Die Sporen von *L. acanthosporum* sind zwar mit ähnlichen Stacheln besetzt, sie sind jedoch erheblich dunkler, die Fruchtkörper meist ungestielt, das Capillitium ist wesentlich dunkler und dicht netzig verzweigt. *L. echinulatum* hat kleinere Sporen mit kleineren, geraden Stacheln, das Capillitium ist dunkelbraun und stärker verzweigt, in seiner lockeren Struktur kommt es *L. mucronatum* nahe. *L. echinosporum* besitzt ebenfalls kleinere Sporen mit kürzeren Stacheln, ein dunkelbraunes, dichtes, stark verzweigtes Capillitium und kurz gestielte Fruchtkörper.

7. *Lamproderma echinulatum* (BERK.) ROST.

Mon. App., 25: 1876.

(Abb. 2, 11, Abb. 3, 3 und Abb. 4, B).

Sporocarpium zerstreut, kugelig bis breit eiförmig, gestielt, Gesamthöhe 1 – $2,5\ \text{mm}$, Durchmesser $0,3$ – $0,5$ (-1) mm. Hypothallus scheibenförmig die Stielbasis umgebend, zum Rande nahezu farblos, zur Stielbasis dunkel schwarzbraun. Stiel schwarz, glänzend, stets länger als der Durchmesser des Fruchtkörpers, oft das 4 - bis 5 fache erreichend, $0,5$ – $2\ \text{mm}$ lang. Peridie bleibend oder schwindend, unregelmäßig aufreißend, irisierend, blau, im durchfallenden Licht blaßbraun. Columella bis zur Mitte der Sporocarpie oder etwas länger, an der Spitze schwach keulig bis kopfweidenartig verdickt. Capillitium von der Spitze der Columella ausgehend, nicht wellig gebogen, einfach verzweigt mit wenigen Querverbindungen, dunkelbraun, an den Enden farblos, extrem verjüngt und verzweigt der Peridie angewachsen, makroskopisch nach Sporenverlust grauweiß. Sporen in Masse dunkel schwarzbraun, im durchfallenden Licht violettbraun, mit groben, dunkelviolett, dornartigen, unregelmäßig zerstreut stehenden Stacheln, diese 1 – $2\ \mu\text{m}$ lang, Sporen, ohne Stacheln, 16 – $21\ \mu\text{m}$ im Durchmesser. Plasmodium mattweiß.

Unsere einzige Aufsammlung der offensichtlich recht

seltene Art stammen vom August 1978 aus dem Nord-schwarzwald, Bernbachtal bei Freudenstadt-Igelsberg an Nadelholz. Aus Oberösterreich ist die Art nicht bekannt. Nach KOWALSKI(1970) handelt es sich um eine Sippe niederer Lagen, die außer in Zentral-, Nord- und Westeuropa in Indien, Australien und Japan vorkommt. Unsere Aufsammlung war mit *Cribraria rufa* vergesellschaftet.

Makroskopisch ähnelt *L. echinulatum* *L. columbinum*, ein Blick auf die Sporen macht den Unterschied sofort deutlich. Markantes Merkmal sind die Riesensporen, die man mit ähnlich langen Stacheln nur noch bei *L. acanthosporum*, *L. echinosporum* und *L. mucronatum* findet. *L. acanthosporum* ist ungestielt, besitzt ein dichtes, netzförmiges Capillitium und eine mit marmorierten Vertiefungen ausgestattete Peridie, ebenso *L. echinosporum*, deren Sporenstacheln $1\ \mu\text{m}$ Länge nicht überschreiten, das Capillitium ist wesentlich dichter, netzförmiger und büstenartig steif zur Peridie verlaufend. Die Sporen von *L. mucronatum* sind zwar ähnlich, das Capillitium ist hingegen deutlich heller und weniger verzweigt.

8. *Lamproderma longifilum* NEUB., NOW. & BAUM. n. sp.

(Etymologie: *longus* [lat.]: lang, *filum* [lat.]: Faden; bezogen auf das Capillitium).

Holotypus: collectus 2. 6. 1984 ad locum Feurkogel, Oberösterreich, ad alt. $1600\ \text{m}$ in ramis mortuis Pini mugo prope nivem solventem, depositus in herbario NOWOTNY sub numero 1200, in coll. H. NEUBERT M 4944, M. MEYER 5051: Isotypi.

(Abb. 2, 16, und Abb. 3, 9).

Sporocarpia stipitata, globosa, gregaria, dua ad quattuor coherentia, $1,5\ \text{mm}$ in diametro, ad $3\ \text{mm}$ in altitudine universa. Hypothallus subfuscus, ad basim stipitis nigro-fuscus vel fuscus, splendens, contura irregulari, sporocystibus communis. Stipes ater, splendens, usque ad $1,5\ \text{mm}$ longus, ad acumen $0,15\ \text{mm}$, ad basim $0,3\ \text{mm}$ in diametro, in cono modum hypothallo adiunctus. Peridium argenteum, iridescens, tenue, cum zonis obscurioribus, crassioribus, ucidis, breviter eminentibus, ad zonas tenues incomposite aperiens, deinde zonae crassiores capillitio coniunctae, lucem orientem versus visum brunescens, zonae obscurae reticulatae in forma nervi, contura irregulari, in forma stellae. Columella atra, duas partes sporocarpium attingens, forma cylindrica, acumine tenuiore. Capillitium elasticum, tota columella oriens, ad partem inferiorem columellae rubiginosum, fasciatum, circiter $5\ \mu\text{m}$ in diametro, primo reticulum formans, lacunae reticulae circiter $40\ \mu\text{m}$ in diametro, deinde sicut ad partem superiorem columellae filiforme, circiter $1,5\ \mu\text{m}$ in diametro, sine reticulis, plus minusve ramificatum et unda simile formatum, ad peridium ex filamentis libere exeuntibus vel rariis zonis crassioribus peridii adnexum compositum, filamenta levia, nigro-brunnea. Sporae globosae, frequentes nigro-brunneae, lucem orientem versus visae brunneae, dense et minute spinulosae, spinae $0,5\ \mu\text{m}$ non attingentes, 11 – $12\ \mu\text{m}$ in diametro, porus germinativus distinctus, clarior, paulum eminentis. Plasmodium ignotum.

Sporocarpium gestielt, kugelig, in kleinen Gruppen zu 2

bis 4 Fruchtkörpern, 1,5 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 3 mm. Hypothallus glänzend, hellbraun, zur Stielbasis dunkler bis schwarz, im Umriß unregelmäßig, einer Gruppe gemeinsam. Stiel glänzend schwarz, bis 1,5 mm lang, an der Spitze bis 0,15 mm, zur Basis bis 0,3 mm im Durchmesser, kegelig in den Hypothallus übergehend. Peridie silbern, dünn, irisierend, mit dickeren, dunkleren, glänzenden, leicht erhabenen Zonen, dünnere Bereiche unregelmäßig aufbrechend, die dunkleren Bereiche an den Capillitiumenden bleibend, im durchfallenden Licht hell bräunlich, Flecken dunkelbraun mit aderig-netziger Struktur, unregelmäßig sternförmig im Umriß. Columella schwarz, etwa $\frac{2}{3}$ der Sporocarpie erreichend, zylindrisch, zur Spitze verjüngt oder stumpf. Capillitium elastisch, von der ganzen Columella ausgehend, im unteren Bereich rotbraun, bandartig, ca. 5 μ m breit, erst netzartig verzweigt, Netzmaschen ca. 40 μ m im Durchmesser, bald, wie schon im oberen Bereich der Columella, einfach verzweigt bis unverzweigt, wellig gebogen zur Peridie verlaufend, 1,5 μ m im Durchmesser, glatt, dunkelbraun, meist in langen Fäden frei endend oder den dunkleren Teilen der Peridie angewachsen. Sporen kugelig, in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht braun, dicht feinstachelig, Stacheln 0,5 μ m nicht erreichend, 11–12 μ m im Durchmesser, mit hellem, leicht vorspringendem Keimporus. Plasmodium unbekannt.

Die Kombination der fleckigen Peridie mit dem einzigartig fädigen Capillitium grenzt die Art von allen anderen Arten der Gattung ab. Ein vergleichbar elastisches Capillitium findet sich nur bei *L. laxum*, dort enden jedoch die Fäden des Capillitiums in einem geschlossenen Netz, die Sporen sind kleiner, die Peridie ohne fleckige Zonen, diese Art ist nicht nivicol. Ähnlichkeit besteht allerdings mit *Comatricha anastomosans* KOWALSKI, einer ebenfalls nivicolen Art. Sporen und Capillitium zeigen große Übereinstimmung. *C. anastomosans* hat zylindrische Sporocarpien, die Columella reicht fast bis zum Scheitel, verjüngt stark und geht an der Spitze in das Capillitium über, freie Enden sind sehr selten. Bei *L. longifilum* sind die Sporocarpien kugelförmig, die Columella ist kürzer, nur leicht verjüngt oder stumpf, das Capillitium hat freie Enden und die Peridie zeigt dunkle, glänzende Flecken. *L. longifilum* ist nur vom Fundort des Typus bekannt.

9. *Lamproderma laxum* NEUB.

Z. Mykol., 46 (2): 217; 1980.

(Abb. 2, 15 und 3, 10; Farb.: Z. Mykol. a. a. O. vor S. 217).

Sporocarpien gestielt, einzeln, in Gruppen zerstreut, Gesamthöhe 2,5–3,5 mm, kugelig, zum Stiel hin abgeflacht, 0,5–0,8 mm im Durchmesser. Hypothallus scheibenförmig, ca. 1 mm im Durchmesser, am Rande hellbraun, zur Stielbasis undurchsichtig schwarzbraun, im durchfallenden Licht gelbbraun bis rotbraun. Stiel schwarz, am Grunde bisweilen etwas verdickt, 2–3 mm lang, bis 0,1 mm im Durchmesser, bei verdickter Basis

bis 0,25 mm. Peridie häutig dünn, dauerhaft, sich unregelmäßig öffnend und schollig zerfallend, Teile dem elastisch ausgedehnten Capillitium aufliegend, am Grunde der Sporocarpie bleibend, irisierend, goldfarben bis stahlblau, im durchfallenden Licht in Stielnähe braun, hell graubraun bis nahezu farblos ausblassend. Columella $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Sporocarpie durchlaufend, zylindrisch, an der Spitze bisweilen blasig verdickt. Capillitium elastisch, von der Spitze der Columella ausgehend, zunächst mehr oder weniger gerade und unverzweigt, dann wellenförmig, sich verzweigend, hin und wieder feinstachelig rau, zur Peridie in ein geschlossenes Netz ohne freie Enden übergehend, im Bereich der Columella dunkelbraun, zum Rande hin hellbraun bis nahezu farblos ausblassend, Maschenwinkel nicht verbreitert. Sporen in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht blaß violettbraun mit feinen, mäßig dicht stehenden Warzen, rund bis breitelliptisch, 7–10 μ m im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Die Art ist bislang nur vom Fundort des Holotypus: Nord-schwarzwald, Wildsee beim Ruhenstein, in 930 m Höhe, bekannt. Sie wuchs dort im Mai und im November auf Moos an Stamm von *Abies alba* und war mit *Trichia erecta* vergesellschaftet. In der Gattung ist nur noch die hier erstmals beschriebene *L. longifilum* mit elastischem Capillitium bekannt. Ihre Peridie ist dunkelflekkig, das Capillitium endet meist frei und ist nur im Bereich der Columella netzartig verzweigt, die Sporen sind größer.

10. *Lamproderma guillemae* MEYLAN.

Bull. Sauc. Vaud. Sci. Nat., 52: 449; 1919.

(Abb. 2, 13 und Abb. 3, 8; Farb. 3).

Sporocarpien gesellig in Gruppen, gestielt, kugelig, aufrecht oder nickend, 0,3–0,6 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 1,2–1,5 mm. Hypothallus ungleichmäßig scheibenförmig die Stielbasis umgebend, braun, zum Stiel hin schwarz. Stiel 0,5–1 mm lang, ca. 0,1 mm im Durchmesser, schwarz, im durchfallenden Licht undurchsichtig schwarz, zur Sporocarpie hin etwas verjüngt, beim Übergang in die Columella mit bleibendem, kragenförmigem Ansatz. Peridie dauerhaft, irisierend, silbergrau, blau bis blaugrün, mit dunkelbraunen, ovalen Flecken, im Umriß runden bis unregelmäßig ovalen Flecken dicht besetzt, im durchfallenden Licht farblos, im Bereich der Vertiefungen braun, unregelmäßig, schollig aufbrechend, dem Capillitium lange angeheftet. Columella etwa bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, im durchfallenden Licht längsfaserig, rotbraun, zur Spitze stumpf, verdünnt, Capillitium von dort kopfweidenartig ausgehend. Capillitium makroskopisch, sobald frei von Sporen, weißgrau, im durchfallenden Licht nahe der Columella hellbraun, bisweilen längsgestreift, schwach rau, rasch farblos werdend, spärlich verzweigt, mit wenigen Querverbindungen, Verzweigungen nicht dreieckig verbreitert, der Peridie angewachsen, vor der Anwachsstelle ein- oder mehrfach verzweigt. Sporen in Masse dunkel schwarzbraun, im durchfallenden Licht

violettbraun, mit dunkleren, bis 1 µm langen Stacheln, vielfach einseitig $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ heller, Stacheln mäßig dicht stehend, ungleichmäßig verteilt, 12–15 µm im Durchmesser. Plasmodium durchscheinend gelb.

In Berlin-Dahlem finden sich drei Aufsammlungen von JAAP vom 1. 10. 1907 (Nr. 36), 7. 10. 1909 (Nr. 173) und 5. 10. 1910 (Nr. 211) aus Triglitz an *Populus canadensis* und *Frangula alnus* aus dem Herbar E. JAHN, als *L. violaceum* bestimmt. Aus Oberösterreich liegt ein Fund vom Oktober 1981, Überackern, aus ca. 300 m Höhe vor. Das Typusmaterial MEYLAN stammt aus dem Kanton Neuchâtel vom November 1912 an *Picea excelsa*. Wenige Funde sind aus den USA berichtet, nur BRANDZA (1928) sagt für Rumänien: „... Très répandue partout dans les Carpathes roumaines Juillet-août.“ Auf den Britischen Inseln sind bei ING (1968) 3 Fundorte verzeichnet, NANNENGA-BREMEKAMP (1974) nennt einen Fund für die Niederlande. Vergesellschaftungen sind bekannt mit *Cribraria microcarpa*.

Unter den langgestielten Arten der Gattung ist das grauweiße Capillitium nach Sporenausfall kennzeichnend. *L. album* besitzt einen wesentlich kürzeren Stiel, kleinere Sporen mit kleineren Stacheln und ist nur im unteren Bereich der Peridie mäßig dunkel gefleckt. Die übrigen Arten mit dunkelfleckiger Peridie haben alle das gattungstypische, wesentlich dunklere Capillitium. *L. guilielmae* ist offenbar nicht montan.

11. *Lamproderma echinosporum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 55: 241; 1924.

(Abb. 2, 10 und Abb. 3, 4; Farbt. 3).

Sporocarpium sitzend oder kurz gestielt, gesellig, zerstreut bis dicht gedrängt, kugelig bis breit eiförmig, Gesamthöhe bis 1,8 mm, 0,8–1,2 mm im Durchmesser. Hypothallus braun, der Gruppe gemeinsam, leicht vom Substrat lösend, im durchfallenden Licht im Randbereich hell gelbbraun bis nahezu farblos, zum Fruchtkörper hin braun bis rotbraun. Stiel, wenn vorhanden, schwarz, bis 0,5 mm lang, zum Teil durch häutig dünnen, hochgewachsenen Hypothallus verbreitert. Peridie silberglänzend, schwach metallisch irisierend, mit verhältnismäßig kleinen, schwarzen Vertiefungen pokkennartenartig überzogen, im durchfallenden Licht farblos bis unregelmäßig brauner Marmorierung, den makroskopisch erkennbaren Vertiefungen, mit kurzen Fragmenten des Capillitiums, unregelmäßig aufreißend, im unteren Bereich dauerhaft, nach oben schollenartig abblättern und schwindend. Columella zu $\frac{1}{2}$ bis nahezu $\frac{2}{3}$ die Sporocarpie durchziehend, zylindrisch, an der Spitze etwas verdickt. Capillitium von der ganzen Columella ausgehend, dunkelbraun, nur an den äußersten Spitzen farblos, durch zahlreiche Verzweigungen und Querverbindungen ein dichtes Netz bildend, Reste der Peridie den Enden bisweilen anhaftend, ohne Verbreiterungen der Maschenwinkel. Sporen in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht braun bis violettbraun, mit Ausstülpungen am Keimporus, dort heller, einem Schnitt durch einen Augapfel ähnelnd, dicht un-

regelmäßig stachelig, Stacheln bis 1 µm lang, 14–18 (20) µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Von der offenbar recht seltenen Art findet sich im Staatsherbarium München (88-87/51-52) eine Aufsammlung von A. SCHRÖPPEL und J. POELT vom Juni 1951 aus dem Allgäu bei Pfronten, am Rande des schmelzenden Schnee in 1500–1550 m Höhe. MEYLAN fand die Art im Schweizer Jura an verschiedenen Stellen zwischen 1200 und 1400 m, gleichfalls am Rande von Schneefeldern. Sie ist ferner aus Frankreich und, selten, aus Oberösterreich bekannt. Weitere Fundnachweise liegen für die USA vor. Substrat sind die für nivicole Myxomyceten typischen toten Gräser und Pflanzenteile am Rande von Schneefeldern. Vergesellschaftung ist bekannt mit *Diderma niveum*. *L. echinosporum* zählt zur Gruppe der bislang bekannten Arten mit Vertiefungen der Peridie, die makroskopisch als dunklere Verfleckungen ins Auge fallen. Die Fruchtkörper von *L. guilielmae* und *L. griseum* sind kleiner, stets weniger als 0,8 mm im Durchmesser, die Sporen sind gleichfalls kleiner und erreichen nur bei *L. guilielmae* 15 µm. Von *L. maculatum* ist *L. echinosporum* nur durch die Sporen zu trennen: Sie sind dort 12–15 µm groß, die Stacheln, die regelmäßig verteilt sind und dicht stehen, erreichen eine Länge von höchstens 0,5 µm, eine Sporenhälfte ist heller. *L. acanthosporum* hat sitzende Fruchtkörper und Sporen um 20 µm mit 2 µm langen, kräftigen Stacheln, *L. longifilum* besitzt ein Capillitium, das in sehr langen, unverzweigten Fäden ausläuft.

12. *Lamproderma maculatum* KOWALSKI.

Mycologia, 62: 654; 1970.

(Abb. 2, 17 und Abb. 3, 20; Farbt. 2).

Sporocarpium in lockeren Gruppen bis zerstreut, kugelig bis fast sitzend, 0,6–1,2 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 1,7 mm. Hypothallus braun, glänzend, den Gruppen gemeinsam. Stiel schwarz, bis 0,8 mm lang, oft abgeflacht, zur Spitze kaum verjüngt. Peridie dauerhaft, dunkel silbergrau, teils schwach irisierend, mit schwarzen, stark glänzenden, leicht vertieften Flecken, diese an der Basis meist zu einem schwarzen Becher zusammenfließend, Fleckung bisweilen schwach ausgeprägt, schwarz glänzend, runzelig, im durchfallenden Licht hellbraun mit dunkelbrauner, fleckiger Marmorierung. Columella schwarz, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ die Sporocarpie durchziehend, etwas verjüngt, an der Spitze unregelmäßig erweitert, oft mit häutigen Elementen. Capillitium dicht netzig, robust, sehr steif, dunkelbraun, an den äußersten Enden heller, gesprengelt bis farblos, mit der Peridie verbunden, an den Verzweigungen oft mit häutigen Erweiterungen. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht dunkelbraun, deutlich heller auf einer Seite, dicht feinwarzig, 12,5–15 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Nach KOWALSKI (1970) war die Art bislang nur aus den USA bekannt. Mittlerweile liegen etliche Funde von M. MEYER aus Savoie, Frankreich, sowie 2 Funde aus Oberösterreich vor. Die nivicole Art fruktifiziert auf abge-

storbene Pflanzenstengeln, Grashalmen und vor allem auf aufrechten, holzigen Trieben (z. B. *Rubus*), die ursprünglich teilweise von der Schneedecke niedergedrückt waren. Die Erscheinungszeit fällt in die Schneeschmelze, Mai, Juni. *L. maculatum* ist mit anderen nivicolen Myxomyceten vergesellschaftet.

Andere Arten der Gattung mit gefleckter Peridie sind deutlich zu trennen. *L. acanthosporum* und *L. echinosporum* besitzen größere Sporen mit kräftiger Skulptur, *L. longifilum* hat kleinere Sporen und ein elastisches Capillitium.

13. *Lamproderma albus* NEUB., Now. & BAUM. n. sp. (Etymologie: *albus* [lat.]: weiß; bezogen auf das Capillitium nach Ausfall der Sporen).

Holotypus: collectus 19. 5. 1985 ad locum Alpenpark Berchtesgaden, Sagerecksteig, MTB 8443, ad alt. 1120, in foliis *Aceris pseudoplatani*, depositus in Staatsherbarium München (in coll. NEUBERT sub numero M 4489, NANNENGA-BREMEKAMP 14.959: Isotypi; Abb. 2, 2 und Abb. 3, 13).

Sporocarpia breviter stipitata, dissipata vel densa, globosa, 0,8–1,2 mm in diametro, 1–1,8 mm in altitudine universa. Hypothallus brunneus, ad medium rubiginosum, sporocystibus communis, lucem orientem versus visus radiate lineatus, prope stipitem reticulatus in forma nervi. Stipes ater, ad basim interdum crassior, 0,3–0,6 mm longus, 0,05–0,15 mm crassus, compressus, rugosus, partim hypothallus tenuis adnexus, lucem orientem versus visus non transparentes, ater. Peridium plumbeum, caeruleum, argenteum, violaceum, iridescens, ad basim in parte inferiore brunneum, cum zonis punctiformibus obscurioribus, tenue, stabile, incomposita aperiens, in partes inconstantes divisum, lucem orientem versus visus sine colore vel brunescens, marmoreum in parte inferiore. Columella medium sporocarpium attingens, forma cylindrica, cacumine rotundato, cum aut sine intumescencia. Capillitium ex apice et parte superiore columellae oriens, primo plus minusve recte radians, ramificatum, cum trabeculis, deinde dense reticulatum, ad peridium reticulum ex filamentis non libere exeuntibus compositum, peridio adnatum, ibi tenue, $\pm 1 \mu\text{m}$ in diametro, filamenta prope columella brunnea, statim sine colore, sporocarpia, postquam sporae disseminatae per eam rem alba. Sporae globosae, aggregatae nigro-brunneae, lucem orientem versus visae brunneae, dense spinulosae, spinae 0,5 μm non attingentes, 10–11 μm in diametro. Plasmodium ignotum.

Sporocarpium kurz gestielt, gesellig, zerstreut oder gedrängt in Gruppen, kugelig, 0,8–1,2 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 1–1,8 mm. Hypothallus rotbraun, zur Stielbasis dunkler, der Gruppe gemeinsam, im durchfallenden Licht schwach radial gestreift, im Stielbereich aderig netzförmig. Stiel schwarz, zur Basis verdickt, 0,3–0,6 mm lang, 0,05–0,15 mm im Durchmesser, abgeflacht, längsrundlich, teilweise mit hochgewachsenem Teil des Hypothallus behaftet, $\frac{1}{2}$ der Gesamthöhe des Fruchtkörpers oder kürzer, im durchfallenden Licht undurchsichtig schwarz. Peridie bleigrau, silbern, violett, irisierend, zur Basis im unteren Drittel braun mit punktförmigen, dunkleren Zonen, unregelmäßig aufrei-

ßend und in ungleichmäßige Stücke zerfallend, auch nach Sporenausfall dauerhaft, im durchfallenden Licht farblos bis hellbraun mit dunkler, brauner Marmorierung im unteren Bereich. Columella etwa bis zur Mitte der Sporocarpie reichend, zylindrisch, an der Spitze keulig verdickt oder nicht, undurchsichtig schwarz. Capillitium von der Spitze und dem oberen Drittel der Columella ausgehend, im Innern verhältnismäßig gerade, bandartig-spiralig verdreht, verzweigt mit Querverbindungen, nach außen ein dichtes, unregelmäßig wellig gebogenes Netz, der Peridie angewachsen, im Außenbereich sehr dünn, $\pm 1 \mu\text{m}$ im Durchmesser, an den Verzweigungen meist erweitert, im Bereich der Columella braun, alsbald farblos werdend, Sporocarpium dadurch nach Sporenausfall weiß. Sporen in Masse dunkelbraun, kugelig, im durchfallenden Licht braun, dicht feinstachelig, Stacheln weniger als 0,5 μm lang, 10–11 μm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Die offenbar nivicole Art war mit einer *Diderma* cf. *niveum* vergesellschaftet. Am Fundtag lag ab ca. 900 m Schnee, der am Fundort maximal 10 Tage zuvor geschmolzen war. *L. albus* ist durch das überwiegend farblose Capillitium und das verdrehte, wellig gebogene, zur Peridie vernetzte Capillitium gut festgelegt. *L. guillemae* besitzt größere Sporen mit längeren Stacheln, einen wesentlich längeren Stiel und eine durchweg mit schwarzen Einsenkungen überzogene Peridie. Diese Art ist offenbar auch nicht nivicol. Deutlich farblose Enden hat auch *L. sauteri*, deren Capillitium unter der Lupe wesentlich starrer erscheint, die Sporen sind größer, auf einer Seite meist aufgeheilt. *L. maculatum* hat gleichfalls dunkleres Capillitium und 12–15 μm große Sporen. *L. puncticulatum* besitzt durchweg hellbraunes Capillitium, größere Sporen und über die gesamte Peridie verteilte, dunkelfleckige Zonen.

14. *Lamproderma collinii* LAKH. & MUK.

Kavaka, 6: 10; 1978.

(Abb. 2, 6 und Abb. 3, 23; Farb. 1).

Sporocarpium gestielt, einzeln oder gedrängt in Gruppen, kugelig, Gesamthöhe 1–1,7 mm, Durchmesser 0,3–0,8 mm. Hypothallus braun bis dunkel rotbraun, der Gruppe gemeinsam. Stiel glänzend schwarz, 0,4–1 mm lang, bis 0,1 mm im Durchmesser, bisweilen mit feiner Membran umhüllt bis zum kragenförmigen Rest der Peridie. Peridie dauerhaft, silbern bis goldfarben, unregelmäßig aufreißend und in Fetzen abfallend, Rest als Kragen am Stiel bleibend, im durchfallenden Licht farblos bis hellbraun. Columella deutlich dünner als der Stiel, etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des Fruchtkörpers durchziehend, an der Spitze abgerundet oder mit wenigen, baumartigen Verzweigungen in das Capillitium übergehend. Capillitium dunkelbraun, wellig gebogen, rau, ein dichtes, zur Peripherie verlaufendes Netz mit freien Enden, diese heller braun, nicht farblos. Sporen in Masse dunkelbraun bis schwarzbraun, im durchfallenden Licht hellbraun, gleichmäßig feinwarzig mit Gruppen dunklerer Warzen, 7–8 μm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Die aus Indien erstmals beschriebene Art liegt in 2 Aufsammlungen aus Hessen, leg. SCHIRMER und aus Baden-Württemberg, leg. BAUMANN, vor. Substrat ist in beiden Fällen Laubholz, Erscheinungszeit September. Vergesellschaftungen sind nicht bekannt. Die Zuordnung der verfügbaren Kollektionen zu *L. collinii* ist unbefriedigend. Die meist baumartig verzweigte Columella der beiden Funde weist zur Gattung *Collaria*, die LAKHANPAL & MUKERJI (1981: 323f.) von *Lamproderma* jedoch nicht unterscheiden. Die Funde ähneln *Collaria arcyrioma*, deren Sporen erreichen oft 10 µm. Einige Aufsammlungen aus Oberösterreich passen zu *L. collinii*, wobei sich Merkmale jedoch mit *Collaria arcyrioma* überschneiden.

15. *Lamproderma arcyrioides* (SOMMERF.) ROST. var. *arcyrioides*.

Mon., 206; 1874.

(Abb. 2, 3 und Abb. 3, 22; Farbt.: NEUBERT & BAUMANN 1986, Taf. 4).

Sporocarpium kugelig, gestielt, seltener sitzend, in lockeren bis dichten Gruppen, 0,4–1,5 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 1,5 mm. Hypothallus scheibenförmig, am Rande nahezu farblos bis hellbraun, zum Stiel hin dunkel rotbraun, der Gruppe gemeinsam. Stiel dunkel rotbraun bis schwarz, im durchfallenden Licht schwarz, 0,4–1 mm lang, so groß oder kleiner als der Durchmesser der Sporocarpie, ausnahmsweise doppelt so lang. Peridie in der Regel dauerhaft, irisierend, golden, violett, blauviolett, auch silbergrau, im durchfallenden Licht farblos, unregelmäßig lappig aufreißend, den Capillitiumenden angeheftet. Columella schwarz, zylindrisch, bis $\frac{2}{3}$ der Sporocarpie durchziehend. Capillitium von der oberen Hälfte der Columella ausgehend, verzweigt, ein lockereres Netz bildend, an der Columella braun bis farblos, dann rotbraun, an den äußeren Enden farblos, Verzweigungen im Innern verbreitert, nach außen hin selten oder nicht verbreitert. Sporen in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht heller violettbraun, dicht feinwarzig, Warzen unter 0,5 µm lang, mit bisweilen unterschiedlicher Farbschattierung, 8–11 µm im Durchmesser. Plasmodium wäßrig weiß bis gelb.

L. arcyrioides ist nach den bisherigen, umfangreichen Beobachtungen von NOWOTNY und Frau M. MEYER eine Art des Tieflandes mit Herbst- und Spätherbstaspekt. Die hierher zugewiesenen Funde der alpinen Regionen müssen nach unserer Auffassung revidiert werden. Die Art im Sinne von KOWALSKI (1970) dürfte *L. splendens* MEYLAN sein: nivocoles Vorkommen im Frühjahr („Extremely common in all mountain areas in which a heavy snow-pack develops.“ a. a. O., S. 637). *L. arcyrioides* ist im Bundesgebiet einschließlich Baden-Württemberg zerstreut aus den niederen Lagen bekannt. Sie fruktifiziert auf Laubholz und Fallaub. Vergesellschaftungen wurden beobachtet mit *Trichia varia*, *Trichia contorta* var. *contorta* und *Trichia scabra*. Die Verbreitung ist vermutlich kosmopolitisch. Im Hinblick auf die laufenden Arbeiten von Frau M. MEYER nehmen wir von einer ein-

gehenden Erörterung der Problematik zu *L. splendens* Abstand.

Der Unterschied zu *L. splendens* besteht nach der Diagnose von MEYLAN (1929), abgesehen von Ort und Zeit des Vorkommens, in den etwas größeren Sporen und dem starren Capillitium jener Art. Ähnlichkeit besteht mit *L. sauteri* und *L. carestiae*. Beide Arten besitzen dunklere Sporen, die bei *L. sauteri* deutlich größer sind, das Capillitium ist dunkler, so daß es nach dem Sporenausfall makroskopisch stets braun und nicht weißlich bis hellgrau erscheint. Langstielige Exemplare können an *L. columbinum* erinnern, deren Sporen sind in der Regel größer, die Fruchtkörper insgesamt länger.

Lamproderma arcyrioides (SOMMERF.) ROST. var. *leucofilum* NEUB., NOW. & BAUM. nov. var.

(Ethymologie: [griech.]: leukós: weiß, [lat.]: filum: Faden. Bezogen auf das Capillitium).

A rar. arcyrioides maxima parte colore albo capillitii differat.

Holotypus: collectus 22. 11. 1981 ad locum Riedau, Oberösterreich, ad alt. 350 m in trunco putrido arboris frondosae, depositus in herbario NOWOTNY sub numero 877; in coll. M. MEYER Nr. 1926, NANNENGA-BREMEKAMP Nr. 14.274, H. NEUBERT Nr. 4941: Isotypi.

Die Varietät unterscheidet sich von var. *arcyrioides* durch das nur in unmittelbarer Nähe der Columella hellbraune, sonst farblose Capillitium, das sporenfreie Fruchtkörper rein weiß erscheinen läßt. Die Fruchtkörper erschienen neben dem Baumstumpf auch zahlreich auf Blättern von *Acer* sp. am Boden. Sie waren mit *Trichia varia* vergesellschaftet.

16. *Lamproderma pulchellum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 57: 369; 1932.

(Abb. 2, 19 und Abb. 3, 21, Farbt. 6).

Sporocarpium in lockeren Gruppen aus mehreren, dicht stehenden Fruchtkörpern, diese teils auch isoliert, sitzend bis gestielt, kugelig, gestielte Fruchtkörper mit genabelter Basis, abgeflacht kugelig wenn sitzend, oft breit dem Hypothallus aufgesetzt, 0,7–1,1 mm im Durchmesser, selten längliche Plasmodiokarpium bis 3,2 mm. Hypothallus rotbraun, dunkel geadert, mehreren Fruchtkörpern gemeinsam. Stiel, falls vorhanden, bis maximal 0,6 mm lang, oft in der genabelten Sporocarpie verborgen, meist abgeflacht, mit häutigen Auswüchsen des Hypothallus. Peridie im oberen Teil stark glänzend – irisierend, überwiegend blaugrün, zur Basis dunkelbraun, glänzend, nicht irisierend, beide Bereiche oft deutlich abgegrenzt, irisierender Bereich in 1–3 Teilen abfallend, basaler Teil als Becher bleibend, im durchfallenden Licht oben hyalin, unten hellbraun mit pergamentartiger, dunkler Aderung. Columella dunkelbraun, meist sehr kurz, oft auf eine Ausstülpung am Sporocarpiumgrund reduziert, selten bis $\frac{1}{3}$ der Sporocarpie durchlaufend. Capillitium flach, bandartig, an der Columella ca. 6 µm breit, nach außen schmaler, teilweise verdreht, dicht dreidimensional vernetzt, fast badhamo-

id, an der Columella hellbraun, rasch heller werdend, schließlich hellgrau bis hyalin, mit oft recht großen Verbreiterungen an den Verzweigungsstellen, mit dem unteren Teil der Peridie verbunden. Sporen in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht graubraun, warzig, mit hellem Keimporus, 9,5–11,5 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

L. pulchellum ist ein weiterer Vertreter der nivicolen Arten. KOWALSKI (1975) betrachtet die Sippe als Synonym zu *L. carestiae*. Allein die Sporen könnten dies rechtfertigen. Die kugeligen Sporocarprien, die oft mit der gesamten Basis dem Hypothallus aufsitzen, auch plasmodiokarp fruktifizieren können, der kräftige, blaugrüne Glanz, die kurze, oft reduzierte Columella und vor allem das sehr helle, bandartige Capillitium grenzen *L. pulchellum* hinreichend ab. MARTIN & ALEXOPOULOS anerkennen gleichfalls Artcharakter (1968: 218):

known only from the type locality.“ Inzwischen gibt es aus Frankreich (Savoie) und vor allem aus Oberösterreich eine Reihe von Aufsammlungen.

17. *Lamproderma scintillans* (BERK. & BR.) Morgan.

Jour. Cinc. Soc. Nat. Hist., 16: 131; 1894.

(Abb. 2, 21 und Abb. 3, 19; Farb. 2).

Sporocarprien gestielt, zerstreut oder gedrängt in Gruppen, kugelig, 0,2–0,6 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 0,5–1,2 mm. Hypothallus hellbraun, rötlichbraun, im durchfallenden Licht hellbraun, scheibenförmig um die Stielbasis. Stiel schwarz, im durchfallenden Licht schwarz bis schwarzbraun, 0,3–1 mm lang, fast stets länger als der Durchmesser der Sporocarpie. Peridie irisierend, golden, schwarzbraun, stahlblau bis violett, bleibend oder flüchtig, unregelmäßig aufreißend, an der Basis als Kragen am Stiel bleibend. Columella nicht ganz die Hälfte der Sporocarpie erreichend, zylindrisch, abgerundet, im durchfallenden Licht dunkel rotbraun bis undurchsichtig schwarz. Capillitium im oberen Bereich der Columella entspringend, dort farblos, dann braun, freie Enden zahlreich, farblos, rau, verzweigt, mit Querverbindungen ein lockeres, leicht wellig gebogenes Netz bildend, verhältnismäßig geradlinig von der Columella zur Peridie verlaufend, Maschenwinkel nicht verbreitert. Sporen in Masse braun, im durchfallenden Licht hellbraun bis hell violettbraun, mit dunklen, gleichmäßig verteilten, entfernt stehenden Warzen, 7–10 µm im Durchmesser. Plasmodium weiß.

Die vermutlich kosmopolitische Art erscheint bei uns ganzjährig, in Oberösterreich wurde sie vor allem im Herbst beobachtet, sie bevorzugt den nicht montanen Lebensraum. Als Substrat sind allgemein tote Blätter, *Rhododendron*, Nadeln von *Pinus*, *Sarothamnus scoparius*, *Pteridium aquilinum* und *Urtica* notiert. Vergesellschaftungen sind beobachtet mit *Didymium difforme*.

L. scintillans ist durch die kleine Sporocarpie in Verbindung mit den durch entfernt stehende Warzen skulpturierten Sporen sowie das an der Columella farblose Capillitium gut einzugrenzen. Kleinere Fruchtkörper von *L.*

arcyrioides, die gewöhnlich eine größere Sporocarpie besitzt, können verwechselt werden. Bei ihr ist auf die meist größeren, dicht feinwarzigen Sporen zu achten.

18. *Lamproderma columbinum* (PERS.) ROST.

In: FÜCKEL: Jahrb. Ver. Nat., 27–28: 69; 1873/74.

(Abb. 2, 7 und Abb. 3, 14; Farb. 8).

Sporocarprien gestielt, gedrängt in Gruppen, einzeln oder an der Basis oft bis zu 5 Fruchtkörper verwachsen, kugelig, eiförmig bis breit walzenförmig, Gesamthöhe 1,5–5 mm, 0,4–1,2 mm hoch, 0,4–1 mm im Durchmesser. Hypothallus braun, silbrig schimmernd, den Gruppen gemeinsam, scheibenförmig bei Einzelfruchtkörpern. Stiel schwarz, glänzend, meist etwa $\frac{3}{4}$ der Gesamthöhe erreichend, bisweilen abgeflacht, 1–4 mm lang, an der Basis bis 0,3 mm im Durchmesser. Peridie irisierend, blau, grün, silbergrau, dauerhaft, den Enden des Capillitiums angeheftet, unregelmäßig abplatzend und in Lappen herabhängend, im durchfallenden Licht nahezu farblos bis hellbraun, mit feinmaschiger, unregelmäßiger Netzzeichnung. Columella schwarz, bis maximal zur Mitte der Sporocarpie reichend, zylindrisch, zum Ende abgeflacht oder zuckerhutförmig zugespitzt. Capillitium braun, der gesamten Columella entspringend, zur Peripherie hin ein verzweigtes Netz bildend, bisweilen verfilzt, steif bis korkenzieherähnlich wellig gebogen, an der Columella blasser, zahlreiche freie Enden farblos, nach Sporenausschüttung makroskopisch grauweiß, in den Maschenwinkeln meist nicht verbreitert. Sporen in Masse schwarzbraun bis schwarz, im durchfallenden Licht braun, violettbraun bis graubraun, gleichmäßig warzig bis gröber stachelig, oft in der gleichen Kollektion, 10–14 µm im Durchmesser. Plasmodium weiß bis gelb.

L. columbinum ist eine zu den Schluchtgesellschaften zählende Art der gemäßigten Zonen. Sie wurde vereinzelt im Frühjahr gefunden, die meisten Aufsammlungen fallen in den Spätsommer und Herbst auf Nadelholz, vielfach an Moosen, in einem Falle an Laubholz. Die Fundorte liegen zwischen 650 m (Enge Schlucht nahe Gauchach, Wutach, und 1450 m, Berchtesgaden). Der Bereich ab 900 m (Hoher Ochsenkopf, Wildsee beim Ruhenstein, Nordschwarzwald) ist bevorzugt. In Oberösterreich ist die Art nicht sehr häufig. Vergesellschaftungen sind bekannt mit *Licea pusilla*, *Lepidoderma tigrinum*, *Arcyria globosa* und *Trichia varia*.

Das Hauptmerkmal von *L. columbinum* sind die in der Regel langen Stiele in Verbindung mit der 1 mm kaum überschreitenden Sporocarpie, dem von der gesamten Columella ausgehenden Capillitium und den Sporen. Die var. *brevipes* G. LISTER ist nach unserer derzeitigen Auffassung nur eine Form. Der kurze Stiel und die bisweilen verbreiterten Maschenwinkel des Capillitiums fallen noch unter den hier vertretenen Artbegriff. Kurzstielige Exemplare können *L. arcyrioides* ähneln. Deren Sporen sind kleiner, das Capillitium geht von der Spitze der Columella aus, die Fruchtkörper haben oft einen größeren Durchmesser.

19. *Lamproderma fuscatum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 57: 372; 1932.

(Abb. 2, 12 und Abb. 3, 11; Farbt. 5).

Sporocarpium in lockeren Gruppen, kurz gestielt bis fast sitzend, kugelig, 0,7–1,4 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 1,8 mm. Hypothallus dunkel rotbraun, glänzend, bei Einzelfruchtkörpern scheibenförmig, in Gruppen zusammenfließend, zur Stielbasis schwarz. Stiel schwarz, bis 0,5 mm lang, teils mit häutigen Auswüchsen des Hypothallus, kegelig-faltig in den Hypothallus übergehend. Peridie braun, meist zart, mit leichtem, silbrigem Glanz, seltener etwas derber und schwach irisierend, früh schwindend, im durchfallenden Licht hell rotbraun. Columella schwarz, $\frac{1}{2}$ der Sporocarpie erreichend, verjüngt. Capillitium von der oberen Hälfte der Columella ausgehend, an der Columellaspitze oft hautartig, an der Basis bisweilen dunkelbraun, sonst durchweg gleichfarbig rotbraun, dicht verzweigt netzig, nach außen immer dünner und schließlich in feinen Spitzen endend, bisweilen mit häutigen Verbreiterungen an den Verzweigungsstellen. Sporen in Masse rostbraun, im durchfallenden Licht hell rotbraun, dem Capillitium gleichfarbig, feinwarzig, 9,5–11 μ m im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

L. fuscatum wurde lange als Synonym zu *L. carestiae* geführt. KOWALSKI (1975) anerkennt sie als eigenständig. Sie ist durch die für die Gattung einzigartige, rotbraune Färbung von Peridie, Capillitium und Sporenmasse hinreichend gekennzeichnet. Zu den bisherigen Vorkommen im Schweizer Jura und den USA kommen nunmehr eine Reihe von Aufsammlungen dieser schönen nivicolen Sippe aus Frankreich (Savoie) durch M. MEYER und aus Oberösterreich.

20. *Lamproderma carestiae* (CES. & DE NOT.) MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 57: 368; 1932.

(Abb. 2, 5 und Abb. 3, 15).

Sporocarpium in meist dicht gedrängten Gruppen, sitzend oder kurz gestielt, kugelig, breit eiförmig, birnförmig oder walzenförmig, 0,6–1,5 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 1–2 mm. Hypothallus rotbraun, der Gruppe gemeinsam. Stiel schwarz, glänzend, bis 0,5 mm lang, zur Spitze verschmälert. Peridie dauerhaft, blau, grün, goldfarben, irisierend, im oberen Bereich unregelmäßig schollig aufbrechend, im unteren Bereich bis zu $\frac{1}{4}$ bleibend, oft kelchartig. Columella bis zu etwa $\frac{2}{3}$ den Fruchtkörper durchlaufend, schwarz, im oberen Bereich schwarzbraun bis rotbraun, zur Spitze dünner werdend. Capillitium glatt, dunkel rotbraun, an der Columella oft häutig verbreitert, verzweigt, ein wellig gebogenes Netz bildend, die äußersten, zahlreichen freien Enden farblos. Sporen in Masse dunkelbraun, im durchfallenden Licht gleichmäßig violettbraun, mehr oder weniger dicht warzig-stachelig, 10–12 μ m im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

Die aus dem Allgäu in 1650 m Höhe nachgewiesene Art gehört in Oberösterreich und auch in Frankreich zu den weniger häufigen Myxomyceten. Sie ist problematisch;

ihre Abgrenzung ist ungeklärt. KOWALSKI (1970) bringt *L. pulchellum* als Synonym zu *L. carestiae*, MARTIN & ALEXOPOULOS (1968) führen *L. fuscatum* als Synonym an. Beide Arten erachten wir als selbständig. Eine ganze Reihe von Aufsammlungen sind nur vorläufig bei *L. carestiae* untergebracht. Vergesellschaftungen mit anderen nivicolen Arten sind nachgewiesen.

Zur Abgrenzung von *L. sauteri* helfen die kleineren, helleren, gleichmäßig gefärbten Sporen, das dunklere, nur an den äußersten Enden farblose Capillitium und die farbenfrohere Peridie. Besonders schwierig scheint die Abgrenzung zu *L. arcyrioides* sensu KOWALSKI, der diese Art als alpine Sippe auffaßt und wahrscheinlich *L. splendens* MEYLAN damit meint. *L. arcyrioides* ist nach unserer Auffassung eine Art des Tieflandes mit einem deutlichen Herbst- und Spätherbstaspekt.

21. *Lamproderma ovoideum* MEYLAN.

Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 57: 370; 1932.

(Abb. 2, 18 und Abb. 3, 16 u. 18: *L. sauteri* var. *piriformis* MEYLAN; Farbt. 5).

Sporocarpium locker stehend bis dicht gedrängt, kurz gestielt, seltener fast sitzend, eiförmig, birnförmig bis kurzzyllindrisch, 0,5–1,2 mm im Durchmesser, 0,8–1,7 mm hoch, Gesamthöhe bis 2 mm. Hypothallus rotbraun bis schwarz, bei Einzelfruchtkörpern scheibenförmig, sonst zusammenfließend, im durchfallenden Licht an der Stielbasis mit schwammiger Struktur. Stiel oft sehr kurz, meist um 0,3 mm, selten bis 0,6 mm, schwarz, abgeflacht, an der Basis bisweilen so breit wie hoch, dreieckig, oft mit häutigen Auswüchsen des Hypothallus. Peridie sehr dunkel, oft fast schwarz, mit dunkel blaugrün-violetten Reflexen, im oberen Bereich in großen Teilen abfallend, unten als Becher bleibend, oft scharf abgegrenzt, im durchfallenden Licht oben hellbraun bis nahezu hyalin, unten braun, geadert. Columella $\frac{2}{3}$ der Sporocarpie durchziehend, bisweilen bis $\frac{3}{4}$, oft mit häutigen Verzweigungen ins Capillitium übergehend. Capillitium von der gesamten Columella ausgehend, steif, lange bleibend, dunkelbraun, seltener rotbraun, im Bereich der Columella große Hauptäste, dann dicht vernetzt, oft mit häutigen Erweiterungen, selten rau oder mit kleinen Knoten, zur Oberfläche meist ein kleinmaschiges Netz, von dem stachelartige Enden hervorragen, äußerste Spitzen hell bis hyalin, im basalen Bereich dicht netzig aus breiten, bandartigen Fäden mit dreieckig verbreiterten Maschenwinkeln, mit dem Becher fest verbunden. Sporen in Masse schwarzbraun, im durchfallenden Licht dunkelbraun, bisweilen auf einer Seite heller, dicht feinstachelig bis kräftig stachelig, dann etwas zerstreut stehend, Stacheln bis 1 μ m lang, bisweilen auch etwas länger, 14–19 μ m im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

L. ovoideum zählt im gesamten Alpengebiet zu den häufigsten nivicolen Lamprodermaarten und ist oft mit anderen nivicolen Myxomyceten vergesellschaftet. Ursprünglich stellte KOWALSKI (1970) *L. ovoideum* als Synonym zu *L. sauteri*. Nach Revision der Sammlung Mey-

LAN betrachtete er sie als Varietät von *L. carestiae*. Die dunkle Peridie mit schwachen Reflexen, der stets bleibende, scharf berandete Becher, das dunkle Capillitium ohne hellere Enden und die großen, dunklen Sporen mit dicht stehenden Stacheln treten als konstante Merkmale auf, die deutlich von *L. carestiae* trennen. Wir sind daher der Auffassung, daß es sich um eine selbständige Art handelt. Die hier gegebene Diagnose ist so gefaßt, daß *L. sauteri* ROST. var. *piriformis* MEYLAN eingeschlossen ist. Vgl. die Bemerkung bei *L. sauteri*. Zur Abklärung eines möglichen Artcharakters dieser Varietät bedarf es weiteren Materials.

22. *Lamproderma sauteri* Rost.

Mon.: 205; 1874.

(Abb. 2, 20 und Abb. 3, 17; Farbt. 4).

Sporocarpium gesellig gedrängt in Gruppen, auch reihig, sitzend oder kurz gestielt, auch plasmodiocarp (nicht bei unserem Material), kugelig bis breit eiförmig, seltener zylindrisch, oft am Grunde genabelt, 0,4–1,5 mm im Durchmesser, Gesamthöhe 1–2 mm. Hypothallus scheibenförmig, dunkel rotbraun bis schwarzbraun, im durchfallenden Licht hellbraun bis rotbraun, mit Nachbarindividuen zusammenfließend. Stiel bis 1 mm lang, schwarz, in der Regel kürzer als der Durchmesser des Fruchtkörpers. Peridie verhältnismäßig dick, im oberen Bereich unregelmäßig aufreißend, den Capillitiumenden angeheftet, im unteren Bereich bis zur Hälfte oft dauerhaft, dort braun, im oberen Bereich silbergrau, selten grün oder blau, schwach goldfarben, mäßig irisierend. Columella schwarz, etwa bis zur Mitte des Fruchtkörpers reichend, zylindrisch, an der Spitze bisweilen keulig verdickt. Capillitium im oberen Bereich der Columella entspringend, hell rotbraun bis dunkelbraun, an den äußersten Spitzen farblos, verzweigt, ein gewunde-

nes Netz bildend, rauh, zum Teil mit knotigen Verdickungen und verbreiterten Maschenwinkeln. Sporen in Masse schwarz, im durchfallenden Licht dunkel violettbraun, meist auf einer Seite heller, gleichmäßig feinstachelig, Stacheln bis nahezu 1 µm lang, 12–15 µm im Durchmesser. Plasmodium unbekannt.

L. sauteri ist ein nivocoler Myxomycet der alpinen Regionen, der aber auch in den Hochlagen des Schwarzwaldes nachgewiesen ist. In den Bayerischen Alpen reichen Funde bis in 2000 m Höhe, im Schwarzwald kommt die Art im Feldberggebiet und am Wildsee beim Ruhstein in 930 m vor. Als Substrat werden *Blechnum spicant*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus* und *Picea*-Äste angeführt. Die Erscheinungszeit reicht vom späten Frühjahr bis in den Sommer. In Oberösterreich und in den französischen Alpen ist die Art recht häufig. Es sind zumindest mehrere Varietäten zu unterscheiden, das Spektrum der Art wird z. Zt. von M. MEYER bearbeitet. Außerhalb Europas liegen Funde aus den Bergen des westlichen nordamerikanischen Kontinents vor. eine Vergesellschaftung mit anderen nivocolen Arten dürfte sicher sein.

L. sauteri steht nahe bei *L. carestiae*. Markantes Unterscheidungsmerkmal sind die Sporen, die bei *L. sauteri* größer, grober markiert und dunkler sind, eine Seite ist meist aufgehellt. In Masse sind sie schwarz, bei *L. carestiae* dunkelbraun. Ist das Capillitium von Sporen frei, so erscheint es bei *L. sauteri* infolge der farblosen Enden hellgrau bis weiß, was bei *L. carestiae* nicht zutrifft. Letztere Art besitzt im Regelfall eine lebhafter gefärbte und irisierende Peridie. Die Sporen sind auch trennendes Merkmal zu *L. arcyrioides*, die über kleinere, hellere, feinwarzige Sporen verfügt.

Zu *L. sauteri* var. *piriformis* MEYLAN, Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 56: 71; 1925, vgl. die Ausführungen zu *L. ovo-*

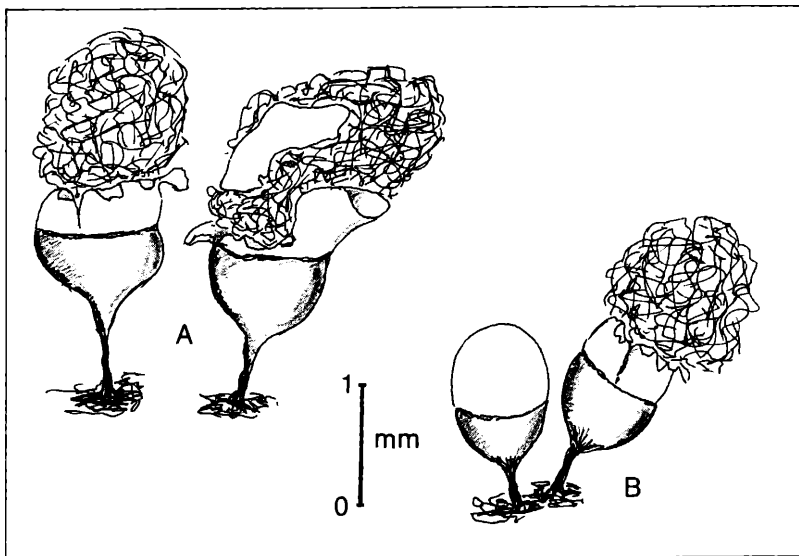


Abbildung 5. Fruchtkörper von *Arcyria helvetica*. 1 M 2352, 2. NOW. 1103.

ideum. MEYLAN nahm später (1932: 370) Abstand von der Zuordnung dieser Varietät zu *L. sauteri*: „Entre le *L. sauteri* et la var. *piriforme*, il n'y a rien de commun. Par contre, cette variété rentre certainement dans la groupe des formes du *L. ovoideum*, sinon comme sous-espèce, au moins comme variété.“

Nicht beschriebene Arten der Gattung Lamproderma

- L. alexopouli* LAKH. & MUK. Kavaka, 6: 9; 1978. Bekannt aus Indien. Nach der Struktur der Columella ist die Art wohl der Gattung *Collaria* zuzuordnen.
- L. anglicum* (G. LISTER & HOWARD) B. ING. Trans. Brit. Mycol. Soc., 78 (3): 444; 1982. Bekannt aus Großbritannien.
- L. debile* (G. LISTER & HOWARD) B. ING. Trans. Brit. Mycol. Soc., 78 (3): 444; 1982. Bekannt aus Großbritannien.
- L. disseminatum* KOWALSKI. Mycologia, 62: 663; 1970. Bekannt aus den USA.
- L. griseum* THIND & LAKH. Mycologia, 60: 1080; 1968. Bekannt aus Indien von der Typuskollektion.
- L. latifilum* NANN.-BREM. & YAMAM. Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch. Ser. C, 86 (2): 227; 1983. Bekannt aus Japan von der Typuskollektion.
- L. muscorum* (LEV.) HAGELSTEIN. Mycologia, 27: 88; 1935. Bekannt aus den USA.
- L. puncticulatum* HÄRKÖNEN. Karstenia, 18: 20–22; 1978. Bekannt von der Typuskollektion aus Finnland.
- L. splendens* MEYLAN. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 57: 44; 1929. Bekannt aus den Schweizer Alpen. Wird als Synonym zu *L. arcyrioides* geführt, vermutlich eine selbständige Art.
- L. thindianum* LAKH. & MUK. Kavaka, 6: 12; 1978. Bekannt von der Typuskollektion aus Indien.
- L. tuberculosporum* FARR. Mycopath. Mycol. Appl., 31: 311; 1967 USA, bekannt von der Typuskollektion.
- L. verrucosum* MARTIN, THIND & SOHI. Mycologia, 49: 130; 1957 Bekannt von der Typuskollektion, Indien.

Arcyria helvetica (MEYLAN) NEUB., NOW. & BAUM. comb. nov.

Arcyria incarnata (PERS.) PERS. var. *helvetica* MEYLAN. In: Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 46: 55; (1910), Basionym. (Farbt. 8; Abb. 5).

Untersuchtes Material: Oberösterreich, Herbar NOWOTNY: Riedau: 29. 9. 1979: 212 A, B; 7. 11. 1982: 1042; 21. 10. 1983: 1103; Überacker: 13. 10. 1979: 254; 21. 9. 1980: 366, 368; 1. 11. 1980: 445; 25. 10. 1981: 846; 23. 10. 1983: 1104; 11. 10. 1986: 1467; Tarsdorf: 6. 9. 1980: 356; Andorf: 28. 10. 1980: 427 A, B, C; Weyregg: 4. 10. 1981: 801; Gutau: 15. 9. 1979: 163; Nußbach: 27. 9. 1981: 761 A, B; Herbar NEUBERT: Oberjoch, Allgäu: 27. 9. 1978: M 2219; Gomaringen, Baden-Württemberg: 3. 11. 1978: M 2352 (= Herb. BAUMANN Nr. 306); 31. 10. 1978: M 2350 (= Herb. BAUMANN Nr. 299); Berchtesgaden, Röh: 13. 9. 1982: M 4065: zunächst von H. NEUBERT als *A. stipitata* fehlbestimmt, ist bei SCHMID-HECKEL (1985: 55) zu korrigieren.

Sporocarpien gestielt, meist nur wenige Fruchtkörper locker verteilt, selten in kleinen Gruppen, mehr oder we-

niger kugelig bis breit eiförmig, selten gedrungen zylindrisch, weinrot, glänzend, 0,7–1,1 mm im Durchmesser, Gesamthöhe bis 2,5 mm. Hypothallus selten zusammenfließend, an der Stielbasis dunkelbraun, dann heller braun bis farblos, dunkler geädert. Stiel 0,5–1 (1,5) mm lang, dunkel rotbraun, längsrundlich, mit sporenhähnlichem, rundlichem Material von 13–17 µm Durchmesser. Peridie weinrot, sehr dauerhaft, oberer Teil zarter, irisierend, am Scheitel unregelmäßig aufreißend, unterer Teil deutlich getrennt, dunkler, glänzend, als trichterförmiger bis halbkugeliger Becher bleibend, am Rand mit Resten der oberen Peridienhälfte, im durchfallenden Licht hellrot, fein punktiert bis kräftig papillös, Warzen durch feine Grate zu drei- bis viereckigen Netzmaschen verbunden. Capillitium hell weinrot, wenig elastisch, in der Stielspitze konzentriert, nur vereinzelt dem Becher angewachsen, lange bleibend, leicht ablösbar, mit Halbringen, Ringen, Warzen und feinnetzig, an der Basis oft weniger deutlich, 3–4 µm im Durchmesser. Sporen in Masse hell weinrot, im durchfallenden Licht schwach rötlich bis fast farblos, 6,5–7,5 µm im Durchmesser, feinwarzig bis nahezu glatt, mit zerstreuten Gruppen größerer Warzen. Plasmodium weiß.

Originaldiagnose von MEYLAN a. a. O.:

„Pédicelle de 1 mm. Sporangies globuleux, même sphériques, entièrement entourés par le périidium persistant: ce dernier brillant, pourpre à reflets irisés. Capillitium brun violacé attaché à l'intérieur du stipe mais non ou très lâchement à la paroi interne du périidium, semblable à celui de *A. punicea*. A la déhiscence, le périidium se déchire irrégulièrement au sommet du sporange pour laisser sortir le capillitium qui n'est que faiblement élastique. Spores de 7 µ lisses.

Sur la mousse d'un vieux tronc de hêtre renversé sur le versant nord du Chasseron à 1300 m. octobre 1909.“ Schon MEYLAN war der Überzeugung, es handle sich um mehr als nur eine Varietät: „Par sa couleur, son périidium non fugace, entourant complètement le sporange (seul cas dans le genre *Arcyria*) elle semble être plus qu'une simple variété.“ LISTER (1925: 238) stellt die Art zwischen *A. incarnata* und *A. denudata*, KRZEMIENIEWSKA (1960: 263) führt sie als Synonym von *A. affinis*. KOWALSKI (1975: 458) stimmt MEYLAN zu, hält dessen Kollektion jedoch für zu spärlich, um als Typus zu dienen. Das von uns untersuchte Material aus Baden-Württemberg, Raum Tübingen, den Bayerischen Alpen sowie aus Oberösterreich reicht aus, um *A. helvetica* als eigene Sippe anzuerkennen. Hauptmerkmale sind das Vorkommen in wenigen locker gruppierten Fruchtkörpern, die gedrungene Form, die im unteren Bereich dauerhafte, irisierende Peridie und das wenig aufspannende, leicht ablösbare Capillitium. Die Capillitiumstruktur gleicht der von *A. denudata* und *A. incarnata*. *A. denudata* ist kräftiger rot, die Peridie schwindet früh, das Capillitium ist fest im Becher verwachsen. *A. incarnata* besitzt hellrosa Farbe, der Becher ist klein, oft auf eine spärliche Scheibe beschränkt, der Stiel oft reduziert. *A.*

affinis hat ein vor allem in die Länge aufspannendes Capillitium, das niederliegt und verfilzt. *A. stipata* verfügt gleichfalls über eine dauerhafte Peridie, die Fruchtkörper dieser Art sind dicht hirntartig verklumpt, es fehlt die deutliche Trennung zwischen oberem und unterem Peridienbereich, das Capillitium zeigt eine deutliche Spiralstruktur.

Unsere Funde lagen in Baden-Württemberg bei 470 m, in den Alpen zwischen 1200 m und 1440 m, in Oberösterreich zwischen 340 m und 600 m Höhe. Als Substrat sind allgemein totes Holz, in einem Falle *Alnus viridis*, und Erde vermerkt.

Nachtrag zur Myxomycetenliste der Bundesrepublik Deutschland (NEUBERT & BAUMANN 1986)

Mittlerweile neu hinzugekommene Arten werden nachgetragen („D“). Funde, die zusätzlich in Oberösterreich vorkommen oder ausschließlich dort nachgewiesen sind („A“) werden berücksichtigt. Sie sind zumindest auch in Bayern zu erwarten.

- Arcyria gulielmae* NANN.-BREM. (A)
Arcyria fuegiana ARAMBARRI (D)
Badhamia goniospora MEYLAN (DDR, A)
Badhamia gracilis (MACBR.) MACBR. (D)
Clastoderma microcarpa (MEYLAN) KOWALSKI (A)
Comatricha ellae HÄRKÖNEN (A)
Comatricha reticulospora B. ING & HOLLAND (A)
Cribraria confusa NANN.-BREM. & YAMAM. (D)
Cribraria meylanii BRÄNDZÄ (A)
Diderma trevelyani (GREV.) FRIES var. *nivale* MEYLAN (A)
Didymium comatum (A. LISTER) NANN.-BREM. (A)
Didymium trachysporum G. LISTER (A)
Didymium tubulatum JAHN (A)
Echinostelium apitectum WHITNEY (A)
Echinostelium brooksii WHITNEY (A)
Echinostelium corynophorum WHITNEY (A)
Echinostelium fragile NANN.-BREM. (D, A)
Enerthenema melanospermum MACBR. & MARTIN (A)
Hemitrichia minor G. LISTER var. *pardina* MINAKATE (D)
Lamproderma album NEUB., NOW. & BAUM. (D)
Lamproderma atrosporum MEYLAN (D, A)
Lamproderma cribrarioides (FRIES) R. E. FRIES (D, A)
Lamproderma echinosporum MEYLAN (D, A)
Lamproderma gulielmae MEYLAN (DDR, A)
Lamproderma mucronatum NEUB., NOW. & BAUM. (D)
Lamproderma ovoideum MEYLAN (D, A); bislang als Varietät zu *L. carestiae* betrachtet.
Lepidoderma crassipes FLAT., MASSN. & SCHIRM. (D)
Lepidoderma didermoides KOWALSKI (D)
Lepidoderma stipitatum FLAT. (D)
Licea kleistobolus MARTIN (D, A)
Licea microscopica MITCHELL (D)
Licea testudinacea NANN.-BREM. (A)
Physarella oblonga (BERK. & CURT.) MORGAN (D); Gewächshaus Bot. Garten Hamburg, briefl. Mitt. J. HECHLER.
Physarum albescens ELLIS (A)
Physarum alpestre MITCHELL, CHAPMAN & FARR (A)

- Physarum sessile* BRÄNDZÄ (A)
Stemonaria fuscooides NANN.-BREM. & YAMAM. (A)
Stemonaria irregularis (REX) NANN.-BREM., SHARMA & YAMAM. (A)
Stemonitis fusca ROTH var. *papillosa* MEYLAN (A)
Stemonitis inconspicua NANN.-BREM. (A)
Stemonitis rhizoideipes NANN.-BREM., SHARMA & THIND (A)
Tubifera casparyi (ROST.) MACBR. (A)

Korrekturen

- Arcyria obvelata* (OEDER) ONSBERG. Syn.: *A. nutans* (BULL.) GREV. (!)
Diderma cinereum MORGAN⁽¹⁾: streichen
Lamproderma carestiae (CES. & DE NOT.) MEYLAN var. *ovoideum* (MEYLAN) KOWALSKI⁽⁺⁾: streichen
Lamproderma laxum NEUB.
Metatrichia rosea (FLATAU & NANN.-BREM.) NANN.-BREM.
Physarum leucopus LINK
Physarum mutabile (ROST.) G. LISTER
Cribraria macrocarpa SCHRAD. var. *tatrica* RACIB.⁽⁺⁾: streichen
Symphytocarpus herbaticus ING
Tafel 3 oben: *Fuligo rufa* PERS.

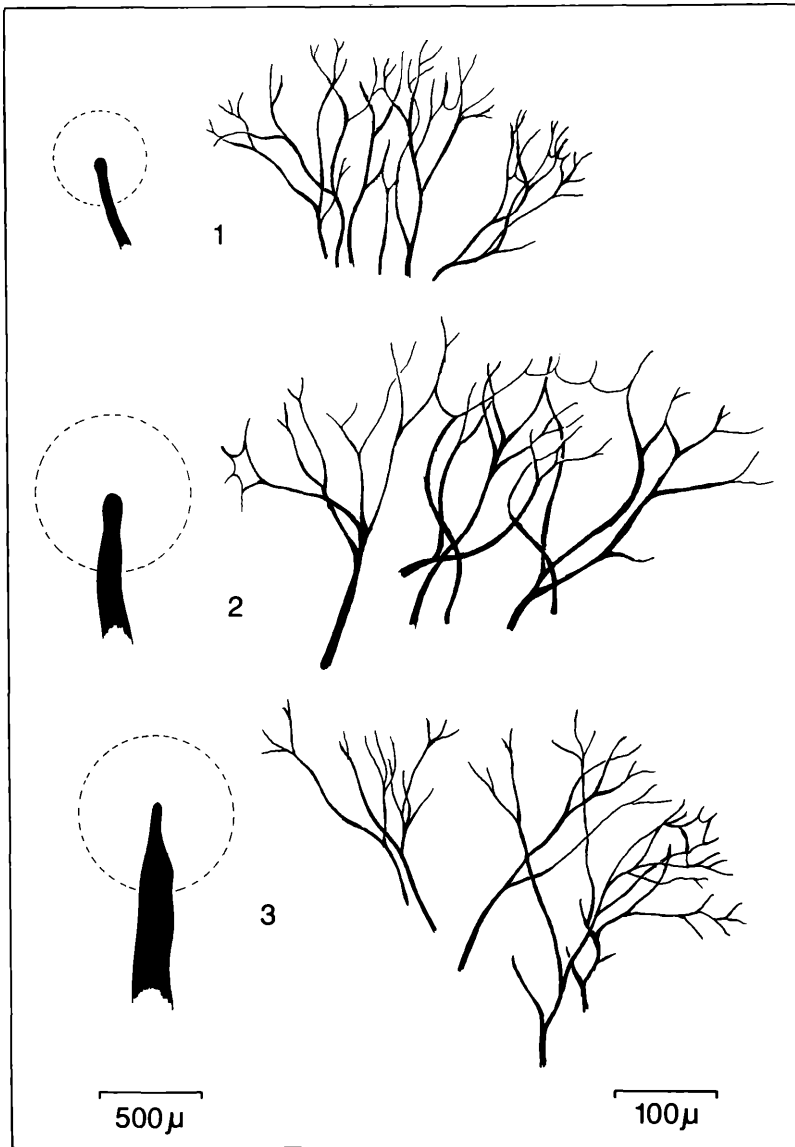


Abbildung 6. Columella und Randbereich des Capillitiums.
 1: *L. scintillans*, NOW. 1135;
 2: *L. arcyrioides*, NOW. 1302;
 3: *L. columbinum*, NOW. 1471.

Literatur

- DENNISON, M. L. (1945 a): The Genus *Lamproderma* and its relationships. I. – *Mycologia*, **37**: 80–108; New York.
- DENNISON, M. L. (1945 b): The Genus *Lamproderma* and its relationships. II. – *Mycologia*, **37**: 197–204; New York.
- DORFELT, H. (Hrsg.) (1988): Bi-Lexikon Mykologie Pilzkunde. – 432 S., 217 Zeichn., 30 Tab., 40 Farbt., 8 S.-w.t.; Leipzig.
- ENGEL, H. & HECHLER, J. (1986): Myxomyceten. – In: Die Pilzflora Nordwestoberfrankens, **10/A**: 80–87; Weidhausen.
- FLATAU, L. (1982): Myxomyceten aus Nordhessen – I. Ein neuer Myxomycet aus dem Reinhardswald bei Kassel. – *Z. Mykol.*, **48** (2): 257–259; Schwäbisch Gmünd.
- FLATAU, L. (1984): Myxomyceten aus Nordhessen – III. Ein neuer Myxomycet aus der Umgebung von Kassel. – *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas. 10 Jahre Arbeitsgemeinschaft Mykologie Ostwürttemberg (AMO)*: 193–196; Schwäbisch Gmünd.
- FLATAU, L., WASSNER, W. & SCHIRMER, P. (1987): Myxomyceten aus Nordhessen – IV. Ein neuer Myxomycet aus der Umgebung von Kassel. – *Z. Mykol.*, **53** (1): 145–149; Schwäbisch Gmünd.
- FRIES, R. E. (1911): Några ord om Myxomycetan floran i torne Lappmark. – *Sv. Bot. Tidskr.*, **4**: 253–262; Stockholm.
- FUCKEL, L. (1873): *Symbolae mycologicae*. Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Pilze. Nachtrag II. – *Jahrb. Nass. Ver.*

- Nat., **27/28**: 1–99; Wiesbaden.
- GRACIA, E. (1989): *Myxomycetes exsiccati*, Fasc. 1. – Barcelona.
- ING, B. (1968): A census catalogue of British myxomycetes. – Published by the Foray Committee of the British Mycological Society; Woking, Surrey.
- ING, B. (1982): Notes on Myxomycetes III. – Trans. Brit. Mycol. Soc., **78** (3): 439–447; Cambridge.
- KELLER, H. W., ELIASSON, U. H., BRAUN, K. L. & BUBENZUREY, M. J. (1988): Corticolous Myxomycetes X: Ultrastructure and taxonomic status of *Cribraria minutissima* and *C. confusa*. – Mycologia, **80** (4): 536–545; New York.
- KOWALSKI, D. T. (1968): Observations on the genus *Lamproderma*. – Mycologia, **60**: 756–768; New York.
- KOWALSKI, D. T. (1970): The species of *Lamproderma*. – Mycologia, **62**: 621–672; Kansas.
- KOWALSKI, D. T. (1972): Two new alpine Myxomycetes from Washington. – Mycologia, **64**: 359–364; Kansas.
- KOWALSKI, D. T. (1975): The myxomycete taxa described by CHARLES MEYLAN. – Mycologia, **67**: 448–494; Kansas.
- KRZEMIENIEWSKA, H. (1960): Sluzowce Polski. – 315 S., XVII Taf.; Warschau.
- LAKHPAL, T. N. & MUKERJI, K. G. (1981): Taxonomy of the Indian Myxomycetes. – Bibliotheca Mycologica; 531 S.; Vaduz.
- 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. (1922): The North American Slime-Moulds. – ed. 2, XVII + 299 p., pl. 1–23; New York.
- MARTIN, G. W. & ALEXOPOULOS, C. J. (1969): The Myxomycetes. – IX u. 561 S.; New York.
- MARTIN, G. W., ALEXOPOULOS, C. J. & FARR, M. L. (1983): The Genera of Myxomycetes. – XI u. 201 S., 41 pl.; Iowa City.
- MEYER, M. (1986): Les espèces nivales de Myxomycètes – 1ère partie. – Bull. Féd. Myc. Dauphiné-Savoie, **100**: 51–54; La Balme-de-Silligny.
- MEYER, M. (1987): Les espèces nivales de Myxomycètes (suite au No. **100**: 51–54). – Bull. Féd. Myc. Dauphiné-Savoie, **104**: 17–19; La Balme-de-Silligny.
- MEYLAN, C. (1910): Myxomycètes du Jura. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **46**: 49–57; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1919): Notes sur quelques espèces de Myxomycètes. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **52**: 447–450; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1920): Contribution à la connaissance des Myxomycètes de la Suisse. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **53**: 451–463; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1924): Recherches sur les Myxomycètes du Jura en 1921–22–23. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **55**: 237–244; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1925): Note sur divers Myxomycètes du Jura et des Alpes. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **56**: 65–74; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1929): Recherches sur les Myxomycètes en 1927–28. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **57**: 39–47; Lausanne.
- MEYLAN, C. (1932): Les espèces nivales du genre *Lamproderma*. – Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., **57**: 359–373; Lausanne.
- MITCHELL, D. W. (1978): A key to the corticolous Myxomycetes. Part I. – Bull. Brit. Mycol. Soc., **12** (1): 18–42; Cambridge.
- MORGAN, A. P. (1894): The Myxomycetes of the Miami Valley, Ohio. – J. Cinc. Soc. Nat. Hist. III: 127–156, pl. 11–12; Cincinnati.
- NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1967): Notes on Myxomycetes XII. A revision of the Stemonitales. – Proc. koninkl. nederl. Akad. Wetensch. Ser. C, **70**: 201–216; Amsterdam.
- NANNENGA-BREMEKAMP, N. E. (1974): De Nederlandse Myxomyceten, met Aanvullingen (1979) und tweede Aanvulling (1983). – 506 S.; Zutphen.
- NEUBERT, H. (1980): Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland I. Ein neuer Myxomycet aus dem nördlichen Schwarzwald. – Z. Mykol., **46** (2): 217–220; Schwäbisch Gmünd.
- NEUBERT, H. & BAUMANN, K. (1986): Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland, III. Liste der bislang bekannten Arten. – Caroleina, **44**: 61–66, 1 Abb., 7 Taf.; Karlsruhe.
- NEUBERT, H. & BAUMANN, K. (1987): Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland IV Schlüssel zu den Ordnungen und zu den Familien, Gattungen und Arten der Ordnung Trichiales. – Caroleina, **45**: 51–76, 13 Abb., 4 Farbtaf.; Karlsruhe.
- NOWOTNY, W. (1986): Beiträge zur Kenntnis der Myxomyceten Oberösterreichs II. – Linzer biol. Beitr., **18** (1): 177–189; Linz.
- POELT, J. (1956): Schleimpilze aus Südbayern und Tirol. – Ber. Bayer. Bot. Ges., **31**: 69–75; München.
- ROSS, I. K. (1973): The Stemonitomycetidae, a new subclass of Myxomycetes. – Mycologia, **65**: 477–485; Kansas.
- ROSTAFINSKI, J. T. (1873): Versuch eines Systems der Mycetozoen. – Inaug. Diss., 19 S.; Straßburg.
- ROSTAFINSKI, J. T. (1875): Sluzowce (Mycetozoa) Monograafia. – 432 S., XIII T.; Paris.
- SCHINNER, F. (1982): Myxomycetes des Großglockner Gebietes (Hohe Tauern, Österreich) (Eine ökologische Studie). – Z. Mycol., **48** (1): 165–170; Schwäbisch Gmünd.
- SCHMID-HECKEL, H. (1985): Nationalpark Berchtesgaden. Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen. Mykologische Untersuchungen im Nationalpark Berchtesgaden. – Forschungsber., **8**: 53–56; Berchtesgaden.
- SCHMID-HECKEL, H. (1988): Nationalpark Berchtesgaden. Pilze in den Berchtesgadener Alpen. – Forschungsber., **15**: 10–11, Berchtesgaden.
- YAMAMOTO, Y. (1988): Index Myxomycetum Japonicorum. – 133 S. aki shi, kouchi ken, Japan.

HEINRICH E. WEBER

Zwei neue *Rubus*-Arten aus Südwestdeutschland

Kurzfassung

Im Zusammenhang mit einer Rasterkartierung der *Rubus*-Flora in einem Teilgebiet von Baden-Württemberg wurden zwei neue *Rubus*-Arten ermittelt, deren Verbreitung teilweise auch über Baden-Württemberg hinausreicht. Die beiden Arten sind beschrieben und abgebildet. Ihre Verbreitung ist angegeben. *Rubus pseudoinfestus* H. E. WEBER spec. nov. (Sect. *Rubus* Serie *Anisacanthi* H. E. WEBER) ist als gebietsweise häufige Pflanze bislang nachgewiesen vom Rand des Rheingrabens bei Offenburg durch den Schwarzwald bis ins Neckargebiet nahe Rottenburg. *Rubus subcordatus* (Sect. *Rubus* Serie *Pallidi* W. C. R. WATSON) wurde im selben Gebiet gefunden und außerdem bislang nachgewiesen in Hessen (Raum Bad Hersfeld, Odenwald und Kraichgau), Rheinland-Pfalz (Eschbach an der Weinstraße), Bayern (bei Leibi im Kreis Neu-Ulm) sowie in Frankreich im nördlichen Elsaß bei Weißenburg (Wissembourg) und verbreitet in Lothringen.

Abstract

Two new *Rubus* species from southwestern Germany

During grid mapping of the *Rubus* flora in parts of Baden-Württemberg two new *Rubus* species has been found which have a distribution partly exceeding Baden-Württemberg. Both species are described and illustrated and their distribution is pointed out. *Rubus pseudoinfestus* H. E. WEBER spec. nov. (Sect. *Rubus* Serie *Anisacanthi* H. E. WEBER) has been recorded from the margin of the Upper Rhine plain district through the Black Forest area to the River Neckar near Rottenburg. *Rubus subcordatus* (Sect. *Rubus* Serie *Pallidi* W. C. R. WATSON) has been found in the same area and additionally in Hessen (Bad Hersfeld district, Odenwald and Kraichgau), Rheinland-Pfalz (Eschbach at the Weinstraße), Bavaria (near Leibi in the Neu-Ulm district), and in France in northern Alsace near Wissembourg and distributed in Lorraine.

Autor

Prof. Dr. Dr. HEINRICH E. WEBER, Universität Osnabrück, Abt. Vechta, Driverstraße 22, D-2848 Vechta.

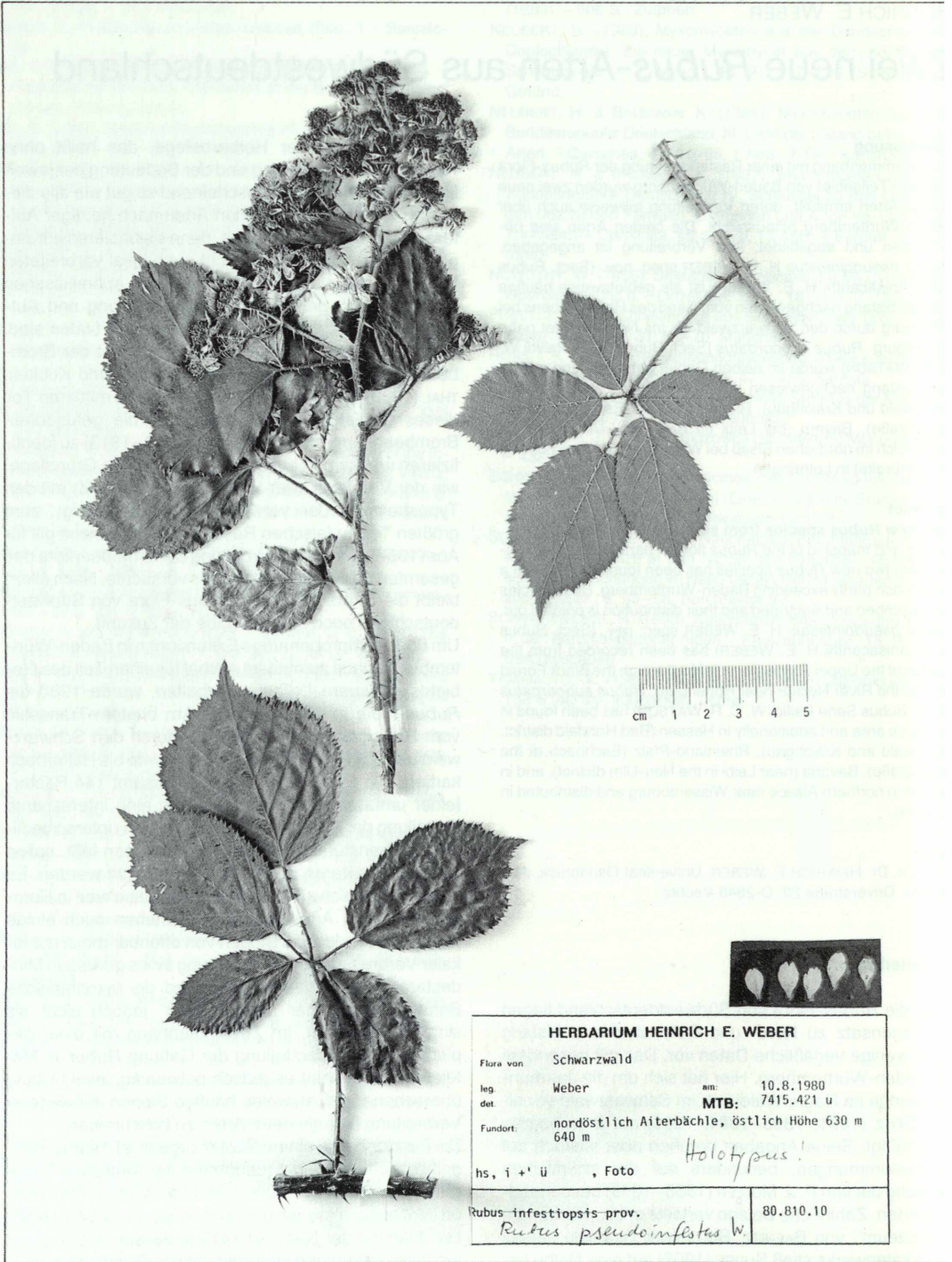
1. Einleitung

Über die *Rubus*-Flora von Südwestdeutschland liegen im Gegensatz zu Nord- und Ostdeutschland bislang recht wenige verlässliche Daten vor. Das gilt besonders für Baden-Württemberg. Hier hat sich um die Jahrhundertwende im Raum Waldkirch im Schwarzwald vor allem GÖTZ (1891, 1893–1894, 1905) mit Brombeeren beschäftigt. Seine Angaben beruhen aber vielfach auf Fehlbestimmungen, besonders auf der irrtümlichen Deutung der von P. J. MÜLLER (1858–1859) beschriebenen Arten. Zahlreiche Belege verteilte er im „Herbarium europaeum“ von BAENITZ. Bei seiner Revision dieses Exsikkatenwerks stieß SUDRE (1905) auf eine Reihe der von GÖTZ falsch verwendeten Namen und benannte die Pflanzen daraufhin als neue Arten. Dieses geschah al-

lein aufgrund dieser Herbarbelege, das heißt ohne Kenntnis der Verbreitung und der Bedeutung der jeweiligen Taxa. Daher sind anscheinend so gut wie alle diese von SUDRE beschriebenen Arten nach heutiger Auffassung taxonomisch wertlos, denn sie basieren auf singulären und teilweise vielleicht auch lokal verbreiteten Biotypen, wie sie bei dieser fakultativ apomiktischen Gattung durch gelegentliche Hybridisierung und Aufspaltung im Mitteleuropa millionenfach zu finden sind. Später beschäftigte sich KELLER (1910) mit der Brombeerflora des südlichen Schwarzwaldes, und KÜCKENTHAL (1938, 1944) untersuchte Gebiete im mittleren Teil dieses Gebietes. Beide versuchten, die gefundenen Brombeeren mit Hilfe von SUDRE (1908–1913) zu identifizieren und kamen auf dieser irreführenden Grundlage, wie der Vergleich ihrer Herbarien (in B und Z) mit den Typusbelegen der verwendeten Namen zeigt, zum größten Teil zu falschen Resultaten. Das gleiche gilt für ADE (1957), der eine Bearbeitung der Brombeerflora des gesamten Südwestdeutschlands versuchte. Nach allem bleibt die Erforschung der *Rubus*-Flora von Südwestdeutschland noch eine Aufgabe der Zukunft.

Um über stichprobenartige Exkursionen in Baden-Württemberg hinaus zumindest einmal für einen Teil des Gebietes genauere Daten zu erhalten, wurde 1980 die *Rubus*-Flora in einem etwa 20 km breitem Transsekt vom Rheingraben bei Offenburg durch den Schwarzwald bis zum Neckar bei Dettingen sowie bis Haiterbach kartiert. Die Ergebnisse dieser insgesamt 144 Rasterfelder umfassenden Kartierung, die eine interessante Verteilung der Arten vor allem auch in den unterschiedlichen Höhenstufen des Gebietes erkennen läßt, sollen zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden. Es wurden zahlreiche bekannte und teilweise weit in Europa verbreitete Arten gefunden, daneben auch einige noch unbeschriebene Sippen von offenbar meist nur lokaler Verbreitung. Ohne Ermittlung eines gewissen Mindestareals (vgl. WEBER 1981) wird die taxonomische Behandlung solcher „Lokalsippen“ jedoch nicht als sinnvoll betrachtet. Im Zusammenhang mit einer geplanten Gesamtdarstellung der Gattung *Rubus* in Mitteleuropa erscheint es jedoch notwendig, zwei bislang übersehene, gebietsweise häufige Sippen mit weiterer Verbreitung hier als neue Arten zu beschreiben.

Die Fundorte sind einem Raster zugeordnet. Hierbei handelt es sich um Viertelquadranten der Amtlichen Topografischen Karte 1:25 000 („Meßtischblatt“). Ein Fundort liegt beispielsweise bei der Angabe 7419.34 im Meßtischblatt mit der Nummer 7419 in dessen 3. Quadranten (links unten) und innerhalb dieses Quadranten im 4. Viertelquadranten (rechts unten). Zur genaueren Angabe des locus typicus ist diese Quadrierung um 1–2 Stu-



HERBARIUM HEINRICH E. WEBER

Flora von	Schwarzwald		
leg.	Weber	am:	10.8.1980
det		MTB:	7415.421 u
Fundort:	nordöstlich Aiterbächle, östlich Höhe 630 m 640 m		
hs, i + ' ü		Foto	Holotypus!
<i>Rubus infestiosus</i> prov. <i>Rubus pseudoinfestus</i> W.			80.810.10

Abbildung 1. *Rubus pseudoinfestus* H. E. WEBER. – Holotypus (KR).

fen fortgesetzt. Herbarien sind mit den international üblichen Abkürzungen angegeben (vgl. HOLMGREN & al. 1981). Das Herbarium des Autors ist mit We abgekürzt.

2. *Rubus pseudoinfestus* H. E. WEBER spec. nov.

(Abb. 1–2)

Rubo infesto WEIHE & NEES similis a quo differt turione (pilis 25–75 pro cm) piloso glandulis stipitatis pluribus obsito, aculeis tenuioribus plerumque (sub-) rectis 5–7 mm longis armato. Folia 3–5-natis, supra (fere) glabra subtus viridia, mollia, etomentosa. Foliolum terminale brevius petiolulatum (longitudo petioluli 25–33% longitudinis laminae) basi vulgo rotundatum, brevius (7–13 mm) acuminatum, grossius dentibus longius cuspidatis dentibusque principalibus longerioribus 2–3 (–4) mm alte serratum. Foliola infima 2–7 mm petiolulatum. Rachis inflorescentiae densius pilosus, aculeis gracilioribus minus curvatis 4–5 (–6) mm longis armata. Foliola terminalia foliorum inflorescentiae basi anguste rotundata vel cuneata. Pedicelli cum 10–20 aculeis gracilioribus subrectis (1–) 2–2,5 mm longis obsita. Petala anguste obovata. Ovaria glabrata.

Rubus e sectione *Rubus* ser. *Anisacanthi*. Crescit in Germania austro-occidentali.

Typus: Nordöstlich Aiterbächle (7415.421), 640 m, 10. 8. 1980, WEBER 80.810.10 (KR, Holotypus; We, Isotypus).

Schößling flachbogig, stumpfkantig rundlich, weinrötlich überlaufen, pro cm Seite mit 5–15 einfachen und büscheligen Härchen und mit ebenso vielen, 0,5–1 (–2)

mm langen, borstigen Stieldrüsen oder deren Stümpfen. Stacheln etwas gelblicher oder rötlicher als der Schößling, ungleich oder streckenweise fast gleichartig, die größeren meist zu 8–13 pro 5 cm, aus breiter Basis schlank, (fast) gerade, einzelne oft etwas gekrümmt, 5–7 mm lang, untermischt mit wenigen bis vielen kleineren Stachelchen und Stachelhöckern.

Blätter 3–4– bis etwas fußförmig 5zählig, oberseits schwach glänzend grün, mit 0 (–5) Haaren pro cm², unterseits grün, mit etwas schimmernden Haaren deutlich fühlbar bis weich behaart, ohne Sternfilz. Endblättchen ziemlich kurz gestielt (Stielchenlänge etwa 26–33% der Spreitenlänge), aus gestutztem oder abgerundetem, gelegentlich angedeutet herzförmigen Grund umgekehrt eiförmig mit etwas abgesetzter, 6–12 mm langer Spitze, lebend mit etwas vertieften Seitennerven. Serratur mit fein und scharf bespitzten Zähnen periodisch mit längeren, vereinzelt etwas auswärtsgekrümmten Hauptzähnen, 2–3 (–4) mm tief. Untere Seitenblättchen 5zähliger Blätter bis 7 mm lang gestielt. Blattstiel länger als die unteren Blättchen, mit 12–20 sichelig bis hakig gekrümmten Stacheln. Nebenblätter kaum 1 mm breit fädig-linealisch.

Blütenstand schmal pyramidal, oben mit etwas doldentraubig verzweigten, meist 3blütigen Ästen. Blätter 1–3 (–5) cm unter der Spitze beginnend, die oberen ungeteilt, unterseits oft etwas sternhaarig, die übrigen 3zählig mit umgekehrt eiförmigen bis rhombischen, am



Abbildung 2. *Rubus pseudoinfestus* am Originalstandort bei Aiterbächle im Schwarzwald.

Grunde keiligen oder sehr schmal abgerundeten Endblättchen. Achse mäßig dicht behaart, mit vielen Stieldrüsen. Größere Stacheln zu 8–15 pro 5 cm, ungleich, doch deutlich von den übrigen Emergenzen abgesetzt, aus stark verbreiteter Basis schlank, geneigt, überwiegend leicht gekrümmt, 4–6 mm lang, außerdem in schwankender Zahl kleinere Stacheln in Übergängen zu den (drüsigen) Borsten. Blütenstiele 10–15 (–20) mm lang, kurz filzig-wirrhaarig, mit vielen (>30) zarten, rötlichen, überwiegend 0,2–0,4 mm, vereinzelt bis 1 mm langen Stieldrüsen und mit fast geraden bis schwach gekrümmten, derben, gelblichen, (1–) 2–2,5 mm langen Stacheln. Kelch graugrün, fein stieldrüsig und mit gelblichen Stachelchen, zuletzt zurückgeschlagen. Kronblätter weiß bis angedeutet rosa, 9–13 mm lang, 5–6 mm breit, schmal umgekehrt eiförmig, vorn meist tief eingekerbt, lang benagelt. Staubblätter so hoch wie die grünlichen Griffel oder diese wenig überragend. Antheren kahl. Fruchtknoten kahl oder wie der Fruchtboden mit vereinzelt Härchen. – Blütezeit je nach Höhenlage VI–VIII.

Charakteristisch für die Art sind ihre ungleichen, recht derben Stacheln, die streckenweise auf dem Schößling gelegentlich auch mehr gleichartig entwickelt sein können, so daß die Art am besten in die dafür typische Serie *Anisacanthi* H. E. WEBER eingereiht werden kann. Darin und in anderen Merkmalen erinnert sie an *Rubus infestus* WEIHE & NEES, worauf das Epitheton *pseudoinfestus* hinweisen soll.

Der von Norddeutschland bis Schweden sowie auf den Britischen Inseln verbreitete *Rubus infestus* unterscheidet sich von *R. pseudoinfestus* vor allem durch folgende Merkmale: Schößling (fast) kahl, mit zerstreuteren Stieldrüsen und breiteren, teilweise deutlich gekrümmten, 7–9 mm langen Stacheln. Blätter 4–5zählig, oberseits mit 10–30 Haaren pro cm², unterseits ± filzig. Endblättchen länger gestielt (Stielchenlänge = 33–45% der Spreitenlänge), am Grunde etwas herzförmig, gleichmäßiger gesägt. Untere Blättchen bis 4 mm lang gestielt. Blütenstand mit schwächer behaarter Achse und mit sehr breiten, teilweise fast hakig gekrümmten, bis 6–7 (–9) mm langen Stacheln. Endblättchen der Blütenstandsblätter am Grunde breiter abgerundet bis etwas herzförmig. Blütenstiele mit 2–10, oft stark gekrümmten, bis 2–4 mm langen Stacheln. Kronblätter rundlich elliptisch. Fruchtknoten dichthaarig.

Ökologie

Auf mäßig nährstoffreichen Böden auf Lichtungen und an Waldrändern. Bislang in Höhenlagen zwischen 150 m und 730 m beobachtet.

Verbreitung

Regionalsippe, nachgewiesen in Baden-Württemberg vom Rand des Rheingrabens bei Offenburg durch den Schwarzwald über Oppenau, Baiersbronn, Freudenstadt und Nagold bis ins Neckargebiet bei Wendelsheim nahe Rottenburg. Gebietsweise, wie am Ostrande des

Schwarzwaldes im Raum Dornstetten – Pfalzgrafenweiler – Altensteig, eine der häufigsten Arten.

Exemplarische Belege

Baden-Württemberg: 7416.42: nördlich Kälberbronn, 730 m, 2. 8. 1980, WEBER 80.802.16 (We). – 7417.21: Nagoldtal westlich Altensteig, 470 m, 2. 8. 1980, WEBER 88.802.24 (We). 7417.32: nordöstlich Pfalzgrafenweiler, 630 m, 2. 8. 1980, WEBER 88.802.37 (We). – 7417.33: westlich Durrweiler, 620 m, 2. 8. 1980, WEBER 80.802.14 (KR, We). – 7419.34: zw. Wendelsheim und Seeborn, 13. 8. 1980, WEBER 80.813.3 (We). 7513.23: zw. Kreuzschlag und Albensbösch bei Offenburg, 150 m, 8. 8. 1980, WEBER 80.808.23 (We). – 7514.24: Weg östlich der B 28 in Hoferleshalde, 320 m, 11. 8. 1980, WEBER 80.811.21 (We). – 7515.42: Haarnadelkurve im Kasteibachtal nordöstlich Rippoldsau, 640 m, 7. 8. 1980, WEBER 80.808.7 (We). – 7516.20: nordöstlich Rodt, 660 m, 6. 8. 1980, WEBER 80.806.20 (We).

3. *Rubus subcordatus* H. E. WEBER spec. nov.

(Abb. 3–4)

Turio obtuse angulatus faciebus convexis vel planis, glabratus (pilis 0–10 pro cm), glandulis 0,5–1 mm stipitatis multis (40–75 pro cm) obsitus, pro 5 cm 12–17 aculeis ± inaequalibus gracilibus (sub-)rectis usque 4–5 mm longis aculeolisque paucis instructus.

Folia pro maxima parte 3nata foliolis lateralibus 10–15 mm petiolulatis, insuper 4- vel manifeste pedate 5nata, supra pilis 20–30 pro cm², subtus pilis ad tactum non vel paulo perceptibilibus pilosa pilis stellulatis nullis. Foliolum terminale sublonge petiolulatum (longitudo petioluli 31–35% longitudinis laminae), subcordata (ut nomine speciei indicatus est), rarius e basi cordata obovata, 10–15 mm longe acuminata. Serratura 2 (–3) mm alta, dentibus mucronulatis subaequalis, interdum dentibus principalibus paulo longioribus vel parce excurvatis. Petiolus cum 13–21 aculeis paulo curvatis munitus. Stipulae filiformes. Inflorescentia subpyramidalis, 1–8 cm infra apicem foliis lanceolatis in media et infima parte foliis 3natis cum foliolis terminalibus basi rotundatis vel cordatis foliolisque lateralibus vulgo 5–10 mm petiolulatis foliosa. Rachis pubescens glandulis stipitatis densis obsitus pro 5 cm cum 10–18 aculeis tenuibus reclinatibus rectis vel paulo curvatis 4–5 mm longis insuper aculeolis (glanduliferis) numerosibus munita. Pedicelli 10–15 mm longi, adresse subtomentosi (ut in *Rubo rudi* WEIHE) glandulis rubris 0,1–0,2 mm stipitatis multis obsiti 9–18 aculeis subrectis 1 (–1,5) mm longis instructi. Sepala glandulis rubris stipitatis multis aculeis nullis usque numerosis. Stamina stylos virescentes basi interdum paulo rubros superantia vel aequilonga. Antherae glabrae. Ovaria glabra vel ut in receptaculo glabrata. Floret (VI–) VII–VIII.

Rubus e sectione *Rubus* ser. *Pallidi* W. C. R. WATSON. Crescit in Germania austro-occidentali et Gallia boreo-orientali.

Typus: Westlich Hörschweiler (7517.1144), 630 m, 4. 8. 1980, WEBER 80.804.8 (KR, Holotypus; We, Isotypus).

Schößling flachbogig, stumpfkantig-rundlich bis flachseitig, pro cm Seite mit 0 (–2) Härchen und etwa 8–15 überwiegend 0,5–1 mm langen Stieldrüsen oder deren Stümpfen. Größere Stacheln etwas ungleich, zu 12–17 pro 5 cm, aus bis 7 mm breiter Basis schlank, etwas geneigt, (fast) gerade, bis 4–5 mm lang, untermischt mit einzelnen Stachelchen.

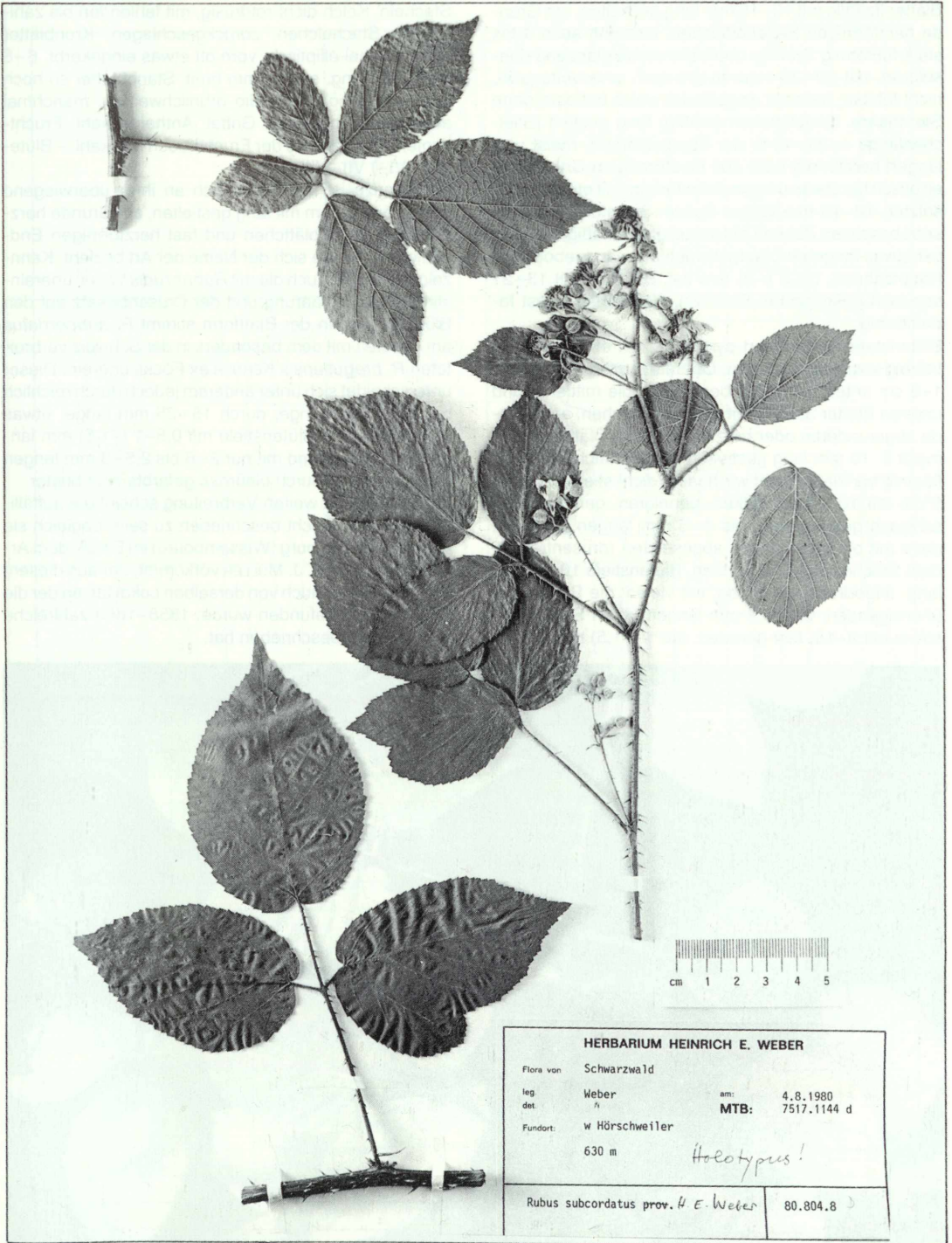


Abbildung 3. *Rubus subcordatus* H. E. WEBER. – Holotypus (KR).

Blätter 3zählig mit 10–15 mm lang gestielten, am Grunde herzförmigen Seitenblättchen, einzelne auch 4 bis stark fußförmig 5zählig, oberseits etwas glänzend dunkelgrün, mit 20–30 Haaren pro cm², unterseits grün, nicht fühlbar, seltener angedeutet weich behaart, ohne Sternhaare. Endblättchen (mäßig) lang gestielt (Stielchenlänge = 31–45% der Spreitenlänge), meist verlängert herzförmig oder aus herzförmigem Grund breit elliptisch bis etwas umgekehrt eiförmig, mit etwas abgesetzter, 10–15 mm langer Spitze. Serratur mit aufgesetzt bespitzten Zähnen meist fast gleichmäßig, seltener mit etwas längeren oder schwach auswärtsgebogenen Hauptzähnen, bis 2 (–3) mm tief. Blattstiel mit 13–21 schwach gekrümmten Stacheln. Nebenblätter fast fadenförmig.

Blütenstand angenähert pyramidal, mit etwas doldentraubig verzweigten Ästen. Oberste lanzettliche Blätter 1–8 cm unter der Spitze beginnend, die mittleren und unteren Blätter 3zählig mit meist elliptischen, am Grunde abgerundeten oder herzförmigen Endblättchen und meist 5–10 mm lang gestielten Seitenblättchen. Achse flaumig bis mäßig dicht wirrhaarig, dicht stieldrüsig, pro 5 cm mit 10–18 schlanken, geneigten, geraden oder schwach gekrümmten, bis 4–5 mm langen Stacheln, dazu mit oft kaum davon abgesetzten (drüsentragenden) Stachelchen und Borsten. Blütenstiele 10–15 mm lang, angedrückt dünnfilzig, mit vielen, die Behaarung überragenden, 0,1–0,2 mm langen, roten Stieldrüsen sowie mit 9–18, fast geraden, nur 1 (–1,5) mm langen

Stacheln. Kelch dicht rotdrüsig, mit fehlenden bis zahlreichen Stachelchen, zurückgeschlagen. Kronblätter weiß, schmal elliptisch, vorn oft etwas eingekerbt, 6–8 (–10) mm lang, etwa 4 mm breit. Staubblätter so hoch oder wenig höher als die grünlichweißen, manchmal auch etwas rotfüßigen Griffel. Antheren kahl. Fruchtknoten kahl oder wie der Fruchtboden fast kahl. – Blütezeit: (VI–) VII–VIII.

Die Pflanze ist leicht kenntlich an ihrer überwiegend 3zähligen Blättern mit lang gestielten, am Grunde herzförmigen Seitenblättchen und fast herzförmigen Endblättchen, auf die sich der Name der Art bezieht. Kennzeichnend sind auch die mit *Rubus rudis* WEIHE übereinstimmende Behaarung und der Drüsenbesatz auf den Blütenstielen. In der Blattform stimmt *R. subcordatus* am ehesten mit dem besonders in der Schweiz verbreiteten *R. bregutiensis* KERNER ex FOCKE überein. Dieser unterscheidet sich unter anderem jedoch durch reichlich behaarte Schößlinge, durch 15–25 mm lange, etwas länger behaarte Blütenstiele mit 0,5–1 (–1,5) mm langen Stieldrüsen und mit nur 2–6 bis 2,5–3 mm langen Stacheln sowie durch blaßrosa gefärbte Kronblätter.

Trotz ihrer recht weiten Verbreitung scheint die auffällige Sippe noch nicht beschrieben zu sein, obgleich sie auch bei Weißenburg (Wissembourg) im Elsaß, dem Arbeitsgebiet von P. J. MÜLLER vorkommt, der aus diesem Raum, darunter auch von derselben Lokalität, an der die Pflanze 1975 gefunden wurde, 1858–1869 zahlreiche *Rubus*-Arten beschrieben hat.

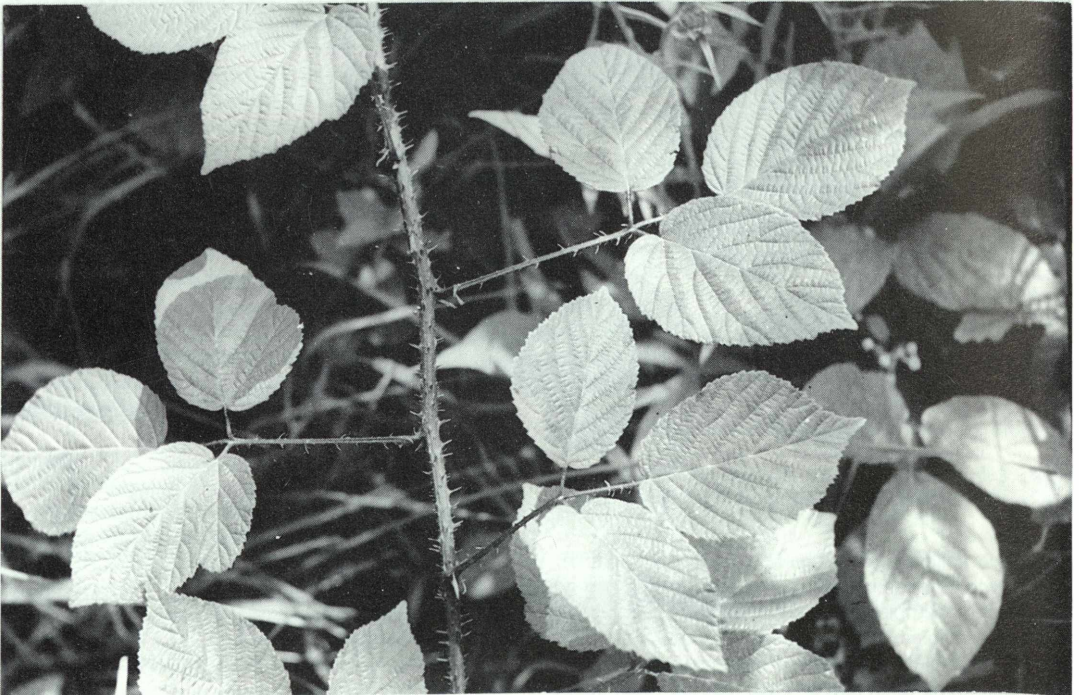


Abbildung 4. *Rubus subcordatus* bei Dornstetten im Schwarzwald.

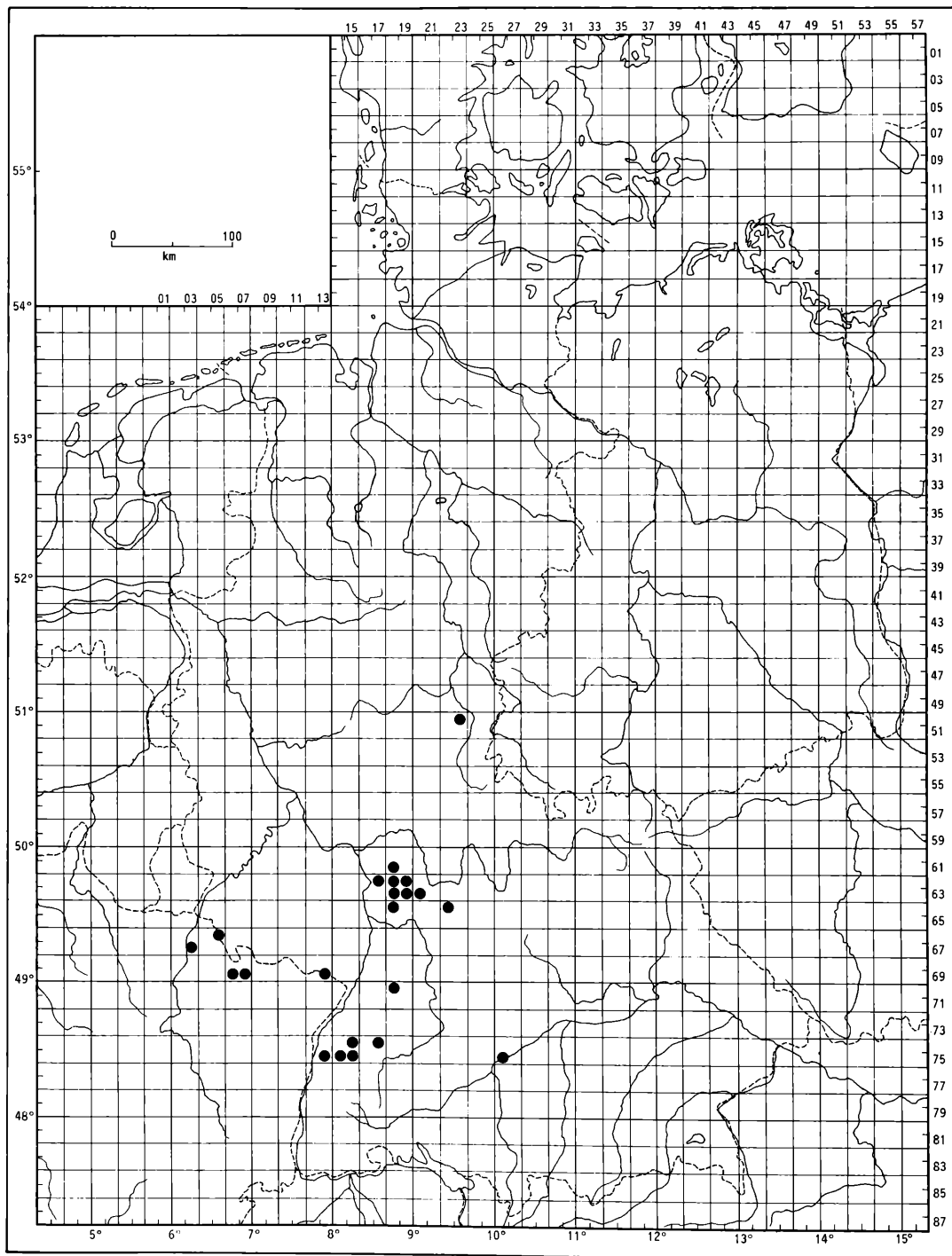


Abbildung 5. *Rubus subcordatus* – Bislang bekannte Verbreitung.

Ökologie

Auf meist etwas nährstoffreicheren, kalkfreien bis kalkhaltigen Böden an Waldrändern und auf Lichtungen. Im Schwarzwald bis 750 m Höhe beobachtet.

Verbreitung (Abb. 5)

In Deutschland in Hessen im Oberhessischen Bergland (Raum Bad Hersfeld), Kraichgau und häufiger im Odenwald. In Rheinland-Pfalz bei Eschbach an der südlichen Weinstraße. In Baden-Württemberg im Schwarzwald bei Maulbronn und im Raum Offenburg, häufiger im Gebiet um Freudenstadt bis Nagold und bis zum Neckargebiet bei Wendelsheim nahe Rottenburg. In Bayern im Raum Ulm südlich Leibi. – In Frankreich im grenznahen nördlichen Elsaß im Buchbachtal bei Weiler nahe Weißenburg (Wissembourg). Während des Druckes häufig auch in Lothringen beobachtet.

Exemplarische Belege

Frankreich

Elsaß: 6913.32: Weiler bei Weißenburg (Wissembourg), Eingang der Buchbachtal-Schlucht, 13. 7. 1975, WEBER 75.713.9 (We).

Bundesrepublik Deutschland

Rheinland-Pfalz: 6814.1: Eschbach bei Klingenstein, 11. 10. 1981, WALSEMANN (Hb. WALSEMANN).
 Baden-Württemberg: Glatter, Weg zur Glatter Sägemühle, 520 m, 6. 8. 1980, WEBER 80.806.19. – 7417.22: nordwestlich Walddorf, westlich Höhe 603 m, 560 m, 2. 8. 1980, WEBER 80.802.31 (We). – 7417.22: nordwestlich Walddorf, westlich Höhe 603 m, 560 m, 2. 8. 1980, WEBER 80.802.30 (We). – 7417.24: südlich Walddorf, östlich der Straßenkurve, 580 m, 2. 8. 1980, WEBER 80.802.33 (We). – 7419.34: zw. Wendelsheim und Seeborn, Parkplatz am Wald, 13. 8. 1980, WEBER 80.813.34 (We).
 7513.43: östlich Zunsweiler, 170 m, 8. 8. 1980, WEBER 80.808.4 (We). – 7516.41: zw. Freudenstadt und Lauterbad, beim Berghof, 750 m, 28. 7. 1980, WEBER 80.728.20 (We). – 7517.13: östlich Dornstetten, Gabelung Schopfloch-Hörschweiler, 680 m, 4. 8. 1980, WEBER 80.804.2 (We). – Ebendort, 4. 8. 1980, WEBER 80.804.7 (We). – 7517.14: südlich Hörschweiler, 620 m, 4. 8. 1980, WEBER 80.804.13 (We). – 7517.43: südwestlich Dettlingen, Abzweig Dürrenmettstetten, 630 m, 4. 8. 1980, WEBER 80.804.40 (We).
 Hessen: 5023.32: Nördlich vom „Adelsberg“ bei Mühlbach, 29. 9. 1984, SCHNEDLER 569/84 (Hb. SCHNEDLER, We). – 5023.34: Nordhang vom „Holstein-Kopf“ im Knüllgebirge südwestlich Saasen, 15. 10. 1983, SCHNEDLER 275/83 (Hb. SCHNEDLER, We). – 5023.34: Otterbachstal im Knüllgebirge südlich Saasen, 15. 10. 1983, SCHNEDLER 278/83 (Hb. SCHNEDLER, We).
 5023.43: Giesbach-Tal nördlich Obergreis, 15. 5. 1984, SCHNEDLER & al. 523/83 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6118.14: Odenwald, nördlich Roßdorf, 30. 7. 1975, SCHNEDLER 52/75 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6418.2: Odenwald, Waldmichelbach, Straße nach Rimbach, 7. 8. 1986, WEBER 86.807.9 (We). – 6118.31: Odenwald, Ober-Ramstadt, zw. Bismarcktum und Herrgottsberg an der B 449, 30. 7. 1975, SCHNEDLER 47/75 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6217.42: Odenwald, Gerhard-Kurz-Hütte bei Heppenheim, 1. 8. 1975, SCHNEDLER 63/75 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6218.12: Odenwald, Ober-Modau, 1988, SCHNEDLER 234/88 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6318.31: Odenwald, südlich Kirchhausen, 13. 9. 1980, SCHNEDLER 294/80 (Hb. SCHNED-

LER, We). – 6319.21: Odenwald, Ober-Mossau, 1988, SCHNEDLER 362/88 (Hb. SCHNEDLER, We). – 6422.1: Wald zw. Walldüren und Altheim, 23. 7. 1973, SCHNEDLER 314/73 (Hb. SCHNEDLER, We). – 7018.22: Kraichgau, Bahnhof Maulbronn, 15. 7. 1980, WALSEMANN 80.715.2 (Hb. WALSEMANN).
 Bayern: 7426.4: Kreis Neu-Ulm, ca. 2 km südlich Leibi an der Straße nach Steinheim, 1. 10. 1986, LIPPERT 21712 (M. We).

Literatur

- ADE, A. (1957): Die Gattung *Rubus* in Südwest-Deutschland. – Schriftenreihe Naturschutzstelle Darmstadt Beiheft, 7: 217 S.; Darmstadt.
 GOETZ, A. (1891): *Rubus* L. – In: M. SEUBERT: Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. Ed. 5 (ed. L. KLEIN): 253–263; Stuttgart.
 GOETZ, A. (1893/1894): Die *Rubus*-flora des Elzthaales. – Mitt. Bad. Bot. Vereins, 105: 47–50 (1893). – 117: 87–88 (1893). – 130: 151–157 (1894); Freiburg.
 GOETZ, A. (1905): *Rubus* L. – In: M. SEUBERT: Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. Ed. 5 (ed. L. KLEIN): 253–263; Stuttgart.
 HOLMGREN, P. K., KEUKEN, W. & SCHOFIELD, E. K. (1981): Index Herbariorum 1. The herbaria of the world. Ed. 7. 452 S. – Utrecht, Antwerpen, The Hague, Boston (Bohn, Scheltema & Holkema, W. Junk).
 KELLER, R. (1910): Neue Beiträge zur Brombeerflora des Aargauischen Rheingebiets und südlichen Schwarzwaldes. Allg. Bot. Z. Syst., 16: 67–70; Karlsruhe.
 KÜKENTHAL, G. (1938): Beiträge zur Kenntnis der Brombeeren des Schwarzwaldes. – Repert. Spec. Nov. Regni Veg., 43: 154–160, 289–295; Berlin.
 KÜKENTHAL, G. (1938): Beiträge zur Kenntnis der Brombeeren des Schwarzwaldes. – Mitth. Thüring. Bot. Vereins. Ser. 2., 51: 331–334; Weimar.
 MÜLLER, P. J. (1858–1859): Beschreibung der in der Umgegend von Weissenburg am Rhein wildwachsenden Arten der Gattung *Rubus*, nach Beobachtungen gemacht in den Jahren 1856 und 1857. – Flora, 41: 129–174, 177–185 (1858). – 42: 71–72 (1859); Regensburg.
 SUDRE, H. (1905): Revision de *Rubus* de l'Herbarium europaeum de M. BAENITZ. – Bull. Soc. Bot. France, 52: 315–347; Paris.
 SUDRE, H. (1908–1913): Rubi Europae. – 204 S., 224 Tafeln; Paris.
 WEBER, H. E. (1981): Revision der Sektion *Corylifolii* (Gattung *Rubus*, Rosaceae) in Skandinavien und im nördlichen Mitteleuropa. – Sonderbände Naturwiss. Vereins Hamburg, 4: 229 S.; Hamburg, Berlin (P. Parey).

JÖRG RÖMBKE

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

12. Die Enchytraeen

Kurzfassung

Während eines Zeitraumes von 8 Jahren (1978–1985) wurden die Enchytraeen eines Moderbuchenwalds im Schwarzwald (Stadtwald Ettlingen) mittels einer Kombination von Aufschlämmung und Handauslese erfasst. Massenwechsel, Vertikalverteilung und Lebenszyklen der Gesamtpopulation sowie der 7 wichtigsten (*Cognettia sphagnetorum*, *Mesenchytraeus glandulosus*, *Marionina clavata*, *Marionina cambrensis*, *Cognettia cognettii*, *Achaeta* sp., *Stercutus niveus*) von 13 vorkommenden Arten werden beschrieben.

Durchschnittlich leben an diesem Standort 46000 Ind./m² mit einer Biomasse von 8,8 g Frischgewicht pro m². Der Massenwechsel der Tiere verläuft, insbesondere bei der Biomasse, sehr regelmäßig mit Sommerminima und Wintermaxima und wird im allgemeinen nur durch extreme klimatische Umstände verändert. Diese Dynamik wird von *C. sphagnetorum* und *M. clavata* (nach der Zahl) bzw. *C. sphagnetorum* und *M. glandulosus* (nach der Masse) bestimmt.

Nur ein kleiner Teil (ca. 4%) der Population hält sich durchschnittlich in der L-Schicht auf, während der Rest etwa zu gleichen Teilen in den beiden tieferen Schichten gefangen wurde. Neben *C. sphagnetorum* und *M. glandulosus*, die im gesamten Streuprofil häufig sind, ließen sich Arten mit deutlichen Tiefenpräferenzen für die L- bzw. H-Schicht identifizieren, während die F-Schicht als eine Übergangszone aufzufassen ist.

Durchschnittlich waren 72% der Gesamtpopulation juvenil, 16% subadult und 12% adult, doch unterliegt dieses vor allem durch die fragmentierende Art *C. sphagnetorum* dominierte Verhältnis starken Schwankungen. Die je nach Art sehr unterschiedlichen Lebenszyklen werden unter Zuhilfenahme von Literaturangaben diskutiert.

Abstract

Studies on the biology of a beech wood soil 12. The Enchytraeids

During a period of 8 years (1978–1985) the enchytraeids (Oligochaeta: Annelida) of a moder beech forest in the Black Forest (Stadtwald Ettlingen) were collected with a combination of two methods: suspension and hand-sorting. Population dynamics, vertical distribution, and life-cycles of the whole population and of the seven most important species (*Cognettia sphagnetorum*, *Mesenchytraeus glandulosus*, *Marionina clavata*, *Marionina cambrensis*, *Cognettia cognettii*, *Achaeta* sp., *Stercutus niveus*) out of a total of thirteen are described.

At the study site 46000 enchytraeids with a biomass of 8.8 g fresh weight per square meter are living on the average. Especially the dynamic of the biomass is very regularly showing minima in the summer and maxima in the winter. Usually the regularity, changeable only by extreme climatic events, is determined by *C. sphagnetorum* and *M. clavata* (by number) respectively *C. sphagnetorum* and *M. glandulosus* (by biomass).

Only a small part of the whole population (4%) lives averagely in the L-layer of the litter while more or less 50% of the rest inhabit the F- and the H-layer, respectively. Besides *C. sphagnetorum* and *M. glandulosus*, who are living in the whole profile, other species are characteristic for the L- and the H-layer, whereas the

F-layer is a transition zone.

On the average 72% of the whole population are juvenile, 16% subadult and 12% adult, but this relation, which is predominantly determined by the fragmenting species *C. sphagnetorum*, fluctuates considerably. The life-cycles, differing in each species, are discussed with the help of literature data.

Autor

Dr. JÖRG RÖMBKE, Battelle-Institut e. V., Abt. 312, Am Römerhof 35, D-6000 Frankfurt/Main 90.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 11.: Carolina, 46: 115–130 (1988).

Inhalt

1. Einleitung	56
2. Untersuchungsgebiet	56
3. Methodik	57
3.1 Probennahme	57
3.2 Laboraufarbeitung	59
3.3 Statistik	59
4. Arteninventar	60
4.1 Artenliste und -charakterisierung	60
4.2 Standortschlüssel	66
4.3 Zoogeographie der Enchytraeen des Stadtwalds Ettlingen	67
5. Massenwechsel	72
5.1 Gesamtpopulation	72
5.2 Die häufigsten Arten	76
6. Vertikalverteilung	82
6.1 Gesamtpopulation	82
6.2 Die häufigsten Arten	83
7. Altersstruktur und Lebenszyklen	86
7.1 Altersstruktur	86
7.2 Lebenszyklen	87
8. Literatur	91

1. Einleitung

Die Würmer der Familie Enchytraeidae sind im Gegensatz zu ihren größeren Verwandten, den Regenwürmern, kaum bekannt. Beide gehören innerhalb der Annelida oder Ringelwürmer zu den Oligochaeten oder Wenigborstern, doch sind die Enchytraeen so klein (durchschnittlich unter einem Zentimeter) und unscheinbar, daß sie selbst von den Bodenzoologen lange Zeit vernachlässigt wurden. Heute schätzt man ihre Wertigkeit, teils wegen der sehr hohen Zahl bzw. Biomasse, die sie an vielen Standorten erreichen können, teils wegen ihrer vielfältigen Einflüsse im Ökosystem Boden, allerdings hoch ein.

Besonders auffallend ist dabei der Antagonismus zu den Regenwürmern: Allgemein gelten Enchytraeen als konkurrenzschwach im Vergleich zu den Lumbriciden, d. h. sie erreichen nur dort hohe Dichten, wo Regenwürmer, z. B. wegen starker Bodenversauerung, nicht mehr vorkommen. Genausowenig wie es aber „den“ Regenwurm gibt, sondern viele verschiedene Arten, sind auch die Enchytraeen differenziert zu betrachten. Die verschiedenen, sich äußerlich sehr ähnlich sehenden Arten, von denen es in Deutschland ca. 150 gibt, können sich beträchtlich hinsichtlich Nahrungswahl, Reproduktionsleistung, Empfindlichkeit gegenüber Streßfaktoren etc. unterscheiden.

Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zur Ökologie dieser Tiergruppe bzw. der wichtigsten Arten der Zönose eines Moderbuchenwalds in Ettlingen, der seit 1976 durch Prof. BECK und seine Arbeitsgruppe an den Landessammlungen für Naturkunde untersucht wird. Zielsetzung dieses Projekts sowie eine Reihe von bisherigen Ergebnissen wurden in den letzten Jahren in dieser Zeitschrift vorgestellt (z. B. BECK 1978, BECK & MITTMANN 1982, FRANKE 1985).

Im Rahmen dieser Abhandlung wird außer einer Charakterisierung der wichtigsten Arten und ihrer Biogeographie zunächst der Massenwechsel, die Vertikalverteilung und die Altersstruktur der Population bzw. der dominanten Arten im Versuchszeitraum 1977–1985 beschrieben. In späteren Arbeiten ist geplant, die Wertigkeit der Enchytraeen an diesem Standort im Vergleich zu anderen Tiergruppen und in Hinblick auf ihre Funktion im System Moderwaldboden genauer zu fassen (z. B. ihr Anteil am Energiefluß) sowie die erzielten Ergebnisse mit denen anderer Untersuchungen zu vergleichen.

Hiermit möchte ich Herrn Prof. BECK für die unermüdete Bereitschaft zur Diskussion ganz herzlich danken. Seinen Mitarbeitern an den Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe danke ich für ihre Hilfe bei der praktischen Arbeit im Gelände. Bei Herrn H. SCHALLNASS bedanke ich mich für die Einführung in die EDV.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet „Stadtwald Ettlingen“ liegt am Nordwestrand des Schwarzwalds, ca. 15 km südlich von Karlsruhe, auf der Südwestseite des Breitenbachtals zwischen den Ortschaften Schluttenbach und Ettlingenweiher (Topographische Karte 7016, Karlsruhe-Süd). Es befindet sich auf dem Nordosthang des Tals in 310–340 m Höhe ü. NN. Die Hangneigung beträgt 10–15 Grad. Pflanzensoziologisch ist das Gebiet ein Hainsimsenbuchenwald (Luzulo-Fagetum). Die bei Versuchsbeginn (1976) 136jährigen Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.) lassen durch ihre ungestuften, geschlossenen Kronen weder eine Strauch- noch eine Krautschicht aufkommen. In diesem typischen Hallenbuchenwald stehen vereinzelt einige Traubeneichen (*Quercus petraea* [MATT.] LIEBL.).

Der Untergrund besteht aus Gesteinen des Buntsandstein-Hauptkonglomerats (smc₂). Der Boden ist eine steinige, tiefgründige, oligotrophe Braunerde. Unter der organischen Auflage beginnt der gut durchwurzelte Mineralboden mit einem ca. 10 cm starken A_h-Horizont, dem sich ein 60–90 cm mächtiger, stark steiniger B_v-Horizont anschließt. Der pH-Wert des Auflagehorizonts beträgt 3,8–4,7 (H₂O), der des Mineralbodens 3,1–4,2 (CaCl₂).

Das anfallende Streumaterial (= Auflagehumus) wurde nach ZACHARIAE (1965) und BABEL et al. (1980) in 3 Schichten eingeteilt:

L-Schicht (= O_L-Schicht) = Laubschicht

Pflanzenreste sind äußerlich gut erhalten, auffällige Zersetzungs Vorgänge sind nicht erkennbar, Feinsubstanz beträgt weniger als 10 Vol.-% der organischen Substanz. Die L-Schicht umfaßt etwa 1,5 Streujahrgänge.

F-Schicht (= O_F-Schicht) = Fermentationsschicht

Pflanzenreste werden in sichtbarer Weise stofflich und morphologisch verändert, wobei die Zersetzung nach unten hin zunimmt. Es bleiben aber noch Gewebestrukturen erhalten. Der Anteil der Feinsubstanz nimmt von 10 auf 70 Vol.-% zu. Die Verweildauer der Streu in der F-Schicht beträgt etwa 4–4,5 Jahre.

H-Schicht (= O_H-Schicht) = Humusschicht

Die Pflanzenstrukturen verschwinden nach und nach. Krümeliges Gefüge. Die Dauer bis zur endgültigen Mineralisierung konnte nicht bestimmt werden, liegt aber oberhalb von 5 Jahren.

Daran schließt sich die etwa 10–20 cm dicke A_h-Schicht an. Die Niederschlagsmenge im Untersuchungsgebiet betrug im Durchschnitt der Jahre 1979–1985 1017 mm (BECK et al. 1987), was im Vergleich zu anderen deutschen Mittelgebirgen relativ hoch ist. Im allgemeinen fallen niedrige Niederschläge im Spätsommer und im Winter, hohe dagegen im Frühling und Herbst. Auffallend ist der Verlauf des Jahres 1983: Nach einem sehr nassen Frühjahr (absolutes Maximum der Niederschläge im gesamten Versuchszeitraum im Mai 1983) folgten einige sehr warme und trockene Monate (absolutes Minimum des gesamten Versuchszeitraums im August 1983). Letzteres führte zu einer sonst seltenen, weitgehenden Austrocknung des Waldbodens, was bei mehreren Tiergruppen (Diplopoda, Lumbricidae) einen starken Populationseinbruch zur Folge hatte (RÖMBKE 1985, SCHALLNASS 1987).

Die Lufttemperatur in 50 cm Höhe betrug durchschnittlich 8,3 °C in den Jahren 1979 bis 1985 (BECK et al. 1987). Im Bodenprofil werden mit zunehmender Tiefe Temperaturdifferenzen abgepuffert, so daß z. B. im Winter unabhängig von der Lufttemperatur in 10 cm Tiefe nur selten der Gefrierpunkt unterschritten wird. Der größte Temperatursprung liegt zwischen den Werten der Bodenoberfläche und denen in 2 cm Tiefe. Diese Tiefe ent-

spricht ungefähr der Grenze zwischen L- und F-Schicht, so daß hohe Temperaturdifferenzen im allgemeinen nur auf die Bewohner der Laubschicht wirken.

Wichtiger als globale Angaben wie z. B. die Jahresmittelwerte sind für die Untersuchung der Bodenöziose der Verlauf von Temperatur und Niederschlag. In der Abbildung 1 sind die Niederschlagsmengen (als Monatssummen des Kronentraufs) und die Bodentemperatur in 2 cm Tiefe (als Monatsmittelwerte einschließlich Minima und Maxima) der Jahre 1979–1985 aufgetragen (nach SCHALLNASS 1987).

Die Menge an organischem Material in den 3 Schichten der Streuauflage wurde monatlich bestimmt, wobei die Mächtigkeit letzterer in Abhängigkeit vom Kleinrelief der Versuchsfläche stark schwanken kann. Nach dem Streufall ist die L-Schicht sehr dick, im Spätsommer des Folgejahres wird sie dagegen nur noch aus einem wenig zersetzten Streujahrgang gebildet. Weitgehend abgepuffert läßt sich ein solcher Jahrgang in der F-Schicht kaum mehr erkennen (der Zufuhr aus der L-Schicht steht die Abgabe an die H-Schicht gegenüber), während er in der H-Schicht total fehlt. Die Gesamtdauer des Abbaus eines Streujahrgangs beträgt bei nach unten abnehmender Abbaugeschwindigkeit weit mehr als ein Jahrzehnt (BECK 1987).

3. Methodik

3.1 Probennahme

Grundlegendes Problem bei der Festlegung eines Probenschemas ist die aggregierte Form der horizontalen und vertikalen Verteilung der Enchytraeen auch in (scheinbar) homogenen Biotopen (ABRAHAMSEN 1969, CHALUPSKY & LEPS 1985). Nach verschiedenen Autoren (O'CONNOR 1967, 1971, PERSSON & LOHM 1977, LAL et al. 1981) liegt die minimale Zahl von Parallelproben bei 10 und die maximal noch sinnvolle bei 25, was den Standardfehler des Mittels für größere taxonomische Gruppen auf ca. 10–15% beschränken soll. Bei geringeren Probenzahlen als 25 sollten bei einer graphischen Darstellung die Daten als Gleitendes Mittel aufgetragen werden, so wie es auch in die-

ser Untersuchung geschehen ist (O'CONNOR 1971).

Wegen ihrer aggregierten Verteilung sind bei Enchytraeen die Abundanzahlen auch bei vielen Parallelproben nicht normal verteilt (ABRAHAMSEN & STRAND 1970). Statt dessen ist das Maximum in Richtung auf den Nullpunkt verschoben, was am besten durch die negative Binomialverteilung beschrieben wird. Das bedeutet konkret, daß die Wahrscheinlichkeit, mit einer Probe eine unterdurchschnittliche Zahl von Enchytraeen zu erfassen größer ist als die Wahrscheinlichkeit, eine überdurchschnittliche Zahl zu fangen. Gerade bei geringer absoluter Abundanz wird es daher leichter vorkommen, daß in einer Probe überhaupt keine Würmer mehr enthalten sind. Nur eine lange Versuchsdauer, in der sich Muster des Massenwechsels Jahr für Jahr wiederholen, ermöglicht eine Unterscheidung von realen Effekten und zufälligen Schwankungen.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden solche Vorschläge, wie z. B. die monatliche Probennahme (O'CONNOR 1971) – da keine Art in Mitteleuropa weniger als 3 Monate pro Jahr aktiv ist, gibt es im Artenspektrum keinen Unterschied zwischen beiden Probennahmerastern (monatlich bzw. zweimonatlich) – aus arbeitstechnischen Gründen nicht aufgegriffen. Ausgleichend wirkt die lange Versuchsdauer (je nach Methode 4–10 Jahre; O'CONNOR empfiehlt 2–3 Jahre), die es trotz stark schwankender Einzelwerte ermöglicht, die Populationsdynamik der Enchytraeidae im Stadtwald Ettlingen aufzuzeigen.

Die Probennahme erfolgte nach 2 verschiedenen Methoden:

- Handauslese (QH)
- Aufschlammung (QA)

Monatlich wurde auf der Kontrollfläche an 3 zufällig ausgewählten Stellen mittels Stechrahmen (Grundfläche $\frac{1}{9} \text{ m}^2$) die organische Auflage eingesammelt und, nach Schichten getrennt, ins Labor gebracht. Da die Schichtgrenzen im Stadtwald Ettlingen deutlich ausgeprägt sind, war eine Trennung in L-, F- und H-Schichtmaterial im Freiland möglich. Aus den 3 Einzelproben jeder Schicht wurde eine Mischprobe hergestellt und diese dann auf Vertreter der Makro- und Megafauna hin untersucht. Insbesondere die großen (über 5 mm Länge) Tiere der Gattung *Mesenchytraeus* (Länge 0,5–1,5 cm), die einen erheblichen Teil

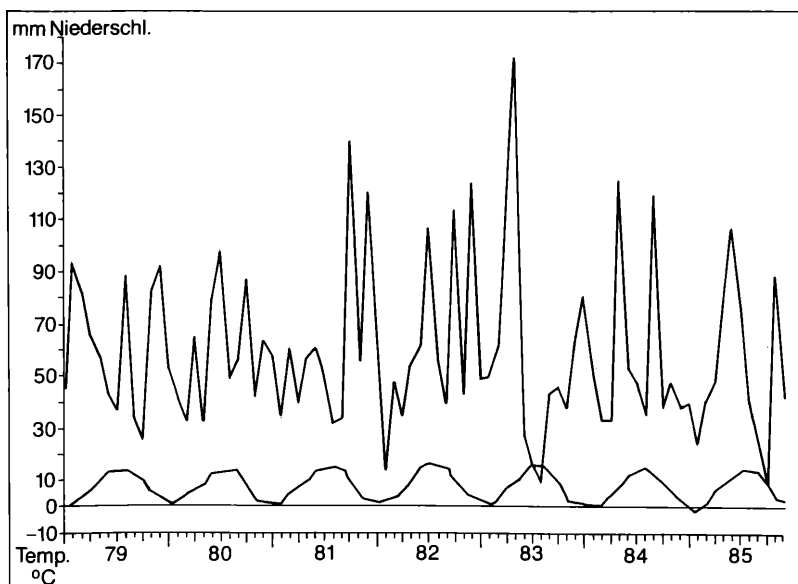


Abbildung 1. Klimaverlauf im Versuchszeitraum 1979–1985. Niederschlagsmengen und Temperatur als Kronentrauf bzw. in 2 cm Bodentiefe.

der Biomasse stellen, wurden mit dieser Methode erfaßt. Die Fixierung der Tiere erfolgte in Alkohol (70 %).

Alle 8 Wochen (jeweils in den geraden Monaten 1978 bis 1985) wurden 20 g Material (Frischgewicht) aus der L-, F- und H-Schicht jeder Versuchsfläche ins Labor verbracht und mit Formol (4 %) fixiert. Die so entstandene Aufschlammung wurde dann sukzessive auf ca. 2 l weiter verdünnt und bei 10facher Vergrößerung unter dem Binokular durchmustert. Aufgrund des geringen Probenvolumens, das aus Gründen der Bearbeitungszeit nicht vergrößert werden konnte, wurden mit dieser Methode fast nur kleine Tiere gefangen.

Seit Anfang der 50er Jahre werden Enchytraeen mit speziellen Extraktionsapparaturen erfaßt. Bei der älteren Methode (NIELSEN 1954a) müssen die Tiere entlang eines Feuchtigkeits- und Temperaturgradienten aus der Bodenprobe nach oben in eine gekühlte Sandschicht wandern, aus der sie nach 2 h ausgewaschen werden. Die andere, weiter verbreitete Apparatur (O'CONNOR 1955) besteht aus einem wassergefüllten Trichter, in dem die Probe auf einem Sieb liegt. Durch die Wärme einer darüber angebrachten Lampe trocknet die Probe langsam aus, und die Tiere kriechen nach unten, bis sie durch das Sieb in eine Auffangschale fallen.

Die Effizienz beider Methoden wurde mehrfach verglichen (z. B. PEACHEY 1962, NURMINEN 1967); beide erbrachten in mineralischen Böden ähnliche Ergebnisse, doch werden mit der O'CONNOR-Apparatur in Böden mit hohem organischen Anteil ca. 1,5mal mehr Tiere gefangen. Von ABRAHAMSEN (zitiert in PERSOON & LOHM 1977) wurden mit letzterer Methode 87 % von 3000 in eine sterile Bodenprobe eingesetzten Würmern wiedergefunden (die Differenz beruhte auf Fehlern beim Einsetzen der Tiere), so daß eine hohe Extraktionseffizienz angenommen werden kann.

Das Prinzip der Naß-Extraktion wurde in den letzten Jahren durch GRAEFE (1984) und HEITKAMP & SCHAUERMANN (1982) vereinfacht. Siebe mit der Bodenprobe werden für wenige Stunden bis einige Tage, je nach Bodenart, in eine wassergefüllte Schale gehängt. Jedwede Heizung unterbleibt, doch kann die Auffangschale, z. B. durch Leitungswasser, gekühlt werden. Der Effizienzgrad dieser einfachen Methodik liegt mindestens so hoch wie derjenige der O'Connor-Methode. Nach verschiedenen Autoren (z. B. WILLARD 1972) ist bei keiner Naßextraktion eine vollständige Erfassung der Tiere zu erwarten, was u. a. an artbedingten Verhaltensunterschieden liegt: MATSCHEK (1972) berichtet von Versuchen mit Kiefernstreu, bei denen alle Individuen der Art *C. sphagnetorum*, aber nur 60 % der *Achaeta*-Tiere gefangen wurden. Diese Unterschiede dürften auf die Träg-

heit letzterer zurückzuführen sein, die sich nur bei direkter Reizung in Richtung höherer Feuchtigkeit bewegen.

Als Alternative bot sich daher die Aufschlamm-Methode an. Sie wurde im August 1987 mit einer Naßextraktion verglichen, wobei mit einem Stechzylinder (Durchmesser 5,6 cm) 5 Serien von jeweils 3 Parallelproben genommen wurden. Zusätzlich sollte damit der Anteil der Enchytraeenzönose im eigentlichen Mineralboden abgeschätzt werden, der mit den oben angeführten Methoden nicht erfaßt wurde. Jede Einzelprobe wurde in 3 Schichten geteilt: Die Streuauflage (L-, F- und H-Schicht), den oberen (bis 4 cm Tiefe) und den unteren Mineralboden (4–8 cm Tiefe). Die Streuschichtproben blieben 2–3, die Mineralschichtproben 7–10 Tage in einer Naßextraktionsanlage (Abb. 2) nach O'CONNOR (1955) modifiziert nach GRAEFE (1984).

Insgesamt wurden dabei mittels Aufschlammung 96 500, mittels Naßextraktion 107 590 Ind./m² gefangen. Dieser Unterschied dürfte innerhalb der normalen Schwankungsbreite liegen. Aufgrund der aggregierten Verteilung ist die Zahl der am Mineralboden lebenden Enchytraeen sehr variabel, doch liegt er für die oberen 4 cm bei ca. 7 % und für den Horizont von 4–8 cm Tiefe bei ca. 2 %, d. h. mindestens 90 % aller Enchytraeen leben in der organischen Auflage. Da diese Zahlen aus dem August stammen, d. h. dem Monat, in dem die Tiere am ehesten nach unten wandern, ist davon auszugehen, daß es sich um Höchstwerte für den Mineralschichtanteil handelt. Dieser Teil der Population (meist kleine *Marionina* sp. oder *Achaeta* sp.) wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht weiter berücksichtigt.

An mehreren Terminen im Verlauf des Standardprogramms wurde die Effektivität der Fangrate der Handauslese für die verschiedenen Tiergruppen festgestellt. Für die Enchytraeen ergab sich dabei eine Quote von 27 %, die bei der ersten und normalerweise einzigen Durchsicht erfaßt werden (FRANKE & FRIEBE 1983), so daß alle QH-Werte noch mit einem Faktor von 3,7 zu multiplizieren sind. Da im Laufe des Jahres die Dicke der einzelnen Schichten in Abhängigkeit vom Laubfall wechselt, wurden die Quadratmeterwerte auf 1 Standardquadratmeter umgerechnet. Dazu diente das durchschnittliche Trockengewicht jeder Schicht, gemittelt aus 8 Jahren.

In der graphischen Darstellung sind die Werte als „Gewichtetes Gleitendes Mittel“ (GGM) aufgetragen. Dabei wird nach folgender Formel vorgegangen: (A – Abundanz pro St.m², M – Einzelmonat, GGM – Gemittelte Abundanz)

$$A_{GGM} = (A [M \cdot 2] + A [M - 1] + A [M + 1]) / 4$$

Die Schwächen der Aufschlammung, insbesondere geringe Probengröße und daraus resultierende hohe Umrechnungsfaktoren sowie die Unterschätzung der großen Tiere, werden durch die Addition der mittels Aufschlammung und Handauslese gewonnenen Zahlen ausgeglichen. Die beste Vorgehensweise besteht in einer Handauslese und einer Aufschlammung aus dem gleichen Probenmaterial, was aus organisatorischen Gründen nicht immer möglich war. Bei einer Summierung der Ergebnisse kommt es wegen der Überschneidung des zu fangenden Größenbereichs zu einer Überschätzung der realen Anzahl. Diese ist aber sehr klein, da die Gesamtzahl der QH-Tiere (ca. 3000/m²) nur ca. 7 % der QA-Tiere ausmacht (ca. 43 000/m²), wobei der Anteil je nach Schicht (ZELL 1979) schwankt. Nur in der L-Schicht, wo mit beiden Methoden absolut gesehen fast gleich viele Würmer gefangen wurden, kann es zu einer Überschätzung der Dichte kommen. Die reale Zahl der Enchytraeidae liegt mit Sicherheit noch höher als angegeben, da keine Erfassungsmethode hundertprozentig arbeitet und da der Anteil der Tiere im Mineralboden (ca. 10 %) nicht berücksichtigt wurde. Schwerwiegender ist die Situation bei der Biomasseberechnung, da die großen Tiere um ca. den Faktor 80 schwerer sein

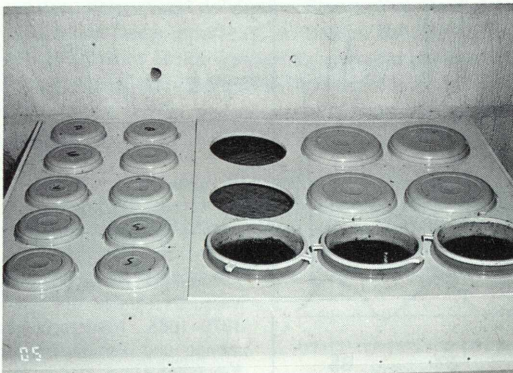


Abbildung 2. Naßextraktionsanlage modifiziert nach GRAEFE.

können als die kleinen. Andererseits gibt es keine Möglichkeit, den ständig (je nach Schicht, Probenmonat, Jahr) wechselnden Anteil der „überzähligen“ Tiere mittels eines Korrekturfaktors abzuziehen, da dieser nur in langen, statistisch abzuschermenden Versuchsreihen abgeschätzt werden könnte. Wie die Erfahrung zeigt, werden von beiden Methoden zugleich am ehesten Tiere der Art *C. sphagnetorum* gefangen, die zwar sehr lang, aber auch sehr dünn sind, so daß auch die Gesamtbiomasse nur um wenige Prozent gegenüber der optimalen Vorgehensweise erhöht werden dürfte. Wenn im folgenden von der Zahl der Enchytraeen gesprochen wird, ist demnach eine Summierung der beiden Methoden QA und QH gemeint.

3.2 Laboraufarbeitung

Die in Formol (QA) bzw. Alkohol (QH) fixierten Tiere wurden einzeln (insgesamt ca. 40000 Exemplare) in Lactophenol aufgehellt und unter dem Mikroskop bestimmt. Ein Großteil wurde danach als Dauerpräparat in Polyvinylalcohol (PVLV) eingebettet. Für die Rasterelektronenmikroskopie wurden einige Tiere in Glutaraldehyd und Osmiumtetroxyd fixiert (FRANKE et al. 1969).

Die Bestimmung erfolgte nach den Kriterien, die in Kap. 4.1 für jede einzelne Art aufgelistet sind. Diese wurden auf der Grundlage der Werke von NIELSEN & CHRISTENSEN (1959, 1961, 1963) von RÖMBKE (1983) speziell für die am Standort Stadtwald Ettlingen vorkommenden Arten festgelegt. Die Determination fixierter Enchytraeen ist gut möglich, wenn die an einem Standort vorkommenden Arten nach Lebendbestimmung bekannt sind. Dies konnte auch O'CONNOR (1971) am Beispiel eines Nadelwalds in Nord-Wales zeigen. Hilfreich ist bei diesem Bestimmungsverfahren, daß pro Standort selten mehr als 15, in relevanten Dominanzanteilen meist nur 4–6 Arten vorkommen (PETERSEN & LUXTON 1982).

Von jeder der dominanten Arten wurden, aufgeteilt nach Altersstadien, repräsentative Mengen von Tieren mit einem halbautomatischen Bildanalysegerät (System Videoplan) vermessen. Dabei wurden sowohl taxonomische Merkmale (Borstenverteilung, Segmentzahl) als auch Kennwerte der Biomasseberechnung (Länge, Durchmesser, Volumen) aufgenommen (RÖMBKE & KREYSCH 1986). Das Videoplan-Gerät besteht aus einem Meßtblett, von dem mittels eines Aufnahmestifts Werte in eine Recheneinheit übernommen und abgespeichert werden. Die Meßgenauigkeit beträgt 0,1 mm.

Das Bild eines auf einem Objektträger eingebetteten Tieres wird von einem Mikroskop über einen Okularaufsatzspiegel auf das Meßtblett gespiegelt. Nach Kalibrierung des Abstands Spiegel-Tablett und des Spiegelwinkels konnten die Meßwerte direkt vom Bild des Tieres abgenommen werden. Zur Biomasseberechnung wurden die Parameter Fläche und Länge gemessen. Daraus wurde zunächst der mittlere Radius, dann das Volumen des Tieres bestimmt, wobei der Wurm als ein Zylinder betrachtet wurde (BACKLUND 1947, ABRAHAMSEN 1973b). Die so ermittelten Volumenwerte wurden mit dem Dichtefaktor 1,051 multipliziert. Dieser Wert ist zwar für jede Enchytraeenart etwas verschieden, schwankt aber in so engen Grenzen (1,046–1,063; Ausnahme nach MATSCHK (1972): 1,101 bei *Achaeta affinis*), daß eine differenzierte Betrachtung bei einem Maximalfehler von 1% unnötig erscheint (ABRAHAMSEN 1973a). Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden diese Werte auf Trockengewicht umgerechnet (Multiplikationsfaktor 0,149 nach AXELSSON et al. 1984).

Zur Absicherung der eigenen Gewichts-Messungen erschien es notwendig, die Fehlermöglichkeit der Videoplan-Methode aufzuzeigen und den Einfluß des maximal möglichen Fehlers auf das Ergebnis abzuschätzen. Sowohl die Quetschung der Tiere

durch den Druck des Deckglases wie auch der Einfluß der Fixierung können Über- wie auch Unterschätzungen des Volumens hervorrufen, die sich bei einer großen Anzahl vermessener Würmer gegenseitig aufheben müßten (RÖMBKE & KREYSCH 1988). Vorteile der verwendeten Methode gegenüber der direkten Wägung sind die Umgehung der Messung des Darminhalts (dieser kann, je nach Füllungsgrad, jede Gewichtsmessung stark beeinflussen) und die Vermeidung von Trocknungsfehlern, wie sie bei Direktwägungen auftreten.

3.3 Statistik

Mathematisch läßt sich der Zusammenhang zwischen der Individuenzahl (N) und der Artenzahl (S) eines zu untersuchenden Gebiets durch eine logarithmische Funktion beschreiben, in der S proportional zum Logarithmus der Individuenzahl (log N) ist (STREIT 1980). Dabei steigt die Kurve zuerst stark an und wird dann flacher, da immer seltener neue Arten zusätzlich gefangen werden. Diese für ökologische Untersuchungen allgemein angewandte Beziehung trifft bei Enchytraeen schlecht zu, denn bei ihnen steigt die Artenzahl schneller, als es nach der oben vorgestellten Beziehung zu erwarten wäre (ABRAHAMSEN 1972, SCHOCH 1985). Statt dessen wird eine log-normale Verteilung vorgeschlagen, die von einer begrenzten Artenzahl im Untersuchungsgebiet ausgeht.

ABRAHAMSEN (1972) z. B. berechnete für verschiedene Standorte in Süd-Norwegen, daß, je nach Versuchsfläche, zwischen 200 und 4500 Individuen bestimmt werden müssen, um 80% der Arten zu erhalten. Im Stadtwald Ettlingen ist davon auszugehen, daß aufgrund der langen Versuchsdauer, der hohen Zahl bestimmter Individuen (ca. 40000) und der unterschiedlichen Methodik alle vorkommenden Arten gefangen wurden.

Enchytraeen sind, unabhängig von Biotop oder Artenspektrum, aggregiert verteilt. Dies hat tiefgreifende Auswirkungen auf die statistische Analyse von Abundanzzahlen. Die schiefe, nicht-normale Verteilung (Verschiebung des Maximums in Richtung auf den Nullpunkt (ABRAHAMSEN & STRAND 1970) führt dazu, daß viele statistische Tests nicht anwendbar sind, z. B. der t-Test oder die einfache Varianzanalyse. Die Auswertung der vorliegenden Daten beschränkte sich auf die (im strengen Sinne nicht haltbare, siehe unten) Berechnung des arithmetischen Mittels sowie bei der graphischen Darstellung auf die Verwendung des Gewichteten Gleitenden Mittels (Definition siehe Kap. 3.1). Den eigentlich angebrachten Methoden der Mittelwertbildung (Median bzw. geometrisches Mittel), die durch Extremwerte nicht so stark beeinflusst werden, wurde ersteres wegen der eher gewährleisteten Vergleichbarkeit mit Literaturdaten vorgezogen.

Die grundlegende Voraussetzung für den Einsatz fast aller in Frage kommender Tests ist das Vorhandensein einer Grundgesamtheit, aus der alle Proben stammen. Falls diese Voraussetzung nicht erfüllt ist, dürfen keinerlei Tests angewandt werden, eigentlich nicht einmal die Mittelwertbildung. Da pro Probertermin nur jeweils ein Wert vorliegt, könnte eine Testung nur durch die Zusammenfassung mehrerer, über einen längeren Zeitraum gewonnenen Daten erfolgen. Die Wahrscheinlichkeit ist aber sehr groß, daß sich, z. B. durch klimatische Einflüsse oder im Zuge langjähriger Zyklen (mit meist unbekannter Ursache) die Grundgesamtheit ändert. Aufgrund dieser Unsicherheit wird bei der Auswertung der Daten auf jedwede statistische Verarbeitung verzichtet.

Eine Möglichkeit, große Datenmengen zu reduzieren, z. B. für einen schnellen Vergleich verschiedener Versuchsflächen, ist die Verwendung ökologischer Indices, wobei jede Indexanwendung nur einen relativen Vergleich erlaubt, z. B. zweier Versuchsflächen, keinesfalls aber zu einer objektiven Klassifizierung.

rung in Hinsicht auf die Güte oder Naturnähe eines Standorts taugt. Am weitverbreiteten SHANNON-WIENER-Index wurde z. B. vielfältige Kritik geübt, weil schwerwiegende Verschiebungen der Dominanzanteile ohne signifikanten Einfluß auf den Indexwert bleiben können (z. B. SCHOCH 1985). Gerade mit der Diversität wurde intensiv versucht, menschlichen Einfluß auf Ökosysteme wertend zu quantifizieren, d. h. eine Erhöhung der Diversität mit einer Verbesserung der Ökosystemqualität gleichzusetzen. Inzwischen liegen viele Beispiele (z. B. REMMERT 1976), auch aus dem Stadtwald Ettlingen (BECK et al. 1987) vor, in denen gezeigt wurde, daß die Diversität zur Beurteilung einer Belastung nicht geeignet ist, so daß sie in der vorliegenden Untersuchung nicht berechnet wurde.

Ein wichtiges Merkmal zur Beschreibung einer Population ist die Dominanzstruktur. Dabei wird der relative Anteil jeder Art an der Gesamtpopulation angegeben. In der vorliegenden Arbeit wird die gleiche Einteilung gewählt wie bei FRIEBE (1982):

- Eudominante Arten > 10 %
- Dominante Arten 5–10 %
- Subdominante Arten 2–5 %
- Rezidente Arten 1–2 %
- Subrezidente Arten < 1 %

Die Dominanzstruktur eines Standorts läßt sich auch in einer Dominanzrangkurve darstellen. Dabei werden die nach ihrer Dominanz geordneten Arten gegen den Logarithmus der Individuenzahl jeder Art aufgetragen. Je steiler die Kurve (bzw. die aus den Werten berechnete Regressionsgerade) verläuft, desto ungleicher ist die Verteilung der Individuen auf die vorkommenden Arten.

Ebenfalls in Übereinstimmung mit FRIEBE (1982) wird als Stetigkeit die zeitliche Konstanz im Auftreten einer Art, abgestuft nach Jahren des Untersuchungszeitraums, bezeichnet. Stetig ist demnach eine Art, wenn sie in den 8 Jahren von 1978 bis 1985 regelmäßig in den Handauslese- oder Aufschlammproben gefangen wurde.

Zur Einschätzung der Konstanz, d. h. der relativen Häufigkeit, mit der eine Art in einer Probe angetroffen wird, bezogen auf die Zahl aller Stichproben, wurde die Stufeneinteilung nach TISCHLER (1949) übernommen:

- Eukonstante Arten 75–100 %
- Konstante Arten 50–75 %
- Akzessorische Arten 25–50 %
- Akzidentelle Arten 0–25 %

4. Arteninventar

4.1 Artenliste und -charakterisierung

Im folgenden werden die im Stadtwald Ettlingen gefundenen Enchytraeenarten (insgesamt 13) nach ihrer Häufigkeit geordnet aufgelistet.

Folgende Arten wurden nur sehr selten gefangen (subrezident und akzidentell):

- Enchytronia parva* NIELSEN & CHRISTENSEN 1959
- Enchytraeus buchholzi* VEJDOVSKI 1879
- Mesenchytraeus pelicensis* nom. nov. NIELSEN & CHRISTENSEN 1959

Regelmäßig kamen vor (rezident und akzessorisch):

- Mesenchytraeus* sp. E
- Achaeta* sp 1 / *Achaeta* cf. *affinis* NIELSEN & CHRISTENSEN 1959
- Bryodrilus ehlersi* UDE 1892

Stercutus niveus MICHAELSEN 1888 sensu DOZSA-FARKAS 1973

Subdominant bis dominant und konstant waren:

- Mesenchytraeus glandulosus* (LEVINSEN) 1884
- Cognettia cognettii* (ISSEL) 1905
- Marionina cambrensis* (O'CONNOR) 1963

Eudominant und eukonstant waren:

- Cognettia sphagnetorum* (VEJDOVSKI) 1877
- Marionina clavata* NIELSEN & CHRISTENSEN 1961

Etwa 2–3 % aller Fänge waren Tierreste, die oft nur noch aus einigen Borsten bestanden. Diese „Unbestimmbaren Reste“ gehen nicht in die Auswertung ein. Um die dominanten Arten sowie *B. ehlersi* und *S. niveus* auch im fixierten Zustand eindeutig zu kennzeichnen, wurden die im folgenden aufgelisteten Kriterien benutzt. Eine umfassende Artbeschreibung im Sinne einer Abgrenzung von allen andern Enchytraeenarten ist nicht beabsichtigt. Die Sammelgruppe *Achaeta* sp. wurde dabei nicht aufgeschlüsselt, da in ihr die Arten *A. cf. affinis* und *A. sp. 1* (vielleicht noch weitere) enthalten sind, die sich im fixierten Zustand als Jungtiere gar nicht und als Adulti nur sehr schwer voneinander unterscheiden lassen. Bei den übrigen Arten ist die Zuordnung der Jungtiere anhand der ausgewählten Merkmale dagegen sicher möglich. Alle Bestimmungen wurden an Lebendmaterial verifiziert. Alle Längenangaben beziehen sich auf den fixierten Zustand, alle Biomasseangaben (Tab. 2) auf mg Frischgewicht ohne Darminhalt (Faktor zur Umrechnung auf Trockengewicht: 0,149).

1. *Cognettia sphagnetorum* (VEJDOVSKI) 1877

Mittelgroße (3–10 mm), sehr schlanke Tiere; Segmentzahl 7–65.

Da sich diese Art mittels Fragmentation vermehrt, kann das Erscheinungsbild sehr unterschiedlich sein: Ein normales Tier zerfällt dabei in ca. 2–11 Segmente lange Teilstücke, die auf den ersten Blick wenig Ähnlichkeit mit den Elterntieren haben (z. B. Abb. 3: Fragmentationsende). Adulte Tiere, deren Geschlechtsorgane nicht mehr funktionstüchtig sind, treten sehr selten auf. Sie sind an der Lage des Clitellums (Segmente VII + VIII), der Form der Spermatheca, vor allem aber an den sehr auffallenden großen Penialbulben, von denen häufig noch ein unpaarer dritter Bulbus 2 Segmente weiter hinten vorkommt, zu erkennen.

Die wichtigsten Erkennungsmerkmale sind:

- Sigmoide Borsten und konstante Borstenformel 2:3 = 3:3. 2 Borsten tragen nur die ersten 7–8 Segmente dorsal (entspricht dem antecitellaren Bereich anderer Arten, da bei *C. sphagnetorum* wie bei anderen fragmentierenden Arten auch die Clitellarregion um 4–5 Segmente nach vorn verschoben ist).
- 5 (selten 3–4) Paar kompakte Septaldrüsen; im lebenden Tier oval, im fixierten Zustand oft völlig rund). Die Zahl der Septaldrüsenpaare ist variabel, wobei die hinteren beiden Paare entweder ganz reduziert oder sehr klein sind, manchmal auch nur auf einer Körpersei-

Tabelle 1. Zusammenfassung der Biomasse aufgrund eigener Vermessungen (RÖMBKE 1983) und Literaturangaben. Gewicht der einzelnen Arten in Abhängigkeit von der Größe (Altersstadien) aufgrund eigener Messungen und im Vergleich zu Literaturdaten für alle im Stadtwald Ettlingen vorkommenden Arten; Angaben in Mikrogramm; für die Biomasseberechnungen wurden immer die Werte der ersten Zeile benutzt.

Art	Klein	Mittel	Groß	Zitat
<i>C. sphagnetorum</i>	90	211	382	RÖMBKE 1983
	51	103	370	ABRAHAMSEN 1973b
	133	275	450	STANDEN 1978
			80	ABRAHAMSEN et al. 79
			82	MAKULEC 1983
		255	LUNDKVIST 1983	
<i>M. glandulosus</i>	973	1241	2389	RÖMBKE 1983
			2035	MELLIN 1982
			3000	SCHOCH 1985
<i>C. cognettii</i>	85	161	238	RÖMBKE 1983
	57	190	360	O'CONNOR 1971
			200	SCHOCH 1985
<i>M. clavata</i>	18	29	60	RÖMBKE 1983
			80	STANDEN 1978
<i>M. cambrensis</i>	71	137	164	RÖMBKE 1983
	64	160	237	O'CONNOR 1971
<i>B. ehlersi</i>	261	825	1350	RÖMBKE 1983
	109		1005	MAKULEC 1983
<i>S. niveus</i>	103	241		RÖMBKE 1983
		201		MELLIN 1982
<i>E. parva</i>	9	25	43	ABRAHAMSEN 1973b
<i>E. buchholzi</i>	11	30	59	ABRAHAMSEN 1973b
<i>A. eiseni</i>	52	114	177	O'CONNOR 1971
<i>M. pelicensis</i>	80		1740	Diverse

te. Während NIELSEN & CHRISTENSEN (1959) einen direkten Bezug zwischen dem Reifezustand eines Tieres und der Anzahl seiner Septaldrüsen vermuten, konnte ein solcher Zusammenhang bei den Individuen aus dem Stadtwald Ettlingen nicht bestätigt werden.

Einige Autoren (z. B. NIELSEN & CHRISTENSEN 1959, STANDEN 1980) berichten, daß Tiere der Art *C. sphagnetorum* u. a. aus Skandinavien eine gewisse Polymorphie zeigen, z. B. in Hinsicht auf Borstenkonstanz. Ob diese Schwankungen (meistens um eine Borste pro Bündel mehr oder weniger) durch Verletzungen oder Borstenverdopplung im Zuge von Wachstums- oder Regenerationsprozessen (im Stadtwald Ettlingen recht häufig vorkommend) vorgetauscht werden oder ob sich die einzelnen Populationen voneinander unterscheiden, bleibt unklar.

Wie die Ergebnisse der morphologischen Vermessungen zeigen, sind die Tiere aus dem Schwarzwald um einiges kleiner als die Tiere aus Norwegen oder Schweden (ABRAHAMSEN 1972, LUNDKVIST 1982). Ob hier ein Beispiel für die Bergmann'sche Regel (die eigentlich für homoiotherme Tiere aufgestellt wurde) vorliegt, nach

der die Individuen einer Art in kälteren (z. B. weiter nördlicheren) Gebieten größer werden, bleibt abzuwarten. Auch Unterschiede in der Ernährungs- bzw. Konkurrenzsituation könnten für die unterschiedliche Größe in Betracht kommen (TRAPPMANN 1954).

2. *Mesenchytraeus glandulosus* (LEVINSEN) 1884

Sehr große (10–15 mm), etwas plattwurmartige Tiere von gelblicher Farbe; Segmentzahl ca. 32–61.

Im Untersuchungsgebiet ist *M. glandulosus* die größte und schwerste der häufigen Enchytraeenarten. Die Tiere sind außer an ihrem Habitus und der charakteristischen Borstenform (sigmoid mit mehr oder minder deutlichem Nodus) an der Kombination zweier Merkmale eindeutig zu erkennen:

- Mehrere Reihen von großen, unregelmäßig geformten Hautdrüsen auf der Dorsal- und den Lateralseiten vor allem der antecitellalen Segmente.
- 2 Paar primäre (Segmente IV + V) und 5 Paar sekundäre Septaldrüsen (Segmente VI–X). Eine solche hohe Zahl ist nur von dieser Art bekannt.

Die Ergebnisse der Vermessungen zeigen, daß die typischen Vertreter dieser Art aus dem Versuchsgebiet sehr denjenigen Tieren gleichen, die aus anderen Teilen Europas beschrieben wurden. Auffällig ist nur die höhere Variabilität (die bei dieser großen Art sowieso hoch ist) einiger Merkmale wie z. B. der Segmentzahl (32–61 gegenüber 40–50 in der Literatur) oder der Borstenzahl. Relativ häufig treten Tiere auf, die in dem wichtigen Merkmal der Zahl der Septaldrüsen gravierende Veränderungen zeigen. Besonders auffällig sind dabei Individuen, denen auf einer Körperseite eine oder mehrere Septaldrüsen fehlen, ohne daß dadurch das Tier äußerlich beeinträchtigt erscheint.

Trotz der eindeutigen Merkmalskombination ist es möglich, daß die hier als *M. glandulosus* zusammengefaßten Tiere eine Gruppe von nah verwandten Arten repräsentieren. So tauchen im Versuchsgebiet häufig Jungtiere auf (*Mesenchytraeus* sp. E), die sich keiner Art zuordnen lassen. Sie besitzen zwar die auffälligen Hautdrüsen, doch fehlen ihnen mehrere der sekundären Septaldrüsen. Auch schwankt die Zahl der Borsten pro Bündel erheblich. SCHOCH (1985) fand ähnliche Tiere, die er zu *M. glandulosus* stellte. Schwer einzuordnen sind juvenile Tiere, die unzweifelhaft *M. glandulosus* sehr nahestehen, aber in den Segmenten X–XV (nicht konstant) dorsal nur 1 Borste pro Bündel haben. Von *M. pelicensis*, der zweiten im Versuchsgebiet vorkommenden Art der Gattung, unterscheidet sich *M. glandulosus* durch die höhere Zahl der Borsten pro Bündel, die Septaldrüsenanordnung (2 + 5 gegenüber 2 + 3) und das Vorhandensein der großen Hautdrüsen.

3. *Marionina clavata* NIELSEN & CHRISTENSEN 1961

Kleine (2–3 mm), weißliche Art von unauffälligem Habitus; Segmentzahl recht konstant 28 ± 3 (Literatur 27–29).

Bei *Marionina* handelt es sich um eine revisionsbedürfti-

ge Sammelgattung. Folgende Merkmale dienen der näheren Eingrenzung von *M. clavata*:

- Gerade Borsten, höchstens 2 pro Bündel.
- Wichtigstes Einzelmerkmal ist die unter Enchytraeen seltene Borstenformel 1,2:1 = 2:2. Dorsal fehlen die Borsten ganz in den Segmenten IX–XI. Im VII. und VIII. Segment und postclitellar befindet sich nur eine Borste pro Bündel auf der Dorsalseite.

Zusammen mit den ähnlichen Arten *M. simillina* NIELSEN & CHRISTENSEN 1959 und *M. vesiculata* NIELSEN & CHRISTENSEN 1959 bildet *M. clavata* eine Gruppe, die bei einer Revision Gattungsrang bekommen könnte. Die Vermessungen zeigen neben der auch aus der Literatur bekannten Borstenkonstanz, daß die Tiere aus dem Stadtwald Ettlingen trotz gleicher Segmentzahl kleiner sind als die der Typuslokalität in der Nähe von Kopenhagen. Die Ursache für diesen Unterschied ist unbekannt. Äußerst selten wurden Tiere mit Regenerationserscheinungen gefunden. Bei den Ausnahmen handelte es sich meist um Adulte, die Teile des Hinterkörpers verloren hatten (wahrscheinlich durch einen Angriff von Räubern) und die statt dessen einige wenige, deutlich kleinere und dünnere Segmente neu angelegt hatten.

4. *Cognettia cognettii* (ISSEL) 1905

Mittelgroße (4–8 mm), kräftige Art; Segmentzahl 25–35.

Adulte *C. cognettii* können trotz ihres gedrungeneren Habitus wegen ähnlicher Anordnung der sigmoiden Borsten und der Ausbildung der clitellaren Drüsenzellen auf den ersten Blick mit adulten *C. sphagnetorum* verwechselt werden.

3 Merkmale erlauben aber eine eindeutige Trennung (auch der Jungtiere):

- Sigmoide Borsten mit konstanter Borstenformel 2,3:2 = 3:3.
- Verlängerte Dorsalborsten der Segmente V + VI und IV oder VII.
- Vorhandensein von drei Paar primären (die letzten beiden dorsal verschmolzen) und drei Paar sekundären Septaldrüsen.

Auffällig sind zwei (recht kleine) Dreierbündel dorsal im II. und III. Segment, die leicht übersehen werden können. CERNOSVITOV (1945) z. B. bestätigt die Borstenkonstanz, erwähnt aber bei den von ihm untersuchten Tieren diese Ausnahmen von der Zweierregel dorsal nicht. Widersprüchliche Angaben liegen über die die Art charakterisierenden Riesenborsten vor, so daß eine Neubeschreibung dieser Art mit Material vom Typusort sinnvoll wäre. ISSEL (1905) erwähnte sie in der Originalbe-

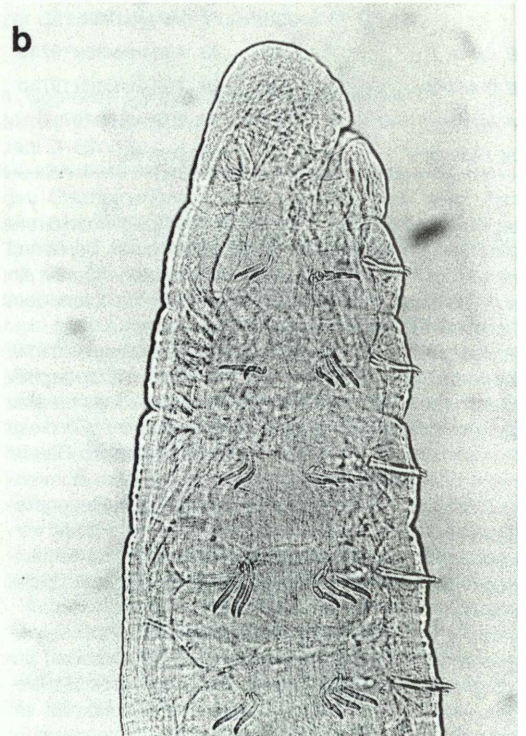
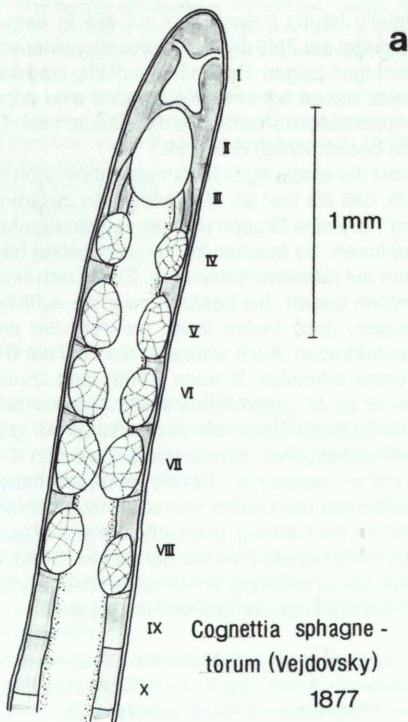


Abbildung 3 a, b. *C. sphagnetorum*: a) Vorderende, b) Borstenfehler, lichtmikroskopische Aufnahme (LM).

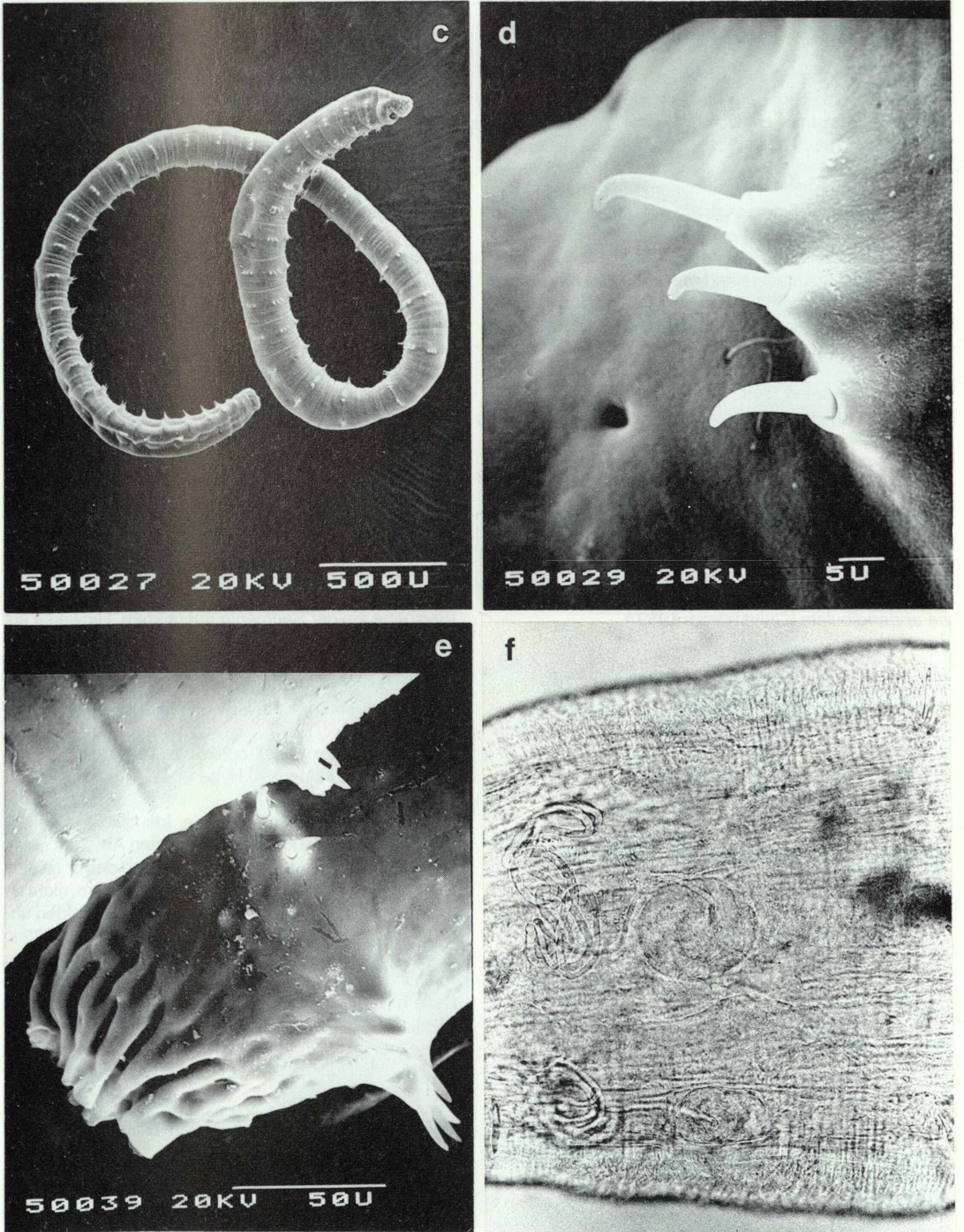


Abbildung 3 c-f. *C. sphagnetorum*: c) Gesamtansicht, rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (REM), d) Borstenbündel (REM), e) Fragmentationsende (REM), f) Penialbulben (LM).

schreibung aus Italien nicht. CERNOSVITOV (1945) fand sie bei Tieren aus Nordengland in den Segmenten III–V, IV–VI, V–VI und V–VII, doch HEALY (1979) betont, daß sie bei irischen Tieren nur im Jugendstadium vorkommen. Bei den Tieren aus dem Stadtwald Ettlilingen waren meist nur die Borsten in den Segmenten V und VI, selten auch noch die in IV und VII verlängert. Im Gegensatz zu den Angaben von HEALY (1979) war die volle Ausbildung dieses Merkmals nur bei adulten Tieren zu finden, während Jungtiere Borsten mit identischer Länge aufwiesen.

Bei den vermessenen Parametern findet sich bei relativ kleiner Schwankungsbreite kein Hinweis auf Unterschiede zwischen den Tieren aus dem Schwarzwald und denjenigen von anderen Standorten. Relativ selten wurden Teilstücke von *C. cognettii* gefunden. Diese ähnelten, da sowohl Vorder- und Hinterteile als auch Mittelstücke vorkamen, sehr den Fragmentationsstadien von *C. sphagnetorum*. Im Gegensatz zur letzteren Art sind die Geschlechtsorgane von *C. cognettii*, soweit morphologisch einschätzbar, noch funktionsfähig, so daß die Fragmentation nur als fakultative Vermehrungsweise anzusehen ist. Ein weiterer Hinweis für diese Möglichkeit ist das Auftreten von adulten *C. cognettii*, deren Clitellarregion um 4–5 Segmente nach vorne verschoben ist. Eine solche Verschiebung kommt bei allen fragmentierenden Enchytraeenarten vor (z. B. *Buchholzia appendiculata* [CHRISTENSEN 1959]).

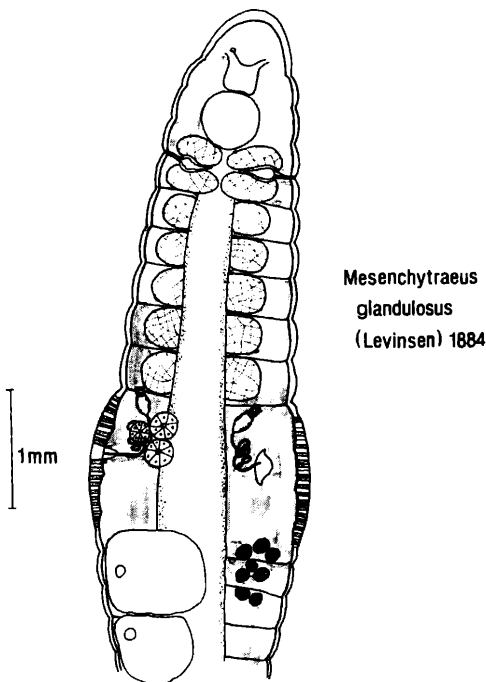


Abbildung 4a. *M. glandulosus*, Vorderende.

5. *Marionina cambrensis* (O'CONNOR) 1963

Kleine (3–5 mm), bräunliche Art; Segmentzahl 33–39 (Literatur 34–37).

Wie bei *M. clavata* ist es auch bei dieser Art schwierig, Merkmale für die Gattungszugehörigkeit anzugeben. Unter den an sauren Waldstandorten anzutreffenden Enchytraeenarten ist sie durch die besondere Art der Borstenanordnung innerhalb eines Bündels charakterisiert: Die geraden Einzelborsten haben unterschiedliche Längen, wobei die in der Mitte stehenden immer kürzer als die Randborsten sind (*Fridericia*-Typ). Postclitellar (wo die Borsten von gleicher Länge sind) verringert sich die Borstenzahl auf 2 (dorsal schneller als ventral). Juvenile Tiere haben meist nur 2 Borsten von gleicher Länge pro Bündel. Des weiteren wird die Art gegenüber anderen Enchytraeen des Buchenwalds durch das Auftreten mehrerer Reihen auffälliger Drüsen von unregelmäßiger Form auf den Dorsalseiten der ersten 7 Segmente abgegrenzt.

Im Vergleich zu Literaturangaben gibt es bei den Vermessungen kaum Unterschiede. Wie schon bei einigen anderen vorgestellten Arten sind die Tiere aus dem Stadtwald Ettlilingen deutlich kleiner als z. B. diejenigen der Typuslokalität in West-England. Sehr häufig wurden Tiere gefunden, deren Hinterteil fehlt bzw. gerade regeneriert wird. Dies läßt darauf schließen, daß die Tiere der Art *M. cambrensis* häufig Angriffe von Räubern unter Preisgabe einiger Segmente überstehen. Hinweise auf einen anderen Vermehrungsmodus außer dem der sexuellen Reproduktion gibt es nicht.

6. *Stercutus niveus* MICHAELSEN 1888 sensu DOZSA-FARKAS 1973

Kleine (3–4 mm), hell-opake Art mit charakteristischem, spitz zulaufenden Hinterende; Segmentzahl ca. 23 (Literatur: 19–21).

Zwei Probleme erschweren die Identifikation dieser schon seit knapp 100 Jahren bekannten Art: Zum einen ist das auffälligste Merkmal der 1888 von der Unterelbe beschriebenen Population, ein afterloser Darm, nicht typisch für diese Art. Zum anderen werden durch den ungewöhnlichen Lebenszyklus der Tiere, der erst 1973 in Ungarn von DOZSA-FARKAS aufgedeckt wurde, nur selten Adulttiere gefunden.

Ungeachtet dieser Zuordnungsschwierigkeiten ist die Identifikation der Tiere aus dem Stadtwald Ettlilingen aufgrund folgender Merkmale eindeutig:

- Sigmoide Borsten und konstante Borstenformel 2:2 = 3,4:3.
- Auffallende Viererbündel ventral in den Segmenten III, IV, V (Lit.: nur V).
- Dichte Ausfüllung der Leibeshöhle mit sehr kleinen, kugeligen Zellen, oft weiß-schimmernd oder gelblich gefärbt.

Unter der beträchtlichen Anzahl von gefangenen juvenilen und subadulten Tieren waren keine adulten Exemplare aufzufinden. Daher konnte kein Vergleich zwischen Literaturangaben und eigenen Vermessungen

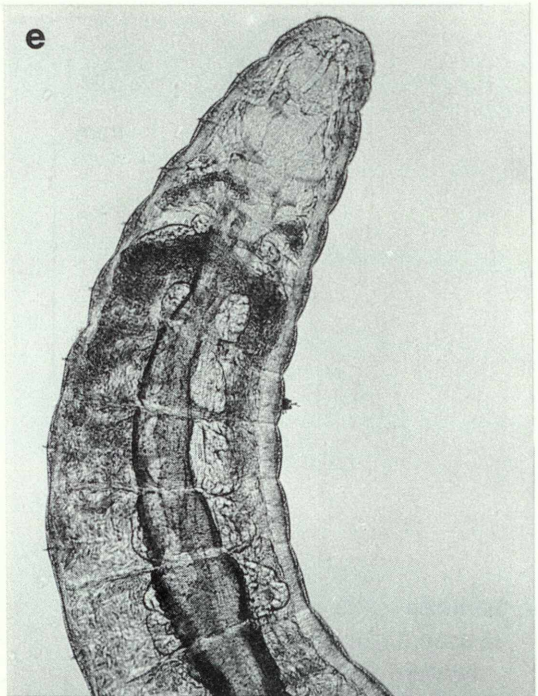
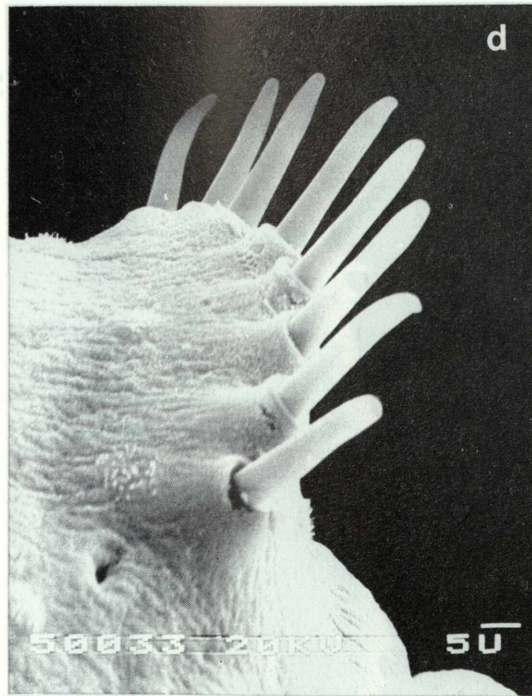
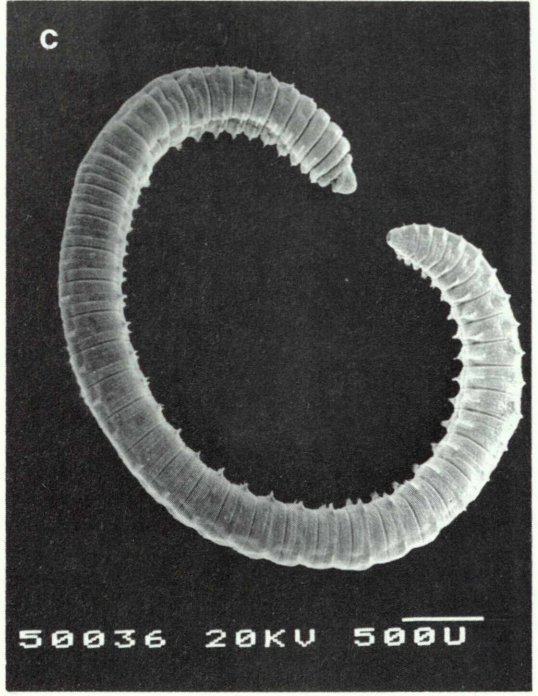
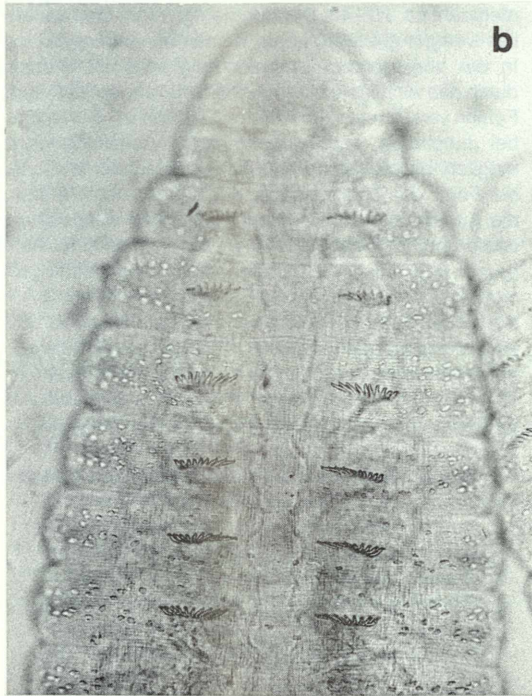


Abbildung 4 b–e. *M. glandulosus*: b) Borstenbündel ventral (LM), c) Gesamtansicht (REM), d) Borstenbündel (REM), e) Septaldrüsen.

durchgeführt werden. Auffallend ist die Konstanz der Segmentzahl (± 1) der subadulten Tiere. Regenerierende Tiere wurden niemals gefunden, d.h. wahrscheinlich vermehren sich die Tiere ausschließlich sexuell und sterben bei Verletzung im allgemeinen ab.

7. *Bryodrilus ehlersi* UDE 1892

Große, ca. 10 mm lange, leicht gelblich gefärbte Art; Segmentzahl ca. 40–50.

Die Art wurde von vielen Fundorten beschrieben, ohne daß sich größere Unterschiede zur Erstbeschreibung zeigten. Zwar wurden nur wenige Tiere aus dem Stadtwald Ettlingen vermessen, doch entsprechen die Werte bis auf die schon mehrfach erwähnte geringere Länge den bekannten Literaturdaten. Eindeutig ist *B. ehlersi* an einer Kombination folgender Merkmale zu erkennen:

- Sigmoide Borsten in einer charakteristischen, fächerartigen Anordnung (die Borsten sind zur Körpermittellinie hin kürzer).

- Drüsenähnliche Strukturen im VI. Segment, die im fixierten Zustand wie eine sekundäre Septaldrüse aussehen.

8. *Achaeta* sp.

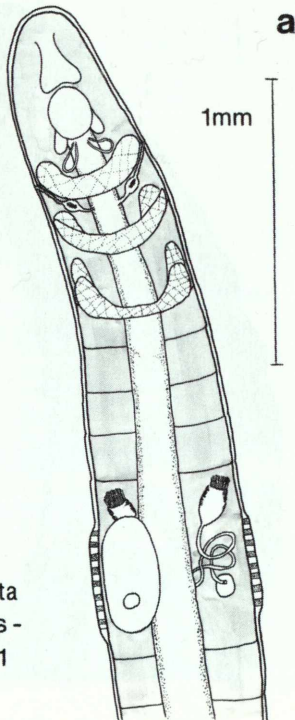
Kleine (3–6 mm), weißliche Tiere, die durch ihr abgerundetes Vorder- und Hinterteil auffallen (Abb. 9); Seg-

mentzahl ca. 20–40. Die Segmentgrenzen sind äußerlich weniger gut sichtbar als in anderen Gattungen.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Gruppe durch das wichtigste Gattungsmerkmal abgegrenzt: das Fehlen von Borsten. Im fixierten Zustand ist, besonders bei Jungtieren, eine weitergehende Aufteilung nicht möglich, da die hierfür benötigten Parameter wie z. B. die Form der Spermatheca, des Samentrichters bzw. die Ausbildung von Borstenfollikeln oder Ösophagusdrüsen nur im lebenden Tier zu beobachten sind. Aufgrund von stichprobenhaften Lebendbeobachtungen steht fest, daß im Stadtwald Ettlingen mindestens 2 Arten dieser Gattung vorkommen: *Achaeta* cf. *affinis* und eine unbeschriebene Species (*Achaeta* sp. 1). Eine genauere Beschreibung wird an anderer Stelle erfolgen. *A. cf. affinis* unterscheidet sich von *A. affinis* durch die viel größeren ventralen Borstenfollikel (Faktor 3–4).

4.2 Standortsschlüssel für die im Stadtwald Ettlingen vorkommenden Arten im fixierten Zustand

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Borsten fehlend | → <i>Achaeta</i> sp. |
| Borsten vorhanden | → 2 |
| 2. Borsten sigmoid | → 3 |
| Borsten gerade | → 9 |
| 3. Borsten mit Nodulus | → 4 |
| Borsten ohne Nodulus | → 6 |



Marionina clavata
Nielsen & Christensen 1961

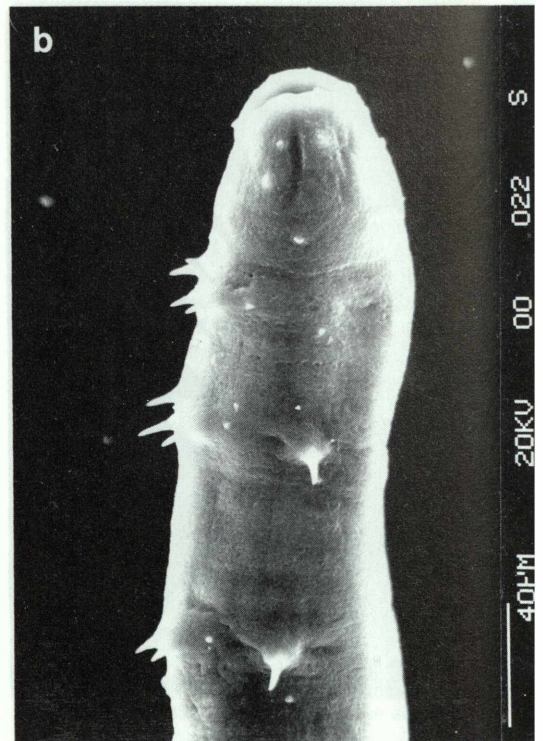


Abbildung 5. *M. clavata*: a) Vorderende, b) Hinterende mit Einzelborste (REM).

- 4. Borsten dorsal
nur 1–3 pro Bündel → *Mesenchytraeus* sp. E
Mehr Borsten pro Bündel → 5
- 5. Große Hautdrüsen auf
den präclitellaren
Segmenten und Septal-
drüsenformel 2+5 → *M. glandulosus*
Ohne Hautdrüsen und
Septaldrüsen-
formel 2+3 → *M. pelicensis*
- 6. Borsten fächerartig
angeordnet; ventral
immer mehr als 3 → *B. ehlersi*
Borsten überwiegend
in Dreierbündeln → 7
- 7. Borsten ventral immer
zu dritt im Bündel → 8
Borsten ventral zu dritt
mit Ausnahme an
einigen Segmenten
am Kopfende → *S. niveus*
- 8. Borstenformel 2:3 =
3:3 und (meist)
5 Paar Septaldrüsen → *C. sphagnetorum*
Borstenformel 2:3 =
2:3 und 3 Paar
Septaldrüsen → *C. cognettii*

- 9. Mehr als 2 Borsten
pro Bündel → 10
Höchstens 2 Borsten
pro Bündel → 11
- 10. Borsten von ungleicher
Länge im Bündel und
mehrreihige Hautdrüsen
auf den ersten
7 Segmenten → *M. cambrensis*
Borsten von gleicher
Länge; ohne Drüsen → *E. buchholzi*
- 11. Borsten dorsal
postclitellar zu zweit → *E. parva*
Dorsal postclitellar
1 Borste pro Bündel → *M. clavata*

4.3 Zoogeographie der Enchytraeen des Stadtwalds Ettligen

Eine ausführliche Auflistung der Einzelnachweise findet sich in RÖMBKE(1983). Seitdem hinzugekommene Ergänzungen sind dem vorliegenden Literaturverzeichnis zu entnehmen.

C. sphagnetorum (Abb. 10) ist von allen im Stadtwald Ettligen vorkommenden Enchytraeen die mit Abstand am weitesten verbreitete Art. Ihr Vorkommen erstreckt sich von Nordspanien (RODRIGUEZ 1986) bis in die Sowjetunion und von Skandinavien (mit Ausnahme Lapp-

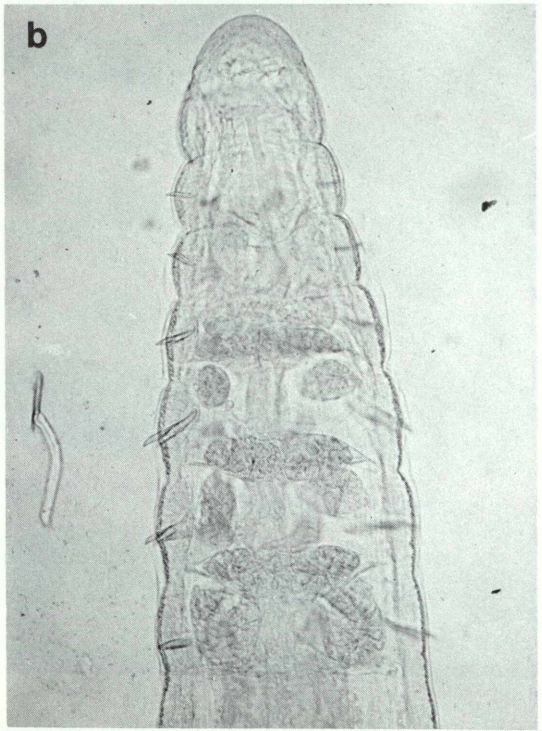
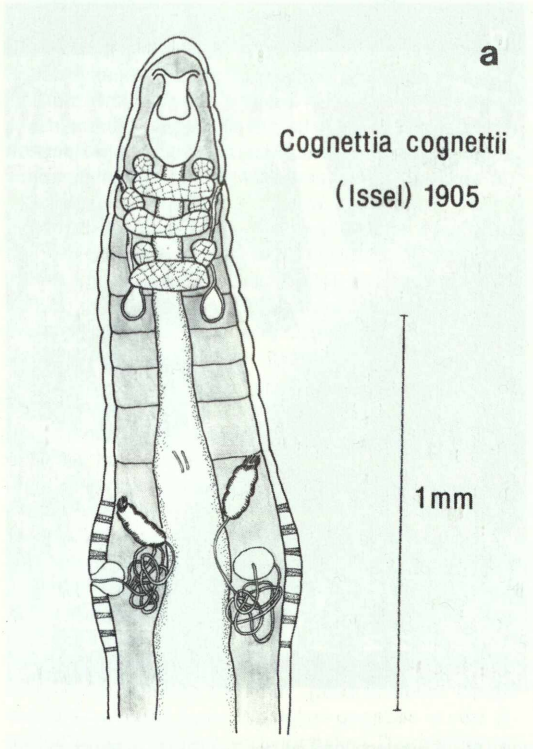


Abbildung 6. *C. cognettii*: a) Vorderende, b) Vorderende (LM).

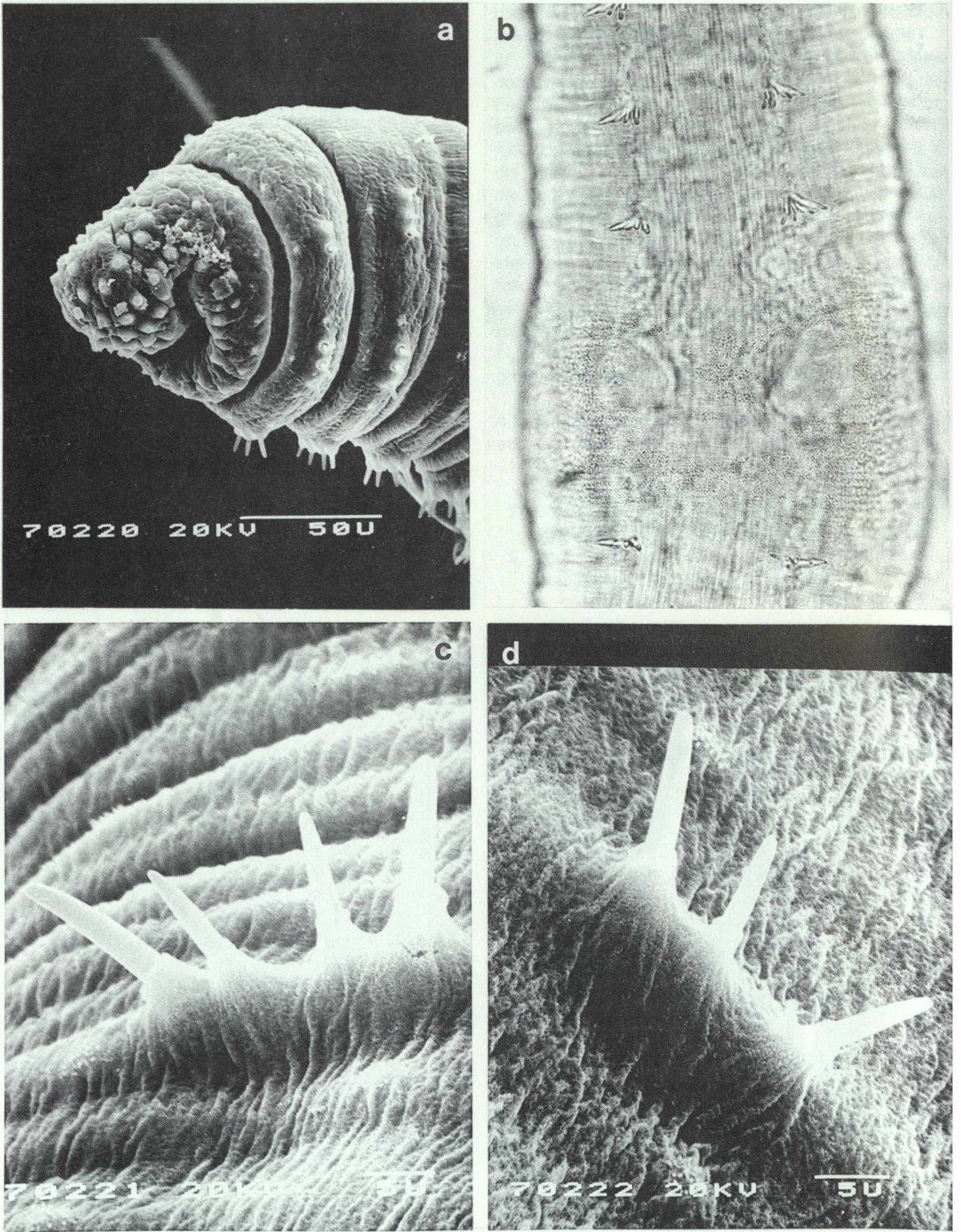


Abbildung 7. *M. cambrensis*: a) Kopfregion (REM), b) Clitellum ventral (LM), c) Borstenbündel adultes Tier (REM), d) Borstenbündel juveniles Tier (REM).

lands) bis nach Italien. Es ist die einzige Enchytraeenart, die bisher aus dem Schwarzwald bekannt war: KLEIBER (1911) fand sie im Mooregebiet von Jungholz in der Nähe von Freiburg. Auf anderen Kontinenten wurden Tiere dieser Gattung bisher nur selten gefunden (*C. lapponica* in Nordostsibirien [PIPER et al. 1982], *C. glandulosa* in Kanada [NURMINEN 1973 a], *Cognettia* sp. in Florida [HEALY pers. Mitt.]). Bei einer großen ökologischen Bandbreite (Wald-, Moor- und Wiesenbiotope, selbst Uferänder) erreicht die Art an sauren Standorten sehr hohe Dichten bis zu mehreren hunderttausend Individuen pro m².

C. cognettii (Abb. 11) kommt in den verschiedensten Biotopen Mittel- und Südeuropas vor. Die Verbreitung der Art scheint auf Gebiete mit relativ mildem Klima beschränkt zu sein. Dazu paßt allerdings nicht der Nachweis von den Faröer-Inseln, denn zur nordischen Fauna (kein einziger Nachweis im gut untersuchten Skandinavien!) gehört *C. cognettii* mit Sicherheit nicht. Statt dessen scheint sie weiter im mediterranen Bereich verbreitet zu sein als alle anderen im Stadtwald Ettlingen vorkommenden Arten: Nachweise aus Jugoslawien und Navarra sprechen dafür.

M. glandulosus (Abb. 12) ist ein typischer Bewohner der Streuschichten mitteleuropäischer Buchenwälder. Zwar wurde die Art auch aus anderen Biotopen, z. B. Nadelwäldern in Nordengland oder Südnorwegen, beschrieben, doch stellen die Tiere dort höchstens 1–2% der Enchytraeenzönose. In Irland sind sie auch in Torf- und Heidegebieten verbreitet, was ihre Vorliebe für saure Böden unterstreicht. Im nördlichen Skandinavien wird ihr Platz allmählich von anderen Arten der Gattung *Mesenchytraeus*, z. B. *M. flavus* oder *M. armatus* eingenommen, die in geringen Abundanzen bis Mitteleuropa vorkommen. Die Gattung *Mesenchytraeus* ist mit ca. 30 Arten circumpolar vertreten. Von *M. glandulosus* gibt es außerhalb Europas nur einen zweifelhaften Nachweis aus Nordsibirien (EISEN 1879, zitiert in MICHAELSEN 1989 a, kritisiert von DITLEVSEN 1904). Es ist zu erwarten, daß *M. glandulosus* im Bereich der laubabwerfenden Wälder Eurasiens weit nach Osten verbreitet ist. Die Vorkommensgrenzen nach Süden und Westen sind unsicher.

Aufgrund der unklaren taxonomischen Situation ist das Vorkommen von *M. pelicensis* zum heutigen Zeitpunkt nicht klar abzugrenzen. Da Funde aus Belgien, Dänemark, Italien und Berlin sicher sind, dürfte der Standort Ettlingen etwa in der Mitte des bekannten Verbreitungsgebiets liegen.

Seit der Erstbeschreibung durch MICHAELSEN (1888) vergingen fast 100 Jahre, bis *S. niveus* (Abb. 13) in Ungarn wiedergefunden und neu beschrieben wurde (DOZSA-FARKAS 1973 b). Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß dem in der ursprünglichen Beschreibung auftauchenden Merkmal „geschlossener Darmausgang“ eine zu große Wertigkeit gegeben wurde. *S. niveus* scheint nämlich (mit normalem Darmende) an Waldstandorten Mitteleuropas weit verbreitet zu sein.

Die nördliche Verbreitungsgrenze (die anderen sind unbekannt) ist in Südfinnland erreicht, denn daß diese im lebenden (und adulten) Zustand leicht zu erkennende Art im gut erforschten Skandinavien übersehen wurde, ist höchst unwahrscheinlich. Außerhalb Europas ist die Gattung nicht bekannt.

Bei *M. clavata* (Abb. 14) scheint die Typuslokalität (Kopenhagen) zugleich die nördliche Verbreitungsgrenze anzuzeigen. Weitere Nachweise kommen bisher nur aus West- und Mitteleuropa. Der am weitesten östlich liegende Fundpunkt ist Berlin. Unklar bleibt, weshalb diese an sauren Waldstandorten in hohen Dichten vorkommende Art erst so spät beschrieben und relativ selten gefunden wurde. Da es sich bei *Marionina* um eine Sammelgattung handelt, zu der sehr heterogene Arten aus den verschiedensten Biotopen (bis zur Tiefsee) gehören, erübrigen sich Angaben über das Verbreitungsgebiet derselben.

Das für *M. clavata* Gesagte gilt größtenteils auch für *M. cambrensis* (Abb. 15). Aufgrund der Borstenanordnung liegt eine Verwechslung mit Arten der Gattung *Fridericia* nahe, dennoch ist es verwunderlich, daß diese an den bisherigen Fundplätzen sehr häufige Art (bis zu 100 000 Individuen pro m²) so selten in der Literatur aufgeführt wird. Ihr Vorkommen ist für England, Irland, Frankreich und Deutschland belegt, doch dürfte das Verbreitungsgebiet wesentlich größer sein.

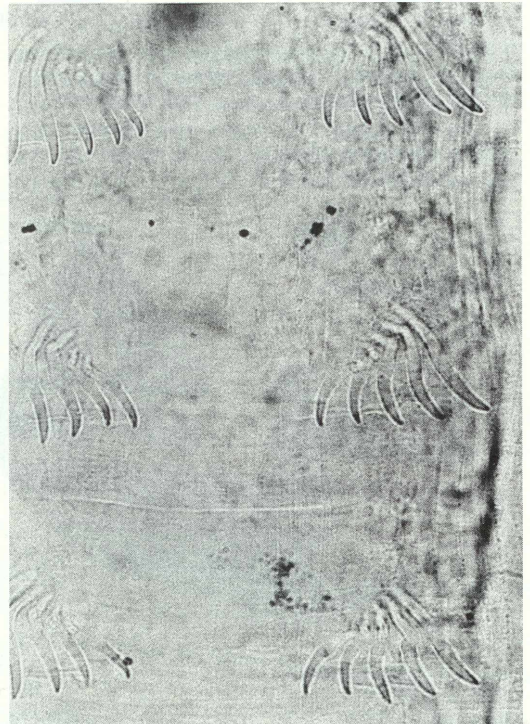


Abbildung 8. *B. ehlersi*: Borstenbündel (LM).

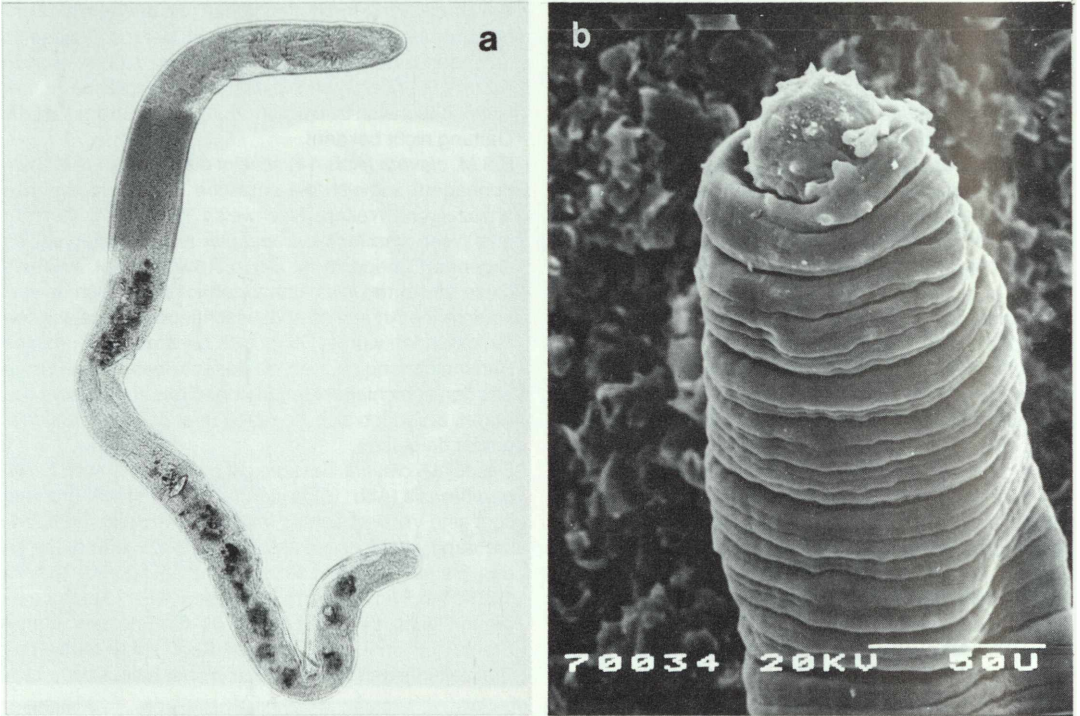


Abbildung 9. *Achaeta* sp.: a) Gesamtansicht (LM), b) Vorderende (REM).

B. ehlersi ist aus vielen Waldbiotopen in weiten Teilen Europas zwischen Nordskandinavien, Südrußland, Österreich und Ostfrankreich bekannt, so daß ihr Vorkommen im Stadtwald Ettlingen keine Überraschung darstellt. Sie wurde als einzige der an diesem Standort vorkommenden Arten außerhalb Europas (Kanada) ge-

funden. Die Gattung *Bryodrilus* ist holarktisch verbreitet.

Da die taxonomische Situation bei den *Achaeta*-Arten nicht eindeutig geklärt ist, wird auf eine Diskussion der Verbreitung verzichtet. Die nahverwandte Art *A. affinis*, zuerst beschrieben aus Dänemark, kommt wahrschein-

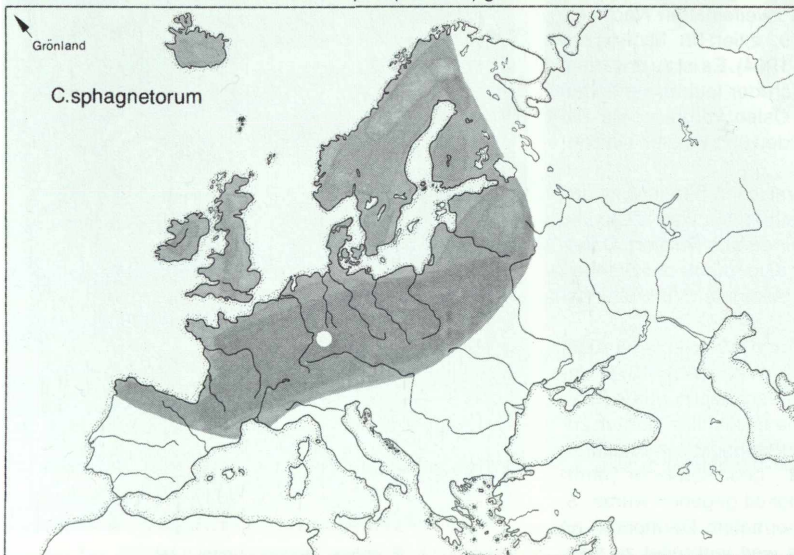


Abbildung 10. Vorkommen von *C. sphagnetorum*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadtwald Ettlingen“.

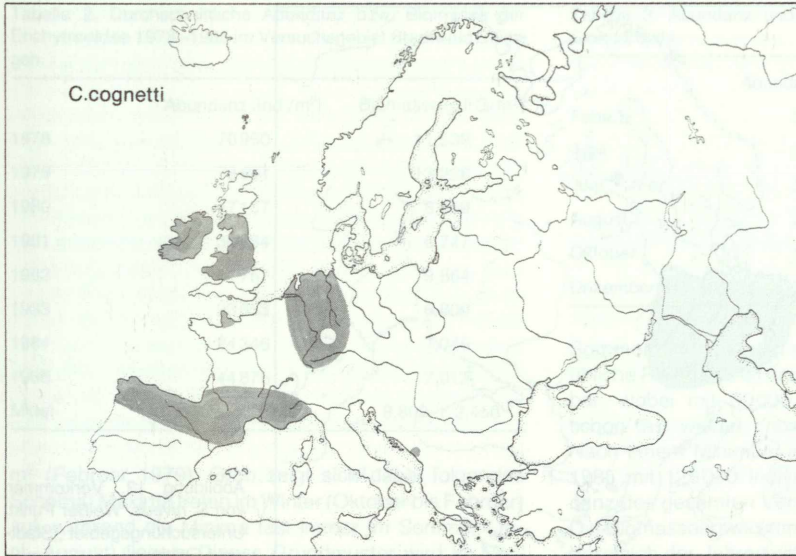


Abbildung 11. Vorkommen von *C. cognetti*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadtwald Ettlingen“.

lich in ganz Mitteleuropa einschließlich der Britischen Inseln vor.

E. parva wurde wie die beiden *Marionina*-Arten erst relativ spät beschrieben. Inzwischen liegen Nachweise aus weiten Teilen Europas vor, wobei das Schwergewicht Osteuropa zu sein scheint.

Als *E. buchholzi* bezeichnete Tiere (ein Komplex nahverwandter Arten, die morphologisch nicht auftrennbar sind) wurden weltweit aus einer Vielzahl verschiedener Biotope beschrieben; besonders häufig von Gewässerrändern sowie aus anthropogen veränderten Böden wie z.B. Ackerböden (MARTINEZ-ANSEML & GIANI 1987). Wahrscheinlich kam es dabei häufig zu Verwechslun-

gen mit anderen Arten der Gattung *Enchytraeus*.

Die Enchytraeenfauna des Stadtwalds Ettlingen scheint sich aus 2 Komponenten zusammensetzen:

1. Nordeuropäische Arten (z.B. *C. sphagnetorum*, *B. ehlersi*), die unterschiedlich weit nach Süden vorstoßen.
2. In der Mehrzahl west- bis mitteleuropäische Arten, deren Verbreitungsgebiet sich von Irland bzw. England über Deutschland unterschiedlich weit nach Osten hin erstreckt (z.B. *M. glandulosus*, *M. clavata*, *M. cambrensis*).

Die Überlappungen zwischen den verschiedenen Faunenbereichen scheinen in Europa recht breit zu sein, so

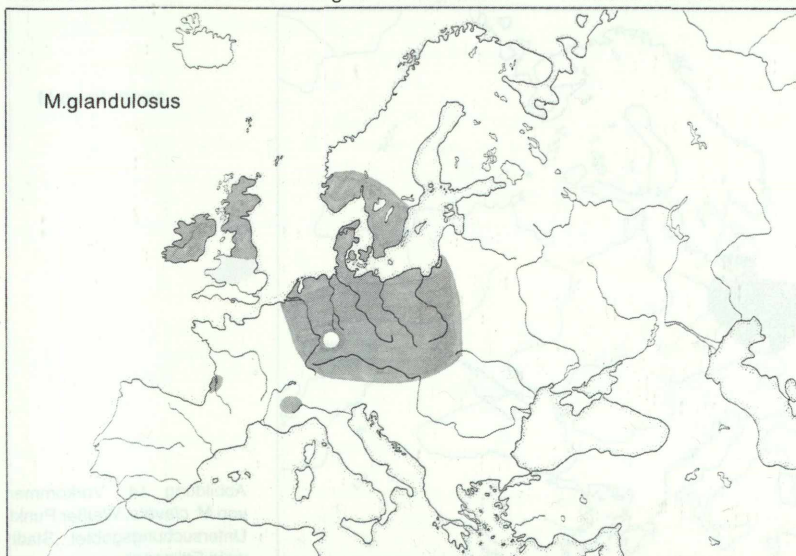


Abbildung 12. Vorkommen von *M. glandulosus*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadtwald Ettlingen“.

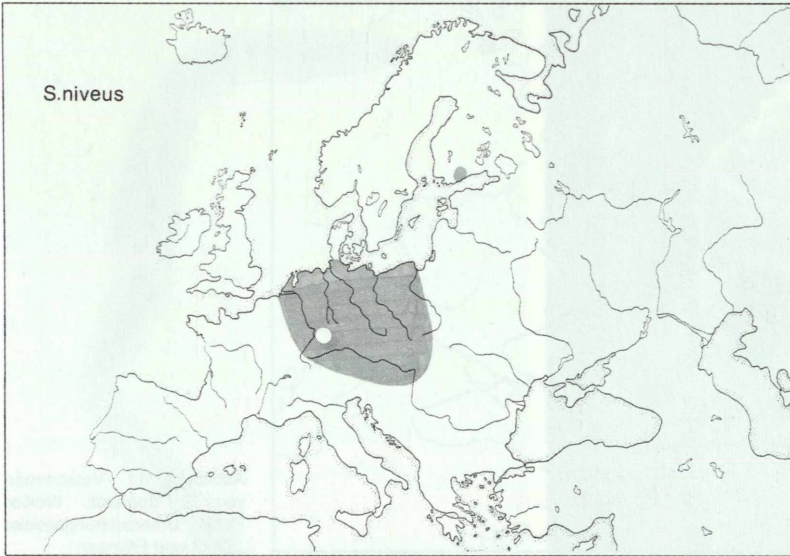


Abbildung 13. Vorkommen von *S. niveus*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadt-wald Ettlingen“.

daß der Versuchsstandort im Schwarzwald in Hinsicht auf die Biogeographie der Enchytraeen keine besondere Stellung einnimmt.

5. Massenwechsel

5.1 Gesamtpopulation

In den ersten beiden Jahren (1978/79) lag die Zahl der Enchytraeen sehr hoch (Tab. 2). Dann hielt sich die Dichte der Tiere für 3 Jahre auf einem mittleren Niveau, bevor es 1983 zu einem drastischen Einbruch kam. Erst

1985 wurde wieder eine Zahl im Jahresdurchschnitt erreicht, die in etwa dem langjährigen Mittel von 46 000 Tieren pro m^2 entspricht. Die Biomasse beginnt im Versuchszeitraum zwar ebenfalls mit sehr hohen Werten (11–13 g FG/ m^2), doch seit 1980 schwankt sie nur noch zwischen 6,7 (1981) und 9,6 (1982) g FG/ m^2 . Der bei der Dichte so deutliche Einbruch 1983/84 samt anschließender Erholung ist bei den Biomassewerten schwächer ausgeprägt.

Die Zahl der Enchytraeidae schwankt im Jahresverlauf sehr stark: Das absolute Minimum lag bei 352 Tieren/ m^2 (August 1983), das absolute Maximum bei 145 280 pro

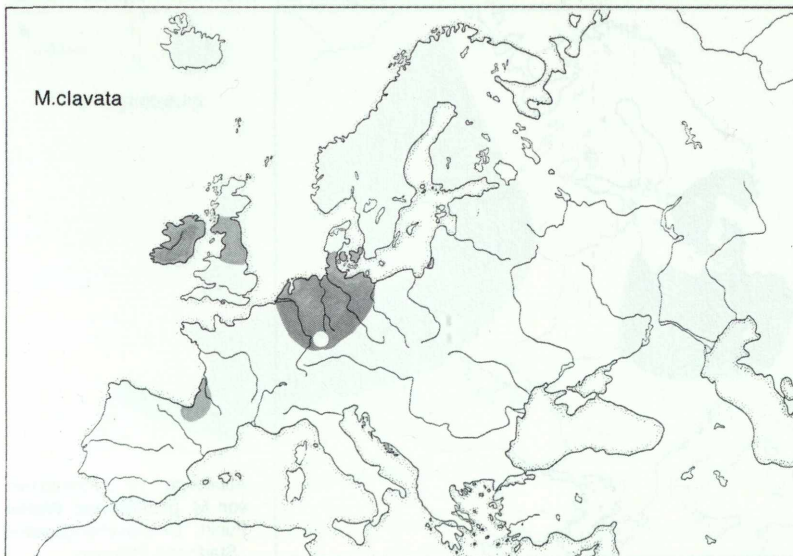


Abbildung 14. Vorkommen von *M. clavata*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadt-wald Ettlingen“.

Tabelle 2. Durchschnittliche Abundanz bzw. Biomasse der Enchytraeidae 1978–1985 im Versuchsgebiet Stadtwald Ettlingen.

	Abundanz (Ind./m ²)	Biomasse (g FG/m ²)
1978	70950	11,539
1979	78697	13,226
1980	47157	8,469
1981	36834	6,747
1982	41757	9,564
1983	23653	6,800
1984	24346	7,045
1985	44876	7,012
Mittel	46034 ± 19873	8,800 ± 2,458

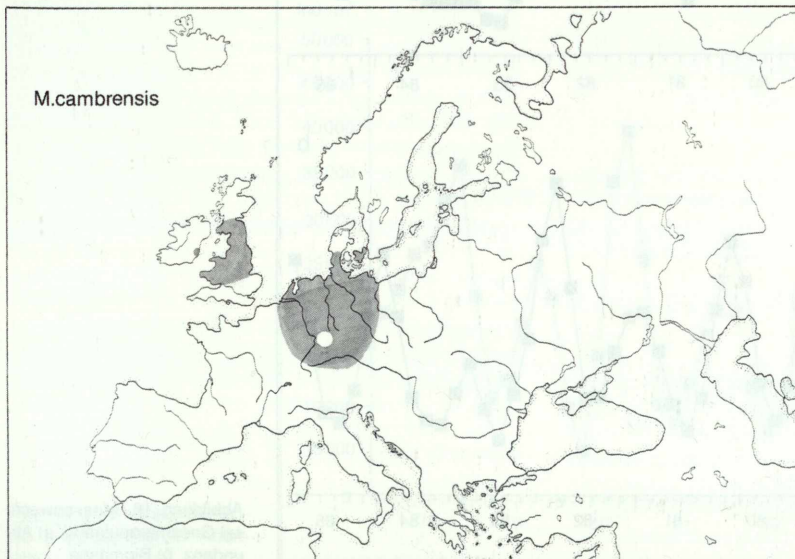
m² (Februar 1979). Grob zeigt sich dabei folgendes Schema: Maxima treten im Winter (Oktober bis Februar) auf, während die Minima fast immer im Sommer (Juni–August) liegen. Dieses Grundmuster wird im Versuchszeitraum allerdings mehrfach modifiziert. So fällt z. B. die Zahl der Tiere während des ganzen Jahres 1979 bis zu einem relativen Minimum im Dezember ab (Abb. 16). Nach schwachen Maximum im Februar 1980 schwankt die Dichte der Enchytraeen regelmäßig zwischen Sommerminimum und Wintermaximum bis zum August 1983. Nur das Wintermaximum 1981/82 ist bis zum April 1982 verlängert, liegt dafür aber nur etwa halb so hoch wie in den übrigen Jahren.

Nach dem völligen Zusammenbruch der Enchytraeenpopulation im Spätsommer 1983 deutet sich ein Wintermaximum 1983/84 nur äußerst schwach an (die Absolutzahl von etwa 20000 Tieren entspricht derjenigen der

Tabelle 3. Abundanz und Biomasse der Enchytraeidae im Standardjahr.

	Abundanz (Ind./m ²)	Biomasse (g FG/m ²)
Februar	57486	10,695
April	35835	6,935
Juni	31206	5,104
August	39600	4,739
Oktober	56417	9,019
Dezember	58658	16,039

Sommerminima in den meisten anderen Jahren!). Der übliche Rhythmus ist erst ein Jahr später wieder erkennbar, wobei mit 50000 Tieren/m² (Dezember 1984) schon fast wieder „normale“ Werte erreicht werden. Nach einem Minimum im August 1985 ist im Oktober 1985 mit 126000 Individuen die zweithöchste Abundanz des gesamten Versuchszeitraums festzustellen. Die Biomasseentwicklung verläuft, wie sich schon beim Vergleich der Jahresmittelwerte andeutete, regelmäßiger (Abb. 16). Unabhängig vom absoluten Niveau liegt das Maximum mit einer Ausnahme (Februar 1979, zugleich mit 24,8 g FG/m² absolut höchster Wert) immer im Dezember, das Minimum im Juni–August. Selbst zu Beginn des Versuchszeitraums (1978/79) ist dieses Schema im Gegensatz zur Abundanzentwicklung deutlich erkennbar. Wie bei der Abundanzentwicklung ist das absolute Minimum (0,14 g FG/m²) im August 1983 zu konstatieren. Die sich nach der Zahl der Tiere bis Ende 1984 hinziehende Erholungsphase ist nicht am Verlauf der Biomassekurve, sondern nur an ihrem absoluten Niveau erkennbar: Das Wintermaximum 1983/84 fällt z. B. um 30–50 % niedriger aus als gewöhnlich.

Abbildung 15. Vorkommen von *M. cambrensis*. Weißer Punkt: Untersuchungsgebiet „Stadtwald Ettlingen“.

Um die jahreszeitliche Entwicklung der Enchytraeenpopulation deutlicher zu zeigen, als es bei Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums möglich ist (insbesondere bei dem großen zweimonatlichen Probennahmeabstand), wurden Abundanz- und Biomassedaten auf ein Standardjahr umgerechnet. Dazu wurden die jeweiligen Monatswerte der 8 Versuchsjahre gemittelt (Tab. 3). Bei der Siedlungsdichte der Würmer im Jahresverlauf (Abb. 17a) zeigt sich eine deutliche Zweiteilung in ein Sommer- und ein Winterhalbjahr. Im ersteren, von April bis August, liegt ihre Zahl bei ca. 35 000 Tieren pro m^2 . Im letzteren, von Oktober bis Februar, bei ca. 57 000 Tieren pro m^2 . Zwischen den jeweiligen Werten beider Halbjahre liegt nur der Faktor 2; erstaunlich niedrig, wenn man die Unterschiede zwischen den Einzelwerten (bis zum Faktor 400!) betrachtet.

Bezieht man die jeweilige Standardabweichung mit ein, so modifiziert sich obiges Bild. Die relativ große Bandbreite im August (knapp 100%) zum Beispiel ist eine Reaktion auf die in einigen Jahren vorkommenden Populationszusammenbrüche. In dieser Darstellung relati-

viert sich auch die Zweiteilung des Jahresverlaufs, da sich durch hohe Schwankungsbreiten im August und Oktober ein eher gleitender Übergang zwischen beiden Phasen ergibt.

Ganz anders sieht das Bild bei der Biomasse eines Standardjahres aus (Tab. 3). Zwar ist auch hier eine deutliche Trennung in ein Sommerhalbjahr mit niedrigen und ein Winterhalbjahr mit hohen Werten zu erkennen. Innerhalb jeder Periode sind aber die Unterschiede weitaus ausgeprägter, so daß sich eine gleitende Entwicklung im gesamten Jahresverlauf ergibt. Das Minimum liegt im August, das Maximum im Dezember, wobei der Faktor zwischen beiden Werten bei ca. 4 liegt (gegenüber knapp 200 bei den Einzelwerten). Während das Maximum in die Mitte des Winterhalbjahrs fällt, liegt das Minimum am Ende des Sommers; d. h. im Herbst von August bis Dezember kommt es fast zu einer Ver vierfachung des Frischgewichts der Enchytraeen! Die Einbeziehung der Standardabweichung (Abb. 17b) bestätigt dieses Bild. Auffallend ist die im Verhältnis zur

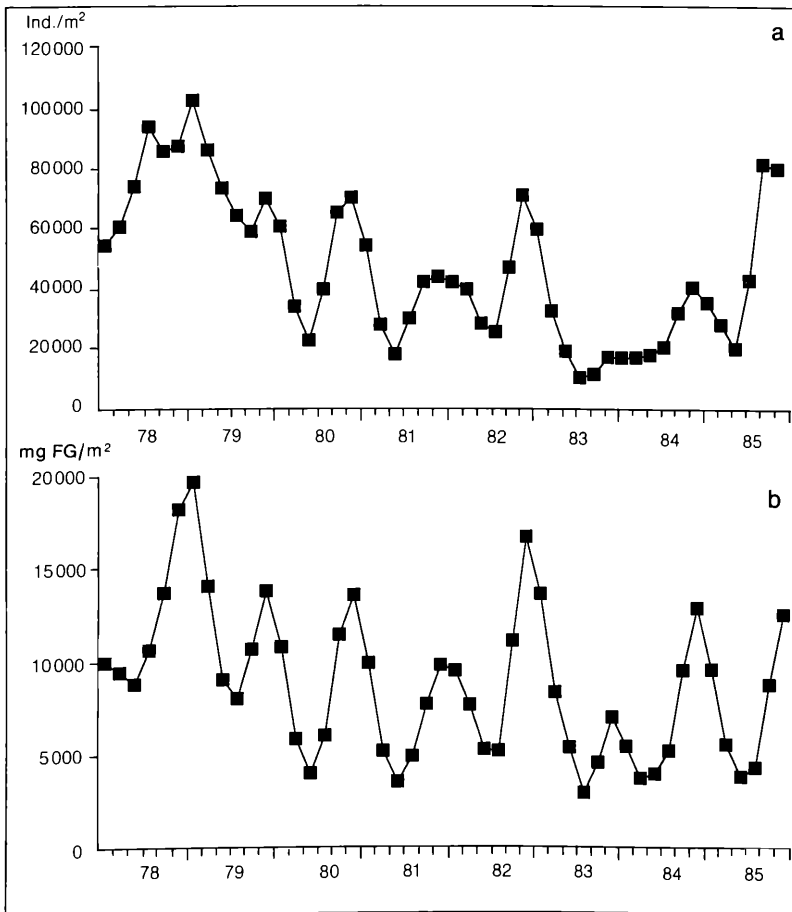


Abbildung 16. Massenwechsel Gesamtpopulation: a) Abundanz, b) Biomasse.

Jahres sehr geringe Bandbreite von weniger als 50 %. Grundmuster des Massenwechsels der Gesamtpopulation ist demnach eine Abfolge von Wintermaxima und Sommerminima, das zweimal, 1978–79 und 1983–84, unterbrochen wird. Außer der hohen Dichte zu Beginn des Versuchszeitraums ist das Fehlen der Sommerminima 1978 und 1979 (bei der Biomasse nur angedeutet) ungewöhnlich. Wegen der in jedem Fall zeitlich versetzten Wirkung von Klimaeinflüssen auf die Entwicklung der Würmer im Zusammenhang mit den großen, unregelmäßigen Schwankungen der Einzelwerte ist es nicht möglich, Korrelationen zwischen dem Massenwechsel dieser Zeit und z. B. Temperatur oder Niederschlag herzustellen. Andere Tiergruppen, u. a. Nematoden, waren in diesen Jahren im Stadtwald Ettlingen ebenfalls zahlreicher als später, ohne daß dafür Gründe angebar wären (ZELL, pers. Mitt.).

Beim Vergleich der Mittelwerte bzw. Jahressummen der Klimafaktoren im Stadtwald Ettlingen ergaben sich keine auffälligen Abweichungen zwischen den Daten der Jahre 1978–79 und dem langjährigen Mittel. Dieser Vergleich auf der Basis von Mittelwerten (Klimafaktoren versus Phänologie einzelner Tiergruppen) zeigt, daß dies zu hoch integrierende Parameter sind, um etwas über den konkreten Verlauf der Massenwechsel aussagen zu können, die auf Artebene höchst unterschiedlich verlaufen können. Damit ist eine Klassifizierung in günstige und nicht-günstige Jahre aufgrund von Klimadaten höchstens auf Artebene sinnvoll.

Im gesamten Versuchszeitraum gibt es nur ein Beispiel, wo abiotische Faktoren als direkte Ursache für einen aus dem üblichen Rahmen fallenden Massenwechsel der Enchytraeen identifizierbar sind. Im Frühjahr 1983 fiel, bei für diese Monate etwas zu niedrigen Temperatu-

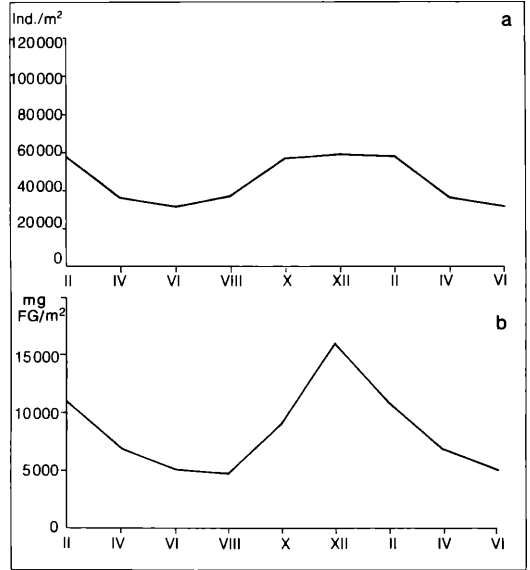


Abbildung 17 Massenwechsel Gesamtpopulation (Standardjahr): a) Abundanz, b) Biomasse. Durchgezogene Linie: Mittelwerte aller Untersuchungsjahre, gerasterte Fläche: Standardabweichung.

ren, überdurchschnittlich viel Regen. Im Juli/August wurden dagegen bei fast völlig fehlenden Niederschläge (18 bzw. 8 mm) die höchsten Temperaturen aller Versuchsjahre (17,4 bzw. 16,1 °C in 2 cm Tiefe) gemessen. Dies führte zu einem totalen Rückgang der Abundanz, die sich erst anderthalb Jahre später normalisierte. Bei der Biomasse ist allerdings schon im Winter

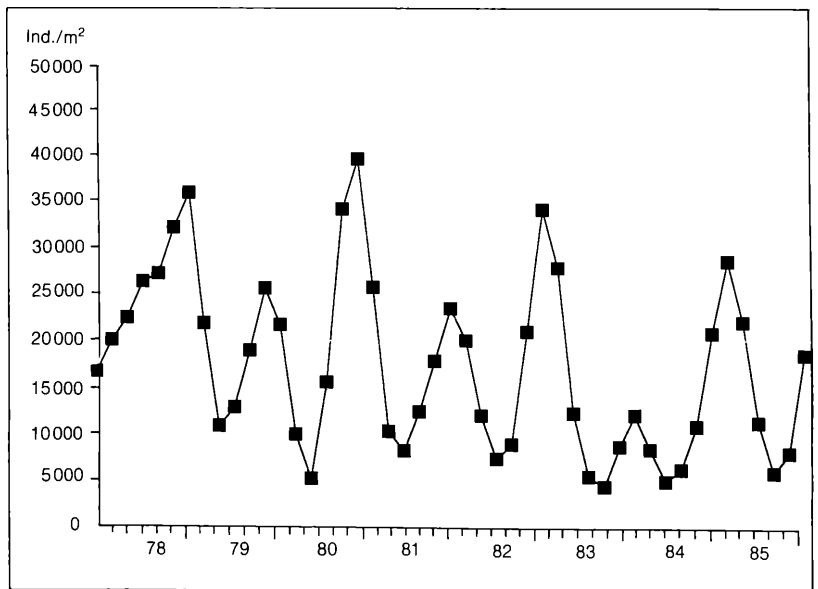


Abbildung 18. Massenwechsel *C. sphagnetorum*: Abundanz.

1983/84 durch Tiere, die die außergewöhnlichen Klimastände des Sommers wahrscheinlich im Kokonstadium oder an feuchten Refugien überlebten, wieder ein relatives Maximum zu konstatieren. Überraschend ist, daß eine ähnliche Wetterkonstellation 1985 zwar im August zum völligen Verschwinden der Würmer (in den Proben) führte, sich aber schon im Oktober keinerlei Wirkung mehr nachweisen ließ. Dies dürfte auf die kürzere Dauer dieser ungewöhnlichen Klimakonstellation, deren Länge unterhalb der Entwicklungszeit kokonablen-ger Tiefenformen lag, zurückzuführen sein. Zusammenfassend ist festzuhalten, daß Temperatur bzw. Feuchtigkeit den Massenwechsel im Jahresverlauf langfristig bestimmen, der Normalzyklus aber nur in extremen Fällen durch abiotische Faktoren deutlich verändert wird (KURCEVA 1964, GRÖNGRÖFT & MIEHLICH 1983). Ungewöhnliche Massenwechsel wie 1978–1980 ergeben sich eher aufgrund biotischer Faktoren, speziell der Nahrungsverfügbarkeit und der Konkurrenz mit anderen saprophagen Tiergruppen (BECK 1983).

Die festgestellte Regelmäßigkeit des Massenwechsels der Enchytraeen im Stadtwald Ettingen könnte im Widerspruch zur aggregierten Verteilung der Tiere stehen, d. h. wenn durch letztere im Zusammenhang mit dem zweimonatlichen Probenahmeabstand große und zufällige Schwankungen der erfaßten Abundanz hervorgerufen würden. Schon die Verwendung des „Gewichteten Gleitenden Mittels“ (O'CONNOR 1971) sorgt aber dafür, den „normalen“ Massenwechsel der Enchytraeen klar herauszustellen; d. h. dieser Zyklus überlagert den Einfluß der Horizontalverteilung deutlich. Bei der Abundanz ist die Schwankungsbreite im Standardjahr in mehreren Monaten beträchtlich höher als bei der Biomasse, was dafür spricht, daß dieser Unterschied überwiegend durch kleine, juvenile Tiere hervorgerufen wird. Insgesamt ist zu schließen, daß die achtjährige Versuchsdauer, in der zumindest 2 Perioden vom langjährigen Mittel abweichen (1978–1979 und 1983–1984) ausreichend ist, den „normalen“ Massenwechsel an diesem Standort verlässlich einzuschätzen.

5.2 Die häufigsten Arten

7 der insgesamt 13 am Standort Stadtwald Ettingen vorkommenden Arten wurden für eine nähere Vorstellung ihrer Biologie ausgewählt. Das Kriterium für die Auswahl war die Konstanz ihres Auftretens und ein mindestens subdominanter Anteil an Abundanz und Biomasse (Tab. 4). Die 7. Art, *S. niveus*, wurde aufgrund ihrer ungewöhnlichen Lebensweise zusätzlich aufgenommen.

Nach der Abundanz nehmen *C. sphagnetorum* und *M. clavata* eine beherrschende Stellung ein. Auch *M. cambrensis* ist noch als eudominant und *M. glandulosus* gerade noch als dominant einzustufen, während *Achaeta* sp. und *C. cognettii* als subdominant zu bezeichnen sind. Die letzte hier aufgeführte Species, *S. niveus*, gehört schon zur Gruppe der subrezedenten Arten. Auch bei der Biomasse sind 2 Arten (*C. sphagnetorum* und *M.*

Tabelle 4. Durchschnittliche Abundanz und Biomasse der wichtigsten Arten der Enchytraeen im Versuchszeitraum.

	Abundanz		Biomasse	
	abs	%	abs	%
<i>C. sphagnetorum</i>	17 703	38,5	3,787	43,0
<i>M. glandulosus</i>	2 432	5,2	3,625	41,2
<i>M. clavata</i>	16 863	36,6	0,454	5,2
<i>M. cambrensis</i>	4 736	10,3	0,554	6,3
<i>C. cognettii</i>	1 199	2,6	0,169	1,9
<i>Achaeta</i> sp.	1 987	4,3	0,178	2,0
<i>S. niveus</i>	121	0,3	0,013	0,2
Rest	993	2,2	0,020	0,2
Gesamt	46 034	100	8,800	100

glandulosus) hochdominant, wobei der Abstand zur nächstfolgenden Art (*M. cambrensis*) größer ist als bei der Abundanz. Demnach ist *C. sphagnetorum* eindeutig die die Zönose beherrschende Art. Diese Einteilung sagt wenig über die Verteilung in den Einzelproben aus, die äußerst stark schwanken kann. Nie wurde jedoch eine Probe von einer Species aus dem Reservoir der rezedenten oder subrezedenten Arten dominiert.

Bei der Art *C. sphagnetorum* sind Abundanz- und Biomasseverlauf praktisch identisch (Abb. 18), da die wenigen subadulten bzw. adulten Tiere nicht ins Gewicht fallen. Die Dynamik der Population ist durch starke, aber regelmäßige Schwankungen gekennzeichnet. Das Maximum wird fast immer im Dezember, seltener im Februar (1979) erreicht. Die Minima liegen ähnlich regelmäßig (meist) im Juni. Der Populationszusammenbruch im Sommer 1983 zeigt sich außer in einer Verschiebung vor allem in der schwachen Ausprägung (nur $\frac{1}{3}$ der normalen Dichte) des Wintermaximums 1983/84.

Der regelmäßige Massenwechsel der Gesamtpopulation kommt fast allein durch die Art *C. sphagnetorum* zustande. Weder der ungewöhnliche Verlauf zu Beginn des Versuchszeitraums noch die Auswirkungen der Trockenperiode im Sommer 1983 sind bei dieser Art besonders ausgeprägt. Die geringe Reaktion ist darauf zurückzuführen, daß die wenigen Tiere, die die warme und trockene Periode überlebten – entweder an inselartig verteilten (z. B. Baumstubben) feuchten Stellen oder in tieferen Schichten –, bei Wiederkehr günstiger Bedingungen in der Lage waren, durch die Fragmentation schnell annähernd normale Populationsdichten zu erreichen. Die Art ist demnach sehr gut an schnelle, drastische Änderungen des Lebensraums angepaßt (STANDEN 1973, LUNDKVIST 1982). In einem norddeutschen Fichtenwald zeigten die Tiere dagegen einen unregelmäßigeren Massenwechsel, was GRÖNGRÖFT (1980) auf das Absterben von *C. sphagnetorum* schon bei kurzen Temperaturspitzen zurückführt.

Auch bei *M. glandulosus*, der größten und schwersten Art des Versuchsgebiets, sind die Unterschiede im Ab-

undanz- und Biomasseverlauf nicht so groß wie nach dem Gewichtsverhältnis zwischen juvenilen und adulten Tieren zu erwarten war, doch lassen sich einige Differenzen erkennen (Abb. 19). So ist nicht nur die Bandbreite der Schwankungen bei der Biomasse wesentlich größer, sondern sie verlaufen auch schroffer als bei der Abundanz (insbesondere die sommerlichen Minima sind wesentlich ausgeprägter). Auffällig ist das unregelmäßige Auftreten von *M. glandulosus*, wobei im Winter immer Maxima auftreten (besonders ungewöhnlich ist der Verlauf 1979 und 1982).

Bei der Art *M. clavata* fällt die sehr unregelmäßige Fluktuation im Versuchszeitraum auf (Abb. 20a). Nach einer anfänglich (bis 1980) sehr hohen Dichte ging ihre Zahl stark zurück, wobei sich bis 1983 ein Zyklus mit Minima

im Sommer (Juni–August) und Maxima im Spätwinter (Februar–April) andeutet. Nach dem abrupten Rückgang im Sommer 1983 erholt sich die Population erst ab Herbst 1985 wieder. Bei der Biomasse ist eine ähnliche Dreiteilung des insgesamt gedämpfteren Verlaufs zu beobachten.

Auch die 2. Art der Gattung *Marionina*, *M. cambrensis*, zeigt einen unregelmäßigen Abundanzverlauf, der im einzelnen aber nur geringe Ähnlichkeit mit dem von *M. clavata* zeigt (Abb. 20b); so verläuft z. B. im Gegensatz zur vorher beschriebenen Art die Biomassekurve schroffer als die der Abundanz. Extremwerte der Dichte können bei dieser Art in jeder Jahreszeit auftreten. Im Winter 1982/83, d. h. ein halbes Jahr vor dem für die übrigen Enchytraeen verheerenden sommerlichen Popu-

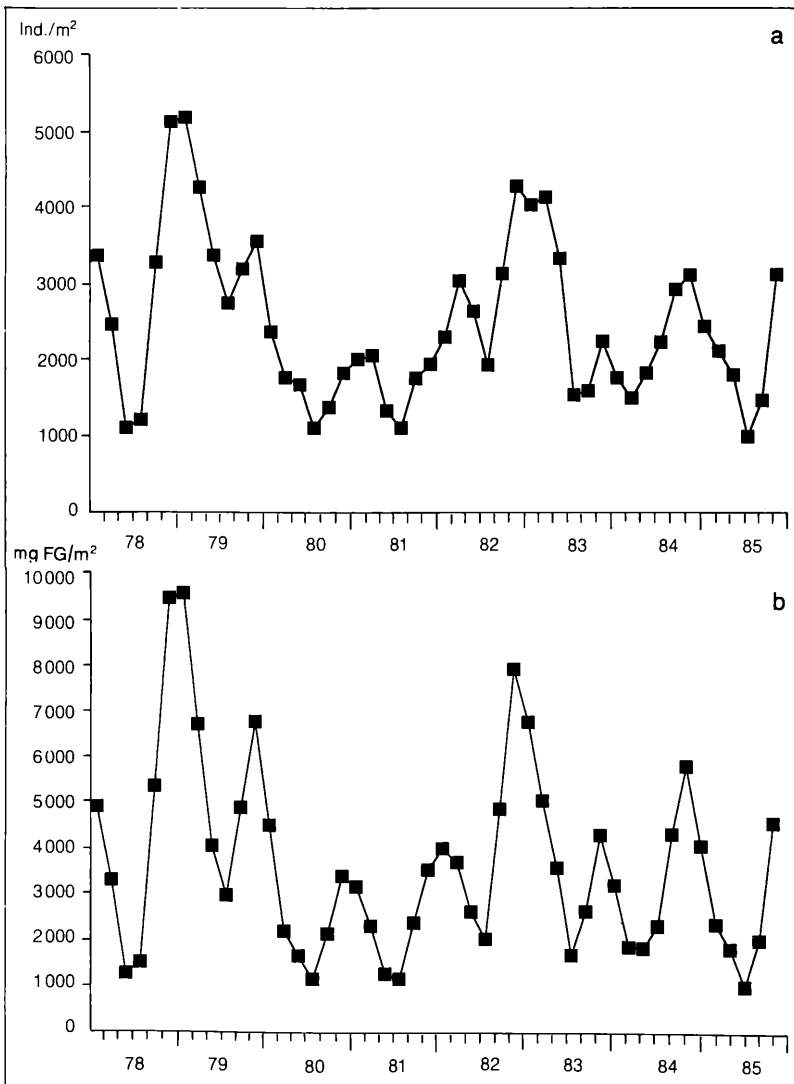


Abbildung 19. Massenwechsel *M. glandulosus*: a) Abundanz, b) Biomasse.

lationszusammenbruch, geht die Zahl von *M. cambrensis* drastisch zurück. Im Gegensatz zu den meisten anderen Arten ist auch schon im Winter 1983/84 ein – im Kontext der Jahre seit 1981 – normal ausgeprägtes, nur um 4 Monate in den Frühling hinein verschobenes Maximum festzustellen. Für über ein Jahr kam es demnach zu einer Verschiebung zwischen der Populationsdynamik von *M. cambrensis* und dem – wahrscheinlich – durch die klimatischen Verhältnisse vorgegebenen „normalen“ Zyklus, bis ab Herbst 1985 beide wieder zur Deckung gelangt waren.

Der Trend zum Rückgang im Versuchszeitraum ist bei *C. cognettii* ausgeprägt wie bei keiner anderen Art der Zönose (Abb. 21a). Wie bei *M. clavata* und *M. cambrensis* ist eine Dreiteilung des Versuchszeitraums zu beobachten: Zu Beginn liegt ein relatives Abundanzmaximum vor, dem eine Zeit geringer Dichte und schwach

ausgeprägter Dynamik folgt, bevor sich ein Populationszusammenbruch mit unterschiedlich schneller Erholung anschließt. Letztere fehlt bei *C. cognettii* allerdings vollständig, denn seit Anfang 1983 sind fast keine Individuen dieser Art mehr gefunden worden. Festzuhalten bleibt, daß der starke Rückgang dieser Population deutlich vor dem Sommer 1983 stattfand.

Bei *Achaeta* sp. (Abb. 21b) läßt sich, obwohl sie sehr unregelmäßig gefangen wurde, ebenfalls ein Trend zur allmählichen Abnahme im Zeitraum 1978–1985 beobachten. Im Gegensatz zu den übrigen Arten liegen die Maxima von *Achaeta* sp. meist im Sommer und die Minima im Winter. Insgesamt ergibt sich das Bild einer zwar vorhandenen, aber nicht besonders regelmäßigen Periodik. Im Gegensatz zu allen anderen bisher betrachteten Arten sind Mitte 1983 außer einem sehr niedrigen Minimum keine Besonderheiten zu entdecken; voraus-

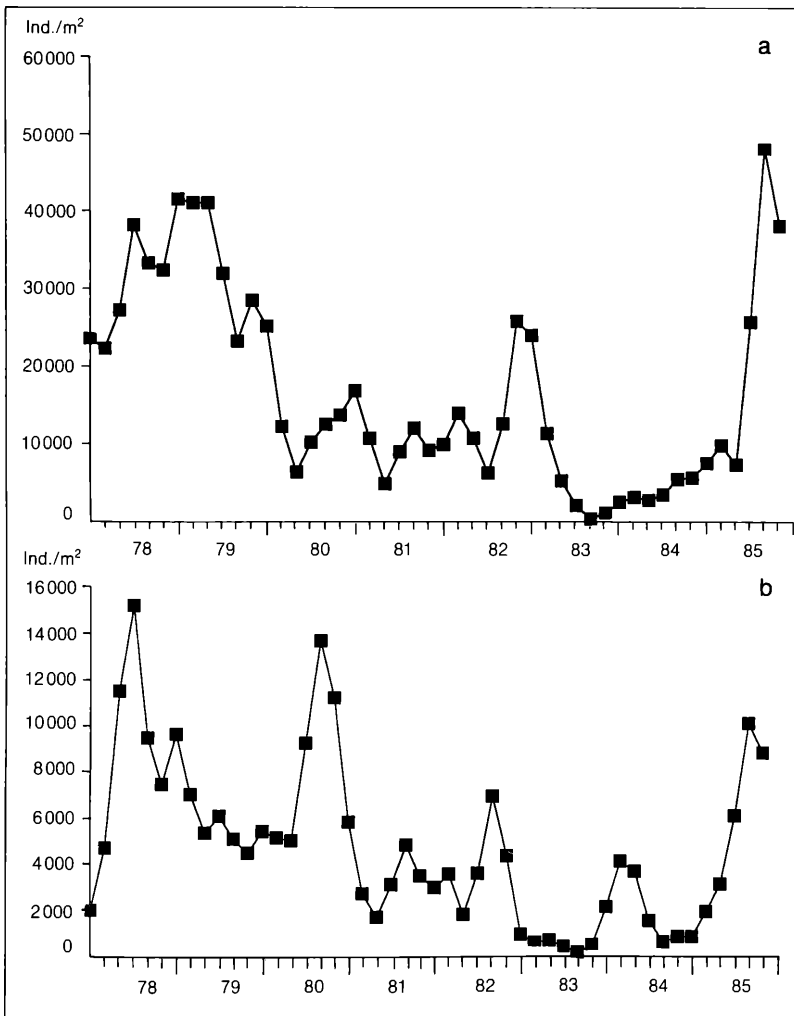


Abbildung 20. Massenwechsel, Abundanz: a) *M. clavata*, b) *M. cambrensis*.

gesetzt, man rechnet die schwache Ausprägung der Maxima 1984 und 1985 (insgesamt ein sehr schlechtes Jahr für *Achaeta* sp.) nicht dazu.

S. niveus (Abb. 22) bildet in dreifacher Hinsicht eine Ausnahme: Zum einen tritt sie nur zwischen Oktober und Februar in den Proben auf, zum anderen wurden nie Adulti gefangen, so daß Abundanz- und Biomassekurve fast gleich verlaufen. Drittens wird diese Art, im Gegensatz zu den anderen Species, im Laufe des Versuchszeitraums zuerst häufiger (absolutes Maximum im Winter 1982), um danach wieder abzunehmen.

Wie schon in Kap. 5.1 werden die Jahreszyklen der wichtigsten Arten als Standardjahr (inkl. Schwankungsbreite = Mittel \pm Standardabweichung) dargestellt. Da

die Biomasse im Vergleich zur Abundanz keine neue Erkenntnisse brachte, wurde in diesem Abschnitt darauf verzichtet. Vergleicht man die einzelnen Jahreszyklen, so zeigt sich, daß die Enchytraeen des Stadtwalds Ettlingen in 4 Gruppen eingeordnet werden können. Die Gruppe I mit *C. sphagnetorum* (Abb. 23a) und *M. glandulosus* (Abb. 23b) zeigt ein Wintermaximum, meist im Dezember, und ein Sommerminimum (im Juni bzw. August). Dabei zeigt *C. sphagnetorum* einen typisch eingipfligen Verlauf, während man bei *M. glandulosus* wegen eines zweiten, wesentlich schwächeren Maximums im April von einem „anderthalbgipfligen“ Zyklus sprechen kann. Diese beiden Arten bestimmen den Abundanz- bzw. Biomasseverlauf der Gesamtpopulation.

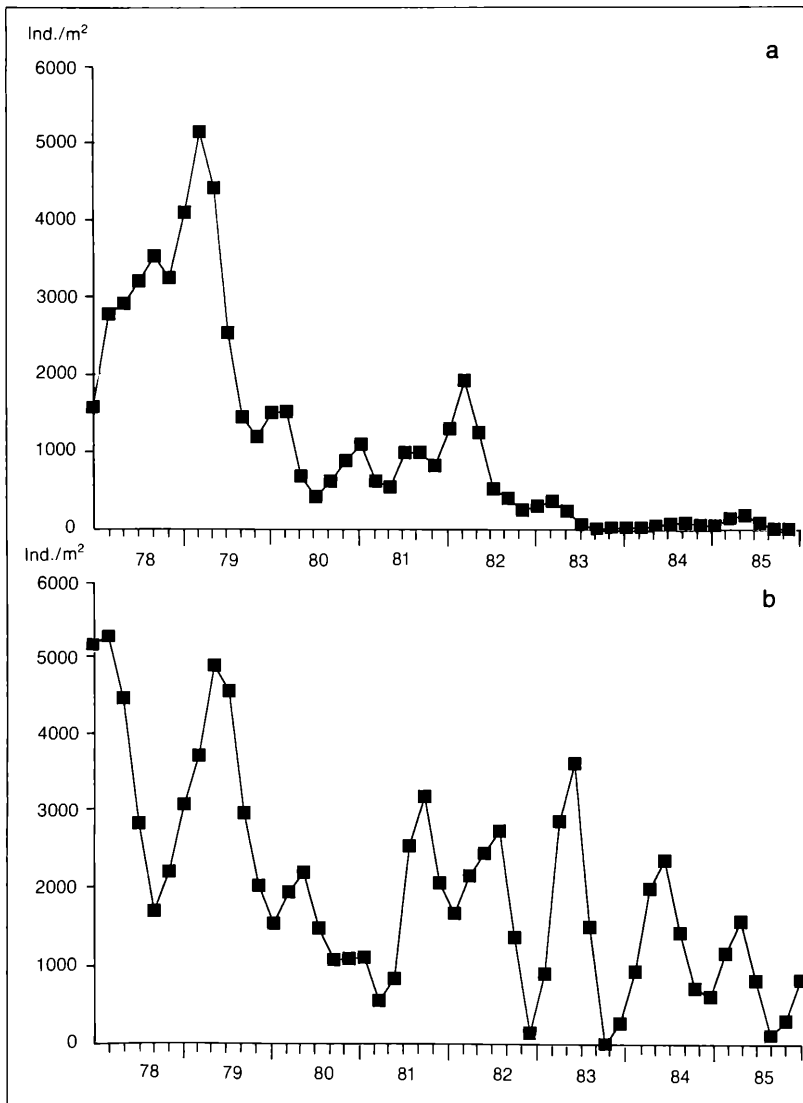


Abbildung 21. Massenwechsel, Abundanz: a) *C. cognetii*, b) *Achaeta* sp.

In der Gruppe II mit *C. cognettii* (Abb. 23c) und *Achaeta* sp. (Abb. 23d) verläuft der Zyklus genau umgekehrt. Einem Maximum im Frühsommer (April–Juni) steht ein Dezemberminimum gegenüber. Bei *Achaeta* sp. konnte einer der wenigen Unterschiede zwischen Abundanz- und Biomassedarstellung festgestellt werden: Bei letzterer erstreckt sich das Maximum von Juni bis August, wohingegen das Minimum wesentlich ausgeprägter ist und sich praktisch von Oktober bis Februar hinzieht. Eine eigene Gruppe (Nr. III) bilden die beiden Tiefenformen *M. clavata* (Abb. 23e) und *M. cambrensis* (Abb. 23f), deren Zahl im Jahresverlauf relativ wenig schwankt und die im Herbst (Oktober) ein (bei *M. clavata* allerdings nur angedeutetes) Maximum zeigen. Aus den bisher aufgeführten Gruppen fällt *S. niveus* total heraus, da diese Art nur im Winterhalbjahr gefangen wird (Nr. IV). Von einem Sommerminimum kann nur bedingt gesprochen werden, da die zu dieser Zeit aggregiert im Mineralboden lebenden Tiere mit der verwendeten Methodik nicht erfaßt wurden. Auffallend ist, daß bei einer so kleinen Zahl von 7 Arten eine so große Zahl von verschiedenen Zyklus-„Phänotypen“ vorkommt.

Keine andere Enchytraeenart des Stadtwalds Ettlingen zeigt eine solche Regelmäßigkeit des Massenwechsels wie *C. sphagnetorum*, aber 5 der anderen „häufigsten“ Arten können zu bestimmten Zeiten den Gesamtverlauf beeinflussen. Für den ungewöhnlichen Verlauf zu Versuchsbeginn ist zum Beispiel, je nach betrachtetem Parameter, eine unterschiedliche Kombination von Arten (meist Tiefenformen) verantwortlich. Für die hohe, kaum schwankende Anzahl sorgt primär *M. clavata*. Zu einzelnen Zeitpunkten kommen *M. cambrensis* und, speziell im Sommer (wodurch die schwache Ausprägung der Sommerminima erklärt wird), *Achaeta* sp. hin-

zu. An der Biomasseentwicklung des hier betrachteten Zeitraums sind alle häufigen Arten nahezu gleichrangig beteiligt.

Für *M. clavata* könnten in dieser Zeit so günstige Bedingungen geherrscht haben, daß die Art mehrere Generationen pro Jahr (SPRINGETT 1970) hervorbrachte. Zwar scheinen die Lebensbedingungen auch für Oberflächenformen zu bestimmten Zeiten günstig gewesen zu sein, wie die Massenentwicklung 1978 bei *C. cognettii* oder die hohe Biomasse von *M. glandulosus* 1978/79 zeigen, doch kommen diese eher zu „normalen“ Zeiten vor. Während aber, z. B. im Frühjahr 1983, hohe Niederschläge bei etwas zu niedrigen Temperaturen mit solchen Massenentwicklungen korrelierbar sind, ließen sich 1978–1980 keinerlei besondere klimatische Umstände feststellen. Rein hypothetisch bliebe die Möglichkeit, daß es sich bei dieser langanhaltenden günstigen Entwicklung um eine (Erholungs-)Reaktion auf einen drastischen Populationszusammenbruch, vielleicht aufgrund eines sehr trockenen Sommers 1976, handelt. Eine weitere, im Rahmen dieser Arbeit nicht zu entscheidende Möglichkeit der Ursache der hohen Dichte 1978–1980 ist das Vorhandensein größerer Nahrungsmengen und, oder als Folge von, einer günstigen Konkurrenzsituation. Aufgrund der unterschiedlichen Biologie der begünstigten Arten (z. B. bezüglich Tiefenpräferenz oder Nahrungsansprüchen), könnten demnach mindestens 2 Faktoren gleichzeitig gewirkt haben. Bei einem dieser Faktoren könnte es sich um die direkte Nahrungskonkurrenz zwischen großen Enchytraeen (insbesondere *M. glandulosus*) und Dipterenlarven handeln (BECK 1983). Letztere erreichten 1976–1977 enorme Dichten, sind aber seit 1978 (bis Anfang 1982) praktisch vernachlässigbar. Welcher Faktor oder Pro-

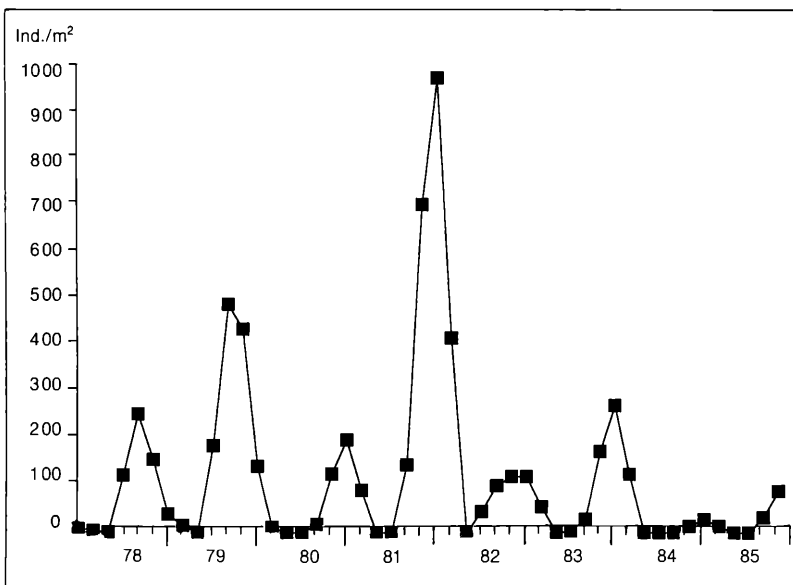


Abbildung 22. Massenwechsel, Abundanz: *S. niveus*.

zeß die Förderung der kleinen Tiefenformen verursacht hat, ist gegenwärtig nicht entscheidbar.

Das feuchte und kühle Frühjahr 1983 wirkte sich nicht für alle Arten gleich aus: Positiv reagierten *M. clavata*, *Achaeta* sp. und besonders *M. glandulosus*, wenig beeinflusst wurden *C. sphagnetorum* und *C. cognettii*; bei *M. cambrensis* fällt sogar die Dichte im Frühjahr/Sommer 1983 auf die tiefsten Werte des gesamten Versuchszeitraums. Diese differenzierte Reaktion mag als Beispiel für die sehr komplexen Interaktionen im System Buchenwaldboden dienen, die dafür sorgen, daß selbst solch drastische Ereignisse wie der ungewöhnliche Klimaverlauf 1983 auf Artebene nicht zu einer gleichgerichteten Reaktion der Populationsentwicklung führen. Zwischen dem Grad der Schädigung durch den trockenen Sommer 1983 und der Tiefenpräferenz ließ sich wie auch bei der Förderung im Frühjahr keine Korrelation

herstellen. So wurden die Tiefenformen *M. clavata* extrem und *M. cambrensis* stark, *Achaeta* sp. dagegen kaum geschädigt. Die letztere Species hat wahrscheinlich die Möglichkeit, sich tief in den Mineralboden zurückzuziehen (MATSCHKE 1972), was auch die an anderen Zeitpunkten zu beobachtende Plötzlichkeit ihres Auftretens bzw. Verschwindens in den Proben erklärt. Statt der Tiefenpräferenz scheint eher der Vermehrungsmodus die Reaktion zu beeinflussen: Sowohl die fragmentierende Art *C. sphagnetorum* als auch *M. glandulosus* mit einjährigem Lebenszyklus reagierten moderat. Bei letzterer Art waren allerdings schon ein Teil der juvenilen Tiere im Juni aus den Kokons geschlüpft und starben kurz darauf ab, so daß das folgende Wintermaximum nicht die normale Höhe erreichte. Nachhaltig geschädigt wurden demnach hauptsächlich die sich sexuell fortpflanzenden Arten mit kurzen Gene-

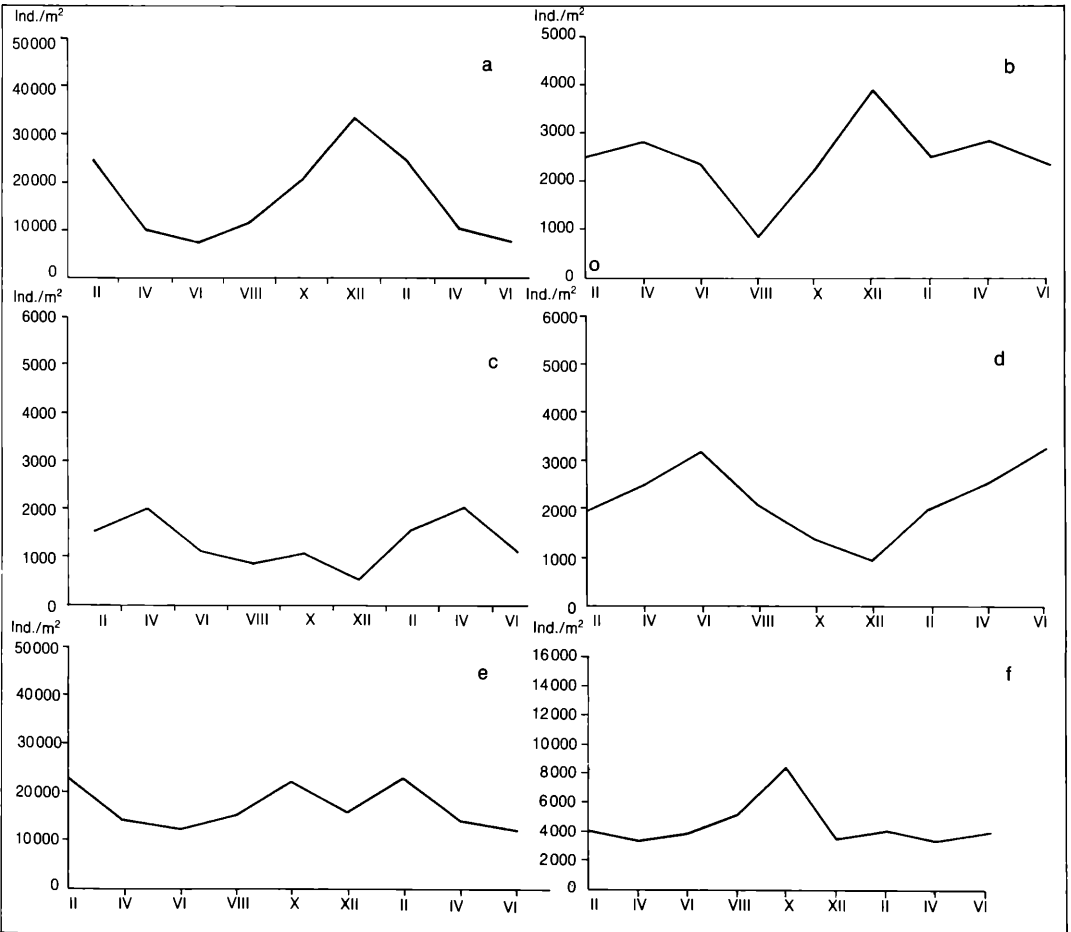


Abbildung 23. Massenwechsel, Abundanz (Standardjahr): a) *C. sphagnetorum*, b) *M. glandulosus*, c) *C. cognettii*, d) *Achaeta* sp., e) *M. clavata*, f) *M. cambrensis*. Durchgezogene Linie: Mittelwerte aller Untersuchungsjahre, gerasterte Fläche: Standardabweichung.

rationszeiten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß der Massenwechsel der Enchytraeen im Stadtwald Ettlingen, betrachtet man die Abundanz, durch ein Zusammenwirken von *C. sphagnetorum* (mit regelmäßiger Periodik) und *M. clavata* (mit unregelmäßigem Auftreten) bestimmt wird. Andere Arten können das Grundmuster nur kurzzeitig variieren. Betrachtet man den Biomasseverlauf, so wird dieser fast vollständig durch die regelmäßigen Schwankungen von *C. sphagnetorum* und *M. glandulosus* bestimmt. Nur eine Massenentwicklung beider *Marionina*-Arten (1978–1979, Ende 1985) kann den Gesamtverlauf beeinflussen. Die für die Betrachtung der Interaktionen im Gesamtsystem wichtige Biomasse erweist sich demnach durch ihre im Vergleich zur Abundanz höhere Vorhersagbarkeit, selbst bei schwankenden Umwelteinflüssen, als der für Biomonitoringzwecke geeignetere Parameter.

6. Vertikalverteilung

6.1 Gesamtpopulation

In der vorliegenden Untersuchung wurden nur die Enchytraeen der Streuauflage (L-, F- und H-Schicht) erfaßt, nicht aber diejenigen des Mineralbodens. In letzterem dürften sich aufgrund von Stichprobenuntersuchungen ca. 10 % der Gesamtzahl aufhalten, von denen wiederum 3/4 in den obersten 4 cm leben. Bei den folgenden Darstellungen beziehen sich alle Angaben nur auf die in der Streuauflage lebenden Tiere.

Nur ein sehr kleiner Teil der Population findet sich in der L-Schicht (Tab. 5). Dabei können direkt aufeinanderfolgende Probennahmeterminale sehr unterschiedliche Verteilungen zeigen (was wegen des zweimonatlichen Probennahmeabstands nicht verwunderlich ist). Der F-Schichtanteil ist wesentlich größer, bei einer gegenüber der L-Schicht noch erhöhten Schwankungsbreite. Auch hier sind so große Unterschiede zwischen benachbarten Probennahmeterminen häufig, daß nur

Tabelle 5. Absolute (Ind./m² bzw. g FG/m²) und prozentuale Verteilung der Abundanz und Biomasse der Enchytraeidae in den 3 Streuschichten einschließlich der Schwankungsbreite.

Abundanz	Ind./m ²			Prozent		
	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.
L-Schicht	0	1780	5900	0,0	3,8	26,3
F-Schicht	210	18765	95763	4,4	40,3	78,3
H-Schicht	142	25986	114259	14,9	55,8	95,4
Biomasse	g/m ²			Prozent		
	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.
L-Schicht	0,00	1,57	9,16	0,0	17,8	57,0
F-Schicht	0,08	4,09	15,77	10,3	46,5	77,8
H-Schicht	0,06	3,14	10,57	6,7	35,7	88,1

sehr bedingt von einer größeren Regelmäßigkeit im Vergleich zur L-Schicht gesprochen werden kann.

In der H-Schicht hält sich die Mehrheit der Enchytraeidae dieses Standorts auf. Soweit erkennbar, folgen die Schwankungen keinem erkennbaren Muster. Trotz des großen Probennahmeabstands könnten sie ein Hinweis auf aktive Vertikalwanderungen sein: So z. B. 1980, wo zwischen April und August eine Verschiebung der Tiere in immer größere Tiefen zu beobachten ist. Im allgemeinen werden diese Effekte aber durch die Zufälligkeit einzelner Probennahme und ihres zeitlichen Abstands überdeckt.

Im Standardjahr zeigt der kleine in der L-Schicht lebende Teil der Population (1,4–6,1 %) unregelmäßige Schwankungen im Jahresverlauf (Abb. 24). Überraschenderweise sind in den tieferen Schichten jahreszeitliche Schwankungen deutlich ausgeprägt; in der F-Schicht mit einem Minimum im August (22,9 %) und einem Maximum im Februar (52,7 %). In der H-Schicht verläuft die Entwicklung gegenläufig: Den höchsten Anteil (75,6 %) findet man im August, den niedrigsten (42,8 %) im Dezember. Im ganzen ist hier die Schwankungsbreite deutlich verringert, denn der Faktor zwischen Minimal- und Maximalwert beträgt nur 1,67, während er in der F-Schicht bei 3,34 und in der L-Schicht sogar bei 6,43 liegt – d. h. von Schicht zu Schicht verdoppelt er sich in etwa.

Im Durchschnitt des Versuchszeitraums ist die Biomasse der Enchytraeen (Tab. 5) zum größten Teil in der F-Schicht konzentriert, in nicht allzu großem Abstand gefolgt von der H-Schicht. Dieses Verhältnis hat sich im Vergleich zur Abundanz also gerade umgekehrt. Ein weiterer Unterschied betrifft die L-Schicht, deren Anteil der Dichte nach vernachlässigbar erscheint, während er dies bei der Biomasse mit knapp 16 % keineswegs ist. Insgesamt zeigt sich bei der Biomasse der Enchytraeen eine etwas gleichmäßigere Verteilung auf die 3 Schichten im Vergleich zur Abundanz, wobei die Schwankungsbreite an den einzelnen Probennahmeterminen ebenfalls sehr hoch ist.

Bei der Vertikalverteilung der Biomasse im Standardjahr ergibt sich folgendes Bild (Abb. 24): In der L-Schicht ist der Verlauf uneinheitlich, insbesondere, weil der Anteil im Februar (mehrfach gegen Ende des Versuchszeitraums war es in diesem Monat, bei gleichzeitig fehlender Schneedecke, sehr kalt) niedrig liegt. Gerade in diesem Monat wird in der F-Schicht das relative Maximum mit 54,6 % erreicht. In dieser Schicht ist der Jahresverlauf mit geringen Werten im Sommerhalbjahr (31–41 %) und hohen Werten im Winter (47,0 %–54,6 %) relativ regelmäßig. In der H-Schicht sind absolut nur geringe Schwankungen auszumachen, wobei die Jahresentwicklung im Gegenteil zur F-Schicht verläuft.

Die größere Ausgeglichenheit im Jahresverlauf in den tieferen Schichten geht aus einem Vergleich des Verhältnisses der jeweiligen Minimal- und Maximalwerte jeder Schicht hervor: Während dieser Faktor in der H-

Schicht bei 1,92 liegt, steigt er in der F-Schicht auf 5,03 und in der L-Schicht auf 19,51! Bei der Vertikalverteilung des Standardjahrs zeigt sich also beim Vergleich von Abundanz- und Biomassewerten eine größere Regelmäßigkeit als bei der Abundanz, was aus den Absolutwerten eher umgekehrt hervorging.

Der Jahresverlauf der Vertikalverteilung der Enchytraeen wird überwiegend durch abiotische Faktoren gesteuert (DASH & CRAGG 1972, PHILLIPSON et al. 1979). So meiden die Tiere die L-Schicht bei Austrocknung (im August) und bei zu niedrigen Temperaturen (im Februar). Die absolut hohe L-Schichtbesiedlung im Oktober, besonders aber im Dezember trotz in manchen Jahren großer Kälte (in den meisten Jahren ist zumindest der untere Teil der L-Schicht aufgrund seiner Dicke gut isoliert) dürfte auf die verbesserte Nahrungsversorgung durch den herbstlichen Laubfall bei gleichzeitig guter Durchfeuchtung zurückzuführen sein. Der Jahresverlauf der Abundanz wird weitgehend von der Entwicklung in der F-Schicht bestimmt. Anders sieht es bei der Biomasse aus, wo bei fast konstantem H-Schichtanteil die beiden oberen Schichten gemeinsam den Massenwechsel der Population bestimmen. Da sich ein Drittel aller Tiere der größeren Art *M. glandulosus* durchschnittlich in der L-Schicht aufhalten, kommt es bei der Biomasse im Vergleich zur Abundanz zu einer deutlichen Akzentverschiebung, besonders im Winterhalbjahr.

Wie GRONGROFT & MIEHLICH (1983) anhand von Daten aus einem Kiefernwald zeigen konnten, gibt es bei Enchytraeen, speziell den Tiefenformen, neben einer horizontalen auch eine vertikale Aggregation der Tiere. Diese ist eine der Ursachen für die oftmals extrem unterschiedliche Verteilung der Tiere bei aufeinanderfolgenden Probenahmen, die im Stadtwald Ettligen insbesondere bei *Achaeta* sp. auffiel.

6.2 Die häufigsten Arten

Das Vorkommen der einzelnen Enchytraeenarten in den 3 Schichten der Streuauflage wird in Form eines Standardjahres dargestellt. Da sich dabei kaum Unterschiede zwischen Abundanz- und Biomassekurven zeigten, werden nur erstere aufgeführt (Abb. 25).

Die 7 wichtigsten Arten im Stadtwald Ettligen sind hinsichtlich ihrer durchschnittlichen Vertikalverteilung in 4 Gruppen einzuteilen (Tab. 6):

- Oberflächenformen, überwiegendes Vorkommen in der L-Schicht: *S. niveus*
- Tiefenformen, überwiegendes Vorkommen in der H-Schicht: Beide *Marionina*-Arten, *Achaeta* sp.
- die „Mittelformen“ mit Präferenz für die F-Schicht bei gleichzeitig hohem H-Schicht-Anteil: Beide *Cognettia*-Arten
- die „Neutralformen“ ohne eindeutige Schichtpräferenz: *M. glandulosus*.

Diese Angaben sind nur als Beschreibung der statistischen Verteilung zu verstehen, denn mit wenigen Ausnahmen (z. B. *S. niveus*) ist die Schichtbindung der Indi-

Tabelle 6. Vertikalverteilung der wichtigsten Arten im Durchschnitt des Versuchszeitraums in Prozent.

Art	L	F	H
<i>C. sphagnetorum</i>	5,02	57,59	37,39
<i>M. glandulosus</i>	33,37	44,08	22,55
<i>M. clavata</i>	0,26	33,88	65,86
<i>M. cambrensis</i>	0,01	24,77	75,22
<i>C. cognettii</i>	4,33	55,91	39,77
<i>Achaeta</i> sp.	0,04	13,11	86,72
<i>S. niveus</i>	92,94	7,06	0,00

viduen, bezogen auf die Einzelprobe, gering.

C. sphagnetorum (Abb. 25a) hat demnach ihren Verbreitungsschwerpunkt in der F-Schicht. Im Jahresverlauf ändert sich dieses Muster wenig. Nur im August ist eine Verschiebung von Tieren aus der F- in die H-Schicht erkennbar, offenbar eine Reaktion auf die sommerliche Austrocknung der oberen Streulage. Nach Literaturangaben (z. B. KAIRESAALO 1978) lassen sich ca. 90 % der Art *C. sphagnetorum* im Übergangsbereich der L- und F-Schicht finden. Nur bei niedrigen Temperaturen ziehen sie sich teilweise bis in den Mineralboden zurück (z. B. LUNDKVIST 1982). Im Stadtwald Ettligen leben demgegenüber nur ca. 60 % der Population in diesem Bereich. Die Vertikalverteilung ist dabei im Jahresverlauf überraschend konstant; z. B. fehlen deutliche Hinweise auf eine winterliche Aufwärtswanderung in die frische Streu. Nur im August zeigt sich eine Tiefenverla-

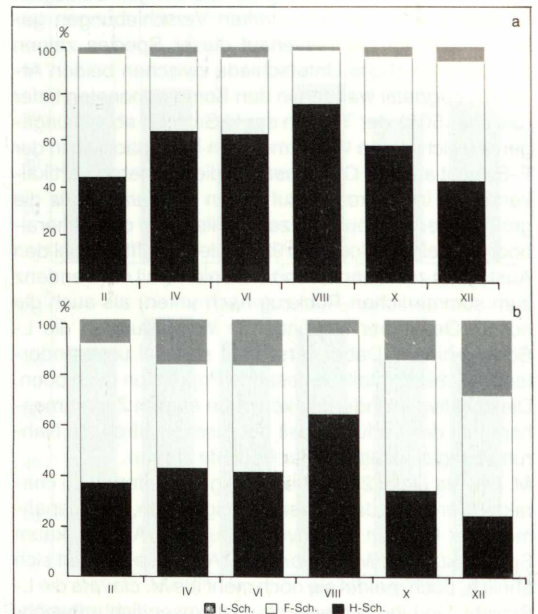


Abbildung 24. Vertikalverteilung Gesamtpopulation (Standardjahr): a) Abundanz, b) Biomasse.

gerung der Tiere in die H-Schicht, offenbar als Reaktion auf hohe sommerliche Temperaturen in der obersten Streulage (GRÖNGRÖFT 1980). Da die Art in allen Schichten hohe Anteile erreicht, hat *C. sphagnetorum* eine unter Enchytraeen seltene hohe Variabilität der Tiefenpräferenz.

Bei *M. glandulosus* (Abb. 25b) ist dagegen ein Jahresgang in der Vertikalverteilung zu erkennen. Von Oktober bis Dezember wandern die Tiere in die L-Schicht, um sich im Februar (kälteste Zeit des Jahres!) und im August wieder nach unten zurückzuziehen. Von allen untersuchten Arten ist *M. glandulosus* am gleichmäßigsten im Schichtprofil verteilt: Circa ein Drittel der Population hält sich in jeder der 3 Schichten auf, wobei die Adulti mehr in den oberen, die Jungtiere überwiegend in den unteren Schichten zu finden sind. Die für die Gesamtpopulation gefundene Verteilung – große Tiere in der Streuschicht, kleine Tiere in der H-Schicht bzw. dem Mineralboden – bestätigt sich nicht nur auf Artniveau, sondern selbst innerhalb einer Species. So ist der H-Schichtanteil bei *M. glandulosus* (mit Ausnahme des Juni) direkt mit der Menge an Jungtieren korreliert. Demnach ist der Einschätzung von SPRINGETT (1963) zu widersprechen, nach der *M. glandulosus* (bei 2 Probenahmen!) nur in den obersten 1,5 cm der Streu lebt. Die Tiere sind im Gegenteil äußerst beweglich, sowohl in horizontaler Richtung, wo sie vor allem auf frischen Buchenblättern sehr schnell vorankommen, als auch im Tiefenprofil.

Wie *C. sphagnetorum* hat *C. cognettii* (Abb. 25c) ihren Verbreitungsschwerpunkt in der F-Schicht. Auch die durchschnittliche Verteilung auf die übrigen Schichten ist sehr ähnlich. Im von starken Verschiebungen gekennzeichneten Jahresverlauf dieser Species zeigen sich aber deutliche Unterschiede zwischen beiden Arten: *C. cognettii* wandert in den Sommermonaten tiefer (bis über 50 % der Tiere in der H-Schicht) ab, wohingegen sie sich in den Wintermonaten hauptsächlich in der F-Schicht aufhält. *C. cognettii* ist die Art, deren Vertikalverteilung im Jahresverlauf neben *M. glandulosus* die größten Verschiebungen zeigt, teils bis in den Mineralboden hinein (O'CONNOR 1957). Dies betrifft sowohl den Austausch zwischen F- und H-Schicht (mit der Tendenz zum sommerlichen Rückzug nach unten) als auch die nur im Dezember stattfindende Wanderung in die L-Schicht hinein. Dabei verschiebt sich bei unverändertem F-Schichtanteil die gesamte Population nach oben. Diese aktive Wanderung könnte in engem Zusammenhang mit der Verfügbarkeit der frischen Streu als Nahrung bei gleichzeitig hoher Feuchte stehen.

M. clavata (Abb. 25d) ist eindeutig als Tiefenart zu charakterisieren. Im Jahresverlauf zeigen sich, mit Ausnahme einer leichten Tiefenverlagerung im August, kaum Schwankungen. *M. cambrensis* (Abb. 25e) verhält sich ähnlich, doch meidet sie noch mehr als *M. clavata* die L-Schicht, und ihr Jahresverlauf ist wesentlich ungleichmäßiger. Auffallend ist, daß im trockensten Monat August eine Wanderung nach oben in die F-Schicht zu be-

obachten ist. Beide *Marionina*-Arten sind im Stadtwald Ettlingen als reine Tiefenformen zu bezeichnen, die zu 30 % in der F- und zu 70 % in der H-Schicht vorkommen. Andere Autoren (O'CONNOR 1958, GRÖNGRÖFT & MIEHLICH 1983) fanden 20–30 % aller *Marionina*-Individuen im Mineralboden. Während in den meisten Monaten des Standardjahrs die Verteilung der beiden Arten sehr ähnlich ist, zeigt sich im Juni und Oktober ein Rückzug von *M. cambrensis* in die H-Schicht und ein erhöhter F-Schichtanteil von *M. clavata*. Dies ist der einzige, schwache Hinweis auf eine räumliche Trennung der beiden *Marionina*-Arten.

Von allen im Stadtwald Ettlingen vorkommenden Arten ist *Achaeta* sp. (Abb. 25f) die ausgeprägteste Tiefenform. So gut wie nie wurden Tiere in der L-Schicht gefangen, aber dafür 87 % der Population in der H-Schicht, wobei kaum Schwankungen im Jahresverlauf zu beobachten waren. Bei dieser Artengruppe ist die Wahrscheinlichkeit am größten, daß ein erheblicher Teil der Population aufgrund ihres Aufenthalts im Mineralboden nicht erfaßt wurde (MATSCHEK 1972, HEALY 1980). Zur Beantwortung der Frage, welche Arten für die drei Schichten der Streuauflage charakteristisch sind, wird die Dominanzverteilung in den drei Schichten im Vergleich zur gesamten Streuauflage dargestellt (Tab. 7). Ausgehend von den durchschnittlichen Abundanzzahlen

Tabelle 7 Individuen- bzw. Biomasse-Dominanz der einzelnen Arten getrennt nach den 3 Schichten der Streuauflage absolut und in Prozent der Gesamtzahl jeder Schicht.

Abundanz	abs. L	%	abs. F	4	abs. H	%
<i>C. sphagnetorum</i>	708	39,7	10652	56,8	6341	24,4
<i>M. glandulosus</i>	865	48,5	1028	5,5	538	2,1
<i>M. clavata</i>	52	2,9	5237	27,9	11576	44,5
<i>M. cambrensis</i>	1	0,1	696	3,7	4039	15,5
<i>C. cognettii</i>	26	1,5	581	3,1	591	2,3
<i>Achaeta</i> sp.	0	0,0	240	1,3	1745	6,7
<i>S. niveus</i>	113	6,3	8	0,0	0	0,0
Rest	17	1,0	323	1,7	1156	4,5
Gesamt	1782	100	18765	100	25986	100
Biomasse	mg	%	mg	%	mg	%
<i>C. sphagnetorum</i>	150	9,6	2284	55,8	1354	43,1
<i>M. glandulosus</i>	1393	88,8	1479	36,1	750	23,9
<i>M. clavata</i>	1	0,1	135	3,3	318	10,1
<i>M. cambrensis</i>	0	0,0	76	1,9	478	15,2
<i>C. cognettii</i>	4	0,2	93	2,3	71	2,3
<i>Achaeta</i> sp.	0	0,0	16	0,4	161	5,1
<i>S. niveus</i>	12	0,8	1	0,0	0	0,0
Rest	8	0,5	8	0,2	8	0,3
Gesamt	1568	100	4092	100	3140	100

len werden die drei Schichten demnach von den folgenden Arten charakterisiert (es wurden die drei häufigsten Arten mit zusammen 80–90% Dominanzanteil ausgewählt):

- L-Schicht *M. glandulosus*, *C. sphagnetorum*, *S. niveus*
- F-Schicht *C. sphagnetorum*, *M. clavata*, *M. glandulosus*
- H-Schicht *M. clavata*, *C. sphagnetorum*, *M. cambrensis*

Die dominierende Stellung von *C. sphagnetorum* im Stadtwald Ettlingen wird auch in dieser Darstellung deutlich. Als Charakterart der L-Schicht ist *M. glandulosus* zu bezeichnen. Ab der mittleren F-Schicht wird *M. clavata* dominant, doch erreicht sie das Maximum ihrer Verbreitung erst in der H-Schicht. Typisch für die H-Schicht ist eher die Art *M. cambrensis*, die in der F-Schicht nur mit 3,7%, in der tieferen Schicht aber schon

mit 15,5% vertreten ist. Gegenüber der Abundanzdarstellung ist die Biomasse auf die einzelnen Arten ungleichmäßiger verteilt, insbesondere in der L-Schicht (Tab. 7). Folgende Arten sind nach ihrer Biomasse Charakterarten für die jeweilige Schicht:

- L-Schicht *M. glandulosus*, *C. sphagnetorum*
- F-Schicht *C. sphagnetorum*, *M. glandulosus*, *M. clavata*
- H-Schicht *C. sphagnetorum*, *M. glandulosus*, *M. cambrensis*, *M. clavata*

Insgesamt wird die Dominanzverteilung im Schichtprofil von oben nach unten immer ausgeglichener. Noch deutlicher als bei den Abundanzzahlen zeigt sich die einzigartige Stellung von *C. sphagnetorum* in der Enchytraeenzönose des Stadtwalds Ettlingen. Auf dem 2. Platz, selbst in der H-Schicht, liegt *M. glandulosus*, was sich durch das sehr hohe Individualgewicht dieser Art erklären läßt. *M. clavata* kann dagegen selbst mit

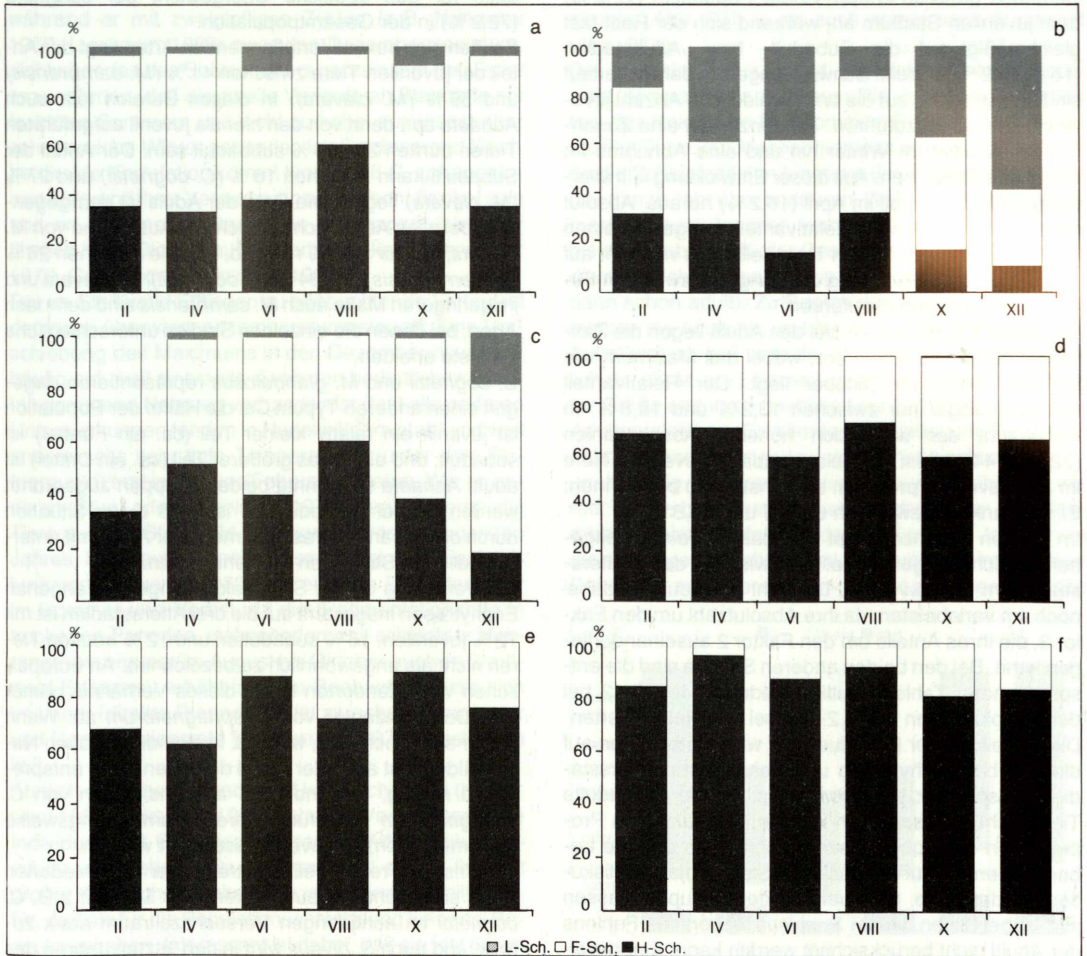


Abbildung 25. Vertikalverteilung, Abundanz (Standardjahr): a) *C. sphagnetorum*, b) *M. glandulosus*, c) *C. cognettii*, d) *M. clavata*, e) *M. cambrensis*, f) *Achaeta* sp.

sehr hohen Dichten das geringe Individualgewicht – sie ist die kleinste an diesem Standort vorkommende Art – nicht ausgleichen. Bedeutungslos ist bei der Biomasse-darstellung der „Rest“ der Zönose – ein Hinweis auf die meist kleinen „Unbestimmbaren Reste“, die sich dahinter verbergen.

7. Altersstruktur und Lebenszyklen

7.1 Altersstruktur

Der Anteil der drei Altersstadien (juvenil, subadult, adult) der Enchytraeën an der Gesamtzahl und ihre Verteilung im Jahresverlauf ist je nach Art verschieden. Da die Zusammensetzung in den Einzelproben stark schwanken kann und langjährige Verschiebungen im Versuchszeitraum nicht erkennbar sind, wird nur die durchschnittliche Verteilung betrachtet (Abb. 26).

Demnach gehören knapp $\frac{3}{4}$ der Population (72,2 %) dem juvenilen Stadium an, während sich der Rest fast gleichmäßig auf die Subadult- bzw. Adultstadien (15,6 : 12,2 %) verteilt. Schwankungen im Jahresverlauf sind überwiegend auf die unterschiedliche Anzahl juveniler Tiere zurückzuführen. Tendenziell ist eine Zunahme der Adulti zum Winter hin und eine Abnahme im Sommer zu erkennen. Aus dieser Entwicklung fällt allerdings ihr hoher Anteil im April (16,2 %) heraus. Absolut gesehen ist dieser hohe Relativanteil weniger auf einen Anstieg der Zahl der reifen Tiere selbst als vielmehr auf den drastischen Rückgang der Jungtiere zwischen Februar und April zurückzuführen.

Viel näher zusammen als bei den Adulti liegen die Zahlen für die subadulten Tiere, wobei das Maximum wie bei den Adulti im Oktober liegt. Der Relativanteil schwankt sogar nur zwischen 13,2 % und 18,8 %. In Anbetracht der wesentlich höheren Absolutzahlen (22 600–44 700) ist der Relativanteil der juvenilen Tiere im Jahresverlauf praktisch als konstant zu bezeichnen: Er schwankt nur zwischen 66,6 % und 73,8 %.

Im ganzen gesehen ergibt sich das Bild einer weitgehend gleichmäßigen Verteilung zwischen den 3 Altersstadien im Jahresverlauf. Die Zahl der Adulti ist dabei noch am variabelsten, da ihre Absolutzahl um den Faktor 3, die ihres Anteils um den Faktor 2 auseinanderliegen kann. Bei den beiden anderen Stadien sind die entsprechenden Zahlen deutlich niedriger: Jeweils 2 bei den Absolutzahlen und 1,2–1,4 bei den Relativwerten. Die Verteilung der Individuen der wichtigsten Arten auf die drei bei Enchytraeën unterscheidbaren Altersstadien (Ausnahme: bei *Achaeta* sp. konnten subadulte Tiere nicht angesprochen werden) schwankt von Proben-termin zu Proben-termin erheblich, so daß die Lebenszyklen nur auf der Basis von Standardjahren diskutiert werden (Tab. 8). 4 verschiedene Gruppen lassen sich dabei bilden, wobei *S. niveus* wegen des Fehlens der Adulti nicht berücksichtigt werden kann. Einen weiteren Sonderfall stellt die fragmentierende Art *C. sphagnetorum* dar, von der nur sehr wenige Subadulti bzw.

Tabelle 8. Anteil der drei Altersstadien an der Gesamtzahl der Individuen jeder Art in Prozent.

	juvenil	subadult	adult	Vermehrungsart
<i>C. sphagnetorum</i>	98,3	0,9	0,8	Fragmentation
<i>M. glandulosus</i>	46,7	20,2	33,1	Sexuell. Frag.?
<i>C. cognettii</i>	50,2	16,1	33,7	Sexuell. Frag.
<i>M. cambrensis</i>	40,8	33,6	25,7	Sexuell
<i>M. clavata</i>	58,9	26,9	14,2	Sexuell
<i>Achaeta</i> sp.	70,4		29,6	Sexuell
<i>S. niveus</i>	95,2	4,8		Sexuell, ?
Gesamt	72,2	15,6	12,2	

Adulti (jeweils weniger als 1 %) gezählt wurden. Die hohe Zahl der als juvenil eingestuft Tiere dieser Art sorgt auch für das deutliche Übergewicht der Jungtiere (72,2 %) in der Gesamtpopulation.

Bei den sich sexuell fortpflanzenden Arten liegt der Anteil der juvenilen Tiere zwischen 41 % (*M. cambrensis*) und 59 % (*M. clavata*). In diesen Bereich fällt auch *Achaeta* sp., denn von den hier als juvenil aufgeführten Tieren dürften 20–25 % subadult sein. Der Anteil der Subadulti kann zwischen 16 % (*C. cognettii*) und 27 % (*M. clavata*) liegen. Die Rate der Adulti ist demgegenüber bei allen Arten recht ähnlich: Mit Ausnahme von *M. clavata*, wo nur 14,2 % reif sind, liegt sie zwischen 26 % (*M. cambrensis*) und 34 % (*C. cognettii*). *M. clavata* und im geringeren Maße auch *M. cambrensis* sind demnach Arten, bei denen die einzelnen Stadien unterschiedliche Verluste erleiden.

C. cognettii und *M. glandulosus* repräsentieren dagegen einen anderen Typus: Ca. die Hälfte der Population ist juvenil, ein relativ kleiner Teil (ca. ein Fünftel) ist subadult, und ein etwas größerer Teil (ca. ein Drittel) ist adult. *Achaeta* sp. könnte beiden Gruppen zugeordnet werden, wobei zu bedenken ist, daß diese Situation durch die Zusammenfassung mehrerer Arten mit unterschiedlichen Strategien entstehen kann.

Die Verteilung der im Stadtwald Ettlingen gefangenen Enchytraeën insgesamt auf die drei Altersstadien ist mit 72 % juvenilen, 16 % subadulten und 12 % adulten Tieren nicht als ungewöhnlich zu bezeichnen. An europäischen Waldstandorten hängt dieses Verhältnis primär vom Dominanzanteil von *C. sphagnetorum* ab. Wenn dieser sehr hoch liegt, wie z. B. in skandinavischen Nadelwäldern, ist auch der Anteil der reifen Tiere entsprechend niedrig, da rund 99 % aller Individuen von *C. sphagnetorum* aufgrund ihrer Vermehrungsweise (Fragmentation) als juvenil klassifiziert werden.

Langfristige Trends beim Auftreten der verschiedenen Arten sind nicht eindeutig erkennbar. So geht z. B. *C. cognettii* im achtjährigen Versuchszeitraum stark zurück, und auch *S. niveus* wird in den letzten Jahren des Versuchszeitraums deutlich seltener. *C. cognettii* kam aber 1985, d. h. bei sonst niedriger Dichte, auf einer be-

nachbarten Versuchsfläche in sehr hoher Dichte vor. Ebenfalls eindeutig weniger im Lauf der Jahre wurde *Achaeta* sp. Die Massenwechsel von *C. sphagnetorum* und *M. glandulosus* zeigen dagegen nur schwache Hinweise auf einen Rückgang. Völlig unklar ist die Situation bei den beiden *Marionina*-Arten, da bei ihnen äußerst unregelmäßige Dichteschwankungen vorkamen. Alle Hinweise auf mehrjährige Zyklen sind demnach so vage, daß zur Klärung der Frage wesentlich längere Untersuchungszeiträume als hier betrachtet notwendig sind.

7.2 Lebenszyklen

Der eingipflige Jahreszyklus des Massenwechsels von *C. sphagnetorum* im Stadtwald Ettlingen (Abb. 27a) mit einem Minimum im Juni und einem Maximum im Dezember wurde in dieser Form noch an keinem anderen Standort gefunden. Von typisch eingipfligen Zyklen (z. B. NIELSEN 1955b, KLUNGLAND 1981) unterscheidet er sich durch ein in den Winter verschobenes Maximum, während er mit zweigipfligen Zyklen (z.B. NURMINEN 1967, LUNDKVIST 1982) zwar das Dezembermaximum, nicht aber das des Spätsommers gemeinsam hat. Es ist anzunehmen, daß die zweite Variante an Standorte mit feuchten Sommern und nicht zu kalte, zumindest aber schneereichere Winter gebunden ist. Erschwerend für eine direkte Korrelation kommt hinzu, daß *C. sphagnetorum* aufgrund ihrer Vermehrungsweise sehr flexibel sein und an geeigneten Standorten das ganze Jahr über ähnlich hohe Dichten aufrechterhalten kann (SPRINGETT 1970, GRONGROFT & MIEHLICH 1983).

Der im Stadtwald Ettlingen zu beobachtende Verlauf ist demnach überwiegend temperaturgesteuert. Eine Verschiebung des Maximums in den Dezember hinein tritt häufig auf, weil einerseits durch den herbstlichen Laubfall genügend Nahrung vorhanden ist (fast alle anderen Untersuchungen fanden in Nadelwäldern statt) und weil andererseits sehr tiefe Temperaturen (unter dem Gefrierpunkt) erst im Januar/Februar auftreten. Wie an anderen Standorten (SPRINGETT 1970) fragmentieren die Tiere auch im Stadtwald Ettlingen während des ganzen Jahres. Die Hauptvermehrungszeit liegt nach Feststellung von LUNDKVIST(1982) und eigenen Befunden aber im Sommer und Herbst, da die Fragmentationsrate in trockenen Perioden, insbesondere mit schlechter Nahrungsversorgung (im August bis Oktober auch im Stadtwald Ettlingen), erhöht ist; eine Beobachtung, die sich im Labor (direkte Proportionalität zwischen Temperatur und Reproduktionsrate [ABRAHAMSEN 1971]) bestätigen ließ.

Ähnlich selten wie in anderen Untersuchungen (KLUNGLAND 1981, LUNDKVIST 1982) traten im Versuchsgelände Individuen mit Geschlechtsorganen (Adulti bzw. Subadulti) auf. Neben ihrer geringen Zahl spricht ihre mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmende Sterilität dafür, daß sie für die Populationsentwicklung keinerlei Bedeutung haben. Interessant ist dabei, daß sie fast nur im Winterhalbjahr (Anteil im Dezember: 3,8%) auftraten, während sie sonst meist im Sommer, speziell im August

(MICHAELSEN 1889) gefangen wurden. Ihr Auftreten wurde mit Strebfaktoren, wie z.B. dem Kahlschlag einer Waldfläche, in Verbindung gebracht (LUNDKVIST 1982). Im Stadtwald Ettlingen sind aber gerade in den Wintermonaten die Lebensbedingungen für die Art so günstig, daß dieser Hypothese widersprochen werden muß.

Bei der Art *M. glandulosus* (Abb. 27b–d) handelt es sich möglicherweise um eine Gruppe mehrerer nah verwandter Arten. Besonders auffällig war eine Gruppe von juvenilen Tieren, die sich primär durch den Besitz von dorsalen Einzelborsten an mehreren Segmenten in der Clitellargegend von normalen Individuen unterscheiden. Das Fehlen adulter Tiere mit diesem Merkmal spricht allerdings dafür, daß es sich um aberrante *M. glandulosus* handelt und nicht um eine eigene Art. Diese relativ großen Jungtiere, als *Mesenchytraeus* sp. E bezeichnet, wurden fast ausschließlich von Dezember bis Juni gefunden. Im folgenden werden die beiden Untergruppen (*M. glandulosus* s. s. und *M. sp. E*) sowohl einzeln (Abb. 27b,c) als auch gemeinsam dargestellt (Abb. 27d).

Der normale Zyklus von *M. glandulosus* sensu stricto sieht demnach wie folgt aus: Die Jungtiere schlüpfen aus den Kokons im Frühsommer. Rechnet man die juvenilen Tiere von *Mesenchytraeus* sp. E hinzu, so würde die Schlupfzeit der Jungtiere der Gesamtgruppe fast das ganze Jahr über andauern. Während des Spätsommers (August) tauchen vermehrt subadulte Tiere auf, bis im Oktober 62 % der Gesamtpopulation dieses Stadium erreicht haben (knapp 10 % der Population sind dann schon adult). Zu Beginn des folgenden Frühlings sterben die Adulti ab, und der Zyklus beginnt von vorne. Auffallend ist, daß viele der juvenilen Tiere (einschließlich der als *M. sp. E* bezeichneten) im Spätwinter von ihrer Größe und ihrem Habitus sehr Subadulten oder gar Adulten gleichen. Es könnte sich dabei um Tiere handeln, die eine verlängerte Jugendphase aufweisen, d. h. unabhängig von ihrem Schlupfzeitpunkt bleiben sie unreif, bis sie bei günstigen Lebensumständen (im allgemeinen beim Laubfall des darauffolgenden Jahres) wie die später geschlüpften normalen Jungtiere im Oktober/Dezember adult werden. Umgekehrt zeichnen sich reife

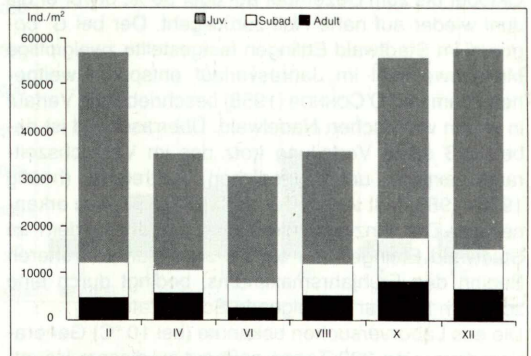


Abbildung 26. Altersstruktur Gesamtpopulation, Abundanz.

Tiere, die im Spätsommer oder Herbst auftauchen, meist durch eine sehr geringe Größe aus.

Wie auch GRAEFE (pers. Mitt.) aus dem Solling berichtet, schlüpfen die Jungtiere der Art *M. glandulosus* hauptsächlich im April–Juni. Im Gegensatz zu seinen Befunden ist der Jahreszyklus im Schwarzwald aber nicht vollständig mit den Jahreszeiten synchronisiert, denn selbst im Dezember werden regelmäßig Jungtiere gefangen (ca. 10% der Gesamtzahl). Die geringe Gesamtzahl im August ist nur bedingt als realer Rückgang aufzufassen; wahrscheinlicher ist, daß sich die Tiere bei zunehmender Trockenheit entweder im oberen Mineralboden oder an Stellen mit länger anhaltender Feuchte sammeln, denn ansonsten wäre schwer zu erklären, woher die vielen subadulten Tiere im Oktober kämen. Bei den ungewöhnlich großen Jungtieren könnte es sich auch um ehemals adulte Tiere handeln, die nach der Kokonablage ihre Geschlechtsorgane zurückbilden und mindestens bis zum folgenden Winter leben, in dem sie dann wieder adult werden (Ananeosis; wie bei *S. niveus*). Vielleicht können die Bedingungen im Stadtwald Ettligen für *M. glandulosus* so günstig sein, daß ein kleiner Teil der Population im Frühjahr nicht abstirbt und es zur Kokonablage außerhalb der normalen Periode kommt. Solche „zweijährigen“ Individuen könnten eine erhebliche Größe erreichen. Umgekehrt blieben Tiere, die aufgrund von im Herbst/Winter abgelegten Kokons schon im Sommer adult werden, bei voll ausgebildeten Geschlechtsorganen recht klein. Die im Stadtwald Ettligen erstmals nachgewiesene fakultative Fragmentation (Abb. 28: Mittelteil mit Regenerationsknospen) bei *M. glandulosus* tritt nur äußerst selten auf.

Bei *C. cagnettii* (Abb. 27e) kommt die fakultative Fragmentation wesentlich seltener als bei *C. sphagnetorum* vor, denn weniger als 2% der Gesamtzahl wurden als Fragmentationsstadium angetroffen (CHRISTENSEN 1959, RÖMBKE 1983). Jungtiere dieser Species können das ganze Jahr über schlüpfen, besonders häufig zwischen Februar und August. Subadulte Tiere können ebenfalls ganzjährig auftreten, doch liegt ihr Maximum, anschließend an das der Jungtiere, in der Zeit von August bis Oktober. Der Anteil der Adulti steigert sich von Oktober bis zum Dezember auf über 50%, bevor er bis Juni wieder auf nahe Null zurückgeht. Der bei *C. cagnettii* im Stadtwald Ettligen festgestellte zweipflige Massenwechsel im Jahresverlauf entspricht weitgehend dem von O'CONNOR (1958) beschriebenen Verlauf in einem walisischen Nadelwald. Überraschend ist dabei, daß diese Verteilung trotz des im Versuchszeitraum extrem unterschiedlichen Auftretens (häufig 1978–1980, fast verschwunden 1983–1985) zu erkennen ist. Der einzige Unterschied besteht in dem im Stadtwald Ettligen um ein bis zwei Monate früheren Beginn des Frühjahrsmaximums, bedingt durch eine schon im Februar ansteigende Schlüpftrate.

Die aus Laborversuchen bekannte (bei 10 °C) Generationsdauer von 320 Tagen paßt gut zu diesem Hauptzyklus von Frühjahr zu Frühjahr (SPRINGETT 1970). Da-

neben scheint aber ein Teil der Tiere wesentlich schneller reif zu werden, denn sonst wäre die hohe Zahl von Adulti im Dezember schwer erklärbar. Dieser Nebenzyklus würde dann durch die die Entwicklung begünstigenden hohen Frühjahrs- und Sommertemperaturen ermöglicht. Die im Vergleich zu anderen Oberflächenformen mit F-Schicht-Schwerpunkt ungewöhnliche Lage der Maxima könnte für eine gewisse zeitliche Segregation sprechen, durch die *C. cagnettii* den starken Konkurrenzdruck von *C. sphagnetorum* mildern könnte. Der Massenwechsel von *M. clavata* (Abb. 27f) zeichnet sich im Stadtwald Ettligen wie auch an anderen Standorten (SPRINGETT 1970, GRÖNGRÖFT 1980) durch große Gleichförmigkeit (aber mit erheblichen Unterschieden von Jahr zu Jahr) aus. Diese Konstanz in der Entwicklung der Gesamtpopulation findet ihre Entsprechung in der Verteilung der Altersstadien, die sich ebenfalls im Jahresverlauf kaum ändert. Bei den älteren Tieren besteht ein gewisser Antagonismus: Wenn es viele Subadulti gibt, ist die Adultzahl niedrig (z. B. im Dezember) und umgekehrt (z. B. im Februar). Individuen von *M. clavata* können zu jeder Jahreszeit schlüpfen und auch reif werden. Irgendwelche Hauptschlüpfzeiten (GRÖNGRÖFT 1980) oder Hinweise auf 2 Formen, die sich hinsichtlich ihrer Generationsdauer unterscheiden (SPRINGETT 1970), fehlen. Kokonablage, Schlupf und Entwicklung können praktisch das ganze Jahr über vorkommen. *M. clavata* erweist sich demnach als eine Art, die in ihrem Lebenszyklus die Gleichförmigkeit der abiotischen Bedingungen ihres hauptsächlichlichen Lebensraums, der H-Schicht, widerspiegelt.

Im Gegensatz dazu deutet sich bei der 2. Art dieser Gattung, *M. cambrensis*, ein Zyklus an (Abb. 27g). Die Jungtiere schlüpfen entweder von Juni bis Oktober oder im Februar. Beide Gruppen werden relativ schnell subadult, doch erfolgt der Übergang zum Reifestadium weitgehend koordiniert ab August, besonders aber im Oktober. Schon im Dezember sind wieder 42% der Population subadult, die wahrscheinlich im April das Adultstadium erreichen. Bei *M. cambrensis* liegt die durchschnittliche Besiedlungsdichte, wie in der H-Schicht nicht anders zu erwarten, mit Ausnahme des Oktobermaximums auf ähnlichem Niveau. Im Gegensatz dazu beschreibt O'CONNOR (1958) einen zweipfligen Verlauf mit Maxima im Frühling und Spätsommer. Die hohe Schwankungsbreite der Abundanz im Stadtwald Ettligen weist darauf hin, daß die Art ein je nach Jahr variables Vorkommen hat. Ein möglicher Grund für diese Unregelmäßigkeit ist die Vermehrungsweise der Würmer. Entweder sind die Kokons selbst nicht sehr widerstandsfähig oder die Entwicklungszeit der Jungwürmer in den Kokons ist zu kurz, um längere Trockenphasen zu überdauern. Auffallend ist dabei das hohe Regenerationsvermögen vor allem älterer Individuen: Viel häufiger als bei anderen Arten wurden Tiere gefunden, die ihr Hinterende neu gebildet hatten.

Die Altersverteilung der *M. cambrensis*-Population im Stadtwald Ettligen ähnelt damit nur teilweise der von

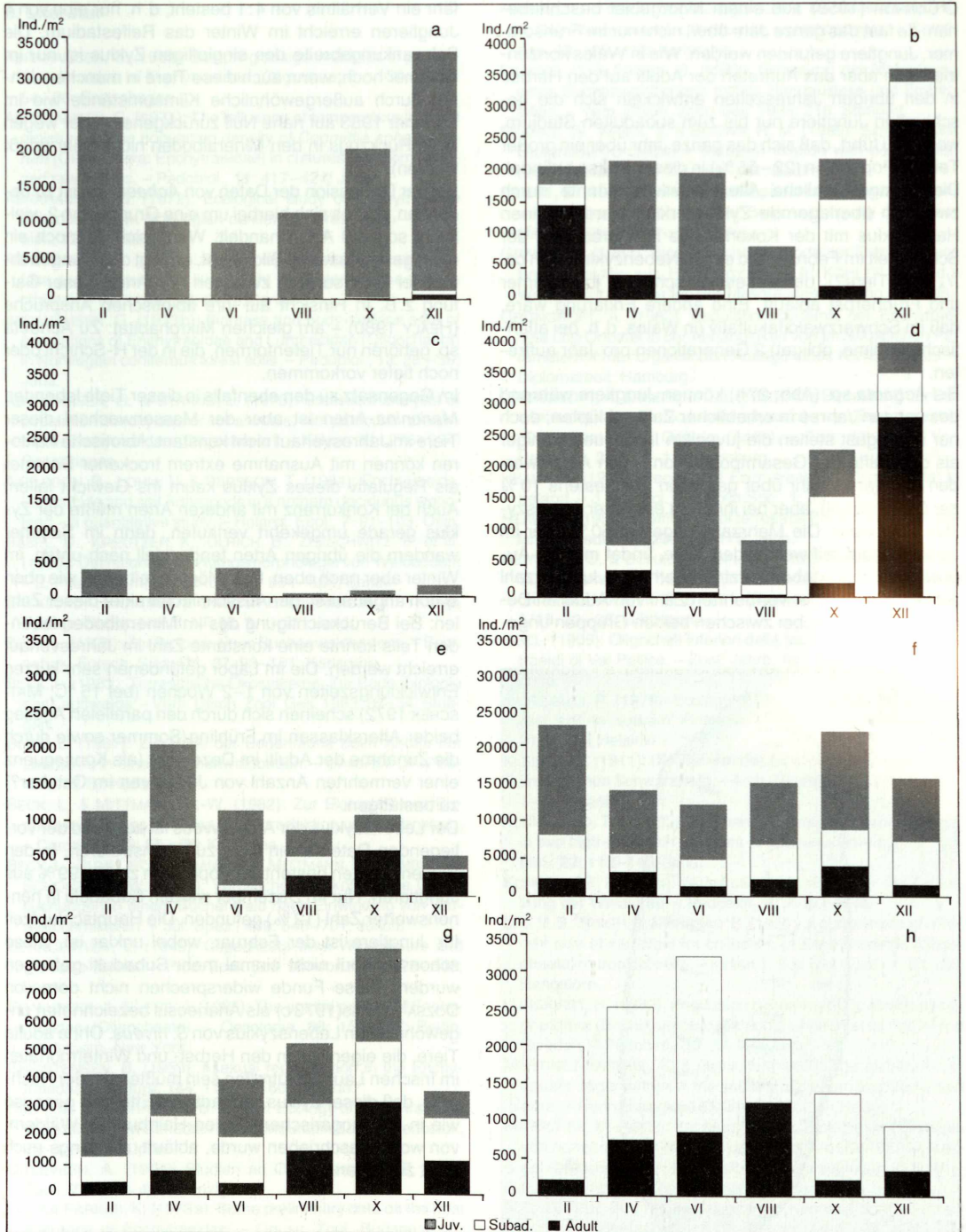


Abbildung 27. Altersstruktur, Abundanz (Standardjahr): a) *C. sphagnetorum*, b) *M. glandulosus* ss., c) *M. sp. E.*, d) *M. glandulosus* gesamt, e) *C. cognettii*, f) *M. clavata*, g) *M. cambrensis*, h) *Achaeta* sp.

O'CONNOR (1958) aus einem Mooregebiet beschrieben, da fast das ganze Jahr über, nicht nur im Frühsommer, Jungtiere gefunden werden. Wie in Wales konzentriert sich aber das Auftreten der Adulti auf den Herbst. In den übrigen Jahreszeiten entwickeln sich die geschlüpften Jungtiere nur bis zum subadulten Stadium, was dazu führt, daß sich das ganze Jahr über ein großer Teil der Population (22–55%) in dieser Phase befindet. Diese ungewöhnliche Altersverteilung könnte durch zwei sich überlagernde Zyklen erklärt werden: Einen Hauptzyklus mit der Kokonablage im Herbst und der Schlupfzeit im Februar und einem Nebenzklus (von ca. $\frac{1}{4}$ aller Tiere?), der wesentlich schneller im Sommer und Frühherbst abläuft. Eine andere Erklärung wäre, daß im Schwarzwald fakultativ (in Wales, d. h. bei atlantischem Klima, obligat) 2 Generationen pro Jahr auftreten.

Bei *Achaeta* sp. (Abb. 27h) können Jungtiere während des ganzen Jahres in erheblicher Zahl schlüpfen, doch nur im August stellen die juvenilen Individuen weniger als die Hälfte der Gesamtpopulation. Auch Adulti werden das ganze Jahr über gefunden (mindestens 10% der Gesamtzahl), aber bei ihnen ist ein klarer Jahreszyklus erkennbar: Die Mehrzahl, ungefähr 50% aller im Jahresverlauf reif werdenden Tiere, findet man im August. Die im Oktober kurzfristig erhöhte Jungtierzahl schlägt sich in einer vermehrten Zahl von Adulti im Dezember nieder, wobei zwischen beiden Gruppen unge-

fähr ein Verhältnis von 4:1 besteht, d. h. nur eins von 4 Jungtieren erreicht im Winter das Reifestadium. Die Schwankungsbreite des eingipfligen Zyklus ist nur im Sommer hoch, wenn auch diese Tiere in manchen Jahren durch außergewöhnliche Klimaumstände wie im Sommer 1983 auf nahe Null zurückgehen (oder wegen ihres Rückzugs in den Mineralboden nicht mehr erfaßt werden).

Bei der Diskussion der Daten von *Achaeta* sp. ist zu bedenken, daß es sich hierbei um eine Gruppe von 2, vielleicht sogar 3 Arten handelt. Wenn sich dennoch ein recht geschlossenes Bild ergibt, so liegt das – ungeachtet aller Unterschiede zwischen den Arten dieser Gattung z. B. in Hinsicht auf ihre abiotischen Ansprüche (HEALY 1980) – am gleichen Mikrohabitat: Zu *Achaeta* sp. gehören nur Tiefenformen, die in der H-Schicht oder noch tiefer vorkommen.

Im Gegensatz zu den ebenfalls in dieser Tiefe lebenden *Marionina*-Arten ist aber der Massenwechsel dieser Tiere im Jahresverlauf nicht konstant. Abiotische Faktoren können mit Ausnahme extrem trockener Sommer als Regulativ dieses Zyklus kaum ins Gewicht fallen. Auch bei Konkurrenz mit anderen Arten müßte der Zyklus gerade umgekehrt verlaufen, denn im Sommer wandern die übrigen Arten tendenziell nach unten, im Winter aber nach oben. Eine Möglichkeit wäre, wie oben schon angedeutet, der Ausschnittcharakter dieser Zahlen: Bei Berücksichtigung des im Mineralboden lebenden Teils könnte eine konstante Zahl im Jahresverlauf erreicht werden. Die im Labor gefundenen sehr kurzen Entwicklungszeiten von 1–2 Wochen (bei 15 °C, MATSCHEK 1972) scheinen sich durch den parallelen Anstieg beider Altersklassen im Frühling/Sommer sowie durch die Zunahme der Adulti im Dezember (als Konsequenz einer vermehrten Anzahl von Jungtieren im Oktober?) zu bestätigen.

Der Lebenszyklus der Art *S. niveus* ist aufgrund der vorliegenden Daten allein nicht zu rekonstruieren. In den Wintermonaten besteht die Population zu 89–99% aus Jungtieren. Nur im Dezember werden Subadulti in nennenswerter Zahl (12%) gefunden. Die Hauptschlupfzeit für Jungtiere ist der Februar, wobei unklar ist, wieso schon im April nicht einmal mehr Subadulti gefangen wurden. Diese Funde widersprechen nicht dem von DOZSA-FARKAS (1973c) als Ananeosis bezeichneten ungewöhnlichen Lebenszyklus von *S. niveus*. Ohne adulte Tiere, die eigentlich in den Herbst- und Wintermonaten im frischen Laub anzutreffen sein müßten, ist der Nachweis, daß dieser Zyklus im Stadtwald Etlingen genauso wie in den ungarischen Eichen-Hainbuchen-Wäldern, von wo er beschrieben wurde, abläuft, allerdings auch nicht zu führen.

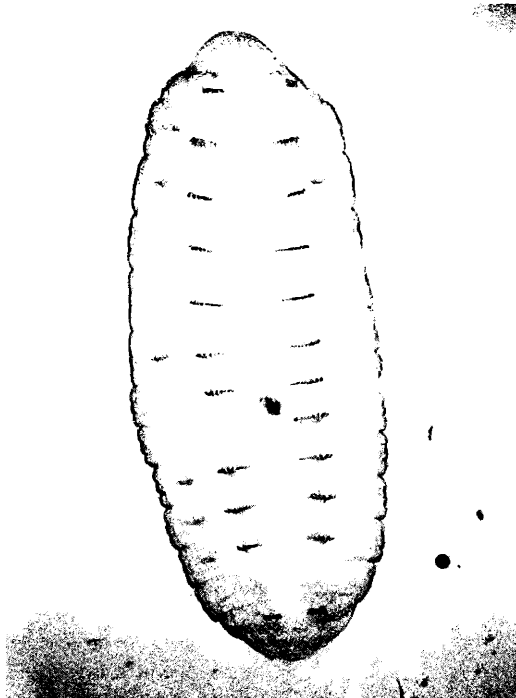


Abbildung 28. Fragmentationsstadium *M. glandulosus*.

8. Literatur

- ABRAHAMSEN, G. (1969): Sampling design in studies of population densities in Enchytraeidae (Oligochaeta). – *Oikos*, **20**: 54–66; Copenhagen.
- ABRAHAMSEN, G. (1971): The influence of temperature and soil moisture on the population density of *Cognettia sphagnetorum* (Oligochaeta: Enchytraeidae) in cultures with homogenized raw humus. – *Pedobiol.*, **11**: 417–424; Jena.
- ABRAHAMSEN, G. (1972): Ecological study of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Norwegian coniferous forest soils. – *Pedobiol.*, **12**: 26–82; Jena.
- ABRAHAMSEN, G. (1973a): Studies on body-volume, body-surface area, density and live weight of Enchytraeidae (Oligochaeta). – *Pedobiol.*, **13**: 6–15; Jena.
- ABRAHAMSEN, G. (1973b): Biomass and body-surface area of populations of Enchytraeidae and Lumbricidae (Oligochaeta) in Norwegian coniferous forest soils. – *Pedobiol.*, **13**: 28–39; Jena.
- ABRAHAMSEN, G. & STRAND, L. (1970): Statistical analysis of population density data of soil animals, with particular reference to Enchytraeidae (Oligochaeta). – *Oikos*, **21**: 276–284; Copenhagen.
- AXELSSON, B., LOHM, U. & PERSSON, T. (1984): Enchytraeids, Lumbricids and soil Arthropods in a northern deciduous woodland – a quantitative study. – *Holarct. Ecol.*, **7**: 91–103; Oslo.
- BABEL, U., KREUTZER, K., ULRICH, B., ZEJSCHWITZ, E. et al. (1980): Definitionen zur Humusmorphologie von Waldböden. – *Z. Pflanzenern. Bodenkd.*, **143**: 564–568; Berlin.
- BACKLUND, H. O. (1947): Swedish Enchytraeidae II. – *Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handl. NF 58*, **8**: 1–31; Lund.
- BECK, L. (1978): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **37**: 93–101; Karlsruhe.
- BECK, L. (1983): Terrestrische Ökosysteme: Zur Bodenbiologie des Laubwalds. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1983: 37–54; Stuttgart.
- BECK, L. (1987): Zur Rolle der Bodenfauna beim Abbau der Laubstreu in einem Buchenwaldboden. – Unveröff. DFG Bericht: 87 S.; Karlsruhe.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolinea*, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BECK, L., DUMPERT, K., FRANKE, U., MITTMANN, H., RÖMBKE, J., SCHÖNBORN, W. (1987): Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. – *Jül. Spez.*, **439**: 548–701; Jülich.
- CERNOSVITOV, L. (1945): Oligochaeta from Windermere and the Lake district. – *Proc. Zool. Soc. London*, **114**: 523–548; London.
- CHALUPSKY, J. & LEPS, J. (1985): The spatial pattern of Enchytraeidae (Oligochaeta). – *Oecologia*, **68**: 153–157; Berlin, Heidelberg, New York.
- CHRISTENSEN, B. (1959): Asexual reproduction in the Enchytraeidae. – *Nature*, **184**: 1159–1160; London.
- DASH, M. C. & CRAGG, J. B. (1972): Ecology of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Canadian Rocky Mountain Soils. – *Pedobiol.*, **12**: 323–335; Jena.
- DITLEVSEN, A. (1904): Studien an Oligochaeten. – *Z. Wiss. Zool.*, **77**: 398–480; Leipzig.
- DOZSA-FARKAS, K. (1973a): Some preliminary data on the frost tolerance of Enchytraeidae. – *Opusc. Zool. Budapest*, **11**: 95–97; Budapest.
- DOZSA-FARKAS, K. (1973b): Ananeosis, a new phenomenon in the life-history of the enchytraeids (Oligochaeta). – *Opusc. Zool. Budapest*, **12**: 42–55; Budapest.
- FRANKE, U. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 7. Der Waldohrwurm *Chelidurella acanthophygia*. – *Carolinea*, **43**: 105–112; Karlsruhe.
- FRANKE, U. & FRIEBE, B. (1983): Erfassung der Makrofauna eines Buchenwaldbodens mittels Handauslese und Barberfallen. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1983: 216; Stuttgart.
- FRANKE, W., KRIEN, S. & BROWN, R. M. (1969): Simultaneous Glutaraldehyd-Osmium Tetroxide fixation with postsmiccation. – *Histochemie*, **19**: 162–164; Berlin.
- FRIEBE, B. (1982): Die Makroarthropodenfauna eines Buchenwaldbodens unter besonderer Berücksichtigung der Coleoptera. – Dissertation; Karlsruhe.
- GRAEFE, U. (1984): Eine einfache Methode der Extraktion von Enchytraeiden aus Bodenproben. – In KÖHLER, H. (ed.): Workshop zu Methoden der Mesofaunaerfassung; Bremen.
- GRÖNGRÖFT, A. (1980): Populationsdynamik der Enchytraeidae und Oribatei in der Abhängigkeit von physikalischen Parametern in der organischen Auflage eines Kiefernforstes. – Diplomarbeit; Hamburg.
- GRÖNGRÖFT, A. & MIEHLICH, G. (1983): Die Bedeutung der Bodenfeuchte für die Populationsdynamik von Enchytraeidae (Oligochaeta) und Oribatei (Acari). – *Abh. naturwiss. Ver. Hamburg*, **25**: 115–131; Hamburg.
- HEALY, B. (1979): Records of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Ireland. – *J. Life Sci. R. Dublin Soc.*, **1**: 39–70; Dublin.
- HEALY, B. (1980): Distribution of terrestrial Enchytraeidae in Ireland. – *Pedobiol.*, **20**: 159–175; Jena.
- HEITKAMP, U. & SCHAUERMAN, J. (1982): Modifikationen zur Substratextraktion der Enchytraeidae mit einer Wassertauchmethode. Kurzzmit. SFB 135 – Ökosysteme auf Kalkgestein, **1/18**: 33–38; Göttingen.
- ISSEL, (1905): Oligocheti inferiori della fauna italiana. I. Enchytraeidi di Val Pellice. – *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*, **22**: 451–476; Jena.
- KAIRESSALO, P. (1978): Ecology of Enchytraeids in meadow forest soil in southern Finland. – *Ann. Zool. Fennici*, **15**: 210–220; Helsinki.
- KLEIBER, O. (1911): Die Tierwelt des Moorgebiets von Jungholz im südlichen Schwarzwald. – *Arch. Naturgesch.*, **1** (3. Suppl.): 1–116; Berlin.
- KLUNGLAND, T. (1981): Abundance fluctuations of enchytraeids in two high-mountain localities in southern Norway. – *Pedobiol.*, **22**: 112–140; Jena.
- KURCEVA, G. F. (1964): Wirbellose Tiere als Faktor der Zersetzung der Waldstreu. – *Pedobiol.*, **4**: 7–30; Jena.
- LAL, V. B., SINGH, J. & PRASAD, B. (1981): A comparison of different size of samplers for collection of Enchytraeidae (Oligochaeta) in tropical soils. – *Indian J. Soil Biol. Ecol.*, **1**: 21–26; Bangalore.
- LUNDKVIST, H. (1982): Population dynamics of *Cognettia sphagnetorum* (Enchytraeidae) in a Scots pine forest soil in Central Sweden. – *Pedobiol.*, **23**: 21–41; Jena.
- MARTINEZ-ANSEMIL, E. & GIANI, N. (1987): The distribution of aquatic oligochaetes in the south and eastern mediterranean area. – *Hydrobiologia*, **155**: 293–303; Den Haag.
- MATSCHKE, M. (1972): Zur Morphologie, Biologie und Ökologie von *Achaeta affinis* NIELSEN und CHRISTENSEN 1959 (Annelida: Oligochaeta) unter Berücksichtigung begleitender Enchytraeiden-Arten. – Dissertation; München.
- MICHAELSEN, W. (1888): Beiträge zur Kenntnis der deutschen Enchytraeidenfauna. – *Arch. Mikros. Anat.*, **31**: 483–498; Bonn.
- MICHAELSEN, W. (1889): Synopsis der Enchytraeiden. – *Abhandl. Naturwiss. Vereins Hamburg*, **11**: 1–60; Hamburg.
- NIELSEN, C. O. (1954a): Studies on Enchytraeidae I. A techni-

- que for extracting Enchytraeidae from soil samples. – *Oikos*, **4**: 187–196; Copenhagen.
- NIELSEN, C. O. (1954b): Studies on Enchytraeidae 3. The micro-distribution of Enchytraeidae. – *Oikos*, **5**: 167–178; Copenhagen.
- NIELSEN, C. O. (1955): Studies on Enchytraeidae 5. Factors causing seasonal fluctuations in numbers. *Oikos*, **6**: 153–169; Copenhagen.
- NIELSEN, C. O. & CHRISTENSEN, B. (1959): The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species. – *Natura Jutlandica*, **8–9**: 1–160; Aarhus.
- NIELSEN, C. O. & CHRISTENSEN, B. (1961): The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species. Suppl. 1. – *Natura Jutlandica*, **10**: 1–23; Aarhus.
- NIELSEN, C. O. & CHRISTENSEN, B. (1963): The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species. Suppl. 2. – *Natura Jutlandica*, **10**: 1–19; Aarhus.
- NURMINEN, M. (1967): Ecology of Enchytraeids (Oligochaeta) in Finnish coniferous forest soil. – *Ann. Zool. Fenn.*, **4**: 147–157; Helsinki.
- NURMINEN, M. (1973): Enchytraeidae (Oligochaeta) from the vicinity of Montreal, Canada. *Ann. Zool. Fennici*, **10**: 399–402; Helsinki.
- O'CONNOR, F. B. (1955): Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. – *Nature*, **175**: 815–816; London.
- O'CONNOR, F. B. (1957): An ecological study of the Enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. – *Oikos*, **8**: 161–199; Copenhagen.
- O'CONNOR, F. B. (1958): Age class composition and sexuell maturity in the enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. – *Oikos*, **9**: 272–281; Copenhagen.
- O'CONNOR, F. B. (1967): The Enchytraeidae. – In: BURGESS, A. & RAW, F. (eds.): *Soil Biology*: 212–257; London, New York.
- O'CONNOR, F. B. (1971): The Enchytraeids. – In: PHILLIPSON, J. (ed.): *IBP Handbook* **18**: 83–106; Oxford.
- PEACHEY, J. E. (1962): A comparison of two techniques for extracting Enchytraeidae from moorland soils. – In: GRAFF, O. & SATCHELL, J. (eds.): *Progress in Soil Zoology*: 286–293; London.
- PERSSON, T. & LOHM, U. (1977): Energetical significance of the annelids and arthropods in a Swedish grassland soil. – *Ecol. Bull.*, **23**: 1–211; Stockholm.
- PETERSEN, H. & LUXTON, M. (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. – *Oikos*, **39**: 287–388; Copenhagen.
- PHILLIPSON, J., ABEL, R., STEEL, J. & WOODDELL, S. R. J. (1979): Enchytraeid numbers, biomass and respiratory metabolism in a beech woodland – Wytham Woods, Oxford. – *Oecologia*, **43**: 173–193; Berlin, Heidelberg, New York.
- PIPER, S. R., MACLEAN, S. F. & CHRISTENSEN, B. (1982): Enchytraeidae (Oligochaeta) from taiga and tundra habitats of northeastern USSR. – *Can. J. Zool.*, **60**: 2594–2609; Ottawa.
- REMMERT, H. (1976): Mehrjährige ökologische Untersuchungen in einem süddeutschen Mesobrometum. – *Verh. Ges. Ökol. Göttingen*: 275–278; Göttingen.
- RODRIGUEZ, P. (1986): Nuevos resultados acerca de la fauna de Oligoquetos acuáticos del país vasco y cuenca alta del Ebro. 2. Enchytraeidae. – *Munibe*, **38**: 81–87; San Sebastian.
- RÖMBKE, J. (1983): Taxonomische und populationsdynamische Untersuchungen an Enchytraen aus der Streuschicht eines Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwald. – Diplomarbeit; Frankfurt/Main.
- RÖMBKE, J. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 6. Die Regenwürmer. – *Carolinea*, **43**: 93–104; Karlsruhe.
- RÖMBKE, J. & KREYSCH, H.-G. (1988): Halbautomatische Bildauswertung zur Erfassung biometrischer Kenndaten von Enchytraeen (Oligochaeta). – *Pedobiol.*, **32**: 267–271; Jena.
- SCHALLNASS, H.-J. (1987): Untersuchungen zur Ökologie und Ökotoxikologie der Diplopoden im Buchenwald. – Diplomarbeit; Frankfurt.
- SCHOCH, J. (1985): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Enchytraeen aus Fichten- und Buchenwäldern. – Examensarbeit; Münster.
- SPRINGETT, J. A. (1963): The distribution of three species of Enchytraeidae in different soils. – In: DOEKSEN, J. & V. D. DRIFT, J. (eds.): *Soil Organisms*: 414–419; Amsterdam.
- SPRINGETT, J. A. (1970): The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochaeta). – *J. Anim. Ecol.*, **39**: 725–737; London.
- STANDEN, V. (1973): The production and respiration of an Enchytraeid population in blanked bog. – *J. Anim. Ecol.*, **42**: 219–245; London.
- STANDEN, V. (1980): Factors affecting the distribution of Enchytraeidae (Oligochaeta) in associations at peat and mineral sites in northern England. – *Bull. Ecol.*, **11**: 599–608; Amsterdam.
- STREIT, B. (1980): Ökologie. – Stuttgart (Thieme).
- TISCHLER, W. (1949): Einführung in die Ökologie. – Stuttgart (G. Fischer).
- TRAPPMANN, M. (1954): Beitrag zur Biologie und Ökologie von *Enchytraeus buchholzi* VEJDOVSKI (1887). – Dissertation; Braunschweig.
- WILLARD, J. R. (1972): Soil invertebrates. I. Methods of sampling and extraction. – Technical Report Matador Project, **7**: 1–40; Saskatoon.
- ZACHARIAE, G. (1965): Spuren tierischer Tätigkeit im Boden des Buchenwalds. – *Forstwiss. Forschung*, **20**: 1–68; Berlin, Hamburg.
- ZELL, H. (1979): Die Besiedlung eines Buchenwaldbodens durch Nematoden und Oligochaeten. – Examensarbeit; Karlsruhe.

PETER VOLZ

Jahresrhythmen bei Collembolen (Insecta, Apterygota) – Untersuchungen in der Hördter Rheinaue

Kurzfassung

In der Pfälzer Oberrheinaue (NSG Hördt) wurden mit Hilfe von Boden-Photoektoren die in den Fällen aufsteigenden Collembolen in einer lückenlosen Folge von Leerungen 12–15 Monate lang erfaßt. Jede Fangausbeute wird nach Fangdichte pro Tag und Alterszusammensetzung analysiert. Es wurden 9 Arten erfaßt, die sich 3 Lebensformen zuordnen lassen. Jeder dieser 3 Lebensformen entspricht ein anderer Jahresrhythmus:

(1) ausschließlich hyperedaphische Arten, die im Sommer aktiv sind und im Eistadium überwintern: *Bourletiella bicincta*, *Allacma fusca*;

(2) hemiedaphische Arten, die nur zur Zeit der Kopulation aufsteigen, ihre Eier aber im Boden ablegen; ihre juvenilen Stadien sind zunächst im Herbst im Boden aktiv, steigen dann auf – Maximum im Dezember, evtl. zweiter Gipfel im April – und verbringen die Sommermonate ab Mai im Eizustand: *Dicyrtoma ornata*, *Sminthurinus aureus*;

(3) hemiedaphische Arten, die nur zur Nahrungssuche aufsteigen; sie sind zu allen Jahreszeiten mit kletteraktiven Stadien vertreten, doch ist ihre Aufsteigtendenz in der kühlen-kalten Jahreszeit viel geringer, gelegentlich fast fehlend: *Lepidocyrtus lignorum*, *L. cyaneus*, *L. violaceus*, *Entomobrya muscorum*, *Tomocerus flavescens*.

Eine Übersicht über die bisher bei Collembolen bekanntgewordenen Typen von Jahresrhythmen und der Vergleich mit der geographischen Verbreitung der entsprechenden Arten läßt keine generelle Beziehung zwischen Jahresrhythmus und geographischer Verbreitung oder Herkunft erkennen; allenfalls in Gruppe 1 läßt sich eine solche Beziehung wahrscheinlich machen. Dagegen scheint die Deutung des Jahresrhythmus als Besetzung einer ökologischen Nische sehr naheliegend.

Abstract

Annual rhythms in Collembola (Insecta, Apterygota) – investigations in the Rhine river area of Hördt

In a study carried out at the Rhine river area of Hördt, near Gernersheim (Pfalz, GFR), the ascending Collembola were captured by means of light traps (ground photoelectors). They were collected in a complete series between April 1974 – June 1975. Each sample was analysed with regard to the number of captured individuals/day x m² and to the composition of the catches according to the several stages of age. 9 species were found, belonging to 3 habitat groups; each of these 3 groups is corresponding to a different annual rhythm:

(1) exclusively hyperedaphic species, active in summer only, hibernating in the larval stage of eggs: *Bourletiella bicincta*, *Allacma fusca*;

(2) hemiedaphic species ascending only at times of copulation, whose eggs are deposited in the ground; these species are active as juveniles in the soil, ascend in the months of winter and early spring with maximum in December and sometimes once more in April and exist during the summer as eggs only: *Dicyrtoma ornata*, *Sminthurinus aureus*.

(3) hemiedaphic species ascending only for the purpose of feeding. These species are to be found in active stages all year round. The tendency to ascend is low or absent in the winter. Reproduction takes place only in the soil in the warmer months of the year: *Lepidocyrtus lignorum*, *L. cyaneus*, *L. violaceus*, *Entomobrya muscorum*, *Tomocerus flavescens*.

A survey of variations in annual rhythms of extant Collembolans has been made. Relationships between annual rhythms and geographical distribution seem to exist only in group 1, but not generally. In contrast, relationships between annual rhythms and occupation of temporal, especially seasonal, niches can be regarded as almost probable.

Résumé

Rhythmes annuels de Collembola (Insecta, Apterygota) – des études dans la zone riveraine du Rhin à Hördt

Pendant une étude dans la zone riveraine du Rhin à Hördt (près de Gernersheim, Pfalz, RFA) des collembolés ascendants dans des pièges d'émergence ont été capturés pendant une période complète de 12–15 mois, comptant du avril 1974 jusqu'au mois de juin 1975. Chaque rendement a été analysé sous deux points de vue, la densité des individus ascendants capturés par jour et qm et la composition de la population ascendante selon leur âge. 9 espèces ont été trouvées; entre ces espèces il y a 3 façons de vivre:

(1) des espèces seulement hyperedaphique, qui ne sont actives qu'en été; en hiver, elles existent seulement en état d'oeufs: *Bourletiella bicincta*, *Allacma fusca*;

(2) des espèces qui n'ascendent qu'au temps de copulation. Les oeufs sont déposés dans le sol. Les juveniles sortent de l'oeuf en automne, elles ascendent comme adultes en hiver avec un maximum d'activité au mois de décembre, parfois parvient un deuxième sommet en avril. Dans les mois d'été il n'y a que des oeufs déposés dans le sol: *Dicyrtoma ornata*, *Sminthurinus aureus*.

(3) des espèces hemiedaphiques qui n'ascendent que pour chercher de nourriture. On trouve des individus en état active pendant toute l'année. La reproduction se fait dans le sol, pendant les mois les plus chauds: *Lepidocyrtus lignorum*, *L. cyaneus*, *L. violaceus*, *Entomobrya muscorum*, *Tomocerus flavescens*.

On essaie de projeter un ensemble de tous les rythmes annuels connus jusqu'à aujourd'hui chez les collembolés. Des rapports entre les rythmes annuels et la distribution géographique sont vraisemblables seulement dans le groupe 1, ils ne sont pas la norme. Au contraire, il semble facile à concevoir la diversité des rythmes annuels comme occupation de niches écologiques saisonnières.

Autor

Dr. PETER VOLZ, Ramburgstr. 10, D-6740 Landau/Pfalz.

1. Einleitung

Die hier vorgelegte Arbeit entstammt dem gleichen Forschungsprojekt wie die aus meiner Feder in der gleichen Zeitschrift vor einigen Jahren erschienene (VOLZ 1983). Dort kann nachgelesen werden, was über den gewählten Standort, das NSG Hördt in den Pfälzischen Rheinauen, in Kürze zu sagen ist. Im einzelnen unterrichten über dieses Gebiet in physiographischer Hinsicht KINZELBACH (1976), über die pflanzensoziologische Erkundung HAILER (1965).

Unterschiedlich ist diesmal die Wahl der Tiergruppe. Gegenstand der Untersuchung sind die Collembolen. Gegenüber den Dipteren bietet dieses Programm den Vorteil, daß die Determination der Species ohne allzu große Schwierigkeiten möglich ist.

2. Untersuchungsgebiet und -methode

2.1 Untersuchungsgebiet und -zeit

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturschutzgebiet Hördter Rheinaue, wenige km südlich der Stadt Germersheim in der Pfalz. Das für die vorliegende Untersuchung speziell ausgewählte Areal lag unmittelbar an der Grenze zweier bodenkundlich wie pflanzensoziologisch deutlich unterschiedener Formationen. Die umzäunte Hauptuntersuchungsfläche maß etwa 10 x 10 m; sie war mit Eichen und Eschen bestanden, gehörte also

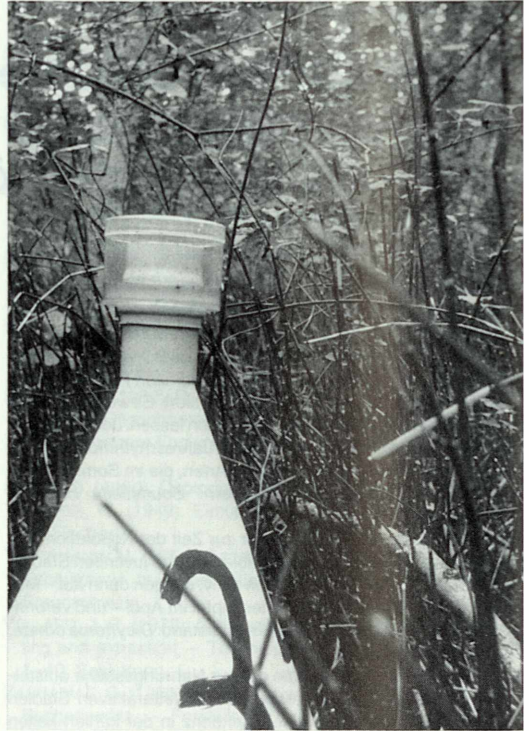


Abbildung 2. Photoelevator in der Winterschachtelalmflur. Die Schachtelalmstengel reichen bis zur oberen Öffnung des Elevators. Foto: P. VOLZ.

zur „Hartholzaue“ (Abb. 1). Unmittelbar an der Südseite des umzäunten Areals begann die „Weichholzaue“ mit inzwischen hochgewachsenen Pappeln. Auch dieses Gebiet wurde in die Untersuchungen miteinbezogen. Die hier geschilderte landschaftliche Situation entstand erst im 19. Jahrhundert als Folge der Rheinkorrektur durch TULLA. Der Bau des Rheindammes staute ein Bachtälchen auf, das inzwischen fast völlig verlandete. So grenzt heute das ehemalige hohe Bachufer mit kiesigem Untergrund und einer darüberliegenden Aulehmdecke unmittelbar an die moorige Verlandungszone, das ehemalige Bachbett. Was die Krautschicht anbelangt, so besteht sie im umzäunten Areal aus einem schüttereren Bestand niederer Pflanzen, dazwischen sind unbewachsene Flächen, mit Fallaub überdeckt. Im Gegensatz dazu ist die Pappelaue gekennzeichnet durch einen dicht deckenden, schwer durchdringlichen Bestand an Winterschachtelalm (*Equisetum hiemale* L.), der 60–70 cm hoch wird und auch den Innenraum der Elevatoren bis zur Spitze ausfüllt (Abb. 2 u. 3). Beide Areale weisen außerdem eine reiche Strauchschicht auf.

2.2 Untersuchungsmethoden

Die verwendeten Bodenphotoelevatoren haben eine Höhe von 70 cm; der Durchmesser an der Basis beträgt 40 cm; 5 Fallen bedecken somit zusammen eine Oberfläche von 1 m². Die Fangdichte A mit der Dimension Ind./m² x d kann also nach der Formel bestimmt werden:

$$A = \frac{\text{Gesamtzahl der Individuen für je 5 Fallen}}{\text{Zahl der Fangtage}}$$

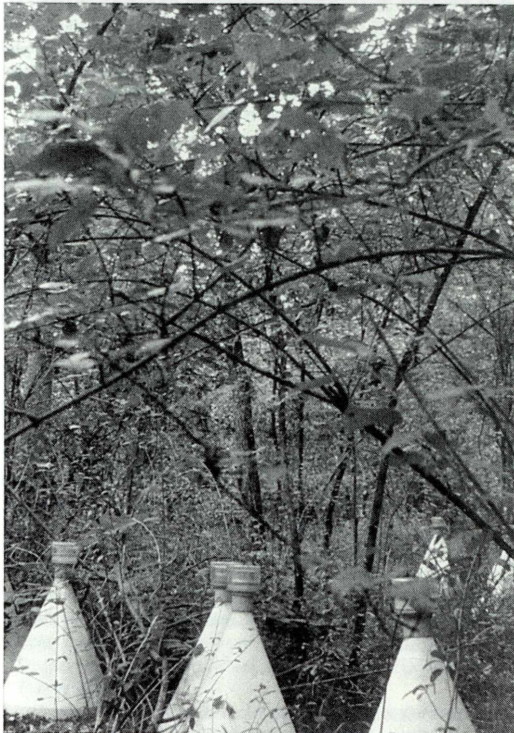


Abbildung 1. Photoelevatoren in der Hartholzaue. Foto: P. VOLZ.

Insgesamt wurden im umzäunten Areal 18 Fallen aufgestellt (Abb. 1). Die Freiland-Untersuchungen begannen mit dem ersten Aufstellen der Eklektoren am 28. März 1974, die erste Leerung erfolgte am 3. April 1974, die letzte Leerung am 20. Juni 1975. Die Leerung der Fallen konnte aus persönlichen Gründen nicht völlig regelmäßig durchgeführt werden. Während der Vegetationszeit wurde nach Möglichkeit alle 10 Tage, sonst monatlich geleert; dabei wurden die Fallen jeweils umgesetzt und standen nur locker auf dem Boden auf.

Einige weitere Eklektoren wurden in der Schachtelhalmlur postiert (Abb. 2). Bei diesen begann die Leerung etwas später, am 17. 4. 1974, und wurde etwas früher, am 1. 5. 1975, beendet. Im übrigen verlief die Leerung synchron mit der aller anderen Eklektoren.

In der Nomenklatur der Collembolen-Arten folgen wir GISIN (1960).

Vielen Helfern habe ich Dank zu sagen. Handelte es sich um taxonomische Fragen, so fand ich Rat und Auskunft bei J. KOGLIN (Karlsruhe), sowie bei DR. W. HÜTHER (Bochum). Durch anregende und kritische Diskussionen förderten Museumsdirektor DR. W. DUNGER (Görlitz) sowie PROF. DR. L. BECK und H. DIELMANN (beide Karlsruhe) den Fortgang der Arbeit. Für die großzügige Überlassung der benötigten Photoektoren bin ich PROF. W. FUNKE (Göttingen, jetzt Ulm) zu großem Dank verpflichtet. Finanzielle Unterstützung erhielt ich durch die Pflanzliche Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Speyer.

3. Die einzelnen Collembolen-Arten und ihre Jahresrhythmen

3.1 *Bourletiella bicincta* (Koch, 1840) (Abb. 4)

Fänge wurden nur von April bis September registriert, ganz vereinzelt – und deshalb in Abbildung 4 nicht dargestellt – noch im Oktober. Die Fangdichten zeigen in der Hartholzaue im Jahresverlauf 1974 drei deutliche Gipfel: Mitte Mai (9.–20. 5. 74), erste Julihälfte (5.–15. 7. 74) und Ende Juli/Anfang August (27. 7.–8. 8. 74).

Die Maxima der Gesamtfänge fallen zusammen mit denen der kleinsten Größenklassen. Von spätestens Mitte Mai an sind alle Größenklassen in den Fängen vertreten; das gilt auch für die letzten Fänge im Jahresverlauf. Auch junggeschlüpfte Tiere sind also zum Absterben im Winter verurteilt.

Die Frühjahrsfänge der beiden Jahrgänge 1974 und 1975 weisen enorme Dichteunterschiede auf, zumindest in der Hartholzaue. Derartige vorübergehende Gradationen sind ja auch bei anderen Tiergruppen nicht selten. Dennoch ist es vielleicht nicht ganz müßig, auf eine Beobachtung von AGRELL (1941) an der gleichen Art (*Deuterosminthurus bicinctus repanda*) in Nordschweden zu verweisen: Am 28. Juni, unmittelbar nach der Schneeschmelze, kätscherte er mehr Tiere, und zwar nur Juvenile, als im weiteren Verlauf des arktischen Sommers insgesamt. Das läßt auf eine hohe Produktion überwinternder Eier schließen.

Bourletiella ist offenbar durch ihre Wintererier vor Frösten gut geschützt, während sie im Sommer, so GISIN (1943), feuchte Standorte bevorzugt. Dem entspricht ihre geographische Verbreitung durchaus: Nach Norden zu setzt ihr erst das Eismeer eine Grenze; es gibt Belege

bis weit nach Sibirien hinein, so Krasnojarsk am Jenissei (STACH 1956). In südlicher Richtung setzt ihr aber schon der Übergang zum Mittelmeerklima eine deutliche Grenze. In den Alpen besiedelt sie nach GISIN (1943) nur den Nordrand, aus dem Bereich des Mittelmeerklimas fehlt jede Erwähnung. Jahreszyklus und Verbreitung passen hier also gut zusammen.

Durch Auswertung von Literaturangaben läßt sich weiter zeigen, daß die Dauer der winterlichen Eiruhe mit sehr großer Wahrscheinlichkeit direkt von der Länge der winterlichen Frostperiode abhängt, also sowohl in Richtung von Westen nach Osten – vom atlantischen zum kontinentalen Klima – wie von Süden nach Norden – vom gemäßigten zum arktischen Klima hin – zunimmt. Belege hierfür: Bretagne, Stechginsterheide: Wintereruhe November–Januar (PIART & DUVIARD 1985); Oberreinaue: Eiruhe Oktober–März (diese Arbeit); Göttingen, Kalkbuchenwald: Wintereruhe bis Ende April (WOLTERS 1983); Schwedischer Nationalpark, nördlich des Polarkreises: Wintereruhe Mitte September – Mitte Juni (AGRELL 1941).

3.2 *Allacma fusca* (L., 1758) (Abb. 5)

Bei dieser Art gibt uns die Monographie von BETSCH & VANNIER (1977) die Möglichkeit, unsere nur der Größe nach festgelegten Klassen der Individuen der jeweiligen



Abbildung 3. Winterschachtelhalmbestand. Foto: N. SISCHKA.

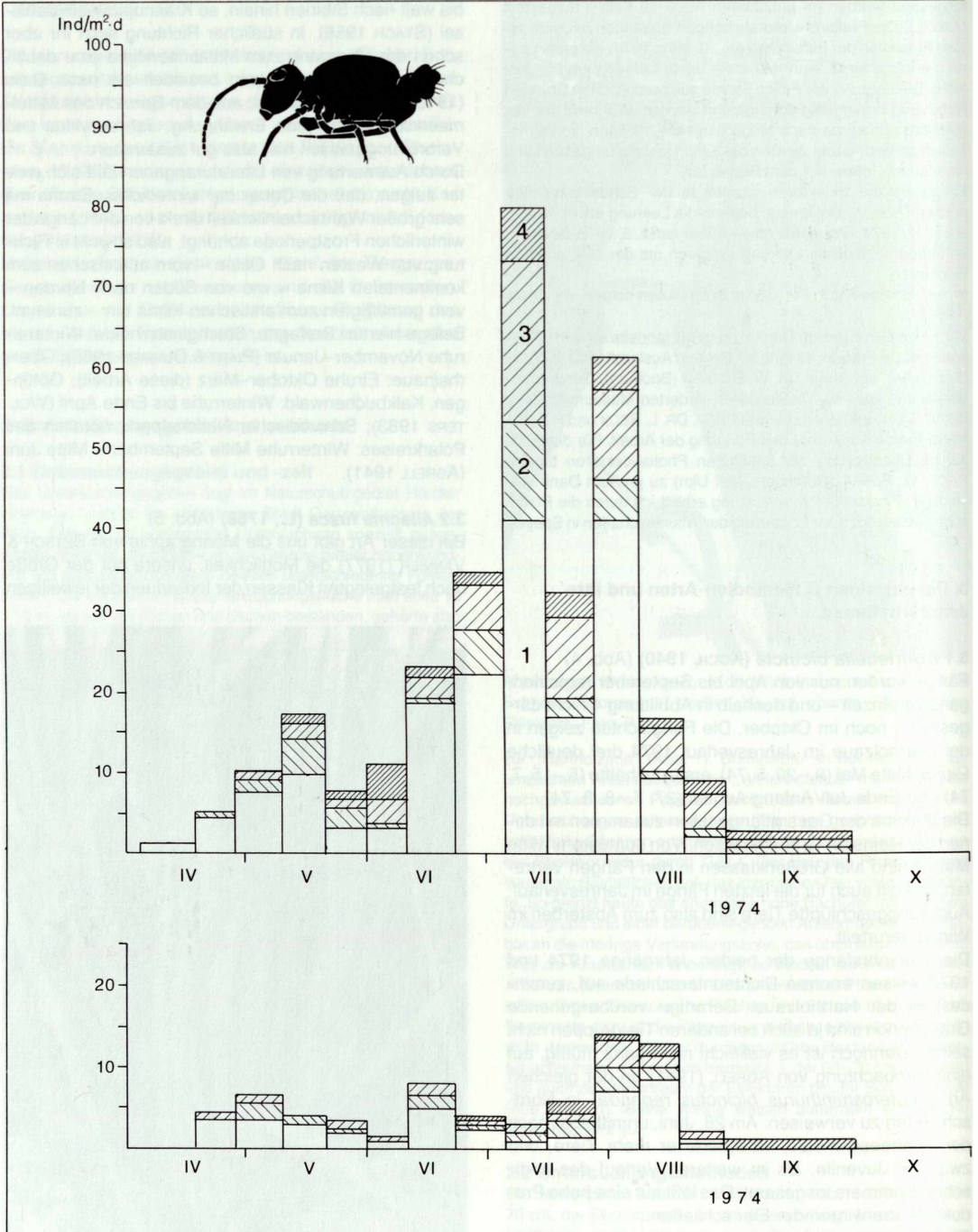
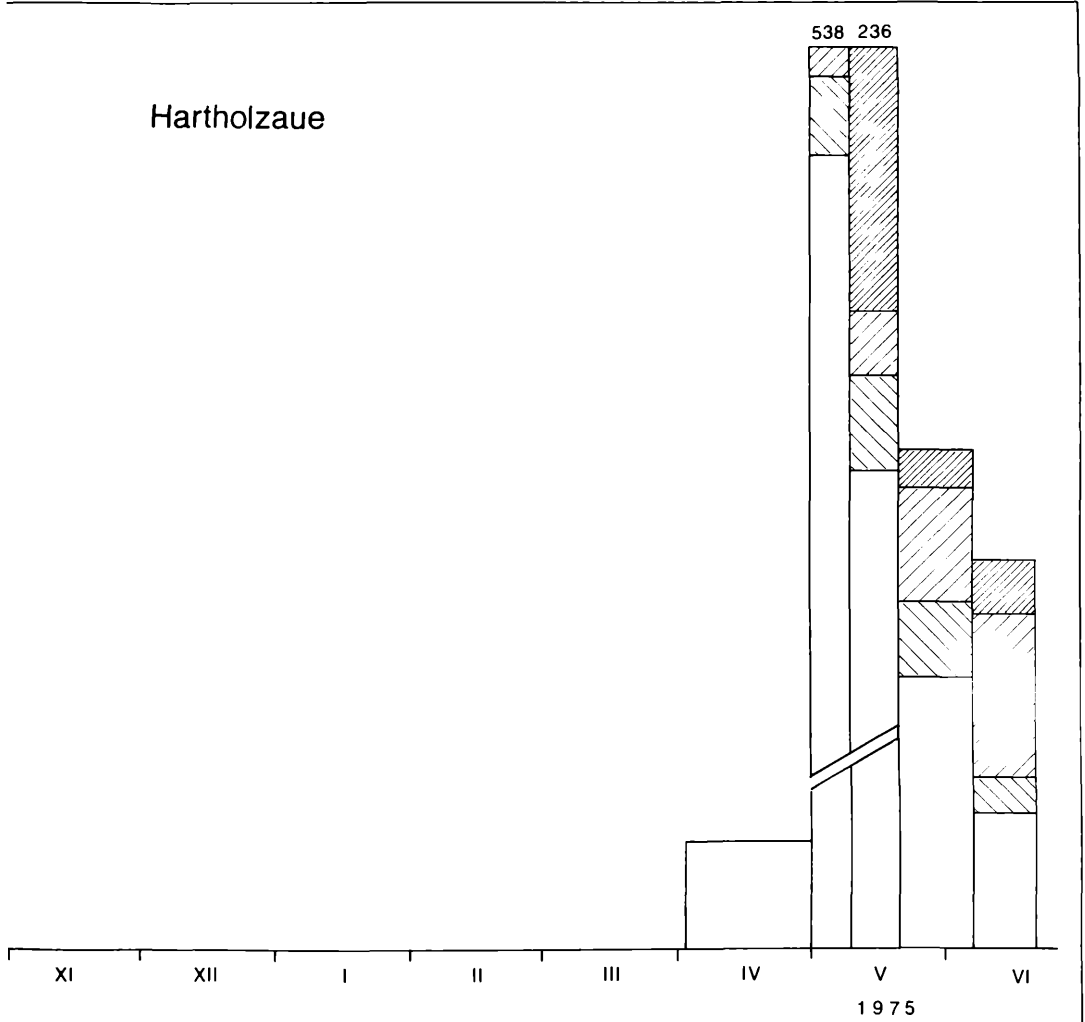
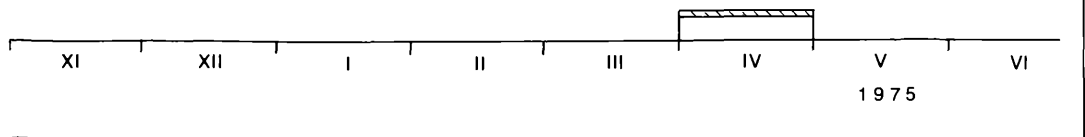


Abbildung 4. Fangdichte von *Bourletiella bicincta* in der Hartholzzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Die gefangenen Individuen wurden hier wie bei den Arten in den folgenden Abbildungen in 4 Größenklassen eingeteilt, von denen die Klasse I je-

Hartholzaue



Winterschachtelhalmflur



weils Juvenile und Klasse IV Adulttiere umfaßt; die Tiere in den Klassen II und III sind juvenil-subadult. Größenklasse I bis 500 µ, II über 500 bis 600 µ, III über 600 bis 730 µ, IV über 730 µ. Messung Körperlänge incl. Furca. Alle Zeichnungen F. WEICK.

Fänge mit größerer Gewißheit bestimmten Entwicklungsstufen zuzuordnen: I und II juvenil, III subadult und IV adult.

Biologisch hat diese Art viel mit *Bourletiella bicincta* gemeinsam. Das gilt auch für die geographische Verbreitung und ihre Beziehung zur Dauer der winterlichen Eiruhe: Weite Verbreitung im Osten Europas (STACH 1956); im Norden wird die Eismeergränze erreicht; in Finnland ist sie bis zum 68. Breitengrad zu finden (LINNANIEMI 1907). Dem Mittelmeerklima bleibt sie fern, dem entspricht ihre Empfindlichkeit gegen Trockenheit (BAUER 1979), besonders bei den Jugendstadien (BETSCH & VANNIER 1977).

3.3 *Sphaeridia pumilis* (KRAUSBAUER, 1898)

In unseren Fängen ist diese Art nicht vertreten; aber im Zusammenhang mit den hier behandelten Problemen ist es wichtig, sie heranzuziehen. Der Jahreszyklus gleicht in Mittel- und Nordeuropa dem der beiden zuvor

besprochenen Arten, ebenso die Abhängigkeit der Dauer der winterlichen Eiruhe von der Länge der jährlichen Frostperiode. Belege: Flandern nahe Gent: Eiruhe Dezember–Februar (BLANQUAERT et al. 1982). Gleichzeitig zeigen die Verfasser in Laborversuchen, daß der Nullpunkt des Wachstums dieser Art bei +5°C liegt, und weiterhin, daß die Zeitspanne der Winterruhe sehr gut derjenigen entspricht, in der die täglichen mittleren Minimaltemperaturen von Gent unter diesem Wert liegen. Schwedischer Nationalpark: Eiruhe 8 Monate (AGRELL 1941). Hier beträgt der Anteil der Juvenilen Anfang Juni nach AGRELL 100%, Anfang Juli 0%, Ende Juli 80%, Mitte August wieder 0%; unmittelbar vor Eintritt der Frostperiode kann man wieder einige Jungtiere auffinden.

Das erinnert an unsere Beobachtungen bei *Bourletiella*. Beide Arten, *B. bicincta* und *S. pumilis*, bewohnen freilich im Schwedischen Nationalpark nicht das gleiche Habitat. Die erste findet sich in den alpinen Trollius-Wie-

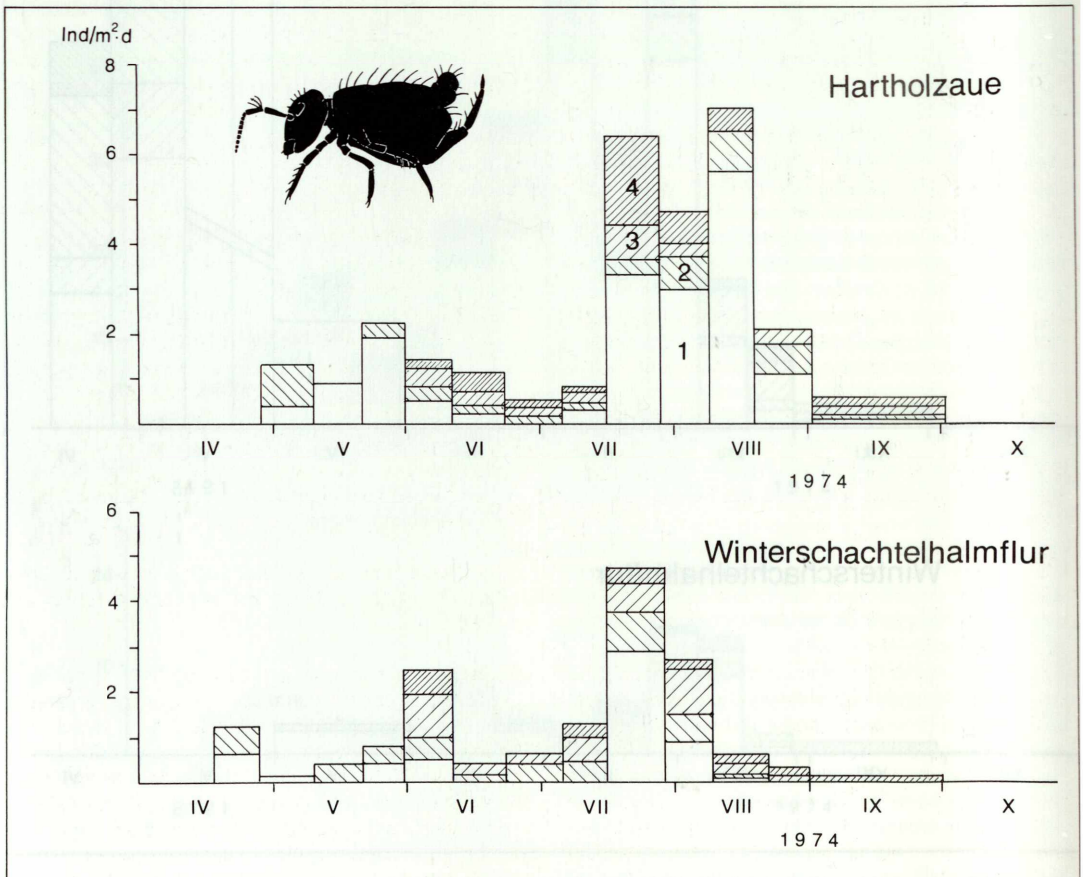


Abbildung 5. Fangdichte von *Allacma fusca* in der Hartholzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklasse I bis 1,3 mm, II über 1,3 bis 1,7 mm, III über 1,7 bis 2,1 mm, IV über 2,1 mm. Messung Körperlänge incl. Furca. Weitere Erklärungen siehe Abbildung 4.

sen um 650 m Meereshöhe, die letzte in der wesentlich tiefer gelegenen Zone des Wiesenbirkenwaldes.

In einem Punkt weicht *S. pumilis* deutlich von den zuvor besprochenen Arten ab: Sie ist auch im Mittelmeergebiet durchaus zu Hause. Sie gehört zu den zahlreichen Arten, die POINSOT (1974) „espèces à large repartition“ nennt. Die Frage, ob es sich hier um eine Art mit erstaunlicher Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Klimabedingungen handelt oder um mehrere Arten mit vielleicht minutiösen morphologischen Unterschieden, oder ob es sich um Rassen handelt, die nur im Labor mittels klimasimulierender Experimente unterscheidbar wären, muß hier unentschieden bleiben.

Ganz abweichend sind auch die Befunde von HÜTHER (1961) aus pfälzischen Weinbergböden. Die Art lebt hier im Sommer epedaphisch, zieht sich aber im Winter in tiefere Bodenschichten zurück: Juvenile erreichen im September einen Anteil von fast 100%.

3.4 *Dicyrtoma ornata* (NICOLET, 1841) (Abb. 6)

Die aktive Lebensperiode reicht von Oktober bis Mai; die Sommermonate werden im Eizustand überbrückt. Dementsprechend erscheinen in den Fallen im Oktober und November zunächst nur Juvenile der kleinsten Größenklassen.

Nach PETERSEN (1980) verhält sich diese Art, ebenso wie die anschließend zu besprechende, *Sminthurinus aureus*, im Jugendalter hemiedaphisch, während die Adulten hyperedaphisch leben, was sich auch in unserem Untersuchungsgebiet bestätigt. Dies kommt in unseren Diagrammen deutlich zum Ausdruck. Daß dabei die jüngsten Altersgruppen, I und II, im Spätherbst und auch bis in den Frühling hinein in einer im Verhältnis zu den Adulten geringen Dichte in den Fallen erscheinen, erklärt sich nach PETERSEN leicht: Ihre Aufstiegstendenz ist noch gering.

Einige Rätsel verbleiben bei der Frage nach Ort und Zeit von Begattung und Eiablage bei den Adulten. Folgende Hypothesen liegen nahe: Die im Herbst in den oberen Bodenschichten oder in der Streu geschlüpften Jungen steigen in dem Maße, wie sie heranwachsen, an Pflanzen der Krautschicht in die Höhe. Sie finden hier wesentlich mehr Gelegenheit zum Treffen der Geschlechter und somit zur Begattung als im Boden, worauf BRET-FELD (1977) hingewiesen hat, freilich bei der Gattung *Heterosminthurus*.

Wie verläuft nun das Leben von *D. ornata* während ihrer aktiven Lebensperiode? Ziehen wir dazu auch die Beobachtung anderer Autoren heran, so ergibt sich folgendes Bild: Nach dem Übersommern schlüpfen die Jungen im Herbst. Die Heranwachsenden steigen in die Krautschicht und eventuell noch höher auf. Dort findet die Begattung statt zu der Zeit, wenn die Jungen geschlechtsreif werden, nämlich im Dezember. Anschließend findet man im Boden, und zwar ausschließlich in der Mooschicht, die herabgestiegenen Adulten; das ist der Fall in der Zeit von Ende Dezember bis Anfang März (PRAT & MASSOUD 1982). Die Weibchen müssen

dann, nach unserer Deutung, begattet sein.

Wie geht es dann weiter? Wir zitieren MAYER (1957): „Am ersten März, nach Abklingen einer langen Kälteperiode, legten zehn ausgewachsene Weibchen von *D. minuta* binnen einer Woche im Zimmer, binnen 3 Wochen im Freien, Eier ab. Hierbei scheint die Regel zu gelten, daß nur befruchtete Weibchen den Winter überleben. Sie werden in ihrer Fortpflanzungstätigkeit durch die einbrechende Kälte überrascht, setzen ihre Eiablage im Frühjahr fort und sterben kurz darnach.“ Hierzu ist zu bemerken, daß nach PETERSEN (1980) zwischen *D. minuta* und *D. ornata* taxonomisch kein Unterschied bestehe.

Im Einklang mit dem hier Mitgeteilten berichten PIAT & DUVIARD (1985) aus ihrem Untersuchungsgebiet, Stechginsterfluren (*Ulex europaeus* L.) in der Bretagne, daß im Dezember und wieder im Februar und März Maxima zu verzeichnen waren, dagegen von Juli bis September keine Fänge anfielen.

Nun zur geographischen Verbreitung. Bei *Bourletiella* und *Allacma* harmonisierte sie gut mit der Art des Jahresrhythmus. Bei *Dicyrtoma* ist dies keineswegs der Fall. Bei einer Art, welche die Sommermonate im Eizustand verbringt und sich in der kühlen bis kalten Jahreszeit fortpflanzt, sollte man annehmen, daß der Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Süden liegt und daß sie in nördlicher Richtung nur so weit existenzfähig ist, als sie den Unilden des Winters noch gewachsen ist.

Die Wirklichkeit sieht aber anders aus. Aus dem südlichen Europa ist m. W. nur ein Fundpunkt gemeldet, und zwar neuerdings aus dem spanischen Baskenland und nur aus Eichenwäldern (Pozo et al. 1986). Diese Gegend gehört aber noch zum atlantischen Klimabereich. Arktische Gebiete scheint *Dicyrtoma* zu meiden; immerhin meldet LINNANIEMI (1907) das Vorkommen von *D. fusca* aus Südfinnland und von den Åland-Inseln. Er bemerkt dazu: „Schon ab Mitte Mai zu finden, also ziemlich kälteresistent.“ STACH (1957) meldet Funde von *D. ornata*, *minuta* und *fusca* vorwiegend aus Gebirgsgebenden, so aus der polnischen und slowakischen Tatra, aus Meereshöhen von 1250–1350 m, aber auch von Kiew.

Dies alles ist schwer auf einen Nenner zu bringen; aber auch ein bloßes Aufzeigen von Widersprüchen scheint mir nicht unnützlich.

3.5 *Sminthurinus aureus* (LUBBOCK, 1862) (Abb. 7)

Diese Art zeigt den gleichen Jahresrhythmus wie die soeben besprochene; sie ist, zumindest in der Oberrheinebene, vom Spätherbst bis weit in den Frühling hinein aktiv, überbrückt aber die Sommermonate im Eistadium. Sie scheint etwas stärker an den Boden gebunden zu sein als *Dicyrtoma*; dafür spricht die sehr geringe Anzahl von Juvenilen, die sich am Aufstieg beteiligen, ebenso wie die Angaben von POOLE (1961) über die Verteilung beider Arten in den verschiedenen Bodenschichten: *Sminthurinus* bevorzugt etwas tiefere Horizonte. Zwei jahreszeitliche Maxima der Aufsteigedichte

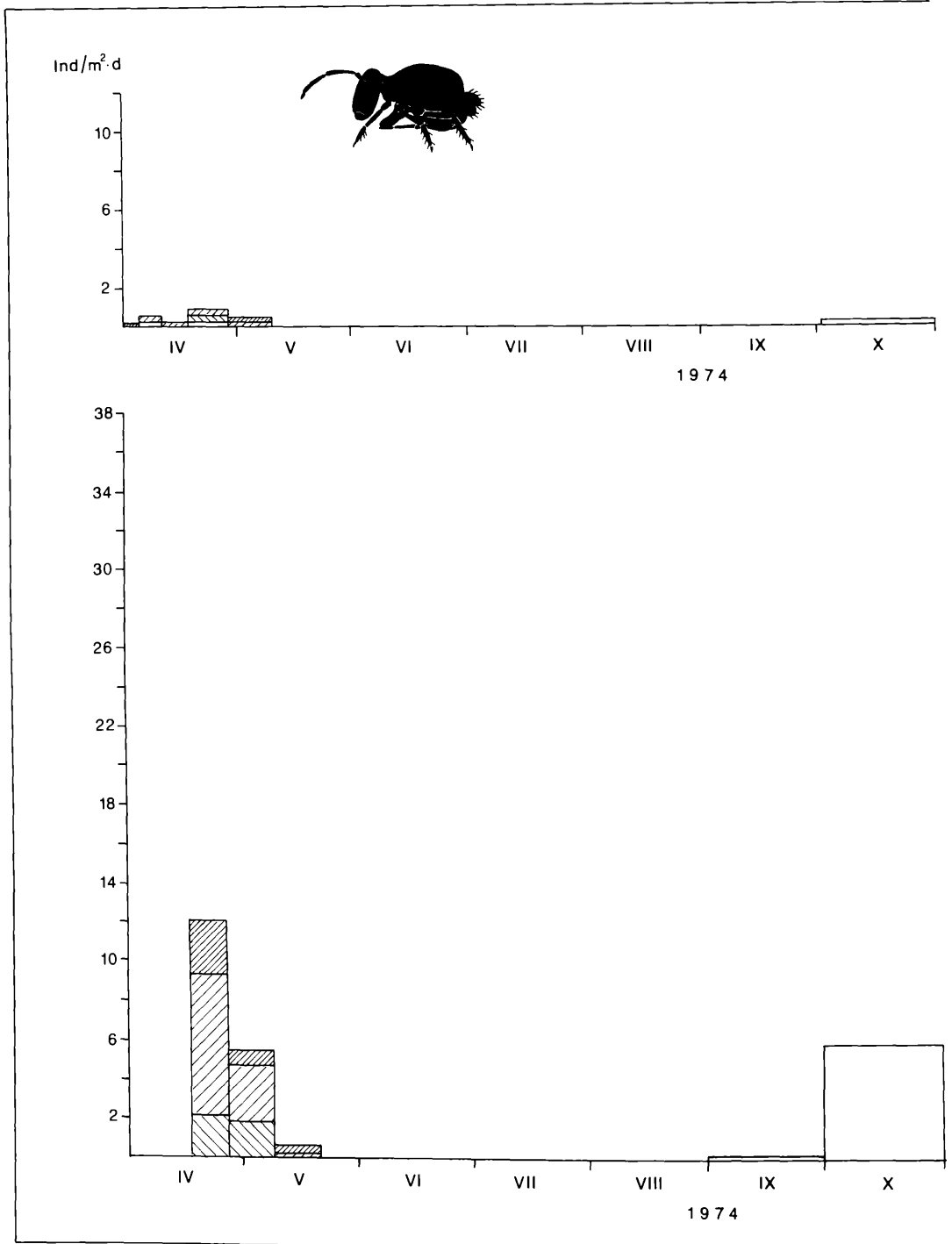
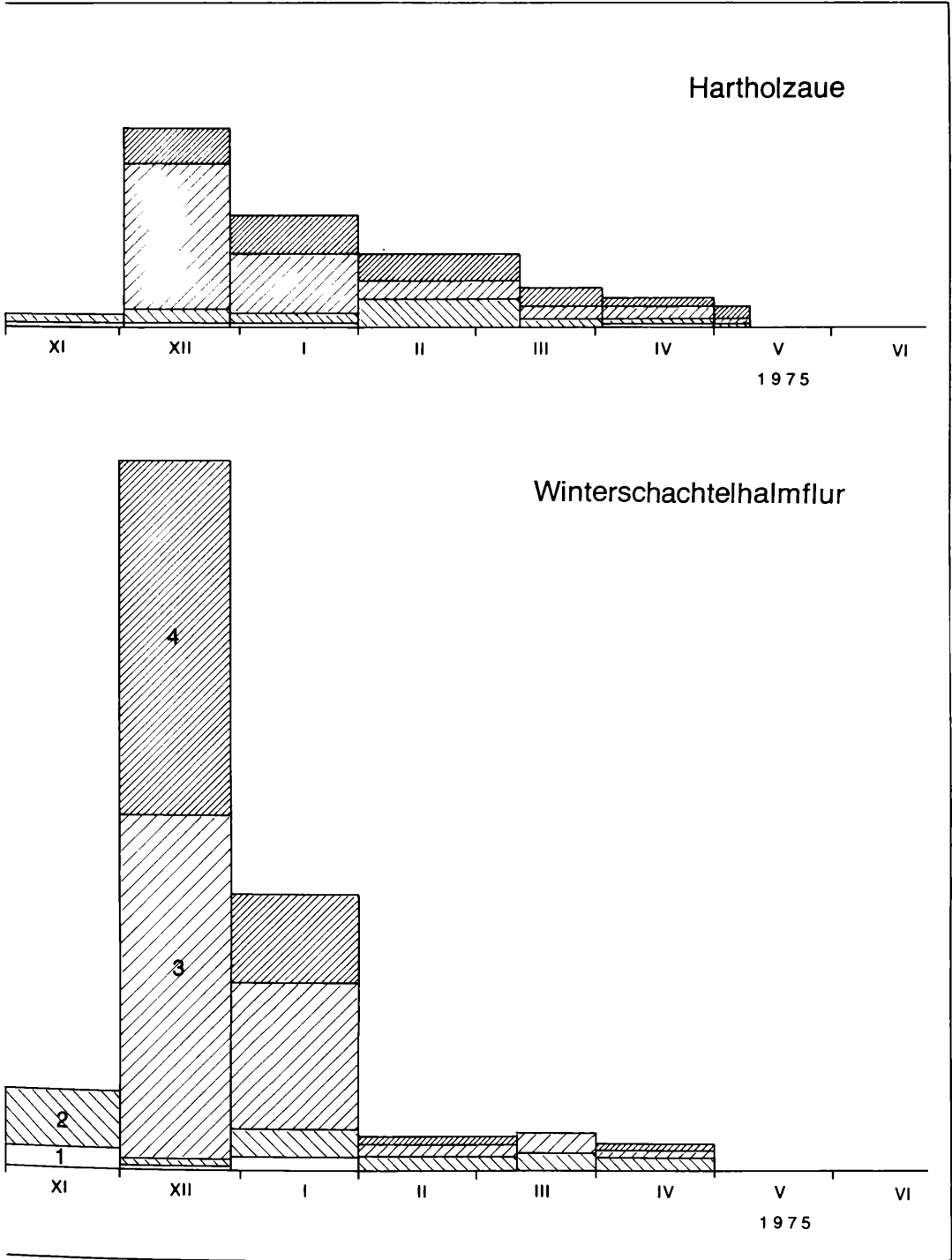


Abbildung 6. Fangdichte von *Dicyrtoma ornata* in der Hartholzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklasse I bis 1,6 mm, II über 1,6 bis 2,0 mm, III über 2,0 bis 2,4 mm, IV über 2,4 mm. Messung Körperlänge incl. Furca. Weitere



Erklärungen siehe Abbildung 4.

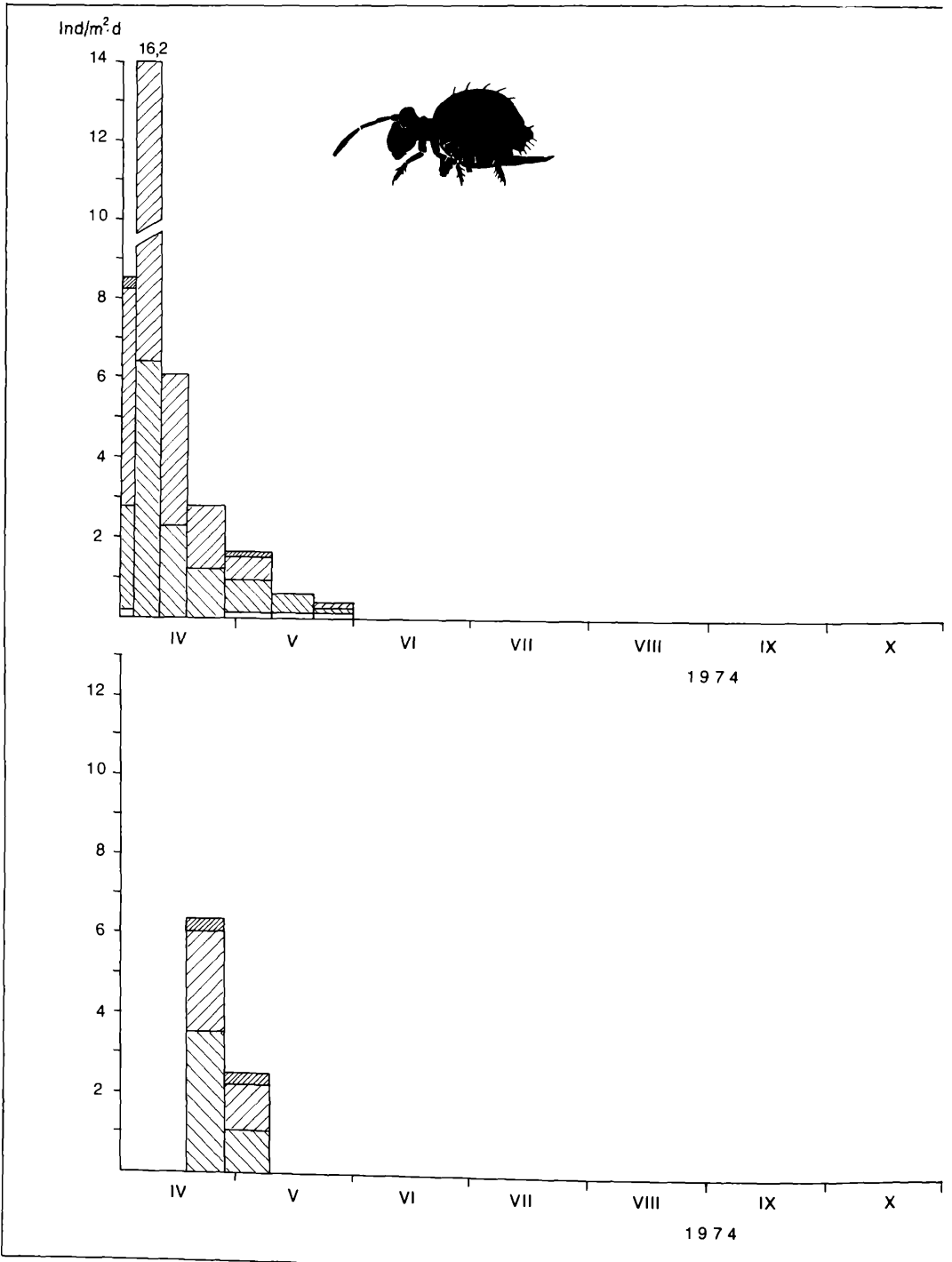
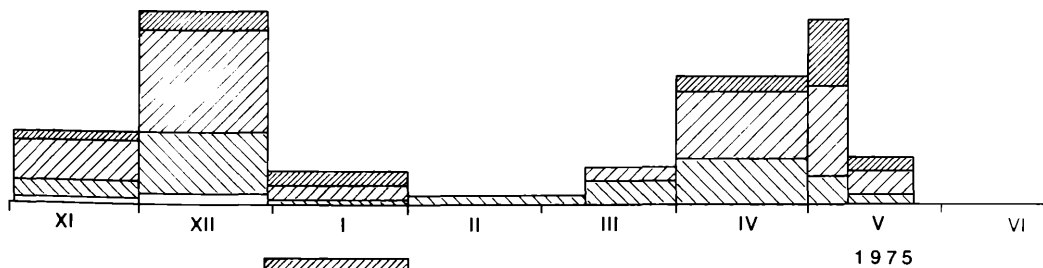
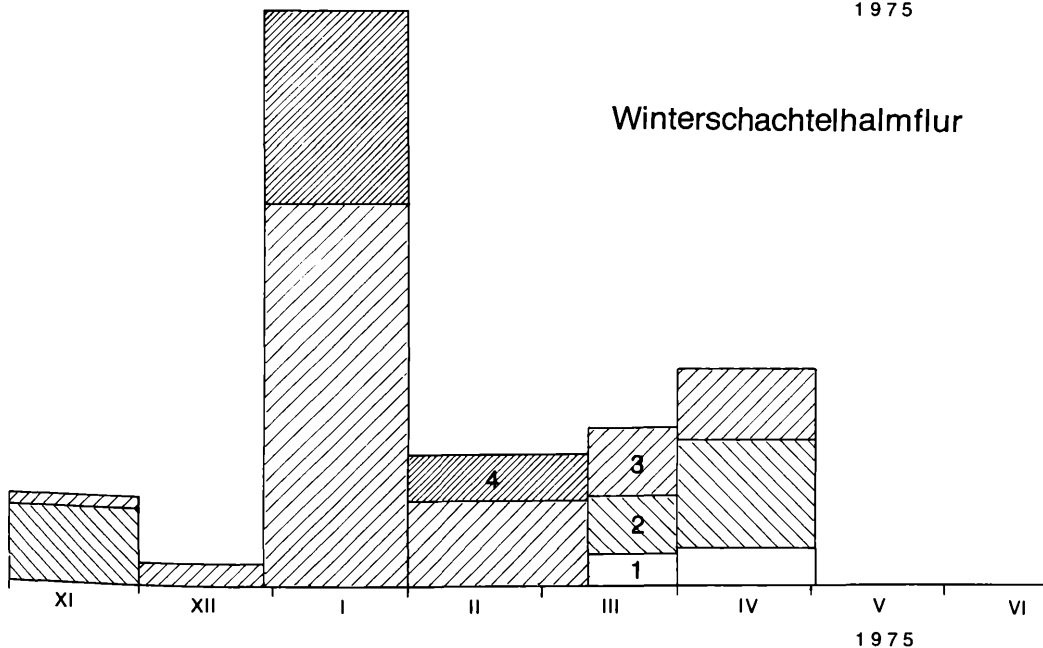


Abbildung 7 Fangdichte von *Sminthurinus aureus* in der Hartholzauze (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklasse I bis 400 μ , II über 400 bis 600 μ , III über 600 bis 800 μ , IV über 800 μ . Messung Körperlänge incl. Furca. Weitere Erklä-

Hartholzaue



Winterschachtelhalmflur



rungen siehe Abbildung 4.

treten hervor, deutlicher als bei *Dicyrtoma*: ein Wintermaximum im Dezember und ein Frühjahrsgipfel im April. Dabei zeigt jeder der Gipfel einen verhältnismäßig großen Anteil an Jungtieren.

S. aureus gehört, im Gegensatz zu *Dicyrtoma ornata*, zu den auch im Mittelmeergebiet verbreiteten Arten. Allerdings gilt das nach POINSOT (1974) nur für den Westteil dieser Region. In Osteuropa, dem Raum zwischen Finnland im Norden und den Karpaten im Süden, ist die Art durch viele Angaben von LINNANIEMI und STACH nachgewiesen.

Fragen wir weiter nach den Beziehungen zwischen Jahresrhythmus und geographischer Verbreitung, so treten auch bei dieser Art schwierige Probleme auf. Einen Beitrag leistet POINSOT-BALAGUER (1976) aus der südlichen Provence. Eine Moosprobe, entnommen am 30. Dezember, offenbar trotzdem noch trocken oder eingetrocknet, wurde nach Befeuchtung einige Tage später, also Anfang Januar, mittels Berlesetrichter extrahiert und ergab unter anderem auch *S. aureus* – also ein Winterfang. Leider gibt die Autorin nicht an, ob es sich um Adulte oder Juvenile, also eventuell erst in der erwärmten Probe geschlüpfte Tiere, handelt. Fänge aus anderen Jahreszeiten meldet die Autorin nicht.

Als Gegenstück zu den Untersuchungen aus der Oberreinebene kann ich auf eine alte Arbeit aus eigener Feder verweisen (VOLZ 1934). Untersuchungsgebiete waren damals die Pleißeau in der Umgebung von Leipzig und die Dübener Heide in der Nähe des Wildenhainer Bruchs bei Döberrschütz an der Bahnlinie Eilenburg–Torgau; extrahiert wurde mittels der Trichterprobe. Die Untersuchungen begannen am 1. Dezember 1931 und endeten am 1. August 1932. *S. aureus* wurde an allen Fangterminen zwischen Anfang Dezember und 5. Mai gefunden und zwar in beiden Gegenden. Nach dem 5. Mai bis einschließlich Ende Juli ist kein Fund mehr notiert.

Interessant ist in unserem Zusammenhang auch eine Beobachtung von GISIN (1955): In Weinbergböden seines Untersuchungsgebietes findet er in den Herbstmonaten *S. aureus* zahlreich; es handele sich dabei „fast ausschließlich um Juvenile“

Die Befunde aus dem Osten und Nordosten Europas stehen dazu in einem zum Teil krassen Gegensatz. So meldet STACH (1957) aus seinem Arbeitsgebiet, ganz überwiegend Polen und den östlich und südlich angrenzenden Gegenden, zahlreiche Funde. Als Fangdaten werden fast ausschließlich die Sommermonate Mai bis September genannt.

LINNANIEMI unterscheidet in seinem Hauptwerk (1907) neben einer forma principalis zahlreiche Varietäten. Was die letzteren betrifft, so lautet die Zeitangabe des Vorkommens für alle einheitlich Mai–Oktober, ohne nähere Spezifikation. Anders aber steht es mit der forma principalis; sie gehört zu den ganz wenigen Arten, die er „auf Schnee“ beobachtet hat und denen er ein eigenes Kapitel widmet.

Seine Beobachtungen spielten sich im Süden Finnlands

ab, in der Nähe von Helsinki, damals Helsingfors. Die mitgeteilten Daten liegen zwischen dem 28. März und dem 24. April 1905, in der Mehrzahl also im Monat April. Er gibt dazu mehrfach Fundortnotizen wie „zwischen herabgefallenen Zweigen“ „neben abgefallenen Coniferenzapfen“, „unter Corylusgebüsch“ kurze, deutliche Hinweise darauf, daß diese Sminthurinen nicht von unten auf die Oberfläche des Schnees heraufgeklettert, sondern vielmehr von oben herabgefallen sein müssen. Auch bei dieser Art ist also noch sehr vieles zu klären; von einer klaren Beziehung zwischen Jahreszyklus und geographischer Verbreitung kann keine Rede sein.

3.6 *Lepidocyrtus lignorum* (FABR., 1781), *Lepidocyrtus cyaneus* (TULLBERG, 1871), *Lepidocyrtus violaceus* (GEOFF.) LUBBOCK, 1873, *Entomobrya muscorum* (NICOLET, 1842), *Tomocerus flavescens* (TULLBERG, 1871) (Abb. 8–11)

Diese 5 Arten werden gemeinsam abgehandelt, weil ihr Jahreszyklus sich weitgehend gleicht: Aktive Tiere werden das ganze Jahr über angetroffen, die Winterzeit wird durch Juvenile, vor allem mittlerer Größenklassen, überbrückt; die Fortpflanzung findet in der warmen Jahreszeit statt, der Gipfel der Aufstiegsdichte wird im Hochsommer erreicht. Für *L. lignorum* ist von LEINAAS & BLEKEN (1983) eine Variante im Typ dieses Jahresrhythmus entdeckt worden: Zusätzlich zu der Überwinterung aktiver Stadien werden darnach im Herbst Eier abgelegt, die im Frühjahr schlüpfen, jedenfalls in SW-Norwegen, wo die beiden Autoren ihre Untersuchungen ausführten. HUHTA & MIKKONEN (1982) vermuten ein gleiches Verhalten auch für *L. lanuginosus* auf Grund ihrer Beobachtungen in Südfinnland.

Nach unseren Untersuchungen läßt sich nicht entscheiden, ob auch in der Pfalz Wintereier bei der Fortpflanzung von *L. lignorum* eine Rolle spielen. Zwar nehmen Individuen der Größengruppe IV bis in den Spätherbst am Aufstieg teil, was bei *L. cyaneus* und *L. violaceus* nicht der Fall ist, aber das ist höchstens ein schwacher Hinweis.

Das Aufsteigeverhalten der hier behandelten Arten ist nicht nur von der Jahreszeit, sondern auch vom Habitat – Hartholzaue bzw. Winterschachtelhalmflur – abhängig, wie aus den Abbildungen 8–11 zu entnehmen ist. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß bei *E. muscorum* und *T. flavescens* in der kalten Jahreszeit in der Hartholzaue überhaupt keine oder allenfalls eine äußerst schwache Aufstiegstendenz zu bemerken ist; in der Winterschachtelhalmflur ist das nicht in gleichem Maße zu beobachten (Abb. 10 & 11). Unterschied zwischen beiden Arten: Bei *Tomocerus* ist im Winterschachtelhalm die Aufstiegtendenz von den Wintermonaten abgesehen eher erhöht, bei *Entomobrya* eher gebremst. Was die geographische Verbreitung angeht, so scheint nach den verfügbaren Meldungen im Mittelmeergebiet unter den hier behandelten Arten nur *L. cyaneus* vorzukommen. *E. muscorum* und *T. flavescens* gelten als rein mitteleuropäisch.

3.7 *Hypogastrura boldorii* DENIS, 1931

In den Fängen aus der Hördter Rheinaue ist diese Art nicht vertreten, ebenso wie die bereits unter 3.3 genannte *Sphaeridia pumilis* und die nachfolgend aufgeführten *Hypogastrura tullbergi* (3.8) sowie *Folsomia quadrioculata* und *Tullbergia krausbaueri* (3.9). Ob diese Arten tatsächlich in der Hördter Rheinaue fehlen, ist damit nicht gesagt, da nur Photoelektoren eingesetzt wurden. Für *Hypogastrura*-Arten ist ein Vorkommen im Untersuchungsgebiet eher unwahrscheinlich, während die in Mitteleuropa ubiquitischen, euedaphischen Arten der Gattungen *Folsomia* und *Tullbergia* fast sicher dort zu vermuten sind. Sie geraten aber niemals in unsere Fallen.

Aufschlußreiche Angaben über ihren Lebensrhythmus verdanken wir STREBEL (1965). Die Untersuchungen dieses Autors sind nicht nur sehr gewissenhaft durchgeführt, sondern sie entstanden auch unter ungewöhnlich günstigen Arbeitsbedingungen. STREBEL konnte nämlich die Kolonien von *H. boldorii*, die ihm sein Arbeitsmaterial lieferten, täglich ohne große Mühe inspizieren, denn sie lebten in den Ritzen der steinernen Außentreppe seines Hauses in Zweibrücken in der Pfalz. Sieben Jahre lang studierte er sie dort.

Seine Ergebnisse: Die Eiablage erfolgt überwiegend im Oktober, es folgen weitere im November und in manchen Jahren noch einmal im März. Im Oktober gelegte Eier schlüpften 1962 und 1963 zwischen dem 10. Oktober und dem 5. November, die im November abgelegten Mitte Dezember und die 1963 noch einmal Ende März beobachteten um Mitte April. Die angegebenen Daten stammen von Kulturen, die bei Temperaturen von 10–16°C im Keller gehalten wurden.

Im Freiland konnte, bei täglicher Kontrolle, das Auftreten frisch geschlüpfter Juveniler leicht an ihrer völligen Pigmentlosigkeit erkannt werden. Solche Jungtiere gab es von Oktober an; ihr letztes Auftreten änderte sich stark von Jahr zu Jahr. Hier die Ergebnisse: 1961 am 16. Januar, 1962 am 2. Juni (!), 1963 am 26. April und 1964 am 6. April. Danach, bis zum Oktober, war die Art nur noch durch Heranwachsende vertreten. Die großen Adulten wurden von Ende April an nicht mehr beobachtet. Dieser Jahresrhythmus hat insofern eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von *Dicyrtoma* und *Sminthurinus*, als im Sommer keinerlei Fortpflanzung stattfindet.

Nach heutigen Kenntnissen hat die Art eine verhältnismäßig enge geographische Verbreitung: Am besten ist sie aus SW-Frankreich bekannt, wo sie vor allem in der Ebene lebt, u. a. in der Umgebung von Banyuls. Hier verbringt sie den Sommer in einem Ökomorphosestadium, das von CASSAGNAU (1961) zunächst unter dem Namen *Proxenyllodes aberrans* beschrieben wurde. In der Pfalz gibt es, wie eben dargestellt, keine Ökomorphose. Weiter ist die Art aus der Schweiz, dem Basler Jura und den Berner Voralpen gemeldet.

3.8 *Hypogastrura tullbergi* (SCHAEFFER, 1900)

Diese Art ist für uns besonders interessant, weil CASSAGNAU & RAYNAL (1964) gezeigt haben, daß sie je nach den Standortbedingungen zwei völlig verschiedene

Jahreszyklen durchlaufen kann: sie kommt in SW-Frankreich nach Angaben der genannten Autoren zwar an lokal begrenzten Fundstellen, aber doch weitverbreitet vor und zwar sowohl in den Hochpyrenäen – untersuchter Hauptstandort in 1650 m Meereshöhe – als auch in der Ebene; hier wurde zur näheren Untersuchung eine Population aus dem Botanischen Garten von Toulouse gewählt.

Die Fortpflanzungsperiode beginnt in beiden Fällen im Herbst, ab Anfang Oktober. Bei der Gebirgsrasse beginnt nach dem Eischlupf eine verhältnismäßig kurze Wachstumsperiode, die durch den Einbruch des Winterfrostes jäh unterbrochen wird. Das wird dadurch nachgewiesen, daß die Zusammensetzung der Population nach Größenstufen unmittelbar vor dem Frosteinbruch Mitte Dezember genau der unmittelbar nach Beendigung dieser Periode am 20. März entsprach; in der Zwischenzeit war der Standort unzugänglich. Danach wird das Wachstum wieder aufgenommen, im Oktober sind die Hypogastruren fortpflanzungsfähig.

Die Art ist also streng univoltin. Im zweiten Jahr der Untersuchung, 1962/63, begann der Wintereinbruch schon ungewöhnlich zeitig, im November, so daß die Autoren vermuten, in diesem Falle sei auch ein Überwintern im Eizustand möglich. Indes war Ende April der Entwicklungszustand der Population wieder normal.

Auch die Kolonie von *H. tullbergi* im Botanischen Garten von Toulouse begann die Fortpflanzung im Spätherbst. Im Januar betrug der Anteil der Juvenilen 90%. Danach traten in der Population allmählich, dann häufiger werdend, Ökomorphosestadien auf, und ab April wanderte die gesamte Population in die Tiefe, um dort den Sommer über in wenig beweglichem Zustand zu verharren. Sie waren dort natürlich schwer nachzuweisen, doch gelang es mit Hilfe von Berlesetrichtern, noch einige Exemplare zu erbeuten. Erst im Spätherbst kann dann eine neue Generation entstehen.

Interessant ist die geographische Verbreitung der *H. tullbergi*. CASSAGNAU selbst hält sie für ein Eiszeitrelikt; denn sie ist nach GISIN (1960) in nördlichen und nordöstlichen Regionen Europas weit verbreitet. Genannt werden Sibirien, Nowaja Semlja und Spitzbergen. Es gibt aber auch Nachweise aus Thüringen und der Niederen Tatra. *Hypogastrura* ist m. W. die bisher einzige unter den zahlreichen weitverbreiteten Collembolen-Arten, deren Lebenslauf unter so kraß unterschiedlichen Lebensbedingungen näher untersucht wurde.

3.9 *Folsomia quadrioculata* (TULLBERG, 1871) FOLSOM 1937, *Tullbergia krausbaueri* BÜRNER, 1901 s. l.

Zwei euedaphische Arten, denen gemeinsam ist, daß sie keinen Jahresrhythmus erkennen lassen. Unabhängig von der Jahreszeit sind in unseren Breiten alle Größenstufen in annähernd gleichem Anteil vertreten (KÖGLIN in BECK 1983). Zu dieser Gruppe dürfte auch *F. octoculata* gehören; die Untersuchungen über den Jahresrhythmus dieser Art wurden in Japan durchgeführt, etwa 400 km westlich von Tokio (NIJIMA 1975).

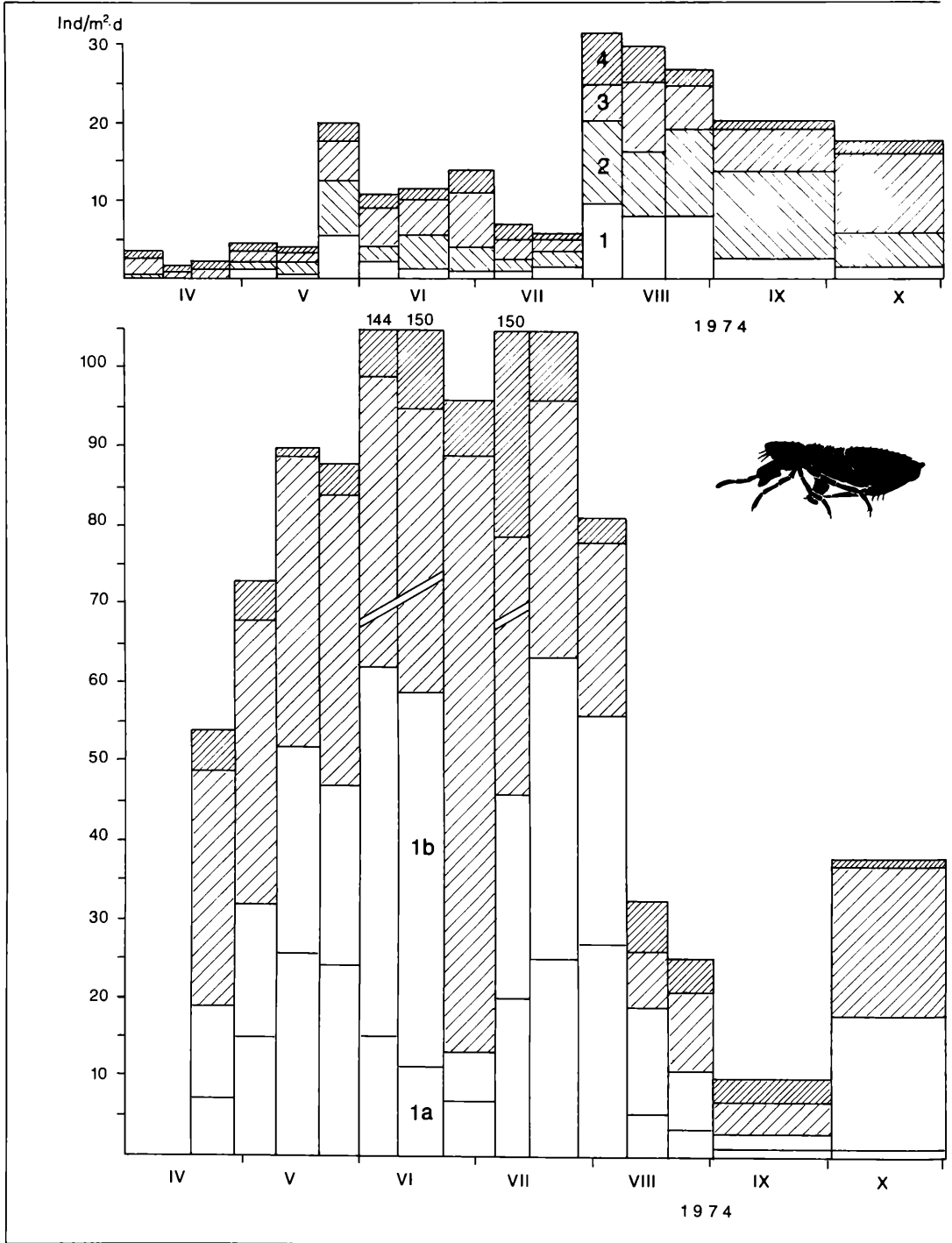
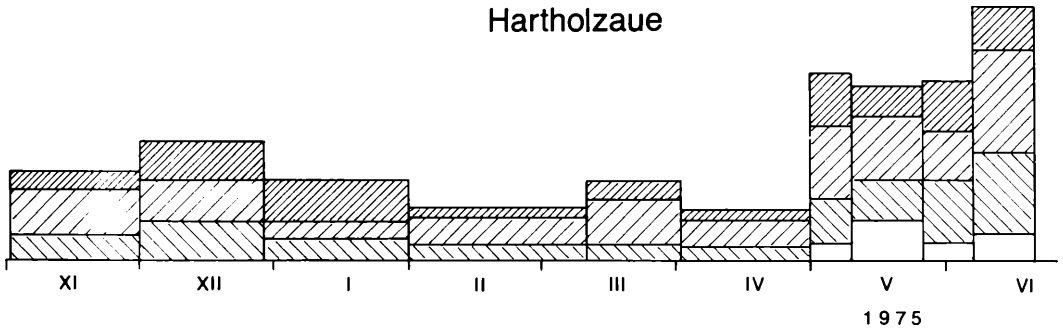
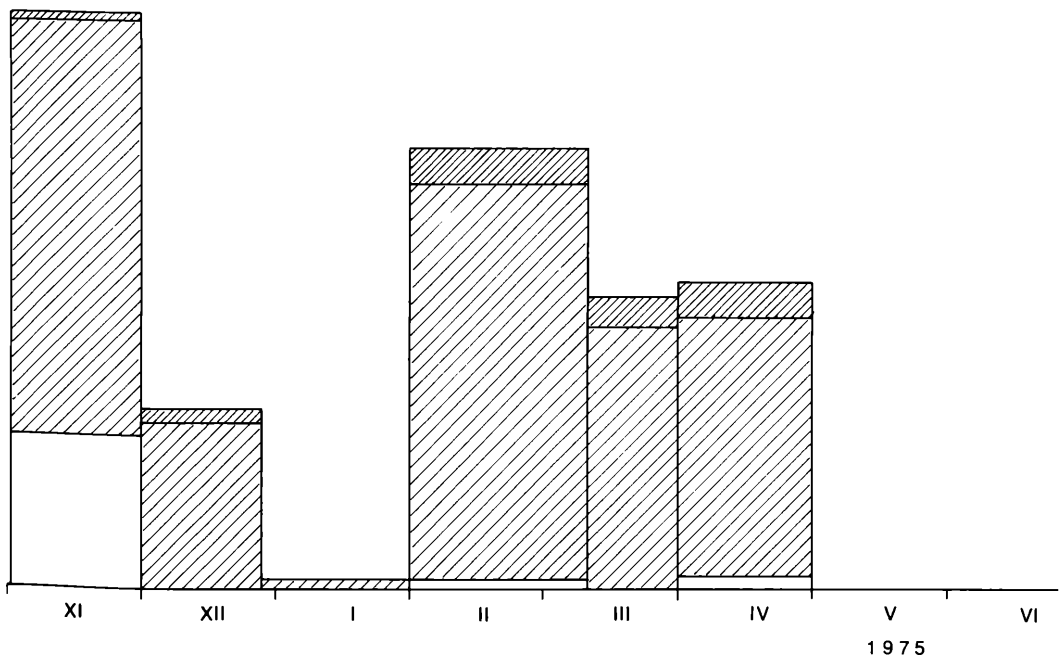


Abbildung 8. Fangdichte von *Lepidocyrtus lignorum* in der Hartholzlarve (oben) und in der Winterschachtelholzflur (unten). Die Größenklasse I wurde für die Winterschachtelholzflur zusätzlich unterteilt. Größenklasse Ia bis 0,7 mm, Ib über 0,7 bis 1,1 mm, II über 1,1

Hartholzaue



Winterschachtelhalmflur



bis 1,4 mm, III über 1,4 bis 2 mm, IV über 2,0 mm. Wegen der bei dieser Art meist starken Abknickung des Kopfes wurde vom Vorderrand des Thorax bis zum Ende der Furca gemessen. Weitere Erklärungen siehe Abbildung 4.

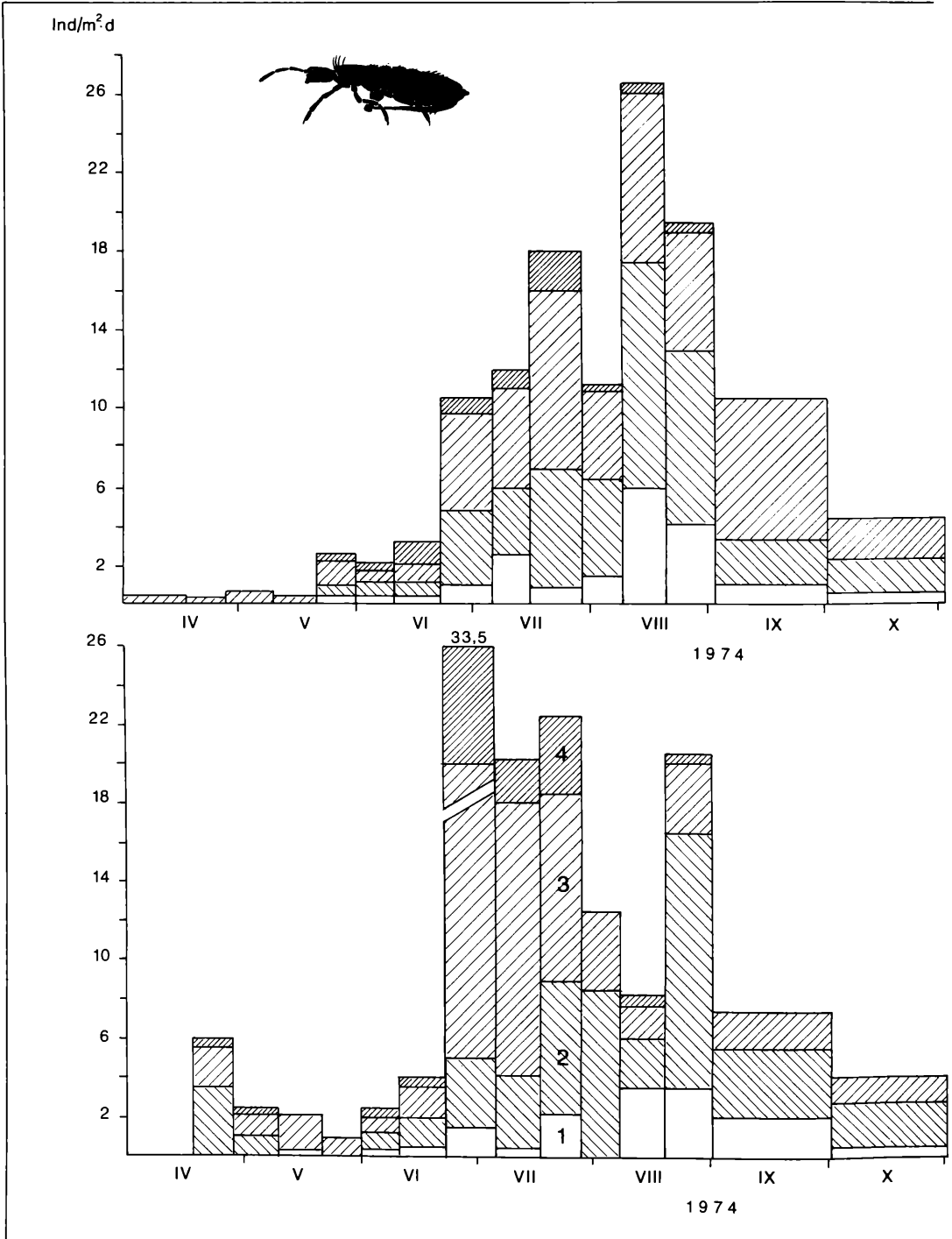
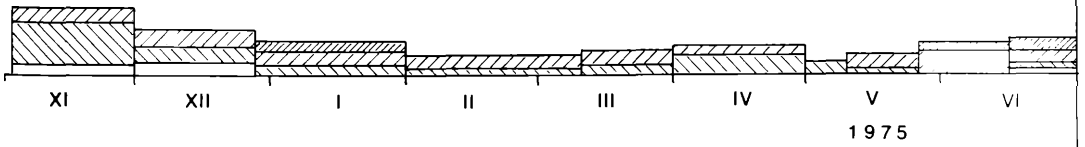
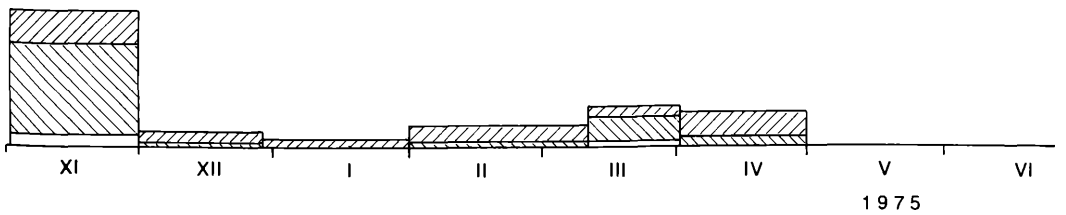


Abbildung 9. Fangdichte von *Lepidocyrtus cyaneus* und *Lepidocyrtus violaceus* in der Hartholzau (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklasse I bis 1,0 mm, II über 1,0 mm bis 1,4 mm, III über 1,4 bis 1,7 mm, IV über 1,7 mm. Während der Durch-

Hartholzaue



Winterschachtelhalmflur



führung der Längenmessungen wurden die beiden Arten noch nicht unterschieden. Im Gegensatz zur vorhergehenden Art wurde vom Vorderrand des Kopfes an gemessen. Weitere Erklärungen siehe Abbildung 4.

4. Übersicht über die Jahresrhythmen bei Collembolen und ihre geographische Verbreitung

Nach den dargestellten Ergebnissen lassen sich die Arten 5 Gruppen unterschiedlicher Jahresrhythmen zuordnen. Die Einstellung beruht auf den Befunden in Mitteleuropa; das Verbreitungsgebiet darüber hinaus kann sehr verschieden sein.

Gruppe 1: Aktive Stadien nur in der wärmeren Jahreszeit, Überwinterung nur im Eizustand – rein hyperedaphisch

Untergruppe a: Im Mittelmeergebiet fehlend; in Nord- und Osteuropa weit verbreitet: *Bourletiella bicincta*, *Allacma fusca*

Untergruppe b: Auch im Mittelmeergebiet weit verbreitet: *Sphaeridia pumilis*

Gruppe 2: Aktive Stadien nur in der kühleren Jahreszeit,

der Sommer wird im Eizustand überdauert; Aktivitätsperiode vom Herbst (etwa Oktober) bis weit in den Frühling (April–Mai) – Stratenwechsler, zur Begattung aufsteigend, Eiablage und Jugendstadien im Boden

Untergruppe a: Im Mittelmeergebiet fehlend, in Osteuropa nur Meldungen aus Sommermonaten; Gattung *Dicyrtoma*

Untergruppe b: Auch im Mittelmeergebiet gemeldet; in Südfinnland vermutlich im April aufsteigend (gilt nach LINNANIEMI 1907 nur für *S. aureus* forma principalis), sonst aus Osteuropa nur Meldungen aus Sommermonaten: *Sminthurinus aureus*.

Gruppe 3: Aktive Stadien zu allen Jahreszeiten, Fortpflanzung in der warmen Jahreszeit, vor allem Mai–August – Stratenwechsler, Fortpflanzung im Boden, Aufsteigen nur zur Nahrungssuche; Zum Teil auch im Mittelmeergebiet verbreitet, dort

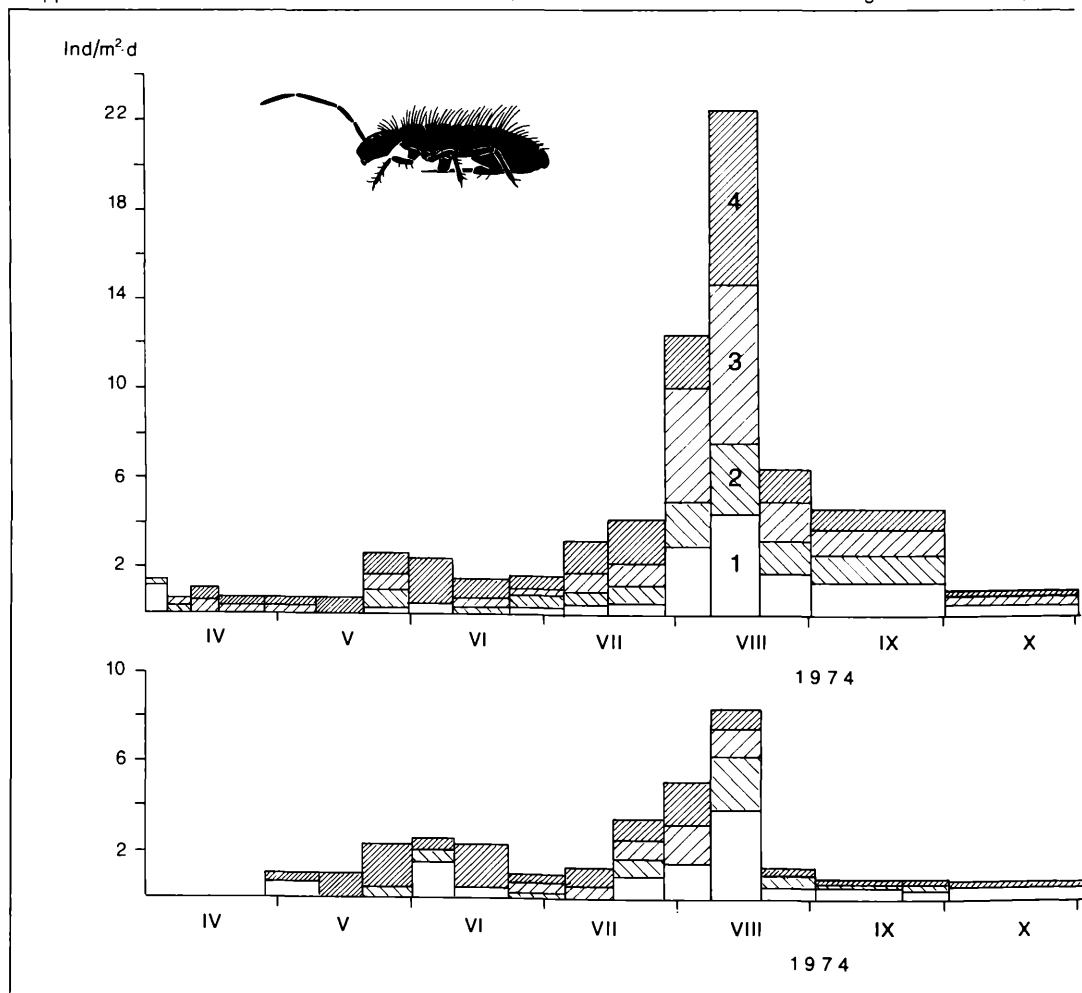


Abbildung 10. Fangdichte von *Entomobrya muscorum* in der Hartholzzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklasse I bis 2,0 mm, II über 2,0 bis 3,0 mm, III über 3,0 bis 4,0 mm, IV über 4,0 mm. Messung Körperlänge incl. Furca. Weitere

dann vermutlich im Eizustand übersommernd: Gattungen *Lepidocyrtus*, *Entomobrya*, *Tomocerus*.

Gruppe 4: Aktive Stadien in allen Jahreszeiten: Fortpflanzung im Herbst, evtl. bis Frühjahr (April, Mai) fortgesetzt, im Sommer nur Heranwachsende. Bisher nur aus der Gattung *Hypogastrura* bekannt.

Untergruppe a: Ungünstige Jahreszeiten z. T. durch Ökomorphosen überbrückend: *H. tullbergi*

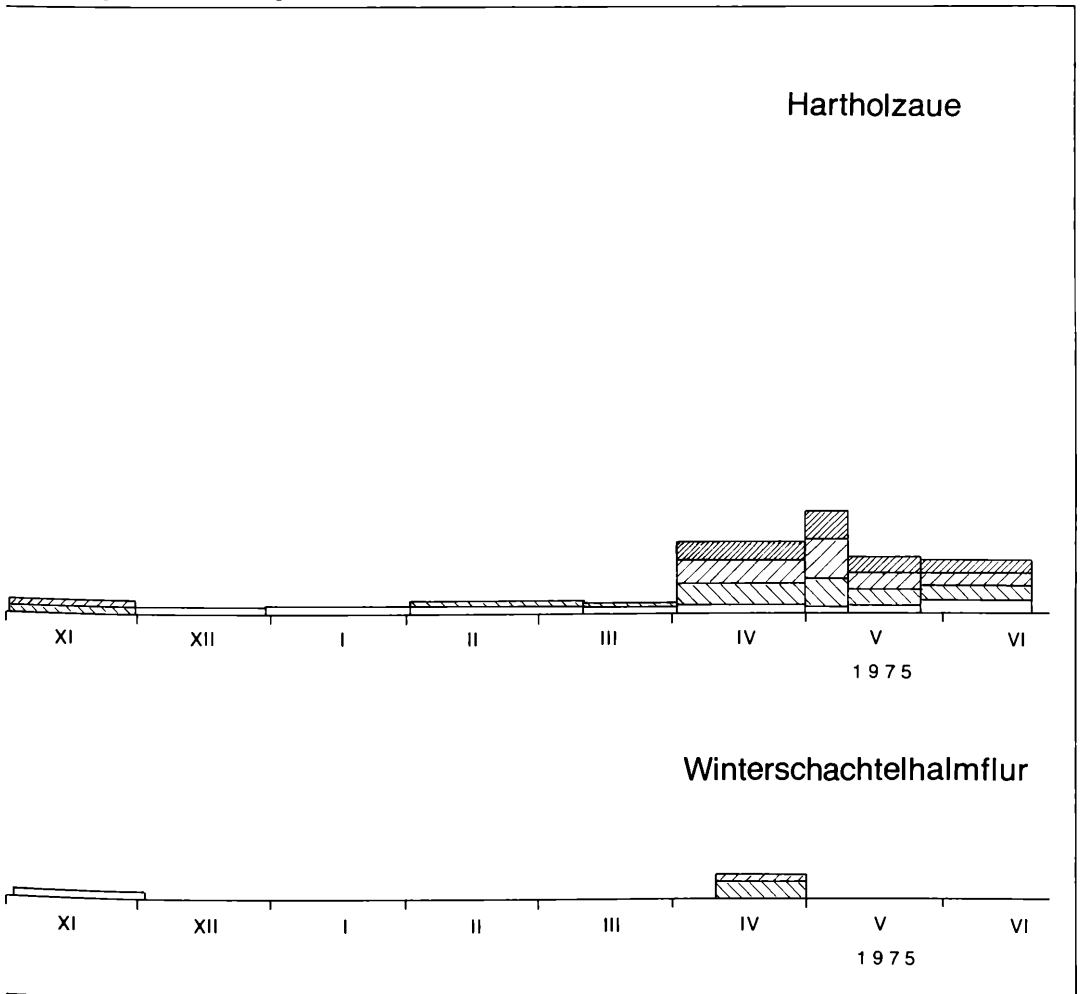
Untergruppe b: In Mitteleuropa ohne Ökomorphosen: *H. boldorii* (s. S. 105)

Gruppe 5: Altersmäßige Zusammensetzung der Populationen fast unabhängig von der Jahreszeit – euedaphisch

Tullbergia krausbaueri, *Folsomia quadrioculata*, *Folsomia octoculata* in Japan.

Daß zwischen Jahresrhythmus und geographischer Verbreitung eine Beziehung besteht, scheint eine

Selbstverständlichkeit zu sein; muß sich doch jede Art den Lebensbedingungen ihres Wohnortes anpassen. Indes, bei den Collembolen versagt diese Logik weithin. Die Darlegungen auf den vorangegangenen Seiten belegen dies wohl hinreichend. Besonders eindrucksvoll ist das Beispiel von *Hypogastrura tullbergi*: Ein und dieselbe Art paßt sich in ihrem Jahresrhythmus an zwei kraß entgegengesetzte Klimaverhältnisse an. Vor allem die Grenze zwischen Etesienzone und gemäßigter Zone wird von vielen Arten ohne weiteres überschritten, obwohl sich der Lebenszyklus dabei notwendigerweise völlig umstellen muß. Verhältnismäßig problemlos erscheint demgegenüber die Anpassung an den allmählichen Wandel des Klimas in der gemäßigten Zone von West (atlantisches Klima) nach Ost (kontinentales Klima) und Nord (arktisches Klima). Sicherlich, Beginn und Ende der Eiruhe bei Gruppe 1 unserer Übersicht, viel-



Erklärungen siehe Abbildung 4.

leicht auch der Beginn der Fortpflanzungszeit bei Gruppe 3, hängen direkt von der Außentemperatur ab, nämlich von der Dauer der Frostperiode. BLANQUART et al. (1982) haben für *Sphaeridia pumilis* experimentell einen Nullpunkt des Wachstums bei + 5°C bestimmt. Ein solcher Wert, kurz über dem Gefrierpunkt, könnte unmittelbar bestimmend sein für die Begrenzung der Winterruhe bei allen betroffenen Arten der Gruppe 1. Einzeluntersuchungen wären freilich willkommen.

5. Jahresrhythmen und Konkurrenzprobleme

Oberirdisch können die Geschlechter sich leichter finden als im Höhlensystem des Bodens (BRETTFELD 1970); das bedeutet aber auch, daß die Möglichkeit zu gegenseitiger Störung größer wird. Bei euedaphischen Collembolen tritt statt dessen häufig Parthenogenese auf (PETERSEN 1980), wahrscheinlich als Anpassung an die widrigen Raumverhältnisse; auch zeigen die euedaphi-

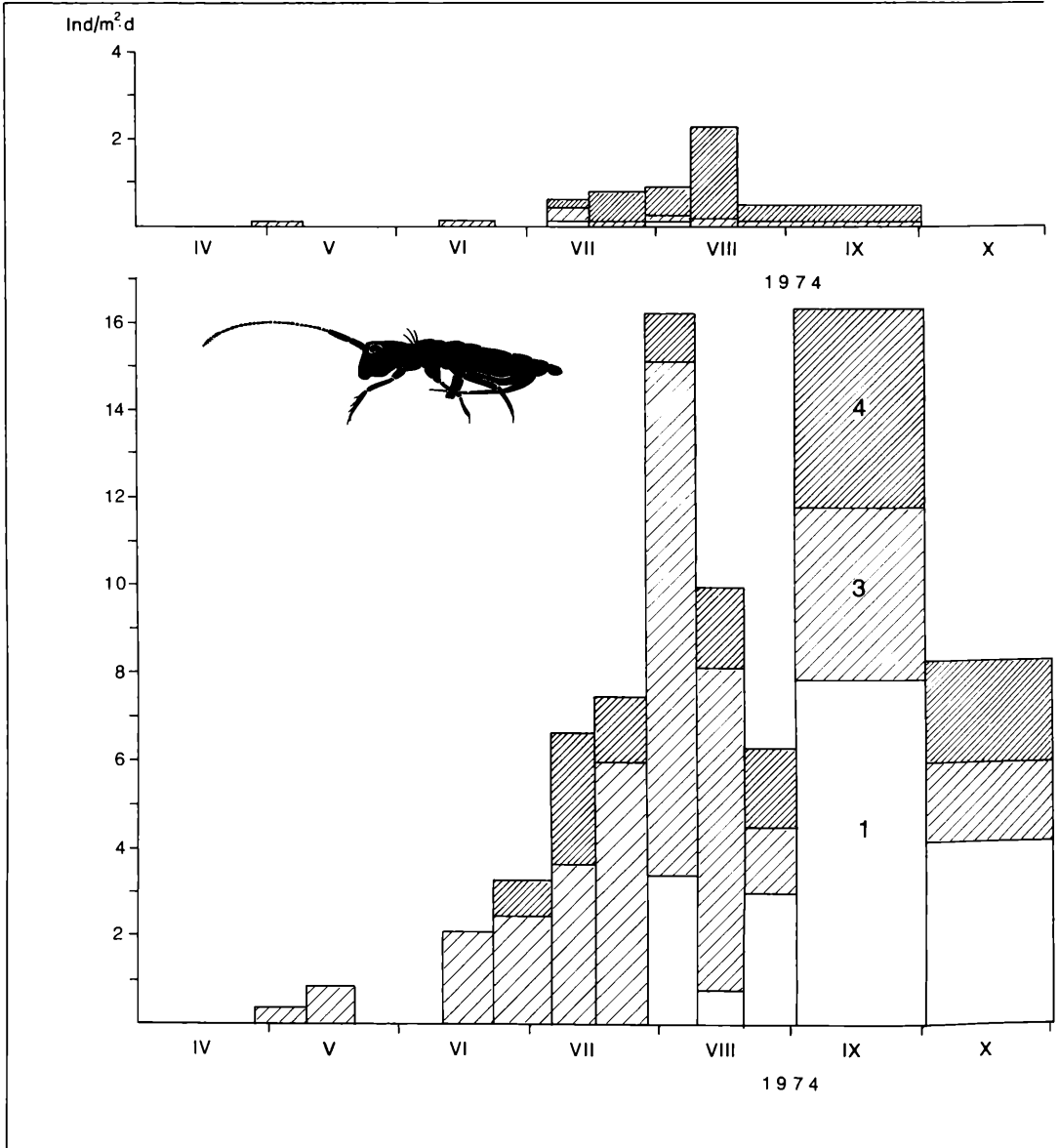


Abbildung 11. Fangdichte von *Tomocerus flavescens* in der Hartholzzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten). Größenklassen I bis 5,0 mm, II über 5,0 bis 6,0 mm, III über 6,0 bis 7,0 mm, IV über 7,0 mm. Messung Körperlänge incl. Furca. Weitere

schen Collembolen keinen ausgeprägten Jahresrhythmus. Könnte man aus alledem vielleicht schließen, daß die Entstehung unterschiedlicher Jahresrhythmen eher mit Raumkonkurrenz beim Aufsteigen im hyperedaphischen Bereich zu tun hat als mit klimatischer Anpassung?

Zuvor seien aber noch einige Überlegungen angeführt, die als Hinweise zur Deutung der Jahresrhythmen nützlich sein können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die ein-

zelnen Arten gegen Störungen auf Grund ihrer Unterschiede in Bau und Lebensweise nicht in gleicher Weise empfindlich sind. Dabei kann auch der Zeitpunkt – das jeweils betroffene Entwicklungsstadium – eine Rolle spielen. Größe und Sprungfähigkeit mögen sicher eine Rolle spielen. Wichtiger aber wird sein, ob besonders empfindliche Stadien betroffen sind. Dazu kann man rechnen:

- die Häutung, aber davon sind alle Arten betroffen;
- alle Vorgänge, die bei der Reproduktion eine wichtige Rolle spielen, nämlich die Begattung, die Eiablage, das Schlüpfen der Eier.

Ein weiterer Umstand darf nicht vergessen werden: Veränderungen in der Umwelt können von großem Einfluß sein, in unserem Falle besonders dann, wenn sie auf die Aufstiegsmöglichkeiten von Einfluß sind. Stellen wir zunächst alle diejenigen Arten zusammen, bei denen die Fortpflanzung ausschließlich unterhalb der Bodenoberfläche vor sich geht, also die Vertreter der Gattungen *Lepidocyrtus*, *Entomobrya* und *Tomocerus*, zunächst die Ergebnisse der Hartholzauze (Abb. 12 oben). Alle diese Arten erreichen gemeinsam ihre Augustgipfel und ihre Winterminima, sofern sie in der kalten Jahreszeit überhaupt aufsteigen. Nichts weist auf nennenswerte gegenseitige Konkurrenz hin.

Abbildung 12 unten zeigt die Verhältnisse in der Winterschachtelhalmflur. *L. lignorum* beginnt die Steigerung der Aufstiegsdichte zum ersten Gipfel um einen Monat früher. *Tomocerus flavescens* beschränkt die Dauer seines sommerlichen Aufstiegs nicht nur auf den August. Das mag mit mikroklimatischen Bedingungen in der dichten Winterschachtelhalmflur zusammenhängen; sonst ändert sich wenig.

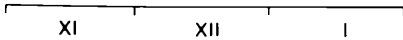
Ein anderes Bild gibt Abbildung 13. Wir stellen in der synchronen Abbildung gegenüber: eine hemiedaphische Art, deren Fortpflanzung aber nur im Boden stattfindet, *Lepidocyrtus lignorum*, und eine rein hyperedaphische Art, *Bourletiella bicincta*, die beiden in der Gesamtbilanz dominierenden Arten; dazu als dritte Art *Dicyrtoma ornata*, bei der nur die Adulten aufsteigen und oberirdisch kopulieren.

Zunächst zeigen wir, was in der Hartholzauze vor sich geht (Abb. 13 oben): Erst dominiert ab Juni *Bourletiella*, bis sich im Laufe des August seine aktive Lebensperiode dem Ende zuneigt. Eben in diesem Monat erreicht *Lepidocyrtus* seinen Gipfel; vom September an nimmt seine Aufstiegsdichte immer mehr ab bis zum Winterminimum. Ab Oktober beginnen einzelne juvenile *Dicyrtoma* aufzusteigen, erreichen im Dezember einen Gipfel, der fast nur von Adulten bewirkt wird.

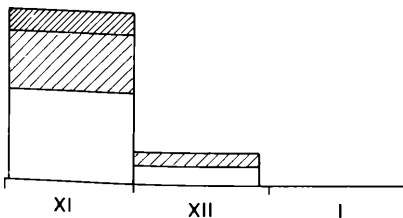
Ganz anders im Winterschachtelhalm (Abb. 13 unten). Wie schon Abbildung 8 unten zeigte, beginnt hier der Aufstieg von *L. lignorum* weit früher, schon im April/Mai, wenn die *Bourletiellen* schlüpfen, und erreicht annähernd das Doppelte seiner sonstigen Aufstiegsdichte.

Es ist nützlich, an dieser Stelle nochmals einen Blick auf die Verhältnisse bei *L. lignorum* in der Hartholzauze zu werfen (Abb. 8 oben). Die Betrachtung ergibt:

Hartholzauze



Winterschachtelhalmflur



Erklärungen siehe Abbildung 4.

(1) Alle Größenklassen nehmen zwar an der größeren Aufstiegsdichte in der Winterschachtelhalmflur gegenüber der Hartholzauze teil, die jüngsten Stadien tun dies aber in weit überproportionalem Maße.

(2) Mehr als das: Im Winterschachtelhalm ist ein erheblicher Teil der erbeuteten Juvenilen weniger als 0,7 mm lang (in Abb. 8 unten als Ia bezeichnet); so kleine Individuen werden in der Hartholzauze nur ausnahmsweise in den Fallen gefunden. Also zeigt sich, daß in der Winterschachtelhalmflur auch für kleinste Juvenile sehr verbesserte Aufstiegsmöglichkeiten gegeben sind. Diese hohe Beteiligung Juveniler trägt dazu bei, den Beginn

des Massenaufstiegs im Frühjahr um 4 Wochen vorzuzuschieben.

(3) Dies hat aber zur Folge, daß der Massenaufstieg nunmehr in eine Zeit fällt – April–Anfang Mai –, in der die *Bourletiella*-Populationen fast ausschließlich aus frisch geschlüpften Juvenilen bestehen (Abb. 4). Das macht den radikalen Dominanzwechsel begreiflich.

Zwischen beiden Arten findet also ein krasser Dominanzwechsel statt. *Dicyrtoma* bleibt von alledem unberührt; im Dezember erreicht diese Art sogar kurzfristig Dominanz. *Sminthurinus aureus* verhält sich im Prinzip genau wie *Dicyrtoma*, nur sind seine Aufstiegsdichten

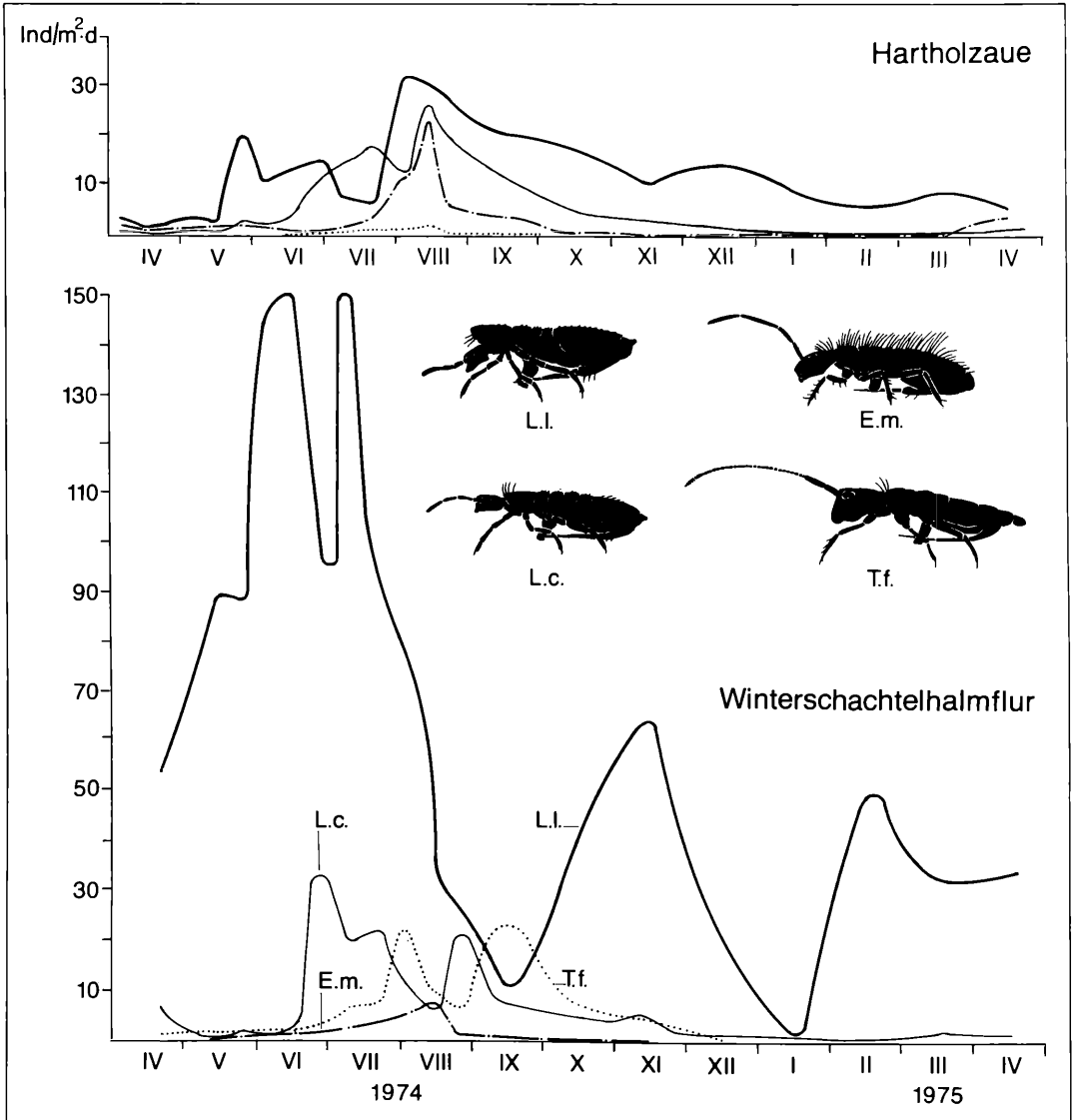


Abbildung 12. Vergleich der Aufstiegsdichten von *Lepidocyrtus lignorum*, *L. cyaneus*, *Entomobrya muscorum* und *Tomocerus flavescens* im Jahresverlauf (April 1974 – April 1975) in der Hartholzauze (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten).

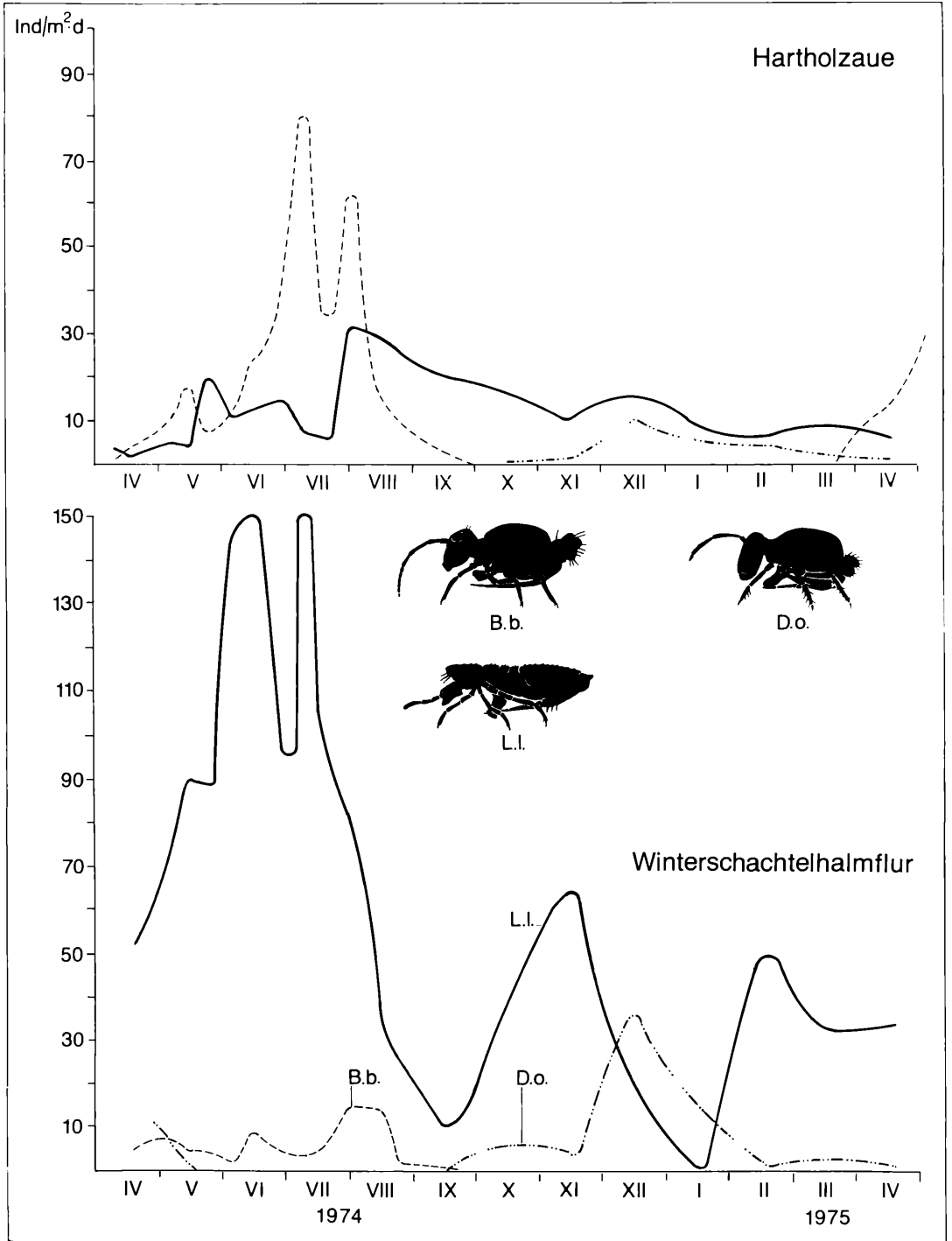


Abbildung 13. Vergleich der Aufstiegsdichten von *Lepidocyrtus lignorum*, *Bourletiella bicincta* und *Dicyrtoma ornata* im Jahresverlauf (April 1974 – April 1975) in der Hartholzaue (oben) und in der Winterschachtelhalmflur (unten).

wesentlich geringer.

Was die beiden letztgenannten Arten betrifft, können wir die Ergebnisse auch mit anderen Worten ausdrücken: Sie steigen zu einer Zeit auf, wenn die Bedingungen einer ungestörten Begattung optimal sind; sie besetzen also eine jahreszeitliche Nische.

6. Schlußbemerkung

In den Einleitungssätzen wurde schon auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der Collembolenforschung durch die große Flexibilität vieler Arten entstehen. Indessen besteht kein Grund anzunehmen, daß diese Probleme nicht Schritt für Schritt einer Lösung nähergeführt werden könnten. Einige Möglichkeiten seien nur in aller Kürze angedeutet:

(1) Genaue morphologische Untersuchungen von Tieren gleicher Art, die aus unterschiedlichen Klimagebieten stammen und sich in ihrem Jahresrhythmus nicht gleichen;

(2) Physiologische Untersuchungen, z. B. unter Verwendung klimasimulierender Apparaturen.

Beispiele geeigneter Arten finden sich in dieser Arbeit. Vom Autor, Jahrgang 1903, sind allerdings Beiträge solcher Art nicht mehr zu erwarten.

7. Literatur

- AGRELL, J. (1941): Zur Ökologie der Collembolen. – Opusc. Ent. Suppl., **3**: 1–236; Lund.
- BAUER, Th. (1979): Die Feuchtigkeit als steuernder Faktor für das Kletterverhalten von Collembolen. – Pedobiologia, **19**: 165–175; Jena.
- BECK, L. (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwaldes. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 37–54; Stuttgart.
- BETSCH, J.-M. & VANNIER, G. (1977): Caractérisation des deux phases juveniles d'*Allacma fusca* (Coll., Symph.) par leur morphologie et leur écophysiologie. – Z. Zool. Syst. Evolut. Forsch., **15**: 125–141; Hamburg, Berlin.
- BLANQUART, J. P., COESSENS, R. & MERTENS, J. (1982): Annual cycle of populations of *Sphaeridia pumilis* (Collembola). – Rev. Ecol. Biol. Sol, **19**: 605–611; Paris.
- BRETFELD, G. (1970): Grundzüge des Paarungsverhaltens europäischer *Bourletiellini* (Collembola, Sminthurini) und daraus abgeleitete taxonomiklatorische Folgerungen. Z. Zool. Syst. Evolut. Forsch., **8**: 259–273; Hamburg, Berlin.
- BRETFELD, G. (1977): Der Zyklus von Häutung, Paarung und Eiblage bei den Weibchen von *Heterosminthurus insignis* (REUTER 1876) (Collembola, Sminthuridae). – Rev. Ecol. Biol. Sol, **14**: 1–13; Paris.
- CASSAGNAU, P. (1961): Ecologie du sol dans les Pyrénées centrales. – In: Problèmes d'écologie, 231 S.; Paris (Hermann).
- CASSAGNAU, P. & RAYNAL, G. (1964): Contribution à l'étude des écomorphoses. I: Développement comparée de deux races de *Hypogastrura tullbergi*. – Rev. Ecol. Biol. Sol, **1**: 1–20; Paris.
- GISIN, H. (1943): Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Rev. Suisse Zool., **50**: 131–224; Genf.
- GISIN, H. (1955): Recherches sur la fauna endogée des Collembolens et les qualités agronomiques des sols viticoles. – Rev. Suisse Zool., **62**: 601–648; Genf.
- GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. – 312 S., Genf.
- HAILER, N. (1965): Die pflanzensoziologische Standorterkennung im Forstamt Gernersheim. – Mitt. Pollichia, **12**: 245–286; Bad Dürkheim.
- HÜTHER, W. (1961): Ökologische Untersuchung über die Fauna pfälzischer Weinbergböden, mit besonderer Berücksichtigung der Collembolen und Milben. – Zool. Jb. Syst., **89**: 243–368; Jena.
- HUHTA, V. & MIKKONEN, M. (1982): Population structure of Entomobryidae (Collembola) in mature spruce stand and in clear-cut reforested areas in Finland. – Pedobiologia, **24**: 231–240; Jena.
- KINZELBACH, R. (1976): Das Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue“ bei Gernersheim. Einführung in Ökographie. Ökologie, Pflege und Ausbau. – Mitt. Pollichia, **64**: 5–62; Bad Dürkheim.
- LEINAAS, H. P. & BLEKEN, E. (1983): Egg diapause and demographic strategy in *Lepidocyrtus lignorum* FABRICIUS (Collembola, Entomobryidae). – Oecologia, **58**: 194–199; Berlin.
- LINNANIEMI, W. (1907): Die Apterygotenfauna Finnlands I. Allgemeiner Teil. – Acta Soc. Sci. Fenn., **34**: (7); Helsingfors.
- LINNANIEMI, W. (1912): Die Apterygotenfauna Finnlands II. Spezieller Teil. – Acta Soc. Sci. Fenn., **40**: (5); Helsingfors.
- MAYER, H. (1957): Zur Biologie und Ethologie einheimischer Collembolen. – Zool. Jb. Syst., **85**: 501–570; Jena.
- NIIJIMA, K. (1975): Seasonal changes in Collembolan populations in a warm tempered forest in Japan II: Population dynamics of the dominant species. – Pedobiologia, **15**: 40–52; Jena.
- PETERSON, H. (1980): Population dynamic and metabolic characterisation of Collembolan species in a beech forest ecosystem. – In: DINDAL, D. (Ed.): Soil biology as related to Land Use Practices. Proc. VII Int. Soil Zool. Colloq. Syracuse USA 1979: 806–833; New York.
- PIART, J. & DUVIARD, D. (1985): Etudes de la communauté des Collembolens épigés d'une lande à ajoncs de Bretagne centrale. Evolution des effectifs de capture après épandage de déchets ménagers broyés. – Rev. Ecol. Biol. Sol, **22**: 97–119; Paris.
- POINSOT, N. (1974): Documents pour une Biogéographie des Collembolens de Provence. – Rev. Ecol. Biol. médit., **1** (4): 113–126; Marseille.
- POINSOT-BALAGUER, N. (1976): Dynamique des communautés des Collembolens en milieu xérique méditerranéen. – Pedobiologia, **16**: 1–17; Jena.
- POOLE, T. B. (1961): An ecological study of the Collembola in a coniferous forest soil. – Pedobiologia, **1**: 113–132; Jena.
- PRAT, B. & MASSOUD, Z. (1982): Etude de la communauté des Collembolens dans un sol forestier: Phénologie des espèces. – Rev. Ecol. Biol. Sol, **19**: 403–410; Paris.
- STACH, J. (1956): The Apterygotan Fauna of Poland in relation to the World-Fauna of this group of Insects. Family: Sminthuridae. – 287 S., 33 Taf.; Kraków.
- STACH, J. (1957): The Apterygotan Fauna of Poland in relation to the World-Fauna of this group of Insects. Families: Neelidae and Dicyrtomidae. – 113 S., 9 Taf.; Kraków.
- STREBEL, O. (1965): Beobachtungen über die Biologie und das Verhalten von *Hypogastrura boldorii* DENIS 1931 – Mitt. Pollichia, (3) **12**: 178–200; Bad Dürkheim.
- VOLZ, P. (1934): Untersuchungen über Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. – Zool. Jb. Syst., **66**: 154–210; Jena.
- VOLZ, P. (1983): Zur Populationsökologie der mitteleuropäischen Walddipteren. – Caroleina, **41**: 105–126; Karlsruhe.
- WOLTERS, V. (1983): Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldes auf Kalk. – Pedobiologia, **25**: 73–85; Jena.

URSEL HÄUSSLER & MONIKA BRAUN

Sammlung einheimischer Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe – Teil I

Kurzfassung

Die Sammlung einheimischer Fledermäuse der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) umfaßt 17 der 22 einheimischen Fledermausarten mit insgesamt 737 Exemplaren, davon 516 *Myotis myotis*, 65 *Pipistrellus pipistrellus*, 41 *Plecotus austriacus*, 30 *Nyctalus noctula*, 25 *Pipistrellus nathusii*, 17 *Plecotus auritus*, 11 *Eptesicus serotinus*, 3 *Nyctalus leisleri*, 4 *Myotis bechsteini*, 3 *Myotis brandti*, 3 *Myotis nattereri*, 3 *Rhinolophus hipposideros*, 2 *Myotis daubentoni*, 2 *Myotis mystacinus*, 1 *Eptesicus nilssoni*, 1 *Rhinolophus ferrum-equinum*, 1 *Vespertilio murinus* sowie 9 nicht auf die Art bestimmte *Pipistrellus*- und *Plecotus*-Jungtiere.

In dem vorliegenden ersten Teil werden die Arten Großes Mausohr (*Myotis myotis*), Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) detaillierter behandelt. Neben Körper- und Schädelmaßen werden bei den beiden *Pipistrellus*-Arten auch Zahnmerkmale, denen artdiagnostische Bedeutung beigemessen wird, kritisch überprüft.

Abstract

Collection of indigenous bats (Mammalia: Chiroptera) of the Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe – Part I.

The collection of the indigenous bats of the Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) comprises 17 of the 22 indigenous species with a total of 737 individuals. They are represented in the following frequency of occurrence: 516 *Myotis myotis*, 65 *Pipistrellus pipistrellus*, 41 *Plecotus austriacus*, 30 *Nyctalus noctula*, 25 *Pipistrellus nathusii*, 17 *Plecotus auritus*, 11 *Eptesicus serotinus*, 4 *Myotis bechsteini*, 3 *Nyctalus leisleri*, 3 *Myotis brandti*, 3 *Myotis nattereri*, 3 *Rhinolophus hipposideros*, 2 *Myotis daubentoni*, 2 *Myotis mystacinus*, 1 *Eptesicus nilssoni*, 1 *Rhinolophus ferrum-equinum*, 1 *Vespertilio murinus* as well as 9 unspecified *Pipistrellus*- and *Plecotus* juvenile individuals. This first part of the text deals in a detailed form with three species: the Greater Mouse-eared bat (*Myotis myotis*), the Common Pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and the Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*). For the two *Pipistrellus* species, next to the body and skull measurements, also the dental characteristics, which are ascribing relevance for the species diagnostics, are given a critical evaluation.

Autoren

Dr. URSEL HÄUSSLER, Hirschauerstr. 5, D-7407 Rottenburg 5, Dipl.-Biol. MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, c/o Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe.

1. Einleitung

Die Kenntnisse der einheimischen Fledermausfauna sind in vielen Wissensbereichen lückenhaft geblieben. Durch den Einsatz neuerer technischer Verfahren wä-

ren heute Freilanduntersuchungen zur Ökologie und Populationsdynamik durchführbar, die großen Erkenntniszuwachs versprechen. Aufgrund der größtenteils kritischen Bestandssituation der bei uns noch vorhandenen Fledermausarten (KULZER et al. 1987) sind jedoch die Möglichkeiten hierzu stark eingeschränkt. Untersuchungen an freilebenden Fledermäusen, die mit Störungen oder gar der Tötung dieser Tiere verbunden sind, verbieten sich heute von selbst. Alle 22 in Deutschland nachgewiesenen Fledermausarten stehen auf der „Roten Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland – Rote Liste der Säugetiere (Mammalia)“ (BLAB et al. 1984) und sind durch das Naturschutzgesetz geschützt. Bereits drei Arten, die beiden Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrum-equinum* und *Rhinolophus hipposideros*) und die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) kommen in Baden-Württemberg nicht mehr vor, ein Großteil der Fledermausarten muß in seinem Bestand als stark gefährdet oder bedroht angesehen werden. Unter diesen Bedingungen bietet eine Aufsammlung toter Fledermäuse die einzige Möglichkeit für taxonomische Studien. Neben Hinweisen zur Verbreitung einzelner Arten kann sie wichtige Vergleichsdaten für morphologische Untersuchungen liefern. Unter dieser Zielsetzung wurde die Fledermauskollektion der Landessammlungen in Karlsruhe (LNK) überarbeitet. Der vorliegende erste Teil gibt eine Übersicht des Sammlungsbestandes und behandelt detaillierter die drei Arten *Myotis myotis*, *Pipistrellus pipistrellus* und *P. nathusii*.

2. Material und Methode

Die Untersuchung befaßt sich mit den Arten der mitteleuropäischen Fauna. Der früheste Fund einheimischer Fledermäuse der LNK geht auf das Jahr 1887 zurück. Es handelt sich dabei um ein *Plecotus auritus*-Weibchen, das die LNK-Sammlungsnummer 672 trägt. 1978 umfaßte die Museumskollektion 43 Exemplare von 11 Arten, darunter beide Hufeisennasen und die Große Bartfledermaus. Ab 1979 hat die Sammelintensität zugenommen, wodurch die Kollektion bis Ende 1988 um 694 Funde erweitert werden konnte. Dieses neuere Material (1979–1988) stammt ausschließlich aus Nordbaden (entspricht dem Regierungsbezirk Karlsruhe). Es wurde teilweise präpariert, neu etikettiert, konserviert und wissenschaftlich ausgewertet. Zur Nachbestimmung wurden verschiedene Körper- und Schädelmaße ermittelt sowie charakteristische Gebißmerkmale überprüft.

Sammelverfahren, Konservierung und Katalogisierung
 Der Hauptteil der Funde geht auf die Sammeltätigkeit der Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden (M. BRAUN) und deren ehrenamtliche Mitarbeiter im Rahmen von Maßnahmen zum Fledermausschutz zurück. An dieser Stelle möchten wir all jenen danken, die mithalfen, das Material für diese Untersuchung zu sammeln.

Weitaus die meisten Exemplare konnten bei regelmäßigen Quartierkontrollen in Gebäuden aufgesammelt werden, wobei der größte Anteil der toten Fledermäuse durch die trockene, warme Luft in den Quartieren (hauptsächlich Dachstühle) bereits mumifiziert war. Die Mumien wurden mit einer Feldnummer und den Fundangaben versehen einzeln in Plastiktüten aufbewahrt und bis zur weiteren Bearbeitung in einem kühlen, trockenen Raum gelagert. Frischtot aufgefundene Fledermäuse wurden in 75 %igem Alkohol fixiert oder in Alufolie verpackt eingefroren.

Von den zahlreichen verletzten oder kranken Fledermäusen, die von der Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden in Pflege genommen wurden, starben mehrere Tiere (BRAUN 1985). Diese wurden ebenfalls eingefroren und z. T. zur Rückstandsanalyse an das Tierhygienische Institut Freiburg gegeben (vgl. BRAUN 1986). Die Köpfe dieser Tiere verblieben als Naßmaterial in den Landessammlungen für Naturkunde.

Artbestimmung und Meßtechnik

Zur Überprüfung der Artzugehörigkeit wurden folgende Bestimmungsschlüssel für europäische Microchiropteren herangezogen: ANDĚRA & HORÁČEK 1982, BRINK 1975, BROHMER 1969, GÖRNER & HACKETHAL 1987, HARRISON 1951, KÖNIG 1959, SCHOBER & GRIMMBERGER 1987, STEBBINGS 1977, STRESEMANN 1985.

Ausgewachsene Exemplare der meisten einheimischen Fledermausarten sind anhand äußerer Körpermerkmale gut zu bestimmen. Dazu werden u. a. Länge des Unterarms, Daumens und Hinterfußes, Form und Abmessungen von Ohr und Ohrdeckel (Tragus), Kennzeichen im Bereich der Schwanzflughaut wie Ausbildung eines Sporns (Calcar), Hautlappen (Epiblema) und Haarsäume herangezogen. Die Determination nach Schädel- und Gebißmerkmalen ist bei den drei Artenpaaren *Myotis mystacinus* und *M. brandti*, *Pipistrellus pipistrellus* und *P. nathusii* sowie *Plecotus auritus* und *P. austriacus*, die sich äußerlich weitgehend gleichen, in vielen Fällen unerläßlich.

Aufgrund der besonderen Abwandlung der Vorderextremität werden bei Fledermäusen verschiedene Maße abweichend von anderen Kleinsäugetern genommen. Auch haben sich z. T. unterschiedliche Meßtechniken etabliert. Deshalb kurz zu unserer Methodik: Als Meßinstrument diente eine Schieblehre (Genauigkeit 0.1 mm). Wie in Abbildung 1 dargestellt, wurde die Unterarmlänge (UAL) einschließlich Hand- und Ellenbogengelenken vermessen. Die Länge des 5. Fingers gilt als wichtiges Maß für die Unterscheidung der beiden *Pipistrellus*-Arten. Um die Vergleichsmöglichkeit mit Literaturangaben zu wahren, wurde die Länge des 5. Fingers sowohl inclusive als auch exclusive der Handwurzel ermittelt (Abb. 1). Bei der ersten Methode wurde das Längenmaß des gestreckten 5. Fingers auf der Flügeloberseite, bei der zweiten auf der Unterseite des Flügels abgenommen.

Der vom Unterarm abgespreizte Daumen wurde ohne den kurzen Metacarpus vom proximalen Ende des Metacarpo-Phalangealgelenkes bis zur Spitze des äußeren Fingergliedes (ohne Krallen) gemessen. Bei der Fußlänge (HFL) reicht die Meßstrecke vom Hinterrand der Ferse bis zur Spitze der längsten Zehe (ohne Krallen, Abb. 1).

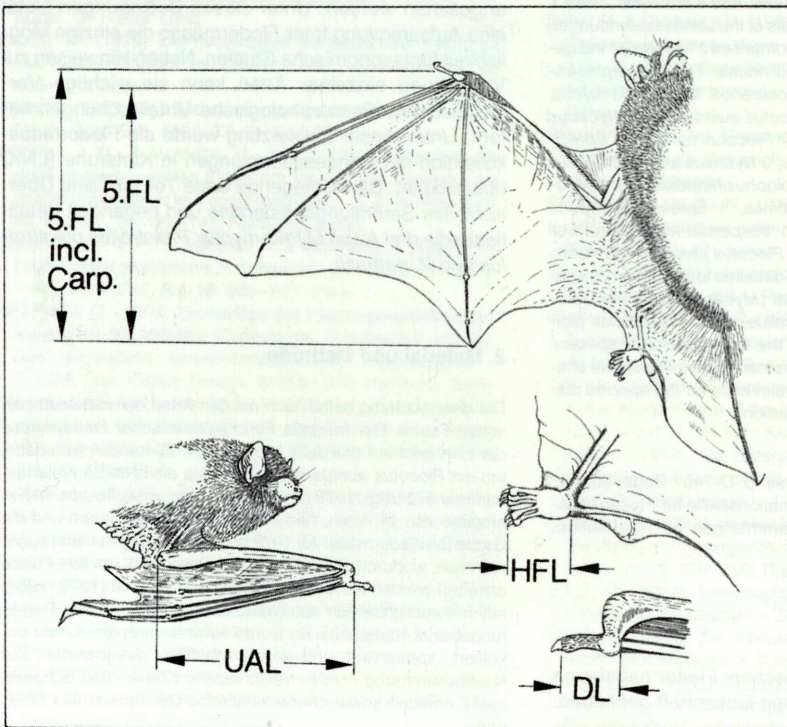


Abbildung 1. Bestimmung der Körpermaße bei Fledermäusen. Eingezeichnet sind die Meßstrecken für die Unterarmlänge (UAL), Daumenlänge (DL), Fußlänge (HFL) und die Länge des 5. Fingers mit Carpalia (5. FL incl. Carp.) und ohne Carpalia (5. FL) gemessen. Zeichnung: U. HAÜSSLER & F. WEICK.

Der Meßfehler, der der Bestimmung von Körperlängenmaßen bei der vorliegenden unterschiedlichen Konservierung des Materials (Trocken- und Naßkonservierung) und mehrjähriger Konservierungsdauer in Form von Schrumpfungen anhaftet, wurde nicht berücksichtigt. Insbesondere bei Jungtieren ist mit größeren Veränderungen der Werte zu rechnen. Durch ihren hohen Wassergehalt schrumpfen nicht voll ossifizierte Skeletteile besonders stark. Dies führt bei Mumien juveniler Tiere u. a. zu einer deutlichen Verformung der distalen Radiusdiaphyse und dadurch zu einer Reduzierung des Unterarmmeßwertes.

Craniometrische Bestimmungen wurden vor allem bei den zwei *Pipistrellus*-Arten, *P. pipistrellus* und *P. nathusii*, an zahlreichen Individuen vorgenommen. Es wurden drei Maße ermittelt: die Condylbasallänge (CBL), die Mandibellänge (ML) und die Gaumenbreite auf Höhe des letzten Molaren (M3M3). Diese Meßdistanzen sind Abbildung 2 zu entnehmen. Für die Bestimmung der CBL werden die Hinterränder der Chondylen und der Vorderrand des Praemaxillare als Meßpunkte genommen. Die Länge des Unterkiefers (ML) entspricht der Strecke vom Infraorbitale zum hinteren Rand des Gelenkfortsatzes (Condylus) der Mandibel.

Zahnmerkmale wurden unter Benutzung eines Binokulars überprüft (s. u.). Die Bezifferung der einzelnen Zähne erfolgte unter Berücksichtigung der Homologisierung zum Urplazentaliergebiss nach MILLER (1907), derzufolge bei Vertretern der Vespertilioniden neben einem generellen Verlust der P1 sup. und inf. auch die P3 und P2 sup. wegfallen können.

Altersbestimmung

Soweit möglich wurden die Funde den Altersklassen neonat

(neugeboren), juvenil (heranwachsend), subadult (ausgewachsene Tiere im ersten Lebensjahr) und adult (ausgewachsen und geschlechtsreif) zugeordnet. Als Kriterien für das erreichte Lebensalter dienten dabei der Zustand der Bezahnung, der Grad der Skelettverknöcherung und in Einzelfällen die Fellfärbung. Da ältere Juvenile bereits die vollständige Bezahnung entwickelt haben, ist der Besitz des Permanentgebisses als Kriterium für das Erreichen des Adultstadiums nicht geeignet. Nach KLEIMAN (1969) ist bei *P. pipistrellus* im Alter von 31 Tagen das Dauergebiss voll ausgebildet, das körperliche Wachstum kommt erst nach 3 Monaten zum Abschluß. Eine deutliche Zahnabnutzung läßt jedoch die Einstufung als Adulttier zu.

Juvenile Tiere sind sicher an Knorpelfugen zwischen Dia- und Epiphysen des Handskeletts zu erkennen. Sind sie noch voll im Wachstum begriffen, so weisen die Gelenkzonen deutliche Anschwellungen im noch nicht verknöcherten Bereich auf. Im Laufe der Jugendentwicklung wird der Knorpel durch peri- und endochondrale Ossifikationsvorgänge bis auf die schmale Epiphysenfuge reduziert, von der das weitere Längenwachstum ausgeht. Auch wenn bei subadulten Tieren das Längenwachstum in der Regel weitgehend abgeschlossen ist, besitzen die Metacarpo-Phalangealgelenke dieser Altersklasse, die bei den einheimischen Fledermausarten etwa ab dem dritten Lebensmonat erreicht ist, noch eine charakteristische, von der der adulten Tiere abweichende Form (STEGEMAN 1956, DAVIS 1969, KUNZ & ANTHONY 1982). Während die Fingergelenke adulter Fledermäuse einem kompakten Knoten ähneln, zeigen die der subadulten eine allmähliche Verdickung der Diaphysen zum Gelenk hin.

Für verschiedene Vespertilionidenarten konnte inzwischen

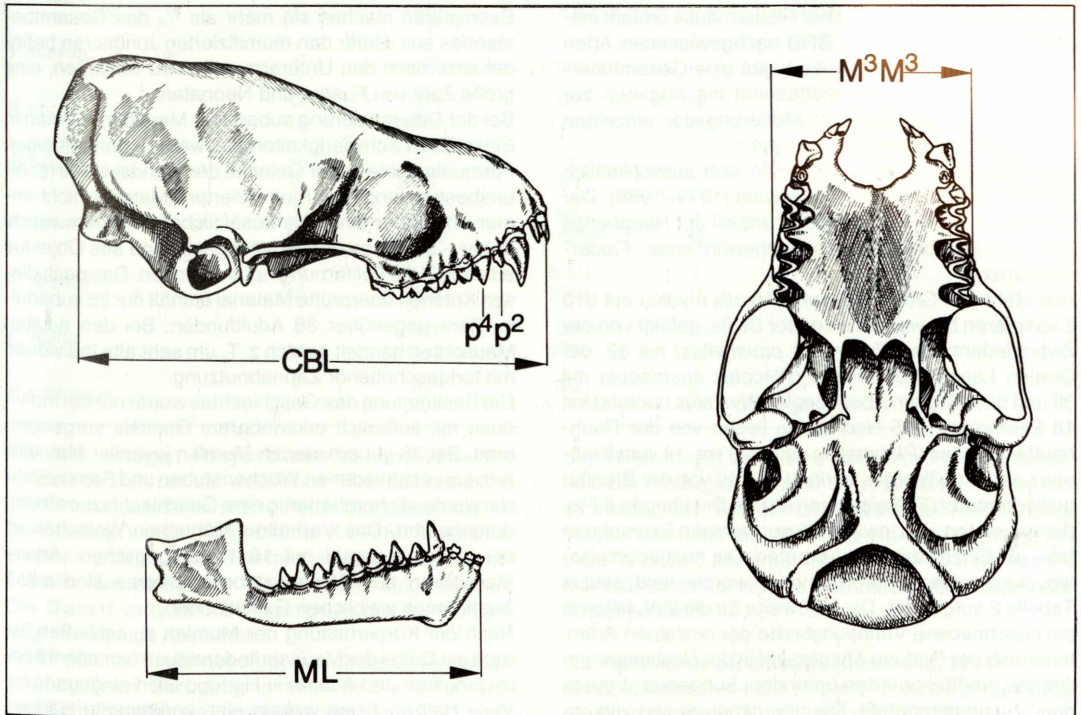


Abbildung 2. Bestimmung der Schädelmaße bei Fledermäusen. Eingezeichnet sind die Meßstrecken für die Condylbasallänge (CBL), Mandibellänge (ML) und die Gaumenbreite auf der Höhe des letzten Molaren M3M3 sup. (hier bei *P. nathusii*). Alle weiteren Zeichnungen: F. WEICK.

nachgewiesen werden, daß ein wechselnder Anteil des weiblichen Nachwuchses bereits im Alter von einem Jahr zur Fortpflanzung kommt (RACEY 1974, HAENSEL 1980, HORÁČEK 1985). Die Geschlechtsreife (Östrus) kann schon im Herbst des ersten Lebensjahres erreicht werden. Bei unserem Material war keine genaue Überprüfung der Gonadenentwicklung möglich. Ausgewachsene Weibchen, deren Handskelett noch nicht die Ausdifferenzierung der adulten Fledermäuse zeigt, werden generell als subadult eingestuft.

Auch aus der Fellfärbung können Rückschlüsse auf das Alter der Fledermäuse gezogen werden. Ausgewachsene Jungtiere sind bei vielen Arten dunkler gefärbt als die adulten Tiere, die im Sommerhaarkleid häufig rötlich-braune Farbtöne aufweisen. Mitteleuropäische Vespertilioniden wechseln einmal im Jahr während der Sommermonate das Haarkleid. Bei einigen Arten konnte gezeigt werden, daß der Haarwechsel der Männchen (Juni–Juli) dem der Weibchen (Juli–August) vorausgeht (MAZÁK 1965, HEISE 1982). Dem frisch gewechselten Fell der adulten Tiere fehlen noch die rötlich-braunen Farbtöne, die erst durch die Haaralterung entstehen. Es ist nach MAZÁK (1965) nicht von dem der subadulten Individuen zu unterscheiden. Beim Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) sind aufgrund des geschlechtsspezifischen Zeitpunktes des Fellwechsels noch im Frühjahr Unterschiede in der Fellfärbung von Weibchen und Männchen zu erkennen (eigene Beob. HAUSSLER).

3. Ergebnisse

3.1 Sammlungsbestand

Die Sammlung einheimischer Fledermäuse umfaßt insgesamt 17 der 22 für die BRD nachgewiesenen Arten mit 737 Exemplaren. Tabelle 1 gibt eine Gesamtübersicht über den Sammlungsbestand mit Angaben zur Geschlechts- und Altersstrukturierung der einzelnen Arten und zur Konservierungsform.

Die folgenden Angaben beziehen sich ausschließlich auf den neueren Teil der Sammlung (1979–1988). Der Sammelmethode entsprechend entfällt der Hauptanteil dieser Kollektion auf gebäudebewohnende Fledermausarten.

Hier steht das Große Mausohr (*Myotis myotis*) mit 510 Exemplaren bei weitem an erster Stelle, gefolgt von der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 62, der Grauen Langohrfledermaus (*Plecotus austriacus*) mit 39 und dem Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) mit 18 Exemplaren. 15 Nachweise liegen von der Raufhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) vor, 14 vom Braunen Langohr (*Plecotus auritus*) und 10 von der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Die übrigen 8 Fledermausarten sind jeweils mit nur wenigen Exemplaren oder als Einzelnachweis vertreten. Die metrischen Daten, die an diesen Tieren erhoben worden sind, sind in Tabelle 2 aufgelistet. Die Meßwerte für die UAL fallen in die beschriebene Variationsbreite der einzelnen Arten. Innerhalb der Gattung *Myotis* sind in der Bestimmungsliteratur großfüßige Arten unter dem Subgenus „Leuconoe“ zusammengefaßt. Die überdimensioniert wirkenden Füße dieser „Wasserfledermäuse“ sind möglicherweise als Anpassung an den spezialisierten Beutefang zu sehen: Auf der Wasseroberfläche befindliche

(schlüpfende?) Insekten können mit den Füßen ergriffen werden (KALKO & SCHNITZLER 1989). Genaue Angaben der Fuß- wie auch der korrelierten Daumenlänge einheimischer *Myotis*-Arten sind in der Literatur kaum zu finden. Da diese Maße im Lauf der Ontogenese nur wenig an Länge zulegen und schnell zum Wachstumsabschluß kommen (SIGMUND 1964) sollten sie auch weniger stark variieren als die Elemente des Flugapparates. Gegen ihre Verwendung als Bestimmungsmerkmal spricht jedoch die ungünstige Relation von Meßgröße und -genauigkeit.

3.2 *Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797)

Das bearbeitete *M. myotis*-Material besteht aus 510 Exemplaren, die zum überwiegenden Teil als natürlich mumifiziertes Trockenmaterial vorliegen (458 Exemplare). Rund ein Drittel dieser Mumien befindet sich in einem guten Erhaltungszustand. Viele Exemplare sind jedoch in teilweise weit fortgeschrittenem Verwesungszustand eingetrocknet oder durch Insektenfraß zerstört, wodurch oft lediglich das Skelett als verwertbarer Bestandteil bleibt. Von 15 Großmausohren liegen ausschließlich Schädel vor.

37 Individuen sind in Alkohol konserviert, wobei in sechs Fällen nur die Köpfe vorhanden sind.

Die Alterszusammensetzung der Mausohrfledermäuse weist eine klare Dominanz juveniler Tiere auf. Mit 398 Exemplaren machen sie mehr als $\frac{3}{4}$ des Gesamtbestandes aus. Unter den mumifizierten Jungtieren befindet sich, nach den Unterarmmaßen zu schließen, eine große Zahl von Foeten und Neonaten.

Bei der Differenzierung subadulter Mausohren treten in Einzelfällen Schwierigkeiten auf, weil die geringfügigen Formunterschiede der Gelenke des Handskeletts (s. Altersbestimmung) bei mumifiziertem Material nicht immer erkennbar sind. Als zusätzliches Kriterium wurde daher – sofern es der Erhaltungszustand des Objektes erlaubte – die Fellfärbung herangezogen. Das nach diesen Kriterien überprüfte Material enthält nur 26 subadulte Tiere gegenüber 86 Adultfunden. Bei den adulten Mausohren handelt es sich z. T. um sehr alte Individuen mit fortgeschrittener Zahnabnutzung.

Die Bestimmung des Geschlechtes wurde nur bei Individuen mit äußerlich erkennbarem Genitale vorgenommen. Bei 35 gut erhaltenen Mumien juveniler Mausohren aus verschiedenen Wochenstuben und Sammellahren wurde stichprobenartig eine Geschlechtszuordnung durchgeführt. Das Verhältnis Männchen/Weibchen ist bei dieser Auswahl mit 18:17 ausgeglichen. Adulte Mausohren aus Wochenstubenquartieren sind mit 2 Ausnahmen weiblichen Geschlechts.

Nach der Körperhaltung der Mumien zu schließen, ist rund ein Drittel der Mausohrfledermäuse (vor allem ältere Jungtiere und Adulte) in Hangposition eingegangen. Viele Halbwüchsige weisen eine verkrampfte Haltung auf. Bei einigen Tieren sind äußere Verletzungen festzustellen, so ein Armbruch mit Heilungstendenz bei einem nahezu ausgewachsenen Exemplar.

Tabelle 1. Gesamtbestand der Sammlung. Nicht aufgeführt sind *Pipistrellus*- und *Plecotus*-Jungtiere, deren Artzugehörigkeit nicht festgestellt werden konnte. Obere Zeile Daten der Funde vor 1979, untere Zeile ab 1979.

Art	Anzahl	ad./juv.	♂/♀/unbest.	Alk.	Mumie	Balg	Schädel
<i>R. ferrum-equinum</i>	1	1/0	0/1	1			
<i>R. hipposideros</i>	3	2/1	2/1	3			
<i>M. myotis</i>	6 510	6/0 107/403	4/2 24/20/466	6 37	457		16
<i>M. bechsteini</i>	1 3	1/0 3/0	0/1 2/1	1 3			
<i>M. nattereri</i>	3	3/0	2/0/1	2	1		1
<i>M. daubentoni</i>	2	— 1/1?	— 1/1	2	—		
<i>M. brandti</i>	1 2	1/0 2/0	0/1 1/1	1 2	—		—
<i>M. mystacinus</i>	2	— 2/0	— 2/0	2	—	—	
<i>E. serotinus</i>	1 10	1/0 4/6	1/0 6/2/2	1	— 10		1
<i>E. nilssoni</i>	1	— 1/0	— 1/0		—	—	1
<i>V. murinus</i>	1	— 1/0	— 0/1			1	1
<i>N. noctula</i>	12 18	12/0 18/0	5/7 4/5/9	12 16	— 2	—	1
<i>N. leisleri</i>	3	— 3/0	— 1/2	1	2		2
<i>P. pipistrellus</i>	3 62	3/0 50/12	2/1 31/27/4	3 55	— 6	—	— 3
<i>P. nathusii</i>	10 15	10/0 15/0	8/1/1 7/7/1	9 11	2	1	1 1
<i>P. auritus</i>	3 14	3/0 12/2	2/1 5/2/7	3 3	— 11		— 3
<i>P. austriacus</i>	2 39	2/0 35/4	0/2 10/11/18	2 17	21		3

Bei dem einzigen Ringfund der Mausohr-Kollektion handelt es sich um ein weibliches Tier, das am 21. 6. 1952 in der Jesuitenkirche in Heidelberg durch die AG ISSEL beringt wurde (Ringnummer X 3456). Dieses Exemplar wurde nahezu skelettiert am 6. 11. 1981 in der katholischen Kirche von Sandhausen aufgesammelt. Die Distanz zwischen Beringungsort und Fundort beträgt nur wenige Kilometer.

An 67 adulten Großmausohren wurde die Unterarmlänge vermessen. Sie beträgt im Mittel $59,8 \pm 2,1$ mm mit den Extremwerten 64,2 und 55,1 mm.

In Abbildung 3, unten, ist die Verteilung der Totfunde auf die Unterarm-längen-Klassen dargestellt. Die Mortalitätsrate (d.h. Anzahl der Totfunde pro Längenklasse

des Unterarmes) zeigt eine deutliche Altersabhängigkeit. Ein Anstieg ist ab einer Unterarm-länge von 40 mm zu beobachten. Bei normalem Wachstum hätten junge Mausohren dann ein Alter von 10–15 Tagen erreicht (Abb. 3 oben). Ab einer UAL von 50 mm erreicht die Mortalitätsrate ein Niveau, das bis zu den Adultmaßen bestehen bleibt.

3.3 *Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER, 1774)

Mit 62 Exemplaren stellt *P. pipistrellus* die zweithäufigste Art in der neuen Sammlung (1979–1988) dar. Es liegen 44 komplette Fledermäuse, 2 schädleextrahierte Exemplare sowie 9 teilpräparierte Schädel (incl. Kopfhaut) als Naßmaterial in Alkohol konserviert vor. Das

Tabelle 2. Daten der Fledermäuse, die in der Sammlung mit wenigen Exemplaren vertreten sind (Alk. = Alkoholmaterial, S = Schädel).

Art	LNK	Sex.	Alt.	Konserv.	UAL	DL	HFL	CBL
<i>M. bechsteini</i>	12084	♂	ad	Alk.	38,0	8,2	10,0	
	12083	♀	ad	Alk.	41,8	8,1	11,0	
<i>M. nattereri</i>	12077	♂	sad	Alk.	37,2	6,0	8,8	
	12867	?	ad	Mumie	37,8			
	15083	♂	ad	Alk.	37,7	6,1	9,3	
<i>M. daubentoni</i>	11082	♂	juv?	Alk.	38,4	5,8	10,1	
	15084	♀	ad	Alk.	36,9	6,0	10,1	
<i>M. mystacinus</i>	13296	♂	ad	Alk.	33,3		7,5	
	13298	♂	ad	Alk.	34,0	4,5	7,6	13,2
<i>M. brandti</i>	13297	♂	ad	Kopf/Alk.				
	13299	♀	ad	Kopf/Alk.				
<i>E. nilssoni</i>	12880	♂	ad	Balg/S	38,2			15,0
<i>V. murinus</i>	11870	♀	ad	Balg/S	45,7			16,2
<i>N. leisleri</i>	12868	♀	ad	Mumie/S	43,8			15,5
	12869	♀	sad	Mumie/S	41,7			
	15086	♂	sad	Alk.	41,9	5,0	7,9	

Trockenmaterial umfaßt 6 natürlich mumifizierte Tiere und 3 Schädelpräparate. Bei 51 der 62 Zwergfledermäuse handelt es sich um ausgewachsene Individuen (subadulte und adulte), 11 sind Jungtiere verschiedener Entwicklungsstufen. 1 neonates Exemplar und 1 Foetus werden zusammen mit den Muttertieren aufbewahrt (LNK 12876, 13279). Einige adulte Sammlungsexemplare (LNK 13268, 13277, 13291) zeigen eine weit fortgeschrittene Abnutzung der Zähne, wobei die Molaren teilweise bis auf das Cingulum abgekaut und die 3gliedrigen Kronenränder der unteren Incisiven vollkommen abgeschliffen sind. Bei einigen Fledermausarten wird der Grad der Zahnabnutzung als Bestimmungsmethode für das Lebensalter der Tiere verwendet (ANTHONY 1988). Eine Abschätzung des Alters der vorliegenden *Pipistrellus*-Individuen ist schwierig, weil für diese Art Vergleichsdaten fehlen. Nach Angaben von HÜRKA (1988) und SCHÖBER & GRIMMBERGER (1987) kann *P. pipistrellus* ein Lebensalter von 10 bzw. 16 Jahren erreichen.

Der Anteil subadulte Zwergfledermäuse beträgt 20 Tiere. Dies spiegelt jedoch nicht die tatsächliche Fundhäufigkeit wider, sondern ist auf eine einzelne Serie zurückzuführen, die neben 15 subadulten Fledermäusen nur ein adultes Männchen umfaßt (LNK 13245–13260). Diese Zwergfledermäuse stellen einen Teil einer Invasionsgesellschaft dar, die sich am 28. 8. 1984 in einer Wohnung in Baden-Baden bildete. Zunächst wurden dort 71 Tiere angetroffen, die durch ein offenes Oberfenster eingedrungen waren (mündl. Mitt. D. MÜLLER). Die meisten hingen in Trauben zu ca. 10 Individuen in den Vorhangsfalten und wurden durchs Fenster freigelassen; 11 hatten sich in den Maschen der Gardinen stranguliert. Am 31. 8. 1984 hatten sich an gleicher Stelle erneut 41 Zwergfledermäuse angesammelt, von de-

nen 5 nicht überlebten. Das Körpergewicht der Tiere lag zwischen 3,5 und 5,5 g, bei einem Durchschnittswert von $4,3 \pm 0,5$ g. Geschlecht und Alter der Zwergfledermäuse wurde nicht festgestellt. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei 15 der 16 Zwergfledermäuse, die aus dieser Massenansammlung in die Sammlung eingingen, um subadulte, etwa vierteljährige Individuen, die die Körperdimensionen der adulten erreicht haben. Bis auf 2 Tiere sind sie männlichen Geschlechts.

Die mittlere Unterarmlänge dieser jungen Männchen übertrifft das Mittel über alle adulten Männchen der Sammlung geringfügig (um 0,5 mm). Das einzige adulte Zwergfledermaus-Männchen der Serie weist entwickelte Hoden (Maße ca. 2×4 mm) und mit Spermien gefüllte Nebenhoden auf.

Masseneinflüge von Zwergfledermäusen in Gebäude, die dort zu kurzfristigen (einige Tage andauernden) Ansammlungen von bis zu 800 Tieren führen, werden in der Zeit von Mitte August bis Anfang September mit großer Regelmäßigkeit beobachtet (GRUMMT & HAENSEL 1966, HÜRKA 1966, ROERT 1979). Trotz der Häufigkeit des Phänomens ist seine biologische Bedeutung noch nicht bekannt. Auffallend bei solchen sogenannten Invasionen ist der hohe Anteil an jungen, gerade ausgewachsenen Tieren (GRUMMT & HAENSEL 1966), was sich auch in unserem Fall bestätigt. Aus der Tatsache, daß meistens auch einige adulte Tiere in einer solchen Invasionsgesellschaft festgestellt werden können, die in dieser Phase noch geschlechtlich aktiv sind und demzufolge wohl auch die arttypischen Balzrufe und Paarungslaute äußern, läßt vermuten, daß die Jungtierschwärme akustisch angelockt werden. Dadurch wird der bei der Auflösung der Wochenstuben aufgegebenen Kontakt zwischen adulten und jungerwachsenen Fledermäusen wiederhergestellt, was die Weitergabe von Quartierkenntnis ermöglicht. Nach Beringungsergebnissen nehmen an den Massenansammlungen fast nur Tiere aus der näheren Umgebung teil (GRUMMT & HAENSEL 1966, HÜRKA 1966, GRIMMBERGER & BORK 1978).

Daß besonders junge Fledermäuse stark von arteigenen Lauten angezogen werden, wird auch von anderen Arten berichtet. GEBHARD (mündl.) kann große Mengen sub- oder jungadulter Abendsegler abfangen, die durch ein einziges balzrufendes Männchen angelockt werden. Die Lockwirkung arteigener Laute wurde im Labor bei Molossiden unterschiedlichen Alters geprüft (*Molossus molossus*, *Molossus ater*: Molossidae, eigene Beob. HAÜSSLER). Dabei war offensichtlich, daß die Attraktion, die von der akustischen Kommunikation ausging, in Abhängigkeit von der jeweiligen Haltungssituation variierte. Einzelgehaltene Tiere und solche, die aus der gewohnten Umgebung genommen wurden, reagierten besonders stark.

Es ist nicht auszuschließen, daß es in den Invasionsquartieren auch zur Begattung diesjähriger Weibchen kommt. Die Annahme, den Invasionen von Zwergfledermäusen könnte die Funktion einer zweiten Fortpflanzungsstrategie in Form einer Massenbalz zukommen,

wird verschiedentlich diskutiert (SCHMIDT 1985, HELVERSEN et al. 1987). Zumindest die subadulten männlichen Tiere, die noch keine oder nur geringe Gonadenentwicklung zeigen, können aber wohl kaum in die sexuellen Aktivitäten der Adulttiere miteinbezogen sein.

10 der 11 Jungtiere der Kollektion wurden innerhalb von 3 Wochen zwischen dem 25. 6. und 18. 7. geschwächt

oder frischtot in der Nähe der Wochenstuben gesammelt. In diesen Zeitraum fällt die kritische Phase der ersten Flüge bis hin zur Selbständigkeit der Jungtiere und Auflösung der Wochenstuben (HÜRKA 1966, RACEY & SWIFT 1985). Daß dieses Lebensalter durch eine besonders hohe Mortalität gekennzeichnet ist, ist anzunehmen, läßt sich aber anhand unserer Funde nicht be-

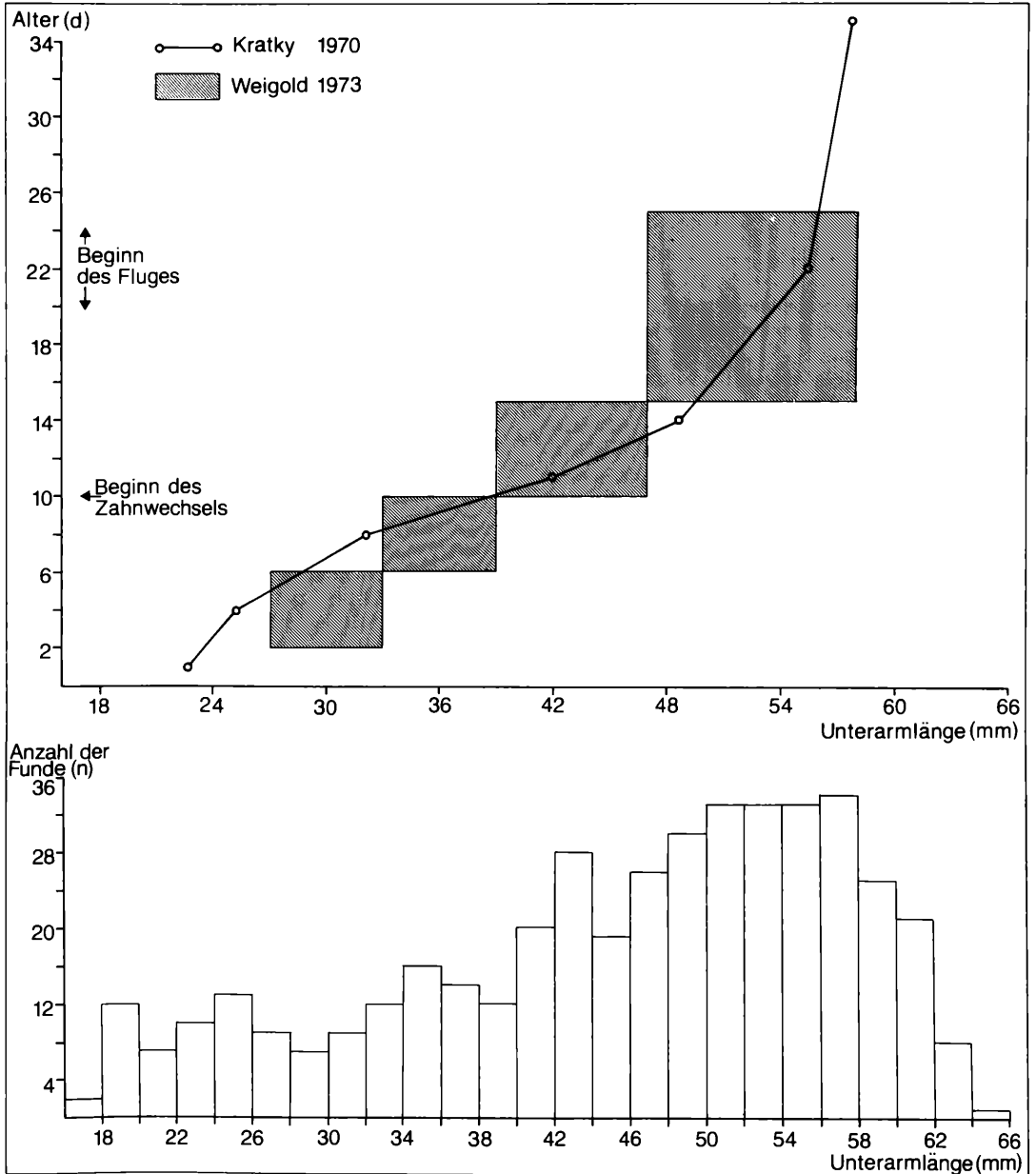


Abbildung 3. Oben Längenentwicklung des Unterarmes beim Großen Mausohr aus KRÁTKÝ (1970) und WEIGOLD (1973). Unten: Verteilung der Totfunde auf die Unterarmlängen-Klassen. Bei den Totfunden mit UAL unter 22 mm dürfte es sich zum großen Teil um nicht voll ausgetragene Jungtiere handeln.

Tabelle 3. Körpermaße (UAL, 5. FL. u. DL) von *Pipistrellus pipistrellus* und *Pipistrellus nathusii*. Mittelwert \pm Standardabweichung und Extremwerte.

Maße	<i>P. pipistrellus</i>		<i>P. nathusii</i>	
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
UAL (mm)	29,1 – 32,2 30,8 \pm 0,75	30,0 – 34,0 31,8 \pm 1,2	31,6 – 34,0 32,9 \pm 1,0	33,5 – 34,9 34,1 \pm 0,6
Anzahl	22	16	4	4
5. Finger (mm) (excl. Carp.)	36,9 – 40,2 38,6 \pm 0,9	37,4 – 41,6 39,2 \pm 1,3	41,4 – 42,2 41,8	42,6 – 43,9 43,1 \pm 0,7
Anzahl	22	14	2	4
5. Finger (mm) (incl. Carp.)	38,3 – 41,2 39,8 \pm 0,8	38,5 – 42,0 40,6 \pm 1,4	43,2 – 44,0 43,6	44,2 – 46,2 45,1 \pm 0,8
Anzahl	22	14	2	4
L. (mm)	4,0 – 4,5 4,2 \pm 0,1	4,0 – 4,6 4,4 \pm 0,2	4,7 – 4,8 4,75	4,6 – 4,7 4,65 \pm 0,1
Anzahl	21	14	2	4

legen, da die Wochenstuben nicht zugänglich sind und demzufolge im Quartier verstorbene jüngere Tiere unberücksichtigt bleiben.

Insgesamt wurde bei 58 Tieren die Geschlechtszugehörigkeit festgestellt. Das ausgewogene Verhältnis von 31 Männchen-Funden zu 27 Weibchen dürfte zwar annähernd das natürliche Geschlechterverhältnis wiedergeben. Bedingt durch die Art der Sammeltätigkeit und den geringeren Stichprobenumfang können jedoch diese Daten weder als direkte Widerspiegelung des tatsächlichen Männchen/Weibchen-Verhältnisses in der Population, noch als aussagekräftiger Hinweis auf eine übers Jahr ausgeglichene Mortalität bei *Pipistrellus pipistrellus* gewertet werden.

Zu den Fundangaben ist zu bemerken, daß insgesamt 6 Tiere in den Monaten Januar und Februar außerhalb des Winterquartieres aufgesammelt wurden. Diese hatten sich meist in Gebäuden verfliegen oder lagen entkräftet am Boden.

Zwergfledermäuse überwintern oft an thermisch wenig geschützten Orten wie in Mauerspalt und hinter Holzverkleidungen (HÜRKA 1966, GRIMMBERGER & BORK 1978). Strenge Frostperioden veranlassen die Tiere, solche Quartiere zu verlassen, um sich klimatisch günstigere Überwinterungsmöglichkeiten zu suchen. Auch bei mildem Winterwetter unterbrechen Zwergfledermäuse häufig den Winterschlaf und wechseln das Quartier. Nicht selten führen sie mitten im Winter Nahrungsflüge durch (AVERY 1983). Durch solche in die Winterschlafphase eingestreuten Phasen der Aktivität erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, Zwergfledermäuse außerhalb des Quartiers zu finden.

Körpermaße

Die Unterarmlänge der 40 vermessenen Individuen liegt zwischen den Extremwerten von 29,1 und 34,0 mm; sie beträgt im Mittel $31,3 \pm 1,0$ mm. Dabei treten geschlechtsspezifische Unterschiede auf: Die Länge des Antebrachiums der 22 männlichen Zwergfledermäuse

ist durchschnittlich um 1 mm geringer als die der 16 untersuchten Weibchen (Tab. 3). Die in Abbildung 4, links, dargestellten Einzelwerte lassen trotz großer Streuung der Werte diesen Dimorphismus ebenfalls erkennen. Bei den Unterarmmäßen der weiblichen Zwergfledermäuse zeigt sich eine Tendenz zum bimodalen Verteilungsmuster mit einer Aussparung mittlerer Maße, was jedoch nicht mit den beiden Altersklassen korrespondiert. Die Weibchen, auf die das Cluster der „untermaßigen“ Werte zurückgeht, sind zur Hälfte adult. Zwei von ihnen (LNK 12876 und 12993) sind in hochgravidem Zustand tot aufgesammelt worden. Die Länge des 5. Fingers (excl. Carpalia gemessen) der vermessenen 36 Zwergfledermäuse zeigt bei einem Gesamtmittel (\bar{x}) von $38,8 \pm 1,1$ mm eine Variationsbreite von 36,9 bis 41,6 mm. Auch bei diesem Maß finden sich bei *P. pipistrellus* geschlechtsspezifische Differenzen (Tab. 3). Die nach einem alternativen Meßverfahren inclusive Carpalia ermittelten Werte sind zum Vergleich angegeben.

Im Gegensatz zu der Unterarmlänge zeigt die Verteilung der Längenmaße des 5. Fingers bei den *Pipistrellus*-Weibchen eine Altersabhängigkeit (Abb. 5 links). Der Mittelwert der 5 subadulten Weibchen bleibt mit 38,1 mm deutlich unter dem der 9 adulten (39,8 mm) Meßwerte unter 39 mm sind mit einer Ausnahme nur bei subadulten Tieren gefunden worden. Bei den Männchen ist die durchschnittliche Länge des 5. Fingers beider Altersklassen praktisch identisch (15 Männchen subad $\bar{x} = 38,6$ mm, 7 Männchen ad. $\bar{x} = 38,4$ mm). In beiden Geschlechtern weist jedoch die Relation von Unterarmlänge zur Länge des 5. Fingers derselben Tiere eine gleichartige Altersabhängigkeit auf. Sie beträgt bei subadulten Männchen und Weibchen $0,801 \pm 0,018$ bzw. $0,814 \pm 0,018$ gegenüber $0,793 \pm 0,018$ bei männlichen und $8,08 \pm 0,015$ bei weiblichen Adulttieren. Abbildung 6 zeigt die Korrelation der UAL- und 5. Finger-Meßwerte.

Als weiteres Fingermaß wurde bei 35 Zwergfledermäusen die Länge des Daumens (ohne Krallen) bestimmt.

Die Werte bewegen sich zwischen 4,0 und 4,6 mm bei einem Durchschnitt von $4,3 \pm 0,2$ mm (s. Tab. 3). Auch hier weisen die Männchen im Mittel etwas geringere Werte auf ($n=21$, $\bar{x} = 4,2 \pm 0,1$ mm) als die Weibchen ($n=14$, $\bar{x} = 4,4 \pm 0,2$ mm). Die 3 adulten Weibchen, welche die maximale Daumenlänge von 4,6 mm erreichen, sind dieselben Individuen, die bei den bereits angeführten Maßen Höchstwerte haben.

Schädelmaße

An 12 Zwergfledermäusen wurde die Condylbasallänge des Schädels gemessen (CBL, s. Meßtechnik). Aufgrund des geringen Datenumfanges sind hier die Werte nicht nach dem Geschlecht der Individuen aufgeschlüsselt. Der Gesamtmittelwert der CBL beträgt $11,4 \pm 0,3$ mm bei einer Variationsbreite von 11,0 bis 11,9 mm.

Die Mandibellänge (ML) von *P. pipistrellus* erreicht bei den 7 vermessenen Tieren einen Durchschnittswert von $8,4 \pm 0,3$ mm. Die Extremwerte betragen 8,0 und 8,8 mm.

Als drittes, anhand definierter Meßpunkte gut bestimmbares Schädelmaß, wurde an 15 Exemplaren die Gaumenbreite auf der Höhe der M3 sup. (M3M3 sup.) gemessen. Sie weist einen Durchschnittswert von $5,1 \pm 0,2$ mm auf. Als Minimalwert wurden 4,8, als Maximalwert 5,5 mm festgestellt.

Gebißmerkmale

Die Bezahnung von *P. pipistrellus* (Gebißformel: 2123 sup./3123 inf.) ist im wesentlichen mit der von *P. nathusii* identisch. Geringfügige Unterschiede in der Zahn-

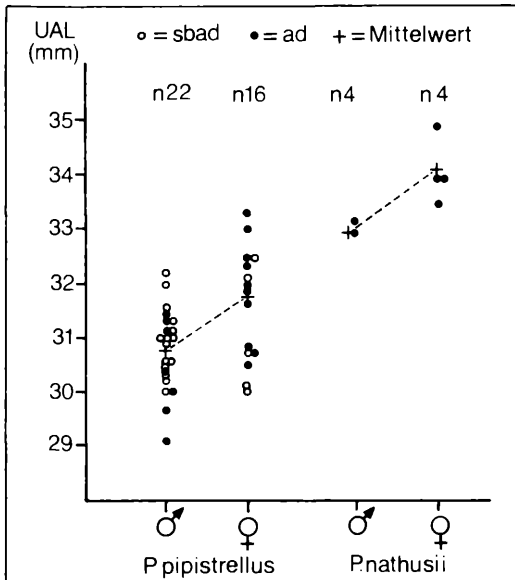


Abbildung 4. Geschlechtsspezifische Verteilung der Meßwerte der Unterarmlänge bei *Pipistrellus pipistrellus* und *Pipistrellus nathusii*.

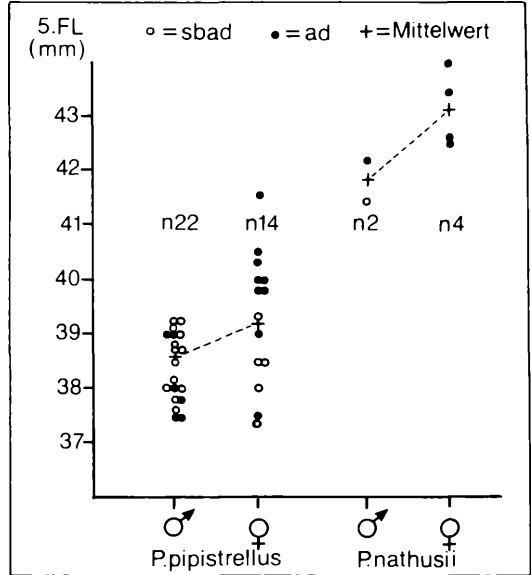


Abbildung 5. Geschlechtsspezifische Verteilung der Meßwerte des 5. Fingers (ohne Carpalia) bei *Pipistrellus pipistrellus* und *Pipistrellus nathusii*.

stellung- und -form gelten dennoch als arttrennend und können für die Bestimmung entscheidend sein.

Am Dauergebiß der beiden *Pipistrellus*-Arten wurden 4 Merkmale überprüft, deren diagnostische Bedeutung z. T. kontrovers beurteilt wird (s. GROL 1985). Es handelt sich dabei um das Größenverhältnis der beiden I sup., die Stellung der I inf., Stellung des P2 sup. bzw. dessen Sichtbarkeit bei Seitenansicht des Schädels, sowie die Form des äußeren (buccalen) Cingulums am P4 inf..

Die oberen Schneidezähne von *P. pipistrellus* (I1, I2 sup.) sind unterschiedlich geformt (Abb. 7 oben). Der stärkere I1 sup. ist bicuspid mit einer deutlichen Einbuchtung zwischen der längeren mesialen und der kürzeren distalen Spitze. Die Länge des 2. (äußeren) oberen Schneidezahns, der unicuspid ist, wird in Relation zur Länge der distalen Spitze von I1 sup. gesetzt. Von 43 überprüften Zwergfledermäusen haben 22 (51 %) äußere Schneidezähne, die deutlich kürzer sind als die distalen Spitzen der inneren Schneidezähne, bei 12 Tieren (28 %) ist dieser Unterschied minimal, in 9 (21 %) Fällen sind die I2 sup. gleich lang wie die distalen Spitzen der I1 sup..

Die unteren, sehr kleinen Schneidezähne (I1, I2, I3 inf.) sind gleichartig ausgebildet; sie besitzen dreigliedrige Zahnschneiden und verbreiterte Innencingulide. Bei *P. pipistrellus* bilden sie in der Regel eine geschlossene Zahnreihe und können dabei teilweise überlappen. Es treten jedoch gelegentlich auch Zahnlücken auf, insbesondere zwischen dem I2 und I3 inf. (s. Abb. 7 unten). Auch das hier untersuchte *P. pipistrellus*-Material ist diesbezüglich heterogen. Bei 40 der 44 untersuchten Zwergfledermäuse bilden die unteren Schneidezähne

eine geschlossene Reihe (91 %). Bei 4 Individuen weist die Zahnreihe zumindest einseitig Lücken zwischen den I2 und I3 sup. auf (9 %). Diese Lücken sind lediglich bei einem Tier (LNK 12995 Weib. ad.) in beiden Unterkieferhälfte deutlich ausgeprägt (2 %). In den übrigen 3 Fällen treten nur einseitig kleine Zwischenräume auf. Sie könnten bei den zwei betreffenden subadulten Tieren artifiziiell sein (Incisivi z. T. gelockert, Schädel nicht präpariert). Bei dem dritten Fall handelt es sich um ein sehr altes Exemplar mit gänzlich abgeschliffenen Zahnschneiden.

Die Stellung des kleinen, einfach gebauten P2 sup. zwischen dem oberen Eckzahn und dem viel größeren hinteren Prämolare P4 sup. (P1 und P3 sup. fehlen) kann beträchtlich variieren (Abb. 2 links). Im Extremfall ist er aus der Zahnreihe heraus an die linguale Seite des Caninus verschoben und dadurch in der Seitenansicht von außen gänzlich verdeckt. Auch in solchen Fällen kann ein deutliches Diastema zwischen C und P4 sup. bestehen. Mit allen Übergängen tritt auch bei *P. pipistrellus* die für *P. nathusii* als charakteristisch geltende Zahnstellung auf, bei der der P2 sup. vollständig von der Seite sichtbar ist und in der Zahnreihe steht.

Nach einer Untersuchung von VIERHAUS (1982) hat die Morphologie des P4 inf. diagnostische Bedeutung für das *Pipistrellus*-Artenpaar. Das äußere Cingulum des P4 inf. soll bei *P. pipistrellus* stets eine einfach-konvexe Form aufweisen ohne die für *P. nathusii* charakteristische Einbuchtung (Abb. 7 unten). Dies trifft bei unserem Material in jedem Fall zu (n=44).

3.4 Pipistrellus nathusii (BLASIUS & KEYSERLING, 1839)

Die Sammlung enthält 15 Rauhhauffledermäuse. Die Tiere sind in folgendem Zustand konserviert: 6 komplette Körper sowie 5 teilpräparierte Schädel (in 2 Fällen mit Kopfhaut) in Alkohol, 1 Schädel trocken, 2 natürlich mumifizierte Tiere und 1 Balg.

Bei 12 Exemplaren handelt es sich um adulte *P. nathusii*, dabei – nach der Zahnabnutzung zu schließen – ein sehr altes Tier (LNK 13000). Die übrigen 3 *P. nathusii* sind subadulte (LNK 13261) oder zumindest noch jung-erwachsene Fledermäuse (LNK 13287 und LNK 13288).

Die Hälfte der 14 auf das Geschlecht überprüften Tiere sind Männchen. Bei einer Mumie konnte das Geschlecht nicht festgestellt werden.

Die *P. nathusii*-Nachweise der Sammlung stammen aus dem Bereich der Rheinebene zwischen Mannheim und Baden-Baden. 10 Rauhhauffledermäuse sind Einzel-funde von verschiedenen Lokalitäten; 3 Tiere stammen aus Baden-Baden, davon 2 adulte Weibchen von einer gemeinsamen Fundstelle (Holzstapel). 2 Rauhhauffledermäuse wurden in Bruchsal aufgesammelt.

10 der 15 *P. nathusii*-Funde fallen auf das Winterhalbjahr. Bei den 5 in den Sommermonaten eingegangenen Exemplaren handelt es sich um 2 Mumienfunde und 3 subadulte Tiere, so daß sich aus dem Sammlungsmaterial kein Fortpflanzungshinweis für das Untersuchungsgebiet ableiten läßt.

Nachweise von Rauhhauffledermäusen in Baden-Württemberg sind insgesamt selten (KULZER et al. 1987, HELVERSEN et al. 1987). Wochenstubenfunde oder sonstige Hinweise auf Reproduktion fehlen ganz. *P. nathusii* gehört zu den Fledermausarten, die zumindest in Ost- und Mitteleuropa nachweislich großräumige Wanderungen zwischen Sommer- und Winterquartieren unternehmen (ROER 1973, HEISE 1982). In der Schweiz liegen Hinweise auf einen regelrechten Herbstzug Richtung Südwesten vor (CLAUDE 1976). Das Verbreitungsgebiet von *P. nathusii* umfaßt ganz Europa mit Ausnahme der nördlichen Teile Skandinaviens und der Britischen Inseln, von wo nur sporadische Nachweise vorliegen. Als Gebiet mit der größten Populationsdichte und damit mögliches Stammgebiet der Art geben HANAČ & GAISLER (1976) seenreiche Laubwaldgebiete des Flachlandes im südlichen und zentralen Teil Rußlands an. In Mitteleuropa nimmt die Häufigkeit von *P. nathusii* von Ost nach West ab.

Die Rauhhauffledermaus zählt zu den Arten, die bevorzugt in Spaltenquartieren (Bäume oder Gebäude) siedeln, wodurch sich die Bestandskontrolle vergleichsweise schwierig gestaltet. Nach HACKETHAL (1979) wird ihre Populationsdichte häufig unterschätzt. So sind in der DDR in Gebieten, wo *P. nathusii* künstliche Quartiere (Nistkästen) annimmt, erst in neuerer Zeit starke Populationen mit Fortpflanzungstätigkeit festgestellt worden.

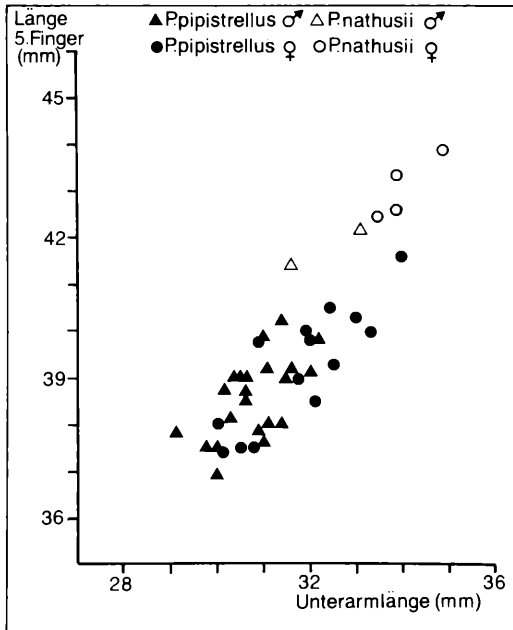


Abbildung 6. Korrelation der Unterarmlänge zur Länge des 5. Fingers (ohne Carpalia) bei *Pipistrellus pipistrellus* und *Pipistrellus nathusii*.

Metrische Daten und Gebißmerkmale

Die nordbadischen Rauhhaufledermäuse der Sammlung weisen eine durchschnittliche Unterarmlänge von $33,4 \pm 0,9$ mm ($n=9$) auf. Die Meßwerte bewegen sich dabei zwischen 31,6 und 34,9 mm. Der Minimalwert von 31,6 mm tritt bei einem subadulten Männchen auf, den Maximalwert erreicht ein adultes Weibchen. Trotz der geringen Individuenzahl lassen die Daten wie bei *P. pipistrellus* einen geschlechtsspezifischen Variationsbereich mit der Tendenz zu höheren Werten bei den Weibchen erkennen (Abb. 4 rechts, Tab. 3).

Die Länge des 5. Fingers (ohne Carpalia), gemessen an 6 Exemplaren, beträgt im Durchschnitt $42,7 \pm 0,9$ mm mit den Extremwerten 41,4 mm (subadultes Männchen) und 43,9 mm (Weibchen ad.). Die durchschnittlichen Meßwerte des 5. Fingers inclusive Carpalia liegen um ca. 2 mm höher ($44,6 \pm 1,0$ mm). Es werden Extremwerte von 43,2 und 46,2 mm erreicht (Abb. 5).

Der aus den Meßwerten von denselben 6 Tieren ermittelte Quotient aus Unterarmlänge und Länge des 5. Fingers beträgt $0,783 \pm 1,367$ und liegt damit niedriger als der Wert von *P. pipistrellus*. UAL und 5. Finger-Länge sind deutlich korreliert (Abb. 6).

Die Daumenlänge ($n=6$, ohne Krallen genommen) variiert wenig; sie liegt zwischen 4,6 und 4,8 mm und bei einem Mittelwert von $4,7 \pm 0,1$ mm.

Schädelmerkmale

Für die an 6 Schädeln gemessene CBL errechnet sich ein Durchschnittswert von $12,8 \pm 0,3$ mm. Mit Ausnahme eines sehr kleinen Wertes (12,2 mm, Männchen sbad.) liegen die CBL-Meßwerte zwischen 12,8 und 13,0 mm.

Der Unterkiefer (ML) von drei untersuchten Tieren ist im Durchschnitt 9,0 mm lang. Die Gaumenbreite auf Höhe der M3 sup. gemessen von sieben *P. nathusii* beträgt $5,6 \pm 0,2$ mm bei einer Variationsbreite von 5,3–6,0 mm.

Gebißmerkmale

Die Schneidezähne im Oberkiefer (I1, I2 sup.) haben bei *P. nathusii* eine geringfügig von *P. pipistrellus* abweichende Form und Stellung (Abb. 7). Die Einbuchtung zwischen der distalen und mesialen Spitze des bicuspiden I1 sup. erscheint nicht so akzentuiert, was vor allem durch den stärkeren und längeren mesialen Teil des Zahnes zustande kommt. Der I2 sup. ist länger und schlanker als bei *P. pipistrellus* und etwas vom I1 sup. distanziert. Bei 9 der untersuchten 12 Rauhhaufledermäuse überragt die Spitze des I2 sup. die distale Spitze des I1 sup. (in 4 Fällen deutlich, in 5 wenig), bei zwei Fledermäusen ist der I2 gleich lang wie die distale Spitze des I2 sup. Lediglich in einem Fall ist der I2 geringfügig kürzer.

Alle 11 untersuchten Exemplare (Vordergebiß bei LNK 13285 teilweise zerstört) weisen in beiden Unterkieferhälfen eine deutliche Lücke zwischen dem I2 und I3 inf. auf.

Die Position des P2 sup. ist bei 12 Tieren wie folgt auf drei Kategorien verteilt: fünfmal ist der Prämolare von der Seite ganz zu sehen, ebenfalls in 5 Fällen ist ein kleiner Teil dieses Zahns durch den Eckzahn verdeckt, und zweimal ist nur etwa die Hälfte des P2 sup. in der Seitenansicht sichtbar.

Das äußere (buccale) Cingulum des P4 inf. zeigt bei 11 der 12 überprüften Rauhhaufledermäuse eine deutliche Einbuchtung, wie von VIERHAUS (1982) als artspezifisch diskutiert.

Ein Tier, das anhand anderer Merkmale (CBL 13,0, ML 9,1, Lücke I inf.) als *P. nathusii* bestimmt wurde, hat allerdings keinerlei Anzeichen einer solchen Einbuchtung am P4 inf., sondern die für *P. pipistrellus* typische, fast quadratische Zahnform mit konvexem Außenrand und Schmelzband.

4. Diskussion

Mit wenigen Ausnahmen wurden die Mausohren der Sammlung unter Wochenstubenquartieren mit 40 bis ca. 200 Muttertieren aufgesammelt. Die Individuenstärke der Kolonien (Adulttiere) schwankt von Jahr zu Jahr z. T. erheblich. Eine direkte Beziehung zu den festgestellten Ausfällen ist dabei nicht ersichtlich.

Die Verteilung aller Totfunde auf Unterarmklassen läßt vermuten, daß sich die Mortalität während der Ontogenese ändert. Dabei dürften jedoch die Angaben bei den früh- und neugeborenen Tieren unvollständig

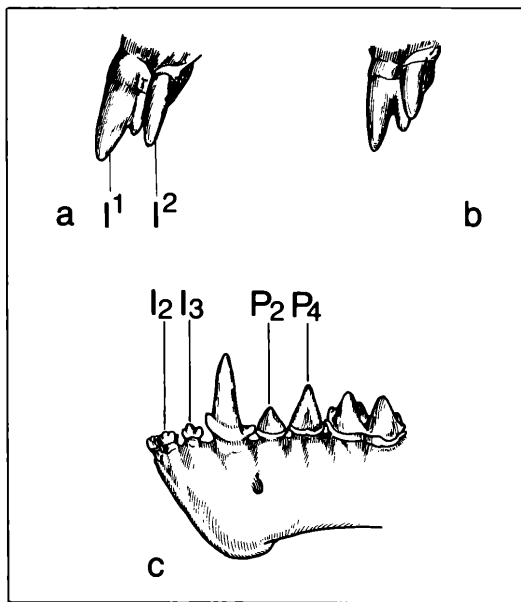


Abbildung 7 Zahnmerkmale. Größenrelation der oberen Schneidezähne bei *Pipistrellus nathusii* und *Pipistrellus pipistrellus* (a, b) Stellung der oberen Schneidezähne und Form des P4 inf. bei *Pipistrellus nathusii* (c).

sein, da deren kleine Körper durch Insektenlarven weitgehend abgebaut werden können und die oft von Kot überlagerten Überreste nur sehr schwer quantitativ abzusammeln sind. Die tatsächlichen Ausfälle in den frühen Entwicklungsstadien sind deshalb um einiges höher anzunehmen. Die starke Zunahme der Tottfunde ab einer UAL von 40 mm korreliert mit dem Alter, in dem sich die körperliche Entwicklung mit größter Geschwindigkeit vollzieht und der Zahnwechsel einsetzt (KRATKY 1970). Die aus den Daten ableitbare höhere Sterblichkeitsrate der Mausohren in diesem späten Ontogeneseabschnitt fällt in die Phase des sehr hohen Energiebedarfs der noch von den Muttertieren abhängigen Jungen über die Zeit der Entwicklung der vollen Flugfähigkeit bis hin zur Selbständigkeit.

Die Jugendmortalität wird besonders durch den Witterungsverlauf und die Ernährungssituation der Muttertiere bestimmt (EISENTRAUT 1949, ROER 1962). Durch Kälteeinbrüche gegen Ende der Tragzeit können vermehrt Fehlgeburten ausgelöst werden. Die Jungtierversluste in einzelnen Kolonien erreichen z. T. 50 % der Geburten; in manchen Jahren liegen sie jedoch mit 5–7 % erheblich niedriger (ZIMMERMANN 1962).

Nach MAZÁK (1965) vollzieht sich beim Großen Mausohr (bei allen Vespertilioniden?) mit Abschluß des körperlichen Wachstums innerhalb kurzer Zeit ein Fellwechsel zum typischen Haarkleid des subadulten Tieres. Die Färbung des Felles unterscheidet sich danach nicht wesentlich von dem des Jungtieres; es zeichnet sich jedoch durch identischen Glanz und die Haarstruktur aus, die erwachsene Mausohren nach dem jährlichen Haarwechsel im Sommer aufweisen. Im Gegensatz zu der rostbraunen Färbung der Körperoberseite und der gelblich überhauchten Bauchseite des ausgereiften Haarkleides von *M. myotis* ist für das frisch gewechselte Haarkleid eine mehr grau-braune Rückenfärbung und eine weißliche Färbung des Bauches charakteristisch. Der Fellwechsel der adulten weiblichen Tiere setzt erst um die Zeit der Auflösung der Wochenstuben ein. Demzufolge sollte es sich bei im Wochenstubenquartier aufgefundenen Fledermäusen mit frisch gewechseltem Fell um subadulte Individuen handeln.

Im Raum Nordbaden zwischen 1979 und 1988 gesammelte Zwerg- und Raauhautfledermäuse weisen Körper- und Schädelmaße auf, die im Bereich der Mittel- und Extremwerte anderer europäischer Populationen liegen (vgl. Tab. 3 und Zusammenfassung der Literaturwerte bei GROL 1985). Die durchschnittlichen Körperabmessungen der Raauhautfledermäuse übertreffen die der Zwergfledermäuse deutlich.

Die Unterarm- und 5. Finger-Längenmaße (ohne Carpalia gemessen) unseres *P. pipistrellus*-Materials variieren – wie für die Art typisch – relativ stark (29,1–34,0 bzw. 36,9–41,6 mm) und zeigen eine geschlechtsspezifische Verteilung (Abb. 4 u. 5). Dabei erreichen die Maße der Weibchen Durchschnittswerte, die die der Männchen um 1,0 mm bei der Unterarmlänge und um 0,7 bei der Länge des 5. Fingers übertreffen. Die Daten

der wenigen Raauhautfledermäuse der Sammlung weisen auf einen ähnlich deutlich ausgeprägten Sexualdimorphismus bei dieser Art hin (Tab. 3). Daß bei beiden *Pipistrellus*-Arten tatsächlich die für Vespertilioniden bezeichnenden Größenunterschiede zwischen Weibchen und Männchen auftreten, findet in der Literatur vielfache Bestätigung: für *P. pipistrellus* bei STEBBINGS 1968, SCHMIDT 1978, HACKETHAL 1983, HURKA 1988, für *P. nathusii* bei HANÁK & GAISLER 1976, BAUER & WIRTH 1979, HACKETHAL 1979, HEISE 1979, SCHMIDT 1985. HEISE (1979) kann allerdings anhand biometrischer Befunde bei adulten Zwergfledermäusen aus der Uckermark (DDR) keine eindeutigen geschlechtsspezifischen Differenzen ausmachen. Die mittlere Unterarmlänge der vermessenen Weibchen übertrifft jedoch auch hier die Werte der Männchen zumindest geringfügig (um 0,4 mm). Umfangreiche vergleichende Untersuchungen an niederländischen *Pipistrellus* (GROL 1985) brachten weder bei Zwerg-, noch bei Raauhautfledermäusen Hinweise auf die Ausbildung von Geschlechtsdifferenzen in den Körpermaßen. Dies könnte auf die Altersstrukturierung des vermessenen Materials zurückzuführen sein. Als adult wurden von GROL Tiere eingestuft, die das Permantengebiss aufweisen und denen verdickte Fingergelenke fehlen. Nach diesen Kriterien können jedoch fast ausgewachsene Exemplare nicht sicher ausgeschlossen werden (s. Altersbestimmung). Da die betreffende Studie an Museumsmaterial durchgeföhrt wurde, das wohl – wie in unserem Fall – vorwiegend aus Totfunden bestand, könnte die Alterszusammensetzung mit einer jahreszeitlich variierenden Fundhäufigkeit korrelieren, wodurch z. B. gehäuft junge Tiere zur Untersuchung gelangen, die gerade an der Schwelle zum Adultstadium stehen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wodurch die Größenvariation innerhalb der beiden *Pipistrellus*-Arten zustande kommt. Es ist davon auszugehen, daß der Sexualdimorphismus in der Körpergröße eine genetische Grundlage hat. Interindividuelle Größenunterschiede innerhalb eines Geschlechts brauchen jedoch nicht unbedingt auf Polymorphismen zu beruhen, sondern können auf exogene Faktoren zurückgehen, die die Wachstumsvorgänge in vielfältiger Weise beeinflussen. Hierbei ist in erster Linie an Einflüsse der Witterungsverhältnisse zu denken, aber insbesondere auch an das Nahrungsangebot und Bedingungen, die mit der Sozialstruktur zusammenhängen, wie Größe der Wochenstube, Alter der Muttertiere, Geburtstermin und Zahl der Jungtiere. Bei Säugetieren mit geringer Körpergröße sollten sich aufgrund der ungünstigeren Volumen-Oberflächen-Relation Veränderungen der Umgebungsbedingungen deutlicher im Stoffwechsel und Energiehaushalt niederschlagen als bei größeren, was Retardierungen im Wachstum begünstigt. Die Möglichkeit zur Kompensation solcher Störungen ist bei der kurzen postnatalen Entwicklungsphase der *Pipistrellus*-Arten gering.

Daß Umwelteinflüsse nicht nur direkt modifizierend auf

die Körpergröße einwirken, sondern gleichzeitig auch eine bestimmte Selektionsrichtung begünstigen, läßt sich am Beispiel von *P. pipistrellus* nach Angaben von STEBBINGS (1968, 1977) zeigen: Unter dem Einfluß des besonders warmen und trockenen Sommers 1967 erreichten weibliche Jungtiere der von ihm untersuchten Kolonie größere Unterarmmaße als die adulten Weibchen. Nach einem Vergleich von Literaturdaten weist die Zwergfledermaus in Großbritannien aber auch eine geographische Variation auf, wobei die Körpergröße umgekehrt mit den klimatischen Verhältnissen zu korrelieren scheint: Die kleineren Durchschnittswerte der Unterarmlänge werden an Tieren aus Regionen mit milderem Klima im Süden des Landes erhoben, während nach Norden hin zunehmend größere Werte gefunden werden. Dieser Befund dürfte eine genetische Grundlage haben; er entspricht der Bergmannschen Regel. Bei der altersmäßigen Aufschlüsselung unseres Materials wird deutlich, daß bei den im Bezug auf die Unterarmlänge im unteren Bereich der Variationsbreite liegenden Exemplaren keineswegs die subadulten Tiere dominieren. Zwei der kleinsten Weibchen wurden in hochgravidem Zustand tot aufgesammelt. Im Mittel weisen jedoch die von uns als subadult eingestuftes Weibchen geringfügig kleinere Unterarm- und 5. Fingermaße auf. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß (zumindest an alkoholfixiertem und getrocknetem Material) Exemplare, die in der Phase des Wachstumsabschlusses eingegangen sind, auch bei sorgfältiger makroskopischer Kontrolle der Epiphysenverknöcherung nicht immer exakt zugeordnet worden sind (s. Altersbestimmung). Aus Daten von HEISE (1982) läßt sich ableiten, daß das Längenwachstum des 5. Fingers später abgeschlossen ist als das des Unterarmes. Die von uns ermittelten UAL/5. Finger-Quotienten bestätigen dies für beide *Pipistrellus*-Arten.

Unter Beachtung der Geschlechtsvariation ist nach unseren Befunden die Länge des 5. Fingers ein geeignetes Körpermaß, um die beiden *Pipistrellus*-Arten zu trennen. Bei der Zwergfledermaus ist als Maximalwert männlicher Tiere 40,4 mm, bei den Weibchen 41,6 mm ohne *Carpalia* gemessen worden. Dem stehen 41,4 (subadultes Tier) und 42,5 mm bei der Rauhhauffledermaus gegenüber. Auch HEISE (1979) belegt anhand von umfangreichem Material die Brauchbarkeit dieses Merkmals. Die Meßwerte für die Unterarmlänge zeigt bei beiden Geschlechtern in je einem Fall Überschneidungen.

Die Daumenlänge bietet keine Möglichkeit, die beiden Arten zu separieren. Dennoch treten hier artspezifische Unterschiede auf. Die großen Maße der Rauhhauffledermaus (4,7 und 4,8 mm) sind bei Zwergfledermäusen unseres Materials nicht zu finden. Das Verhältnis Daumenlänge zu Handgelenkbreite, das in etwas unterschiedlicher Weise von KÖNIG (1959) und HANÁK & GAISLER (1976) als diagnostisches Merkmal angeführt wird, variiert schon innerhalb der beiden Arten erheblich und ist deshalb nach unseren Befunden nicht als Bestim-

mungshilfe geeignet. Das Handgelenk der Rauhhauffledermaus ist durchschnittlich etwas stärker als das der Zwergfledermaus, was die Meßwerte des 5. Fingers geringfügig verzerrt bzw. die Vergleichbarkeit der Daten mit und ohne *Carpalia* gemessen zusätzlich beeinträchtigt. Die Abweichung der Durchschnittswerte beider Meßtechniken beträgt bei unserem Material 1,3 mm für *P. pipistrellus* und 1,9 mm für *P. nathusii*. Daß die Unterarmlänge von Fledermäusen in der Regel einheitlich inklusive Handwurzel vermessen wird, erleichtert die Vergleichbarkeit der Meßwerte. Eine entsprechende Vereinheitlichung des Meßverfahrens wäre auch bei den Fingerlängenmaßen zu begrüßen.

Nach verschiedenen Literaturangaben (Übersicht s. GROL 1985) bieten Condylbasallänge und Mandibellänge eine zuverlässige Möglichkeit, die beiden *Pipistrellus*-Arten zu unterscheiden. Lediglich GROL (1985) selbst führt für beide Maße Überschneidungen an. Die craniometrischen Befunde der vorliegenden Untersuchung bestätigen artspezifische Variationsbereiche mit Ausnahme der Gaumenbreite (M3M3), die in einem Fall (bei einem *P. pipistrellus*-Weibchen und einem *P. nathusii*-Männchen) denselben Wert erreicht.

Die von uns überprüften Zahnmerkmale sind nur zum Teil und mit Einschränkungen zur Art diagnose geeignet. Gerade die in der Bestimmungsliteratur häufig angeführten Positionsunterschiede des P2 sup. erweisen sich aufgrund der großen arteigenen Variabilität als wenig brauchbar, wengleich auch hier die als arttypisch beschriebenen Stellungen dominieren. So ist dieser Prämolare bei unserem *P. nathusii*-Material mit 2 Ausnahmen entweder nur wenig durch den oberen Eckzahn verdeckt oder steht frei (bei Ansicht des Kopfes von buccal). Er ist nie fast vollständig verdeckt, wie es bei immerhin 28 % der *P. pipistrellus* der Fall ist.

Die von VIERHAUS (1982) als Bestimmungsmerkmal angeführte Form des P4 inf. hat sich auch bei unserem Material mit Ausnahme einer Rauhhauffledermaus als arttypisch bestätigt. In diesem Fall handelt es sich um ein älteres Weibchen (LNK 13286), von dem nur der Kopf erhalten ist. Es weist große Schädelmaße (CBL 13,0, ML 9,1, M3M3 5,5) und die übrigen *P. nathusii*-Zahnmerkmale auf.

Ebenfalls nicht in jedem Fall zur Arttrennung ausreichend ist die Größenrelation der oberen Schneidezähne. So überragt zwar bei *P. pipistrellus* der äußere Schneidezahn I2 sup. nie die distale Spitze des inneren I1 sup., was bei 9 der 12 überprüften Rauhhauffledermäuse zutrifft. Bei 9 von 42 Zwergfledermäusen, aber auch bei 2 (von 12) Rauhhauffledermäusen erreicht jedoch die Spitze des zweiten oberen Schneidezahns gerade die distale Spitze des ersten. Bei den meisten Zwergfledermäusen (79 %) ist erwartungsgemäß der I2 kürzer als die distale Spitze des I1. Dies ist aber auch bei einer Rauhhauffledermaus der Fall.

In unserem Sammlungsmaterial finden sich Hinweise auf die Gründe der Variabilität dieses Merkmals. Ohne die Zahnentwicklung genauer verfolgt zu haben, fällt

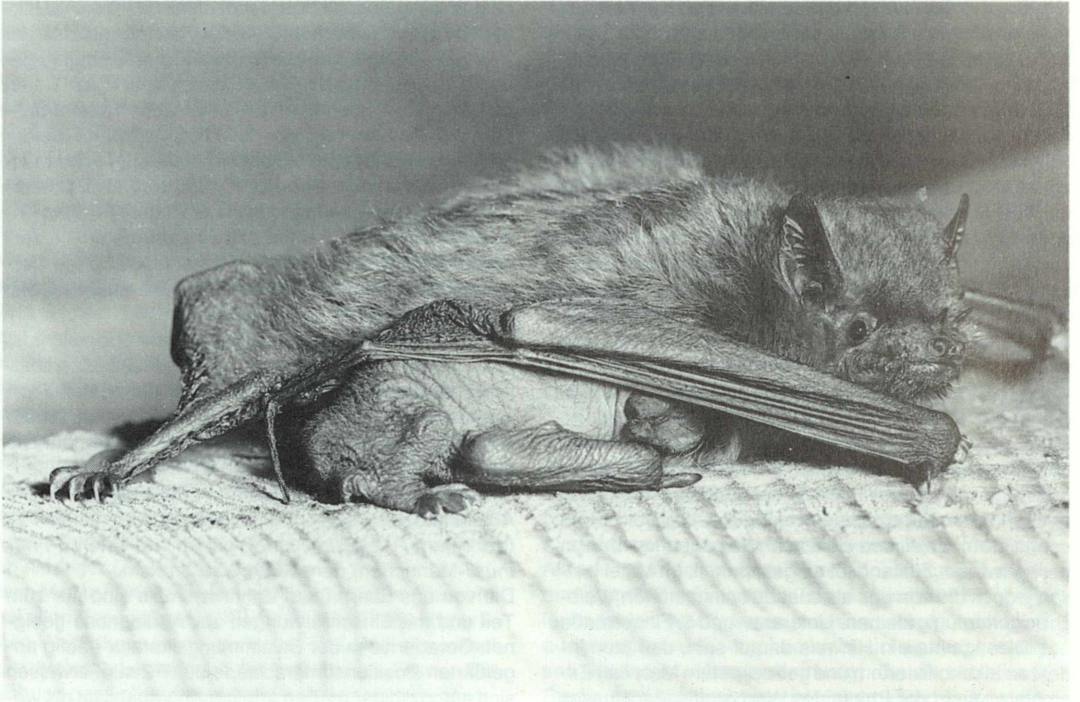


Abbildung 8. Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) mit 3 Tage altem Jungen.



Abbildung 9. Großes Mausohr (*Myotis myotis*). Fotos: Dr. E. GRIMMBERGER.

auf, daß bei einem hohen Prozentsatz der jungen ausgewachsenen *P. pipistrellus* der I2 sup. gerade noch die distale Spitze des I1 sup. erreicht. Die altersbedingte Zahnabnutzung macht sich bei *P. pipistrellus* am äußeren oberen Schneidezahn stärker bemerkbar als am I1 sup., wodurch dieser auch relativ zur distalen Spitze des I1 sup. immer kürzer wird, bis zu seiner völligen Abnutzung (LNK 13268, 13277). Bei der Kaubewegung hat die konkav ausgebuchtete Hinterseite des I2 sup. phasenweise Kontakt mit dem Vorderrand des unteren Eckzahns (C1 inf.) und nutzt sich so offenbar mit der Zeit ab. Ab einem bestimmten Alter sollte daher bei *P. pipistrellus* der I2 sup. deutlich kürzer sein als die distale Spitze des I1 sup. Diese Zahnschmelzspitze weicht in Okklusionsstellung dem Cingulum des Caninus inf. nach innen knapp aus, während die mesiale Spitze des I1 zwischen die mittlere und distale Spitze des dreihöckerigen I2 inf. stößt.

Die morphologischen Unterschiede im Vordergebiß der Rauhhauffledermaus gehen auch mit einem etwas abweichenden Gebißschluß einher. Bei dieser Art kommt der I2 sup. in Okklusionsstellung mit dem inneren Kronhöcker von I3 inf. in Kontakt. Der mesiale Teil des I1 sup. hat in Okklusionsstellung keinen Zahn als Widerlager, sondern zeigt in die Zahnücke zwischen I2 und I3 inf. Zwergfledermäuse haben diese Lücke in der Regel nicht (89 %) oder nicht deutlich (9 %). Lediglich bei einem Exemplar ist eine beidseitige Lücke zwischen I2 und I3 vorhanden (LNK 12995). Bei diesem adulten Weibchen zeigt allerdings die mesiale Spitze von I1 sup. nicht in die Lücke, wie dies bei den *P. nathusii* der Fall ist. Trotz dieses Ausnahmefalles, das nach den übrigen Merkmalen eindeutig als *P. pipistrellus* determiniert wurde, halten wir Form und Stellung der oberen und unteren Schneidezähne für eine weitgehend verlässliche Bestimmungshilfe.

Diese vorläufigen Befunde lassen erkennen, daß zwischen den zur Separierung der beiden *Pipistrellus*-Arten benutzten Incisiven-Merkmalen artspezifische Okklusionsbeziehungen bestehen. Vergleichende funktionsmorphologische Studien am Gebiß der *Pipistrellus*-Arten könnten auch bei der Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb dieses heterogenen Genus aufschlußreich sein.

5. Literatur

ANDĚRA, M. & HORÁČEK. (1982): Poznáváme Naše Savce. – Mlada Fronta; Praha.
 ANTHONY, E.L.P. (1988): Age estimation in bats. – In: Ecological and behavioral methods of the study of bats: 47–58; Washington, London (Smithsonian Institution Press).
 AVERY, M. (1983): Winter activity of pipistrelle bats *Pipistrellus pipistrellus*. – Abstract in: Second European Symposium on bat research; Bonn.
 BAUER, K. & WIRTH, J. (1979): Die Rauhhauffledermaus *Pipistrellus nathusii* KEYSERLING & BLASIUS, 1839 (Chiroptera, Vespertilionidae) in Österreich. – Ann. Naturhist. Mus. Wien,

82: 373–385; Wien.
 BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell, 1: 270 S.
 BRAUN, M. (1985): Fledermäuse als Überwinterungsgäste im Museum am Friedrichsplatz. – carolinea, 43: 129–132; Karlsruhe.
 BRAUN, M. (1986): Rückstandsanalysen bei Fledermäusen. Z. Säugetierkunde, 51 (4): 212–217; Berlin, Hamburg.
 BRINK, F.H. van den (1975): Die Säugetiere Europas. – 3. Aufl., Hamburg, Berlin (Parey Verlag)
 BROHMER, P. (1969): Fauna von Deutschland. – 10. Aufl.; Heidelberg (Quelle & Meyer).
 CLAUDE, C. (1976): Funde von Rauhhauffledermäusen, *Pipistrellus nathusii* in Zürich und Umgebung. – Myotis, 14: 30–36; Bonn.
 DAVIS, R. (1969): Growth and development of young pallid bats, *Antrozous pallidus*. – J. Mamm. 50(4): 729–736; Baltimore.
 EISENTRAUT, M. (1949): Beobachtungen über Lebensdauer und jährliche Verlustziffern bei Fledermäusen, insbesondere bei *Myotis myotis*. – Zool. Jb. Syst., 78: 193–216; Jena.
 GÖRNER, M. & HACKETHAL, H. (1987): Säugetiere Europas. – 372 S., Leipzig, Radebeul (Neumann Verlag).
 GRIMMBERGER, E. & BORK, H. (1978): Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Populationsdynamik der Zwergfledermaus, *Pipistrellus p. pipistrellus* (SCHREBER 1774), in einer großen Population im Norden der DDR. Teil I. – Nyctalus, 1: 55–73; Berlin.
 GROU, B. (1985): Multivariate analysis of morphologic characters of *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus nathusii* from the Netherlands. – Zool. Verh. Leiden, 221: 1–62; Leiden.
 GRUMMT, W. & HAENSEL, J. (1966): Zum Problem der „Invasionen“ von Zwergfledermäusen, *Pipistrellus p. pipistrellus* (SCHREBER 1774). – Z. Säugetierkunde, 31: 382–390; Hamburg, Berlin.
 HACKETHAL, H. (1979): Der Nachweis von *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING & BLASIUS 1839) für Sardinien und Bemerkungen zur Verbreitung der Art auf dem Gebiet der DDR. – Nyctalus, 1 (2): 91–94; Berlin.
 HACKETHAL, H. (1983): Bemerkungen zum Begriff „taxonomisches Merkmal“ und seine Anwendung bei *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING & BLASIUS 1839) und *P. pipistrellus* (SCHREBER 1774) (Chiroptera: Vespertilionidae). – Nyctalus, 1 (6): 572–576; Berlin.
 HAENSEL, J. (1980): Wann werden Mausohren, *Myotis myotis* (BORKHAUSEN 1797), geschlechtsreif? – Nyctalus, 1 (3): 235–245; Berlin.
 HANÁK, V., & GAISLER, J. (1976): *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING et BLASIUS, 1839) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Czechoslovakia. – Věst. Čs. spol. zool., 40 (1): 7–23; Praha.
 HARRISON, D. L. (1951): The bats of the Segeberg-Gipshöhle in Schleswig-Holstein. – Bonn. zool. Beitr., 1–2 (2): 9–16; Bonn.
 HEISE, G. (1979): Zur Unterscheidung von Rauhhauf- und Zwergfledermaus (*Pipistrellus nathusii* und *Pipistrellus pipistrellus*) nach der Länge des 5. Fingers. – Nyctalus, 1 (2): 161–164; Berlin.
 HEISE, G. (1982): Zu Vorkommen, Biologie und Ökologie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in der Umgebung von Prenzlau (Uckermark), Bezirk Neubrandenburg. – Nyctalus, 1(4/5): 281–300; Berlin.
 HELVERSEN, O., ESCHE, M., KRETSCHMAR, F. & BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N. F., 14: 409–475; Freiburg.
 HORÁČEK, I. (1985): Population ecology of *Myotis myotis* in central Bohemia (Mammalia: Chiroptera). – Acta Univ. Carol.

- Biol., 1981: 161–267; Praha.
- HÜRKA, L. (1966): Beitrag zur Bionomie, Ökologie und zur Biometrik der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* SCHREBER, 1774) (Mammalia: Chiroptera) nach den Beobachtungen in Westböhmen. – Věst. Čs. spol. zool., **30** (3):228–246; Praha.
- HÜRKA, L. (1988): Die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) (Mammalia: Chiroptera) in Westböhmen. – Zoologica, **27**: 3–31, Plzeň.
- KALKO, E.K.V., & SCHNITZLER, H.U. (1989): The echolocation and hunting behavior of the Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. – J. Behav. Ecol. Sociobiol., **24**: 225–238; Heidelberg, New York (Springer).
- KLEIMAN, D. G. (1969): Maternal care, growth rate and development in the noctule (*Nyctalus noctula*), pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and serotine (*Eptesicus serotinus*) bats. – J. Zool., **157**: 187–211; London.
- KÖNIG, C. (1959): Äußere Merkmale zur Bestimmung der lebenden Fledermäuse Europas. Säugetierk. Mitt., **7** (3): 101–110; Stuttgart.
- KRÁTKÝ, J. (1970): Postnatale Entwicklung des Großmausohrs, *Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797). – Věst. Čs. spol. zool., **34**: 202–218; Praha.
- KULZER, E., BASTIAN, H.-V. & FIEDLER, M. (1987): Fledermäuse in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **50**: 1–132; Karlsruhe.
- KUNZ, T. H., ANTHONY, E.L.P. (1982): Age estimation and post-natal development in the bat *Myotis lucifugus*. – J. Mammal., **63**: 23–32; Baltimore.
- MAZÁK, V. (1965): Changes in pelage of *Myotis myotis myotis* BORKHAUSEN, 1797 (Mammalia: Chiroptera). – Věst. Čs. spol. zool., **29**: 368–376; Praha.
- MILLER, G. S. Jr. (1907): The families and genera of bats. – Bull. U.S. Nat. Mus., **57**: 1–282; Washington.
- RACEY, P. A. (1974): Ageing and assessment of reproductive status of Pipistrelle bats, *Pipistrellus pipistrellus*. – J. Zool., **173**: 264–271; London.
- RACEY, P. A. & SWIFT, S. M. (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. – J. Anim. Ecol., **54**: 205–215; Oxford.
- ROER, H. (1962): Erhöhte Jugendmortalität des Mausohrs (*Myotis myotis*) im Sommerhalbjahr 1961. – Bonn. zool. Beitr., **13**: 260–273; Bonn.
- ROER, H. (1973): Die Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Mitteleuropa. – Myotis, **11**: 18–27; Bonn.
- ROER, H. (1979): 1180 Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus* SCHREBER) in Entlüftungsrohren eines Gebäudes verendet. – Myotis, **17**: 31–40; Bonn.
- SCHMIDT, A. (1978): Zum Geschlechtsdimorphismus der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) nach Funden im Bezirk Frankfurt/O. – Nyctalus, **1** (1): 41–46; Berlin.
- SCHMIDT, A. (1985): Zu Jugendentwicklung und phänologischem Verhalten der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839), im Süden des Bezirkes Frankfurt/O. – Nyctalus, **2** (2): 101–118; Berlin.
- SCHÖBER, W., & GRIMMBERGER, E. (1987): Die Fledermäuse Europas: Kennen, bestimmen, schützen. – Kosmos-Naturführer; Stuttgart.
- SIGMUND, L. (1964): Relatives Wachstum und intraspezifische Allometrie der Großmausohr (*Myotis myotis* BORK.) – Acta Univ. Carol., Biol., **1964**: 235–303; Praha.
- STEBBINGS, R. E. (1968): Measurements, composition and behaviour of a large colony of the bat *Pipistrellus pipistrellus*. – J. Zool., **156**: 15–33; London.
- STEBBINGS, R. E. (1977): Order Chiroptera Bats. – In: CORBET, G. B. & SOUTHERN, H. N. (eds): The handbook of British mammals., Oxford, London.
- STEGEMAN, L. C. (1956): Tooth development and wear in *Myotis*. – J. Mamm., **37**: 58–63; Baltimore.
- STRESEMANN, E. (1985): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 3, Wirbeltiere. – 9. Aufl., Berlin.
- WEIGOLD, H. (1973): Jugendentwicklung der Temperaturregulation bei der Mausohrfledermaus, *Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797). – J. comp. Physiol., **85**: 169–212; Berlin.
- VIERHAUS, H. (1982): Über einen weiteren Nachweis der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Schleswig-Holstein und neue Unterscheidungsmerkmale zwischen Flughaut- und Zwergfledermaus. – Nyctalus, **1** (4/5): 307–312; Berlin.
- ZIMMERMANN, W. (1962): Hoher Geburtenausfall in einer Wochenstube von *Myotis myotis* (Chiroptera). Bonn. zool. Beitr., **13** (4): 256–273; Bonn.

WALTER HIRLING

Ein räuberischer Nematode, *Parveyellus vorax* n. gen., n. spec. (Nematoda: Mononchida) in Mooren Baden-Württembergs

Kurzfassung

Es sind die Larvenstadien und die Weibchen einer im Torf von Moorgebieten in Baden-Württemberg vorkommenden Nematodenart, *Parveyellus vorax* n. gen., n. spec., beschrieben. Die Art gleicht einer aus Hochmooren im Norden der USA und Kanadas bekannten Art, *Mulveyellus vorax* (COBB, 1917) SIDDIQI 1984. In zwei Tabellen sind die Unterschiede der neuen Gattung gegenüber nahe verwandten Gattungen und die Übereinstimmungen und die Abweichungen zwischen den beiden Arten *Parveyellus vorax* und *Mulveyellus vorax* aufgezeigt. *P. vorax* unterscheidet sich von *M. vorax* vor allem im Vorhandensein einer zahnlosen Leiste gegenüber dem dorsalen Zahn in der Mundhöhle und in der Lage der Vulvakörperchen.

Abstract

There are described the larval stages and the females of *Parveyellus vorax* n. gen., n. spec., a nematode living in the turf of swampy lands in Baden-Württemberg, Fed. Rep. of Germany. The species resembles *Mulveyellus vorax* (COBB, 1917) SIDDIQI, 1984, a nematode of bogs in the north of U.S.A. and in Canada. Two tables explain the differences between the new genus *Parveyellus* and nearly related genera and the conformalities and differences between *P. vorax* and *M. vorax*. *P. vorax* differs from *M. vorax* in having a toothless longitudinal rib in front of the dorsal tooth in the buccal cavity and in the position of the cuticularized pieces which are usually situated at the vulva-vagina junction but are in *P. vorax* further away from vulva.

Autor

Dr. WALTER, HIRLING, Friedenstraße 15, D-7037 Magstadt.

1. Beschreibung

Parveyellus vorax ist ein schlanker Wurm mit den Eigenheiten der Ordnung Mononchida. In der Basis des Ösophagus befinden sich mehr oder weniger deutliche Knötchen.

Holotyp: L = 2,1 mm; Ö = 0,56 mm; Schwanz = 0,18 mm; a = 31,4; a' = 35,4; a'' = 53,9; b = 3,8; c = 11,5; c' = 4,7; Mundhöhle = 44,3/26,9 µm; dors. Zahn = 31,3%; ventrale Mundhöhlenleiste = 59,6% der Mundhöhlenlänge; V = 63,2%.

Paratypen: Die Maße von Zweit-, Dritt-, Viertlarven und von Weibchen zeigt die Tabelle 1.

Körperlänge: Die kleinste vermessene Larve (L2) ist 0,575 mm, die größte (L4) 1,674 mm lang. Die Körperlänge der Weibchen schwankt zwischen 1,81 und 2,34 mm; sie beträgt im Durchschnitt $2,03 \pm 0,15$ mm (Tab. 1, Zeile 3).

Körperdurchmesser: Der relative Körperdurchmesser fällt von den Zweitlarven bis zu den Viertlarven. Die Tiere werden von L2 bis L4 schlanker. Die a-Werte steigen bis zu L4 kontinuierlich. Bei den schwangeren Weibchen hängt der größte Durchmesser von der Ausbildung der Eier ab, nicht von der allgemeinen Körperform. Die Streuung der a-Werte ist bei den Weibchen groß (Abb. 1). Von der Ausbildung der Eier nicht unmittelbar beeinflusst sind die Durchmesser beim Ösophagus-Darm-Übergang (Kardia) und beim Anus. Die Werte Körperlänge/Durchmesser bei der Kardia (a') oder Körperlänge/Durchmesser beim Anus (a'') dürften daher bei den Weibchen aussagekräftiger sein. Die Streuungen der a'- und der a''-Werte sind bei den Weibchen kleiner als die der a-Werte. Es herrscht eine Kontinuität der Werte von den Zweitlarven bis zu den Weibchen, bei den a-Werten besteht diese nur von den Zweitlarven bis zu den Viertlarven (Tab. 1, Zeilen 11, 12, 13 und Abb. 1, 2, 3). – Der größte Körperdurchmesser der Larven befindet sich bei der Kardia oder kurz dahinter, der der Weibchen bei der Vulva oder kurz davor (Tab. 1, Zeile 14). Ösophagus: Mit der Zunahme der Körperlänge von der Zweitlarve zum Weibchen wächst auch die absolute Länge des Ösophagus (Tab. 1, Zeile 15). Das Wachsen des Ösophagus erfolgt jedoch nicht im gleichen Maße wie das der Körperlänge. Die Zweitlarven haben einen relativ längeren Ösophagus als die Weibchen. Die durchschnittlichen b-Werte (Tab. 1, Zeile 16 und Abb. 4) nehmen von $3,1 \pm 0,2$ bei den Zweitlarven auf $3,9 \pm 0,2$ bei den Weibchen zu. Das relative Kürzerwerden des Ösophagus erfolgt zugunsten eines relativen Längerwerdens des Darmes (Tab. 1, Zeile 19). Innerhalb der Entwicklungsstadien besteht keine Beziehung zwischen Körperlänge und b-Werten.

Die Lagen des Nervenrings, des Exkretionsporus und der „Ösophagusdrüse“ rücken mit der Entwicklung weiter nach vorn, von $33,7 \pm 2,3\%$, $41,1 \pm 1,3\%$ bzw. $77,7 \pm 0,7\%$ bei den Zweitlarven auf $27,9 \pm 1,7\%$, $31,2 \pm 1,1\%$ bzw. $72,0 \pm 1,1\%$ bei den Weibchen (Tab. 1, Zeilen 20, 21, 22).

Schwanz: Der Schwanz ist stumpfkönisch, bauchwärts gebogen und ohne Endduse. – Die relative Schwanzlänge verändert sich von den Zweitlarven zu den Weibchen nicht signifikant, obwohl die Tendenz eines Anstiegs der c-Werte besteht (Tab. 1, Zeilen 17, 23). – Wie der ganze Körper (a-, a'- und a''-Werte) wird auch der Schwanz beim Wachsen von der Zweitlarve zum Weibchen schlanker. Die c'-Werte verändern sich von $3,8 \pm$

Tabelle 1. Maße von *Parveyellus vorax* n. gen., n. sp.

	1	2	3	4	5	6
			L ₂	L ₃	L ₄	♀
			17	9	8	23
3	L mm	A	0,58–0,94	1,00–1,28	1,25–1,65	1,81–2,30
		B	0,75±0,11	1,14±0,13	1,54±0,13	2,03±0,15
		C	±15%	±11%	±8%	±7%
4	Kopflänge µm	A	24,6–29,6	34,0–40,3	43,9–45,7	53,7–64,5
		B	27,1±1,2	35,9±1,9	44,9±1,3	57,2±2,5
		C	±4%	±5%	±3%	±4%
5	Kopfbreite µm	A	20,4–24,0	25,8–33,1	27,9–39,0	42,1–54,2
		B	21,6±0,9	28,8±2,1	35,1±3,6	47,2±3,2
		C	±4%	±7%	±10%	±7%
6	Mundhöhlen- länge µm	A	21,0–23,3	26,9–29,8	34,9–36,7	42,3–46,4
		B	22,1±0,8	28,6±0,9	35,6±0,6	44,6±1,0
		C	±4%	±3%	±2%	±2%
7	Mundhöhlen- breite µm	A	9,6–12,8	13,4–15,2	17,9–20,8	25,1–31,4
		B	10,9±0,7	14,2±0,6	19,1±1,1	26,9±1,3
		C	±6%	±4%	±6%	±5%
8	Mundhöhlen- L/Br	A	1,8–2,2	1,8–2,3	1,7–2,0	1,4–1,8
		B	2,0±0,2	2,0±0,1	1,9±0,1	1,7±0,1
		C	±10%	±5%	±5%	±6%
9	dors. Zahn %	A	28,1–37,5	28,8–32,3	27,8–35,3	27,8–36,3
		B	32,3±2,0	31,2±2,1	31,4±1,9	31,5±2,1
		C	±6%	±7%	±8%	±6%
10	Mundhöhlen- leiste %	A	47,9–70,1	45,4–63,3	53,9–69,0	50,0–68,0
		B	59,6±8,1	53,1±10,3	60,6±5,9	60,0±5,7
		C	±14%	±19%	±10%	±10%
11		A	22,9–30,0	29,3–33,6	31,9–34,2	24,5–36,9
		B	28,0±2,0	31,7±1,7	32,9±1,1	31,3±2,9
		C	±7%	±5%	±3%	±9%
12		A	22,9–33,0	29,3–33,6	33,6–39,4	27,6–42,1
		B	28,7±2,6	32,4±1,7	34,8±1,9	35,5±2,8
		C	±9%	±5%	±6%	±8%
13		A	33,8–44,6	43,4–52,0	45,9–50,7	37,6–61,4
		B	40,2±3,0	45,9±2,6	48,5±1,8	52,1±5,5
		C	±8%	±6%	±4%	±11%
14	Ø k gr Ø	A	0,94–1,00	0,95–1,00	0,92–1,00	0,76–0,98
		B	0,98±0,02	0,98±0,02	0,95±0,03	0,88±0,05
		C	±2%	±2%	±3%	±6%
15	Ø µm	A	200–272	291–402	381–464	486–584
		B	233±23	335±36	427±11	529±24
		C	±10%	±11%	±3%	±5%
16	b	A	2,8–3,4	3,2–3,8	3,3–3,7	3,6–4,5
		B	3,1±0,2	3,4±0,2	3,5±0,1	3,9±0,2
		C	±7%	±6%	±3%	±6%
17		A	8,9–11,6	10,8–13,1	10,8–13,1	10,1–13,4
		B	10,5±0,7	11,5±0,8	11,6±0,7	11,2±0,8
		C	±7%	±7%	±6%	±7%
18		A	3,6–4,2	3,4–4,6	3,9–4,9	4,4–5,5
		B	3,8±0,2	4,0±0,4	4,3±0,3	4,8±0,3
		C	±5%	±10%	±7%	±6%
19	Ø D	A	0,42–0,65	0,41–0,53	0,36–0,50	0,32–0,45
		B	0,56±0,07	0,47±0,04	0,44±0,04	0,40±0,03
		C	±13%	±9%	±9%	±8%

Tabelle 1. Fortsetzung

	1	2	3	4	5	6
20	NR %	A	30,6–36,7	30,3–35,8	27,6–29,9	24,2–91,2
		B	33,7 ± 2,3	32,9 ± 2,0	28,8 ± 0,9	27,9 ± 1,7
		C	± 7 %	± 6 %	± 3 %	± 6 %
21	Ex. p. %	A	40,2–42,0	33,6–37,7	28,4–35,0	30,1–31,5
		B	41,1 ± 1,3	35,2 ± 2,2	31,8 ± 2,7	31,2 ± 1,1
		C	± 3 %	± 6 %	± 9 %	± 4 %
22	Ö. dr. %	A	76,4–78,4	70,1–79,2	70,1–76,0	70,6–73,5
		B	77,7 ± 0,7	75,0 ± 3,8	73,0 ± 2,3	72,0 ± 1,1
		C	± 1 %	± 5 %	± 3 %	± 2 %
23	Schwanzlänge µm	A	61,4–87,8	85,5–114,6	113,6–145,5	167,3–208,2
		B	68,9 ± 7,5	99,4 ± 10,8	132,1 ± 10,9	182,7 ± 11,4
		C	± 11 %	± 11 %	± 8 %	± 6 %
24	V %	A				60,3–63,3
		B	–	–	–	62,0 ± 0,9
		C				± 2 %
25	G ₁ % von L	A				10,5–25,9
		B	–	–	–	15,4 ± 3,4
		C				± 22 %
26	G ₁ Umschl. % von G ¹	A				20,2–46,1
		B	–	–	–	33,3 ± 10,9
		C				± 33 %
27	G ₂ % von L	A				10,9–21,1
		B	–	–	–	15,5 ± 2,9
		C				± 19 %
28	G ₂ Umschlag % von G ₂	A				27,4–44,9
		B	–	–	–	37,3 ± 5,0
		C				± 13 %

Spalte 1. Zeile 2: n = Zahl der vermessenen Tiere mit Ausnahme von: Zeile 20 L2: n = 9, L3: n = 7, L4: n = 7, ♀: n = 22, Zeile 21 L2: n = 2, L3: n = 3, L4: n = 6, ♀: n = 7, Zeile 22 L2: n = 8, L3: n = 5, L4: n = 6, ♀: n = 10, Zeile 3: Körperlänge, Zeile 9: Abstand des dorsalen Zahns vom Vorderrand der Mundhöhle in % der Mundhöhlenlänge, Zeile 10 Länge der Mundhöhlenleiste in % der Mundhöhlenlänge, Zeile 11: a = Körperlänge/größter Durchmesser, Zeile 12: a' = Körperlänge/Durchmesser bei der Kardial, Zeile 13: a'' = Körperlänge/Durchmesser beim Anus, Zeile 14: Durchmesser bei der Kardial/größter Durchmesser, Zeile 15: Länge des Ösophagus, Zeile 19: Länge des Ösophagus/Länge des Darms, Zeile 20: Lage des Nervenrings: Abstand von der Körperspitze in % der Ösophaguslänge, Zeile 21: Lage des Exkretionsporus: Abstand von der Körperspitze in % der Ösophaguslänge, Zeile 22: Lage der Ösophagusdrüse: Abstand von der Körperspitze in % der Ösophaguslänge, Zeile 26 und 28: Umgeschlagener Teil der Gonaden in % der gesamten Gonadenlänge.

Spalte 2. A = Streuungswerte, B = Mittelwert mit Standardabweichung, C = Variationskoeffizient.

0,2 bei den Zweitlarven nach und nach auf 4, 8 ± 0,3 bei den Weibchen (Tab. 1, Zeile 18).

Vulva: Die Vulvalage (Tab. 1, Zeile 24) ist das Merkmal mit der geringsten Streubreite. Die Standardabweichung beträgt nur 1,56% des Mittelwertes. Es besteht keine Korrelation zwischen Körperlänge und Vulvalage. Die kutikularisierten Vulvakörperchen, die gewöhnlich beim Vulva-Vagina-Übergang liegen, sind bei *P. vorax*

weiter ins Körperinnere verschoben und gedreht (Abb. 8 C).

Die Länge der beiden Gonaden ist stark veränderlich. Im Durchschnitt sind jedoch die vordere und die hintere Gonade etwa gleich lang. Beide Gonaden sind umgeschlagen. Auch die Längen der Umschläge schwanken, aber im Durchschnitt sind auch sie bei beiden Gonaden etwa gleich groß. Von den 23 ausgewerteten Weibchen war bei einem Weibchen die vordere Gonade nicht umgeschlagen. Dieser einmalige Fall wird als Abnormalität aufgefaßt und ist nicht in die Durchschnittsberechnung einbezogen. Da bei den übrigen Weibchen die Längen der Umschläge, besonders die der vorderen Gonaden, stark wechseln, ist es nicht ausgeschlossen, daß der Umschlag hier ab und zu völlig fehlt (Tab. 1, Zeilen 25, 26, 27, 28).

Kopf: In dieser Arbeit wird der Abschnitt von der Körperspitze bis zur Basis der Mundhöhle als „Kopf“ bezeichnet. Der Kopfdurchmesser wird an der Basis der Mundhöhle gemessen. Die verschiedenen Larvenstadien und die Weibchen unterscheiden sich in den Kopflängen und in den Kopfbreiten (Tab. 1, Zeilen 4, 5).

Die Lippen, ein Teil des Kopfes, sind durch eine Einschnürung vom übrigen Teil des Kopfes abgetrennt. Diese Abtrennung ist bei *P. vorax* sehr schwach. Auf den Lippen befinden sich in zwei Ringen Lippenwarzen.

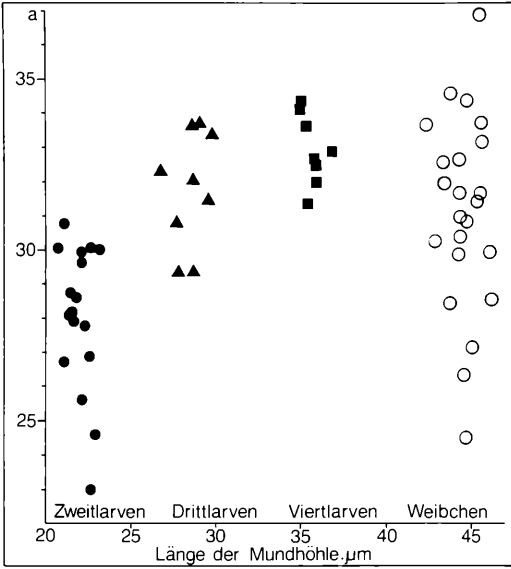


Abbildung 1. Korrelationen zwischen Mundhöhlenlängen und a-Werten (a = Körperlänge/größten Körperdurchmesser)

In Höhe der Lippeneinschnürung liegt lateral je eine schlitzzartige Amphidienöffnung. Die Mundhöhle ist von chitinisierten Wänden eingeschlossen. Wie die Kopflänge, nimmt auch die Mundhöhlenlänge nicht kontinuierlich mit der Körperlänge zu, sondern sprunghaft von Larvenstadium zu Larvensta-

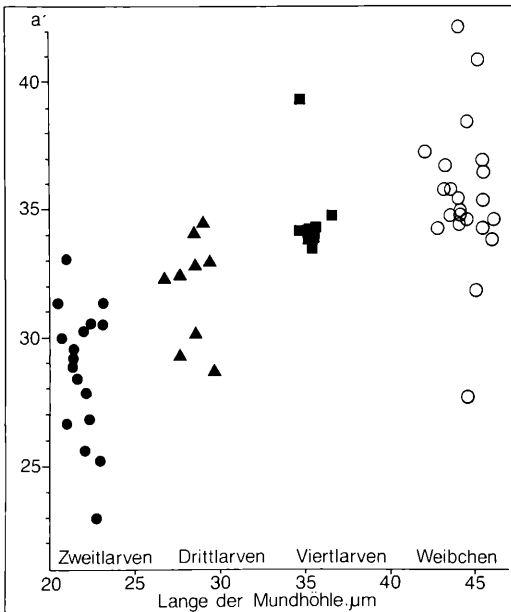


Abbildung 2. Korrelationen zwischen Mundhöhlenlängen und a'-Werten (a' = Körperlänge/Durchmesser bei der Kardia)

dium und von der Viertlarve zum Weibchen. Die Mundhöhlenlängen und -breiten können zur Unterscheidung der Stadien dienen (Tab. 1, Zeilen 6, 7 und Abb. 5, 6). Die Mundhöhlen der Larven sind enger als die der Weibchen (Tab. 1, Zeile 8 und Abb. 7). Der dorsale Zahn liegt im vorderen Teil der Mundhöhle. Es bestehen keine Unterschiede zwischen den Entwicklungsstadien (Tab. 1, Zeile 9). Die Mundhöhlenleiste schwankt in ihrer Länge; die relativen Längen sind bei Larven und Weibchen etwa gleich (Tab. 1, Zeile 10). Es wurden weder Männchen noch bei den Weibchen Spermien gefunden.

2. Diskussion

Die Unterschiede gegenüber nahe verwandten Gattungen sind in Tabelle 2, die gegenüber der sehr ähnlichen Art *Mulveyellus vorax* in Tabelle 3 dargelegt. Die ventrale Mundhöhlenleiste unterscheidet sich von der ebenfalls zahnlosen Leiste bei der Gattung *Clarkus* JAIRAJPURI, 1970 in ihrem Anfang. Bei *Clarkus* beginnt die Leiste markant, bei *P. vorax* nie in dieser deutlichen Weise. Im übrigen weichen die beiden Gattungen in ihren Körperlängen ab; die meisten *Clarkus*-Arten sind klein und sie besitzen keine Knötchen in der Ösophagus-Basis. – Die Lage der kitinisierten Vulvakörperchen (Abb. 1, C) haben weder COBB (1917) noch MULVEY (1963) in ihren Beschreibungen von *M. vorax* erwähnt oder abgebildet. Es ist unwahrscheinlich, daß diese namhaften Nematologen die sehr ungewöhnliche und seltene Lage der Knötchen übersehen haben. Eine ähnliche Lage dieser Knötchen ist mir nur bei *Iotonchus*

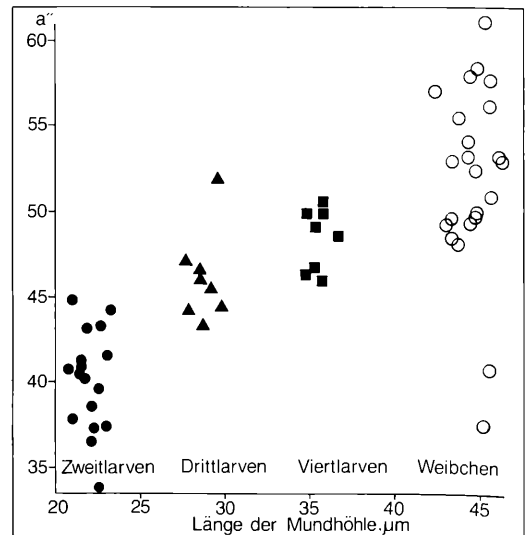


Abbildung 3. Korrelationen zwischen Mundhöhlenlängen und a''-Werten (a'' = Körperlänge/Durchmesser beim Anus)

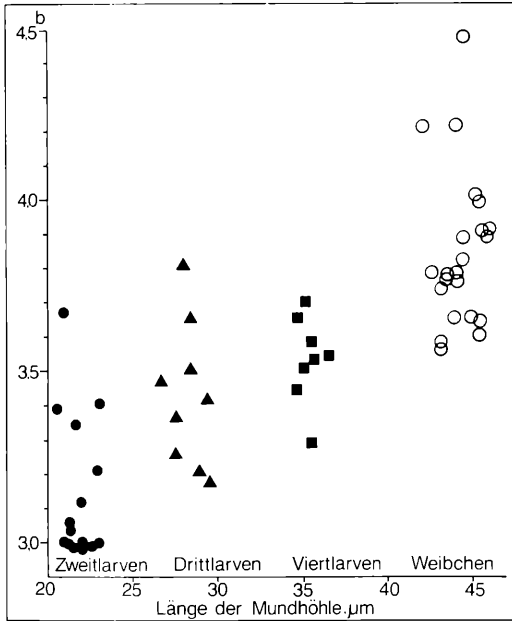


Abbildung 4. Korrelationen zwischen Mundhöhlenlängen und b-Werten (b = Körperlänge/Ösophaguslänge)

baqrii JAIRAJPURI, 1969 aus der Literatur (JAIRAJPURI & KHAN 1982) bekannt. Man muß annehmen, daß bei *M. vorax* die Knötchen auf der normalen Stelle sitzen und deshalb in den Beschreibungen nicht erwähnt worden sind. Die Lage dieser Knötchen ist ein sicheres Erkennungszeichen für *P. vorax*.

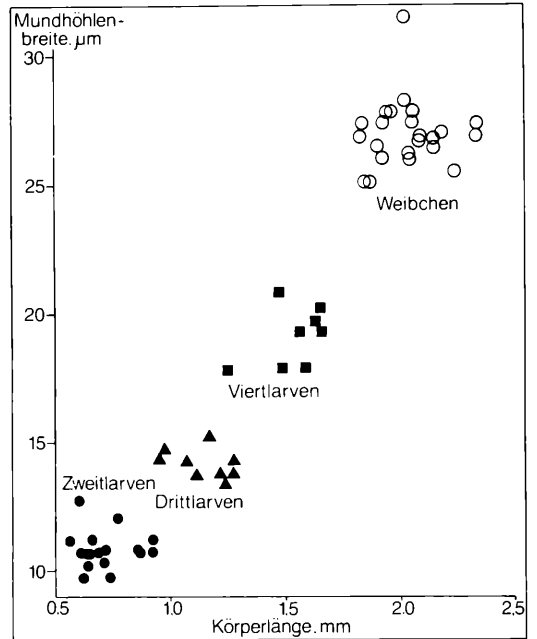


Abbildung 6. Korrelation zwischen Körperlänge und Mundhöhlenbreite

Die als „Ösophagusdrüse“ bezeichnete Musterung auf der Außenhaut des Ösophagus vieler Mononchiden ist in der Literatur öfter abgebildet, aber nie im Text beschrieben. COBB (1917) nennt sie in seiner Abbildung „gloe“, Ösophagusdrüse, gibt aber im Text keine Erklärungen.

Die als „Ösophagusdrüse“ bezeichnete Musterung auf der Außenhaut des Ösophagus vieler Mononchiden ist in der Literatur öfter abgebildet, aber nie im Text beschrieben. COBB (1917) nennt sie in seiner Abbildung „gloe“, Ösophagusdrüse, gibt aber im Text keine Erklärungen.

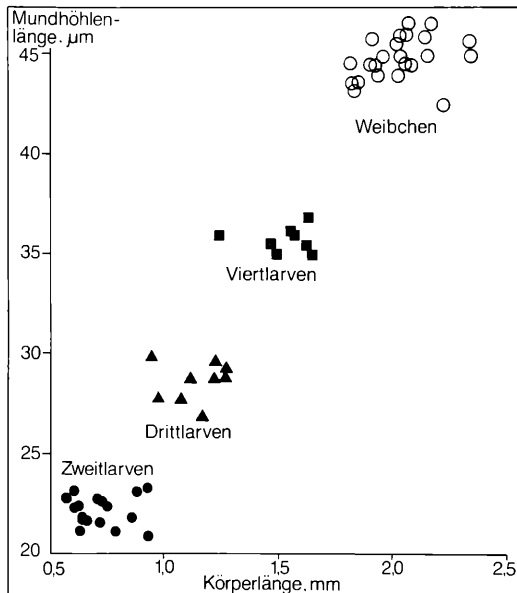


Abbildung 5. Korrelation zwischen Körperlänge und Mundhöhlenlänge

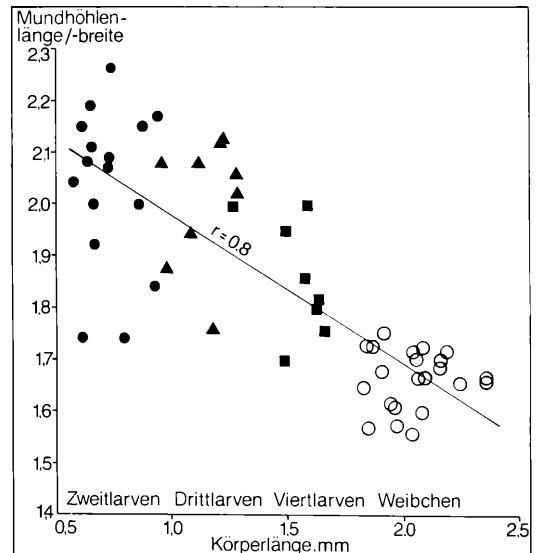


Abbildung 7. Korrelation zwischen Körperlänge und Verhältnis Mundhöhlenlänge zu Mundhöhlenbreite

Tabelle 2. Vergleich von *Parveyellus* n. gen. mit ähnlichen Gattungen

Dorsaler Zahn in der hinteren Mundhöhlenhälfte, klein bis mittelgroß. Schwanzdrüsen und Enddüse gewöhnlich vorhanden.	Dorsaler Zahn in der vorderen Hälfte der Mundhöhle, mittelgroß Schwanzdrüsen und Enddüse fehlen gewöhnlich			
Lippen deutlich abgesetzt.	Lippen deutlich abgesetzt. Dorsaler Zahn im vorderen Drittel der Mundhöhle. Schwanz nicht ventral gebogen.		Lippen nicht deutlich abgesetzt. Dorsaler Zahn in der vorderen Hälfte der Mundhöhle. Schwanz verlängert konisch, ventral gebogen.	
Arten mit ♂ und Arten ohne ♂.	Schwanz sehr kurz, am Ende halbkreisförmig.	Schwanz spitzkonisch, c' = 2,4–2,7	Gegenüber dem dorsalen Zahn liegt eine Längsrippe	Gegenüber dem dorsalen Zahn liegt keine Längsrippe
Schwanzform wechselnd, von c' ~1,0 bis c' > 20	Gegenüber dem dorsalen Zahn liegt eine Längsrippe	Gegenüber dem dorsalen Zahn liegt keine Längsrippe	Weibl. Geschlechtsapparat didelphisch	Weibl. Geschlechtsapparat monodelphisch oder didelphisch
	Bauchwarzen vorhanden, ♂ bekannt	Bauchwarzen fehlen, ♂ nicht bekannt	Bauchwarzen fehlen, ♂ nicht bekannt	♂ nicht bekannt
	Schwanzdrüsen und Enddüse fehlen.	Schwanzdrüsen und Enddüse fehlen.	Schwanzdrüsen und Enddüse fehlen.	Schwanzdrüsen und Enddüse fehlen bei 4 der 5 Arten.
<i>Iotonchus</i> (COBB, 1916) ALTHERR, 1950	<i>Jensenonchus</i> (JENSEN & MULVEY, 1968) JAIRAJPURI & KHAN, 1982	<i>Caputonchus</i> SIDDIQI, 1984	<i>Parveyellus</i> n. gen.	<i>Mulveyellus</i> SIDDIQI, 1984
ca. 45 Arten	1 Art	1 Art	1 Art	5 Arten
nach JAIRAJPURI & KHAN 1982	nach JAIRAJPURI & KHAN 1982	SIDDIQI 1984		COBB 1917 MULVEY 1963

Die Funktion dieser Musterung, ob es sich wirklich um eine Drüse handelt, ist nicht bekannt. Die Lage dieser „Drüse“ auf dem Ösophagus ist bei *P. vorax* sehr konstant. Die Standardabweichung beträgt beim Weibchen weniger als 2% vom Mittelwert (Tab. 1, Zeile 22). Dies kann man als Bestätigung auffassen, daß es sich bei den vermessenen Tieren tatsächlich um eine Art handelt. Ob in einem anderen Fall eine große Schwankung als Hinweis auf einen Artenkomplex angesehen werden kann, muß geprüft werden. COBB (1917) nimmt für *M. vorax* eine geschlechtliche Fortpflanzung an, da er in den drei Weibchen seiner Beschreibung Spermien gesehen hat. Bei *P. vorax* sind weder Spermien in den Weibchen noch Männchen gefunden worden; es ist deshalb für *P. vorax* eine parthenogenetische Vermehrung anzunehmen.

3. Fundorte

Typenfundort: Verwässerungszone, Lagg, eines noch intakten Hochmoores in Oberschwaben, Blinder See, 614 m N. N., westlich von Bad Buchau, bei Kanzach.
Weitere Fundorte: Oberschwaben. Am Rande eines kleinen Wassertümpels auf dem Burger Moos, 882 m N. N., westlich von Kisslegg. – Das ehemalige Hochmoor ist durch Torfabbau (bis 1969) und der Anlage von Entwässerungsgräben weitgehend verheidet.
Südschwarzwald, Feldberggebiet, im Feldseemoor, 1100 m N. N., am Rande von Wassertümpeln und unter einem Rauschbeerenbestand.

Tabelle 3. Vergleich der Weibchen von *Mulveyellus vorax* (COBB, 1917) SIDDIQI, 1984 mit *Parveyellus vorax* n. gen., n. sp.

	<i>Mulveyellus vorax</i>		<i>Parveyellus vorax</i>
	nach COBB 1917	nach MULVEY 1963	n. gen., n. sp.
	3 ♀♀	2 ♀♀	23 ♀♀
L, mm	1,4–1,7	1,9 u. 2,2	1,8–2,3
a	14,4–38,5	30,1 u. 34,5	24,4–36,8
b	3,6–3,7	3,6 u. 3,9	3,7–5,5
c	9,1–12,5	10,0	10,1–13,4
V, %	63–67	58 u. 62	60–63
Mundhöhle µm	42/28	45/24	42–46/25–31
Schwanz µm	150–190	190 u. 220	167–208
Mundhöhlenleiste	fehlt	fehlt	vorhanden
Vulvakörperchen	normal	normal	verschoben (s. Abb. 8)
Fundorte	Hochmoore in Wisconsin und New Jersey, USA	Hochmoor nahe Ottawa, Kanada	Moore in Baden-Württemberg, Bundesrepublik Deutschland

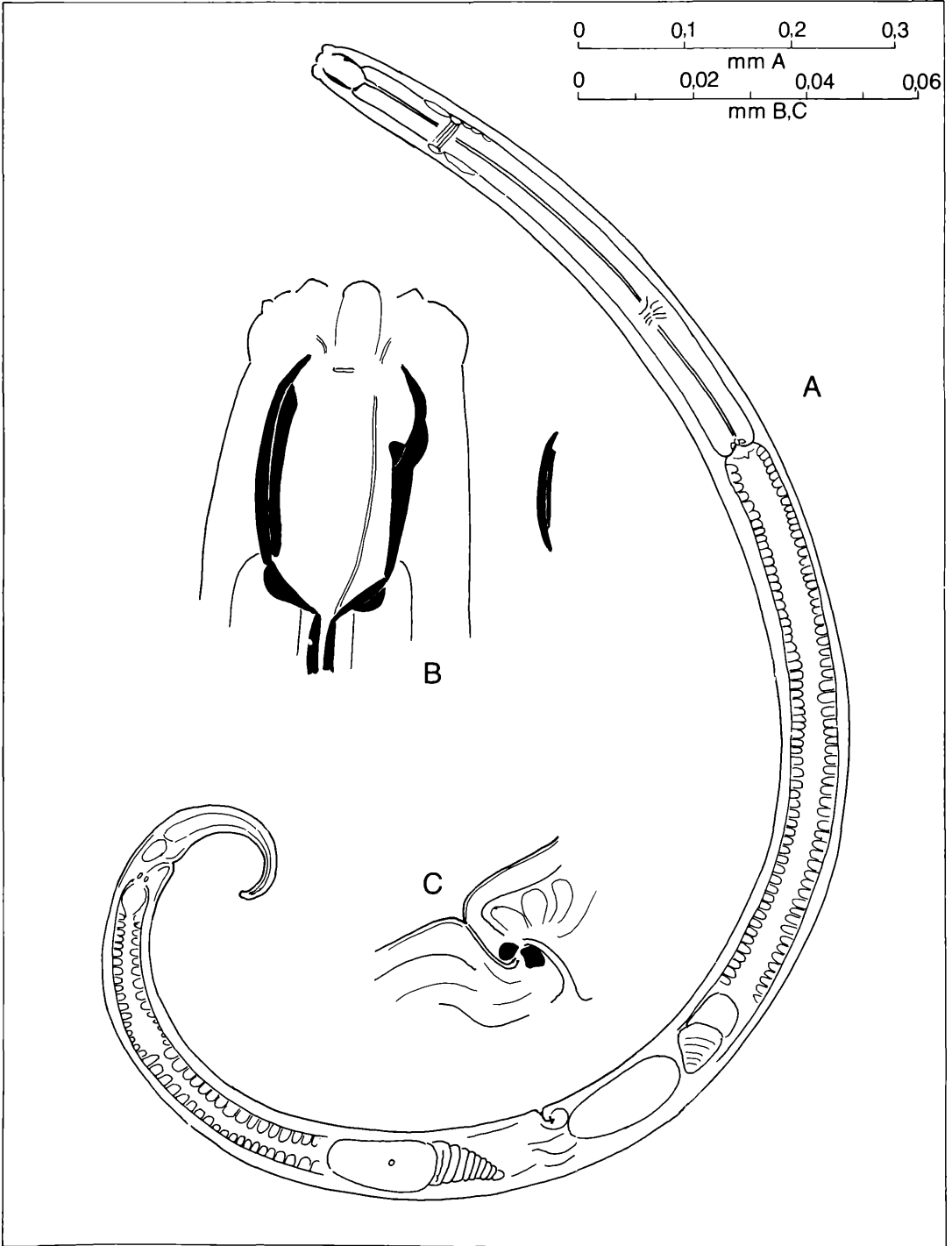


Abbildung 8. *Parveyellus vorax* n. gen., n. sp.: A ganzes Weibchen, B Kopf, C Lage der Vulvakörperchen.

Südschwarzwald, Feldberggebiet, im Krunkelbachmoor, einem ausgetrockneten Hochmoor, das nur noch aus der sehr feuchten Randzone besteht. Es liegt 1200 m hoch in der Senke zwischen Herzogenhorn und Krunkelbachhütte.

Südschwarzwald, Hotzenwald, Kreis Waldshut, Gemarkung Ibach:

Ibacher Torfstich, 1046 m N. N., ein Übergangsmoor. Das einer Quelle etwa 100 m oberhalb des Moores entspringende Wasser erreicht als kleiner Bach das Moor und versickert während des Vorbeifließens am Rande des Moores allmählich. In dieser bewaldeten Randzone und am Rande kleiner Tümpel auf der freien Moorfläche befindet sich *P. vorax*.

Fohrenmoos, 1000 m N. N. Die Moorfläche trägt einen lichten Bestand von hohen Föhren und Fichten und eine dichte Heidelbeerdecke. Am Rande von alten Entwässerungsgräben, die heute keinen Abfluß mehr haben, und unter Heidelbeersträuchern lebt *P. vorax*.

Mittelschwarzwald, Gemarkung Schönwald:

Blindensee, 1150 m N. N., nordwestlich von Schönwald. Unter Heidelbeersträuchern im Lagg des Hochmoores.

Moosschachen, 1150 m N. N., westlich von Schönwald bei der Martinskapelle unter Heidelbeeren und am Rande von Wassertümpeln.

Das Älchen dürfte auch im Torf weiterer Moorbiotope zu finden sein.

4. Taxonomie

Die Art ist bisher als „*Mulveyellus vorax*-ähnlich“ bezeichnet worden (HIRLING 1989). Sie unterscheidet sich von *M. vorax* u. a. durch das Vorhandensein einer zahnlosen Leiste in der Mundhöhle gegenüber dem dorsalen Zahn. In Analogie der Gattungspare

Coomansus JAIRAJPURI & KHAN, 1977: in der Mundhöhle keine Leiste,

Clarkus JAIRAJPURI, 1970: in der Mundhöhle eine zahnlose Leiste,

und

Mononchus BASTIAN, 1865: ohne Leiste in der Mundhöhle,

Paramononchus MULVEY, 1978: mit Leiste in der Mundhöhle

wird die Baden-Württembergische Art in eine neue Gattung gestellt:

Leiste in der Mundhöhle fehlt: *Mulveyellus* SIDDIQI, 1984,

Leiste in der Mundhöhle vorhanden: *Parveyellus* n. gen. (Abkürzung von Paramulveyellus.)

5. Sammlungsmaterial

Holotyp: Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe 1.

Paratypen aus verschiedenen Fundorten: Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe und Deutsche Nematodensammlung bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Topheideweg 88, D-4400 Münster.

6. Literatur

COBB, N. A. (1917): The mononchs (*Mononchus* Bastian, 1865) a genus of free-living predatory nematodes. – Soil science, **3**: 431–486; Baltimore.

HIRLING, W. (1989): Die Mononchiden, eine ungenügend beachtete, räuberische Nematodenordnung (Nematoda: Mononchida). – Gesunde Pflanzen, **41**: 9–18; Berlin, Hamburg.

JAIRAJPURI, M. S. & KHAN, W. U., (1982): Predatory nematodes (Mononchida). – New Dehli (Comm. Printes).

MULVEY, R. H. (1963): The Mononchidae: A family of predaceous nematodes: IV Genus *Iotonchus* (Enoplida: Mononchidae). – Can. J. Zool., **41**: 79–98; Ottawa.

SIDDIQI, M. R. (1984): Four new genera and four new species of mononchs (Nematoda). – Pak. J. Nematol., **2**: 1–13; Karach.

JÖRG STUMPP & ANDRZEJ SZEPTYCKI

Eosentomon rusekianum sp. n., a new species of Protura (Arthropoda: Insecta) from South Germany

Kurzfassung

Eosentomon rusekianum sp. n. wurde im Boden eines Auwaldes (Fraxino-Ulmetum) bei Ulm-Wiblingen (Süddeutschland) entdeckt

Abstract

Eosentomon rusekianum sp. n., an edaphic species of Protura was found in an alluvial forest association „Fraxino-Ulmetum“ nearby Ulm-Wiblingen (South Germany, FRG).

Résumé

Eosentomon rusekianum sp. n., une espèce édaphique était découverte dans une forêt alluviale (Fraxino-Ulmetum) près d'Ulm-Wiblingen (Allemagne du Sud, RFA).

Authors

Dr. JÖRG STUMPP, Universität Ulm, Abt. Ökologie und Morphologie der Tiere, Oberer Eselsberg, D-7900 Ulm, Prof. Dr. ANDRZEJ SZEPTYCKI, Zakład Zoologii Systematycznej i Doświadczalnej PAN, ul. Sławkowska 17, PL-31-016 Kraków, Polska.

Diagnosis

By the sickle-like head of the female squama genitalis the new species is similar to *Eosentomon chischaensis* YIN, 1965, *E. romanum* NOSEK, 1969, *E. nivoculum* YIN, 1981, *E. jinhongense* YIN, 1982, and *E. mirabile* SZEPTYCKI, 1984. It is most similar to *E. mirabile* in the presence of six setae on urosternite IX and X, and in the shape and position of p1' on urotergite (T) VII as well as in the shape and position of p1'' on T VIII. Both species differ in the head chaetotaxy, the dimension of pseudoculus and in the shape of foretarsal sensilla f1.

Description

Body of typical *Eosentomon*-shape, short, only 700 µm of length. Length of head 94 to 99 µm; foretarsus without claw 70–75 µm.

Head setae short, subposterior and posterior of the same length. Anterior additional head setae present, posterior absent. Labral setae absent. Rostral setae alate, thicker than subrostral. Pseudoculus of great size (20 µm) with longitudinal line, PR 4,5–5,0. Lateral sensilla of maxillary palp thicker and slightly shorter than dorsal. Setae on nota short, p1 equal or shorter than p1' (the length of p1' is varying from 10 to 14 µm), p2' longer than p3'. Length ratio of p1:p1':p2 on mesonotum as 1.1:1.1:2. Tracheal camerae long and thin. Foretarsal sensilla a long, nearly reaching the base of γ 2; b the

same length than c; d long; e equal or a little shorter than g, with spatulate dilatation about half of the sensilla length; f1 long and not dilated, but always shorter than e, t1 in the middle of line α3 and α3'; a' and b2' long, twice as long as c'; c' not dilated.

BS 0.9–1.0, TR 5.0–5.6, EU about 0.8 Basal seta of leg III long, of normal shape. Urotergites (T) IV–VII with 10,10,10,6 anterior setae; T VII with a1 and a3 lacking. p1' of T VII exceptionally long, surpassing by far the hind margin of tergite (apex of p1' slightly split). p1'' on T VIII very short with basal dilatation. Laterostigma II–IV large. Lateral sclerotization of urosternite VIII distinct, with hind margin connected with antecosta. Female squama genitalis short, head distinct and sickle-like.

Table 1. Abdominal chaetotaxy

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	4	10	10	10	10	10	6 ²	6	8	8	8	6
	12 ¹	14	14	16	16	16	16	9				3
	4	6	6	6	6	6	6	7	6 ³	6	8	8
	4	4	4	10	10	10	10					4

¹) p3 small sensilla; ²) a1, a3 missing; ³) asymmetrical lack of the middle seta was observed; t = tergite; s = sternite.

Locus typicus

The specimens had been found in soil samples of an alluvial forest (Fraxino-Ulmetum) near Ulm (Wiblingen, Federal Republic of Germany), taken on 11. 4. 1988; pH-value at sampling time: 7.4 (KCl-method).

Material

Nine males, five females and three maturi juniores. – Holotype Au 11. 4. 88 69 1, 10; seven paratypes Au 11. 4. 88, 1 = S 2,5, 2 = 36 2,7, 3 = 36 2,10, 4 = 36 2,14, 5 = 69 2,13, 6 = 912 2,1, 7 = 912 2,2. Holotype and six paratypes in the collection of the Museum „Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe“

Name derivation

The new species is named in honour of Dr. J. RUSEK, leader of the Institute of Soil Biology, České Budějovice, ČSSR.

Ecology

In the alluvial forest the abundance of *Eosentomon rusekianum* sp. n. reached 1300 Ind./m². The coenosis of Protura was completed by four other *Eosentomon*-species (with *Eosentomon stachi* RUSEK, 1966, as the dominating one), one *Proturentomon*-, one *Jonescuellum*- and one *Acerentulus*-species. The vertical distribution extended from litter-layer to a soil depth of 12 cm.

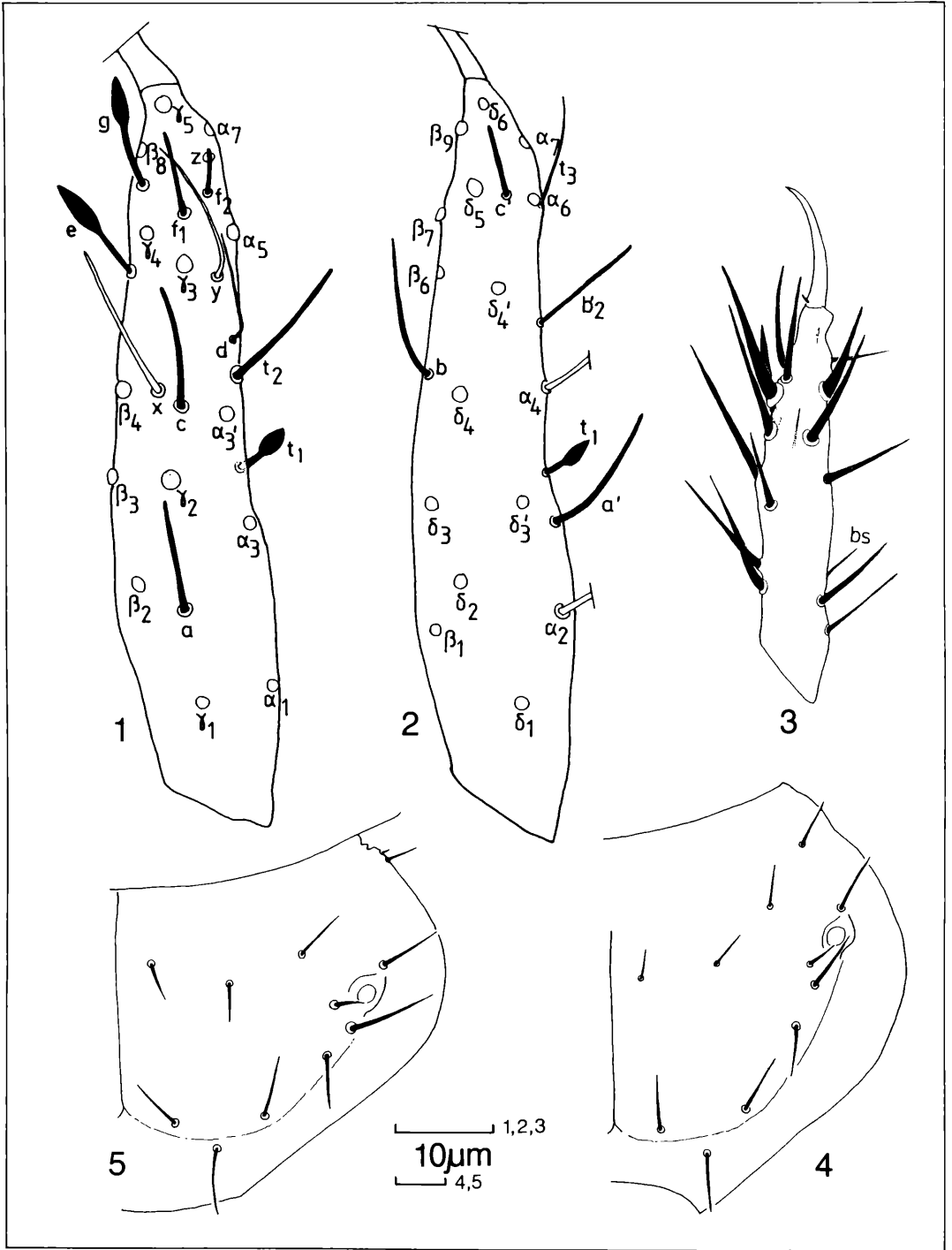


Fig. 1: 1,2—holotype; 3—paratype 3; 4,5—paratype 1; 1—foretarsus, exterior view; 2—foretarsus, interior view; 3—tarsus of leg III with basal seta (bs); 4—mesonotum; 5—metanotum.

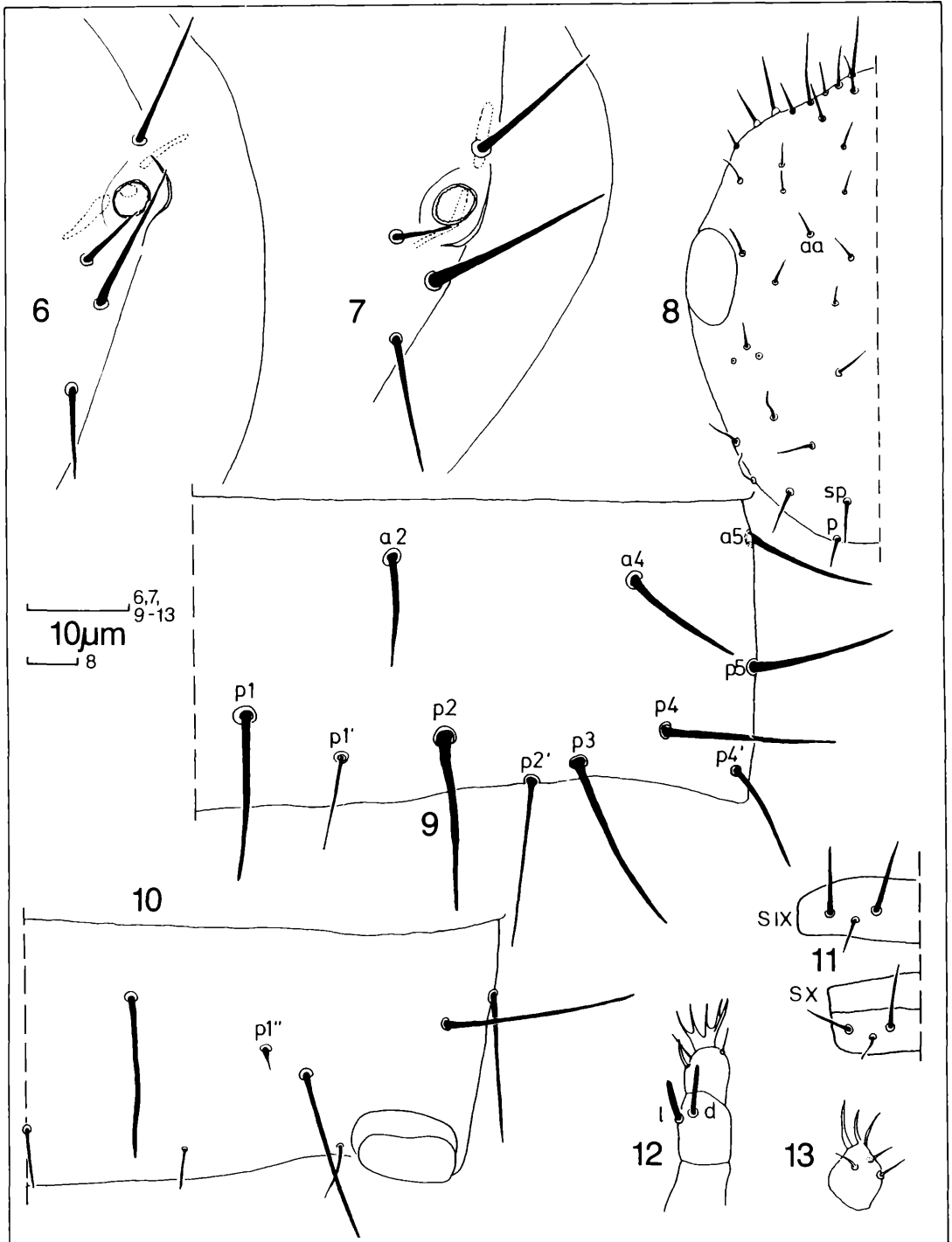


Fig. II: 6,7—paratype 1; 8,9,10,11—holotype; 12—paratype 3; 13—paratype 2; 6,7—tracheal camerae, stigma and surrounding setae on mesonotum (6) and metanotum (7); 8—head, dorsal view (p—posterior, sp—subposterior, aa—anterior additional seta); 9—urotergite VII; 10—urotergite VIII; 11—urosternite IX and X; 12—maxillary palp with dorsal (d) and lateral (l) sensillae; 13—labial palp.

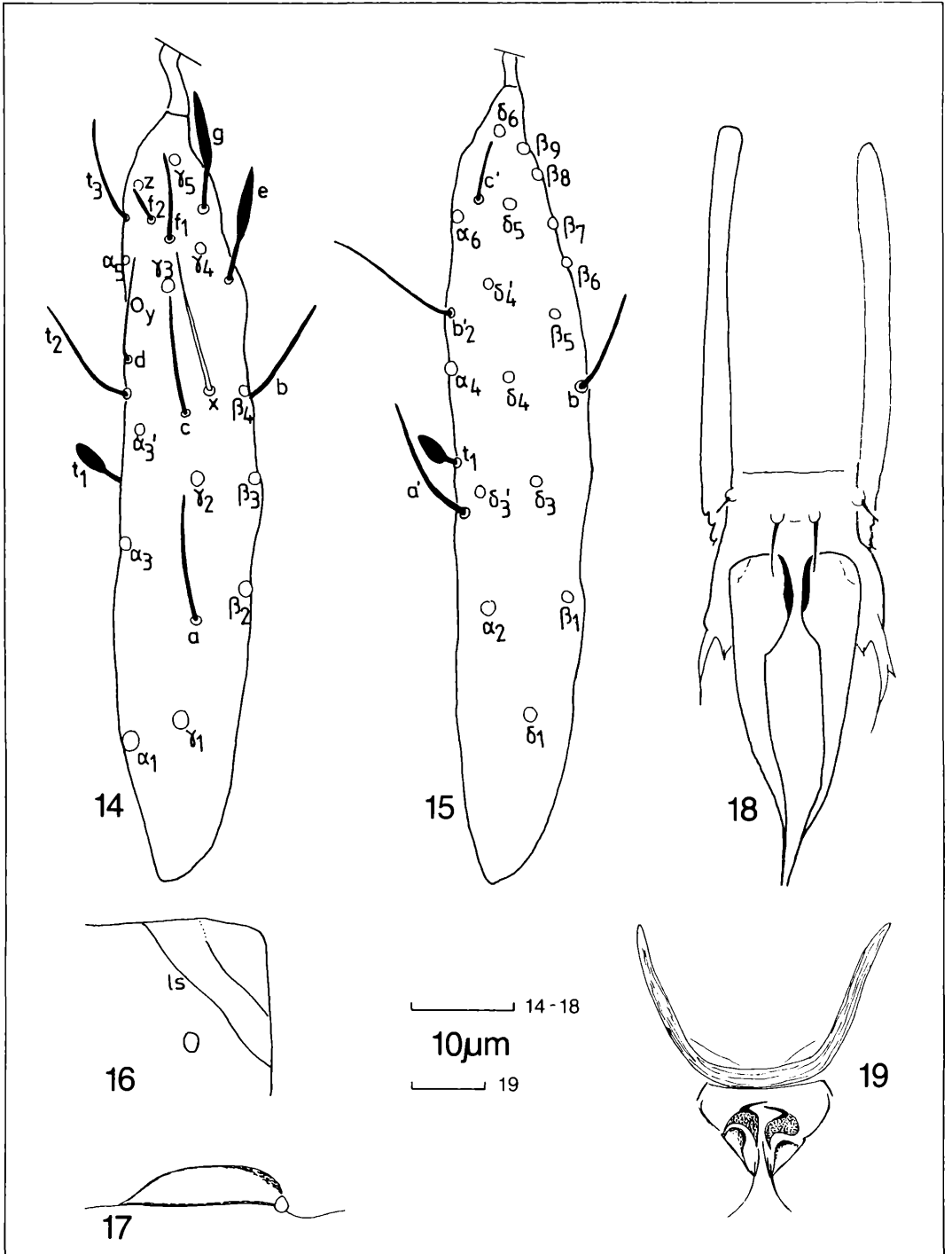


Fig. III: 14,15,19—paratype 3; 16,17—paratype 7; 18—holotype; 14—foretarsus, exterior view; 15—foretarsus, interior view; 16—urosternite VIII (ls—lateral sclerotization); 17—lateral part of antecosta III; 18—male squama genitalis; 19—female squama genitalis.

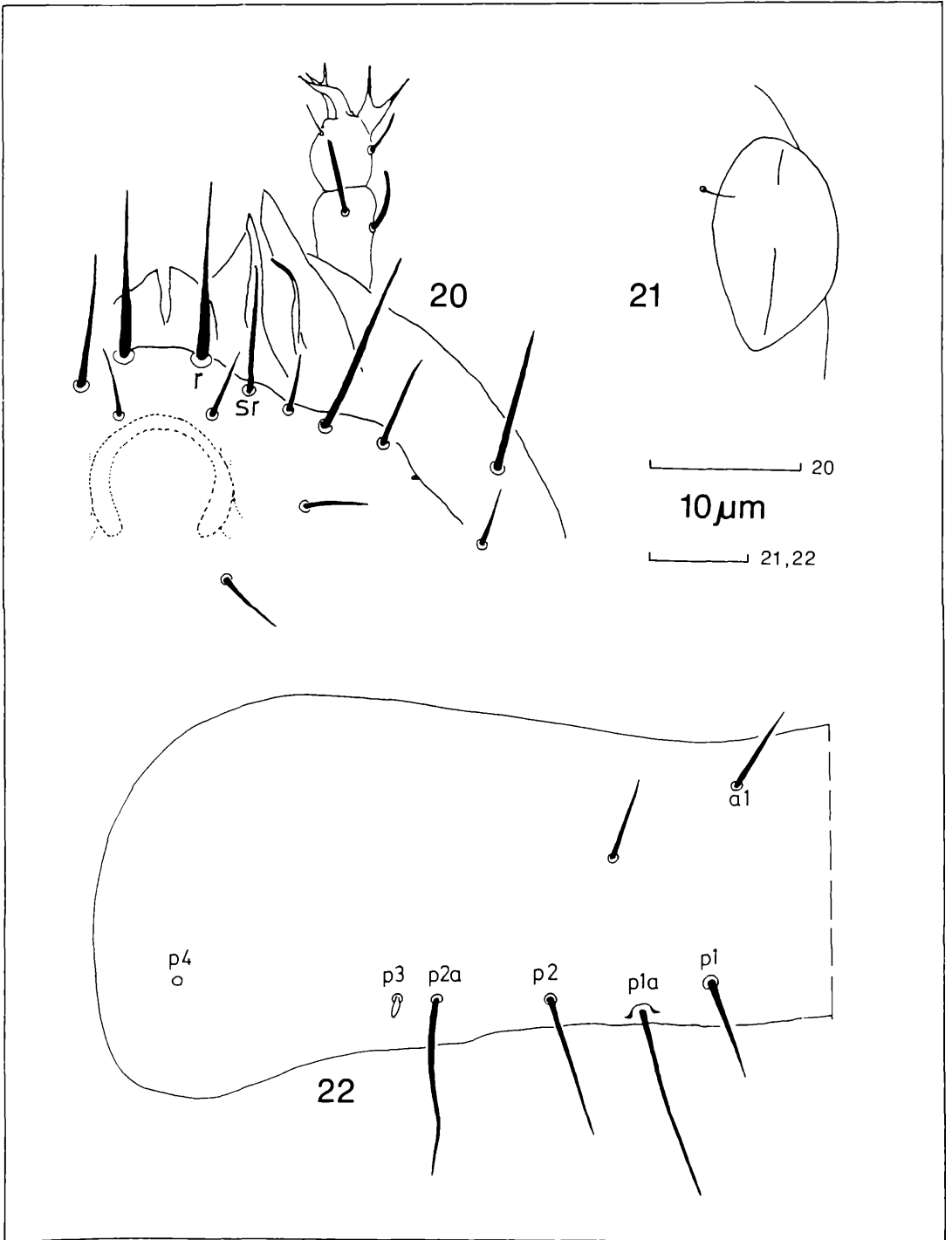


Fig IV: 20,21—paratype 5; 22—paratype 1; 20—anterior part of head with mouthparts, dorsal view (r—rostral, sr—subrostral seta); 21—pseudoculus with longitudinal line, 22—urotergite I.

Table 2. Biometrical characteristics of *Eosentomon rusekianum* sp. n.

			SD	n
head				
length	96.8 µm	(94–99)	± 1.48	9
breadth	81.3 µm	(80–89)	± 5.80	4
pseudoculus I	20.3 µm	(19–22)	± 1.00	9
b	14.0 µm	(14–14)	± 0.00	2
seta p	8.1 µm	(7– 9)	± 0.93	9
seta sp	8.2 µm	(7– 9)	± 0.67	9
mesonotum				
seta p1	10.3 µm	(10–11)	± 0.48	10
p1'	12.3 µm	(10–14)	± 1.64	10
p2	12.4 µm	(12–14)	± 0.84	10
p2'	8.4 µm	(7–10)	± 1.27	10
foretarsus				
length				
without claw	71.5 µm	(70–75)	± 1.72	10
claw	13.6 µm	(13–15)	± 0.70	10
empodium	11.0 µm	(10–11)	± 1.16	7
sensilla a				
b	12.6 µm	(11–14)	± 1.06	8
c	12.7 µm	(12–14)	± 0.82	6
d	12.5 µm	(11–13)	± 1.05	6
e	11.4 µm	(11–12)	± 0.53	9
f1	9.6 µm	(9–10)	± 0.79	7
f2	8.0 µm	(8– 8)	± 0.00	1
g	11.7 µm	(11–12)	± 0.50	9
a'	13.3 µm	(12–14)	± 0.95	10
b2'	13.0 µm	(12–14)	± 0.89	6
	6.5 µm	(6– 7)	± 0.58	4
ratio				
PR	4.77	(4.5–5.0)	± 0.19	9
TR	5.26	(5.0–5.6)	± 0.21	10
EU	0.82	(0.7–0.9)	± 0.01	7

\bar{x} = mean; SD = standard deviation; n = sample size

Literature

NOSEK, J. (1969): Three new species of Protura from Italy. – Atti Inst. veneto Sci. Lettr. Art., (Sci. Mat. nat.), **127**: 485–494; Venezia.
 RUSEK, J. (1966): Einige neue und interessante Proturen- und Diplurenarten aus der Tschechoslowakei. – Acta Entomol. Bohemoslov., **63**: 348–372; Praha.

SZEPTYCKI, A. (1984): Three new species of *Eosentomon* BERLESE, 1909, from Poland, with redescription of *Eosentomon germanicum* PRELL, 1912 (Protura). – Pol. Pismo Entomol., **54**: 195–213; Warsaw.
 YIN, W. Y. (1965): Studies on Chinese Protura. I. Ten species of the genus *Eosentomon* from Nanking-Shanghai region. – Acta Entomol. Sin., **14** (1) 7: 71–92; Beijing.
 YIN, W. Y. (1981): Protura: *Eosentomidae*, *Protentomidae*, Insects of Xizang, **1**: 35–40; Beijing.
 YIN, W. Y. (1982): Studies on Chinese Protura: Twelve species of the genus *Eosentomon* from Yunnan province. – Zool. Res., **3** (1): 11–30; Kunming Yunnan.

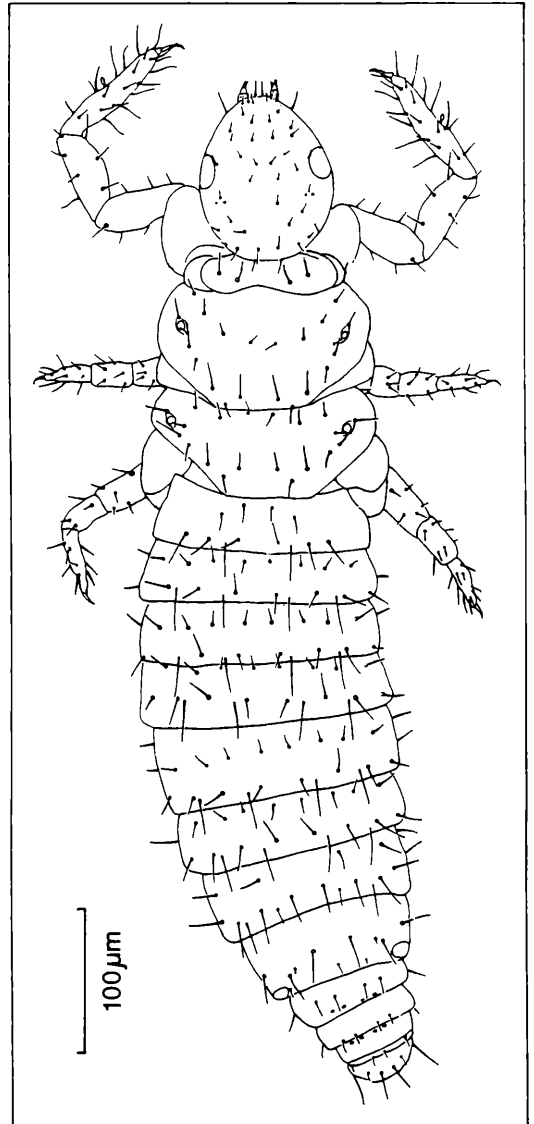


Fig. V: *Eosentomon rusekianum* sp. n., dorsal view (length 680 µm).

Wissenschaftliche Mitteilungen

MARGARETE KÜBLER-THOMAS & PETER THOMAS

Über ein Vorkommen von *Teucrium scordium* und *Ophioglossum vulgatum* am östlichen Hochrhein

Im September 1987 wurde von den Verfassern auf der Gemarkung Jestetten (MTB 8317 NW, Naturraum Hochrhein) in einem Großseggenried ein ausgedehnter Bestand von *Teucrium scordium* L. (Knoblauch-Gamander) und *Ophioglossum vulgatum* L. (Gewöhnliche Natternzunge) entdeckt.

Für *Teucrium scordium* gibt KUMMER (1946) aus den Kantonen Schaffhausen und Zürich 10 Fundorte an; 5 davon waren schon zu seiner Zeit erloschen, darunter die dem Jestetter Vorkommen nächstgelegenen Fundorte („Am Krebsbach beim Otterngut, auf der Enge“). Aus dem badischen Grenzgebiet werden von KUMMER drei Fundorte (nördlich Singen, bei Stühlingen und Grimmelschhofen) genannt, die inzwischen erloschen sind.

Im Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (WELTEN & SUTTER 1982) wird für den angrenzenden Kanton Schaffhausen lediglich für eine Kartiereinheit *Teucrium scordium* aktuell angegeben. Nach ISLER-HÜBSCHER (1977/80) zu schließen, müßte es sich um den zuletzt 1969 bestätigten Fundort „Seeli Dörlflingen“ handeln.

KUMMER (1936/37) gibt *Ophioglossum vulgatum* als „nicht häufig“ für sein Bearbeitungsgebiet an. Der dem Jestetter Vorkommen nächstgelegene Fundort lag in den ca. 1,5 km entfernten Neuwiesen nördlich des Aazheimerhofes (Kanton Schaffhausen).

Nach dem Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) ist *Teucrium scordium* in der ganzen BRD selten, wobei Verbreitungsschwerpunkte in den Stromtälern von Rhein (nördliches Oberrheingebiet und Bodenseeraum), Main und Donau erkennbar sind.

In Baden-Württemberg führen HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1988) die Art für etwa 31 Meßtischblätter auf; nach 1945 konnte sie lediglich noch auf etwa 5 bestätigt werden. Die beiden nächstgelegenen Fundorte an der Donau (zwischen Mühlheim und Fridingen an Donaualtwasser; TK 7919 SW) und am Bodensee (bei Konstanz; TK 8321) sind inzwischen erloschen (freundl. Mitt. von DR O. SEBALD, Stuttgart, und M. PEINTINGER, Radolfzell). Bei der Angabe für TK 8312 Dinkelberg in HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1988) handelt es sich allem Anschein nach um einen Übertragungsfehler. Aufgrund des starken Rückgangs wird in der Roten Liste der Farne und

Blütenpflanzen von Baden-Württemberg (HARMS, PHILIPPI & SEYBOLD 1983) *Teucrium scordium* als vom Aussterben bedroht eingestuft.

Das Großseggenried mit *Teucrium scordium* und *Ophioglossum vulgatum* liegt in einer glazialen Abflurinne des Rheines. Heute ist das Gebiet abflußlos, da ein Schuttkegel des nördlich angrenzenden Steilhanges einen Damm gebildet hat. Daher weist der Grundwas-

Tabelle 1

Nr.	1	2	3
Deckung %	100	90	70
Aufnahmefläche (m ²)	30	30	2
Caricetum gracilis:			
<i>Carex gracilis</i>	5	3	
Magnocaricion/Phragmitetalia			
<i>Phalaris arundinacea</i>		3	+
<i>Galium palustre</i>	2m	1	2a
<i>Carex vesicaria</i>		+	
<i>Eleocharis palustris</i>		2b	
<i>Veronica scutellata</i>			1
<i>Alisma lanceolata</i>			
Agropyro-Rumicion:			
<i>Teucrium scordium</i>		2b	4
<i>Potentilla reptans</i>		2m	+
<i>Ranunculus repens</i>			+
<i>Lysimachia nummularia</i>			+
übrige:			
<i>Ophioglossum vulgatum</i>	2m	1	
<i>Lythrum salicaria</i>		+	
<i>Vicia cracca</i>		1	
<i>Equisetum arvense</i>			+
<i>Salix purpurea</i>			
Moose:			
<i>Drepanocladus aduncus</i>		2b	4

Aufnahmedatum: 19. 6. 1988. Ort: Jestetten, Gewann Au, sw der Rennbahn R/H: 3468, 22 / 5280, 30

Aufn. 1: *Carex gracilis*-Bestand, Gesamtgröße ca. 0,7 ha, z. Zt. trocken; Winter/Frühjahr überflutet; einige cm alte Streu vorhanden

Aufn. 2: *Phalaris arundinacea* – *Carex gracilis* – Bestand; Gesamtgröße 500 m²; nur wenig Streu vorhanden

Aufn. 3: Niederwüchsiger, offener Bestand von ca. 50 m²; Mulde, daher längere Überflutung

serspiegel starke Schwankungen auf: Im Spätwinter/ Fröhjahr ist das Ried bis 50 cm überstaut. Durch den kalkreichen, lehmigen Untergrund versickert das Wasser allmählich. Im Spätsommer wird der tiefste Grundwasserstand mit etwa 50 cm unter Flur erreicht.

Das Feuchtgebiet hat eine Größe von ca. 0,8 ha. Seine Vegetation wird überwiegend von einem Schlankseggenried (*Caricetum gracilis*, vgl. Aufn. 1) gebildet, das von einem *Phalaris*-Gürtel gesäumt wird. Kleinflächlich finden sich Störstellen, wie sie z. B. durch die Anlage eines Amphibientümpels entstanden sind. Der pionierfreudige Knoblauch-Gamander, der im umgebenden Schlankseggenried zwar verbreitet, aber mit niedriger Deckung auftritt, kommt hier, wo die *Magnocaricion*-Arten zurückerreten, zur Dominanz (vgl. Aufn. 3). Als weitere bemerkenswerte Art wächst in derartigen niederrwüchsigen Beständen der Schild-Ehrenpreis, *Veronica scutellata*.

Anbetracht der Pionierfreudigkeit und Wuchskraft des Knoblauch-Gamanders in diesem Feuchtgebiet ist man verwundert, daß die Art in den Seggenriedern der Umgebung mit einer ähnlichen Geologie und vergleichbarem Wasserregime (etwa dem Wangental, vgl. KÜBLER & THOMAS 1982) fehlt.

Dem Feuchtgebiet im Gewinn Au galt bisher kein besonderes floristisches Interesse; es stand vielleicht zu sehr im Schatten des benachbarten, inzwischen zerstörten Flachmoores „Kronenriet“. Aufgrund der neu gefundenen Pflanzenarten, besonders bei Berücksichtigung der wenigen Fundorte von *Teucrium scordium* in Baden-Württemberg, sollte das Ried als flächenhaftes Naturdenkmal ausgewiesen werden. Pflegemaßnahmen erscheinen z. Zt. nicht als erforderlich: Obwohl der Seggenbestand bestimmt länger als 10 Jahre brachliegt, ist weder eine ungünstige Zunahme an Gehölzen, noch die Entwicklung eines vegetationshemmenden Seggenstreufilzes zu beobachten. Von der Anlage weiterer Amphibientümpel sollte abgesehen werden, um den naturnahen Charakter des Seggenbestandes nicht zu beeinflussen.

Literatur

- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER P. (Hrsg.) (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S.; Stuttgart.
- HARMS, K. H., PHILIPPI G. & SEYBOLD S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **32**: 1–160; Karlsruhe.
- ISLER-HÜBSCHER, K. (1980): Beiträge zu GEORG KUMMERS „Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete“ – Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen, **31** (1977/80): 5–121; Schaffhausen.
- KÜBLER, M. & THOMAS P. (1982): Das Naturschutzgebiet „Wüster See“ – Jestetter Chronik, **102**: 23–31; Jestetten.
- KUMMER, G.: Die Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete. Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen, **13** (1936/37): 50–157 (1. Lief.); Schaffhausen.

- KUMMER, G. (1946): Die Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete. – Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen, **20** (1945): 71–208 (6. Lief.); Schaffhausen.
- WELTEN, M. & SUTTER R. (1982): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. – Nr. 1371; Basel.

Autoren

- MARGARETE KÜBLER-THOMAS, Dipl.-Biol. PETER THOMAS, Malvenstr. 4, D-7500 Karlsruhe 21.

ARNO BOGENRIEDER, HELGA & KURT RASBACH

Neufund von *Botrychium matricariifolium* im Schwarzwald

Die Ästige Mondraute (*Botrychium matricariifolium*) (RETZ) A. BR. gehört zu den außerordentlichen Seltenheiten der südwestdeutschen Flora. Auch im Schwarzwald (obwohl in den Floren im Zusammenhang mit der Pflanze regelmäßig genannt) sind bisher nur sehr wenige Fundstellen bekanntgeworden (vgl. PHILIPPI & WIRTH, 1979)

- Feldsee, 1860, DE BARY, 1889 von ZAHN bestätigt (ein Exemplar), 1910 von ZIMMERMANN. Seither kein Nachweis mehr.
- Hofgrund am Gesprengestollen, 1881, 1884, GÖTZ (zwei Exemplare)
- Feldberg (Seebuck), 1909, RÖSCH
- Baiersbronn, in der Nähe eines Kares, 1955, BAUR (wenige Exemplare)
- Kandel, nahe dem Gipfel, 1964, H. & K. RASBACH (ein Exemplar, durch Tritt beschädigt, später nicht mehr gefunden)
- Notschrei, Wegböschung, 1971, H. & K. RASBACH, O. WILMANN (2 Exemplare, Wuchsort wenig später durch Straßenbau vernichtet).

Obwohl seither im Zuge der floristischen Kartierung, der Biotopkartierung und zahlreicher vegetationskundlicher Arbeiten die Durchmusterung der Schwarzwaldvegetation wesentlich intensiviert wurde, sind in den letzten Jahren keine neuen Funde aus dem Schwarzwald gemeldet worden.

Nach den wenigen bisher vorliegenden Beobachtungen wächst *Botrychium matricariifolium* in standörtlicher und oft auch räumlicher Nachbarschaft zu *Botrychium lunaria* (vgl. aber BERTSCH 1951). Es muß wohl davon ausgegangen werden, daß mit dem starken Rückgang von *Botrychium lunaria* im Schwarzwald die aktuellen oder potentiellen Standorte von *Botrychium matricariifolium* ebenfalls entsprechend dezimiert wurden. Angesichts der wesentlich ungünstigeren Ausgangssituation konnte nicht ausgeschlossen werden, daß die Vorkommen der schon immer seltenen Pflanze im Schwarzwald inzwischen erloschen sind.

Diese Befürchtungen wurden noch verstärkt durch die Tatsache, daß die früheren Vorkommen in den Vogesen ebenfalls seit vielen Jahren nicht mehr bestätigt wurden (WOLFF 1969).

Um so erfreulicher war deshalb 1988 ein Neufund am Herzogenhorn (NSG Feldberg) in etwa 1300 m Höhe, der mit 10 Individuen alle bisher bekannten Vorkommen zahlenmäßig übertrifft. Das Auftreten der Pflanze ist auf eine kleine, recht inhomogene, wenige Quadratmeter umfassende und standörtlich deutlich abweichende Stelle innerhalb der hier großflächig ausgebildeten Weidfeldvegetation des Leontodonto-helvetici-Narde-

tum beschränkt.

Es handelt sich um eine fragmentarische Gesellschaftsbildung, deren Artenliste aber trotzdem die Zugehörigkeit zum frischen und nährstoffreichen Klee-Borstgrasrasen (Leontodonto-Nardetum trifolietosum) erkennen läßt:

- + *Botrychium matricariifolium*
- + *Leontodon helveticus*
- 2m *Campanula scheuchzeri*
- 1 *Potentilla erecta*
- 2a *Galium harcynicum*
- + *Arnica montana*
- 1 *Viola canina*
- 1 *Trifolium pratense*
- 2a *Trifolium repens*
- + *Ranunculus serpens*
- 2m *Stellaria graminea*
- 2m *Luzula campestris multiflora*
- 2a *Hypericum maculatum / perforatum*
- 2 *Festuca rubra*
- 1 *Anthoxanthum odoratum*
- 2m *Briza media*
- 2m *Agrostis tenuis*
- 1 *Geranium sylvaticum*
- 2a *Alchemilla vulgaris* coll.
- 1 *Taraxacum officinale*
- 2a *Achillea millefolia*
- 1 *Chrysanthemum leucanthemum*
- 1 *Ranunculus acris*
- 1 *Ajuga reptans*
- 2m *Myosotis palustris*
- 1 *Melampyrum sylvaticum*
- + *Anemone nemorosa*
- 2m *Polygala serpyllifolia*
- + *Pleurozium schreberi*

Botrychium lunaria fand sich an dieser Stelle und in ihrer unmittelbaren Umgebung nicht, war aber im weiteren Umkreis, in eher lückigen und niederwüchsigen Gesellschaftsbildungen des Leontodonto-Nardetums, mit zahlreichen Individuen vertreten. Im Feld ist *Botrychium matricariifolium* wegen ihres relativ kleinen und fiederschnittigen sterilen Blattabschnitts allerdings wesentlich unauffälliger als *Botrychium lunaria*.

Literatur

- BERTSCH, K. (1951): Kritische Pflanzen unserer Flora. – Jb. Verh. vaterl. Naturkunde, **106**: 46–68; Stuttgart.
- PHILIPPI, G. & WIRTH, V. (1970): Botanische Neufunde aus Südbaden. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz N. F., **10**: 331–348; Freiburg i. Br.
- WOLFF, P. (1969): Ophioglossaceen im Saarland. – Faun.-Flor. Notizen aus dem Saarland, **2**, (415): 27–42; Saarbrücken.

Autoren

- Prof. Dr. ARNO BOGENRIEDER, Biologie II, Geobotanik, Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg i. Br.
Dipl.-Biol. HELGA RASBACH, Dr. KURT RASBACH, Dätscherstr. 23, D-7804 Glotttetal.



Abbildung 1. *Botrychium matricariifolium* am Herzoghorn 1988. Foto: RASBACH.

THOMAS BREUNIG & JOHANNES SCHACH

Ein Fund des Scheiden-Gelbsterns (*Gagea spathacea*) in der nordbadischen Rheinebene

Der Scheiden-Gelbstern (*Gagea spathacea* [HAYNE] SALISB.) ist bisher nur aus dem norddeutschen Tiefland und den Mittelgebirgen nördlich des Mains bekannt. Er wächst dort vor allem in arten- und geophytenreichen Laubwäldern auf basenreichen, frischen bis feuchten, seltener auch nassen Standorten (DERSCH 1974). Die Südgrenze seines Areals verläuft vom Westerwald über Vogelsberg und Rhön zum Grabfeld (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988).

Überrascht waren wir deshalb über einen Fund des Scheiden-Gelbsterns im April 1987 bei einer Exkursion nordbadischer Botaniker in die Lußhardt nördlich von Bruchsal. *Gagea spathacea* wächst hier in einem buchenreichen Eichen-Hainbuchen-Wald. Dieser Wald stockt auf einem holozänen, schwach lehmigen, kalkfreien Hochflutland; Bodentyp ist ein Gley mit abgesenktem Grundwasser und einem mullartigen Moder als Auflage. Beobachtet wurden etwa 30 blühende Pflanzen und zahlreiche sterile Sproßbüschel.

Ein weiterer Wuchsort des Scheiden-Gelbsterns in der Lußhardt wurde 1989 von B. VEIT, Freiburg, entdeckt. Er liegt etwa 2 Kilometer vom ersten Fundort entfernt, auch hier wächst *Gagea spathacea* in einem buchenreichen Eichen-Hainbuchen-Wald auf holozänem Hochflutland. Allerdings ist der Sand lehmiger und der Standort nährstoffreicher, was sich in dem Vorkommen einiger anspruchsvoller Frühjahrsgeophyten widerspiegelt. *Gagea spathacea* kommt hier in zahlreichen sterilen Sproßbüscheln vor, blühende Pflanzen wurden 1989 nicht beobachtet.

Diese Vorkommen des Scheiden-Gelbsterns in der Lußhardt können als autochton angesehen werden. Dafür spricht zum einen der 1989 entdeckte zweite Wuchsort, zum anderen, daß die Wälder an den beiden Fundstellen aus Naturverjüngung hervorgegangen sind (mdl. Mitt. Forstamt Bruchsal-West) und somit eine Einschleppung des Gelbsterns mit Pflanzmaterial ausgeschlossen werden kann.

Bemerkenswert ist, daß *Gagea spathacea*, im Gegensatz zu seinen in Norddeutschland und den Mittelgebirgen üblichen Standorten, in der Lußhardt auf etwas höher gelegenen, sandigen und deshalb nur mäßig frischen bis frischen, mesotrophen Standorten vorkommt, während er auf lehmigen, feuchten Böden in den Rinnen der Lußhardt durchziehenden Bäche und Gräben fehlt. Wohl auch deshalb ist der Scheiden-Gelbstern lange unentdeckt geblieben. Diese Standorte sind zur Blütezeit des Gelbsterns im April für Floristen wenig attraktiv, während die Wälder den angrenzenden Rinnen

bereits eine üppig entwickelte Krautschicht mit zahlreichen früh blühenden Arten (*Allium ursinum*, *Anemone ranunculoides*, *Corydalis cava*, *C. solida*, *Gagea lutea*, *Primula elatior*, *Ranunculus auricomus* agg.) aufweisen. Bereits Anfang Mai sind jedoch die dann vergilbten Blätter von *Gagea spathacea* kaum noch zu finden. Doch weisen bereits SCHNEDLER & RIEGER (1972) darauf hin, daß *Gagea spathacea* auch in den hessischen Mittelgebirgen nicht auf eutrophe, feuchte Standorte beschränkt ist.

Möglicherweise läßt sich *Gagea spathacea* noch an anderen Stellen zwischen dem nordbadischen Vorkommen in der Lußhardt und den Fundorten in Mittelhessen nachweisen. Die Eichen-Hainbuchen-Wälder der Hessischen Rheinebene westlich von Bensheim und besonders die der Untermainebene stocken auf ähnlichen Standorten wie die Wälder der Lußhardt, ihre floristische Durchforschung im zeitigen Frühjahr erscheint deshalb lohnenswert.

Eine weitere, allerdings fragliche Fundortsangabe von *Gagea spathacea* in Südwestdeutschland macht OBERDORFER (1949). Er nennt das nur 15 Kilometer westlich der Lußhardt in der Pfalz gelegene Germersheim („angebl. Rh bei Germersheim“). Diesen Wuchsort gibt bereits VOLLMANN (1914) an, doch auch er versteht die Angabe mit einem Fragezeichen („Äcker bei Germersheim“?). Es konnte jedoch trotz Nachforschungen nicht geklärt werden, von wem VOLLMANN diese Angabe übernommen hat. Bei HINDENLANG (1900), dessen „Flora der Landauer Gegend“ den Germersheimer Raum berücksichtigt, wird *Gagea spathacea* nicht genannt. Trotz der neuen Funde in der Lußhardt muß diese Angabe aus der Pfalz weiterhin als fraglich angesehen werden, vor allem deshalb, weil mit Äckern ein für den Scheiden-Gelbstern sehr unwahrscheinlicher Biotop angegeben wurde.

Für Auskünfte danken wir den Herren D. KORNECK (Bonn), Dr. W. LANG (Erpolzheim), Dr. W. LIPPERT (München) und B. VEIT (Freiburg).

Literatur

- DERSCH, G. (1974): Über *Gagea spathacea* (HAYNE) SALISB. und ihre Verbreitung in den Mittelgebirgslandschaften. – Gött. Flor. Rundbr., **8** (2): 43–50; Göttingen.
- HAEUPLER H. & P. SCHÖNFELDER (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S.; Stuttgart (E. Ulmer).
- HINDENLANG, L. (1900): Flora der Landauer Gegend. – Mitt. Pollichia, **13**: 1–64; Dürkheim.
- OBERDORFER, E. (1949): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland und die angrenzenden Gebiete. – 411 S., Stuttgart (E. Ulmer).
- SCHNEDLER, W. & W. RIEGER (1972): Ein Vorkommen des Scheiden-Gelbsterns (*Gagea spathacea* [HAYNE] GILIB.) im Lahn-Dill-Gebiet. – Hess. Flor. Briefe, **21** (2): 22–24; Darmstadt.
- VOLLMANN, F. (1914): Flora von Bayern. – 840 S.; Stuttgart (E. Ulmer).

Tabelle 1. Eichen-Hainbuchen-Wälder mit *Gagea spathacea*

Nummer der Aufnahme		1	2
Höhe ü. NN (m)		108	107
Probefläche (m ²)		100	150
Höhe der Vegetation (m)	Baumschicht	20	25
	Strauchschicht	–	8
	Krautschicht	0,4	0,6
Vegetationsbedeckung (%)	Baumschicht	90	75
	Strauchschicht	20	10
	Krautschicht	50	75
Artenzahl		27	25
Baumschicht:			
<i>Quercus robur</i>		3	3
<i>Fagus sylvatica</i>		4	2b
<i>Carpinus betulus</i>		2a	
<i>Fraxinus excelsior</i>			3
Strauchschicht:			
<i>Fagus sylvatica</i>		2a	2a
<i>Carpinus betulus</i>		(+)	2a
<i>Acer pseudoplatanus</i>			r
Krautschicht:			
<i>Gagea spathacea</i>		2m	2m
<i>Anemone nemorosa</i>		2b	3
<i>Dentaria bulbifera</i>		2b	2a
<i>Ranunculus ficaria</i>		2a	2a
<i>Stellaria holostea</i>		2a	1
<i>Polygonatum multiflorum</i>		2a	+
<i>Melica uniflora</i>		+	2a
<i>Milium effusum</i>		1	1
<i>Carpinus betulus</i> juv.		+	1
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.		+	1
<i>Dactylis glomerata</i> agg.		+	1
<i>Poa nemoralis</i>		+	+
<i>Fagus sylvatica</i>		+	r
<i>Convallaria majalis</i>		2b	
<i>Moehringia trinervia</i>		1	
<i>Hedera helix</i>		+	
<i>Viola reichenbachiana</i>		+	
<i>Poa trivialis</i>		+	
<i>Luzula pilosa</i>		+	
<i>Carex sylvatica</i>		+	
<i>Holcus lanatus</i>		+	
<i>Viola riviniana</i>		+	
<i>Atrichum undulatum</i>		+	
<i>Polytrichum formosum</i>		+	
<i>Oxalis acetosella</i>		r	
<i>Ajuga reptans</i>		r	
<i>Corydalis solida</i>			2b
<i>Allium ursinum</i>			2a
<i>Lamiastrum montanum</i>			2a
<i>Mercurialis perennis</i>			1
<i>Corydalis cava</i>			1
<i>Anemone ranunculoides</i>			1
<i>Euonymus europaea</i> juv.			1
<i>Carex</i> cf. <i>brizoides</i>			+
<i>Crataegus monogyna</i> s. l. juv.			+
<i>Arum maculatum</i>			r

Autoren

Dipl.-Geograph THOMAS BREUNIG, Landessammlung für Naturlandeskunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe,
Dipl.-Biol. JOHANNES SCHACH, Heinrich-Heine 8,
D-6830 Schwetzingen.

Nr. 1: 6817/21, Lußhardt westlich von Weiher, nördlich des Dultacher Grabens an der Kronauer Allee (347063/544932), 25. 4. 1987;

Nr. 2: 6817/12, Lußhardt östlich von Hambrücken am Grenz-Richtweg (346845/544989), 11. 4. 1989.

PETER ZIMMERMANN & ULRIKE ROHDE

Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Ackerwildkrautgesellschaften

Die ackerbaulichen Bewirtschaftungsmethoden der letzten Jahrzehnte (mit Nutzungsintensivierung, Zunahme von Herbizideinsatz, ansteigenden Düngergaben) führten zu einer starken Artenverarmung der Ackerbegleitflora (z. B. BRAUN 1981, CALLAUCH 1981, MEISEL 1972, SCHUMACHER 1984). Am auffälligsten ist der Rückgang von buntblühenden und ehemals aspektbildenden Arten wie z. B. Acker-Rittersporn, Kornblume und Kornrade. Von den ursprünglich etwa 300 in Deutschland heimischen Ackerwildkräutern sind bereits über 130 ausgestorben oder gefährdet (BLAB et al. 1984). Im Gegensatz zu anderen Bundesländern existieren in Baden-Württemberg keine speziellen Programme zum Schutz der Ackerwildkräuter (STERN 1987). In den Jahren 1987 und 1988 wurden deshalb im Rahmen einer Studie der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe und mit Hilfe des Extensivierungsprogrammes 1987 von Baden-Württemberg auf landwirtschaftlichen Flächen im Rhein-Neckar-Kreis und Enzkreis Ackerwildkrautbestände erfaßt, Pflegeverträge mit Landwirten abgeschlossen und auf ausgewählten Flächen die Entwicklung der Wildkrautbestände nach erfolgter extensiver Ackerbewirtschaftung untersucht. Ackerrandstreifen und z. T. ganze Ackerflächen mit ehemals reichem oder derzeit vorhandenem, wertvollem Wildkrautbestand wurden dabei von Herbizideinsatz und Mineral-Düngergaben verschont. Die dem Landwirt entstandenen Ertragseinbußen wurden finanziell entschädigt. Das Ziel der Untersuchung besteht darin, die Auswirkungen einer Ackerextensivierung auf die Artenvielfalt der Flora zu demonstrieren und damit auf den ökologischen Wert dieser Extensivierungsform im Vergleich zu einer Totalumwandlung von Ackerland in Grünland – bei der die vom Aussterben bedrohten Ackerwildkräuter nicht erhalten werden können – hinzuweisen. Die floristische Entwicklung von 3 ausgewählten Ackerflächen und die Erfahrungen mit den Landwirten werden nachfolgend beschrieben.

Der im Rhein-Neckar-Kreis untersuchte Acker liegt bei der Gemeinde Eschelbronn. Diese Ackerfläche (A1), 200 m ü. N. N. am „Kallenberg“ liegend, zählt zur naturräumlichen Einheit Schwarzbachgäu im Kraichgau. Der geologische Untergrund gehört dem Oberen Muschelkalk an, der hier zusammen mit pleistozänen Lößablagerungen eine Parabraunerde bildet. Die mittlere Julitemperatur liegt bei 18°C, der mittlere Jahresniederschlag bei 800 mm (Mittel der Jahre 1951–1980, Station Eppingen, Wetteramt Stuttgart). An Acker A1 grenzen Waldbestände, Streuobstwiesen und eine weitere Ackerfläche.

Zwei Ackerflächen (A2, A3) liegen im Enzkreis, Gemeinde

Mönsheim, Gewann „Kalkofen“ in der naturräumlichen Haupt-Heckengäu. Die Flächen A2 und A3 werden z. T. von einer niederen Liguster-Schlehen-Hecke eingeschlossen und grenzen mit ihren Stirnseiten an Kalk-Halbtrockenrasen. In einer Höhe von 440 m ü. N. N. liegen sie auf Oberem Muschelkalk. Die mittlere Julitemperatur beträgt 17,0°C, der mittlere Jahresniederschlag 736 mm (Mittel der Jahre 1951–1980, Station Rutesheim, Wetteramt Stuttgart).

Für die Vegetationsaufnahmen wurden 1987 repräsentative Ackerpartien (50 m²) abgesteckt und die Deckungsgrade der Wildkräuter und der Kulturart 1987/88 ermittelt. Pflanzensoziologische Aufnahmen erfolgten nach der bei REICHEL & WILMANN (1973) leicht modifizierten Artmächtigkeitsskala von BRAUN-BLANQUET (1964).

Entwicklung der Ackerbegleitflora im Rhein-Neckar-Kreis

In unmittelbarer Nachbarschaft (Gewann Hasensprung) zu der Untersuchungsfläche A1 befand sich bis zum Sommer 1987 ein für den Naturraum einzigartiger Ackerwildkrautbestand mit Tännelkräutern (*Kickxia spuria*, *K. elatine*), Blauem Ackergauchheil (*Anagallis foemina*), Einjährigem Ziest (*Stachys annua*), Schmalblättrigem Hohlzahn (*Galeopsis angustifolia*) u. a. Arten (BREUNIG 1986). Diese charakteristische Artenkombination weist den benachbarten Vegetationstyp auf A1 als Tännel-Leinkraut-Gesellschaft (Linarietum spuriae KRUSEM. et Vlieg. 1939) aus, die der Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft von den Untersuchungsflächen A2 und A3 sehr nahesteht. Beide werden daher in den Verband der Kalkacker-Gesellschaften (Caucalidion lappulae Tx. 1950) eingegliedert. Die submediterranean-subatlantische Tännel-Leinkraut-Gesellschaft ist auf bindigen, lehmig-tonigen Böden verbreitet und wird als „stark gefährdete“ Ackerwildkrautgesellschaft eingestuft (HOFMEISTER & GARVE 1986). Deshalb versuchte die Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege diesen seltenen Pflanzenbestand zu erhalten. Trotz zahlreicher Gespräche mit dem Bewirtschafter konnte kein Vertrag abgeschlossen werden. Im Herbst 1987 wurde die Ackerfläche durch Einsaat in eine Weidelgraswiese zwecks Schafbeweidung umgewandelt. Die typischen Ackerwildkräuter fehlten daher schon im darauffolgenden Jahr. Eine „Rückwandlung“ in Acker war nicht mehr durchsetzbar. Nach dieser negativen Entwicklung wurde auf dem benachbarten Ackergrundstück ein 5 m breiter Ackerrandstreifen ab Frühjahr 1988 extensiv bewirtschaftet. Diese Untersuchungsfläche A1 besiedelten schon einige charakteristische Arten wie die Tännelkräuter, so daß vermutet wurde, daß sich bei Herbizidverzicht und Düngungseinschränkung auf dem Ackerrand ein ähnliches Artenspektrum wie auf der benachbarten Fläche entwickeln würde. Aber dieser Landwirt hatte sich schon im Sommer 1988 nicht mehr an den Extensivierungsvertrag gehalten und Herbizide eingesetzt. So konnten sich nur wenige Arten und vorwiegend „Problemunkräuter“ wie z. B. Acker-Schachtelhalm und Acker-Kratzdistel entwickeln. Da der Landwirt am Extensivierungsprogramm nicht mehr teilnehmen wollte, mußte die Untersuchungsfläche A1 aufgegeben werden.

Tabelle 1. Caucalido-Adonidetum flammeae Tx. 1950, Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft, Enzkreis

	A 2	A 2	A 3	A 3					
Ackerfläche	A 2	A 2	A 3	A 3	<i>Cirsium arvense</i>			1	1
Aufnahmejahr	1987	1988	1987	1988	<i>Viola arvensis</i>				
Meereshöhe (m ü. N. N.)	440	440	440	440	Begleiter:				
Exposition	W	W	W	W	<i>Thlaspi arvense</i>	2a	2a	2m	2m
Inklination (°)	< 5°	< 5°	< 5°	< 5°	<i>Lamium purpureum</i>			1	2m
Aufnahmefläche (m²)	50	50	50	50	<i>Odontites rubra</i>			1	2m
Deckungsgrad (%)					<i>Anagallis arvensis</i>	1	1	1	1
– Kulturart	50	40	60	55	<i>Vicia tenuifolia</i>	+		1	1
– Wildkräuter	30	35	35	40	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	1		
Artenzahl Wildkräuter	37	41	45	49	<i>Lapsana communis</i>	1	1		
Kennzeichnende Arten:					<i>Bromus secalinus</i>		1		
<i>Caucalis platycarpos</i>	1	1	1	2m	<i>Euphorbia helioscopia</i>	+			
<i>Scandix pecten-veneris</i>	2m	2b	+		<i>Medicago lupulina</i>	+			
<i>Lathyrus aphaca</i>		+	2a	2b	<i>Vicia tenuissima</i>	+	+		
<i>Adonis aestivalis</i>	1	1	+	+	<i>Agropyron repens</i>	+	+		+
<i>Adonis a. var. citrina</i>	+	+	+	+	<i>Polygonum aviculare</i>	+			
Caucalidion lappulae-Arten:					<i>Holosteum umbellatum</i>	+			
<i>Valerianella dentata</i>	2a	2a	2a	3	<i>Equisetum arvense</i>				
<i>Sherardia arvensis</i>	1	1	2a	2a	<i>Sonchus oleraceus</i>				
<i>Aethusa cynapium</i>	1	1	2m	2m	<i>Gagea villosa</i>		+		+
<i>Melampyrum arvense</i>	+	+	1	2a	<i>Lactuca serriola</i>		+		
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	1	2a	+	+	<i>Convolvulus arvensis</i>				
<i>Consolida regalis</i>	1	1	+	+	<i>Galium aparine</i>				+
<i>Ranunculus arvensis</i>	+	+	1	1	<i>Geranium dissectum</i>			+	+
<i>Euphorbia exigua</i>	+	+	1	1	<i>Linaria vulgaris</i>				
<i>Lathyrus tuberosus</i>	+	+		+	<i>Valerianella locusta</i>			+	+
<i>Buglossoides arvensis</i>	+		+	+	<i>Knautia arvensis</i>				
<i>Kickxia spuria</i>	1	1		+	<i>Centaurea scabiosa</i>				
<i>Euphorbia platyphyllos</i>	1	1			<i>Stellaria media</i>				
<i>Silene noctiflora</i>			+		<i>Falcaria vulgaris</i>				
<i>Valerianella carinata</i>			+						
<i>Valerianella rimosa</i>				+					
<i>Anagallis foemina</i>									
Secalietea-Arten:									
<i>Alopecurus myosuroides</i>	3	3	2m	2m					
<i>Myosotis arvensis</i>	2a	2a	2a	2a					
<i>Papaver rhoeas</i>	2m	2m	+	1					
<i>Bromus arvensis</i>	1	2m							
<i>Veronica arvensis</i>	1	1		+					
<i>Aphanes arvensis</i>	+	+	1	1					

A 2 = Ackerfläche 2, Gewinn Kalkofen, Flurstücknummer 5124, 5126, R 3490,650, H 5413,375.

A 3 = Ackerfläche 3, Gewinn Kalkofen, Flurstücknummer 5125, 5145, R 3490,725, H 5413,400.

Entwicklung der Ackerflora im Enzkreis

Bis vor ca. 40 Jahren wurden die Ackerflächen im Untersuchungsgebiet „Kalkofen“ nur mit Festmist gedüngt. Auf Herbizide und Mineraldünger wurde damals noch verzichtet (nach Auskunft von örtlichen Landwirten). Die seit über 10 Jahren durchgeführte Fruchtfolge (Winterweizen – Wintergerste – Raps), die Düngung mit Schwemmist (3000 l/ha/a) und Phosphat-Dünger (500

kg/ha/a) sowie der Einsatz von Herbiziden (Belgran 6 l/ha oder Stomp 4,5 l/ha) führten zum Rückgang verschiedener Ackerwildkräuter auf den Ackerflächen A2 und A3 im „Kalkofen“ sowie im gesamten Untersuchungsgebiet. So konnte beispielsweise der Venuskamm (*Scandix pecten-veneris*), der vor 40 Jahren noch auf zahlreichen Ackerflächen im Gewann „Kalkofen“ verbreitet war (ELLENBERG & ZELLER 1951 und mdl. Mittl.), 1987 nur noch auf zwei Ackerflächen im Gebiet nachgewiesen werden. Das Rundblättrige Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), das innerhalb der Bundesrepublik Deutschland seinen Hauptverbreitungsschwerpunkt in Baden-Württemberg besaß, wurde vor

1945 noch an über 50 Wuchsorten nachgewiesen. Derzeit sind in diesem Bundesland nur noch 15 „Punkte“ (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988) bekannt. Im Jahr 1987 kam diese Art – wie der Venuskamm – nur noch auf zwei Ackerflächen am „Kalkofen“ vor. Trotz dieser neuzeitlichen Bewirtschaftung konnten sich auf den untersuchten Kalkscherbenäckern bis 1987 37 (A2) bzw. 45 (A3) Wildkrautarten mit unterschiedlicher Dichte behaupten. Darunter eine außergewöhnlich hohe Zahl hochgradig gefährdeter Pflanzenarten wie Rundblättriges Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), Venuskamm (*Scandix pecten-veneris*) und Acker-Hahnenfuß (*Ranunculus arvensis*), die besonders an Ackerrändern und offenen,



Abbildung 1. Das Rundblättrige Hasenohr (*Bupleurum rotundifolium*), eine in Baden-Württemberg vom Aussterben bedrohte Ackerwildkrautart. Foto: P. ZIMMERMANN

flachgründigen, kalksteinreichen Ackerpartien in hoher Dichte auftraten. Die Artenkombination der Flächen A2 und A3 aus verschiedenen annuellen, submediterranen Pflanzen wie Sommer-Adonisröschen (*Adonis aestivialis*), Venuskamm (*Scandix pectenvenensis*), Möhren-Haftdolden (*Caucalis platycarpos*) und Ranken-Platterbse (*Lathyrus aphaca*) kennzeichnen diese Vegetationseinheit als Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft (*Caucalido-Adonidetum flammeae*). Sie gehört zu den vom Aussterben bedrohten Ackerunkrautgesellschaften (HOFMEISTER & GARVE 1986) und zählt zu den artenreichsten Getreide-Unkrautgesellschaften Mitteleuropas (OBERDORFER 1983).

Da sich beide Landwirte an das Düngungs- und Herbizid-Einsatzverbot (laut Extensivierungsvertrag) hielten, wurden erste Erfolge schon im Jahr 1988 sichtbar. Die Artenzahl erhöhte sich bei den Wildkräutern von 37 auf 41 in Fläche A2 bzw. von 45 auf 49 in Fläche A3 (vgl. Tab. 1). Zudem nahm die Dichte von 11 Wildkrautarten leicht zu, während der Deckungsgrad der Kulturart nur geringfügig abnahm. „Problemunkräuter“ wie Kletten-Labkraut und Acker-Kratzdistel nahmen nicht zu.

Ausblick

Trotz positiver Tendenzen (A2 und A3) müssen die Ergebnisse der vorgesehenen 5-Jahres-Untersuchung (1987–1992) abgewartet werden, um endgültige Aussagen über die ökologischen Auswirkungen dieser Ackerextensivierungen treffen zu können. Zahlreiche Gespräche mit Landwirten haben gezeigt, daß grundsätzlich Interesse an derartigen Maßnahmen besteht. Pauschale Vertragsvorschriften – das zeigte die Praxis – lassen sich jedoch nicht immer mit dem betrieblichen Ablauf vereinbaren, daher können nur stark differenzierte, standortbezogene Vertragsinhalte erfolgversprechend sein.

Literatur

- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell, **1**: 270 S.; Greven.
- BRAUN, W. (1981): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Zusammensetzung der Wildkrautflora. – Bayer. Landwirtsch. Jahrb., **58**: 300–312; München.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S.; Wien, New York.
- CALLLAUCH, R. (1981): Ackerunkrautgesellschaften auf biologisch und konventionell bewirtschafteten Äckern in der weiteren Umgebung von Göttingen. – Tuexenia, **1**: 25–48; Göttingen.
- ELLENBERG, H. & ZELLER, O. (1951): Die Pflanzenstandortkarte. Am Beispiel des Kreises Leonberg. – Forschungs- und Sitzungsbericht der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. – Bd. II: 49 S.; Hannover.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (Hrsg.) (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S.; Stuttgart.
- HOFMEISTER, H. & GARVE, E. (1986): Lebensraum Acker. – 272 S.; Berlin, Hamburg.

- MEISEL, K. (1972): Probleme des Rückgangs von Ackerunkräutern. Schriftenr. Landschaftspflege u. Naturschutz, **7**: 103–110; Bonn-B. Godesberg.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften – Teil III – Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 455 S., Stuttgart, New York.
- REICHELT, G. & WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographi Praktische Arbeitsweisen. – 210 S.; Braunschweig
- SCHUMACHER, W. (1984): Gefährdete Ackerwildkräuter können auf ungespritzten Feldrändern erhalten werden. – Mittl. UÖLF, **9** (1): 14–20; Recklinghausen.
- STERN, S. (1987): Artenschutz in der Landwirtschaft. – Garten und Landschaft, **10**: 46–54; München.
- WOLF, A. & ZIMMERMANN, P. (1989): Flora und Fauna des Naturschutzgebietes „Kalkofen“ Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **65**: in Vorber., Karlsruhe.

Autoren

PETER ZIMMERMANN & ULRIKE ROHDE; Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Kriegsstraße 5a, D-7500 Karlsruhe 1.

KLEMENS FRITZ

Königsfarn (*Osmunda regalis*) und Straußenfarn (*Matteuccia struthiopteris*) im Mittleren Schwarzwald

Der Königsfarn (*Osmunda regalis* L.) wurde in Baden-Württemberg in den letzten Jahrzehnten nur noch an wenigen Stellen der Oberrheinebene beobachtet. Aus dem Schwarzwald liegen nur zwei Angaben vor: Wildbad und Neubulach (vgl. BERTSCH 1948). Das Vorkommen bei Wildbad galt bereits um 1900 als erloschen, das bei Neubulach soll auf eine Anpflanzung zurückgehen (neuere Beobachtungen fehlen). – Im Gebiet erreicht der Farn als atlantische bis subatlantische Art die Ostgrenze seiner Verbreitung.

Erstaunlich ist daher ein Vorkommen im Waldgebiet des Mittleren Schwarzwaldes nördlich Oberhammersbach (Ortenaukreis, MTB 7514 und 7614). Dieses Vorkommen wurde von meinem Forstkollegen, Herrn GÜNTER SCHMIDT (Steinach) entdeckt; ich suchte diese Stelle zusammen mit Herrn SCHMIDT 1985 auf. Es handelt sich um vier Wuchsstellen, die max. 1,7 km auseinanderliegen, in einer Höhe von 590 bis 680 m; der Bestand des Farnes läßt sich insgesamt auf ca. 40 große Stöcke schätzen. Die Wuchsorte liegen an Sickerstellen (mit *Sphagnum*-Arten, *Blechnum spicant*, *Thelypteris limbosperma* und *Pteridium aquilinum*) in einem stufig auf-

gebauten Tannen-Fichten-Buchenwald (mit reichlich *Ilex aquifolium*). Der Königsfarn besiedelt v. a. die lichten Bereiche des Baum- und Altholzes sowie die Wegböschungen. – Geologischer Untergrund ist der Buntsandstein (unterste Schichten in der Nähe zum Grundgebirge, hier Gneis, die sich durch das Vorkommen von Sicker- und Quellstellen auszeichnen). – Der Fundort ist bemerkenswert hoch gelegen; die mittlere Jahrestemperatur dürfte ca. 7,5°C betragen. Eine Ansalbung erscheint ausgeschlossen.

Ebenfalls von G. SCHMIDT stammt ein Hinweis auf ein Vorkommen des Straußen- oder Becherfarnes (*Matteuccia struthiopteris* [L.] TODARO) südlich Biberach im Kinzigtal (MTB 7614, ca. 200 m), das 1988 bei einem Besuch bestätigt werden konnte. An einem langsam fließenden Bach am Rande der Kinzigau wurden im Schutz des Ufergehölzes ca. 30 große Exemplare sowie zahlreiche junge Stöcke gezählt. Aus dem unteren Kinzigtal lag bisher erst eine alte Beobachtung von Gengenbach vor (1823 GMELIN: DÖLL 1857, Vorkommen seither unbestätigt). Im oberen Kinzig-Gebiet kommt die Pflanze auch heute noch bei Schenkenzell vor.

Literatur

- BERTSCH, K. & F. (1948): Flora von Württemberg und Hohenzollern. – 2. Aufl., 485 S.; Stuttgart.
DÖLL, J. CH. (1857): Flora des Großherzogthums Baden. – 1. Bd., VI + 482 S.; Karlsruhe.
OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 5. Aufl., 1051 S.; Stuttgart.

Autor

KLEMENS FRITZ, Tennenbach 6, D-7838 Freiamt.



Königsfarn (*Osmunda regalis*)
an der Fundstelle bei Oberhammersbach. Foto: K. FRITZ.

WERNER JANS & JÖRG RÖMBKE

Funde eines terrestrischen Polychaeten (Annelida) in Wäldern Baden-Württembergs

Kurzfassung

Im Rahmen bodenbiologischer Untersuchungen wurde der terrestrische Polychaet *Hrabeiella periglandulata* in verschiedenen Waldtypen des Landes Baden-Württemberg gefunden. Demnach kommen diese Würmer vor allem in Fichtenforsten, aber auch in bodensauren Laubwäldern, meist in der unteren H-Schicht der organischen Auflage, in durchschnittlichen Dichten von 700 bis 3000 Individuen pro m² vor. Dabei ist ihre horizontale Verteilung extrem inaequal. Die bisherigen Kenntnisse zur Ökologie, Biologie und Biogeographie dieses Tieres werden diskutiert.

Abstract

Records of a terrestrial polychaete in forests of Baden-Württemberg

During different research programs on the soil fauna of Baden-Württemberg data on ecology, biology and biogeography of the terrestrial polychaete *Hrabeiella periglandulata* were collected. Usually this animal lives in the lower H-layer of organic matter mainly of spruce forests, but also in moder deciduous forests in densities ranging from 700 to 3000 individuals per square meter. The horizontal micro-distribution of this worm is extremely inaequal. Ecology, biology, and biogeography of this species are discussed.

1. Einleitung

Unter den ca. 10000 rezenten Arten der Polychaeta (Annelida = Ringelwürmer) sind nur wenige vom Leben im Meer zum permanenten Aufenthalt in terrestrischen Biotopen übergegangen. Am ehesten sind solche Tiere noch in den feucht-warmen Regenwäldern der Tropen zu finden (z. B. aus der Familie der Nereidae in Südostasien [SIEWING 1985]).

In Mitteleuropa gibt es nur 2 Beispiele für landlebende Polychaeten. Zum einen handelt es sich dabei um *Parergodrilus heideri* (REISINGER 1925). Dieses Tier wurde zuerst aus einem österreichischen Buchenwald beschrieben und später auch in Frankreich, Deutschland und Jugoslawien gefunden (REISINGER 1929).

Die systematische Stellung dieses Tieres gilt weiterhin als umstritten (KARLING 1958), doch scheint die Art, die zusammen mit der im Küstengrundwasser der Ostsee lebenden *Stygocapitella subterranea* (KNOLLNER 1935) die Familie der Parergodrilidae bildet, zu den sedentaren Polychaeten (in oder in der Nähe der Ordnung Cirratulida) zu gehören.

Die zweite, erst 1984 (PIZL & CHALUPSKY 1984) von einem südböhmischen Wiesenstandort beschriebene Art *Hrabeiella periglandulata* ist wahrscheinlich in weiten Bereichen Europas verbreitet (SCHOCH-BÖSKEN 1989, GRAEFE, pers. Mitt.), wurde aber offenbar wegen seiner geringen Größe oftmals übersehen.

Trotz vieler Ähnlichkeiten im Bauplan z. B. des Nervensystems und des Verdauungstrakts von *Hrabeiella* und *Parergodrilus* ist noch unklar, ob sich *H. periglandulata* bei den Parergodrilidae oder in einer eigenen Familie einordnen läßt. Möglich ist sogar die Errichtung einer neuen Klasse innerhalb der Annelida für die bisher erwähnten, früher oft als Archiannelida bezeichneten Kleinringelwürmer (BRINKHURST 1982).

Im vorliegenden Beitrag werden Daten zur Ökologie, Biologie und Biogeographie von *H. periglandulata* präsentiert, die im Rahmen bodenbiologischer Untersuchungen an verschiedenen Waldstandorten Baden-Württembergs anfielen.

Wir möchten Dr. J. CHALUPSKY (Ceske Budejovice) für die Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit danken. Frau FRANZ gebührt unser herzlicher Dank für die Anfertigung der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen.

2. Material und Methoden

Die Probennahme erfolgte mittels Stechzylinder (Durchmesser 5,5 cm), wobei die Einstichtiefe 10–16 cm betrug und die Bodenkerne in 2–4 cm dicke Scheiben unterteilt waren. Die Naßextraktion erfolgte nach O'CONNOR (1955), teilweise modifiziert nach GRAEFE (1984). Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 1984 bis 1988 und dauern auf manchen Versuchsflächen noch an. An folgenden Standorten wurde der terrestrische Polychaet gefunden:

A. Fichtenforste

U1

Lage: Universitätswald am Oberen Eselsberg bei Ulm
Vegetation: Fichte (*Picea abies*)
Bodentyp: Braunerde – Parabraunerde auf Weißjurakalk
pH-Wert (KCl): 0–4 cm: 3,0–3,1
Mittlere Jahrestemperatur: 7,5 °C
Mittlerer Jahresniederschlag: 800 mm
Humusform: Moder – Rohhumus

Ux

Lage: Universitätswald bei Ochsenhausen (Oberschwaben)
Vegetation: Fichte (*Picea abies*)
Bodentyp: Pseudogley – Parabraunerde über Lößlehm
pH-Wert (KCl): 0–4 cm: 2,8–3,0
Mittlere Jahrestemperatur: 7,0 °C
Mittlerer Jahresniederschlag: 800–900 mm
Humusform: Moder – Rohhumus

Ks

Lage: Kälbescheuer bei Müllheim (Südschwarzwald)
Vegetation: Fichte (*Picea abies*)
Bodentyp: Lehmgige Braunerde auf Buntsandstein
2 verschiedene Versuchsflächen:
X – Nordhang (40 % Nadelverlust); Y – Südwesthang (15 % Nadelverlust)
pH-Wert (KCl): 0–4 cm: X – 3,1, Y – 3,5
Mittlere Jahrestemperatur: 6,5 °C
Mittlerer Jahresniederschlag: 1500–1600 mm
Humusform: Mull – Moder

Fs

Lage: Freudenstadt (Nordschwarzwald)

Vegetation: Fichte (*Picea abies*) mit 5–20% Weißtanne (*Abies alba*)

Bodentyp: Lehmgige Sande auf Buntsandstein

2 verschiedene Versuchsflächen:

A – Steinwald III; B – Hirschkopf II

pH-Wert (KCl); 0–4 cm: Beide Flächen 2,8–3,1

Mittlere Jahrestemperatur: 6,5 °C

Mittlerer Jahresniederschlag: 1600 mm

Humusform: Mull – Moder, wechselnd

Auf den Untersuchungsflächen U1 und Ux wurden neben einer Normalfläche (NF) noch Düngeflächen (DF, jeweils mit 200 g/m² kohlen-saurem Kalk [95% CaCO₃] behandelt; zusätzlich in U1 50 g/m² Kalkammonsalpeter) beprobt.

B. Buchenwälder

U2

Lage: Universitätswald am Oberen Eselsberg bei Ulm

Vegetation: Eichen, Buchen, Hasel (Luzulo-Fagetum)

Bodentyp: Braunerde – Parabraunerde auf Weißjurakalk

pH-Wert (KCl); 0–4 cm: 3,8

Mittlere Jahrestemperatur: 7,5 °C

Mittlerer Jahresniederschlag: 800 mm

Humusform: Mull

EF

Lage: Erminger Forst bei Ulm

Vegetation: Buchen (Melico-Fagetum)

Bodentyp: Rendsina über Unterer Süßwassermolasse (älteste Donauschotter)

pH-Wert (KCl); 0–4 cm: 3,8

Mittlere Jahrestemperatur: 7,0 °C

Mittlerer Jahresniederschlag: 800 mm

Humusform: Mull

Sh

Lage: Schriesheim bei Weinheim (Vorderer Odenwald)

Vegetation: Buchen (Luzulo-Fagetum)

Bodentyp: Podsolirte Parabraunerde – Braunerde auf Granit

pH-Wert (KCl); 0–4 cm: 3,5

Mittlere Jahrestemperatur: 7,5 °C

Mittlerer Jahresniederschlag: 900–1000 mm

Humusform: Mull – Moder

3. Ergebnisse und Diskussion

H. periglandulata ist ein sehr kleiner (1,0–1,5 mm), weißlicher Wurm mit auffälligen braunen Drüsen am ganzen Körper (Abb. 1). Sehr ungewöhnlich im Vergleich zu anderen terrestrischen Würmern, insbesondere Oligochäten mit ihrer im allgemeinen sehr einfachen Ausbildung (RÖMBKE & SCHMIDT 1989), sind die Borsten von *Hrabeiella* (Abb. 2–4). Sie erinnern mit ihrer gelenkähnlichen Basis eher an Arthropodenhaare als z. B. an Polychaetenborsten. Um den Einfluß der verwendeten Methodik aufzuzeigen, sind in den Abbildungen die gleichen Körperanhänge einmal lichtmikroskopisch (Abb. 2), zum anderen rasterelektronenmikroskopisch dargestellt (Abb. 3–4).

Die Tiere bewegen sich im allgemeinen sehr träge und fallen in Extraktionsapparaturen, die über einen Wärmegradienten wirken, in eine Art Starre (GRAEFE 1984). Dieses Verhalten, zusammen mit seiner geringen Größe und der sehr ungleichmäßigen horizontalen Verteilung, dürfte der Grund dafür sein, daß dieses wahrscheinlich weitverbreitete Tier bisher so selten gefunden wurde.

Sämtliche hier beschriebenen Funde von *H. periglandulata* wurden zufällig im Rahmen bodenbiologischer Untersuchungen über die Auswirkungen von Kalk und Mineraldünger und anthropogenen Streßfaktoren (Saurer Regen, Umweltchemikalien) auf Waldökosysteme gemacht. Daher liegen zum jetzigen Zeitpunkt nur von drei der aufgelisteten Standorte genauere Daten (U1, Ux, Ks–Y, Sh) vor (Tab. 1). An den anderen Fundpunk-



Abbildung 1. Totalpräparat eines ausgewachsenen Exemplars von *H. periglandulata*. Rasterelektronenmikroskop, Vergr. ca. 170fach. Neben der Anordnung der Borstenbündel sind am Hinterkörper (links) noch Teile der charakteristischen Hautdrüsenreihen zu sehen.

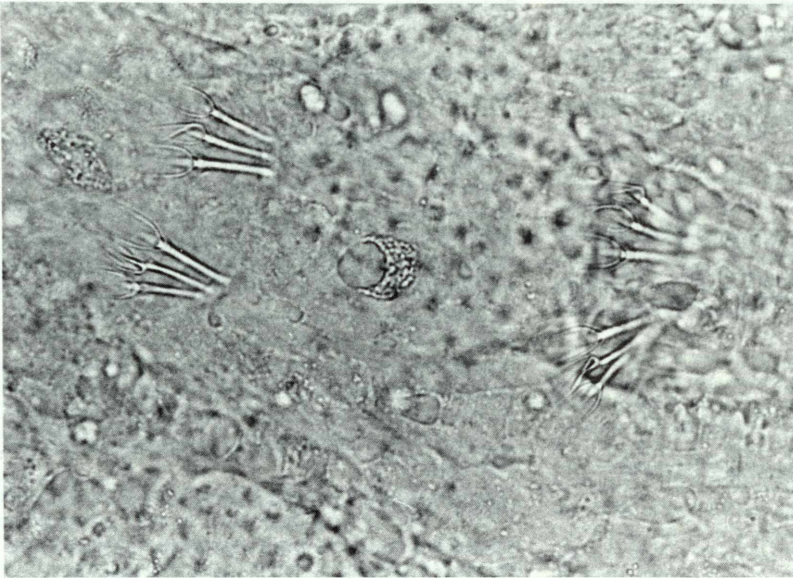


Abbildung 2. Borstenbündel eines zerfallenden Exemplars von *H. periglandulata*. Lichtmikroskop, Vergr. ca. 400fach. Außer dem „Borstestiel“ fallen besonders die Außenkanten des „Segels“ auf.

ten (Ks-X, Fs-A, Fs-B, U2, EF) konnten diese Tiere nur selten nachgewiesen werden. Überhaupt nicht gefunden wurde *H. periglandulata* in stark sauren (pH 2,4–2,7) Fichtenwäldern und sehr sauren (pH 3,1–4,7) Buchenwäldern sowie an verschiedenen Standorten mit basischen Böden (6,0–7,4) wie Auenwäldern oder Streuobstwiesen. Die Fundortverteilung in Böhmen, wo die Tiere inzwischen an 10 Stellen gefunden wurden, scheint dazu im Widerspruch zu stehen, denn die Fundorte lassen sich folgenden Biotopen zuordnen (CHALUPSKY, pers. Mitt.):

– jeweils viermal auf Wiesen (eine mit pH = 5,6) und in

Buchenwäldern
– jeweils einmal in einem Mischwald (meist Eiche) und einem Eichenwald.

Demnach scheinen die Tiere keine starke Bindung an ein bestimmtes Biotop oder spezielle Bodeneigenschaften zu zeigen, auch wenn sich eine Vorliebe für nicht zu saure Braunerden andeutet. Auffallend ist, daß *H. periglandulata* bisher nicht in böhmischen Nadelwäldern gefunden wurde, was aber, da von dort nähere Angaben über untersuchte Standorte und zur Abundanz bzw. Tiefenverteilung fehlen, nicht abschließend beurteilt werden kann.

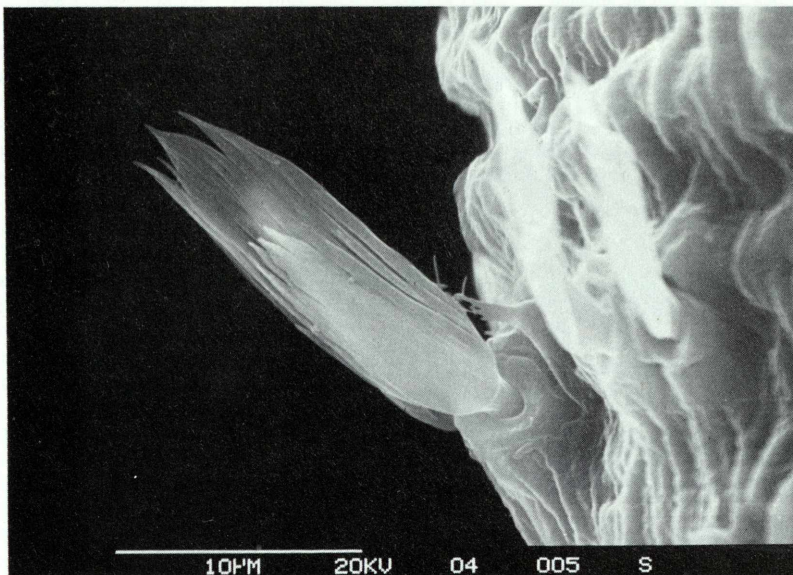


Abbildung 3. Einzelborste von *H. periglandulata*. Rasterelektronenmikroskop, Vergr. ca. 4800fach. Erst bei dieser Präparation sind der schuppige Aufbau des „Segels“, die Ausbildung der drei Spitzen und die gelenkartige Basis gut zu erkennen.

Diese Zahlen geben allerdings nur einen sehr allgemeinen Eindruck von der Verbreitung dieser Art, da die Tiere auch an sehr homogen erscheinenden Standorten extrem ungleich verteilt sind. Diese bei Bodentieren sehr häufig zu beobachtende horizontale Aggregation (DUNGER 1982) scheint bei *H. periglandulata* noch wesentlich ausgeprägter (Tab. 2) zu sein. Aus diesen Daten ergibt sich kein Hinweis auf Unterschiede zwischen Normal- und Düngeflächen an den Standorten U1 und Ux.

Der jahreszeitliche Massenwechsel ist deutlich ausgeprägt. Maxima sind vor allem im Herbst auszumachen. Minima liegen im Sommer mit einem Schwerpunkt im Juni/Juli. Diese Verteilung entspricht weitgehend derjenigen anderer Würmer (z. B. Enchytraeidae) an diesen Standorten, die ebenfalls Maxima im Winter- und Minima im Sommerhalbjahr zeigen (JANS & FUNKE 1988, RÖMBKE 1988). Ursächlich für diese Zyklen dürften daher in Analogie zu den Enchytraeen klimatische Faktoren, insbesondere Temperatur und Feuchte, sein.

Die Vertikalverteilung der Polychaeten wurde in den Fichtenforsten U1 und Ux untersucht (Tab. 3). Das Zentrum der Vertikalverbreitung von *H. periglandulata* befindet sich demnach in einer Tiefe von 4–10 cm, was an den bisher untersuchten Standorten grob dem Bereich zwischen der A_n- und der oberen B_o-Schicht entspricht. Die maximale Tiefe ihres Vorkommens ist unbekannt. Wesentlich seltener sind die Tiere in der organischen Auflage zu finden. Diese Verteilung ist auch am Standort Sh zu beobachten, wo die Würmer praktisch ausschließlich in der A_n-Schicht vorkommen. An der Typuslokalität in Böhmen wurden die Tiere dagegen in den obersten 5 cm des Bodens gefunden (PIZL & CHALUPSKY 1984).

Bisher gab es keinerlei Kenntnisse über die Ernährung

Tabelle 1. Anzahl der Probestermine und Abundanz (Durchschnitt und Maximalwert) von *H. periglandulata* an verschiedenen Standorten (Ind./m²)

	Anzahl Termine	Durchschnitt	Maximalwert
U1 Normalfläche	15	2111	10775
U1 Düngefläche	15	3075	14227
Ux Normalfläche	15	937	3115
Ux Düngefläche	15	746	3620
Ks-Y	1	13385	16731
Sh	3	2280	4400

von *H. periglandulata*, da alle den Erstbeschreibern vorliegenden Exemplare einen leeren Darmkanal aufwiesen. Die von uns gefangenen Würmer zeigten dagegen fast durchweg eine Mischung von amorphen Humusteilchen und Mineralkörnern, die sie als typische saprophage Mineralschichtbewohner ausweist. In dieser Hinsicht scheint es kaum Unterschiede zwischen *H. periglandulata* und anderen Würmern desselben Lebensraums, wie z. B. der Art *Marionina cambrensis* (Enchytraeidae, Oligochaeta) zu geben.

Zusammenfassend ist damit *H. periglandulata* als ein Bewohner der Grenzschichten zwischen organischer Auflage und Mineralboden anzusehen, der sich unselektiv von weitgehend zersetztem Pflanzenmaterial ernährt und dabei auch Mineralteilchen aufnimmt. Wie die bisherigen Funde in Baden-Württemberg zeigen, hat er zwar eine Vorliebe für saure Waldstandorte, doch scheint bei pH-Werten unter 3 seine Verbreitungsgrenze erreicht zu sein. Die Tiere meiden basische Böden, zeigen aber keine Vegetationsbindung. Die Massen-

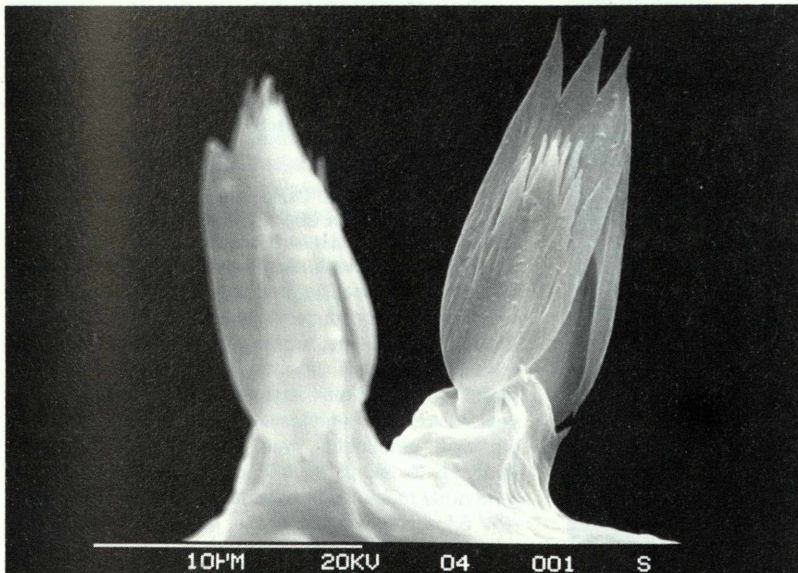


Abbildung 4. Borstenbündel von *H. periglandulata*. Rasterelektronenmikroskop, Vergr. ca. 4800fach. Im Gegensatz zum planen Eindruck beim Lichtmikroskop wird bei dieser Aufnahme die in sich gebogene Ausführung jeder Einzelborste deutlich; jeweils zwei Borsten eines Bündels scheinen halbkreisförmig zueinander angeordnet zu sein.

Tabelle 2. Horizontale Verteilung am Standort U1 an den einzelnen Fangterminen (Ind./Stechrohr)

Probe	Teiffäche NF					Teiffäche DF				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1984										
30. 04.			4		1		7	3		
25. 06.	19		25	3	—	—				1
20. 08.		8	10		9	79	10	33	47	
22. 10.		14					5			3
1985										
05. 02.				2	7	—				
15. 04.					1	—	1	1	1	36
18. 06.					—	—				7
19. 08.	2	16		12	48	—	2	15		
21. 10.			1		2	3	1			6
1986										
05. 05.	11	7	2	3	1	—	5	6	5	1
20. 10.	28	17		43	40	7		2	109	24
1987										
22. 04.	—	9	—			5		2	5	
07. 07.	8		10		7	13	21			25
09. 09.				2	—			—	—	
29. 10.			4				5	34	12	6

che Stellung von *H. periglandulata* zu klären. Die Bearbeitung dieser Frage wird wahrscheinlich zugleich die Beziehungen zwischen den beiden großen Gruppen der Annelida, Polychaeta und Clitellata, aufhellen.

Literatur

BRINKHURST, R. O. (1982): Evolution in the Annelida. Can. J. Zool., **60**: 1043–1059; Montreal.

GRAEFE, U. (1984): Eine einfache Methode der Extraktion von Enchytraeiden aus Bodenproben. — In: KÖHLER, H. (ed.): Protokoll des Workshops zu Methoden der Mesofaunaerfassung; Bremen.

JANS, W. & FUNKE, W. (1988): Die Enchytraeen (Oligochaeta) von Laub- und Nadelwäldern Süddeutschlands und ihre Reaktion auf substantielle Einflüsse — Verh. GfÖ Essen, **18**: (im Druck).

KARLING, T. G. (1958): Zur Kenntnis von *Stygocapitella subterranea* und *Parergodrilus heideri* (Annelida). — Ark. Zool., Kungl. Sv. Vetenskapsak., **11**: 307–342; Stockholm.

KNÖLLNER, F. (1934): Die Tiere des Küstengrundwassers bei Schilksee (Kieler Bucht). 5. *Stygocapitella subterranea* nov. gen. nov. spec. — Schr. naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein, **20**: 468–472; Kiel.

O'CONNOR, F. B. (1955): Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. — Nature, **175**: 815–816; London.

PIZL, V. & CHALUPSKY, J. (1984): *Hrabeiella periglandulata* gen. et sp. n. (Annelida) — A curious worm from Czechoslovakia. — Vest. Cs. Spolec. zool., **48**: 291–295; Prag.

REISINGER, E. (1925): Ein landbewohnender Archiannelide. — Z. Morphol. Ökol. Tiere, **3**: 197–254; Stuttgart.

REISINGER, E. (1929): Die systematische Stellung von *Parergodrilus heideri*. — Zool. Anz., **80**: 12; Jena.

REISINGER, E. (1960): Die Lösung des *Parergodrilus*-Problems. — Z. Morphol. Ökol. Tiere, **48**: 517–544; Stuttgart.

RÖMBKE, J. (1988): Die Enchytraeen eines Moderbuchenwaldes, ihre Rolle beim Streuabbau und ihre Reaktion auf Umweltchemikalien. — 179 S., Dissertation; Frankfurt.

RÖMBKE, J. & SCHMIDT, M. (1989): Setal morphology of some species of terrestrial Enchytraeidae (Oligochaeta). — Trans. Am. Micros. Soc. (in press); Fayetteville.

SCHOCH-BÖSKEN, J. (1989): Ökologische Untersuchungen an Enchytraeiden (Oligochaeta) unterschiedlich saurer Buchenwälder des Eggegebirges. — Dissertation; Münster.

SIEWING, R. (1985): Lehrbuch der Zoologie. Bd. 2 Systematik. — Stuttgart, New York (G. Fischer).

Autoren

Dr. WERNER JANS, Abt. Ökologie und Morphologie der Tiere (Biologie III), Univ. Ulm, Oberer Eselsberg M 25, D-7900 Ulm, Dr. JÖRG RÖMBKE, Battelle Institut e. V., Abteilung 312 (Toxikologie und Pharmakologie), Am Römerhof 35, D-6000 Frankfurt 90.

Tabelle 3. Vertikalverteilung von *H. periglandulata* an den Standorten U1 und Ux (Ind./Probe) auf den Normal- bzw. Düngungsflächen (NF bzw. DF) und in Prozent der Gesamtzahl

Tiefe (cm)	U1				Ux			
	NF	%	DF	%	NF	%	DF	%
0– 2	0	0,0	2	0,4	1	0,6	0	0,0
2– 4	12	3,2	23	4,2	7	4,2	5	3,8
4– 6	118	31,4	158	28,8	40	24,0	31	23,3
6– 8	133	35,4	204	37,2	64	38,3	59	44,4
8–10	113	30,0	161	29,4	55	32,9	38	28,5
Summe	376	100,0	548	100,0	167	100,0	133	100,0

wechsel sind offenbar primär durch klimatische Faktoren gesteuert. Von anderen Tieren seines Lebensraums unterscheidet sich *H. periglandulata* hauptsächlich in der sehr geklumpten Verteilung, über deren Ursache zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht einmal spekuliert werden kann.

Die bisherigen Fundpunkte in Baden-Württemberg geben keineswegs die reale Verbreitung an, sondern beschreiben viel eher die Bearbeitungssituation der Bodenfauna. So ist denn zu erwarten, daß dieses Tier bei weiteren Untersuchungen an vielen Orten ganz Mitteleuropas gefunden werden wird. Besonders interessant erscheint dabei die Frage, wie groß die Überschneidungen in der Ökologie oder im Verbreitungsgebiet mit der zweiten Art terrestrischer Polychaeten, *P. heideri* sind (die ebenfalls, allerdings seltener, in Böhmen vorkommt).

Weitergehende Untersuchungen sind notwendig, um neben der Morphologie, Biologie und Biogeographie dieses interessanten Tieres auch die verwandtschaftli-

Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe

IRENE SEVERIN & REINHARD WOLF

1987 und 1988: 13 neue Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe

Veröffentlichungen über Naturschutzgebiete bringen den Verfassern heutzutage leicht den Vorwurf ein, dem „Ökotourismus“ Vorschub zu leisten und Mitschuld an der Gefährdung von Lebensräumen bedrohter Tier- und Pflanzenarten zu haben. In der Tat gibt es Leute, die sich für große Naturfreunde halten und für die jeglicher Hinweis auf ein neues Schutzgebiet Anlaß ist, sonntags ins Auto zu sitzen, hinzufahren und das Gebiet gründlich in Augenschein zu nehmen. „Raritätenjagd“ mit dem Fotoapparat ist zu einem beliebten Freizeitvergnügen geworden, das allerdings – mit Naturschutz –, beschränkt es sich auf das Anlegen von Diaarchiven ähnlich anderer Leute Briefmarkensammlungen –, nichts zu tun hat.

Auf der anderen Seite wird der Naturschutzverwaltung immer wieder „Geheimniskrämerei“ vorgeworfen. Anstatt mit sachlicher Information um Verständnis für hin und wieder angeblich unpopuläre Maßnahmen zu werben, erlasse man Schutzgebietsverordnungen, ohne daß der Bürger so richtig den Grund dafür kenne.

Die BNL Karlsruhe hat sich nunmehr entschlossen, über neue Naturschutzgebiete kurze Informationen herauszugeben, um Verständnis dafür zu finden, daß bestimmte „Spielregeln“ hinsichtlich ihrer Erhaltung, Nutzung und Betretungsmöglichkeit erlassen werden müssen. Die Zielsetzungen der Unterschutzstellung sind nämlich ohne das Engagement und die Zusammenarbeit von Naturschutzverwaltung, Gemeinden, Vereinen und Bürgern nicht erreichbar. Die Schutzvorschriften mögen im Einzelfall Eigentümern, Anliegern, der Gemeinde, Interessenverbänden oder anderen Nutzern nicht einleuchten und wenig gefallen, sind aber im öffentlichen Interesse einfach unumgänglich. Der Schutzzweck der einzelnen Gebiete ist ganz unterschiedlich und „der Allgemeinheit“ oft nicht leicht nahezubringen. Des öfteren sind es nämlich dem Laien verborgen bleibende Besonderheiten der Landschaft oder der Tier- und Pflanzenwelt, welche die Naturschutzgebiete über ihre Umgebung herausheben. Die Vorschriften zur zukünftigen Nutzung, zum Betreten usw. orientieren sich am Schutzzweck und sind von Gebiet zu Gebiet verschieden. Jede Verordnung ist zwar nach einem Grundmuster aufgebaut, enthält jedoch gebietspezifische Vorschriften.

Die neuen Naturschutzgebiete werden nachfolgend in

kurzgefaßten landschaftlichen und naturkundlichen Schilderungen vorgestellt. Auf Artenlisten, die heute gerne als Gradmesser für die Bedeutung von Schutzgebieten angesehen werden, wurde bewußt verzichtet, ebenso auf die Nennung von Raritäten der Tier- und Pflanzenwelt. Diese Angaben sind in Gutachten der BNL-Akten enthalten und in aller Regel bei begründetem Interesse auf Anfrage zu erfahren. Wer also einen Führer zu Raritäten der Tier- und Pflanzenwelt erwartet, wird von den folgenden Einzelbeiträgen enttäuscht sein! Die neuen Naturschutzgebiete der Jahre 1987 und 1988 spiegeln die natürliche Vielfalt des Regierungsbezirks Karlsruhe wider: Vom stillen Weiher mit ausgedehnter Verlandungszone im Odenwald über Altrheingebiete bis hin zu feuchten Niederungen am Schwarzwaldrand ist eine breite Palette von Biotoptypen vertreten. Mehrere „Lebensräume aus zweiter Hand“, d. h. früher landwirtschaftlich genutzte und zu Ödland gewordene Flächen sowie aufgelassene Kies- und Sandgruben, sind vertreten. Dies ist ein Zeichen dafür, daß derartige Biotope heute einerseits von großer Bedeutung für die Tier- und Pflanzenwelt sind, andererseits zunehmend in Gefahr sind, durch Umnutzungen, Freizeitbetrieb oder andere Interessenskollisionen beeinträchtigt oder gar vernicht-



tet zu werden.

In der Regel stammen die Vorschläge für neue Naturschutzgebiete von der BNL. Hinweise von privaten Naturschutzverbänden und die Ergebnisse der Biotopkartierung und der Feuchtgebietskommissionen fließen selbstverständlich ein. Der erste Abgrenzungsentwurf und das die Besonderheiten herausstellende Gutachten geht nach Vorgesprächen mit der Gemeinde, mit der Forstverwaltung und anderen wichtigen „Betroffenen“ dem Regierungspräsidium Karlsruhe zur Einleitung des Unterschutzstellungsverfahrens zu. Offizielle Anhörungen der Gemeinden und der „Träger öffentlicher Belange“, also der Fachbehörden, Versorgungsunternehmen etc., schließen sich an. Meist werden daraufhin Änderungen des Verordnungsentwurfs und der ursprünglich vorgesehenen Abgrenzung erforderlich. Bis es dazu kommt, sind je nach Schwierigkeitsgrad der Probleme eine ganze Anzahl Besprechungen, Begehungen, Gemeinderatstermine usw. erforderlich. Ziel ist es, die verschiedenen Interessen abzugleichen, gegen Ende des Verfahrens sind jedoch Entscheidungen zugunsten eines konsequenten Schutzes oder aber – bei berechtigtem, unabweisbarem Einspruch – zugunsten der gegenläufigen Interessen erforderlich. Wird dann schließlich die Verordnung mit Karten vom Regierungspräsidenten unterzeichnet, wird nicht selten eine arbeitsaufwendige, lange Phase harten Ringens um ein Schutzgebiet abgeschlossen. Naturschutzgebiete, die nach kurzer Frist im Einvernehmen aller zustande kamen, sind erfreuliche Ausnahmen.

Wird schließlich von der BNL die bekannte grün umrandete Dreieckstafel mit dem Seeadler als offizielle Kennzeichnung der Schutzgebiete angebracht, ist zwar ein wichtiges Kapitel abgeschlossen, doch andere, genauso zeitaufwendige Aufgaben folgen: Ohne eine detaillierte Dokumentation des Zustandes zum Zeitpunkt der Unterschutzstellung kann weder ein unberechtigter Eingriff geahndet, noch können später natürliche oder nutzungsbedingte Veränderungen nachgewiesen werden. Die BNL fertigt aus diesem Grunde genaue Bestandskarten des augenblicklichen Zustandes, unter anderem werden dazu von nahezu allen Gebieten Luftbilder angefertigt, die im Detail die Verhältnisse dokumentieren. In vielen Naturschutzgebieten versucht die Naturschutzverwaltung über die Staatliche Liegenschaftsverwaltung Grundstücke zu erwerben, um über Pachtverträge (zum Teil mit den seitherigen Eigentümern) oder beauftragte Pflegeunternehmen den derzeitigen oder zukünftigen Zustand erhalten bzw. beeinflussen zu können. Diesem Ziel dienen auch Verträge mit Landwirten zur Extensivierung der Nutzung, z. B. zur Rückführung von Ackerland in Wiesen oder zur Einschränkung der Düngung.

In nahezu allen Naturschutzgebieten sind heute Maßnahmen zur Lenkung der Besucher unumgänglich. Mit der Aufnahme eines Betretungsverbotes in die Verordnung und dem Aufstellen von Schildern ist es meist nicht getan. Für Kanuwanderwege müssen Ersatzstrecken

gefunden werden, Badeverbote an naturkundlich wertvollen ehemaligen Kiesgruben sind meist nur über eine entsprechende Ufergestaltung durchzusetzen, und um Trockenrasen vor Moto-Cross und kreuz und quer ziehenden Trampelpfaden zu schützen, sind hin und wieder Heckenpflanzungen oder andere Barrieren notwendig. Die neuen Freizeitbetätigungen wie z. B. Geländefahrten mit Mountain Bikes, das Drachensegeln, „Paragliding“, das Betreiben von Modellbooten und -flugzeugen, das „Freeclimbing“ – das Klettern an Felsen jeder Größenordnung ohne Seil – und, nicht zu vergessen, das zunehmende Skilaufen quer durch Wald und Flur bringen deutliche Belastungen mit sich. Wenn es um die Einschränkung hergebrachter Gewohnheitsrechte geht, wird bei der Bevölkerung oft ein sehr feinfühleriger Nerv getroffen. Die Einsicht, daß das Begehen eines Gebietes durch wenige Ortsansässige vielleicht unschädlich wäre, jedoch konsequenterweise ebenfalls untersagt werden muß, um den „Massenansturm“ ortsfremder Erholungsuchender (z. B. an seither zu Badezwecken benutzten Seen) abzuwehren, ist selten vorhanden. Besucherlenkung ist in vielen (auch älteren) Naturschutzgebieten somit zu einem sehr ernsthaften Problem geworden. Nicht nur der Massenandrang zu althergebrachten Zielen (z. B. bis zu 7000 Besucher an einem Sonntag im Naturschutzgebiet Wildseemoor) führt zu nahezu unlösbaren Konflikten, sondern auch Beeinträchtigungen bescheideneren Umfangs, z. B. Trampelpfade an Orchideenstandorten, verlangen Abhilfe.

Eine weitere große Sorge ist die Sicherstellung der erforderlichen Pflege der meisten Schutzgebiete. Der Umstrukturierungsprozeß der Landwirtschaft hat dazu geführt, daß in vielen Gegenden intensiv genutzte Flächen sogenannten Ödländereien gegenüberstehen. Die für die Tier- und Pflanzenwelt besonders wichtigen Extensivnutzungen (einmalige Mahd ohne Düngung, Ackerbau ohne Herbizide, extensive Schafbeweidung ohne Koppel, aber mit Unterstützung durch mechanische Pflege, offene Wiesentäler ohne Aufforstungsriegel usw.) werden immer seltener. Viele Hektar Fläche müssen daher im Auftrag der Naturschutzverwaltung von speziellen Landschaftspflegeunternehmen, von beauftragten Landwirten, von Gemeinden, Naturschutzverbänden oder von dem kleinen, aus Ziviliensteilenden bestehenden Pfeletrupp der BNL entsprechend dem Schutzzweck gepflegt werden. Über diese dringliche, jedoch viel Kopfzerbrechen verursachende Aufgabe soll bei der Vorstellung der 1989 neu ausgewiesenen Naturschutzgebiete ausführlicher berichtet werden.

Autoren

Konservatorin Dipl.-Biol. Dr. IRENE SEVERIN & Hauptkonservator Dipl.-Geogr. REINHARD WOLF, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe, Kriegsstraße 5a, D-7500 Karlsruhe.

– Die Einzelbeschreibungen der neuen Naturschutzgebiete wurden unter Verwendung von Würdigungen, Gutachten und Kurzbeschreibungen der Gebietsreferenten der BNL gefertigt. – Skizzen: RUDOLF SOSNA, BNL KA. Fotos: WALTER FELD, ERNST FREY, BNL KA

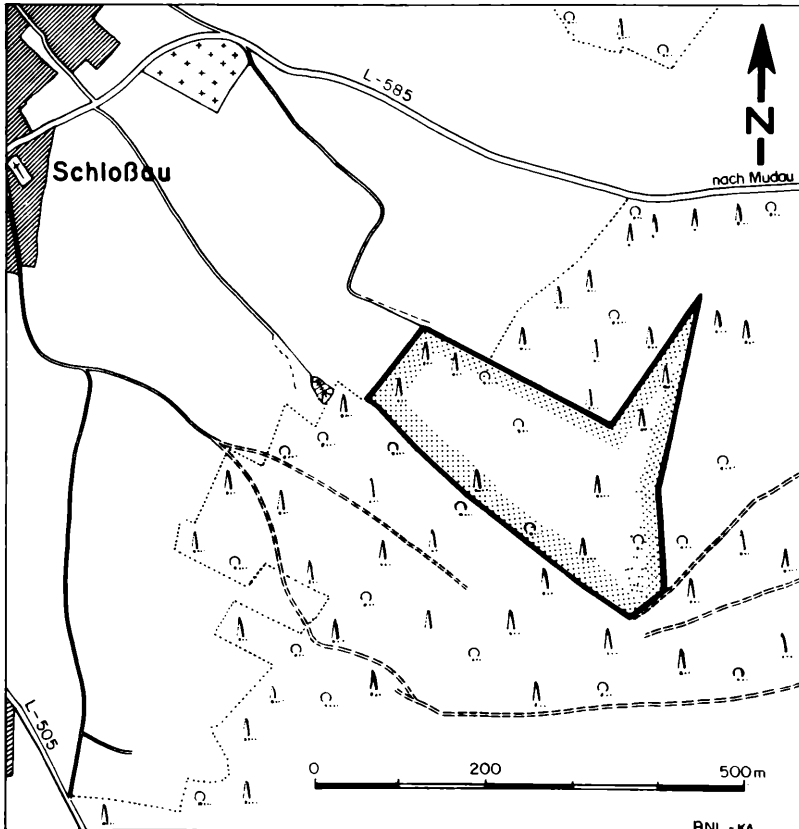
Klingheumatte Schloßau

(Verordnung vom 15. 9. 1987; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 30. 10. 1987, S. 469; Neckar-Odenwald-Kreis; Gemeinde Mudau; Größe: 5,2 ha; TK 6420, 6421)

Das Schutzgebiet „Klingheumatte Schloßau“ auf Gemarkung Schloßau liegt auf ca. 525 m Höhe etwa 600 m östlich des Ortes. Naturräumlich gehört es zum Sandstein-Odenwald, dessen flachwellige Hochflächen hier vornehmlich von einem kleinräumigen Wechsel von Wald und Grünland geprägt werden. Die anstehenden Schichten des oberen Buntsandsteins bestimmen die Landnutzung, wobei die wasserstauenden Rötöne lokal stärkere Vernässungen hervorrufen können.

Auf solch einem oberflächennah vernäbten Standort befindet sich das Schutzgebiet. Reste eines Grabensystems zeugen von den früheren Versuchen einer Entwässerung. Seichte Senken deuten auf eine ehemalige Lehmentnahme hin. In Verbindung mit der ehemals praktizierten Streunutzung, einem extensiven Entwässerungssystem und dem Verzicht auf eine vorrangig ertragswirtschaftliche Holznutzung, hat sich ein seltener Biotoyp entwickelt.

Seine Gehölzvegetation besteht überwiegend aus locker stehenden Wald-Kiefern und Birken, mit Faulbaum und Vogelbeere im Unterwuchs. Randlich sind Fichten eingebracht. Das Waldbild innerhalb des Schutzgebietes ist licht und aufgeweitet und mit kleineren, von jungem Gehölzanflug bewachsenen Blößen durchsetzt. Die Bäume zeigen geringe Wüchsigkeit, was auf die nährstoffarmen Standortbedingungen schließen läßt. In der Krautschicht dominiert neben den Zwergsträuchern wie Heidelbeere und Heidekraut das Pfeifengras, welches mit seiner intensiv gelben Färbung vor allem im Herbst dem Wald einen eigenartigen Charakter verleiht. An den nahezu abflußlosen, vernäbten Stellen wird die natürliche Waldbestockung von einem Birkenbruch gebildet, der im Schutzgebiet nur noch fragmentarisch anzutreffen ist. Hänge-Birke und Moor-Birke kommen hier zur Vorherrschaft. Faulbaum, Grau- und Ohr-Weide bauen die Strauchschicht auf. Das Pfeifengras weicht zurück und dichte Torfmoospolster (*Sphagnum palustre*, *S. recurvum*) treten verstärkt auf. In den tiefer liegenden, meist mit kleinen Wasserflächen versehenen Lehmentnahmestellen beginnen sich Flachmoorgemeinschaften einzustellen. Das Breitblättrige Wollgras und verschiedene Seggenarten finden sich hier. Als Sekundärvegetation dringt das Weiden-Faulbaum-Ge-



Karte zu Klingheumatte Schloßau

BNL - KA



Birken, z. T. aus Stockaus-
schlägen stammend, und ein-
zelne Fichten mischen sich zu
einem eigentümlichen Bild.



Der lichte Kronenschluß läßt eine reichhaltige Bodenflora zu;
stellenweise wächst Pfeifengras (*Molinia caerulea*) flächendeckend.

büsch vor, in das allerdings schon wieder Birken ein-
wachsen.

Diese Entwicklung zur potentiell natürlichen Vegetation
stimmt auch mit den vegetationsgeschichtlichen Er-
kenntnissen überein. Die Untersuchungen bestätigen,
daß solche Flächen in ihrer früheren Entwicklung immer
mit einem hohen Anteil an Erlen und nachfolgend Birken
bewachsen waren.

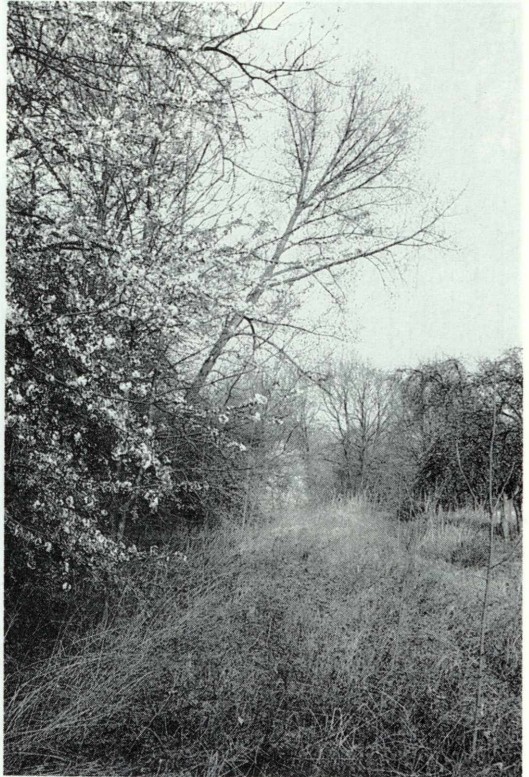
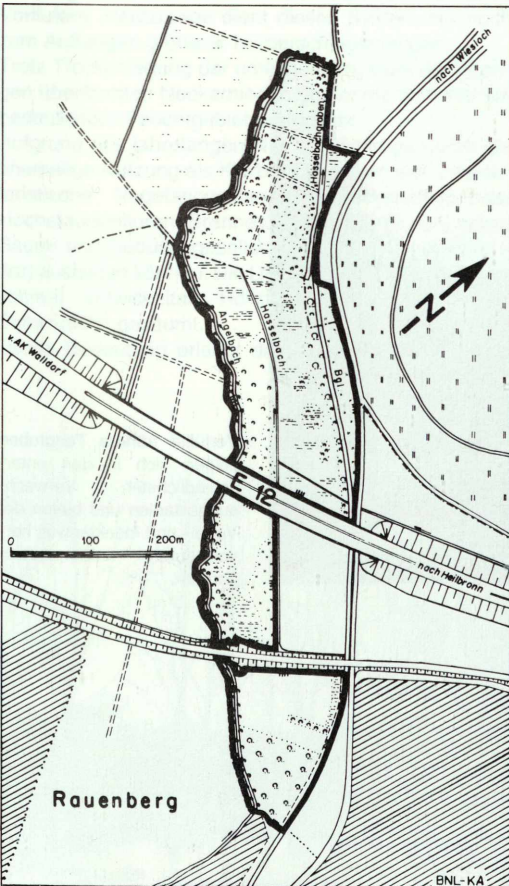
Da sich innerhalb des Schutzgebietes keinerlei Wege
befinden, ist es verboten, es zu betreten. Der Waldcha-
rakter mit Birke, Erle und Pfeifengras, stufigem Wald-
aufbau und eingesprengten Blößen kann in unmittelbarer
Nachbarschaft des Schutzgebietes von befestigten
Waldwegen aus besichtigt werden; die Trittempfindlich-
keit der Vegetation des Schutzgebietes, insbesondere
der Torfmoorpolster, machte das Betretungsverbot er-
forderlich. Für die Ausübung der Jagd gelten besondere
Bestimmungen.

Landschaft am Waldangelbach

(Verordnung vom 30. 10. 1987; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 29. 1. 1988, S. 6; Rhein-Neckar-Kreis; Stadt Rauenberg, Stadt Wiesloch; Größe 11,5 ha; TK 6718)

Zwischen Wiesloch und Rauenberg, durch die Autobahn (Mannheim–Heilbronn) in zwei Teile getrennt, findet sich in den Auen von Angelbach und Hasselbach das Schutzgebiet „Landschaft am Waldangelbach“. Naturräumlich ist es dem Kraichgau zuzurechnen, der sich durch den steten Wechsel von sanft ansteigenden, lößbedeckten Hügeln, kleinen Dellen und Talauen auszeichnet. Schwemmlöß und kalkhaltiger Auelehme bestimmen den Bodentyp der Angelbachniederung. Bedeutsam für die Struktur und Eigenart des Standortes ist der ehemals betriebene Tonabbau und die anschließende Teilverfüllung mit Schutt, wie zahlreiche Rampen, Böschungen und von Senken unterbrochene höher liegende Parzellen zeigen. Aufgrund dieser Ent-

wicklung konnte sich innerhalb einer stark beanspruchten Landschaft ein vielfältiges Mosaik verschiedener Vegetationstypen entwickeln. Entlang des tief eingeschnittenen Waldangelbaches finden sich sowohl Gemeinschaften des Bach-Eschen-Erlenwaldes als auch Vertreter des Schwarzerlenbruchs in den staunassen Randzonen. Der Unterwuchs besteht meist aus stickstoffliebenden Kräutern und Sträuchern. In kleinen, stehenden Gewässern und in Senken dominiert das Schilf. Auf nassen bis gut durchfeuchteten Standorten wachsen Großseggenriede und vom Mädesüß geprägte Hochstaudenfluren. Das Spektrum des randlich liegenden Grünlandes reicht je nach Vernäsungsgrad von einem blumenreichen Feuchtwiesenaspekt bis hin zu nährstoffreichen Glatthaferwiesen. Von diesem vielfältig strukturierten Angebot an Lebensräumen profitiert eine artenreiche Tierwelt. So wurden ca. 55 brütende Vogelarten (u. a. der Neuntöter und die Dorngrasmücke), 11 Amphibien- und 3 Reptilienarten (u. a. die Ringelnatter) beobachtet. An den zahlreichen Feuchtstellen findet sich eine vielfältige Insektenfauna. Der besondere Wert des Schutzgebietes liegt in der relativen Ungestörtheit des teilweise extensiv, größtenteils jedoch überhaupt nicht genutzten Bereichs. Inmit-



Karte zu Landschaft am Waldangelbach

Der Gleiskörper der ehemaligen Bahnlinie ist heute nur noch als Schneise im Gebüsch erkennbar.



In ehemaligen, gehölzsäumten Tongruben sammelt sich seit vielen Jahren Wasser. Die Amphibienwelt besitzt hier völlig ungestörte Lebensräume und hat sich dementsprechend vielfältig entwickelt.



Verfüllte frühere Tongruben zeigen sich in den unterschiedlichsten Verwachungsstadien und bieten der Vogel- und Insektenwelt hervorragende Lebensbedingungen.

ten einer intensiv, bis hin zum letzten Quadratmeter genutzten Kulturlandschaft, in Sichtweite von Wiesloch und Rauenberg und beeinträchtigt durch den immerwährenden, lauten Verkehr auf der Autobahn, hat sich hier trotz allem eine wertvolle Flora und Fauna eingestellt.

Für die Ausübung der Jagd gelten besondere Bestimmungen. Die Erhaltung des Grünlands innerhalb des Schutzgebietes ist vorrangiges Bewirtschaftungsziel.

Teiche am Landgraben

(Verordnung vom 30. 10. 1987; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 29. 1. 1988, S. 8; Rhein-Neckar-Kreis; Stadt Weinheim; Größe 2,6 ha; TK 6417)

In der Rheinebene, westlich der Stadt Weinheim, liegt inmitten einer von zahlreichen unterschiedlichen Nutzungen überformten Landschaft das Schutzgebiet „Teiche am Landgraben“. Der Naturraum wird hier von einer langgezogenen, feuchten und stellenweise anmoorigen Ebene des „Südlichen Neckarrieds“ geprägt. Seine Böden bestehen vorwiegend aus schluffigen oder tonigen Lehmen. Das oberflächennahe Grundwasser und die relativ hohen Niederschläge am Westrand des Odenwalds sorgen für entsprechend hohe Feuchtigkeit.

In den 50er Jahren wurde hier großflächig Ton gewonnen. Nach Beendigung des Abbaues nutzte man die entstandenen Gruben als Absatzbecken der Kläranlage. Der angrenzende Landgraben wurde durch die Becken umgeleitet und übernahm somit die Funktion eines Vorfluters. Heutzutage dient dieses System nur noch zum Auffangen größerer Niederschlagsmengen.

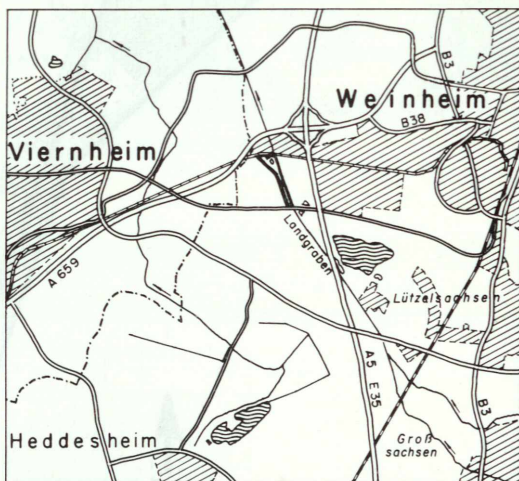
Trotz Trockenlegung der umliegenden, stark anthropogen überformten Neckarniederung konnte sich hier ein bedeutendes Feuchtgebiet entwickeln.

Aufgrund des jahrelangen Nährstoffeintrags durch die ehemalige Nutzung als Klärbecken haben sich charakteristische Vegetationskomplexe stickstoffliebender Hochstaudenfluren (Brennnessel-Giersch-Fluren) sowie Saum- und Gebüschgesellschaften (Schwarzer Holunder) ausbilden können. Die Ufer sind von einem nur sehr schmal entwickelten Röhrichtgürtel (Schilf, Gelbe Schwertlilie) gesäumt.

Große Bedeutung erlangt das Schutzgebiet als Nah-

rungs- und Rastbiotop für durchziehende gefährdete Vogelarten wie die Krick- und die Knäkente. Dorngrasmücke und Neuntöter haben hier ihren Brut- und Lebensraum gefunden. Die Amphibien- und Insektenfauna fällt durch ihren Artenreichtum ebenfalls auf.

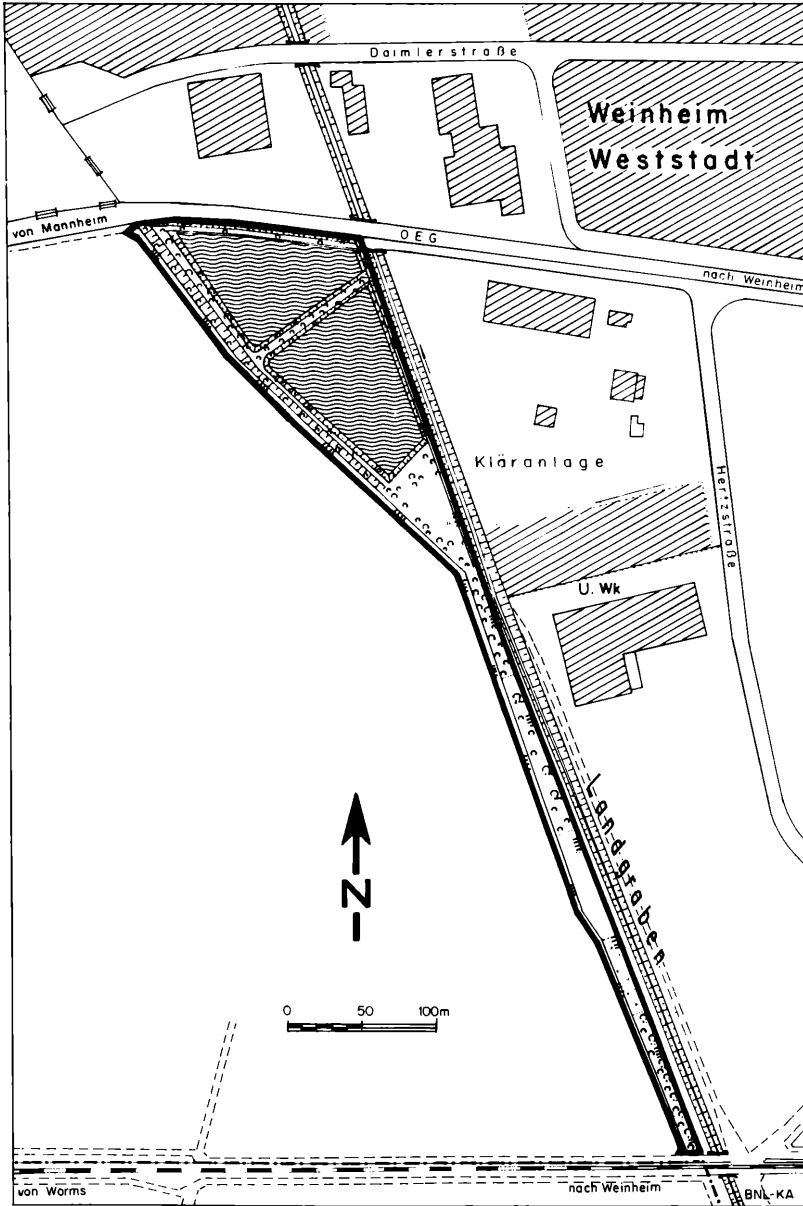
Das Schutzgebiet ist ein typischer Folgebiotop, ein durch intensive Nutzung und anschließende Aufgabe gekennzeichnet Lebensraum. Die Umgebung ist alles andere als ansprechend, doch die zahlreich vorkommenden Tier- und Pflanzenarten dokumentieren eindrucksvoll, wie lebensfeindlich einerseits die umgebende Stadt- und Verkehrslandschaft ist und wie andererseits derartige Inseln in einer intensiv genutzten Kulturlandschaft angenommen werden.



Karte zu Teiche am Landgraben



In den früheren Tongruben hat man künstliche Flöße verankert, die Enten und anderen Vogelarten als Brutplätze dienen.



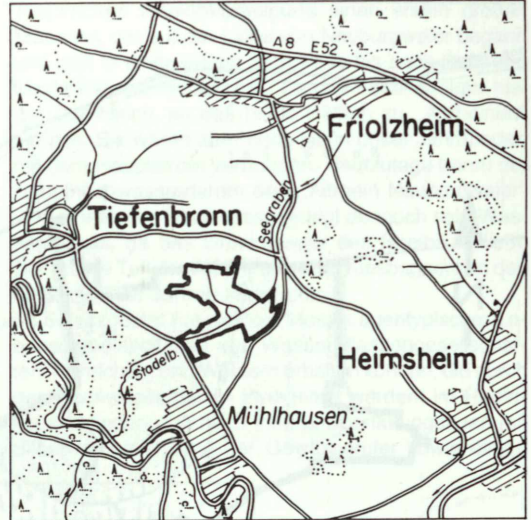
Karte zu Teiche am Landgraben

Tiefenbronner Seewiesen

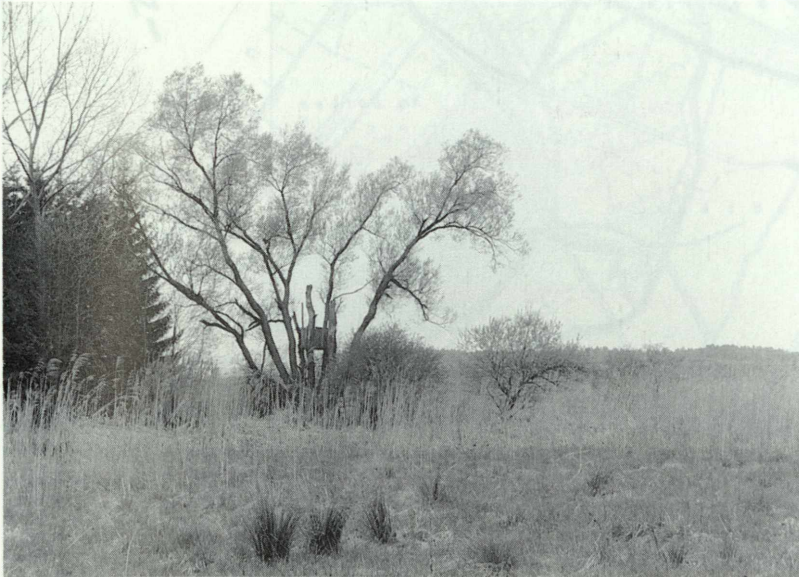
(Verordnung vom 16. 12. 1987; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 11. 3. 1988, S. 96; Enzkreis; Gemeinde Tiefenbronn; Größe 30 ha; TK 7118, 7119)

Die „Tiefenbronner Seewiesen“ liegen auf ca. 430 m Höhe am Fuße des „Betzenbuckels“ auf den Gemarkungen Tiefenbronn und Mühlhausen. Trotz ihrer nordwestlichen Grenzlage innerhalb der Würmbucht sind sie noch zu den „Oberen Gäuen“ zu rechnen. Die Landschaft bietet hier ein abwechslungsreiches Bild mit vielfältigen, sehr unterschiedlichen Aspekten von wiesenreichen Tälern über Ackerfluren, mit Schlehenhecken durchzogenen Trockenhängen mit Wacholderheiden und Streuobstwiesen bis hin zu ausgedehnten Waldbereichen.

Die feuchte Talsenke der „Grund-“ und „Seewiesen“ wird vornehmlich von einer historisch gewachsenen Wiesenlandschaft geprägt, in die mittlerweile Ackerparzellen eingesprengt sind. Im Osten steigt das Gelände relief an, und Muschelkalkschichten treten zutage. Ein kleiner Steinbruch bereichert das Lebensraumangebot.



Karte zu Tiefenbronner Seewiesen

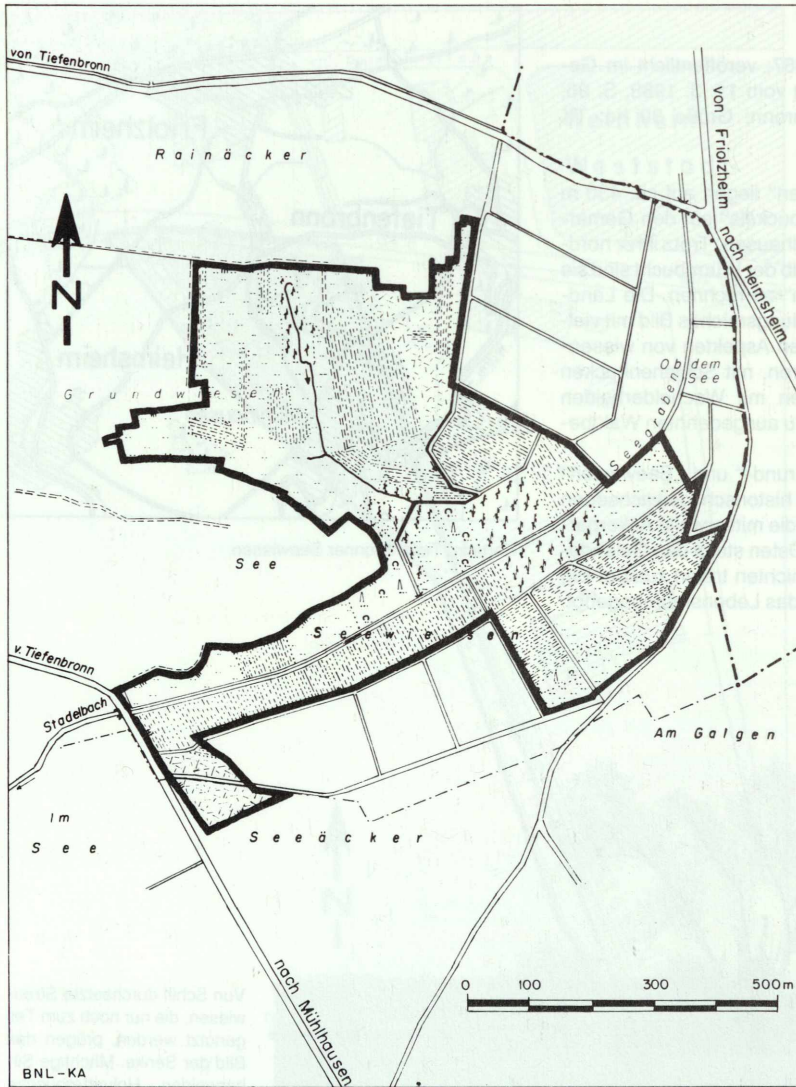


Von Schilf durchsetzte Streuwiesen, die nur noch zum Teil genutzt werden, prägen das Bild der Senke. Mächtige Silberweiden, Holunderbüsche und Pappeln säumen den Wassergraben. Links im Bild einer der Fichtenforste, die im Lauf der Jahre entfernt werden sollen.

Die Aue des Seegrabens und die quellenreichen Feuchtwiesen bilden die ökologischen Kernstücke des Schutzgebietes. So ist die Pflanzendecke hier in zahlreichen unterschiedlichen Strukturen vertreten. Quellige Sumpfbereiche, Flachmoorreste, eine Galerie von Schilfröhricht entlang des Bachufers, ausgedehnte Ried- und Röhrichtflächen, die sich auch noch in den eingebrachten Pappel- und Fichtenforsten halten können, und Gruppen von Weidengebüsch charakterisieren den Talzug. Leider haben Geländeauffül-

lungen die ackerbauliche Bewirtschaftung Fuß fassen lassen. Das bewirtschaftete Grünland gehört zu dem Typ der Kohldistel-Glatthafer-Wiesen. Neben vielen anderen charakteristischen Arten bieten die Kohldistel, der Schlangenknoterich und der Wiesen-Storchenschnabel schöne Blühaspekte. Auf gut durchfeuchtetem Standort dringen Riedgräser und Mädesüßfluren ein.

Die Lage dieses feuchten, strukturreichen Schutzgebietes vor den großen Waldgebieten im Süden und Westen und unterhalb der trockenen Muschelkalkbereiche ver-



Karte zu Tiefenbronner Seewiesen

leht ihm eine herausragende Bedeutung für die Vogelwelt sowohl als Nahrungs- und Brutbiotop als auch als Rastplatz für die Durchzügler. So brüten ca. 40 Arten im Gebiet (u. a. Neuntöter, Rebhuhn, Dorngrasmücke, Pirol und Teichrohrsänger). Ca. 25 Arten brüten in der Umgebung und suchen im Schutzgebiet nach Nahrung (Habicht, Sperber, Rot- und Schwarzmilan u. a.). Die Anzahl von ca. 36 beobachteten durchziehenden Arten mag zusätzlich die große Bedeutung unterstreichen. Zur Erhaltung des Grünlandes sieht die Verordnung ein Umbruchverbot vor. Für die Ausübung der Jagd gelten besondere Bestimmungen, so darf vom 1. April bis 31. Juli nicht gejagt werden und Fütterungen nur in Notzeiten erfolgen.

Altrhein Neuburgweier

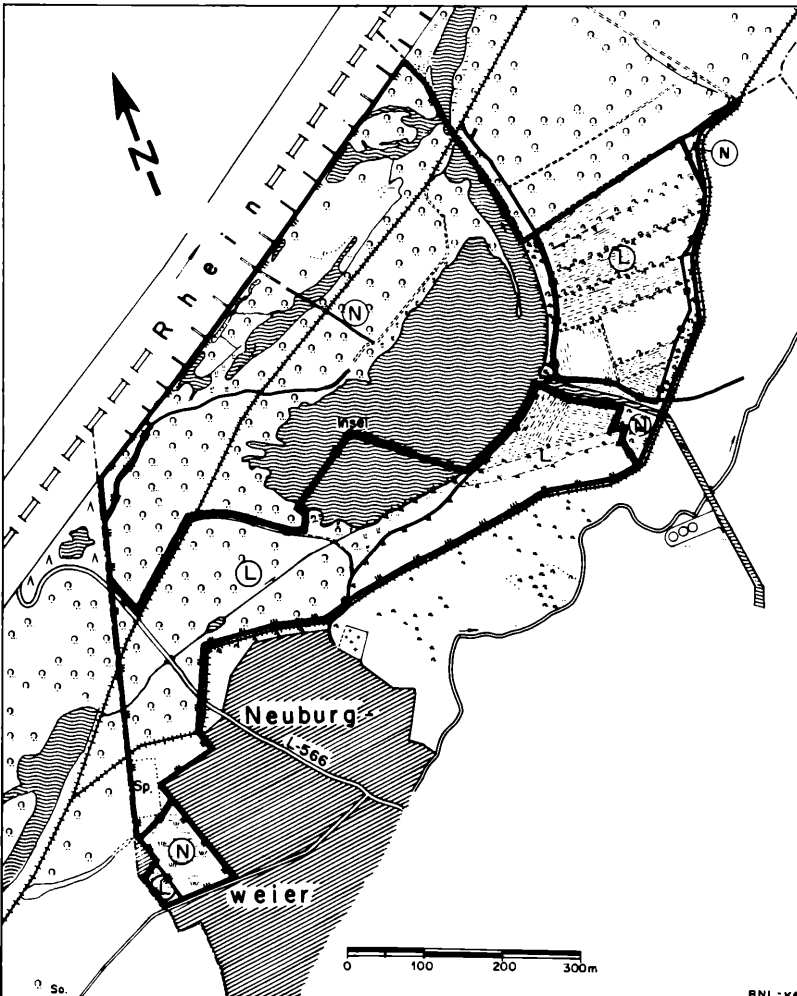
(Verordnung vom 16. 5. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 5. 7. 1988, S. 175; Landkreis Karlsruhe; Gemeinde Rheinstetten; Größe: NSG 121 ha, LSG 90 ha; TK 7015)

Südlich von Karlsruhe, zwischen dem Waldgebiet Kastenwört und der Ortschaft Neuburgweier, erstreckt sich eine Auenlandschaft, die im wesentlichen vom Rhein im Westen und dem inneren Hochwasserdamm im Osten begrenzt wird. Landschaftlich ist es zwischen den beiden großen Auwaldgebieten Niederwald und Bremengrund im Süden und Kastenwört im Norden eingebunden. Im Osten vermittelt es zur Randsenke, die im wesentlichen von den Schluten und Rinnen des Federbaches eingenommen wird.

Vom Süden her kommend, beschrieb der Rhein vor der

TULLA'schen Rheinbegradigung einen ersten großen Mäander, der auf der Höhe von Neuburgweier begann und sich in einer weiten S-Schleife bis nach Berg und Maximiliansau hinüberzog. Bereits 1810 erfolgte hier der Durchstich, so daß beide Hälften zu „Altrheinen“ wurden. Sie waren aber noch bis in unser Jahrhundert mit dem Hauptstrom verbunden. Heutzutage trennt der Haupthochwasserdamm den „Altrhein Neuburgweier“ vom Rhein. Bei Hochwasser steigt dennoch sein Wasserspiegel, da das Druckwasser des Rheins zufließt. Der größte Teil des Altrheins fiel der Kiesbaggerei in den 60er und 70er Jahren zum Opfer.

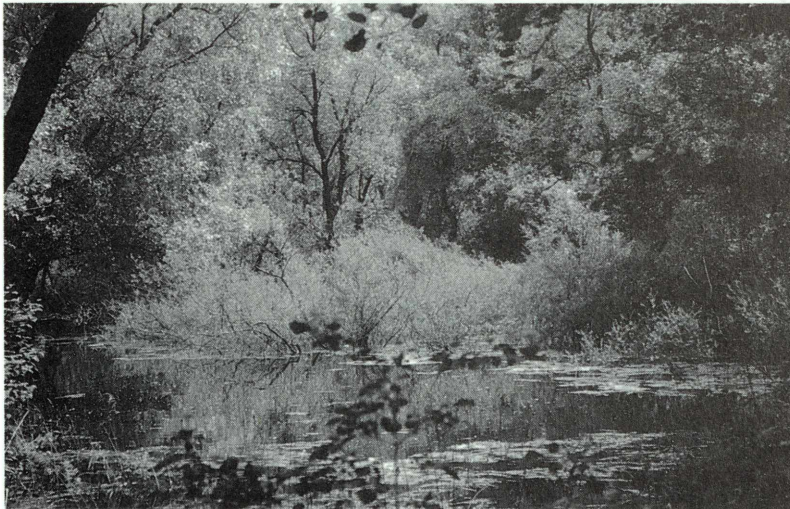
Im Schutzgebiet hat sich ein Mosaik auentypischer Lebensgemeinschaften aus Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichtern und Wäldern erhalten können, die durch den Hochwasserdamm zweigeteilt werden. Im Rheinvorland finden sich noch intakte Überflutungsaunen mit Silberweiden entlang der Gewässerufer sowie einige



Karte zu Altrhein Neuburgweier



Die in den „Fermasee“ (Vordergrund) hereinragende Landzunge mit ihren Weidenbeständen ist ein Kennzeichen des Schutzgebietes. Der Altrheinarm birgt vor allem in den Ufersäumen eine reiche Tier- und Pflanzengemeinschaft.



Das Trockenfallen der Silberweidenaue ist so wichtig wie die Überflutung.

kleinere Eichen-Ulmen-Waldbestände auf dem höhergelegenen Rücken. Meist wurden auch hier Pappelforste begründet. Zahlreiche Straucharten ergänzen den Struktur- und Artenreichtum dieser Hartholzau. Hier lebt eine Vielzahl auentypischer Vogelarten (u. a. Pirol, Nachtigall, diverse Spechte).

An den Ufern der anschließenden Altrheingewässer wachsen dichte Röhrichtzonen und Großseggenriede, die sowohl einer Vielzahl von Wasservögeln (z. B. Haubentaucher, Graureiher, verschiedene Entenarten) als auch typischen Schilfbewohnern Nahrungs-, Brut- und Zufluchtmöglichkeiten bieten.

Dieser engere Bereich des „Altrhein Neuburgweier“ ist umgeben von einer noch kleinflächig strukturierten Niederungslandschaft mit Äckern, Wiesen, Streuobstwiesen,

Hecken, feuchten Schluten und Senken. Die Hochwasserdämme ergänzen das Mosaik mit ihren trockenen Standorten. Als Besonderheit ist die alte Tongrube „Schmierig“ am Ortsrand von Neuburgweier zu nennen, die mit einem dichten Schilf- und Rohrkolbenröhricht bestanden ist und ein hervorragendes Refugium für Amphibien und Vögel bietet.

Teilbereiche der betroffenen Auwälder wurden von der Staatlichen Forstverwaltung als Schonwälder unter Schutz gestellt. Die jagdliche und fischereiliche Nutzung ist nur eingeschränkt möglich. Es wird versucht, den Freizeitbetrieb zugunsten einer der Rheinauenlandschaft angepassten Naturerholung zu lenken, wofür die Verordnung die gesetzlichen Grundlagen geschaffen hat.

Kopflache am Friesenheimer Altrhein

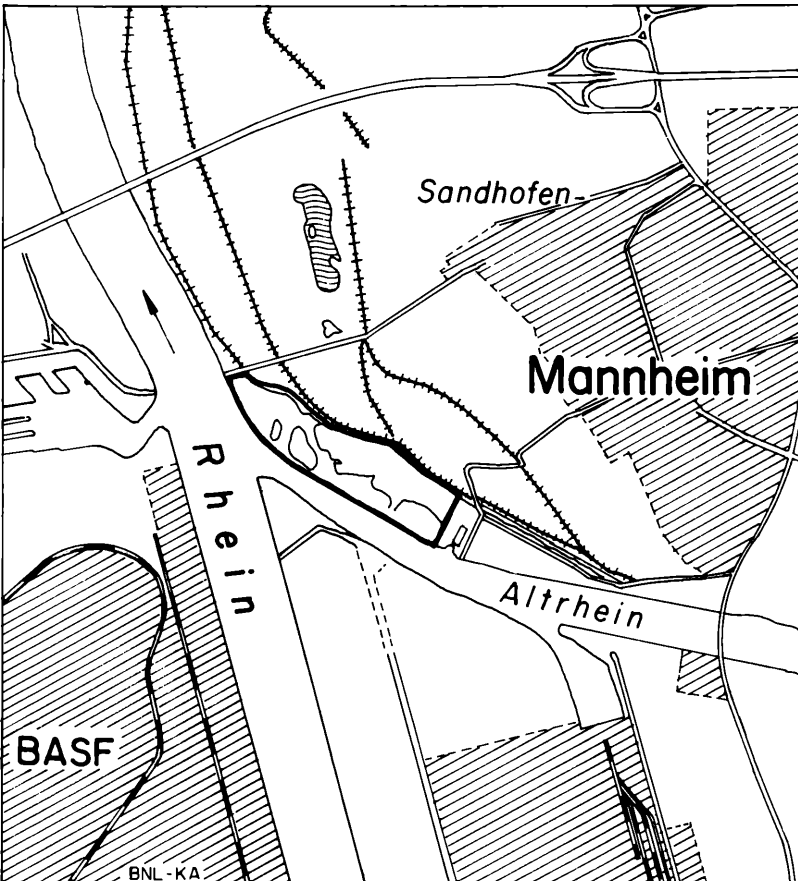
(Verordnung vom 11. 7. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 10. 8. 1988, S. 210; Stadt Mannheim. Größe: 21 ha; TK 6416)

Im Norden von Mannheim, in unmittelbarem räumlichen Anschluß zum Rhein, liegt das Schutzgebiet „Kopflache am Friesenheimer Altrhein“. Bestimmt von der Hochwasserdynamik des Flusses bietet das Schutzgebiet teilweise noch einen hohen Grad an Natürlichkeit einer dem Rhein benachbarten Landschaft. Zwei wesentliche Biotope lassen sich erkennen: Die tieferliegenden Auenbereiche und die Aufschüttflächen im Nordosten bilden mit ihrer unterschiedlichen Pflanzendecke die Grundlage für diese Lebensräume.

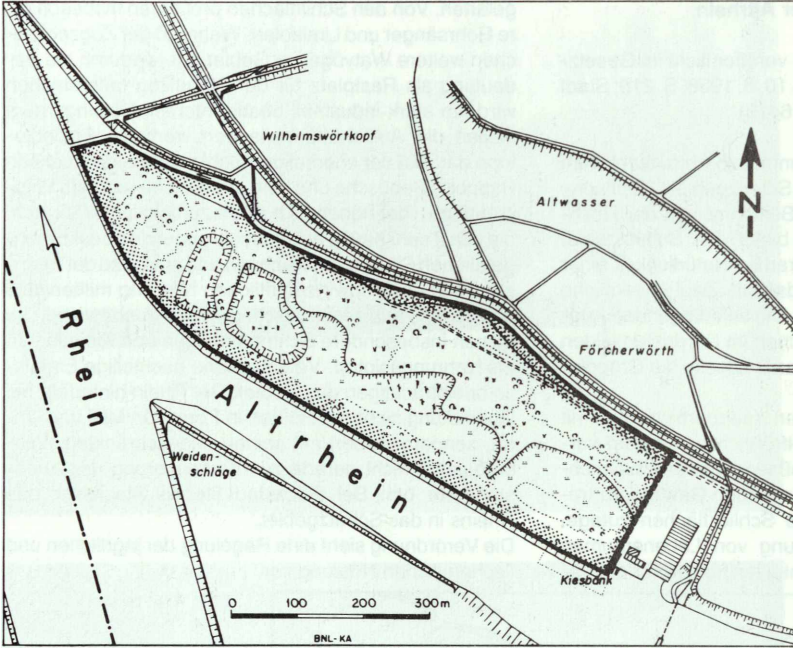
Die tieferliegenden, überfluteten Auenbereiche sind mit Silberweidengebüschen, Schilfröhrichten und auf verumpften Standorten mit Großseggenrieden bewachsen. In den temporär trockenfallenden Gewässern treten zeitweise vegetationsfreie Schlickflächen zutage. Diese kleinräumige Verzahnung von Lebensräumen bietet ideale Rückzugsmöglichkeiten für gefährdete Vo-

gelarten. Von den Schilfflächen profitieren insbesondere Rohrsänger und Limikolen. Während der Zugzeit tauchen weitere Watvögel im Gebiet auf, wodurch die Bedeutung als Rastplatz für den Vogelzug unterstrichen wird. Im stark industriell beanspruchten Ballungsraum stellen die Aufschüttungsflächen wertvolle Folgebiotope dar. Auf der ehemaligen Schlackenhalde wachsen Pappeln, Gebüsche und eine artenreiche ruderaler Wildkrautflora. Hier haben sich Arten zurückziehen können, die sonst sehr häufig auf extensiv genutzten oder brachgefallenen Standorten wachsen und aufgrund der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung mittlerweile weitgehend aus der Landschaft verschwunden sind. Sie dienen insbesondere Schmetterlingen und Kleinvögeln als Nahrungsbiotop. Verschiedene nachteilige Einflüsse beeinträchtigen das Gebiet. Der Rhein hinterläßt bei Überflutung nicht nur Spuren in Form von Müll und Unrat, sondern steuert mit seiner eingeschränkten Wasserqualität nicht gerade zur Verbesserung der Auenstandorte bei. Bei Rückstau fließen Abwässer des Rheins in das Schutzgebiet.

Die Verordnung sieht eine Regelung der jagdlichen und fischereilichen Nutzung vor.



Karte zu Kopflache am Friesenheimer Altrhein



Karte zu Kopffläche am Friesenheimer Aitrhein



In vom Rheinhochwasser überfluteten Bereichen liegen ganzjährig vegetationslose Schlickflächen, die vor allem einer Vielzahl von Vögeln Nahrungsraum bieten.

Glasbächle, Krebsbächle und Farlickwiesen

(Verordnung vom 25. 7. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 28. 9. 1988, S. 265; Landkreis Karlsruhe; Gemeinde Malsch; Größe: 45 ha; TK 7116)

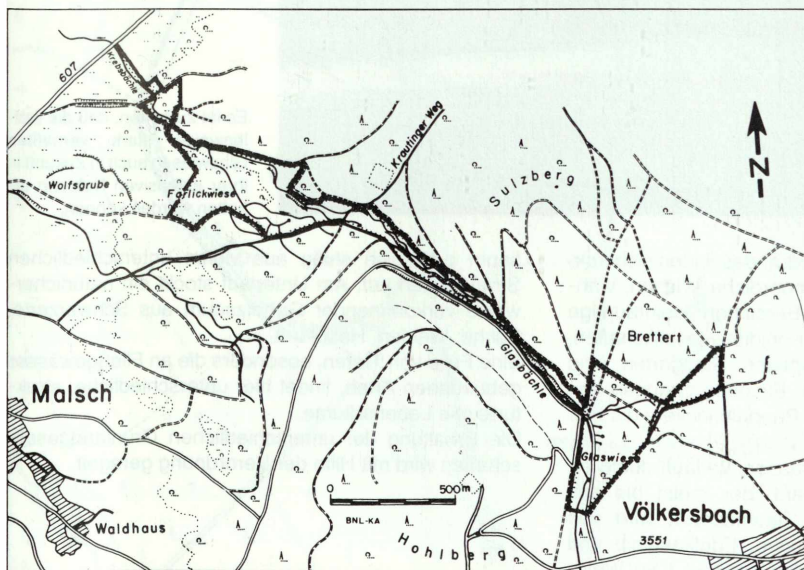
Das Schutzgebiet „Glasbächle, Krebsbächle und Farlickwiesen“ erstreckt sich vom Quellgebiet des Glasbächles auf 417 m Höhe über die Vorbergzone des Oberrheintals bis hin zum Hochgestade der Kinzig-Murg-Rinne auf 125 m Höhe, die ungefähr durch die Landstraße zwischen Malsch und Ettlingen markiert wird. Das Einzugsgebiet des Baches berührt zwei Naturräume, die Hardtebene und die Schwarzwald-Randplatten.

Das Bachsystem des Glas- und Krebsbächles ist als morphologische Einheit zu sehen. Es stellt nebst seinen Fließ- und Sickerquellen und vernäbten Bereichen ein noch weitgehend naturnahes Fließgewässer-Ökosystem dar. Aufgrund der ortsfernen Lage gibt es keine Abwassereinleitung. Die Wasserqualität ist in allen Abschnitten gut. Der natürliche Gewässerverlauf ist durch keine wasserbauliche Maßnahme beeinträchtigt, abgesehen von der Quelfassung und einigen Brücken für die Waldwege. Die Vegetation entlang des Baches und seiner Umgebung ist noch einigermaßen naturnah erhalten, unmittelbar angrenzende Waldteile sind allerdings als Wirtschaftswald ausgebildet.

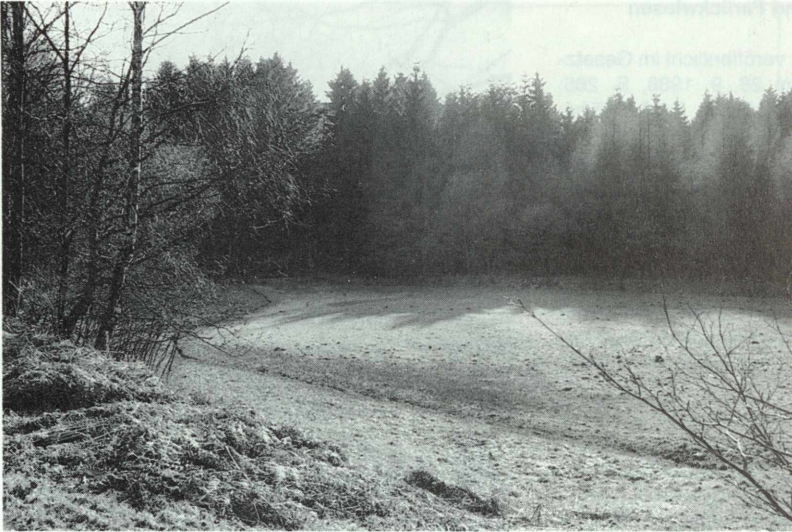
In das Schutzgebiet einbezogen sind groß- und kleinflächige Wiesen und Streuobstbereiche. Sie liegen in der Vorbergzone auf Löß und Lößlehmdecken. Das Gelände ist sehr bewegt, so daß sich eine große Standortvielfalt hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffversorgung ergibt.



Das schluchtartig eingerissene Krebsbächle wird stellenweise von urwaldartigen Waldbildern begleitet.



Karte zu Glasbächle, Krebsbächle und Farlickwiesen



In den idyllisch gelegenen Glaswiesen zeichnen sich anhand der Vegetation die verschiedenen Quellhorizonte ab.



Es ist zu hoffen, daß die stellenweise stark vernäßten Glaswiesen auch in Zukunft in ihrer extensiven Nutzung erhalten werden können.

Entlang des nordöstlichen Waldrandes finden sich trockene, nährstoffarme und blumenreiche Wiesen, während auf den durchnäßten Bereichen kleinräumige Feuchtwiesen, vorwiegend Kohldistelgesellschaften, wachsen. Auf nassen, sumpfigen Standorten sind Großseggenriede ausgebildet. Einzelne Gruppen von Weidengebüschen, Erlen und Pappeln lockern die Flur auf.

Der obere Abschnitt des Gewässers verläuft durch einen Rotbuchen-Wirtschaftswald, der meist bis ans Bachufer heranreicht. Seine Baumschicht wird von Stieleiche, Bergahorn, Hainbuche, Edelkastanie und schönen Stechpalmenbeständen gebildet. Der Wald-

saum baut sich stufig aus vielen unterschiedlichen Straucharten auf. Am Unterlauf stockt ein natürlicherweise vorkommender Gehölzsaum aus Schwarzerle, Esche, Weiden, Hasel u. a.

Eine Fülle von Tieren, besonders die an Fließgewässer gebundenen Arten, findet hier unterschiedliche, strukturreiche Lebensräume.

Die Erhaltung der unterschiedlichen Grünlandgesellschaften wird mit Hilfe der Verordnung geregelt.

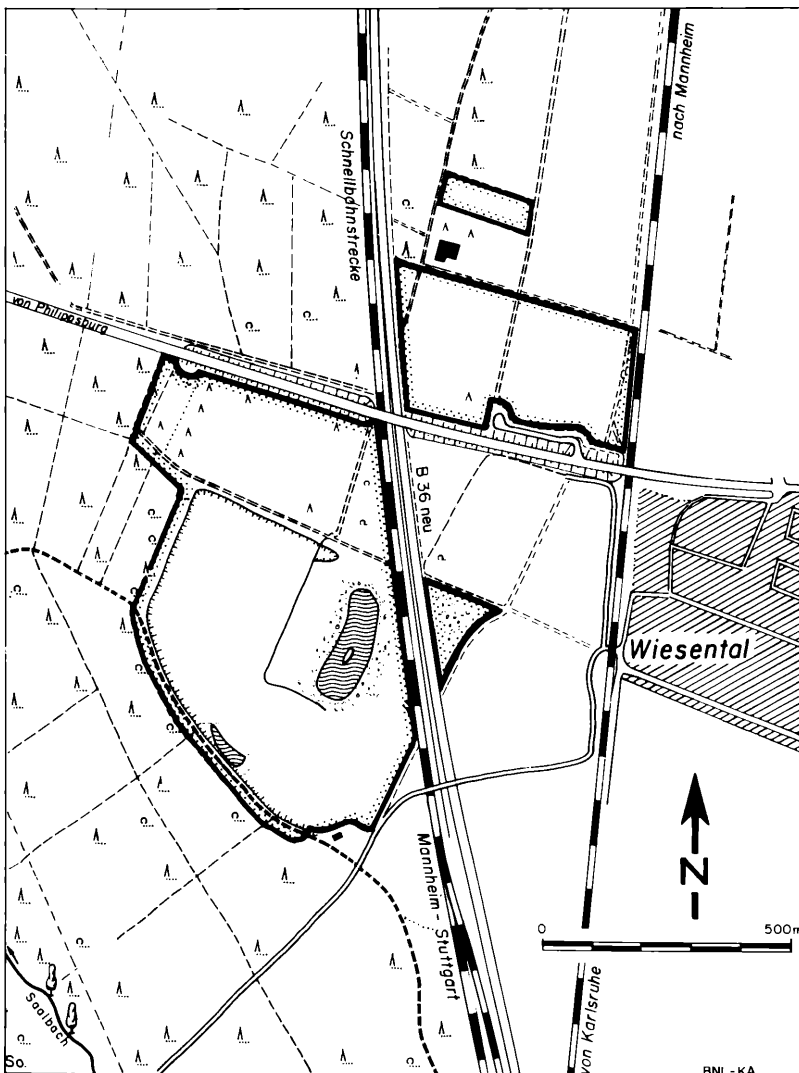
Gewann Frankreich-Wiesental

(Verordnung vom 9. 9. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 18. 11. 1988, S. 361; Landkreis Karlsruhe; Gemeinde Waghäusel; Größe 58 ha; TK 6716, 6717)

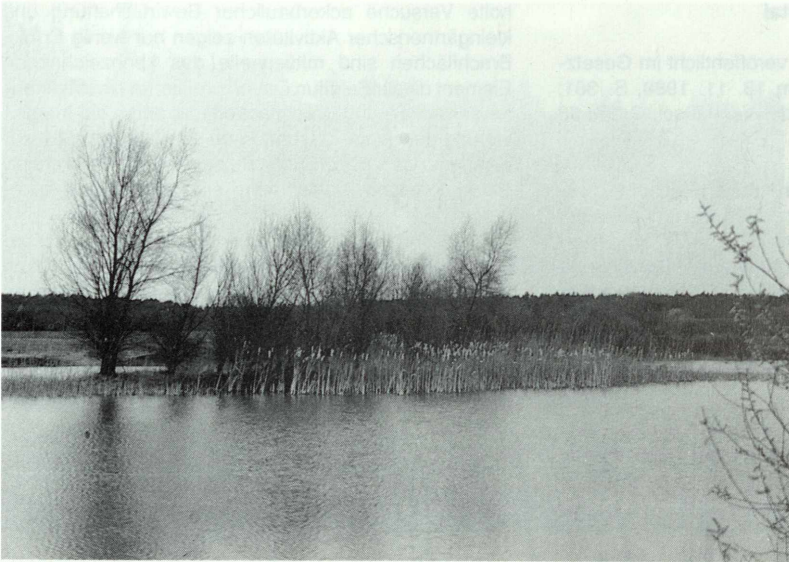
Das Schutzgebiet „Gewann Frankreich-Wiesental“ befindet sich etwa 30 km nördlich von Karlsruhe nahe der Ortschaft Wiesental. Naturräumlich ist es der Niederterrasse des Oberrheingrabs zuzuordnen. Der Charakter des Gebietes wird von lückig bewachsenen Sandflächen auf meist kiesigem Untergrund bestimmt. Trotz mageren Bodens und relativ geringer Niederschläge wurde es auf verschiedenste Weise genutzt. Wieder-

holte Versuche ackerbaulicher Bewirtschaftung und kleingärtnerischer Aktivitäten zeigen nur wenig Erfolg. Brachflächen sind mittlerweile das kennzeichnende Element dieser Feldflur. Davon profitieren die Wildkräuter der Acker- und Brachflächen, die durch die Intensivierung der Landwirtschaft in der Umgebung stark zurückgegangen sind. Bunte Blühaspekte mit Kornrade, Rittersporn und Klatschmohn sind hier wieder anzutreffen.

Hecken, Feldgehölze und verwilderte Obstbäume bereichern die Sandflächen und bieten einer Vielzahl von Vogelarten Unterschlupf. Viele dieser unbearbeiteten Flächen sind von unterschiedlich weit vorangeschrittenen Sukzessionsstadien bewachsen. Nördlich der Kreisstraße besiedeln bereits lichte Kiefernwaldbestän-



Karte zu Gewann Frankreich
– Wiesental



Ehemalige Kiesgrube mit Steilwänden, die vor allem für die Insekten von besonderer Bedeutung sind.



Langsam ergreifen Kiefern von den brachgefallenen Flächen Besitz. Große Sand- und Kiesflächen werden von einer charakteristischen Flora besiedelt.

de, die mit Laubgehölzen durchmischt sind, das Gelände.

Ehemals wurde hier Sand und Kies gewonnen. In den Grubensohlen haben sich meist Feuchtgebiete entwickelt. Schmale Röhrichtsäume und Gehölzgürtel umgeben die Wasserflächen. Oft sind sie von kleineren Wiesenparzellen umgeben. Die Gewässer dienen als Laichplätze vieler gefährdeter Amphibienarten. Auf den sandigen Böschungen haben sich Pioniergemeinschaften der Sandrasenfluren eingestellt (Silbergras, Nelken-Schmielenhafer und der Kleine Vogelfuß).

Auf engstem Raum bietet das Schutzgebiet ein breites Spektrum von Lebensbedingungen. Sowohl extrem trockene als auch extrem nasse Standorte liegen dicht beieinander. Entsprechend hoch ist die Vielfalt und die Häufigkeit von spezialisierten Arten.

Rohrwiesen und Gänswiesen

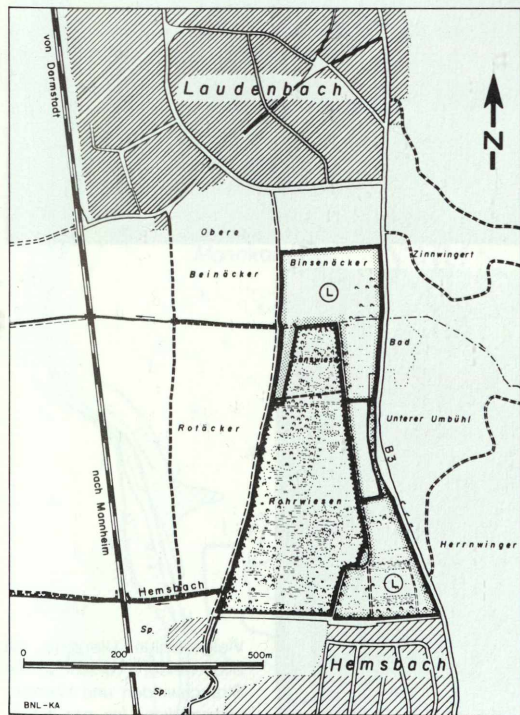
(Verordnung vom 24. 10. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 22. 12. 1988, S. 430; Rhein-Neckar-Kreis; Gemeinden: Stadt Hemsbach, Gemeinde Laudendach; Größe: NSG 12 ha, LSG 9 ha; TK 6317, 6417)

Das Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Rohrwiesen und Gänswiesen“ liegt in dem Naturraum „Südliches Neckarried“ zwischen der Stadt Hemsbach und der Gemeinde Laudendach am Fuße der Bergstraße. Ursprünglich verlief in diesem Bereich der sogenannte „Bergstraßenneckar“, der eine typische, verlandete und von den Schwemmkegeln der Odenwaldbäche überformte Aue hinterließ.

Kennzeichnend für das Naturschutzgebiet sind die vielfältigen Biotoptypen und -strukturen, die im allgemeinen auf feuchte Standorte hinweisen. So gibt es einen schmalen, aber landschaftsprägenden Erlenbruchwald, ausgedehnte Weidengebüsche, den ganzen Sommer über farbenprächtige Ackerstaudenfluren und große Röhrichte und Großseggenriede. Die offenen Wasserflächen sind mit Wasserlinsen- und Schwimmblattgesellschaften überzogen. Im Osten des Gebietes hat der Mensch durch die Aufschüttungen des heute brachliegenden Tier- und Märchenparkgeländes starke Änderungen bewirkt. Durch die fehlende Nutzung konnte die



Schilfgesäumte Wassergräben, absterbende Pappeln, nachwachsende Erlen- und Weidengebüsche kennzeichnen den zentralen Teil des Schutzgebietes.



Karte zu Rohrwiesen – Gänswiesen

Natur diese Flächen allerdings wieder überformen, und heute erfreuen sich zahlreiche Amphibien, Vögel und Insekten an der entstandenen Vielgestaltigkeit.

Von den Tieren sind ganz besonders die Vögel und Amphibien hervorzuheben. So konnten in einem Jahr 40 Brutvogelarten beobachtet werden. Die Amphibienpopulation erreicht – gezählt zur Zeit der herbstlichen Rückwanderung – eine Größenordnung von 50 000 Tieren! An Amphibienarten sind die Erdkröte, diverse Froscharten sowie andere Lurche vertreten.

Das randlich liegende Landschaftsschutzgebiet „Rohrwiesen und Gänswiesen“ zeichnet sich durch eine extensive landwirtschaftliche Nutzung und eine daran gebundene, ursprünglich für den Landschaftsraum typische, heute jedoch seltene Vielgestaltigkeit aus. Diesem Gebiet kommt darüber hinaus die wichtige Funktion eines regional bedeutenden Amphibienlebensraumes und -wanderweges zu.



Weidenbäume und Hecken schaffen fließende Übergänge zwischen den Feucht- und Schilfgebieten und den Abhängen der Bergstraße.



Nahezu unzugängliche, große Wasserflächen sind ideales Rückzugsgebiet für viele Vogel- und Amphibienarten.



Vielgestaltige Uferzone mit Silberweide, verschiedenen Strauchweiden und Wasserschwertlilien (*Iris pseudacorus*) am Gewässerrand.

Monbach, Maisgraben und St. Leonhardquelle

(Verordnung vom 14. 12. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 20. 3. 1988, S. 78; Enzkreis, Landkreis Calw; Gemeinden: Neuhausen, Stadt Bad Liebenzell; Größe: NSG 42,1 ha, LSG 219 ha; TK 7118, 7218)

Das kombinierte Schutzgebiet umfaßt die gesamte offene Flur des Talsystems Maisgraben und Monbach östlich der Straße Unterhaugstett–Neuhausen sowie die überwiegend bewaldete Schlucht bis zur Mündung in die Nagold. Die Landschaft läßt sich hier in zwei ganz unterschiedliche Typen gliedern:

Das Teilgebiet um die „St. Leonhardquelle“ ist eine erdgeschichtlich einzigartige Quellformation im Unteren Muschelkalk. Innerhalb eines quelligen Wiesengrundes hat sich ein Quellflachmoor mit Kalktuff gebildet. Uhrglasförmig wölbt sich der Quellsumpf mehr als einen Meter über seine Umgebung auf. Neben seiner geologischen Bedeutung besitzt das Gebiet Lebensräume für seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Auf der Quellterrasse selbst und seiner südlichen Fortsetzung wächst ein Schilfröhricht, während sich nördlich davon binsen- und seggenreiche Streuwiesenreste anschließen.

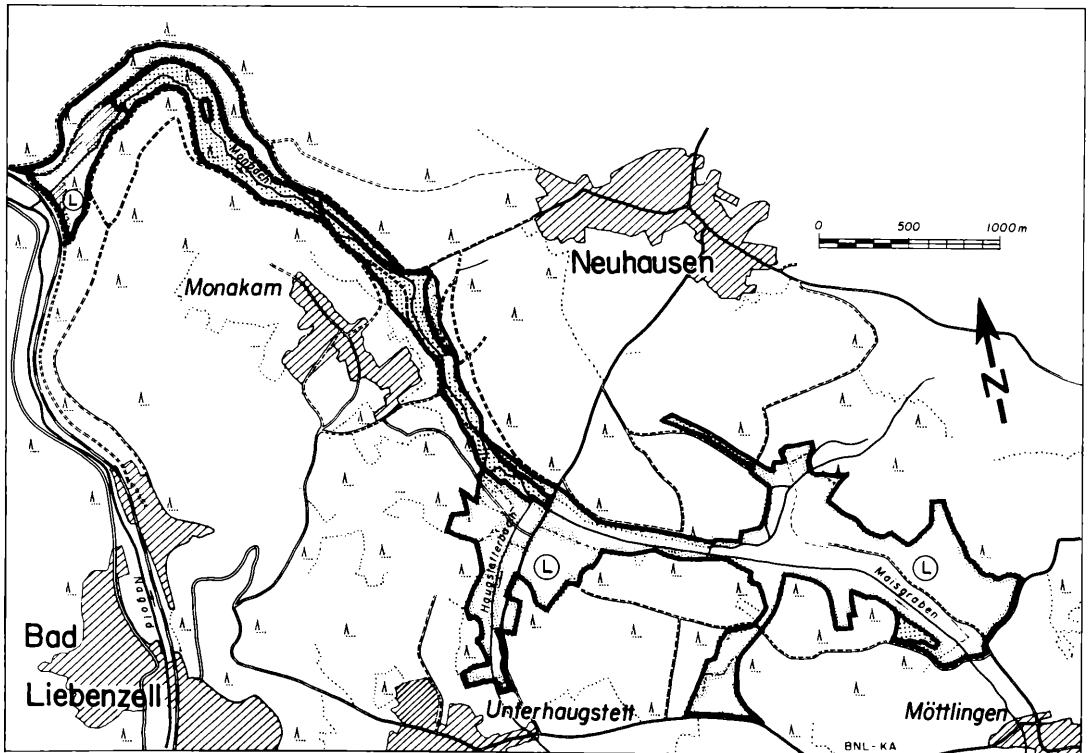
Das Teilgebiet „Monbachschlucht“ ist durch seine ma-

lerischen, steilen, steinschuttreichen Felsmeer-Hänge im Talgrund und den Wasserkaskaden der Buntsandsteinschlucht gekennzeichnet. Als Krautschicht hat sich eine überaus artenreiche Moos- und Farnflora ausgebildet. In der Schlucht selbst dominieren typische schlucht- und hochstaudenreiche Wälder, und an den oberen Hängen bzw. auf den Verebnungen sind farnreiche Tannen-Buchen-Wälder anzutreffen.

Die beiden Naturschutzgebiete werden durch drei Landschaftsschutzgebiete ergänzt bzw. untereinander verbunden. Sie liegen teils auf der Hochfläche, teils am Schluchtrand bzw. am Schluchtausgang.

Es ist die Absicht, die feuchten bis nassen Wiesen entlang des Maisgrabens und seiner Nebentälchen als historische Kulturlandschaft mit ihren flachen, anmoorigen Standorten zu erhalten.

Das gesamte Talsystem mit seinen offenen Fluren und seinen reich strukturierten Waldsäumen, deren Vielfalt, Schönheit und Eigenart ein einzigartiges Landschaftsbild ergeben, und die parkartig gestaltete, offene Talaaue am Talaustritt mit ihrer historischen Bebauung sollen als ungestörtes Naturerlebnis dem Betrachter erhalten bleiben. Den Naturschutzgebieten dient es insbesondere als Puffer.



Karte zu Monbach, Maisgraben und St. Leonhardsquelle



Der untere Teil des Monbachtals mit seiner charakteristischen Buntsandsteinschlucht.



Quellhorizont mit Schilf, Weiden und Erlen bei der St. Leonhardsquelle.



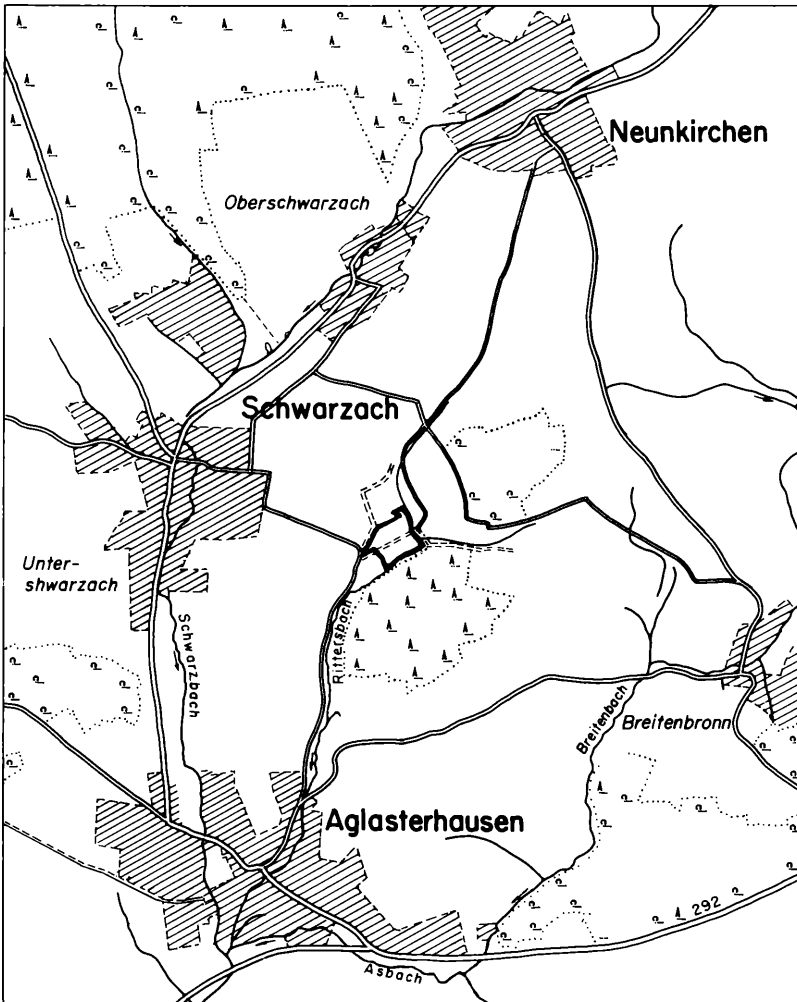
Ein Teil der früheren Streuwiesen wird nicht mehr genutzt. Hier breitet sich innerhalb weniger Jahre eine Schilf- und Großseggenzone aus.

Hinterer See

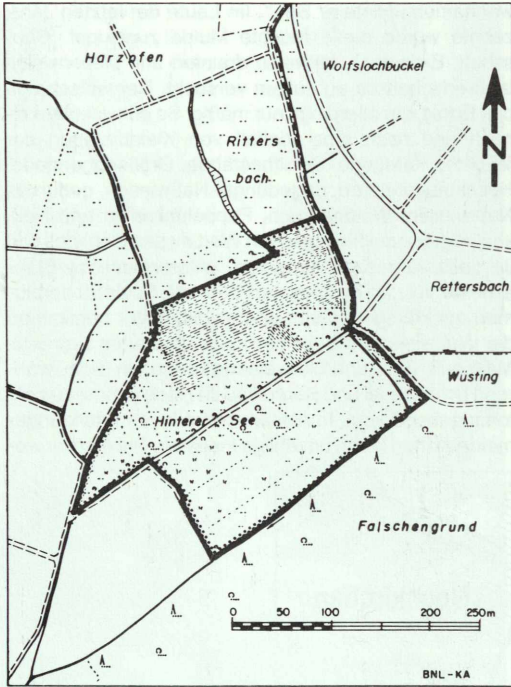
(Verordnung vom 14. 12. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 28. 2. 1988, S. 70; Neckar-Odenwald-Kreis; Gemeinden Aglasterhausen und Neunkirchen; Größe: 5,5 ha; TK 6619, 6620)

Nordöstlich Aglasterhausen liegt in einem breitsohligen Tal auf 190 m Höhe das Schutzgebiet „Hinterer See“. Diese reizvolle Landschaft des nordöstlichen Zipfels des Kraichgaues wird hier durch die flachrückigen, sanften Hügel und Talzüge des „Schwarzbachgäus“ geprägt. Unterschiedlich mächtige Löß- und Lehmdecken bestimmen die überwiegend ackerbauliche Nutzung. Wald stockt meist auf steileren Talhängen, wo oft Muschelkalkschichten anstehen. Umflossen vom aus Richtung Neunkirchen kommenden Rittersbach, befindet sich im Talgrund ein Quellgebiet mit dem alten Ge-

wannamen „Hinterer See“. Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde diese feuchte Mulde zugekippt (Bauschutt, Erde etc.), teilweise drainiert und stellenweise landwirtschaftlich zu nutzen versucht. Der wirtschaftliche Erfolg war allerdings nur mäßig. So entwickelte sich nach und nach eine Vielfalt von Kleinbiotopen der feuchten Kategorie. Schilfbestände, Großseggenriede, Hochstaudenfluren, ungedüngte Naßwiesen, gedüngte Nutzwiesen, Weidenbruch, Pappelparzellen und Hecken tragen zum ökologischen Wert dieses Gebietes bei. Je nach Jahreszeit herrschen unterschiedliche Blüh- aspekte vor. Im Frühling leuchten die Sumpfdotterblumen mit kräftigem Gelb, und etwas später bestimmen die Waldsimsen mit einigen Orchideenarten das Bild. Mädesüß, Gilb- und Blutweiderich erblühen dann, während Brennessel und Bärenklau im Hochsommeraspekt tonangebend sind. In diesem Mosaik von Pflanzengemeinschaften leben unzählige Insekten. Die erst vor we-



Karte zu Hinterer See



Karte zu Hinterer See



Der Pappelwald im Schilfgebiet bricht langsam in sich zusammen und wird in einen naturnahen Erlen-/Weidenwald übergehen.



Auf einer älteren Auffüllfläche am Rand des Schutzgebietes wurden als Ersatz für verlorengegangene Quellhorizonte einige Amphibientümpel angelegt, die reiches Leben zeigen.

nigen Jahren als Ersatz für das beeinträchtigte Quellgebiet angelegten Tümpel sind Anziehungspunkt vieler Frösche, Lurche und Kröten. Da das Schutzgebiet sowohl ausreichend Brut- und Deckungsmöglichkeiten als auch ein reichhaltiges Nah-

rungsangebot bietet, zieht es eine große Anzahl Vögel aus der Umgebung an. Besucher können das Schutzgebiet auf einem befestigten Weg durchwandern, dürfen ihn jedoch nicht verlassen.

Sandgrube am Grafenrain

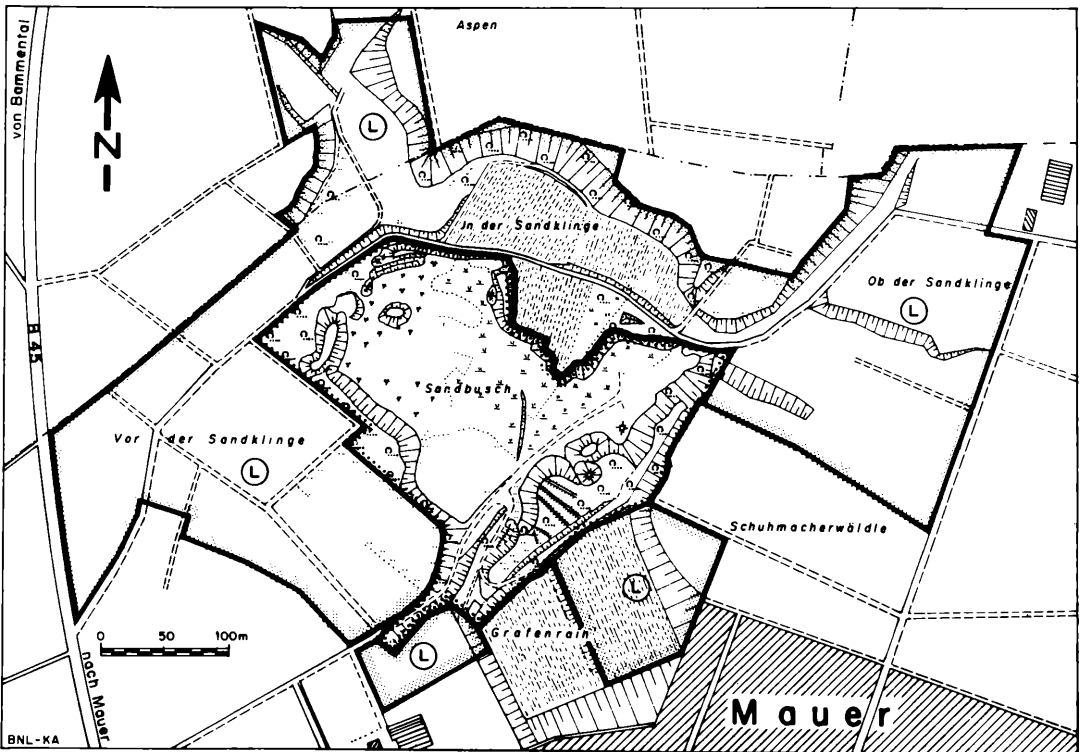
(Verordnung vom 23. 12. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 20. 3. 1988, S. 85; Rhein-Neckar-Kreis; Gemeinden: Mauer und Bammental; Größe: NSG 5,5 ha, LSG 14,5 ha; TK 6618)

Das kombinierte Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Sandgrube am Grafenrain“ liegt in dem Naturraum „Schwarzbachgäu“ nördlich der Gemeinde Mauer. Die heute diese Gemeinde prägende Wiesenaue der Elsenz wurde vor ca. 800000 Jahren vom Neckar durchflossen, bis dieser den Durchbruch bei Neckargemünd erreicht hatte und den Mauerer Raum verließ. Er hinterließ jedoch ausgedehnte Sand- und Schotterflächen, die schon zu Anfang dieses Jahrhunderts zu Abbauzwecken genutzt wurden, u. a. in der Sandgrube am Grafenrain. Der Sandabbau förderte schnell diverse Knochenreste zutage. Im Oktober 1907 wurde ein auf ca. 600000 Jahre datierter menschlicher Unterkiefer („Homo heidelbergensis“), der älteste in Europa, gefunden.

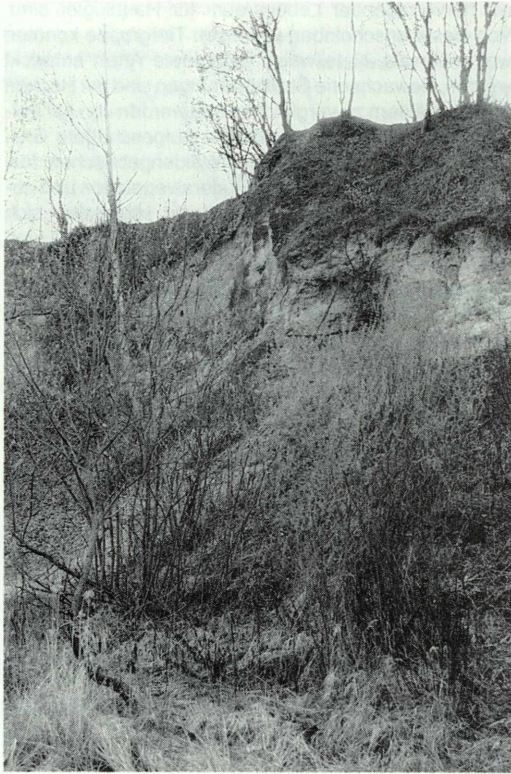
Der Abbaubetrieb in der Sandgrube am Grafenrain wurde 1962 eingestellt und die Grube teilweise verfüllt. Diese Grube beinhaltet heute eine Vielzahl an naturschutzwürdigen Biotopen. Hervorzuheben sind die begrenzenden Lößsteilwände, die in unbewachsenem Zustand

ein hervorragender Lebensraum für Hautflügler sind. Von dieser unscheinbar wirkenden Tiergruppe konnten weit mehr als 20 teilweise gefährdete Arten entdeckt werden. Bewachsene Steilböschungen sind mit Hecken und Vorwäldern zu vergleichen und werden von zahlreichen Vogelarten aufgesucht. Die aufgeschüttete Grubensohle ist von ausgedehnten Weidengebüsch, farbenprächtiger sommerlicher Ruderalvegetation und unterschiedlichen Wiesentypen bedeckt. Hier halten sich an den auffälligen Doldenblütlern eine Vielzahl von Schmetterlingen und anderen Kleintieren auf.

Das Naturschutzgebiet wird von einem Landschaftsschutzgebiet umgeben. Dieses schließt den alten Neckarprallhang mit ein und ist hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt, allerdings in extensiver Form, so daß umfangreiche Streuobstbestände, Wiesen, Weiden, Gebüsche, Raine, aber auch einige Ackerflächen vorhanden sind.



Karte zu Sandgrube am Grafenrain



Langsam verwachsende Sandböschung – idealer Lebensraum zahlreicher Insektenarten.



Terrassen an der schluchtartigen Grubenzufahrt zeugen von früherem Sandabbau.



Noch befindet sich in der Sandgrube (hinter dem Tümpel sichtbar) ein Sportplatz, der jedoch in absehbarer Zeit verlagert werden wird.

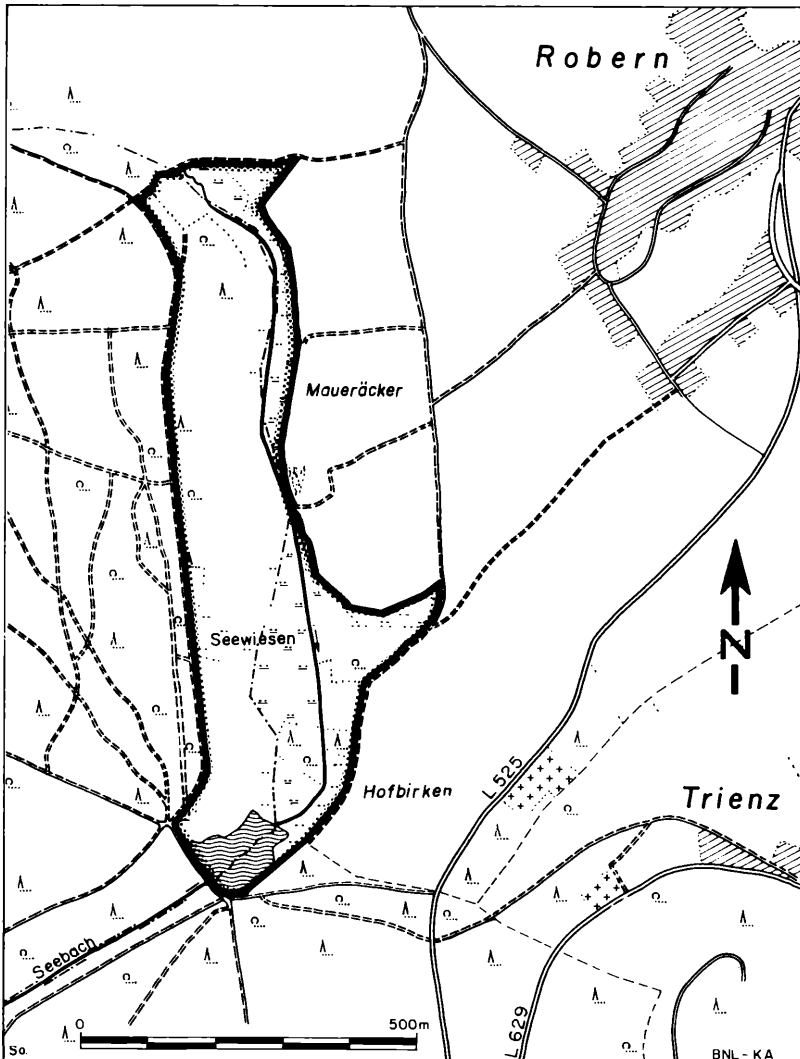
Roberner See

(Verordnung vom 23. 12. 1988; veröffentlicht im Gesetzblatt Baden-Württemberg vom 20. 3. 1989, S. 83; Neckar-Odenwald-Kreis; Gemeinde Fahrenbach und Stadt Mosbach; Größe: 23 ha; TK 6520)

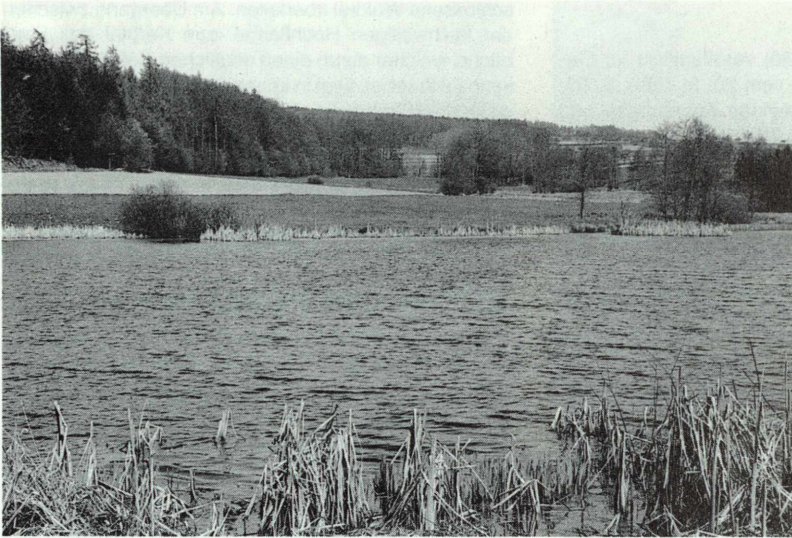
Die südwestliche Abdachung des Sandstein-Odenwaldes wird hauptsächlich von der Elz und der Itter zum Neckar hin entwässert. Dazwischen hat sich der bei Neckargerach mündende Seebach ein kleines Einzugsgebiet geschaffen. Während sich der Bach im Unterlauf ein tiefes, enges Tal in den Buntsandstein gegraben hat, sind die Quellläste bei Wagenschwend und Robern als flache Muldentäler ausgebildet, die von den offenen, landwirtschaftlich genutzten Rodunginseln in das ge-

schlossene Waldtal überleiten. Am Übergang zwischen der flachwelligen Hochfläche zum Kerbtal des Seebachs, welcher durch einen deutlichen Gefälleknick gekennzeichnet ist, liegt in knapp 400 Meter Höhe im Südwesten von Robern in einer stillen Waldecke der Roberner See. In seiner jetzigen Form existiert der See seit 1966, er geht jedoch auf einen früheren Weiher zurück, der zur Holzflößerei gestaut worden war. Einige Reste alter Dämme талаufwärts zeugen von weiteren Schwallweihern, deren Wasser zum Flößen von Scheiterholz aus den sonst nahezu unzugänglichen Wäldern im unteren Seebachtal benötigt wurde.

Der Oberlauf des Seebaches wird zum größten Teil von extensiv genutzten Wiesen begleitet. Reste eines alten Wasserwiesensystems lassen die traditionelle Bewirtschaftungsart erkennen. Während der letzten Jahre ha-



Karte zu Roberner See



In einer idyllischen Wiesen-
niederung am Waldrand liegt
der Roberner See, von Röh-
richtsäumen umgeben. Sein
Einzugsgebiet (Hintergrund
rechts) ist von Feuchtwiesen,
Erlenwäldern und einigen im
Lauf der Zeit umzuwandelnden
Fichtenparzellen ge-
prägt.

ben sich relativ ungestört eine Vielfalt seltener Lebensgemeinschaften entfalten können.

Lehminseln überdecken mancherorts die anstehenden Schichten des Buntsandsteins, die tiefer liegenden Stellen weisen lokale Vernässungen auf den wasserstauenden Horizonten der Röttone auf. Diese differenzierten Standortbedingungen ermöglichen unterschiedliche Nutzungsformen: Wald auf den Hochflächen, extensives Grünland in den Mulden und dem Talzug, Ackerland auf den mit Lehm bedeckten Flächen.

So finden sich im See und seinen ufernahen Bereichen Schwimmblattgesellschaften, Großseggenrieder und Röhrichte. Imponierend wirkt die breite Zone der Seggen am nördlichen Seeufer mit der bultenbildenden Steifen Segge, der Schnabel-Segge und der Blasen-Segge. Nachdem die traditionelle landwirtschaftliche Bewirtschaftung aufgegeben wurde, hat sich talaufwärts je nach Standort und Feuchtegrad ein Vegetationsmosaik unterschiedlicher Feuchtwiesengesellschaften ausgebildet. Mädesüßfluren, Sumpfdotterblumen-Wiesen, Waldsimsen-Fluren und Schlangenkötterich-Bestände wachsen in wechsellässigen, nährstoffreichen Bodenmulden. In versumpften Wiesensenken trifft man Mischbestände von Waldbinsengesellschaften an. Kleine Trupps von Waldveilchen sind hier immer wieder zu bewundern. Eingestreut finden sich weniger durchnäßte Stellen. Hier stehen Arten nährstoffarmer Böden wie die Hirsens-Segge, der Teufelsabbiß und das Borstgras.

Die sanft ansteigenden Ränder der Talsenke sind mit Fettwiesen bewachsen und werden als Grünland, teilweise auch als Viehweide genutzt. Nahe des Waldtraufs tritt Quellwasser zutage. Auf diesem gut durchfeuchteten Ort hat sich eine kleine Gebüschgruppe der Kriechweide angesiedelt. Ihr Vorkommen ist sonst nur aus

südlicheren Bereichen von Baden-Württemberg belegt. Entlang des Baches und der Gräben stehen sehr dekorativ einzelne Erlen und Weidengebüsche. Zwei nur sehr mühsam gedeihende Fichtenparzellen befinden sich in Seenähe auf nassen Standorten; ihre Rückumwandlung in Feuchtwiesen ist längerfristig beabsichtigt. Das Schutzgebiet genießt durch sein Angebot unterschiedlicher Feuchtwiesenstrukturen und seiner offenen Wasserfläche besondere Attraktivität für die Vogelwelt. Regelmäßig brüten hier neben Bläßhuhn und Teichhuhn auch Reiherente und Zwergtaucher. Durchzügler finden sich hier zur Nahrungsaufnahme ein. Ergänzt wird die Fauna durch einen reichen Insekten- und Amphibien-Bestand.

Die jagdlichen und fischereilichen Nutzungen sind eingeschränkt. Ein Rundwanderweg führt großräumig um das Schutzgebiet.

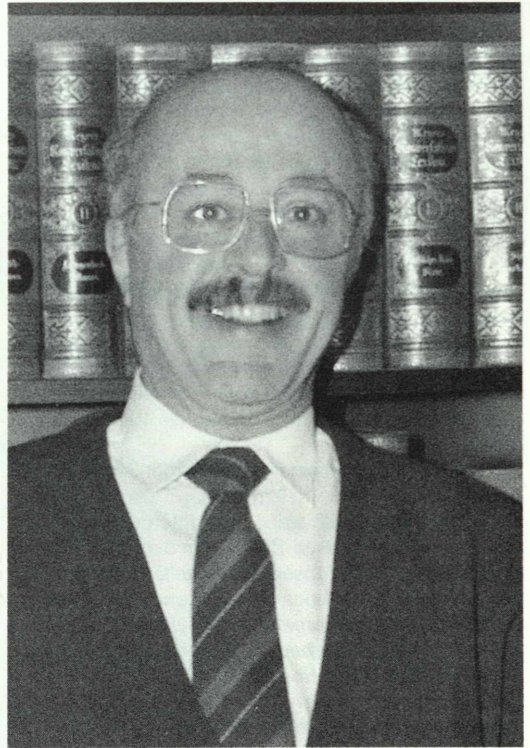
Prof. Dr. Günter Fuchs †

31. Juli 1935 – 17. August 1989

Zwar wußten wir, daß eine seltene, unheilbare Krankheit unserem Kollegen GÜNTER FUCHS auf die Dauer keine Chance ließ; doch kam das Ende dann schnell und unerwartet. Für seine schwer getroffene Familie und alle, die ihm nahestanden, blieb nur als Trost, daß ihm dadurch viel Leid erspart wurde.

GÜNTER FUCHS, ein Geologe mit Leib und Seele, wurde am 31. Juli 1935 in Frankfurt geboren. Er entstammte einer alteingesessenen Handwerksfamilie. Das war vielleicht der Grund, warum bei ihm ein ausgeprägter praktischer Sinn und nüchterner Realismus sein hohes theoretisches Wissen in sehr geschickter Weise ergänzt haben. Er ging von 1941 bis 1944 in seiner Heimatstadt zur Volksschule, die er 1946 in Straubing, wo seine Familie evakuiert war, beendete. In Frankfurt besuchte er das Realgymnasium und machte 1955 das Abitur. Ebenfalls in Frankfurt begann er anschließend das Studium der Geologie und Paläontologie. 1958 folgten Vordiplom, 1962 Diplom und Ende 1964 Promotion. Praktikas leistete er bei der Ruhrkohle und bei Senckenberg ab. Damals war das Frankfurter Institut eng mit Senckenberg verbunden und beide noch vom Geist Rudolf Richters geprägt. GÜNTER FUCHS gehörte zu den letzten, die noch aus diesem Kreis hervorgingen. Das Fundament dieser Schule waren präzises Beobachten und umfangreiche, gründliche und möglichst exakt lokalisierte Materialaufsammlung. Jede kleine Besonderheit, jedes noch so unscheinbare Fossil konnte bei wachsendem Kenntnisstand neue Information liefern und plötzlich bedeutsam werden. Dies blieb lebenslang die Richtschnur für seine wissenschaftliche Arbeit.

Es ist daher sicher kein Zufall, daß das Hauptthema seines wissenschaftlichen Interesses das Unterdevon der Eifel wurde. Schon seine Dissertation – der Westteil der Hillesheimer Mulde – schloß diesen Bereich ein und seine letzte Arbeit, die er, schon vom Tode gezeichnet, fertigstellte, war ebenfalls diesem Thema gewidmet. In kaum einem anderen Bereich ist es so wichtig, lange Jahre mit großer Geduld zu sammeln und auf das Detail zu achten wie eben dort. Wer rasch spektakuläre Erfolge vorweisen möchte, der ist da fehl am Platze und kommt nahezu unweigerlich zu falschen Schlüssen. Ich hatte im Laufe von vielen Jahren die Gelegenheit gehabt zu beobachten, wie sich die vielen Mosaiksteinchen – mehr oder weniger unscheinbare Steinkerne, über Jahre hinweg mit großer Geduld gesammelt in recht gleichförmig aussehenden Sandsteinen, Schiefen und Grauwacken – immer mehr zu einem immer schöneren, immer größeren Bild zusammenfügten. Erst die exakt aufgestellte Mikrostratigraphie ermöglichte es, den tektonischen Bau des Gebietes richtig zu begreifen, daraus Schlüsse auf den Großbau zu ziehen und paläogeographische Zusammenhänge zu erkennen. So



konnte er auch in den besonders schwierigen, mächtigen und eintönigen Abfolgen des Obersiegens und des Unterems erstmals eine Feingliederung aufstellen und auf deren Basis die fazielle Zonierung rekonstruieren. In seiner Habilitationsschrift hat er zum ersten Mal Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Tektonik des höheren Unterdevons im mittleren und südlichen Abschnitt der Eifeler Nordsüd-Zone dargestellt; dies zeigt bereits beispielhaft, wie man auf der Basis der gründlichen Untersuchung zahlreicher, oft zunächst noch zusammenhangloser Aufschlüsse schließlich zur Rekonstruktion der Entwicklungsgeschichte eines größeren Gebietes gelangen kann. GÜNTER FUCHS hat sich auf diesem Wege zu einem der besten Kenner des rheinischen Unterdevons entwickelt. Er war gerade dabei, die Früchte seiner Vorarbeiten zu ernten, als ihm Krankheit und Tod Hammer und Stift aus der Hand nahmen.

Das heißt keineswegs, daß er nicht auch andere Themen aufgegriffen hätte, wobei er allerdings räumlich seiner geliebten Eifel treu blieb. Mit der gewohnten Intensität beschäftigte er sich mit dem jungen Vulkanismus in diesem Gebirge, auch sein Habilitationskolloquium war diesem Thema gewidmet. Es ist ihm gelungen, selbst auf diesem spektakulären und daher viel beachteten Feld neue Erkenntnisse zu gewinnen, die in mehreren Arbeiten ihren Niederschlag fanden. Die Beschäftigung mit Diplomanden und Doktoranden führte ihn auch in den mittleren Bereich der stratigraphischen Kolonne,

nämlich zum Muschelkalk und zum Buntsandstein. So konnte er beispielsweise nachweisen, daß das linksrheinische Schiefergebirge sowohl im Unteren als auch im Oberen Muschelkalk überflutet war. Ich weiß aus zahlreichen Gesprächen, daß er sich auch darüber hinaus für viele andere Bereiche der Geologie interessierte und ein großes Wissen hatte. Seine Hinweise und Bemerkungen waren immer fundiert und wertvoll.

Eignung wie Glück spielten zusammen, daß GÜNTER FUCHS eine geradlinige wissenschaftliche Laufbahn haben konnte, daß er immer gute Arbeitsbedingungen vorfand. Schon vor seiner Promotion war er ab 1962 Verwalter einer wiss. Assistentenstelle in Heidelberg und nach der Promotion, ab März 1965, wurde er Assistent. Dies erleichterte ihm auch die Gründung einer Familie: im Juni 1965 heiratete er THERESIA HAPP. Aus der glücklichen Ehe ging eine Tochter hervor, die 1969 geborene ULRIKE.

Der „Schlußakkord“ seiner Heidelberger Zeit wurde die Habilitation, die am 1. 7. 1970 stattfand. Das Thema seiner Habilitationsschrift war „Das Unterdevon am Oststrand der Eifeler Nordsüd-Zone“. Um diese Zeit bewarb er sich auf die freie Konservatorenstelle in den Landesammlungen für Naturkunde Karlsruhe, auf die er am 16. November 1970 versetzt wurde. Die Verbindung mit der Universität Heidelberg hielt er weiterhin aufrecht. Als auswärtiger Privatdozent und ab 1976 apl. Professor war er stark im Lehrbetrieb eingebunden. Neben verschiedenen Vorlesungen schälten sich immer mehr die Kartierungsübungen als sein wesentlicher Beitrag zur Ausbildung der jungen Kollegen heraus. Auch dies besorgte er sehr gewissenhaft und seine gründlichen Geländekenntnisse kamen den Studenten sehr zugute. Er hatte auch immer wieder einige Diplomanden oder Doktoranden, mit denen er sich sehr viel Mühe gab. Doch wurde nun das Zentrum seines beruflichen Lebenskreises das Museum. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten fand er hier optimale Bedingungen vor. Mit sichtlicher Freude engagierte er sich auch im Schaumuseum; in mehrjähriger und stets überaus erfreulicher Zusammenarbeit haben wir den größten Teil der bestehenden ständigen erdwissenschaftlichen Ausstellungen geplant und mit aufgebaut. Er hat sich auch mit Vorträgen oder Führungen gerne engagiert und mit dem Baureisort betreute er zehn Jahre lang die zeitaufwendigste Sparte, die das Haus an „Nebenbeschäftigungen“ zu vergeben hat. Eine Wahlperiode lang war er auch Personalrat. Zudem hat er als Kassenwart des Naturwissenschaftlichen Vereins ebenfalls viele Jahre lang einen Dienst geleistet, der zwar keine „Glamour“, aber um so mehr Arbeit mit sich brachte.

GÜNTER FUCHS war hier für uns alle ein liebenswerter und liebenswürdiger Kollege und erfreute sich allgemeiner Wertschätzung, obwohl er nicht der Typus eines Menschen war, den man gemeinhin als „kontaktfreudig“ einstuft, einer, der rasch Freundschaften schließt – und vielleicht ebenso schnell wieder vergißt. Auf den ersten, vielleicht auch auf den zweiten Blick wirkte er eher

zurückhaltend. Es war aber für jeden offensichtlich, daß sich dahinter nicht Desinteresse oder gar Hochmut verbirgt; im Gegenteil, er nahm stets Anteil an den Problemen der anderen, hörte ihnen zu – ein guter Menschenkenner war er ja auch. Vor allem wußte man aber, daß er absolut korrekt und zuverlässig war, daß er nicht eigenen Vorteil zu Lasten von anderen gesucht hätte, daß sein Ratschlag uneigennützig war, daß einmal Verabredetes galt. Kurz: Einer, auf den man sich verlassen konnte. Wir arbeiteten fast 19 Jahre ohne Reibungen aufs engste freundschaftlich zusammen.

In seinem letzten Lebensjahr, als die Krankheit immer stärker und sichtbarer an seinen Kräften zehrte und seine Kontaktmöglichkeiten zunehmend einengte, versuchte er bis zuletzt mit großer Tapferkeit, produktiv zu arbeiten, soweit es ihm noch möglich war. Selbst dann verlor er nicht das Interesse an seinen Mitmenschen, es war, man muß es so sagen, rührend, wie er sich noch in seinen letzten Lebenswochen nach Problemen der anderen erkundigte, die doch im Vergleich zu den seinigen manchmal fast Bagatellen waren. Die Lücke, die er hinterläßt, wird für seine engeren Kollegen niemals wirklich zu füllen sein. Wir werden sein Andenken immer bewahren.

L. TRUNKO

Publikationen des Staatlichen Museums 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,–
6. Fossilfundstätte Höwenegg. – 128 S., 96 Abb., 6 Taf., 1 Falttaf., 1989 DM 56,–

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,–
Band 46: 160 S., 77 Abb., 2 Tab. (Beilage), 1988 DM 48,–
Band 47: 192 S., 135 Abb., 20 Tab., 5 Taf. (Beilage), 8 Farbtaf., 1989 DM 60,–

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

3. Ursprung des Menschen (R. ANGST) – 4. Aufl., 56 S., 113 Abb., 1988 DM 5,–
 4. Drachen (Sonderausstellung gemeinsam mit der Badischen Landesbibliothek und der Staatlichen Kunsthalle Karlsruhe) – 143 S., 120 Abb. (davon 11 farbige), 1980 DM 5,–
 6. Südbadische Fossilfunde – Fundstätten Öhningen und Höwenegg (S. RIETSCHEL, L. TRUNKO, W. WEISSBRODT) – 46 S., 76 Abb. (davon 13 farbig; 1 Falttaf.), 1985 DM 7,50
 8. Panguana – Wald und Wasser im tropischen Südamerika (M. VERHAAGH) – 48 S., 115 Abb. (davon 12 farbig), 1986 DM 5,–
 9. 50 Jahre Vivarium. – 48 S., 43 Abb. (davon 26 farbig), 1988 DM 6,–
- Die Führer 1 (Das Vivarium), 2 (Kriechtiere und Lurche), 5 (Waldsterben) und 7 (Die Flußperlmuschel) sind derzeit vergriffen.

Vom Naturalienkabinett zum Naturkundemuseum 1785–1985 – Geschichte der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe, 1985 DM 5,–

Bestellungen an das Staatliche Museum 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 %.