

~~SW~~  
~~al~~

# Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

0213 20, 46. / 88

# carolinea 46

Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe 31. 10. 1988

31/ 13.12. 88

# Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Waldensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald) 23

ROBERT SCHMIDT: Zur Geschichte der Anwendung von  
Licht (Lithinas) in der Medizin 31

FRIEDRICH LUDWIG, HORST MARTHALER & HUBERT NEUGEBAUER:  
Beitrag zur Fauna des Holderbeches  
im südlichen Odenwald 43

WALTER BUCHWALD: Die Gattung *Stylomyia*  
*schlegelii* (Diptera: Tephritidae) aus Südwestdeutschland 49

WOLFGANG ZIMMERMANN: Die Schlingfliege (*Coroneta austriaca*)  
in Weinberg „Hollstein“ bei Freudenstein  
(Kreis, Baden-Württemberg) 61

WOLFGANG ZILL: Nematoden eines Buchenwaldbodens  
I. Die Tylencher (Nematoda: Tylenchidae) 71

WOLFGANG ZILL: Nematoden eines Buchenwaldbodens  
II. Die Anguinen (Nematoda: Anguinae) 81

WOLFGANG ZILL: Zur Biologie einer Buchenwaldfliegenart  
I. Die Dipterenlarven 91

# carolinea 46

Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe 31. 10. 1988

P OZB 20, 46, 1988

carolinea, 46	160 S.	77 Abb.	2 Taf. (Beilage)	Karlsruhe, 31. 10. 1988
---------------	--------	---------	------------------	-------------------------



ISSN 0176-3997

Herausgeber: Prof. Dr. S. RIETSCHEL, Landessammlungen 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

© Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1

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

OTTI WILMANN: Können Trockenrasen derzeit trotz Immissionen überleben? – Eine kritische Analyse des Xerobrometum im Kaiserstuhl . . . . .	5
MARKUS PEINTINGER: Die Vegetation des Litzelsees bei Markelfingen (Westliches Bodenseegebiet) . . . . .	17
ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER: Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald) . . . . .	23
HERBERT SCHINDLER: Zur Geschichte der Anwendung von Flechten (Lichenes) in der Medizin . . . . .	31
MARIO LUDWIG, HORST MARTHALER & HUBERT NEUGEBAUER: Beitrag zur Fauna des Holderbaches im südlichen Odenwald . . . . .	43
RAINER BUCHWALD: Die Gestreifte Quelljungfer <i>Cordulegaster bidentatus</i> (Odonata) in Südwestdeutschland . . . . .	49
PETER ZIMMERMANN: Die Schlingnatter ( <i>Coronella austriaca</i> ) im Weinberg „Höllstein“ bei Freudenstein (Enzkreis, Baden-Württemberg) . . . . .	65
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 10. Die Tylenchen (Nematoda, Tylenchoidea) . . . . .	75
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 11. Die Anguiniden (Nematoda, Anguinoidea) . . . . .	99
CLEMENS HEYNEN: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 11. Die Dipterenlarven . . . . .	115
Wissenschaftliche Mitteilungen	
THOMAS BREUNIG & GEORG PHILIPPI: Der Pillenfarn ( <i>Pilularia globulifera</i> L.) in der mittelbadischen Rheinebene . . . . .	131

- SIEGFRIED DEMUTH: Über zwei bemerkenswerte  
Mauerfarne an der Bergstraße . . . . . 135
- THOMAS BREUNIG & BERND HAISCH: Neufunde des  
Quirl-Tännels (*Elatine alsinastrum* L.)  
in der Offenburger Rheinebene . . . . . 137
- GEORG PHILIPPI: Zum Vorkommen des Ufer-Reitgrases  
(*Calamagrostis pseudophragmites* [HALL. f.] KOEL.)  
im mittleren Oberrheingebiet . . . . . 138
- DIETER KORNECK: Die Felsenleimkraut-Mauerpfeffer-  
Gesellschaft (*Sileno rupestris*-Sedetum annui)  
in den Südvogesen . . . . . 139
- LUDWIG BECK: Bestandes- und Bodenklima eines  
Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwaldvorland . . . . . 141
- ANDREAS WOLF: Die Sackspinne *Cheiracanthium pennyi*  
als Wirt der Schlupfwespe *Zaglyptus varipes* . . . . . 145
- ALBERT MELBER: *Tropidothorax sternalis* (DALLAS) 1852,  
eine neue Wanzenart für Italien . . . . . 147
- BERND FRIEBE: Der Rüsselkäfer *Acalles micros*  
DIECKMANN 1982, in Südwestdeutschland . . . . . 148
- MANFRED VERHAAGH: „Parasitierung“ einer Ameisen-  
Pflanzen-Symbiose im neotropischen Regenwald? . . . . . 150
- MONIKA BRAUN: Der Große Abendsegler in Nordbaden . . . 151
- Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege  
Karlsruhe
- REINHARD WOLF: Organisation und Arbeit der Bezirksstelle  
für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (BNL) . . . 153

OTTI WILMANNNS

# Können Trockenrasen derzeit trotz Immissionen überleben?

## – Eine kritische Analyse des Xerobrometum im Kaiserstuhl –

### Kurzfassung

Es sollte geprüft werden, ob sich in jüngster Zeit in den Volltrockenrasen des Kaiserstuhls, im Xerobrometum artemisietosum VON ROCHOW 1948, Veränderungen ergeben haben, welche auf Immissionen, speziell stickstoffhaltige, zurückgeführt werden müssen. Dazu wurden heutige Vegetationsaufnahmen (aus 1987) mit solchen aus früheren Jahrzehnten (ab 1926) verglichen und Beschreibungen der älteren Autoren herangezogen. Symmorphologie, Synökologie und Synchronsystematik werden dargestellt als Voraussetzung für die kritische Beurteilung etwaiger floristischer Unterschiede; denn nicht jeder Unterschied kann als auto- oder allogener Sukzessionsschritt interpretiert werden. Es zeigt sich:

1. Die Mittlere Artenzahl pro Aufnahme ist am Badberg von 32,2 auf 45,2 angestiegen, nicht aber in den übrigen Gebieten.
2. Die durchschnittliche Gesamtdeckung hat deutlich zugenommen. Sie dürfte am Rückgang einiger konkurrenzschwacher Arten (s. Tab. 2) beteiligt sein.
3. Signifikante Stetigkeitszunahmen ergaben sich für die in Tabelle 2 aufgelisteten Arten.

Die Unterschiede sind erheblich geringer als in den Mesobrometen, soweit diese seit langer Zeit brachliegen. Dies wird verständlich aus der Tatsache, daß die Xerobrometen so gut wie nie gemäht, höchstwahrscheinlich aber gelegentlich beim Holzschleifen oder Betreten ein wenig aufgerissen wurden.

Für die Einjährigen unter den Sedo-Scleranthetea-Arten und für die Pionierarten des Dauco-Melilotion lassen sich Populationschwankungen nachweisen. Die Zunahme von *Verbascum lychnitis* und *Dactylis glomerata*, denen üblicherweise hohe N-Kennzahlen zugewiesen werden, wird diskutiert; sie kann nicht als Beweis für eine immissionsbedingte Degeneration der Xerobrometen gelten. Auf verringerte Störung durch Nutzung der umgebenden Vegetation weist die Zunahme von Moosen und *Cladonia*-Arten hin.

Ein Vordringen von *Prunus spinosa*, *Ulmus minor* und *Robinia pseudacacia* von alten Gebüschkernen aus ins Mesobrometum und in das (ökologisch vermittelnde) Xerobrometum sanguisorbetosum VON ROCHOW 1948 seit Jahrzehnten ist evident. Feld-Ulme und Robinie sterben seit einigen Jahren zusehends ab. Die xerothermen Kernbereiche, die das Xerobrometum artemisietosum besiedelt, werden – jedenfalls in absehbarer Zeit und wenn sie größer als ca. 10 m x 10 m sind – nicht überwachsen werden.

### Abstract

**May dry grassland communities survive in spite of immissions? – A critical analysis of the Xerobrometum in the Kaiserstuhl/SW-Germany**

The object of this study was to ascertain whether changes due to immission, in particular nitrogenous immission, have occurred in the dry grasslands of the Kaiserstuhl, belonging to the Xero-

brometum artemisietosum VON ROCHOW 1948. The study was carried out by comparing very recent vegetational relevés (1987) with those from earlier decades (beginning 1926) and by reference to descriptions by earlier authors. Symmorphology, synecology and synchronsystematics as prerequisites for the critical evaluation of possible floristic differences are presented, since not all differences can be interpreted as representing steps in auto- or allogener successions.

The following points could be demonstrated:

1. The mean species number per relevé on the Badberg has increased from 32,2 to 45,2. This was not the case for the other sites surveyed.
2. The average total cover has increased significantly. The decrease in some less competitive species (see Table 2) might be partially due to this change.
3. The species listed in Table 2 showed significant increases in their presence (Stetigkeit).

The differences are considerably smaller than in those Mesobrometa, which have lain fallow for many years. This observation is understandable when one considers that the Xerobrometa have almost never been mown although they have been very probably occasionally slightly disturbed by treading or by transport of wood.

Population fluctuation in the annuals amongst the Sedo-Scleranthetea species and in the pioneer species of the Dauco-Melilotion can be demonstrated. The increases in *Verbascum lychnitis* and *Dactylis glomerata*, two species usually regarded to be good nitrogen indicators, are discussed. They cannot be considered to represent evidence for a degeneration of the Xerobrometa due to immission. The increase in mosses and *Cladonia* spp. point to decreased disturbance through utilization of the surrounding vegetation.

An advancing of *Prunus spinosa*, *Ulmus minor* and *Robinia pseudacacia* from old „bush cores“ into the Mesobrometa and into the ecologically intermediate Xerobrometum sanguisorbetosum VON ROCHOW 1948 for decades has been evident. Field elm and Robinia are dying back visibly since some years. The xerothermic heart areas, occupied by the Xerobrometum artemisietosum, are not expected to become overgrown – at least in the foreseeable future and in those cases when they are greater than ca. 10 m x 10 m in area.

### Autor

Prof. Dr. OTTI WILMANNNS, Biologisches Institut II/Geobotanik der Universität, Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg i. Br.

## 1. Situation und Fragestellung

Man hört gelegentlich, die heute üblichen starken Immissionen mit N-haltigen Substanzen düngten flächendeckend den bundesdeutschen Boden in einem Maße, daß Magerrasen, z. B. Trespenrasen, degenerierten, sie also nicht mehr erhaltbar seien. Die – freilich selten ausgesprochene – Folgerung liegt nahe: Also sind entsprechende Bestrebungen des Naturschützers obsolet. Umgekehrt wird argumentiert, man müsse Borstgrasrasen kalken, wenn man sie trotz des „sauren Regens“ erhalten wolle. Beide Auffassungen, die ich beziehungsweise nicht in gedruckter Form kenne, hätten, träfen sie zu, schwerwiegende Folgen für die praktische Naturschutz-Arbeit. Eine zuverlässige Antwort bedarf beim heutigen Stande des Wissens der genauen Analyse einzelner Fälle und zwar verschiedener, scharf definierter Gesellschaften in verschiedenen Naturräumen, ehe allgemeine Behauptungen aufgestellt werden können.

Die Frage des überhöhten Stickstoff-Eintrages, des „Input“, sei es durch Immissionen (durch die Luft), sei es durch Düngung oder „Entsorgung“, ist in letzter Zeit besonders durch eine statistisch-ökologische Betrachtung der Rote-Liste-Pflanzenarten durch ELLENBERG (jr. 1985) ins Gespräch gekommen. Der Autor berechnete die Durchschnitte der ökologischen Zeigerzahlen (nach ELLENBERG sr. 1979) der gefährdeten gegenüber den nicht als gefährdet geltenden Arten; er zeigte, daß die gefährdeten zu einem hohen Prozentsatz zu den konkurrenzschwachen Arten gehören, die also an nährstoffreichen Standorten den wuchskräftigen unterlegen sind. Aus diesem Befund ist natürlich nicht die Art und Weise des N-Eintrages in das zu betrachtende System abzuleiten. Der Schwund produktionschwacher Standorte ist in der Tat ein seit mehreren Jahrzehnten laufender und bekannter Prozeß. Die gründliche Analyse von SUKOPP et al. (1978) beweist, daß der Verlust von reich gegliederten und „mageren“ Übergangstreifen mit ihren Kleinstrukturen die quantitativ stärksten Folgen hatte; dies steht oder seit neuestem: stand im Zusammenhang mit dem Streben nach einer produktionsintensiven Totalnutzung unserer Landschaft. Um den „landwirtschaftlichen Einheitsstandort mittlerer Feuchte und guter Nährstoffversorgung“ (HAMPICKE 1979) zu erzeugen, wurde entwässert und/oder gedüngt, um möglichst den Ertrag (wenn auch nicht unbedingt den volkswirtschaftlichen Gewinn) zu maximieren. Die hierdurch bewirkte und mit Austragung verbundene Eutrophierung wird nicht nur durch Analysen der Wasserwerke deutlich, sondern ist auch unmittelbar an den Gülle-Flächen und selbst in intakt erscheinenden Landschaften an den emporschießenden Brennessel-Herden abzulesen. Ein äußerst instruktives Beispiel lieferte WELLER (1986). Wir müssen jedoch wissen, ob es über diese Typen von N-Input hinaus schleichende Veränderungen von Magerrasen durch nasse, feuchte oder trockene N-Immissionen gibt und wenn ja, ob dies in einem Ausmaß ge-

schieht, welches Naturschutz-Bemühungen iiusorisci werden ließe. Bedenkt man die in der Literatur vielfach angegebenen Mengen von 20–30 kg, selbst 40 kg N/ha/a, so erwartet man in der Tat dramatische Folgen; denn 80 kg war früher eine normale kräftige Wiesendüngung! Wer die rasche, gewollte Umwandlung von Mesobrometen in trockene Arrhenathereten erlebt hat, wird heute Entsprechendes erwarten.

Wir haben unter diesem Aspekt die typisch entwickelten Volltrockenrasen des Kaiserstuhls, das Xerobrometum artemisietosum, floristisch-pflanzensoziologisch analysiert. Um es vorwegzunehmen: Eine Degeneration dieser Rasengesellschaft durch Immissionen ist jedenfalls bisher nicht nachweisbar. Für die Borstgrasrasen am Feldberg, das Leontodonto-Nardetum, werden wir dies an anderer Stelle ebenfalls zeigen. Die Aussage gilt, obwohl beide Areale in nachweislich Schadstoff-beeinflußten Gegenden liegen: Lokale N-Immissionen mit drastischen pflanzensoziologischen Veränderungen haben wir für einige Eichen-Hainbuchenwälder im Kaiserstuhl nachgewiesen (WILMANNIS et al. 1986, WILMANNIS & BOGENRIEDER 1987); und im Hochschwarzwald in der Nähe des Feldbergs liegen besonders stark betroffene Wälder.

Um von vornherein jedem Mißverständnis vorzubeugen: Energisches, sofortiges Durchgreifen zur wirksamen Reduktion aller Immissionen gehört aus den bekannten Gründen zu den dringenden politischen Aufgaben; – unverantwortlich wäre es, dies herunterzuspielen! In der Zwischenzeit sollten jedoch keine in anderer Weise verderbliche Konsequenzen gezogen werden. Der Naturschützer hat oft Grund zur Resignation – in diesem Falle indessen nicht!

Treue Hilfe erfuhr ich – wie so oft – von meinen Mitarbeitern: Herrn Prof. Dr. A. BOGENRIEDER danke ich für Beratung bei der Statistik, Herrn Dipl.-Biol. W. H. MÜLLER für die Reinzeichnung der Karte, Frau I. VIERLINGER für die Schreibearbeiten.

## 2. Untersuchungsgebiet, Material

Für unsere Problemstellung ist entscheidend, daß frühere Zustände der Vegetation ausreichend dokumentiert sind. Der Kaiserstuhl erweist sich hier als besonders günstig, weil er seit den Frühzeiten der Pflanzensoziologie zu Forschungen verlockte. Er bildet eine deutlich abgegrenzte, aus der südlichen Oberrheinebene aufsteigende „Insel“, nur 20 km von der Universitätsstadt Freiburg i. Br. gelegen; er ist mit 92,5 km<sup>2</sup> Größe gut überschaubar; sein submediterranes Klima (Station Oberrotweil: 692 mm jährl. Niederschlagsmittel, 9,9° C Jahresmitteltemperatur) und die mannigfachen Ausgangsgesteine der Bodenbildung (meist Vulkanite und Löß) ermöglichen mannigfaltige und eben auch ungewöhnliche Pflanzengesellschaften. So steht uns überdurchschnittlich gutes Datenmaterial aus früheren Zeiten zum Vergleich zur Verfügung.

Die ersten für uns wichtigen pflanzensoziologischen

Aufnahmen stammen von BRAUN-BLANQUET (1926, publiziert 1931). 1928/29 arbeitete HEILIG messend-ökologisch im zentralen Kaiserstuhl; ihrer Publikation (1931) sind Hinweise zu entnehmen. 1933 erschien die erste, wertvolle Kaiserstuhl-Monographie, in welcher SLEUMER für den floristischen und den pflanzensoziologischen Teil verantwortlich zeichnete; auch er gab Aufnahmen

(aus den Jahren 1929–1932) von den „Xero-Mesobrometen“; er sah die Gesellschaftstypen noch nicht mit jener Deutlichkeit, wie es dann VON ROCHOW, die 1942–1944 im Gelände tätig war, gelang. Ihr Originalmaterial ist in der Dissertation (Freiburg 1948) niedergelegt und uns zugänglich; 1951 erschienen Aufnahmen und Text in zusammengefaßter und sprachlich überarbeiteter



Abbildung 1: Blick auf den südöstlichen Teil des Badbergs bei Alt-Vogtsburg. Foto: O. WILMANN, 17. 4. 1987.

Im Vordergrund umgelegte Rebflächen südl. der L 115. Im Mittelgrund erkennt man bei dem Naturschutzschild rechts *Prunetalia*-Gebüsch, links in der Hangnische einen kleinen ehemaligen Steinbruch, mit glazialen Hangschutt, mit Löß vermischt, darüber. Der schräge Pfad führt durch ein gut entwickeltes Xerobrometum, welches dunkel getönt ist durch alte Triebe von Gold-Astern und Feld-Beifuß. Die hellen Flecken am unteren Beginn sind Karbonatit-Ausbisse, die sich vor allem dank der Flechte *Squamaria crassa* abheben. Die dunklen Büsche sind dicht benadelte Wacholder. Wo der Pfad der Fallinie folgt und die Exposition von Süd rechts nach Ost wechselt, ein Haselwäldchen; einzelne Sträucher sind jüngere Pioniere meist von Hasel; zwischen ihnen – wie auch auf den alten Kleinsterrassen – grasreiche, versaumte Mesobrometen. Links des Pfades markieren die helleren Zonen ein wenig frischere, grasreichere Standorte mit dem Xerobrometum *sanguisorbetosum*. In der Hangmulde stockt ein Wäldchen, das unten von Robinie, oben von Feld-Ulme aufgebaut wird; einzelne Bäume sind abge-

storben und bereits kronenlos. Der dichte Strauchunterwuchs wird überwiegend von Berberitze, Hunds-Rose und Liguster gebildet. Oben endet das Waldstück abrupt an einem felsigen Xerobrometum *artemisietosum*, welches kaum beschattet wird, da die ohnehin lückig stehenden Bäume allenfalls 6–8 m Höhe erreichen. Links vom Ulmen-Wäldchen eine alte Eiche im Freistand (Trauben-Eiche mit geringem Flaum-Eichen-Einschlag). Schräg unterhalb zieht ein Kaninchen-Wechsel entlang. In der Mitte ganz links erzeugt ein Löß-Anriß ein helles Querband, hier wächst eine Herde des Borsten-Pfriemengrases.

Die auffällige Helligkeit der Grasflächen links oben wird durch die Fieder-Zwenke bewirkt, wogegen dazwischen in der Mulde die Aufrechte Trespe dominiert. Die scharfe Begrenzung des rechten Flecks weist auf Wirtschaftsbedingtheit hin; der nur wenige Saumarten enthaltende Trespenrasen wurde sehr wahrscheinlich öfter gemäht als der Zwenken-Fleck. Ganz links oben erkennt man ein vordringendes Schlehen-Gesträuch an seiner sanft abfallenden Oberfläche.



Form als Buch. Es sind Vergleichsdaten von bewundernswerter Genauigkeit und Zuverlässigkeit. In jüngerer Zeit gewannen Fragen nach Sukzessionen der Pflanzengesellschaften infolge Änderung oder Unterlassen der Bewirtschaftung besonderes Interesse. Unter den zahlreichen (bei WILMANNNS & KRATOCHWIL, 1984, zusammengestellten), auch den zoologisch und bioökologisch ausgerichteten Arbeiten sind in unserem Zusammenhang wichtig: eine Vegetation und Gesteine betreffende monographische Darstellung WILMANNNS et al. (1974/1977, 3. Auflage in Vorbereitung; darin reichhaltige Photodokumentation) sowie die speziell den Trockenrasen gewidmeten Arbeiten von WILMANNNS (1975) und BÜRGER (1980, 1983, 1984). Von OBERDORFER & KORNECK (1976) ist in ihre regionale Übersicht bis dato unveröffentlichtes Material aus dem Kaiserstuhl in Form von Stetigkeitstabellen eingebaut worden.

Unserer Arbeit liegen als aktuelles Vergleichsmaterial Aufnahmen von 1987 zugrunde. In der Tabelle 1 (Taf. 1, Beilage) werden die 4 Aufnahmen von BRAUN-BLANQUET und die 13 Aufnahmen von VON ROCHOW wiedergegeben (aus dem Original der Dissertation, ohne die dort eingebauten Aufnahmen anderer Autoren), sie können mit 13 Aufnahmen von WILMANNNS (bis auf eine aus 1971 und 1972; unpubl.) und weiteren 17 Aufnahmen (aus 1987) verglichen werden. Damit wird endlich Originalmaterial, das nicht älter als 60 Jahre ist, allgemein zugänglich! Nach Einreichen des Manuskriptes erschien die gründliche Arbeit von WITSCHEL (1987) über die Gattung *Stipa*; in dieser sind auch 3 Aufnahmen von Kaiserstuhl-Xerobrometen publiziert. Auf die Ergebnisse von BÜRGER (1983) gehen wir jeweils im Text ein; ihre Arbeit stellt zusätzlich die Veränderungen an Hand von Luftbildern dar.

Zur Berechnung und statischen Sicherung s. S. 11. Um etwaige Unterschiede zutreffend bewerten zu können, ist es nötig, die betreffende Gesellschaft nach Struktur und Standort zu kennen. Dem diene das folgende Kapitel.

### 3. Kurze Charakteristik der Kaiserstühler Xerobrometen (Symmorphologie, Synökologie und Systematik; dazu Abb. 1).

Die „prachtvollen Xerobrometen in großer Ausdehnung“ (BRAUN-BLANQUET & KOCH 1928) gehören zu den biologischen Kostbarkeiten des Kaiserstuhls; seit die Trockenrasen von diesen beiden Klassikern unter den Geländeobotanikern untersucht wurden, haben sie zwar an Ausdehnung verloren, immer noch aber gibt es – wie die Tabelle 1 ausweist – viele Bestände, die zur mitteleuropäischen Spitzenklasse gehören. Die einzelnen Xerobrometum-Bestände waren freilich – der Vegetationskarte 1:25 000 von VON ROCHOW (1948) und den geeigneten Fliesen nach zu urteilen – stets nur einige Ar groß, ausgesprochen selten mehr als ½ ha; 1 ha wurde offenbar nie erreicht. (SLEUMER irrte, als er angab, die

Xerobrometen bedeckten „den größten Teil der baumlosen Hänge des Badbergs und des Haselschacher Bucks, der Schelinger Matten und der Mondhalde“ (S. 20). Diese Kleinflächigkeit wird aus der Erdgeschichte des Kaiserstuhls verständlich: Das Vulkangebirge erhielt schon im Jungtertiär ein gänzlich vom ursprünglichen abweichendes Relief mit Steilhängen, Felsrippen, -nasen, Geländemulden, Tälern; diesem wurde eiszeitlich Löß aufgeweht; dieser hielt sich in sehr wechselnder Mächtigkeit und verhüllte größtenteils die alte Festgesteinsoberfläche; an den Steilhängen mit Konvexformen wurde er jedoch entweder nur in geringerer Mächtigkeit abgelagert oder später stärker erodiert; jedenfalls wechselt heutzutage an Steilhängen seine Dicke rasch im Abstand weniger Meter; damit wechseln auch die Gründigkeit des Bodens und der Wasserhaushalt der Vegetation. Dies sind die Standorte des echten Xerobrometum, des *X. artemisietosum*, wogegen das floristisch zum Mesobrometum vermittelnden *X. sanguisorbetosum* an den auch standörtlich vermittelnden Stellen mit etwas mehr Feinerde stockt. Es fällt auf – und ist für das Verständnis der Entstehung der Xerobrometen wichtig –, daß an eben diesen heute am wenigsten lößbedeckten Stellen mehrfach ziemlich kleine Steinbrüche angelegt worden sind (Badloch, Alt-Vogtsgrub, Schelinger-West, Orberg, Rheinhalde, Lützelberg). Hier dürfte sich das Xerobrometum-geeignete Gelände durch Störung und Bodenabtrag erweitert haben.

Die flachgründigen Stellen sind durchsetzt von gänzlich Feinerde-freien Kleinstfelsen, die nur Moose und Gesteinsflechten tragen. An Anrissen ist sichtbar, daß immer wieder Gesteinsspalten auftreten, in welche Tiefwurzler hinabstoßen können, z. B. *Eryngium campestre*, *Euphorbia seguierana* und *Artemisia campestris* (s. HEILIG 1931). So wird der charakteristische Habitus dieser Volltrockenrasen und die für Mitteleuropa ungewöhnliche Lebensformen-Kombination verständlich: Tiefwurzler können dauerhaft gemeinsam existieren mit oberflächennah und zugleich intensiv wurzelnden Horstgräsern (wie *Bromus erectus* und *Festuca ovina*), mit flachstreichend-bewurzelten Zwergsträuchern (wie *T. chamaedrys*, *Helianthemum nummularium* und *Fumana procumbens*), mit ganz flach wurzelnden Frühlings-Einjährigen (wie *Erophila verna*, *Alyssum alyssoides* und *Arabis recta*) sowie mit Sukkulenten (*Sedum*-Arten), wobei jede Gruppe ihre Nische bildet.

Dauerhafte Xerobrometen sind auf Südexpositionen und Steilhänge oder zumindest Steilstufen beschränkt; wo sie eine Verebnung besiedeln, handelt es sich um flachgründige, gestörte und Steilhang-nahe Fleckchen. Mit dieser Geländegestalt verbunden sind etliche mikroklimatische Eigenheiten:

Ein- und Ausstrahlung sind gleichermaßen stark; im Xerobrometum am Horberg zeigte unser (horizontal ausgelegtes) Minimax-Thermometer zwischen 11. und 17. 2. 1985 Extremwerte von  $-13^{\circ}\text{C}$  und  $+21^{\circ}\text{C}$ , in der folgenden Woche  $-11^{\circ}\text{C}$  und  $+35^{\circ}\text{C}$  an! Im April 1985 wurden  $45^{\circ}\text{C}$  überschritten. HEILIG maß am 30. 8. 1928

mit 68,5 °C den Spitzenwert des außeralpinen Mitteleuropas, dies sogar mittels eines erdbedeckten Thermometers! Bei der außergewöhnlichen Kälte im Februar 1929 beobachtete HEILIG, daß die oberirdischen Triebe von *Teucrium montanum* und *T. chamaedrys*, *Globularia elongata* und *Helianthemum nummularium* abgestorben waren, sich jedoch später neue entwickelten. Eine Schneedecke im Xerobrometum ist ein ungewöhnlicher und nur kurzfristiger Anblick. Ihr Fehlen hat zur Folge, daß regelmäßig Kammeis gebildet wird: Der Boden wird mitsamt Moosen und Keimlingen gehoben;

nach dem Abschmelzen der Eisnadeln kann man herausgezogene Keimlinge finden (nicht alle sind betroffen) und herabgerutschte Moossetzen z. B. von *Rhytidium rugosum* und *Pleurochaete squarrosa*, denen dies nicht schadet, zumal sie ohnehin nur lockerer und ohne Rhizoide aufliegen. Auch *Cladonia rangiformis* erträgt die Bewegung. Kleine Schollen mit akrokarpem Moosen wie *Pleurochaete squarrosa* und *Tortella inclinata* können unbeschadet umkippen; die Pflanzen wachsen wieder nach den Seiten aus, vergleichbar den „Mooskugeln“ der alpinen Stufe Afrikas mit ihrem täglichen

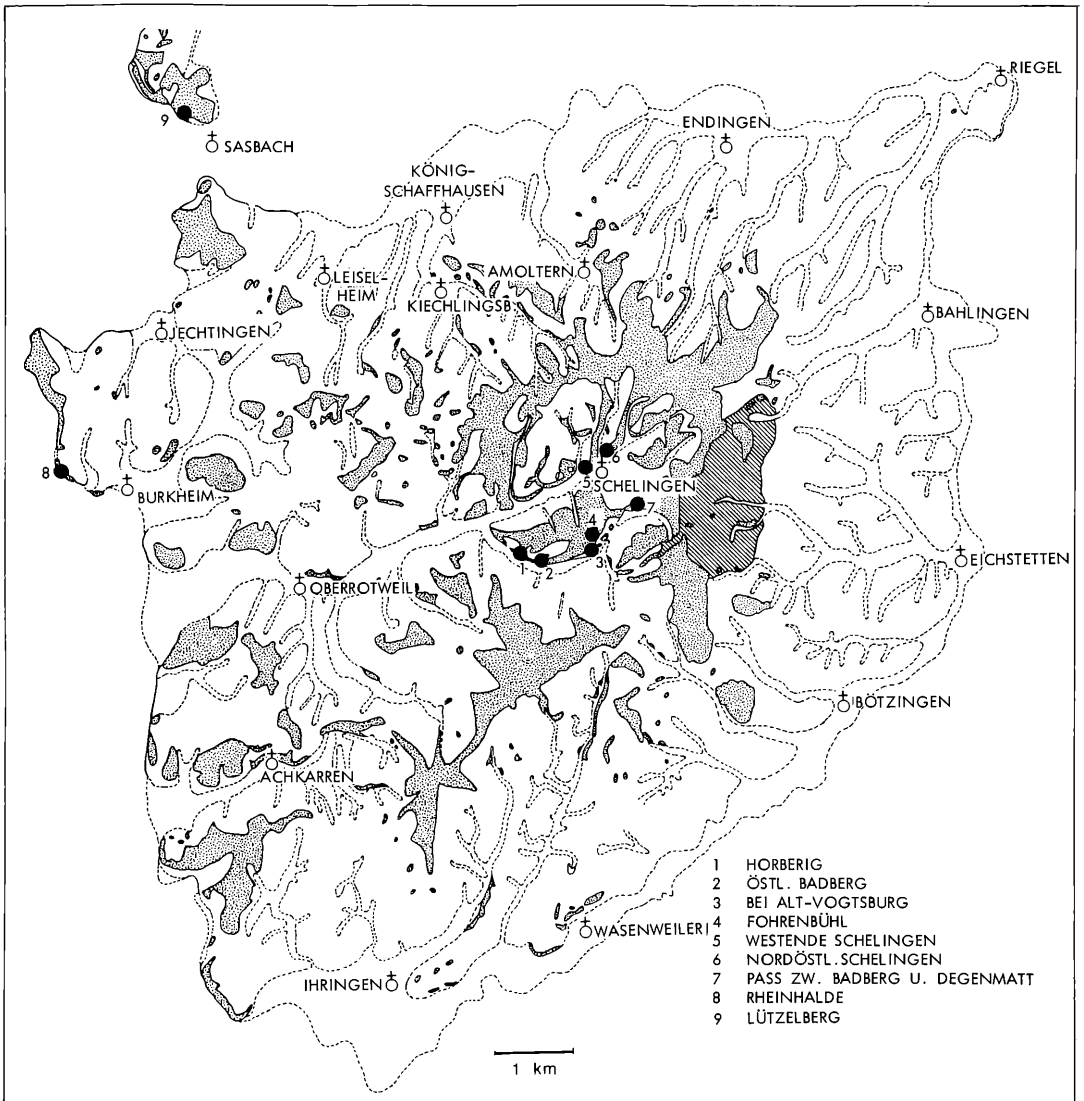


Abbildung 2: Übersichtskarte des Kaiserstuhls mit den Aufnahmestellen der Xerobrometen. In guter Entwicklung, wenn auch kleinflächig, kommen sie auch noch am Orberg bei Schelingen und am Haselschacher Buck vor.

Frostwechsel (MAGDEFRAU 1986). Kammeisbildung setzt voraus, daß aus dem feuchten Boden Wasserdampf „nachgesaugt“ werden kann, bedarf also mindestens einiger cm Feinerde; sie fehlt daher an den ganz flachgründig-felsigen Stellen. An solchen findet, besser: fand man die Bunte Erdflechtengesellschaft, das Fulgensietum fulgentis WILMANN'S 1959, optimal entfaltet am Badberg über Karbonatit; sie war an der Rheinhalde nur ganz fragmentarisch entwickelt, wahrscheinlich wegen der dort ausgeprägteren Kammeisbildung; denn die extrem langsam wachsenden Krustenflechten überleben auf der Unterseite gekippter Kleinschollen nicht. Im Sommer beobachtet man regelmäßig während Trockenperioden leichtes Welken im Xerobrometum (so auch HEILIG in den Normal Sommern 1929 und 1930). Von Bedeutung für die Gesellschaft sind jedoch ausgesprochene Trockenjahre (dazu S. 14).

Die Bewirtschaftung der Xerobrometen unterblieb mindestens in den letzten drei Jahrzehnten völlig, wahrscheinlich sehr viel länger. Eine etwaige Mahd fand, wie von ROCHOW (1948) berichtet, erst „spät im Herbst“ statt. Zu bedenken ist aber mit BÜRGER (1983), daß früher Gebüsch von den Hängen abgeschlagen und als Brennholz zu Tal geschleift wurde, wobei gewiß Pflanzen und Boden auch in den Rasengesellschaften gelegentlich verletzt worden sind. Rehe und Kaninchen, die äsen, die an manchen Stellen Wechsel und (die letzteren) durch Kratzen offene Stellen schaffen, gab es von jeher.

Eine saubere syntaxonomische Fassung der Gesellschaften ist für sukzessionstheoretische Schlüsse unabdingbare Voraussetzung. Zu den Autornamen der Syntaxa und Taxa siehe OBERDORFER 1983. – Die Trockenrasen der Brometalia erecti (Trespenrasen) sind im Kaiserstuhl sehr klar als Volltrockenrasen, Xerobrometum im Xerobromion, und als Halbtrockenrasen, Mesobrometum im Mesobromion erecti, vertreten.

Wir verwenden, wie es bewährter Brauch ist, den Ausdruck „Trockenrasen“ als Oberbegriff für Xero- und Mesobrometum und andernorts für ihnen im Wasserhaushalt ähnelnde Magerrasen (z. B. die Festucetalia valesiacae). Der Vorschlag KORNECK'S (1984), wonach die bisherigen „Volltrockenrasen“ lediglich „Trockenrasen“ zu heißen hätten und terminologisch den „Halbtrockenrasen“ gegenüberstünden, ist als ebenso unlogisch wie Verwirrung stiftend zu verwerfen.

Nicht zustimmen kann ich OBERDORFER & KORNECK (1976), die einen Teil der Volltrockenrasen des Kaiserstuhls als ein Allio-Stipetum capillatae (zu Festucetalia valesiacae, belegt mit 15 von 231 Aufnahmen ihres „sehr reich gegliederten Allio-Stipetum“) ansehen; freilich sollen dessen Bestände von Xerobrometen „umbrändert“ (in Anführungszeichen) sein. Gewiß kommen hier einige kontinentale Arten der Festucetalia v. vor, die von ROCHOW (1948) schon explizit als treue Assoziationskennarten des Xerobrometum bewertete; aber die i. c. namhaft gemachten „Charakterarten“ des A.-St. sind im Kaiserstuhl weder spezifisch für eine eigene Gesellschaft, noch erreichen sie befriedigende Stetigkeit; es sind (Tab. 93, Sp. 1) *Stipa capillata* mit 33%, *Euphorbia seguierana* mit 47% und *Seseli hippomarathrum* mit 73%. Man vergleiche das Verhalten dieser Arten in unserer Tabelle 1!

BÜRGER (1983) hat Äreaitypenspektren berechnet und gezeigt, daß die Kaiserstühler Xerobrometen mit und ohne *Stipa capillata* (sowie die Elsässer Xerobrometen) sich gerade durch besonders niedrige Gruppenstetigkeiten osteuropäischer Arten auszeichnen. Richtig ist, daß *Stipa c.* im Kaiserstuhl lößreiche Xerotherm-Standorte bevorzugt; sie hat auch einen – für Xerobromion-Arten ungewöhnlichen – leichten Pioniercharakter und tritt herdenbildend daher am ehesten an gestörten Böschungen und ähnlichen Stellen auf, einen Steppen-Aspekt bewirkend. Eine Aufnahme sei beigefügt (E 1).

Einzelaufnahme E 1

*Stipa capillata*-Fazies des Xerobrometum westl. Schelingen. Steilböschung unterhalb Rebflur, oberhalb eines typischen Xerobrometum. Lockerer Löß. 40° SSO; 50 m<sup>2</sup>.

- 2b.3 *Stipa capillata*
- 5.5 *Bromus erectus*
- + .2 *Agropyron repens*
- 2b.2 *Teucrium chamaedrys*
- + .2 *Artemisia campestris*
- + *Helianthemum \* fruticosum*
- + *Eryngium campestre*
- + *Allium sphaerocephalon*
- 1.2 *Medicago falcata*
- + *Echium vulgare*
- + .2 *Reseda lutea*
- + .2 *Silene cucubalus*
- + .2 *Stachys recta*
- r *Euphorbia cyparissias*
- + .2 *Sedum album*
- + *Arenaria leptoclados*
- r *Sochus oleraceus*
- r *Fumaria officinalis*

Nach der vom Wasserhaushalt gesteuerten Artenkombination lassen sich heute in ebenso klarer Weise wie in den 40er Jahren 2 Subassoziationen des Xerobrometum trennen: das artemisietosum, welches den Kern der Assoziation bildet, und das sanguisorbetosum (bei BÜRGER: inops), welches zum Mesobrometum vermittelt. Die Variantengliederung von ROCHOW'S, schon damals schwach, bewährt sich heute nicht mehr. Dagegen läßt die Tabelle eine Ausbildung auf Vulkaniten im Westen (Lützelberg, Rheinhalde, Differentialartengruppe D<sub>2</sub>) von der Ausbildung des zentralen Kaiserstuhls auf Karbonatit (D<sub>1</sub>) unterscheiden. Am Lützelberg ist – anthropogen – stellenweise kleinflächig nur so wenig Lößauflage vorhanden, daß *Genista sagittalis*, auch sonst im Kaiserstuhl nicht selten, als Säurezeiger vorkommt. Von den bei BRAUN-BLANQUET (1931, Tabelle) ausgedehnten Fazies kommt nur jener von *Stipa capillata* ökologische Bedeutung zu.

Für die *Sanguisorba*-Subass. gibt von ROCHOW zu Recht an, daß sie potentielle Waldstandorte einnimmt; ihre „Degenerationsphase“ bezeichnen 7 Arten, die wir heute als Saumarten der Trifolio-Geranietaea kennen (Aufn. in Diss. 1948, S. 104). Hier kommt also ohne Mahd eine spontane Sukzession zustande, welche BÜRGER (1980, 1983, 1984) ganz klar aufwies. In der äußerst präzisen Vegetationskarte von ROCHOW'S sind die

Subassoziationen des Xerobrometum nicht unterschieden worden. Die Flächenverluste der Assoziation am Haselschacher Buck, wo gegenwärtig nur noch eine einzige gute Fläche von etwa 3 a vorkommt, und an der Degenmatt, wo nur im westlichsten Teil noch solche existieren, dürften auf spontane Syndynamik der *Sanguisorba*-Subass. zurückzuführen sein. Dabei sind diese Flächen auch heute noch zum großen Teil gehölzfrei. Die Rasengesellschaft hat sich von selbst geschlossen; Saumarten sind eingedrungen; konkurrenzschwache Arten der Volltrockenrasen sind entsprechend verdrängt worden, wie dies auch in den gehölzfreien Mesobrometen geschehen ist. (Zu dieser Versaumung und ihrer biozöologischen Bedeutung s. besonders BÜRGER (1983) und KRATOCHWIL (1984)).

Inwieweit auch die *Artemisia*-Subass. der autogenen Sukzession unterliegt, wird zu prüfen sein. Jedenfalls werden diese Prozesse hier weit weniger ausgeprägt sein; etwaige immissionsbedingte Schritte sollten weniger stark überlagert und damit verdeckt sein. Unsere folgenden Ausführungen beziehen sich – falls nicht anders vermerkt – auf diesen klaren Kern des Xerobrometum.

#### 4. Zur Methodik

Es geht darum, etwaige fremdbürtige Sukzessionschritte im Xerobrometum artemisietosum festzustellen; dies soll geschehen, indem Vegetationstypen, die durch Originaltabellen beschrieben sind, verglichen werden. Es handelt sich also nicht um einen Vergleich von markierten Dauerparzellen.

Die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen, Grenzen und Möglichkeiten der Methode haben WILMANN & BOGENRIEDER (1986) am Beispiel des Fagion im Kaiserstuhl diskutiert.

Hier seien einige Erläuterungen zu Tabelle 1 aufgeführt, soweit sie nicht in der Legende stehen. Das zugrunde liegende Aufnahme-Material ist dort zitiert; s. dazu Abbildung 2. Die Aufnahmen SLEUMERS sind zwar bei der Interpretation zu Rate gezogen worden, in die Tabelle aber nicht eingebaut; sie sind einheitlich auf jeweils 100 m<sup>2</sup> gemacht, was für Xerobrometen nicht immer, aber oft zu viel ist. Daß seine Flächen wohl nicht immer befriedigend homogen gewesen sind, darauf weist auch die Spanne der Artenzahlen seiner relativ extremen und durch VON ROCHOW dem eigentlichen Xerobrometum zugesprochenen Aufnahmen 10–16 seiner Tabelle 2 hin: 38–79! Auch Gehölz-Jungwuchs enthalten sie mehr. Wahrscheinlich hat SLEUMER also auch etwas gemäßigtere und weiter entwickelte Flecken eingehen lassen.

Da die Zahl der aufgefundenen kleinwüchsigen Kryptogamen stark von deren Kenntnis abhängen kann, da ferner die akrokarpn Kleinmoose einen in unserem Zusammenhang unverhältnismäßig hohen Bestimmungsaufwand erfordern, wurden alle Arten außer den leicht kenntlichen *Pleurochaete* sp., *Tortella* i. und *Bryum argenteum* (incl. var. *lanatum*) unter „Acrocarpi div. spp.“ zusammengefaßt und als eine einzige Art gezählt.

*Potentilla arenaria* wurde mit ihren Bastarden zusammengefaßt, da die Unterscheidung für mich nicht immer eindeutig war. Dagegen habe ich die var. *fruticans* von *Helianthemum nummularium* ssp. *obscurum*, deren locus classicus der Badberg ist

(BRAUN-BLANQUET & KOCH 1928), von der typischen Varietät getrennt; VON ROCHOW hat in ihrem eigenen Material nicht differenziert, so daß dort dieses lokale Charaktertaxon des Xerobrometum unterrepräsentiert ist. – Bei der blaugrau bereiften *Festuca* am Lützelberg muß es sich um *F. duvalii* handeln (frdl. briefl. Mitt. von D. KORNECK).

In Tabelle 1 sind jene Aufnahmen mit gleichen griechischen Kleinbuchstaben markiert, welche aus demselben Bestande stammen (nicht aber markierte Dauerflächen sind!). Ein Vergleich solcher Stichproben zeigt, daß sie zwar qualitativ sehr ähnlich sind, aber doch quantitativ recht unterschiedlich sein können; darin spiegelt sich, was VON ROCHOW (1948, S. 85) schon als Gesellschaftscharakteristikum erkannte: „Menge und Deckungsgrad der meisten Arten wechseln im Xerobrometum von Ort zu Ort, insbesondere bei *Aster linosyris*, *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium montanum*, *Potentilla arenaria* und *Anemone pulsatilla*“. Dies lehrt auch, daß die Stetigkeit ein wichtigeres Merkmal ist als die Artmächtigkeit. Die 3 mit  $\delta$  markierten Aufnahmen stammen von einem Steilhang am Westende von Schelingen, dessen Xerobrometum, durch VON ROCHOW kartiert, nur etwa 6 a groß ist; bei der Artmächtigkeit 2 von *Stipa capillata* 1971 mag mir ein Fehler unterlaufen sein, denn für Schwankungen von + (1944) über 2 zu 1 (1987) ergab sich bei diesem konkurrenzstarken Horstgras kein Anhaltspunkt. Reale Änderungen treten andererseits bei kurzlebigen Arten leicht auf (s. S. 13).

Zur statistischen Prüfung und Sicherung etwaiger Typen-Unterschiede zwischen den Erhebungsjahren habe ich den verteilungsfreien, zweiseitigen  $\chi^2$ -Test (Fisher-Test; so auch BÜRGER 1982) verwendet. Dabei gingen nur die Stetigkeiten, nicht die Artmächtigkeiten ein. Eine Trennung nach Varianten wurde nicht vorgenommen, da dann die Aufnahmezahlen, die ja für die Vergangenheit festliegen, für die statistische Bearbeitung zu gering geworden wären; ich habe jedoch darauf geachtet, daß das Aufnahmematerial vom Badberg nicht überrepräsentiert ist, denn dieses weicht etwas ab, was man schon am sommerlichen Farbspiel beobachten kann! Zur Abkürzung werden im folgenden die Aufnahmen VON ROCHOWS aus 1942–1944 mit vR 43, die von WILMANN von 1971, 1972 und 1 x 1978 mit Ws 71 bezeichnet.

#### 5. Die Ergebnisse und ihre Interpretation

##### 5.1 Mittlere Artenzahl

Die Mittleren Artenzahlen pro Aufnahme (MAZ) sind gemäß Tabelle 1 (unter Einschluß der Kryptogamen, welche sich ihrerseits nicht relevant unterscheiden) folgende:

Aufn.:	BB 26	vR 43	Ws 71	Ws 87
MAZ:	34,0	32,1	31,6	38,4

Es ist also ein geringer Anstieg zu verzeichnen. Die Zunahme geht ausschließlich auf das Badberg-Material zurück, wie diese Übersicht zeigt:

	Badberg			übrige Gebiete		
Aufn.:	BB+vR	Ws 71	Ws 87	BB+vR	Ws 71	Ws 87
MAZ:	32,2	34,5	45,2	32,7	27,5	31,1

Die Ursache(n) für diese Sonderstellung kann man allenfalls aufgrund einer Analyse des Verhaltens der einzelnen Arten ausfindig machen (s. 5.3).

Die geradezu dramatisch erscheinende Zunahme der Artenzahlen um 21 % bei BÜRGER (1983) bezieht sich nicht auf die MAZ, sondern auf die überhaupt im Aufnahme-Material auftretende gesamte Zahl von Arten; da 25 Aufn. früherer Zeiten mit 48 Aufn. von 1978–1981 verglichen werden, da überdies das X. sanguisorbetosum mit seinen Sukzessionsstadien darinsteckt, ist die Angabe trivial.

### 5.2 Durchschnittliche Gesamtdeckung

Die durchschnittliche Gesamtdeckung beträgt 73 % bei vR 43, nimmt bei Ws 71 auf 85 %, schließlich bei Ws 87 auf 92 % zu. Die wenigen Getrennschätzungen von Kraut- bzw. Moossschicht bei vR 43 lassen sich nicht auswerten. Wohl aber zeigt ein Vergleich von Ws 71 mit Ws 87, daß beide Schichten dichter geworden sind. Dabei wurde jüngst häufiger ein deutlicher Unterschied zwischen der Deckung des lebenden Pflanzenanteils und der Deckung unter Einschluß von Streu in Form toter Basalblätter von Gräsern und *Carex humilis* bemerkt; er ging bis 45 % (letzterer Deckungsschätzwert ist in der Tabelle notiert worden). Die dichten Blattbüschel beweisen eine Anreicherung über mehrere Jahre hin. Diese macht sich an den felsig-offenen Standorten nicht beeinträchtigend bemerkbar, wohl aber in den feinerreicheren mit viel *Bromus erectus* und *Carex humilis*. Hier wird der Lebensraum der konkurrenzschwachen Arten eingeengt, wie es sich vor allem beim Vergleich der  $\delta$ -Aufnahmen erkennen läßt. Dieser wahrlich nicht dramatische Befund läßt sich durch verringerte Störung durch Mahd und Tritt deuten; ob auch eine N-Immission hieran beteiligt ist, ist schlechterdings nicht zu entscheiden. Die toten Büschel ließen sich notfalls im Abstand mehrerer Jahre leicht mit einer Harke entfernen; Mahd wäre wegen Schädigung der Zwergsträucher verderblich!

### 5.3 Stetigkeitsveränderungen

Stetigkeitsveränderungen bei einem Vergleich der Jahre 1926 und 1942–1944 mit 1987 ergeben sich für die in der Übersicht genannten Arten; sie sind statistisch gesichert (Signifikanzniveau bis 5 %) oder tendenziell (Signif. 5–10 %). Beigefügt sind synökologische Erfahrungen anderer Autoren, so die Kurzcharakteristiken von ELLENBERG (1979; es werden Ökologische Kennzahlen zwischen 1 und 9 vergeben; sie sind desto höher, je anspruchsvoller die Art dem Faktor gegenüber im Gelände zu sein scheint) und von OBERDORFER (ab 1949, Auflage von 1983 benutzt).

Zu den Ökologischen Kennzahlen muß eine grundsätzliche Bemerkung eingeflochten werden. Meines Wissens hat kein Benutzer dieser ELLENBERGSchen Sammlung auch nur darauf aufmerksam gemacht, daß der Autor ihm fraglich, wenn auch nicht direkt ungesichert erscheinende Zahlen hat kursiv setzen lassen; die Ziffern springen im Schriftbild allerdings nur wenig ins Auge, besonders 2, 7 und 9; aber die Mahnung des Autors zur Vorsicht und die Anregung zu genaueren Untersuchungen ist eindeutig. Und eben die N-Zahlen sind zum gro-

ßen Teil und überdurchschnittlich häufig als zweifelhafte gekennzeichnet! Dies ist korrekt und wird verständlich, wenn man nachvollzieht, wie die Zahlen gewonnen worden sind: Zur Bodenazidität und damit zur R-Zahl gibt es Tausende von Meßwerten; der Wasserhaushalt eines Standortes und damit die W-Zahl läßt sich durch Kombination vieler teils gemessener, teils beobachteter Einzelfaktoren (z. B. Niederschlag, Exposition, Gründigkeit) recht gut relativ beurteilen; Temperatur und Kontinentalität (T- und K-Zahl) sind aus der Verbreitung der Arten abgeleitet; die Lichtzahl ist zwar extrem schwierig sinnvoll meßbar, aber vom „Augentier“ Mensch ziemlich gut relativ einschätzbar. Anders steht es um die Stickstoffverhältnisse, die bisher eher selten gründlich im Gelände untersucht worden sind und wo die Gefahr von Zirkelschlüssen besonders naheliegt. Wenn große Artenzahlen einer großen Standortsspanne verglichen werden (z. B. ELLENBERG jr. 1986) ist die Gefahr von Fehlurteilen gering; groß jedoch ist sie, wenn nur eine bestimmte syntaxonomisch-synökologische Gruppe, etwa Brometalia-Kennarten, betrachtet wird und sich ein systematischer Fehler einschleichen kann. Außerdem ist immer mit einer „Disproportionierung“ von Artengruppen zu rechnen, wie dies WILMANNs et al. (1986) belegt haben.

Die gesicherten Stetigkeitsveränderungen im Xerobrometum artemisietosum sind nicht besonders groß und jedenfalls unbedeutend im Vergleich zu jenen Vorgängen in den Mesobrometen und im X. sanguisorbetosum, die wir als Versaumung und Verbuschung beschrieben haben (s. vorne, auch WILMANNs 1984).

Die Arten, welche an Stetigkeit gewonnen haben, sind ökologisch recht heterogen. Es fällt auf, daß es sich mehrfach um Tiefwurzler und mehrfach um Pionierpflanzen handelt, welche syntaxonomisch den Sedo-Scleranthetea (*Echium v.*, *Calamintha ac.*) oder dem Ruderalverband Dauco-Mellilotion (*Isatis t.*, *Melilotus a.*, begrenzt auch *Echium v.*, *Hypericum p.* und *Medicago f.*) angehören (dazu s. OBERDORFER (1983)). Weiter ist bemerkenswert die Zunahme von *Cladonia*-Arten und – der Tendenz nach – Moosen von Trockenrasen (*Rhytidium r.*, *Pleurochaete sq.*, *Abietinella a.*) und kleinen Akrokarpen. Dabei handelt es sich um langsamwüchsige und zugleich lichtbedürftige, also sicher konkurrenzschwache Arten. Ihre Zunahme so wie die der Sedo-Scleranthetea-Arten scheint der Abnahme von *Linum t.*, *Hieracium p.* und *Anthyllis v.*, die doch ebenfalls leicht verdrängbar sind, zu widersprechen. Man fragt sich daher, ob eine echte, also gerichtete Sukzession abläuft oder ob es sich – jedenfalls teilweise – um populationsdynamische Fluktuationen handelt. Prüfen wir, inwieweit das Material eine kritische Analyse erlaubt.

a) Sedo-Scleranthetea-Kennarten sind für die Beurteilung der Qualität von Xerobrometen interessant, weil sie diese als Differentialarten von Mesobrometen abzugrenzen erlauben und sicher gute Negativ-Indikatoren für üppigeren Wuchs und damit zunehmende Produk-

Tabelle 2. Arten mit statistisch gesicherter Stetigkeitsänderung in den letzten 40–60 Jahren.

Art	Signifikanzniveau (%)	ökol. Kennzahl bei ELLENBERG (1979)	Ökolog. Bemerkungen bei OBERDORFER (1983)
Zunahme nachgewiesen:			
<i>Echium vulgare</i>	0,1	4	Tiefwurzler, Pionierpflanze
<i>Isatis tinctoria</i>	0,1	3	Pionierpflanze
<i>Ulmus minor</i>	1		Tiefwurzler, Pionierpflanze
<i>Cladonia coniocraea</i>	1		
<i>Dactylis glomerata</i>	5	6	Stickstoffzeiger, auch Rohbodenpionier
<i>Melilotus alba</i>	5	3	Rohbodenpionier
<i>Allium sphaerocephalon</i>	5	2	
<i>Verbascum lychnitis</i>	10	8	Tiefwurzler, Nitrifizierungszeiger
<i>Medicago falcata</i>	10	3	Tiefwurzler, Rohbodenpionier
<i>Calamintha acinos</i>	10	1	Pionierpflanze
<i>Hypericum perforatum</i>	10		Tiefwurzler
<i>Cladonia rangiformis</i>	10		
Abnahme nachgewiesen:			
<i>Linum tenuifolium</i>	1	2	
<i>Hieracium pilosella</i>	1	2	Pionierpflanze
<i>Anthyllis vulneraria</i>	5	3	düngerfeindlich; auch Rohbodenpionier

tionskraft sind. Sie können, soweit Annuelle, besonders leicht fluktuieren, teils real, teils scheinbar: Sie sind im April am besten entfaltet und erkennbar, einzelne Skelette findet man zwar bis in den Herbst hinein; wenn eine Art jedoch nur in geringer Individuenzahl vertreten war, kann sie einem bei Sommer-Aufnahmen leicht entgehen. Außerdem beobachtete SLEUMER, daß die Einjährigen (zu denen *Calamintha ac.* im Kaiserstuhl übrigens nicht gehört) „durch Kälterückfälle stark geschädigt“ werden (S. 165). Angesichts des Zeigerwertes haben wir in der folgenden Tabelle 3 jeweils die durchschnittliche Summe der Vorkommen der Kennarten der Sedo-Scleranthetea pro Aufnahme bestimmt. Dabei beziehen sich die Spalten  $\alpha$  auf alle in Tabelle 1 aufgeführten Sedo-Scleranthetea-Arten; in den Spalten  $\beta$  sind nur die

Frühlingstherophyten und die Sukkulenten (nicht aber *Echium v.*, *Calamintha ac.*, und *Achillea n.*) berücksichtigt.

Bei der Bewertung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, daß SLEUMER mehr Florist und Systematiker als Pflanzensoziologe war und die Schilderung der Kaiserstuhl-Flora phänologisch aufgezogen hat; er dürfte gerade den immer wieder begeisternden Frühlingaspekt besonders gut erfaßt haben. Die geringe Zahl in den mit Sicherheit sehr pünktlich durchgeführten Hochsommer-Aufnahmen von BRAUN-BLANQUET versteht sich aus der Entwicklungsrhythmik der Therophyten von selbst. Diese war vermutlich zumindest mitbeteiligt an dem Minimum bei Ws 71. Der recht hohe Gruppenanteil von 4,7 bzw. 3,3 bei Ws 87 für Mai/Juni weist darauf hin, daß

Tabelle 3. Absolute Häufigkeit der Gruppe der Sedo-Scleranthetea-Kennarten in den Aufnahmen der einzelnen Autoren.

Autor	Aufn.-jahr(e)	Monat(e)	Zahl d. Aufn.	$\Sigma$ Vorkommen		Mittel/Aufn.	
				$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
BRAUN-BLANQUET	1926	VII	4	23	19	5,8	4,8
SLEUMER	1929–32	wahrsch. IV/V	7	73	62	10,4	8,9
VON ROCHOW	1942–44	überw. VI	13	40	37	3,1	2,9
WILMANN	überw. 1971/72	VI–IX	13	28	18	2,2	1,4
WILMANN	1987	überw. V–VI	17	79	56	4,7	3,3

keine tiefgreifenden Verluste seit 60 Jahren eingetreten sind; auffällig häufig sogar fand ich 1987 *Minuartia fastigiata*.

b) Die Zunahme der Dauco-Melilotion-Gruppe deutete sich für *Isatis t.*, *Medicago f.* und *Echium v.* schon Anfang der 70er Jahre an. BÜRGER (1983, 1984) legte besonderen Nachdruck auf diese in ihrem Material so klare Änderung und deutete sie nach Diskussion als Fluktuation, wobei sie hypothetisch die Ursache in einer etwas niederschlagsreicheren Periode vor 1942 und einer etwas trockeneren vor 1978 sah. Wir können die Fluktuation als solche an Hand von Literaturzitate beweisen; die Kausalität läßt sich indessen nicht aus bloßen meteorologischen Daten ableiten; vielmehr sind populationsdynamische Studien auch experimenteller Natur nötig.

Sehr klar wird das aus einer Bemerkung von HEILIG (1931, S. 234) über den sehr trockenen Sommer 1928 am Badberg: „Am schlimmsten sah *Melilotus* (gemeint offenbar *M. alba*) aus; der ganze Hang war mit dieser Pflanze bedeckt, sie waren aber bis in die Wurzeln hinein abgestorben und hatten, wie die meisten anderen Pflanzen (*Sedum*, *Helianthemum*, *Bromus*, *Teucrium chamaedrys* usw.) infolge der Trockenheit nicht fruktifizieren können, da ihre Blütenstände verdorrt waren. Im Sommer der folgenden Jahre (es müssen 1929 und 1930 gemeint sein) konnte ich am ganzen Hang keine *Melilotuspflanzen* mehr antreffen.“ VON ROCHOW (1948, S. 88) beobachtete, daß *Melilotus a.* „an mehreren Stellen, z. B. am Badberg, einen hellen Schimmer über das *Xerobrometum*“ breitet. So war es auch 1987. In gleichem Sinne berichtet VON ROCHOW (1951, S. 49/50): „So dringen am Badberg in manchen Jahren die Charakterarten der *Echium-Melilotus*-Steinbruchgesellschaft in einzelne Bestände ein.“ *Melilotus* selbst ist in ihren Xerobrometum-Aufnahmen nicht erfaßt. Daß 1929 und 1930 (ob weiterhin?) *Melilotus* an den vorher besiedelten Stellen fehlte, läßt vermuten, daß keine große Samenbank vorhanden war, die lokale Population vielmehr auf alljährlichen Nachschub angewiesen ist, ein für rudere Fabaceen eher ungewöhnliches Verhalten.

SLEUMER (1933, S. 180) vermerkt: „Große Bestände des Gemeinen Natterkopfes (*Echium vulgare*) färben am Ende des Monats Mai die Hänge des Badbergs und des Haselschacher Bucks über weite Flächen hin blau.“ Bei *Echium v.* können durch Trockenheit die Vegetationskegel geschädigt werden (so 1976); der besonders üppige Aspekt 1977 mag auf Austriebe von Seitenknospen zurückgehen.

Die dritte Art dieser Gruppe ist *Isatis t.*; bei BRAUN-BLANQUET und bei SLEUMER je 1 x vorkommend, bei VON ROCHOW fehlend, ist ihre Zunahme über 1971/72 bis 1987 frappierend. Wir bringen dies mit der Erweiterung der Rebanauflähe und der damit verbundenen Entstehung großer offener Büschungen in Zusammenhang, wenn auch die Art, wie FISCHER (1982) bewies, nur Ausbreitungsschritte von wenigen Metern pro Jahr zu machen pflegt.

Die Sonderstellung des Badbergs bestand also offenbar schon früher, wenn auch hinsichtlich der MAZ schwächer ausgeprägt.

c) Besonderes Interesse bieten natürlich in unserem Zusammenhang die Arten mit hohen (kursiven) N-Zahlen, *Verbascum lychnitis* und *Dactylis glomerata*. *Verbascum l.* wird in SLEUMER, Tabelle 2, in 4 von 7 Fällen mit + erwähnt, bei BRAUN-BLANQUET in 2 von 4; *Dactylis gl.* ist bei SLEUMER in 6 von 7 Fällen, je mit +.1, vertreten. Ws 87 notierte eigens 2 x reduzierte Vitalität. Die Inter-

pretation ist nicht einfach und muß zweifelhaft bleiben. *Verbascum l.* mag durch verstärktes Streu-Angebot gefördert werden. Möglicherweise war die Störung durch Brennholz-Nutzung im 2. Weltkrieg stärker als vor- und nachher und damit das ohnehin nur karg gedeihende Knäuelgras noch spärlicher (zu übersehen ist es in der Regel nicht). Dies als Bestätigung der Bauern-Erfahrung: „Stickstoff ersetzt Wasser“ aufzufassen, geht sicher zu weit, zumal *Dactylis* zweifellos biotypenreich ist und eben auch als Rohbodenpionier auftritt, darin den Dauco-Melilotion-Arten gleichend. Als Zeichen einer „Degeneration“ kann man diese Vorkommen – schon aufgrund des Vergleichs mit SLEUMER – nicht bewerten.

d) Anders denn als Ausdruck verringerter Störung läßt sich auch die Zunahme der Cladonien und der Moose nicht auffassen. (Entsprechendes konnten wir schon 1975 aus einer vergleichenden Analyse von Einzelflächen der *Genista sagittalis*-Subassoziation des Mesobrometum ableiten: früher moosarme, trockene, offene Flächen wurden ohne Nutzung und damit Störung mikroklimatisch frischer und moosgünstiger; ehemals moosreiche dagegen durch stärkeren Rasenschluß zu schattig und damit moosärmer.)

Unklar ist, was den Rückgang der Bunten Erdflechtengesellschaft (WILMANN'S 1959) verursacht; sie war in vollständiger Entwicklung nie gerade häufig und stets nur kleinflächig entwickelt, ist jetzt aber fast verschwunden. (SLEUMER führt *Toninia coeruleonigrans* in 5 von 7 Aufnahmen, *Psora decipiens* in 2, *Fulgensia fulgens* in einer Aufn. an.) Eine Zerstörung durch Immissionen ist hier denkbar; unklar bleibt aber, welcher Chemismus wirkt. (Quadratmetergroße „Decken“ von *Dermatocarpion hepaticum* mit kleinen „Inseln“ von *Fulgensia fulgens* überziehen derzeit einige Löß-Abbrüche im Reb- und Heßleter Buck oberhalb Oberbergen.)

e) Nur kurz sei die Frage eines Flächenschwundes bei „Kern-Xerobrometen“ durch spontane Sukzession aufgegriffen.

BÜRGER'S Kartierung an Hand von Luftbildern (Vergleich 1953/1979; BÜRGER 1980, 1982) belegt, ebenso wie etliche Landschafts-Fotografien (s. u. a. Fotos v. RASBACH in WILMANN'S 1977) die zunehmende Verbuschung und Verwaldung des südlichen Badberges. Sie erfaßt dort freilich ganz überwiegend Mesobrometen. Von Bedeutung sind nur Gehölze mit Wurzelbrut-Bildung: *Ulmus minor*, *Robinia pseudacacia* und *Prunus spinosa*, am Horberig *Prunus cerasus* ssp. *acida*. *Corylus avellana* dringt nur an frischeren Stellen vor. Unter *Ulmus* und *Robinia* entsteht bald ein schier undurchdringliches Gestrüpp von Prunetalia-Sträuchern, die durch Vögel „angesät“ worden sind (s. ferner Abbildung 1). Wenn auch Bäume von Feld-Ulme (durch die Ulmenwelke-Krankheit) und Robinie (aus noch unbekannter Ursache) übrigens auch andernorts und an Optimalstandorten flächenweise absterben, so kehrt an diesen Stellen keine Rasengesellschaft zurück; auch durch Abholzen würde sie nicht wieder entstehen. Hier wäre also „Pflege“ unrealistisch und schädlich.

Sehr kleine Xerobrometen können durch Beschattung und vermehrte Streubildung überwachsen werden. Man kann diesen Prozeß zur Zeit am Beispiel des *Allio montani-Veronicetum vernae* (Sedo-Scleranthetea) am Schneckenberg beobachten, dort nicht ausgelöst, aber verstärkt durch Immissionen und damit durch die Konkurrenz von Nitrophyten. Bei diesen Stellen handelt es sich um kleinflächige und sehr flachgründige, aber sicher nicht von Natur aus waldfreie Standorte.

Anders bei den „Kern-Xerobrometen“, die zum Teil ihre heutige Ausdehnung dem Menschen verdanken, die aber (ausweislich ihrer Reliktarten!) auch natürliche Standorte im Kaiserstuhl gehabt haben müssen, sei dies der Postglazialen Wärmezeit (die zunehmend umstritten ist), sei dies dem Wirken des Menschen seit dem Neolithikum zu verdanken. Randlich, an den ein klein wenig gründigeren Stellen, können Wurzelbrutbildner vordringen; in Trockenjahren verlieren diese wieder an Raum. So konnte man 1977 als Folge des trockenen Sommers von 1976 bei *Prunus spinosa* im Xerobrometum-Grenzbereich tote Äste und geringere Beblätterung, bei *Viburnum lantana* und *Cornus sanguinea* Kleinblättrigkeit, bei *Populus tremula* tote Wurzelbrut-Triebe beobachten.

Wenn von ehemaliger „Baumlosigkeit“ des Badbergs gesprochen wurde, so gab das offenbar den Gesamteindruck wieder, ohne exakt wörtlich gemeint zu sein. Für die etwaige Übertragung unserer Ergebnisse auf andere Gebiete ist die Bemerkung von ROCHOWS (1948, S. 85) wichtig, daß nämlich die Trockenrasen der „weithin baumlosen Hänge des Badbergs“ eben doch „hin und wieder von lockeren Gebüschern unterbrochen“ wurden. Das Luftbild des Badbergs im alten Kaiserstuhlbuch, aus der Zeit vor 1933 stammend, zeigt ein solches „Gebüsch-Gepunktelt“ Die Schlehe dringt an den Hängen nur gut ½ m pro Jahr vor, für Ulme fand BÜRGER durchschnittlich 1 m. Die starke Veränderung im Aspekt ist also auf die vielen Startpflanzen zurückzuführen und ist nicht – wie auch die Beobachtung an frischen Stellen im Zentralkaiserstuhl lehrt – auf große Freiflächen übertragbar!

Was von ROCHOW (1948, S. 104 ff.) schrieb, gilt noch heute: Wir erleben hier einen spannenden Wettkampf an der Trockengrenze des Waldes. Es ist ein seltener Vorgang; so bedarf in den wertvollen Naturschutzgebieten Badberg, Orberg und Rheinhalde jeglicher Eingriff ganz besonderer Überlegung und Sorgfalt.

## Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1931): Zur Vegetation der oberrheinischen Kalkhügel. – Beitr. Naturdenkmalpflege, **14**: 281–292; Berlin.
- BRAUN-BLANQUET, J. & KOCH, W. (1928): Beitrag zur Flora Südbadens. – Beitr. Naturwiss. Erforsch. Badens, **1**: 5–8; Freiburg i. Br.
- BÜRGER, R. (1980): Sukzessionen der Trockenrasen im Kaiserstuhl. 126 S. + Anhang; Diplomarbeit; Freiburg.
- BÜRGER, R. (1983): Die Trespenrasen (Brometalia) im Kaiserstuhl. Zustandserfassung und Dokumentation, Reaktion auf Mahd und Reaktion auf Beweidung als Grundlage für Naturschutz und Landespflege. – 400 S. + Anhang, Dissertation; Freiburg i. Br.
- BÜRGER, R. (1984): Successional limestone grassland communities of the Kaiserstuhl with regard to their conservation management. – In: GÉHU, J. M. (ed.): Coll. phytosociol., La végétation des pelouses calcaires – Strasbourg 1982 –, S. 405–419; Vaduz.
- ELLENBERG, H. sr. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – 2. Aufl. Scripta Geobot, **9**: 122 S.; Göttingen (Goltze).
- ELLENBERG, H. jr. (1985): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. Schweiz. Z. f. Forstwes., **136**: 19–39; Zürich.
- FISCHER, A. (1982): Mosaik und Syndynamik der Pflanzengesellschaften von Lößböschungen im Kaiserstuhl (Südbaden). – Phytocoenologia, **10**: 73–256; Stuttgart, Braunschweig.
- HAMPICKE, U. (1979): Wie ist eine umweltgerechte Landwirtschaftsreform möglich? – Landschaft u. Stadt, **11**: 68–80; Stuttgart.
- HEILIG, H. (1930/31): Untersuchungen über Klima, Boden und Pflanzenleben des Zentralkaiserstuhls. – Z. f. Bot., **24**: 225–279; Jena.
- KORNECK, D. (1984): Anmerkungen und Anregungen zur Abfassung von vegetationskundlichen Veröffentlichungen – Tuexenia, **4**: 327–346; Göttingen.
- KRATOCHWIL, A. (1984): Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). – Phytocoenologia, **11**: 455–669; Stuttgart, Braunschweig.
- MÄGDEFRAU, K. (1986): Globular Mosses. – Flora, **178**: 73–83; Jena.
- OBERDORFER, E. (Herausg. 1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II. – 2. Aufl., 355 S.; Jena (Fischer).
- OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. – 5. Aufl., 1051 S.; Stuttgart (Ulmer).
- OBERDORFER, E. & KORNECK, D. (1976): Klasse: Festuco-Brometalia Br.-Bl. et Tx. 43. – In: OBERDORFER, E. (Herausg. 1978): 86–180.
- VON ROCHOW, M. (1948): Die Vegetation des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologische Gebietsmonographie mit einer Karte der Pflanzengesellschaften im Maßstab 1:25 000. – 255 S. + Anhang, Dissertation; Freiburg i. Br.
- VON ROCHOW, M. (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – 140 S.; Jena (Fischer).
- SLEUMER, H. (1933): Die Pflanzenwelt des Kaiserstuhls. – In: Bad. Landesver. f. Naturk. u. Naturschutz (Herausg.), Der Kaiserstuhl: 158–268. Freiburg i. Br. (mit Florenzkatalog auch erschienen in: Feddes Repert., **77**, 1934).
- SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. & KORNECK, D. (1978): Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Artenschutz und Biotopschutz. – Schriftenr. Vegetationskd., **12**: 138 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- WELLER, F. (1986): Muß Intensivobstbau zu einer erhöhten Nitratbelastung des Grundwassers führen? – Verhdl. Ges. Ökol. (Hohenheim 1984), **14**: 117–124; Göttingen.
- WILMANN, O. (1959): Zur Kenntnis des Toninion coeruleonigriscantis REIMERS 1951 in Südwestdeutschland. – Bot. Jb., **78**: 481–488; Stuttgart.



- WILMANN, O. (1974/1977): Die Vegetation. – in: Landesarbeitsrat f. Umweltschutz Baden-Württ. (Herausg.): Der Kaiserstuhl – Gesteine und Pflanzenwelt, 1./2. Aufl.; 1977: 80–215 (3. Aufl. in Vorber.); Karlsruhe.
- WILMANN, O. (1975): Junge Änderungen der Kaiserstühler Halbtrockenrasen. – Daten u. Dokumente z. Umweltschutz, **14**: 15–22; Hohenheim.
- WILMANN, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 372 S.; Heidelberg (Quelle & Meyer).
- WILMANN, O., BOGENRIEDER, A. & MÜLLER, W.-H. (1986): Der Nachweis spontaner, teils autogener, teils immissionsbedingter Änderungen von Eichen-Hainbuchenwäldern – eine Fallstudie im Kaiserstuhl/Baden. – Natur u. Landschaft, **61**: 415–422; Stuttgart.
- WILMANN, O. & KRATOCHWIL, A. (1983): Naturschutzbezogene Grundlagen-Untersuchungen im Kaiserstuhl. – Beih. Veröff. Naturschutz, Landschaftspflege Baden-Württ., **34**: 39–56; Karlsruhe.
- WITSCH, M. (1987): Die Verbreitung und Vergesellschaftung der Federgräser (*Stipa* L.) in Baden-Württemberg. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, **142**: 157–196; Stuttgart.

#### Zu Tabelle 1 (Taf.1, Beilage)

- A: Aufn. 1–4; BRAUN-BLANQUET, 1926, publ. 1931.  
 B: Aufn. 5–17; v. ROCHOW, 1942–1944, in Original der Diss. 1948.  
 C: Aufn. 18–30; WILMANN, 1971, 72, 78, bisher nicht publ.  
 D: Aufn. 31–47; WILMANN, 1987, bisher nicht publ.

- 1) Von der bei BRAUN-BLANQUET (1931) angegebenen Spanne der höhere Wert eingesetzt.
- 2) Muttergesteine: E = Essexit (porphyrit), K = Karbonatit, L = Löß, N = Nephelinit, P = Phonolith, T = Tephrit, V = Vulkanit allg.
- 3) Deckung der Krautschicht unter Einschluß toter Pflanzenteile geschätzt.
- 4) Ko. = Kormophyten, Th. = Thallophyten.
- 5) Gebiete (s. Abb. 1): B = Badberg, L = Lützelberg, R = Rheinhalte, S = Schelinger Umgebung, X = sonstige.

Ferner wurden notiert in den Aufnahmen Nr.:

- 1: *Cladonia furcata* +; 2: *Campanula rotundifolia* +, *Brachypodium pinnatum* +, *Cladonia furcata* +; 4: *Poa angustifolia* 1, *Poa compressa* +; 5: *Sanguisorba minor* +; 6: *Sanguisorba minor* +, *Peltigera rufescens* +; 9: *Peltigera rufescens* +; 11: *Lotus corniculatus* 1, *Knautia arvensis* +, *Picris hieracioides* +; 12: *Lotus corniculatus* +; 13: *Brachypodium pinnatum* (+), *Vicia hirsuta* +°, *Riccia* spec. +; 15: *Orobancha alba* 1 St.; 16: *Poa angustifolia* 1, *Vicia hirsuta* +°, *Vicia angustifolia* +, *Peltigera rufescens* +; 19: *Campanula rotundifolia* +, *Taraxacum officinale* +; 22: *Rhinanthus* spec. +, *Briza media* 1; 23: *Campanula rotundifolia* +, *Lempholemma chazanum* +; 24: *Polygonum* sect. *Fallopia* +°, *Brachypodium pinnatum* 1, *Reseda lutea* +; 28: *Polygonum* sect. *Fallopia* +°; 29: *Riccia ciliifera* 1; 30: *Polygonum* sect. *Fallopia* +; 32: *Rhinanthus* spec. +; 35: *Melilotus officinalis* +, Keiml. indet. r; 36: *Hieracium piloselloides* r; 38: *Reseda lutea* +; 39: *Poa angustifolia* +, *Scleropodium purum* +; 40: *Tulostoma brumale* v; 42: *Hieracium piloselloides* 1, *Arrhenatherum elatius* r; 46: *Echinops sphaerocephalus* 1; 47: *Echinops sphaerocephalus* (+), *Cladonia furcata* r.

Tabelle 1. Kaiserstühler Xerobrometum-Aufnahmen im Laufe der Zeiten.

	A		B										C										D																												
Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47				
Aufnahme-Jahr:	26	26	26	26	44	44	44	44	44	44	44	42	43	44	42	43	43	71	71	72	78	71	71	71	73	72	72	72	72	72	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
-Monat:	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	5	8	5	5	9	9	7	6	9	9	9	8	7	7	7	6	6	5	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-Tag:	10	10	10	10	15	8	12	8	11	20	22	5	10	27	26	16	16	1	1	20	12	2	8	9	25	20	20	20	17	17	9	12	13	30	9	12	30	8	13	9	10	9	11	11	30	10	10				
Größe d.Aufn.fl. (m <sup>2</sup> x10):	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7,5	5	5	4	5	10	3	1,5	5	3	10	2,5	10	2,5	2	5	10	3	4	10	2	3	5	2	10	10	6	2	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
Exposition:	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	S	SW	S	S	S	S	S	S	S	S	SW	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
Neigung (°): <sup>1)</sup>	35	30	30	20	40	15	25	35	25	20	15	30	35	30	20	15	20	45	30	30	25	35	30	30	35	35	35	20	15	30	35	35	30	30	30	30	35	40	25	30	35	25	25	35	40	40	20	15			
Muttergestein: <sup>2)</sup>	V	V	K	P	K	E	E	E	E	L	E	T	T	T	N	N	N	K	K	K	K	K	K	K	L	E	T	T	N	N	N	K	K	K	K	K	K	K	K	E	K	E	L	T	T	T	N	N			
Deckung Krautschn. <sup>3)</sup> :										75		80	85	50				98	80	80	50	90	50	95	90	50	50	60	85	70	90	90	80	85	98	50	85	85	98	99	85	98	55	80	99	99	99	99			
Moossch.:										20		3	70	40				3	30	10	15	70	30	40	15	20																									
Str.sch.:																																																			
gesamt:					50	73	75	80	60	80	95	80	80	70	85	90	30	99	90	90	60	98	70	100	95	70	50	99	85	80	95	95	90	99	99	60	98	99	100	99	95	100	60	80	99	99	99	99			
Artenzahl Ko.:	23	29	32	39	21	27	25	25	22	35	34	28	31	26	30	36	21	32	37	33	31	26	22	25	31	22	24	14	25	20	46	39	37	40	40	39	36	32	33	26	38	31	29	26	19	21	23	23			
Th. <sup>4)</sup> :	3	5	2	3	1	8	3	2	7	4	4	3	6	4	6	4	4	8	6	8	3	7	4	6	4	3	7	5	4	7	9	10	7	6	7	7	6	6	6	6	4	3	3	3	6	5	5				
gesamt:	26	34	34	42	22	35	28	27	29	39	38	31	37	30	36	40	25	36	45	39	39	29	29	29	37	26	27	21	30	24	53	48	47	47	46	46	43	38	39	32	44	35	32	29	22	27	28	28			
Gebiet <sup>5)</sup> :	B	B	B	B	B	S	S	S	S	S	X	X	R	L	L	L	B	B	B	B	B	B	S	R	R	L	L	L	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	S	S	S	R	R	R	R	L	L				
Ch. Xerobromion:																																																			
Helianthemum fruticosum	1	1																																																	
Potentilla arenaria + Hybr.	2																																																		
Bothriochloa ischaemum	+																																																		
Allium sphaerocephalum	1																																																		
Orobancha teucris	+																																																		
Linum tenuifolium	1																																																		
Fumana procumbens	1																																																		
Stipa capillata																																																			
Orobancha amethystea																																																			
Stipa pulcherrima																																																			
Stipa joannis																																																			
Globularia elongata	2																																																		
Teucrium montanum	1																																																		
Thymus froehlichianus	1																																																		
Alyssum montanum																																																			
Seseli hippomarathrum																																																			
Ch Sedo-Scleranthetea:																																																			
Sedum album	1	2	+																																																
Echium vulgare																																																			
Calaminthes acinos																																																			
Sedum mite																																																			
Sedum acre																																																			
Achillea nobilis																																																			
Arenaria leptocladus																																																			
Alyssum alyssoides																																																			
Thlaspi perfoliatum																																																			
Medicago minima																																																			
Cerastium pumilum																																																			
Arabis recta																																																			
Erophila verna																																																			
Arabis thaliana																																																			
Cerastium brachyptalum																																																			

MARKUS PEINTINGER

# Die Vegetation des Litzelsees bei Markelfingen (Westliches Bodenseegebiet)

## Kurzfassung

Die Vegetation eines temporären Gewässers im westlichen Bodenseegebiet wird beschrieben. Im Wasser entwickelt sich eine *Alisma gramineum-Potamogeton pectinatus*-Gesellschaft; vereinzelt wachsen Characeen. Am Ufer stellen sich eine *Juncus bufonius*-Gesellschaft, das Polygono-Bidentetum und *Alisma gramineum*-Bestände ohne Wasserpflanzen ein. Außerdem wachsen *Schoenoplectus lacustris*-Herden heran. Im Spätsommer, nach dem Austrocknen des Tümpels, entwickelt sich auf dem Schlamm Boden eine Nanocyperion-Gesellschaft mit *Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum* und *Physcomitrella patens*.

## Abstract

### The vegetation of the Litzelsee near Markelfingen (Lake of Konstanz)

The Litzelsee is a periodical water situated in the area of Lake of Konstanz near Markelfingen/Radolfzell (SW Germany). When the water dries up, or during years in which the Litzelsee does not establish at all, the area is cultivated. For this reason shrubs cannot establish.

The vegetation will be described with the method of BRAUN-BLANQUET.

The characteristic submersed plant community is one of *Alisma gramineum* and *Potamogeton pectinatus*. Rarely a *Chara* species grows on low water. On the border occurs a *Juncus bufonius* community, the Polygono-Bidentetum tripartitae and an *Alisma gramineum* community without water plants. In spite of yearly cultivation small reed-stands of *Schoenoplectus lacustris* had developed. In autumn *Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum* and *Physcomitrella patens* grow on the muddy soil. This community belongs to the Nanocyperion alliance.

## Autor

MARKUS PEINTINGER, Güttinger Straße 8/1, D-7760 Rudolfzell.

## 1. Einleitung

Temporäre Gewässer sind im Bodenseegebiet selten. Meist handelt es sich um überschwemmte Wiesenmulden oder um kurzfristige Wasseransammlungen in Äckern. Der Litzelsee nimmt wegen seiner Größe und seiner reichhaltigen, pionierartigen Vegetation innerhalb der temporären Gewässer eine Sonderstellung ein. Obwohl über die Flora des Litzelsees mehrfach berichtet wurde (HENN in KIEFER & EINSLE 1963, LANG 1973, MATTERN 1983), fehlte bisher eine pflanzensoziologische Bearbeitung. Diese Lücke soll mit dieser Arbeit geschlossen werden. Die Vegetationsaufnahmen stammen aus den Jahren 1983 (nur eine Aufnahme), 1986 und 1987

Die Nomenklatur der Blütenpflanzen richtet sich nach OBERDORFER (1979), die der Moose nach FRAHM & FREY (1983). Die Bestimmung von *Plantago intermedia* erfolgte nach der Anzahl der Samen pro Kapsel.

Für Hinweise danke ich den Herren M. AHRENS, Karlsruhe, Prof. K. HENN und S. SCHUSTER, Rudolfzell.

## 2. Untersuchungsgebiet

Der Litzelsee liegt südöstlich Markelfingen (Stadt Rudolfzell, MTB 8220 SW, 420 m NN) im Jungmoränengebiet, ca. 500 m vom Bodenseeufer (Untersee) entfernt. Zwischen den Grundmoränenhügeln befindet sich die abflußlose Mulde, in der das Grundwasser im Frühjahr aus dem Boden tritt. Es entsteht eine im Normalfall 70–100 m lange und 30–60 m breite Wasserfläche. Das Gewässer ist dann ungefähr einen Meter tief.

In manchen Jahren trocknet der Litzelsee bereits nach 3–4 Wochen aus (KIEFER & EINSLE 1963), in anderen dagegen erst im Oktober. 1986 blieb der Wasserstand bis im Juli weitgehend konstant, sank dann aber schnell ab. Eine kleine Wasserfläche bestand jedoch bis Oktober. 1987 war der Wasserstand bis Anfang August konstant, sank dann ebenfalls schnell ab und war Ende August bereits ausgetrocknet.

Selten bleibt der Litzelsee wie 1982/83 zwei Jahre ununterbrochen bestehen. Er kann aber auch ganz ausbleiben. In den Jahren 1980, 1981, 1984 und 1985 war nie längere Zeit Wasser vorhanden.

Der Litzelsee liegt inmitten landwirtschaftlich genutzter Felder (Getreide und Mais). Nach dem Austrocknen des Gewässers wird die Fläche landwirtschaftlich genutzt. Oft verhindert aber die Überflutung das Aufkommen von Kulturpflanzen. Das regelmäßige Umbrechen erschwert die Ansiedlung ausdauernder Arten.

Der Boden besteht aus sandigem Lehm. Durch die Bodenbearbeitung ist die natürliche Horizontabfolge zerstört, weshalb größere Steine aus dem ursprünglichen C-Horizont zutage treten. Der Boden ist oberflächlich entkalkt (kein Aufbrausen bei Zugabe von Säure). Der pH-Wert des Bodens liegt im schwach sauren bis neutralen Bereich. Zwei elektrometrische Messungen in wässriger Lösung am 12. 10. 1986 ergaben die Werte pH 6,1 und 6,3.

## 3. Die einzelnen Gesellschaften

### 3.1 *Alisma gramineum*-Gesellschaft (Tab. 1)

Im Sommer entwickeln sich dichte Bestände von *Alisma gramineum* und *Potamogeton pectinatus* in bis zu einem Meter Wassertiefe. Dazwischen wachsen Fadenalgen heran, die besonders 1987 große „Watten“ gebildet haben. Die Ursache hierfür ist die Düngung der umliegenden Felder im Herbst 1986. Als Begleitpflanzen

treten *Polygonum amphibium* und *Ranunculus trichophyllos* auf. Innerhalb der drei Untersuchungsjahre konnte nur 1986 *Lemna minor* beobachtet werden. Die Art wurde wohl von Wasservögeln eingeschleppt. Im darauffolgenden Jahr trat *Lemna minor* nicht in Erscheinung, da die Art im völlig ausgetrockneten Boden nicht überdauern kann. *Alisma gramineum* hat bei 0,5–1 m hohem Wasserstand linealbandförmige Schwimmblätter. Verringert sich die Wasserhöhe, bilden sich lanzettliche bis ovale Blätter, und die Pflanzen beginnen zu blühen. Nach der Samenbildung sterben die oberirdischen Organe schnell ab. Wie die phänologischen Beobachtungen von 1987 zeigen, verliefen die Bildung der lanzettlich-ovalen Blätter und die Samenproduktion innerhalb eines Monats:

- 21. 7. Blätter lineal-bandförmig
- 6. 8. Blätter lanzettlich bis oval,  
Pflanze mit Blütenknospen
- 17. 8. Pflanzen blühend
- 31. 8. Pflanzen mit reifem Samen
- 17. 9. Pflanzen oberirdisch abgestorben

Die Blätter waren 1986 bereits am 9. 9. vergilbt. Am 12. 10. und 2. 11. 1986 konnten schon Jungpflanzen im Bereich der ehemaligen Wasserfläche beobachtet werden. Die Samen von *Alisma gramineum* können bereits nach wenigen Tagen keimen. Eine hohe Keimungsrate

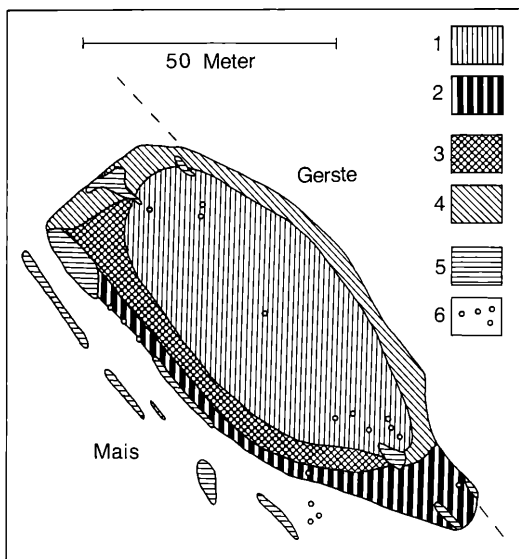


Abbildung 1. Vegetationskarte des Litzelsees (August 1987)

- 1 *Alisma gramineum*-Gesellschaft mit Wasserpflanzen
- 2 *Alisma gramineum*-Gesellschaft ohne Wasserpflanzen
- 3 *Juncus bufonius*-Gesellschaft
- 4 *Polygono-Bidentetum tripartitae*
- 5 *Schoenoplectus lacustris*-Bestände
- 6 *Schoenoplectus lacustris*-Einzelpflanzen

Die *Riccia cavernosa*-Gesellschaft war zu dieser Zeit noch nicht entwickelt.

Tabelle 1. *Alisma gramineum*-Gesellschaft

Nr.	1	2	3	4
Fläche (m <sup>2</sup> )	50	50	50	20
Vegetationsbedeckung (%)	90	80	100	50
Momentane Wasserhöhe (cm)	50	30	30	
Artenzahl	3	5	3	5
Kennzeichnende Arten:				
<i>Alisma gramineum</i> (Landform)	4	3	3	3
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3	3	2b	
Sonstige:				
<i>Polygonum amphibium</i> (Landform)		1		1
<i>Lemna minor</i>	1			
<i>Ranunculus trichophyllos</i>		+		
<i>Agropyron repens</i>		+		
cf. <i>Oedogonia spec.</i>			3	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>				1
<i>Rorippa palustris</i>				1
<i>Phalaris arundinacea</i>				+

Spalte 1–3: Ausbildung mit *Potamogeton pectinatus*

Spalte 4: Ausbildung ohne Wasserpflanzen

Aufnahmedaten: 1 und 2: 1. 7. 1986, 3: 7. 8. 1987, 4: 17. 8. 1987

ist nach den Untersuchungen von BJÖRQVIST (1967) allerdings nur nach mechanischer Beschädigung von Perikarp und Testa sowie nach Frosteinwirkung gegeben. Die Weiterentwicklung der *Alisma gramineum*-Pflanzen wurde durch den Umbruch der Parzelle beendet.

*Ranunculus trichophyllos* und *Polygonum amphibium* bilden nach Absinken des Wasserstands Landformen. Die *Potamogeton pectinatus*-Pflanzen sterben beim Austrocknen des Tümpels ab. Durch ihre Turionen ist eine Besiedlung im nächsten Jahr gewährleistet, auch wenn der Boden zwischenzeitlich ganz austrocknet und die Parzellen umgebrochen werden. Bereits BAUMANN (1911) verweist auf die Fähigkeit von *Potamogeton pectinatus*, in Form der Turionen im trockengefallenen Schlickboden am Bodenseeufer überwintern zu können.

Im Randbereich, wo das Wasser maximal wenige Zentimeter hoch stand, bildete sich 1987 eine *Alisma gramineum*-Gesellschaft ohne Wasserpflanzen (Tab. 1, Sp. 4). Den nur 10–20 cm hohen Zwergformen fehlten die bandförmigen Schwimmblätter. Die Pflanzen kamen trotz ihrer geringen Größe zum Blühen.

Über *Alisma gramineum*-Bestände ist bisher wenig bekannt. Vegetationsaufnahmen liegen aus der Obersee (PHILIPPI 1985) und aus Mittelfranken (von Fischteichen, FRANKE 1987) vor. Am Untersee befinden

sich *Alisma gramineum*-Bestände in Uferbereichen, die während des Winters trockenfallen. Während die Art in den 1960er Jahren im Potamogetonetum graminei (OBERD. 1957) PASS. 1964 vorkam (LANG 1973), ist sie heute vor allem im Najadetum intermediae LANG 1973 zu finden.

VON HENN in KIEFER & EINSLE (1963), LANG (1973) und MATTERN (1983) wird *Alisma plantago-aquatica* vom Litzelsee angegeben. Diese Art wurde zwischen 1983 und 1987 nie beobachtet.

### 3.2 Characeen-Bestände

Im Spätsommer 1986 traten Characeen (*Chara* cf. *fragilis*) auf, die sich bis Oktober in der Restwasserfläche hielten. Aufgrund der starken Fadenalgenentwicklung waren 1987 nur sehr wenige Individuen zu finden.

### 3.3 Schoenoplectus lacustris-Bestände

Die Entwicklung dichter *Schoenoplectus lacustris*-Bestände wird durch den regelmäßigen Umbruch der Flächen verhindert. Trotzdem wachsen *Schoenoplectus lacustris*-Pflanzen im Frühjahr schnell heran, da die tief im Boden gelegenen Rhizome beim Umpflügen kaum geschädigt werden. Die ersten Halme wurden 1986 Mitte Mai beobachtet. Im Laufe des Sommers vermehren sich die Pflanzen dann vegetativ, und es entstehen zum Herbst hin lückige Röhrichtbestände.

12. 10. 1986 trockengefallener Tümpelrand, 10 m<sup>2</sup>, Vegetationsbedeckung 30%.

- 3 *Schoenoplectus lacustris*
- 2m *Lemna minor*
- 1 *Agropyron repens*

Außerdem *Alisma gramineum*, *Chara* spec. und *Potamogeton pectinatus* abgestorben.

Nach S. SCHUSTER (mdl. Mitt.) erinnern sich ältere Markelfinger Einwohner daran, daß vor 1943 am Litzelsee im Spätsommer die „Binsen“ als Flechtmaterial genutzt wurden. Die *Schoenoplectus lacustris*-Bestände waren damals wohl größer, da die Flächen nicht jedes Jahr umgebrochen wurden.

### 3.4 Polygono-Bidentetum tripartitae (Tab. 2)

Am Gewässerrand entwickeln sich Bestände von *Bidens tripartita* und *Polygonum lapathifolium*. Die Jungpflanzen dieser Arten wachsen bereits im April/Mai heran. Im Juli blüht *Polygonum lapathifolium*, während *Bidens tripartita* erst im August zu blühen beginnt.

Typisch für diese Bestände sind *Rorippa palustris*, *Plantago intermedia* und *Echinochloa crus-galli*. Die Deckung der Krautschicht beträgt zwischen 40 und 100%. Die Bestände werden um 1,5 m hoch. Da das Polygono-Bidentetum an Nanocyperion-Gesellschaften anschließt, ist *Juncus bufonius* regelmäßig zu finden.

*Bidens tripartita*-Bestände sind im Bodenseegebiet selten. Bei LANG (1973) sind keine Gesellschaften, in denen diese Art dominiert, durch Vegetationsaufnahmen belegt.

Die Bestände am Litzelsee gehören dem Polygono hy-

Tabelle 2. Polygono – Bidentetum tripartitae

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Fläche (m <sup>2</sup> )	10	10	20	20	20	25	6
Vegetationsbedeckung (%)							
Krautschicht	95	90	50	40	100	80	60
Mooschicht			5			5	
Artenzahl	5	13	6	14	14	23	8

Kennzeichnende Arten:

<i>Bidens tripartita</i>	5	4	3	2a	4	3	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	+	2b	1	3	3	2b	+
<i>Rorippa palustris</i>				1	1	1	
<i>Alopecurus aequalis</i>							1 4

Sonstige:

<i>Plantago intermedia</i>	+	+	1	1	1	1	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>			2a	+	+	1	
<i>Juncus articulatus</i>	+		2b	1			1
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	1			1		1	
<i>Trifolium repens</i>				+	+	1	
<i>Lemna minor</i>		+	1	1			
<i>Rumex crispus</i>				1		1	
<i>Juncus bufonius</i>				1	3	3	
<i>Epilobium adnatum</i>						1	+
<i>Polygonum aviculare</i> s. l.			1	1			
<i>Polygonum amphibium</i> Landform		1					
<i>Epilobium hirsutum</i>							+
<i>Agropyron repens</i>						1	1
<i>Gnaphalium uliginosum</i>						1	1
<i>Chenopodium polyspermum</i>						1	+

Moose:

cf. <i>Physcomitrium eurystomum</i>		1				1	
<i>Leptobryum pyriforme</i>			2m				1

Außerdem: 2: *Riccia cavernosa* +, *Bryum klinggraeffii* 1. 4: *Ranunculus trichophyllos* Landform 1, *Alisma gramineum* Landform 2a. 5: *Apera spica-venti* +, *Setaria glauca* +, *Vicia tetrasperma* 1. 6: *Poa annua* +, *Potentilla reptans* +, *Sonchus asper* +, *Myosoton aquaticum* 1, *Physcomitrella patens* 1.

Sp. 1–6: typische Ausbildung

Sp. 7: *Alopecurus aequalis*-Bestand

Aufnahmedaten: 1.–4. und 7.: 9. 9. 1986, 5. und 6.: 17. 8. 1987

dropiperis-Bidentetum tripartitae LOHM. in TX. 1950 an. In ihnen kommen aber weder *Polygonum mite* noch *Polygonum hydropiper* vor. Durch die landwirtschaftliche Nutzung fehlen hier im Gegensatz zu Beständen aus dem Oberrheingebiet mehrjährige nitrophytische Arten (z. B. *Urtica dioica* und *Convolvulus sepium*) (s. PHILIPPI 1984).

Neben dem Polygono-Bidentetum sind am Litzensee auch noch vereinzelt niederwüchsige Bestände von *Alopecurus aequalis* zu finden (Tab. 2, Spalte 7). Diese Art dringt in der flutenden Form (f. *natans*, vgl. OESAU 1976) bis ins 30 cm tiefe Wasser vor. 1987 waren diese Bestände nicht entwickelt. *Alopecurus aequalis* kam nur in der *Juncus bufonius*-Gesellschaft vor. Die pflanzensoziologische Bewertung dieser Bestände ist unterschiedlich. Während OBERDORFER (1983) die Fassung als eigene Assoziation bevorzugt, belegt OESAU (1976) durch umfangreiches Aufnahmehaterial, daß *Alopecurus aequalis* in verschiedenen Assoziationen als dominierende Art auftreten kann. Demnach sind die *Alopecurus aequalis*-Bestände am Litzensee dem Polygono-Bidentetum zuzuordnen.

*Alopecurus aequalis* war bisher am Litzensee nicht nachgewiesen worden. Bei SEYBOLD (1977) ist für das gesamte westliche Bodenseegebiet kein Vorkommen verzeichnet. Die Art ist im westlichen Bodenseegebiet selten und als gefährdet einzustufen.

### 3.5 Zwergbinsen-Gesellschaften

Die Zwergbinsen-Gesellschaften (Nanocyperion) werden vorwiegend von einjährigen Arten gebildet, die zur Entwicklung von der Keimung der Samen bis zur Samenreife nur wenige Wochen benötigen. Die Arten treten als Erstbesiedler von noch vegetationsfreien Böden auf.

Am Litzensee wächst *Juncus bufonius* im Frühjahr heran und blüht bereits Ende Mai. Erst im Spätsommer und Herbst kommen *Cyperus fuscus*, *Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum* und *Physcomitrella patens* zur Blüte bzw. Sporenbildung. Von *Rorippa palustris* und *Gnaphalium uliginosum* entwickeln sich zwei Generationen. Die Pflanzen der ersten Generation blühten 1987 im Juni/Juli und sind Anfang August abgestorben. Ende August/Anfang September kamen inzwischen neu herangewachsene Individuen dieser Arten zum Blühen. Auch von *Juncus bufonius* waren Jungpflanzen der zweiten Generation, die aber nur selten blühten, zu beobachten.

#### 3.5.1 *Juncus bufonius*-Gesellschaft (Tab. 3, Sp. 1–3)

*Juncus bufonius* bildet am Gewässer dichte Bestände. Die Vegetationsbedeckung beträgt über 90 %. Als weitere charakteristische Art ist *Gnaphalium uliginosum* zu nennen. *Rorippa palustris* ist hier häufiger als im Polygono-Bidentetum. Die Übergänge von der *Juncus bufonius*-Gesellschaft zum Polygono-Bidentetum sind fließend. *Polygonum lapathifolium* und *Bidens tripartita* sind deshalb häufige Begleiter der *Juncus bufonius*-Ge-

sellschaft, bleiben aber niederwüchsiger. Als floristische Besonderheiten konnten 1987 *Veronica scutellata* und 1983 *Centaureum pulchellum* beobachtet werden. Ab August ist *Cyperus fuscus* in den *Juncus bufonius*-Beständen zu finden (Erstbeobachtungen blühender Pflanzen: 9. 9. 1986, 17. 9. 1987).

Die *Juncus bufonius*-Bestände sind als kennartenlose Gesellschaft des Nanocyperion beschrieben (vgl. PHILIPPI 1977). Durch das Vorkommen von *Cyperus fuscus* wäre auch eine Zuordnung zum Cyperetum falvescentifusci KOCH 1928 em. PHIL. 1969 möglich. Da die Art aber nur an sehr wenigen Stellen zu finden ist, erscheint dies nicht sinnvoll.

#### 3.5.2 *Riccia cavernosa*-Gesellschaft (Tab. 3, Sp. 4–10)

Im Spätsommer, wenn das Gewässer austrocknet, entwickelt sich eine weitere Nanocyperion-Gesellschaft auf dem schlammigen Boden. Die Bestände entstehen zuerst kleinflächig am Gewässerrand. Ist der Tümpel völlig ausgetrocknet, entwickeln sich die Bestände großflächig im Bereich der ehemaligen Wasserfläche. Es handelt sich um eine typische „Teichbodengesellschaft“. Die *Alisma gramineum*-Pflanzen sind meist schon abgestorben, wenn sich die *Riccia cavernosa*-Gesellschaft entwickelt.

Die Besiedlung des Schlammbodens erfolgt durch die Algen *Botrydium granulatum* und *Vaucheria spec.* (Tab. 3, Spalte 8–10). Vereinzelt entwickeln sich bereits Moos-Protonemen. In einer zweiten Phase kommen die Moose *Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum*, *Physcomitrella patens* zur Entwicklung und Sporenreife. Die drei Arten sind am Gewässerrand vor allem mit *Leptobryum pyriforme* und *Bryum klinggraeffii* vergesellschaftet. Am 30. 9. 1987 konnte M. AHRENS außerdem *Riccia glauca* beobachten. Von *Gnaphalium uliginosum*, *Rorippa palustris* und *Juncus bufonius* wachsen die Pflanzen der zweiten Generation heran.

Am Gewässerrand steht die Gesellschaft im Kontakt zum Polygono-Bidentetum. Diese Ausbildung läßt sich durch *Polygonum lapathifolium*, *Bidens tripartita* und *Echinochloa crus-galli* differenzieren. Dort ist auch *Cyperus fuscus* zu finden, wohingegen die Art auf dem Tümpelboden nie beobachtet wurde. Die charakteristischen Moosarten sind nicht in jedem Jahr im selben Mengenverhältnis zu finden. 1983 waren alle drei Arten anzutreffen. Sie kamen Ende September zur Sporenreife. 1986 hatten die Moosarten einen Monat später als 1983 Sporen ausgebildet. *Physcomitrella patens* konnte 1986 nicht beobachtet werden. *Physcomitrium eurystomum* wuchs 1987 vor allem in Polygono-Bidentetum. Für die *Riccia cavernosa*-Gesellschaft dagegen war *Physcomitrella patens* typisch. Die Entwicklung der Moosarten ist vom Witterungsverlauf im Spätsommer abhängig. Da das Grundwasser völlig abgesunken ist – der Boden zeigt dann typische Trockenrisse – sind die Moose in dieser Zeit auf Niederschläge angewiesen. Die schlechte Entwicklung der Moosgesellschaft 1986 ist wahrscheinlich auf den trockenen September zu-

Tabelle 3. Nanocyperion-Gesellschaften

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Fläche (m <sup>2</sup> )	25	25	1	1	1	2	2	0,5	0,6	2	<i>Alopecurus aequalis</i>	+	+							+		1		
Vegetationsbedeckung (%)											<i>Alisma gramineum</i> Landform	+											1	
Krautschicht	95	80	50	70	50	70	30	40	60	40	<i>Agropyron repens</i>					1								
Moosschicht				30	5	5	20	10	5	10	<i>Polygonum amphibium</i> Landform	1	+											
Artenzahl	15	11	9	12	13	8	8	6	7	7	<i>Trifolium repens</i>	1	+											
Kennzeichnende Arten:											<i>Plantago intermedia</i>			1		2a								
<i>Riccia cavernosa</i>				1	1	1	2a	2a	2m	2a	<i>Schoenoplectus lacustris</i>		+							+				
<i>Physcomitrium eurystomum</i>				3	2m	2a			1		<i>Setaria glauca</i>					2b	+							
<i>Physcomitrella patens</i>				1			2a				<i>Poa annua</i>				1		+							
<i>Cyperus fuscus</i>			+	2a	2b						<i>Juncus articulatus</i>					1				+				
Klassenkennarten:											Außerdem: 1: <i>Agrostis stolonifera</i> 1, <i>Glyceria plicata</i> +, <i>Epilobium adnatum</i> +, <i>Veronica scutellata</i> +, <i>Epilobium hirsutum</i> +, <i>Ranunculus trichophyllos</i> +. 4: <i>Pottia truncata</i> 1, <i>Bryum klinggraeffii</i> 1, <i>Leptobryum pyriforme</i> 1. 5: <i>Polygonum aviculare</i> s. l. +.													
<i>Juncus bufonius</i>	4	4	3	2a	1	1			+	+	Sp. 1– 3: <i>Juncus bufonius</i> -Gesellschaft													
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	1	2a	2b				1	3		+	Sp. 4–10: <i>Riccia cavernosa</i> -Gesellschaft													
Trennarten der Ausbildungen:											Sp. 4– 6: Ausbildung mit <i>Polygonum lapathifolium</i>													
<i>Polygonum lapathifolium</i>	2a	1	+		+	2a	1				Sp. 7–10: Typische Ausbildung													
<i>Bidens tripartita</i>	+	+				+					Sp. 8–10: Initiale Phase													
<i>Echinochloa crus-galli</i>		+		3							Aufnahmedaten: 1. u. 2: 7. 8. 1987, 3: 12. 10. 1986, 4: 17. 9. 1987, 5: 9. 9. 1986, 6: 2. 11. 1986, 7: 3. 11. 1987, 8 u. 9: 12. 10. 1986, 10: 3. 11. 1987													
<i>Botrydium granulatum</i>									1	3	1													
<i>Vaucheria spec.</i>									1	2b														
Sonstige:																								
<i>Rorippa palustris</i>	2a	2b	2a		1	4	2a	3		3														
<i>Myosoton aquaticum</i>	1	+			r					r														

rückzuführen (27,6 mm Niederschläge; langjähriges Monatsmittel: 76,6 mm; Daten bezogen auf Konstanz).

Die geringe Ausdehnung der Moosgesellschaft 1987 ist dagegen auf die enorme Algenproduktion im Gewässer zurückzuführen. Die abgestorbenen Algenwatten überzogen als dicke „Teppiche“ den Tümpelboden. *Riccia cavernosa* entwickelte sich deshalb nur am Rand im Bereich der *Alisma gramineum*-Gesellschaft in der Ausbildung ohne Wasserpflanzen.

Die Vorkommen von *Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum* und *Physcomitrella patens* wurden bereits 1966 von G. LANG und GÜNTER PHILIPPI am Litzelsee festgestellt (GEORG PHILIPPI 1968 b). Im Bodenseegebiet sind von *Riccia cavernosa* lediglich zwei kleinere und sporadische Vorkommen bekannt (AHRENS mdl. Mitt.). Die nächsten in der Literatur bekannten Vorkommen liegen am Hochrhein (PHILIPPI 1968 b) und bei Salem (JACK: DÜLL 1969). *Physcomitrella patens* kommt im Bodenseegebiet vereinzelt vor, während *Physcomitrium eurystomum* nur vom Litzelsee bekannt ist (AHRENS mdl. Mitt.).

*Riccia cavernosa*, *Physcomitrium eurystomum* und

*Physcomitrella patens* gelten als Kennarten des Cypero-Limoselletum (OBERD. 1957) KORN. 1960, bzw. von PHILIPPI (1968 a) neu beschriebenen Riccio cavernosae-Limoselletum auf kalkreichem Untergrund. *Limosella aquatica* ist jedoch im Bodenseegebiet aktuell nicht bekannt (SEYBOLD 1977). Lediglich ein Vorkommen zwischen Iznang und Moos wird von BAUMANN (1911) genannt (seither unbestätigt). PHILIPPI (1968 a) gibt aber auch Vegetationsaufnahmen von Beständen ohne *Limosella aquatica* aus der Oberrheinebene wieder. *Cyperus fuscus* kommt in den dortigen Beständen ebenfalls vor.

Gesellschaften mit ähnlicher Artenzusammensetzung sind auch als reine Moosgesellschaften beschrieben worden (Riccio-Physcomitrelletum (ALLORGE 1921) v. HÜBSCHMANN 1957, vgl. HÜBSCHMANN 1986).

#### 4. Dynamik und Veränderungen der Vegetation

Die zeitliche Entwicklung der Pflanzengesellschaften ist im wesentlichen durch die hydrologischen Verhältnisse bedingt. Die Grenzen der einzelnen Vegetationseinheiten sind einer starken Dynamik unterworfen, die zusätzlich vom Zufall der Ansiedlung der einzelnen Arten abhängt. Die Vegetation ist deshalb in jedem Jahr unterschiedlich ausgebildet. Als Bestandsbilder treten jedoch immer die gleichen Arten auf. Das regelmäßige Pflügen des Bodens verhindert die Sukzession zu Großseggen- bzw. Röhrichtgesellschaften und Gebüsch. Die Vegetation wird deshalb vorwiegend von therophytischen Arten aufgebaut.

Bereits nach einer zweijährigen Brache nimmt der Anteil an Rhizom-Geophyten zu, wie 1982–1983 zu beobachten war. *Agropyron repens* bildete im zweiten Jahr dichte Bestände.

14. 8. 1983, breiter saumartiger Bestand (1 x 5 m) zwischen *Alisma gramineum*-Bestand und Arrhenatheretum eliatoris, Vegetationsbedeckung 100 %:

5 *Agropyron repens* + *Carex hirta*

1 *Juncus articulatus* + *Cirsium arvense*

1 *Agrostis stolonifera* + *Rumex crispus*

*Cirsium arvense*, *Tussilago farfara*, *Juncus effusus* und *Carex hirta* wurden während des Untersuchungszeitraumes nur 1983 beobachtet. Außerdem wuchsen bereits nach zweijähriger Brache Jungpflanzen von *Salix cinerea* heran.

Einzelne Arten sind neu für die Flora des Litzelsees. *Lemna minor* wurde 1986 wahrscheinlich durch Wasservogel eingebracht. *Cyperus fuscus* wurde 1986 erstmals nachgewiesen. Auffällig ist, daß weder HENN in KIEFER & EINSLE (1963) noch LANG (1973) *Alopecurus aequalis* vom Litzelsee erwähnen. Die Angabe von *Alopecurus geniculatus* bei MATTERN (1983) beruht offensichtlich auf einer Verwechslung.

Eine Art ist verschollen. *Potentilla norvegica* kam nach HENN in KIEFER & EINSLE (1963) 1959 massenhaft vor, 1960–1962 wurde sie nicht gefunden, dafür 1963 als Ackerunkraut. Der letzte Nachweis erfolgte 1967 (HENN, Exkursionsprotokoll).

#### 5. Naturschutz

Der Litzelsee ist eines der wenigen temporären Gewässer im Bodenseegebiet. Die Bidention- und Juncion bufonii-Gesellschaften sind regional selten, da sie am Bodenseeufer nicht vorkommen.

Das Gebiet ist deshalb schutzwürdig. Die landwirtschaftliche Nutzung sollte bestehen bleiben, da sonst der pionierartige Charakter der Vegetation verlorengeht. Auf den Einsatz von Dünger und Bioziden sollte verzichtet werden.

Außerdem bleibt zu hoffen, daß die Hydrologie des Litzelsees nicht verändert wird (z. B. indem beim Bau einer neuen Bundesstraße wasserführende Schichten ange-rissen werden).

#### Literatur

- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol./Suppl., 1: 1–554; Stuttgart.
- BJÖRKQVIST, I. (1967): Studies in *Alisma L.* – I. Distribution, variation and germination. – Opera Botanica, 17: 128 S.; Lund.
- DÜLL, R. (1969): Moosflora von Südwestdeutschland. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F., 10: 39–138; Freiburg i. Br.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1983): Moosflora. – 522 S.; Stuttgart.
- FRANKE, Th. (1987): Pflanzengesellschaften der fränkischen Teichlandschaft. – Ber. naturf. Ges. Bamberg, 61 (2) (1986): 1–192; Bamberg.
- HÜBSCHMANN, A. v. (1986): Prodrum der Moosgesellschaften Zentraleuropas. – Bryophytorum Bibliotheca, 32, 413 S.; Berlin, Stuttgart.
- KIEFER, F. & EINSLE, U. (1963): Vom Litzelsee bei Markelfingen. Beobachtungen an Kleinkrebsen eines periodischen Frühjahrstümpels. – Schrift. Ver. Gesch. Bodensee, 81: 1–10; Konstanz/Lindau.
- LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Pflanzensoziologie, 17: 451 S.; Jena.
- MATTERN, H. (1983): Notizen über die Algenflora im Uferbereich und in der Umgebung des Mindelsees. In: Der Mindelsee bei Radolfzell. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 11: 219–269; Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 4. Aufl., 997 S.; Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1983): Klasse Bidentetea. In: E. OBERDORFER (Hrsg.) Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 2. Aufl. Teil III., 455 S.; Jena.
- OESAU, A. (1976): Zur Biologie von *Alopecurus aequalis* L. (Gramineae). Keimung, Phytographie, Soziologie – Mz. Naturw. Arch., 14: 151–181; Mainz.
- PHILIPPI, G. (1968a): Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der Cyperetalia fuscii) des Oberrheingebietes. – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspflege Bad.-Württ., 36: 65–130; Karlsruhe.
- PHILIPPI, G. (1968b): Neue Moosfunde aus dem südlichen Rheingebiet zwischen Bodensee und Mannheim (sowie angrenzenden Gebieten). – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F., 9: 687–724; Freiburg i. Br.
- PHILIPPI, G. (1977): Klasse Isoeto-Nanojuncetea. – In E. OBERDORFER (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. 2. Aufl., 311 S.; Jena.
- PHILIPPI, G. (1984): Bidentetea-Gesellschaften aus dem südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Tuexenia, 4: 49–79; Göttingen.
- PHILIPPI, G. (1985): Das Eleocharitetum acicularis im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Tuexenia, 5: 59–72; Göttingen.
- SEYBOLD, S. (1977): Die aktuelle Verbreitung der Höheren Pflanzen im Raum Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 9: 1–201; Karlsruhe.



ADAM HÖLZER &amp; AMAL HÖLZER

# Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald)

## Kurzfassung

Ein kurzer Profilabschnitt aus dem Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald wurde bezüglich der Pollen, Großreste und der chemischen Zusammensetzung in 1-cm-Abständen untersucht. Aufgrund der Ergebnisse aus den Pollenanalysen gibt es die Vegetationsentwicklung etwa der letzten 400 Jahre wieder. Der Pollenniederschlag repräsentiert mehr die regionale als die lokale Vegetation. Beachtlich ist der hohe Anteil an Arten aus tieferen Lagen.

Bei den Großresten lassen sich aufgrund der Torfmoose feuchtere und trockenere Phasen der Moorbildung unterscheiden. Dabei spielt ein Brandhorizont eine wichtige Rolle.

Bei den chemischen Analysen wurden 31 Parameter gemessen. Viele Elemente zeigen eine Zunahme nach oben, was sich aber wenigstens zum Teil natürlich erklären läßt. Andere Elemente wie Silizium und Titan sind weitgehend immobil.

Besonders fallen noch Pollenfunde vom *Ephedra distachya*-Typ auf. In den gleichen Tiefen finden sich auch Peaks bei einigen chemischen Elementen. Es handelt sich wohl um die bekannten Staubstürme, die Staub z. B. aus Nordafrika zu uns bringen.

Die parallele Bearbeitung der drei Fachgebiete hat sich als sehr nützlich erwiesen.

## Abstract

**Research on the later history of vegetation and settlement in the Blindensee-Moor (Central Black Forest, SW-Germany)**

A short profile of the upper 30 centimeters of the Blindensee-Moor in the Central Black Forest has been analysed for pollen, plant macrofossils and chemistry in intervals of 1 centimeter. It shows the development of the bog and of the vegetation during the last 400 years.

The pollen rain represents more the regional than the local vegetation. There is a high number of species of lower altitudes. From the macrofossils one can know more humid or trrier phases. An ash layer caused a more humid phase.

31 chemical factors have been analysed. Many elements rise in the upper part of the profile. But this can be explained not only by the increased input of heavy metals but there exist also natural explanations for at least part of this increase. Other elements like Si and Ti are rather immobile.

Pollen of *Ephedra* could be detected, which agree very well with peaks in the chemical diagramm.

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

## Autoren

Dr. ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe 1.

## 1. Einleitung

Aus dem südlichen und nördlichen Teil des Schwarzwaldes liegen zahlreiche pollenanalytische Untersuchungen vor. Aus dem Mittleren Schwarzwald dagegen gibt es kaum entsprechende Arbeiten, obwohl dieses Gebiet eine Reihe von geeigneten Vermoorungen aufweist. Außer der Arbeit von HAUFF (1978) sind nur noch zwei Arbeiten zu nennen, die aber nicht veröffentlicht sind: MITTRACH (1973) und OLLI-VESALAINEN (1980). Die Arbeiten sind aber nur unter Schwierigkeiten mit der vorliegenden zu vergleichen. Bei HAUFF (1978) wurden nur wenige Pollentypen unterschieden. Die anderen beiden Arbeiten legen nur geringen Wert auf die Untersuchung der jüngsten Geschichte.

Die Anfänge der vorliegenden Arbeit liegen schon in den Jahren 1974–1975, als das Blindensee-Moor in aktuell-vegetationskundlicher und ökologischer Hinsicht bearbeitet wurde (HÖLZER 1977). Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch die Stratigraphie des Moores anhand eines Gitternetzes, welches über das Moor gelegt wurde, untersucht. Dabei tauchten eine Reihe Fragen auf, die sich nur durch Bearbeitung von Bohrkernen klären ließen. Es war deshalb geplant, eine weitere Arbeit folgen zu lassen, die sich den Verhältnissen in der Vergangenheit des Moores widmen sollte. Die vorliegende Arbeit behandelt einen ersten Teilaspekt dieser umfassenden Arbeiten.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Blindensee-Moor liegt im Mittleren Schwarzwald zwischen Elz und Gutach in einer Höhe von etwa 1000 Meter. Über die genaue Lage gibt Abbildung 1 Auskunft.

Geologisch gehört das Gebiet zum Großen Mittelschwarzwälder Triberg-Hornberger Granit-Massiv, das sich aus dem Quellgebiet der Donau im Süden bis in jenes der Kinzig im Norden erstreckt. Nicht weit im Süden und Westen des Moores beginnt das Gneis-Gebiet. Östlich schließt sich der Buntsandstein an. Der Hauptteil des Moores liegt in einer leichten Senke, die nach Osten zur Gutach hin entwässert. Nur ein kleiner Teil im Norden des Moores erstreckt sich über die Wasserscheide und entwässert zur Elz.

Die Niederschläge betragen in Triberg, für das ein langjähriges Mittel vorliegt, 1461 mm/Jahr. Im Bereich des Blindensee-Moores, das weiter im Westen liegt, dürften die Niederschläge etwas höher sein.

Das Blindensee-Moor ist eines der ehemals zahlreichen Moore im Mittleren Schwarzwald im Bereich Triberg-Furtwangen, von

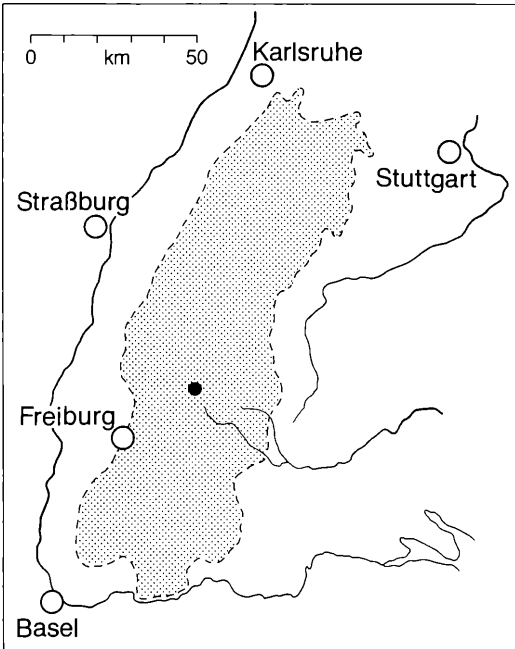


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

denen aber viele ganz oder wenigstens teilweise abgetorft sind. Das Blindensee-Moor ist das am besten erhaltene und wohl auch schönste. Vor allem zeichnet es sich durch einen großen Kolk aus, der viele Leute anzieht.

## 2.2 Methoden

Das Profil wurde im Mai 1980 am Süden des Bult-Schlenken-Komplexes ganz in der Nähe der Bohrstelle von MITTRACH (1972) als Torfkörper von etwa 20 x 20 x 35 cm mit einem Spaten entnommen. Im Labor wurden die äußeren Schichten dieses Torfkörpers erneut abgeschnitten und der verbleibende saubere Rest in Scheiben von 1 cm Dicke aufgeteilt. Der wiederum äußere Teil dieser Scheiben diente der Großrestanalyse. Aus dem inneren Teil, der für die chemischen Analysen verwendet wurde, wurde etwa 1 Gramm Torf für die Pollenanalysen ausgestochen. Die Proben für die Großreste (etwa 50 ccm) wurden in 5 %iger Kalilauge leicht erwärmt und dann durch ein Sieb von 200 Mikrometer Maschenweite gegossen. Danach wurden die Proben unter einem Stereomikroskop durchgesehen, unter dem Mikroskop nachbestimmt und der Anteil der einzelnen Komponenten an der Gesamtmasse geschätzt.

Die Proben für die Pollenanalysen wurden nach Erhitzen in Kalilauge acetolysiert (FAEGRI & IVERSEN 1975). Aufbewahrt wurden die Proben in Glycerin. Danach wurden Präparate in Glyceringelatine angefertigt und diese gezählt. Die Bezugssumme für die Darstellung bilden die Baumpollen (BP).

Die Messung der chemischen Parameter erfolgte folgendermaßen: Der pH-Wert wurde in dem noch nassen Torf in 0,01 M $\text{CaCl}_2$ -Lösung gemessen (BLACK 1965). Der restliche Torf wurde bei 105°C getrocknet und dann mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte photometrisch nach Aufschluß nach ALLEN (1974) mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode, die von Kohlenstoff nach

BLACK (1965), aber mit photometrischer Messung. Der NaOH-Auszug ist auf ein Gramm trockenen Torf pro Liter bezogen. Die Veraschung erfolgte bei 550°C. Aufschlüsse für Silizium erfolgten mit NaOH-Schmelze, für Titan mit Kaliumdisulfat-Schmelze. Die Bestimmung der Elemente erfolgte photometrisch mit Ammoniummolybdat, bzw. Tiron.

Die Analyse der restlichen Elemente erfolgte nach einem Aufschluß mit Salpetersäure-Schwefelsäure. Photometrisch gemessen wurden: P mit Ammoniummolybdat, Fe mit Orthophenanthrolin und Al mit Aluminon. Ferner wurden folgende Geräte verwendet: Ein Atomabsorptionspektrophotometer Pye-Unicam SP 90 für die Elemente Ca, Mg und Mn, ein Flammenphotometer der Firma Lange für Na und K, ein Polarograph Metrohm E626 mit Inversvoltametriezubehör für Cu, Sb, Sn, Pb, Zn, Ni, Co und Mo. Erst im Jahr 1988 wurden die Elemente Be, Li, Sr, Cr und V nach einem erneuten Aufschluß mit einem Philips SP9 mit Graphitrohrsystem PU9095 bestimmt. Die Auswertung der umfangreichen Daten erfolgte mit einem Apple-Microcomputer. Die Diagramme konnten mit einem Plottprogramm, das Herr P. THOMAS entwickelte, auf einem Plotter HP 7570 A mit PC Zenith gezeichnet werden. Herrn THOMAS gilt mein besonderer Dank dafür.

## 3. Großreste (Tafel 2, Beilage)

Das Großrestdiagramm läßt sich in 4 Abschnitte gliedern. Dabei spielt hauptsächlich die Dominanz der Torfmoose eine Rolle.

Torfmoose eignen sich hervorragend zur Beschreibung der Feuchtigkeits- und Trophiebedingungen. Einschränkung muß nur gesagt werden, daß die Gruppe der *Acutifolia* Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Arten zeigt. Im vorliegenden Fall dürfte aber das Problem auf die Unterscheidung von *S. rubellum* und *S. nemoreum* beschränkt sein. Im Profil wurden ausschließlich Stammbblätter vom *S. rubellum*-Typ gefunden und man darf deshalb beim Vorkommen der Section *Acutifolia* wohl von recht feuchten Standortsbedingungen ausgehen. Es könnte aber auch sein, daß Stammbblätter von *S. nemoreum* wegen der größeren Trockenheit schlechter erhalten bleiben und deshalb nicht gefunden wurden. *S. magellanicum* dagegen ist mehr ein Zeiger für trockenere Bedingungen. Im Bult-Schlenken-Komplex des Blindensee-Moores steht *S. magellanicum* meist auf den Bultköpfen, *S. rubellum* dagegen mehr an den Bultfüßen oder in den nassen Bereichen zwischen den Bulten. *S. angustifolium* findet sich als Einzelpflanze zwischen den beiden anderen Arten. Es kann aber auch ausgedehnte Flächen bilden. *S. cuspidatum* steht dagegen sehr feucht bis flutend im Wasser der Schlenken.

Bei den Cuspidata bereitet die Unterscheidung von *S. fallax* und *S. angustifolium* anhand der Astblätter Schwierigkeiten. Das Merkmal der Porenverhältnisse in den hängenden Ästen ist kein eindeutiges Merkmal, selbst wenn man im Torf hängende und abstehende Äste unterscheiden kann. Stammbblätter fanden sich recht selten. Die wenigen wiesen aber auf *S. angustifolium*.

Die Vorkommen der Arten und ihrer Kombinationen sind durch 6 Aufnahmen belegt (Tab. 1).

Der unterste Profilabschnitt ist vor allem durch die Dominanz von *S. recurvum* und *Scheuchzeria palustris* charakterisiert. Zu dieser Zeit dürfte es mäßig feucht gewesen sein. *Scheuchzeria* ist vielleicht Relikt einer vorhergehenden feuchteren Phase. Gegen Ende dieser Zone nimmt *S. recurvum* zu und *Scheuchzeria* klingt langsam aus, was schon auf trockenere Verhältnisse hinweist. Dies entspricht etwa den Aufnahmen 3 und 4 aus der Tabelle. Die Kiefern- und Fichtennadeln stammen von Bäumchen in der direkten Nähe, da diese bei der geringen zu erwartenden Höhe der Bäumchen im Bult-Schlenkenkomplex nicht sehr weit fliegen können. In Zone 2 wird es dann noch trockener, wobei *Sphagnum magellanicum* und *Eriophorum vaginatum* charakteristisch sind. Diese Zone ist auch als eine Phase einer gewissen Reife oder eines Stillstandes mit geringem Zuwachs an dieser Stelle des Moores anzusehen. Die trockenen Verhältnisse erleichtern dann das Abbrennen gerade dieser Fläche am Ende dieser Zone, was deutlich am Zunehmen der Indeterminata erkennbar ist. Auch die Holzstücke nehmen hier zu, was aber vor allem durch das Verbrennen der Torfmoose und damit ihrer relativen Abnahme bedingt ist. Allerdings dürfte das Feuer nur wenig in die Tiefe gegangen sein, da man

im Pollendiagramm keinen deutlichen Hiatus Kurven sieht.

Nach Bränden in Mooren kommt es durch die Kohle und Asche zu einer Verdichtung des Untergrundes und deshalb zu einer Vernässung der Brandstelle (MALLIK et al. 1984). Dadurch kommen die *Sphagna Acutifolia* (= *S. rubellum*) zur Dominanz in Zone 3. Eine gleiche Entwicklung findet sich auch nach dem großen Brand an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald im Jahre 1800 (vgl. HÖLZER & HÖLZER 1987).

Schon im Laufe dieser Zone nehmen nach oben hin die Zeiger größerer Trockenheit und einer gewissen Wiederstabilisierung wie *Calluna* und *Oxycoccus* zu. Den Abschluß bildet die Zone 4, in der *S. magellanicum* und *Andromeda polifolia* sich ausbreiten, und man nähert sich damit wieder dem Zustand am Ende der Zone 2.

#### 4. Pollendiagramm (Tafel 2, Beilage)

Für den Pollenniederschlag spielen die Winde eine wichtige Rolle. Die Windverteilung in Triberg, welches nur etwa 5 km östlich vom Blindensee-Moor liegt, wird in Abbildung 2 wiedergegeben. Daraus sieht man, daß im Bereich des Moores wohl die Westwinde dominieren, aber auch Ostwinde spielen eine gewisse Rolle. Diese Verhältnisse dürfen aber nicht direkt auf die Interpretation der Pollenanalysen übertragen werden. Man müßte dabei noch beachten, zu welcher Zeit die verschiedenen Winde wehen, d. h. in der Blütezeit der fraglichen Typen.

Nach den Baumpollen läßt sich das Diagramm in drei Abschnitte gliedern. Im untersten Abschnitt dominieren Buche und Eichenmischwald (speziell die Eiche). Der nächste ist von der Tanne geprägt und der jüngste von der Fichte. Der mittlere Abschnitt ist der interessanteste. Er zeigt, wie die Tanne kurzzeitig zur Dominanz kam, als die Buche, z. B. durch die Köhlerei, sehr stark dezimiert wurde. Die Tanne dagegen schonte man, um kräftige Bäume („Holländertannen“) zu erhalten. Etwa um 1800 war auch diese Zeit vorbei, und es folgte die systematische Aufforstung mit Fichte und teilweise auch Kiefer.

Eine weitere Gliederung des Profils ließe sich nach den mehr lokalen Elementen vornehmen. Der unterste Abschnitt ist sehr feucht, wie die Kurven von *Scheuchzeria* und *Amphitrema flavum* zeigen. Danach folgt eine trockenere Phase, wo *Amphitrema* ausfällt. Diese wird in den obersten Zentimetern durch eine wieder feuchtere abgelöst.

Besonders auffallend ist das Vorkommen von *Ephedra* im Profil. *Ephedra* kommt heute in SW-Deutschland nicht vor. Es muß sich also um Fernflug handeln. Auch BORTENSCHLAGER (1968) berichtet bei der Untersuchung von Gletschereis der letzten Jahrzehnte in Österreich von *Ephedra altissima*, die aus Nordafrika stammen muß. Im vorliegenden Profil handelt es sich sicher um

Tabelle 1. Vorkommen der Arten.

Nummer	1	2	3	4	5	6
Krautschicht (%)	90	90	50	50	<10	10
Kryptogamenschicht (%)	100	100	100	100	100	100
Artenzahl (%)	6	8	8	6	5	2
Krautschicht						
<i>Eriophorum vaginatum</i>	2	2	2	3	+	
<i>Oxycoccus palustris</i>	2	2	1	2	+	
<i>Andromeda polifolia</i>	2	2	2	2		
<i>Vaccinium uliginosum</i>			2			
<i>Calluna vulgaris</i>	3	4	+			
<i>Melampyrum pratense</i>		+				
<i>Scheuchzeria palustris</i>					1	2
Kryptogamenschicht						
<i>Sphagnum rubellum</i>	+	5	1	2	2	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	5	2	2	2		
<i>Sphagnum angustifolium</i>			5	5		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>					5	5

Aufnahmen: 1=6, 2=7 in Tabelle 7 (aus HÖLZER 1977); 5=3, 6=15 in Tabelle 8 (aus HÖLZER 1977).  
3 (30 x 30 cm) und 4 (1qm) im Sommer 1987 am Südennde des Bult-Schlenken-Komplexes nahe der Profilentnahmestelle.

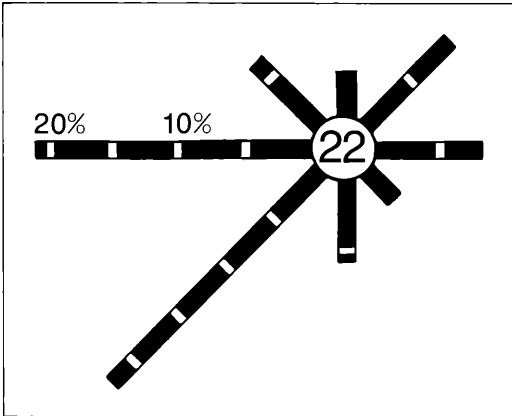


Abbildung 2. Windverteilung in Triberg (nach Klimaatlas von Baden-Württemberg). Zahl im Kreis = Anzahl der windstillen Tage.

Begleiter der Staubniederschläge, wie wir sie auch heute öfter erleben (vgl. auch Abschnitt 5).

Die *Ephedra*-Pollen sind sehr leicht zu erkennen und kaum mit anderen Typen zu verwechseln. Aber auch bei den Indet. könnten sich noch eine Reihe anderer Typen verbergen, die über größere Entfernung transportiert wurden, die aber sehr schwer anzusprechen sind.

Weitere Pollentypen, die sicher nicht in der näheren Umgebung des Moores wuchsen, sind *Castanea*, *Juglans* und *Humulus/Cannabis*. *Juglans regia* reicht heute bis etwa 700 Meter Höhe, *Castanea sativa* ebenso. Einzel Exemplare finden sich bis zu einer Höhe von 1000 m, wo sie aber kaum mehr blüht oder gar fruchtet. *Carpinus betulus* geht vereinzelt bis auf 900 m (OBERDORFER 1983), in größeren Mengen tritt sie aber kaum über 700 m auf. Betrachtet man die Windverhältnisse, so dürften diese Pollentypen aus dem Raum östlich Freiburg oder dem Elztal stammen.

Ähnliches gilt auch für *Humulus/Cannabis*, wobei es sich hier meist um *Cannabis* handeln dürfte. Der Hanf bevorzugt reiche Böden und wurde entlang der Flüsse bis in mittlere Höhen angebaut. Er dürfte also auch im Elztal vorhanden gewesen sein. Die relativ große Entfernung vom nächsten Anbauort zum Moor erklärt den niedrigen Prozentwert dieses Types (<2 %) am Pollenniederschlag im Vergleich zur Hornisgrinde im Nord-schwarzwald mit dort mehr als 10 % (HÖLZER & HÖLZER 1987).

Will man das Profil zeitlich einordnen, so bieten sich dafür zwei Marken an, einerseits der Abfall der *Humulus/Cannabis*-Kurve bei 11 cm, andererseits der Anstieg der Fichte ab etwa 17 cm. Der Abfall der *Cannabis*-Kurve ist etwa dem Jahr 1800 gleichzusetzen, als in der Rheinebene die Hanfmärkte wegen billiger Importe aus dem Osten zusammenbrachen. Man muß aber damit rechnen, daß sich der Hanfanbau in den abgelegeneren Gebieten des Schwarzwaldes etwas länger hielt als in

der Rheinebene.

Vergleicht man das Profil von der Hornisgrinde im Nord-schwarzwald (HÖLZER & HÖLZER 1987), so stimmen die Kurvenverläufe von *Picea* und *Humulus/Cannabis* recht gut überein. Auch dort setzt der Anstieg der *Picea*-Kurve etwas früher ein, als der Abfall der *Humulus*-Kurve.

Eine weitere Marke bildet der Anstieg der *Liguliflorae* in den obersten Zentimetern. Es könnte sich bei diesem Pollentyp hauptsächlich um *Taraxacum* handeln, der heute die mit Jauche gedüngten Wiesen um das Blindensee-Moor prägt.

Eine weitere wichtige Frage ist, inwieweit sich historisch belegte Veränderungen des Waldbildes im Pollendiagramm widerspiegeln. Ein wichtiges Ereignis ist hier die Aufforstung des Geländes um das Blindensee-Moor nach seinem Verkauf im Jahre 1894. Diese aufgeforsteten Flächen umschließen das Moor von NO bis SW. Ebenso aufgeforstet wurden weitere Hoffflächen westlich des Moores, nachdem sie verkauft worden waren, z. B. der Hansmartinshof (DORER 1948). Bei der vorliegenden Darstellung (BP = 100 %) fallen diese Ereignisse recht wenig auf. Nähme man aber *Pinus*, die hier deutlich zunimmt, aus der Grundsumme, so würde die Fichte sehr viel deutlicher ansteigen. Allerdings kann man diese belegten Ereignisse im Diagramm nicht deutlich erkennen.

Der Anstieg der *Pinus*-Kurve ließe sich auch als Aufforstungsmaßnahme in der Umgebung erklären. Der Kiefernanstieg braucht also nicht nur eine lokale Erscheinung wegen örtlicher Austrocknung des Moores zu sein. Außer mit Fichten wurde nämlich auch mit Kiefern aufgeforstet und dies könnte ein Grund für die Zunahme sein.

Nach dem Brand (vgl. den Abschnitt zur Chemie) folgt eine starke Zunahme der Ericaceen. Dies erklärt sich daraus, daß alte Bestände nach Abbrennen wieder kräftiger wachsen. Ebenso werden nach einem Brand die Keimbedingungen für *Calluna* besser (GIMINGHAM 1972). Auch *Vaccinium myrtillus* wird durch Brände begünstigt. Nach dem Brand nehmen in gleicher Tiefe noch die Zeiger für Grünland wie *Plantago lanceolata* zu. Eine weitere solche Phase findet sich bei etwa 26 cm Tiefe. Es stellt sich hier die Frage nach der Größe der abgebrannten Fläche und ob vielleicht der Brand außerhalb angelegt wurde, um zu roden und dann auf das Moor übergriff. Genaueres läßt sich nach Abschluß der Untersuchung des nächsten Bohrkernes sagen, wenn sich der Brand dort vielleicht auch findet.

## 5. Chemie (Tafel 2, Beilage)

Eine der Hauptfragen bei der chemischen Analyse ist die Mobilität der Elemente und damit die Frage, inwieweit sich chemische Analysen von Hochmoortorfen als Archive der historischen Belastung mit Schwermetallen eignen.

Diese Frage wird sehr unterschiedlich beantwortet. WANDTNER (1981), der auch ein Profil aus dem Blindensee-Moor bearbeitete, nimmt an, daß Hochmoore sich als „biologische Monitorsysteme“ für Schwermetallimmissionen eignen. Leider findet sich in seiner Arbeit kein Hinweis darauf, wo im Blindensee-Moor er das Profil entnahm und wie sein Torf zusammengesetzt war, um vergleichen zu können. Auch findet sich kein Hinweis auf einen Brandhorizont, der vielleicht seine Kurven erklären könnte. Auch MENKE (1987) nimmt an, daß sich der überwiegende Teil seiner untersuchten Elemente zur Rekonstruktion der Immissionen in der Vergangenheit eignet.

Zu anderen Ergebnissen dagegen kommen z. B. DAMMANN (1978), CLYMO (1983) oder HÖLZER & HÖLZER (1987).

Sehr interessant für die Beantwortung dieser Frage dürfte das Verhalten der Elemente bei einem Brand sein, wie wir ihn im vorliegenden Profil vorfinden. Das Maximum der Brandspuren liegt bei den Proben 14 und 15. Elemente, die relativ immobil sind, müßten im Bereich des Brandes bleiben. Sicherlich recht gut geeignet und weitgehend immobil dürfte Silizium sein, wie man aus dem Kurvenverlauf sieht. Es dürfte sich hauptsächlich um Quarz oder Silikate handeln. Es könnte auch noch biogenes Silizium daran beteiligt sein. Da es sich bei der angewandten Methode um einen Aufschluß des Gesamtsiliziums handelt, wäre in Zukunft eine Unterscheidung interessant, was aber wegen der geringen zur Verfügung stehenden Probenmenge schwierig sein dürfte.

Einen ähnlichen Kurvenverlauf wie Silizium mit einem hohen Korrelationskoeffizienten (> 0,9) zeigen die folgenden Parameter: Al, Asche, Ti, Li, Be.

Einen weiteren Typ repräsentieren die Kurven von Natrium und Kalium. Sie haben einerseits ein Maximum im Bereich des Brandes, andererseits an der Oberfläche. Im Bereich des Brandes werden immobile Anteile erfaßt, an der Oberfläche die durch die Torfmoose dort angereicherten mobilen Anteile.

Einen weiteren Typ repräsentieren die Kurven Blei, Zink, Cadmium, Strontium, Eisen usw. Sie zeigen nach oben zunehmende Konzentrationen dieser Elemente. Man könnte deshalb versucht sein, diesen Anstieg zunehmenden Immissionen zuzuschreiben. Dies ist aber umstritten. So zeigte CLYMO (1983), daß Elemente innerhalb der Torfmoose von unten nach oben gereicht werden. Dies könnte also selbst bei einem niedrigen konstanten Input eines Elementes über lange Zeit weg zu einer Anreicherung im obersten Bereich eines Profiles führen. Im Blindensee-Moor standen dafür etwa 10 000 Jahre zur Verfügung. Da der Torf schon in den untersten Dezimetern weitgehend aus *Sphagnum magellanicum* besteht, muß über die ganze Zeit mit einem „nach oben Reichen“ und damit mit einer Anreicherung bestimmter Elemente in den obersten Zentimetern des Profiles gerechnet werden.

DAMMANN (1978) zeigte, daß viele Elemente im Bereich

des Grundwasserstandes ein Maximum haben. Dies gilt auch für das vorliegende Profil. Bei der Entnahme der Proben war der Grundwasserstand in einer Tiefe von etwa 7 Zentimeter.

Diese Frage dürfte sich aber recht schwer klären lassen. Ein Ansatz dazu wäre vielleicht die Untersuchung der stabilen Bleisotope <sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb, <sup>208</sup>Pb.

Interessanter und auch erfolgversprechender dagegen dürfte die Suche nach Einzelpeaks sein, vor allem, wenn sie bei Parametern zu erkennen sind, die mit verschiedenen Aufschlüssen gemacht wurden. Besonders auffallend sind hier die Proben 28, 21, und der Bereich 4–5 und hier die Peaks von Si und Ti. Aber auch eine Reihe anderer Elemente zeigen hier Peaks, so bei 27–28 auch Mn, Fe, Sn, Ni, Ca usw., bei 21 K, Mn, Al, P, Pb, Sn usw.

Es dürfte sich hierbei um Einwehungen handeln, z. B. Staubstürme, wie wir sie recht regelmäßig erleben. Dies wird auch durch die Pollenanalyse bestätigt. Diese Einwehungen dürften von besonderem Wert für die Parallelisierung von Profilen aus dem gleichen Moor oder nahe beieinander liegenden Mooren sein.

Im vorliegenden Profil wurden Scheiben von 1 cm Dicke analysiert. Staubverwehungen, wie wir sie heute z. B. aus der Sahara erleben, sind oft weniger als 1 mm mächtig. Bei diesem Verfahren kommt es also schon bei der Aufarbeitung zu einer starken Verdünnung des Staubbiederschlages und damit der Elemente. Eine Scheibe von geringerer Dicke wäre also für diese Fragestellung günstiger. Aber die Begrenzung bildet dann

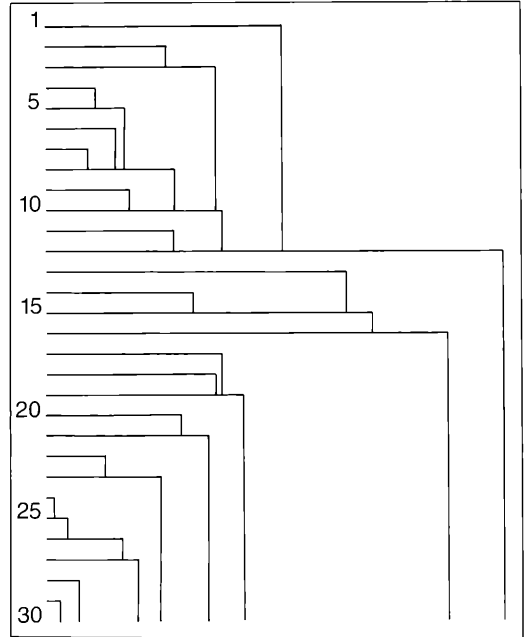


Abbildung 3. Constrained Single Link Dendrogramm der chemischen Analysen.

die Probemenge, die man erhält und die man für diese Analyse mindestens benötigt.

Bei Torfprofilen, die ergraben wurden, könnte man den Querschnitt und damit die Probenmenge vergrößern. Allerdings würde das voraussetzen, daß die Staubschicht in einer Ebene abgelagert wurde, was bei der unruhigen Oberfläche des Moores sehr unwahrscheinlich ist. Bei Bohrkernen ist zudem die Vergrößerung des Querschnittes nur in Grenzen möglich.

Weiter ist hierbei zu bedenken, daß die Oberfläche z. B. eines *Sphagnum magellanicum*-Rasens sehr locker und durchlässig ist. Ein Staubniederschlag wird also sicherlich nicht als dünne Schicht abgelagert, sondern eher auch im Rasen über eine gewisse Tiefe verteilt werden. Dies wird aber wenigstens zum Teil durch die Komprimierung des Torfes wieder aufgehoben.

Die Daten wurden auch der Constrained Single Link Methode (BIRKS & GORDON 1985) unterworfen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt. Sie untermauern sehr schön die gefundenen Peaks.

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

Vielleicht ist es erstaunlich, daß in der vorliegenden Arbeit nur die obersten 30 Zentimeter und kein vollständi-

ges Profil untersucht wurde. Von besonderem Interesse war aber zu Beginn der Arbeit der Brandhorizont, der bei den Vorsondierungen aufgefallen war. Außerdem wird dieser jüngste Abschnitt oft von den Bearbeitern vernachlässigt, obwohl er die historische Zeit umfaßt und damit hervorragende Möglichkeiten bietet, die Ergebnisse kritisch mit den historischen Quellen zu vergleichen und dann auch diese zu relativieren. Ähnliche Maßstäbe müssen dann auch bei der Interpretation der älteren Abschnitte angelegt werden. Dies gilt vor allem für die Pollenanalysen. Denn der Anteil des Fernfluges ist in diesem Moor recht hoch, obwohl es im Vergleich mit der Hornisgrinde (HÖLZER & HÖLZER 1987) sehr weit im Osten des Schwarzwaldes liegt. In noch stärkerem Maß gilt dies für die Zeiten, in denen die Umgebung des Moores waldfrei und tiefere Lagen mit Wald bestockt waren.

Betrachtet man die drei Untersuchungsmethoden und bringt sie zueinander in Beziehung, so finden sich folgende beachtenswerte Punkte:

Der Brand ist wohl sehr schnell über die Bohrstelle weggegangen, d. h. es hat an dieser Stelle nicht sehr lange gebrannt. Es sind nur die trockenen Köpfe der Torfmoose abgebrannt; das Feuer ging wenig in die Tiefe. Dies erkennt man vor allem aus dem Pollendiagramm, wo sich kein deutlicher Hiatus in den Kurven findet. Was in den Sphagnum-Köpfchen an Elementen angereichert



Abbildung 4. Bult-Schlenken-Komplex im Blindensee-Moor. Die Entnahmestelle des Profils befindet sich am rechten Bildrand. Foto: A. HÖLZER 1975.

war, wurde dabei anschließend ausgeschwemmt oder wieder in die neue Phytomasse eingebaut. Nur die unlöslichen Teile wie Silikate, Quarze usw. blieben an Ort und Stelle oder wurden im Profil durch den Regen etwas tiefer geschwemmt. Sie finden sich als Peak im Profil. Eine sehr schöne Übereinstimmung findet sich zwischen den *Ephedra*-Pollen und den Peaks in der Chemie bei Probe 27/28. Bei Probe 27 findet sich ein Peak von Ca. Bei 28 zeigen eine ganze Reihe von Elementen Peaks. Diese Differenz mag auf den ersten Blick überraschen, aber sie erklärt sich doch recht einfach. Die eingewehten Mineralien haben ein höheres spezifisches Gewicht als die Pollen und sanken deshalb in der damaligen Mooroberfläche tiefer ein. Etwas überraschend ist der Peak von Zinn, das wohl auch mit dem Staubbiederschlag mitgeführt wurde. Denn Zinnminerale sind sehr schwer und werden in der Luft kaum transportiert. Außerdem kann man daraus vielleicht Hinweise auf die Herkunft der *Ephedra*-Pollen gewinnen. *Ephedra*-Pollen finden sich auch bei den Proben 20/21. Wieder sind die Peaks in der Chemie in Probe 21 und damit ein wenig nach unten verschoben. Bei Probe 3 sind die Verhältnisse ähnlich, allerdings sind die Zusammenhänge hier undeutlicher.

Im Pollendiagramm fällt vor allem der Diagrammschnitt 2 auf, in dem die Tanne dominiert. Wie schon weiter oben erklärt, wurde hier wohl die Tanne durch die



Abbildung 5. *Ephedra distachya*-Typ aus Probe 27. Foto: A. HÖLZER.



Abbildung 6. Westufer des Blindensees im Mittleren Schwarzwald zwischen Elz und Gutach. Foto: A. HÖLZER.

Herausnahme der Buche gefördert, d. h. es wurde gerodet. Dabei kamen große Mengen an Staub in die Atmosphäre, sei es als Asche beim Abbrennen der unnützen Reste oder als Staub, der vom Boden aufgeweht wurde. Im Chemiediagramm sieht man in diesem Bereich eine Zunahme des Aschegehaltes, des Siliziums und des Titans sowie weniger deutlich anderer Elemente. Daß auch Titan hier zunimmt, deutet darauf hin, daß es sich um vom Boden aufgewehten Staub handelt. Titan kommt in Pflanzen nicht weiter vor. Hier könnte auch die Unterscheidung der Siliziummodifikation weiterhelfen. Weiter stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse aus der Pollenanalyse und den Großresten bezüglich der Feuchtigkeitsverhältnisse zusammenpassen. Bei genauer Betrachtung stimmen diese recht gut überein. Man muß dabei aber beachten, daß Torfmoose auf Änderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse sicher langsamer reagieren als Rhizopoden. Außerdem dürften Rhizopoden im Profil wandern, um sich wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen anzupassen. Damit repräsentieren sie nur in Grenzen die Verhältnisse in dem untersuchten Zentimeter. Sehr viel langsamer als Torfmoose, bei denen man mit höchstens wenigen Jahren rechnen muß, reagieren die Bäume unter natürlichen Verhältnissen. Hier muß man mit Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten rechnen.

Eine weitere interessante Frage ist, wann Torfmoose hauptsächlich Sporogone bilden. Im vorliegenden Dia-

gramm erkennt man sehr schön, daß die Maxima der Sphagnum-Sporen im Pollendiagramm kurz vor Abfall der Kurven der einzelnen Arten im Großrestdiagramm liegen. Zu dieser Zeit dürfte das Optimum der Arten schon überschritten sein. Eine Überprüfung dieser Ergebnisse durch die Unterscheidung der Sphagnum-Sporen wurde nach einigen Versuchen aufgegeben, da es sich bei der Untersuchung von Rezentmaterial zeigte, daß die Sporen zu variabel waren.

Wie man sieht, hat sich die parallele Bearbeitung der Pollen, Großreste und des Chemismus als sehr sinnvoll erwiesen. Die Pollen repräsentieren vor allem die regionale und lokale Vegetation. Die Großreste in einem Hochmoor dagegen stammen fast alle aus der unmittelbaren Nähe der Bohrstelle. Die Großreste können wiederum die chemische Zusammensetzung des Torfes beeinflussen. So ergänzen sich die drei Untersuchungsmethoden.

## 7. Literatur

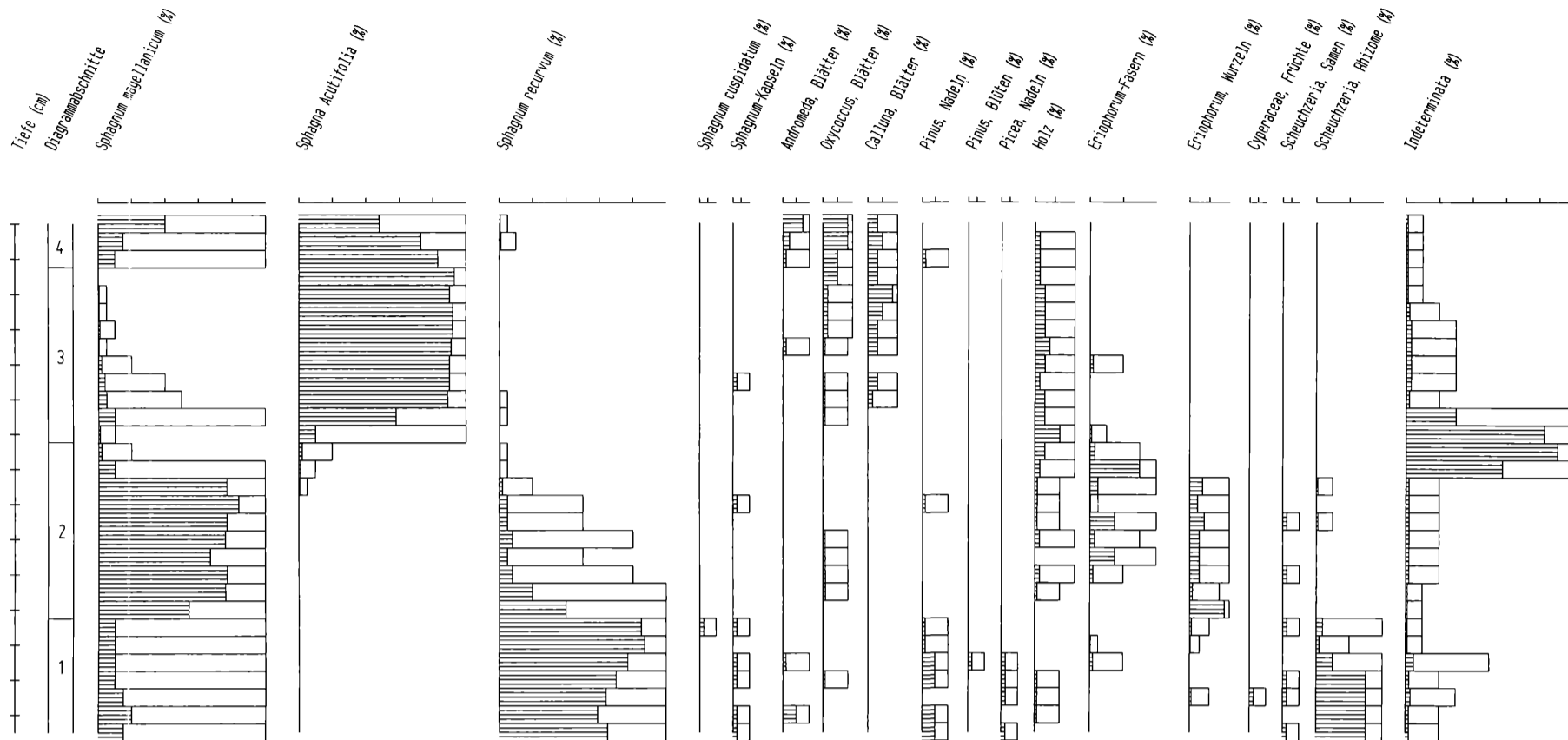
- ALLEN, S. E. (Edit.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials. – 565 S.; Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BIRKS, H. J. B. & GORDON, A. B. (1985): Numerical Methods in Quaternary Pollen Analysis. – 317 S.; London.
- BLACK, C. A. (Edit.) (1965): Methods of Soil Analysis. – Band II: 771–1572. Amer. Soc. of Agronomy; Madison/Wisc., USA.
- BORTENSCHLAGER, S. (1968): Pollenanalyse des Gletschereises. – Grundlegende Fragen zur Pollenanalyse überhaupt. – Ber. Dtsch. Bot. Ges., **81** (11): 491–497; Stuttgart.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1953): Klimaatlas von Baden-Württemberg; Bad Kissingen.
- DORER, R. (1948): Schönwald in Vergangenheit und Gegenwart. Ein Heimatbuch. – 664 S.; Villingen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis. – 295 S.; Kopenhagen.
- HAUFF, R. (1978): Nachwärmezeitliche Pollenprofile aus baden-württemberg. Forstbezirken V. – Mitt. Ver. Forstl. Standortskd. u. Forstpflanzenzüchtung, **26**: 53–67; Stuttgart.
- HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung der Kationengehalte. – Diss. Bot., **36**: 195 S.; Vaduz.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Carolinea, **45**: 43–50; Karlsruhe.
- MALLIK, A. U., GIMMINGHAM, C. H. & RAHMAN, A. A. (1984): Ecological Effects of Heather Burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. – J. Ecology, **72**: 767–776; Oxford.
- MENKE, B. (1987): Geobotanische und geochemische Untersuchungen an einem Torfprofil zur Frage natürlicher und anthropogener Elementverfrachtung. – Geol. Jb., A 95; 3–112, Hannover.
- MITTRACH, C. (1973): Pollenanalytische Untersuchungen am Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald. – Staatsexamensarbeit, Karlsruhe.
- OLLI-VESALAINEN, M. (1980): Zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte des Mittleren Schwarzwaldes. – Diplomarbeit, Hohenheim.

WANDTNER, F. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen. – Diss. Bot., **59**: 190 S.; Vaduz.



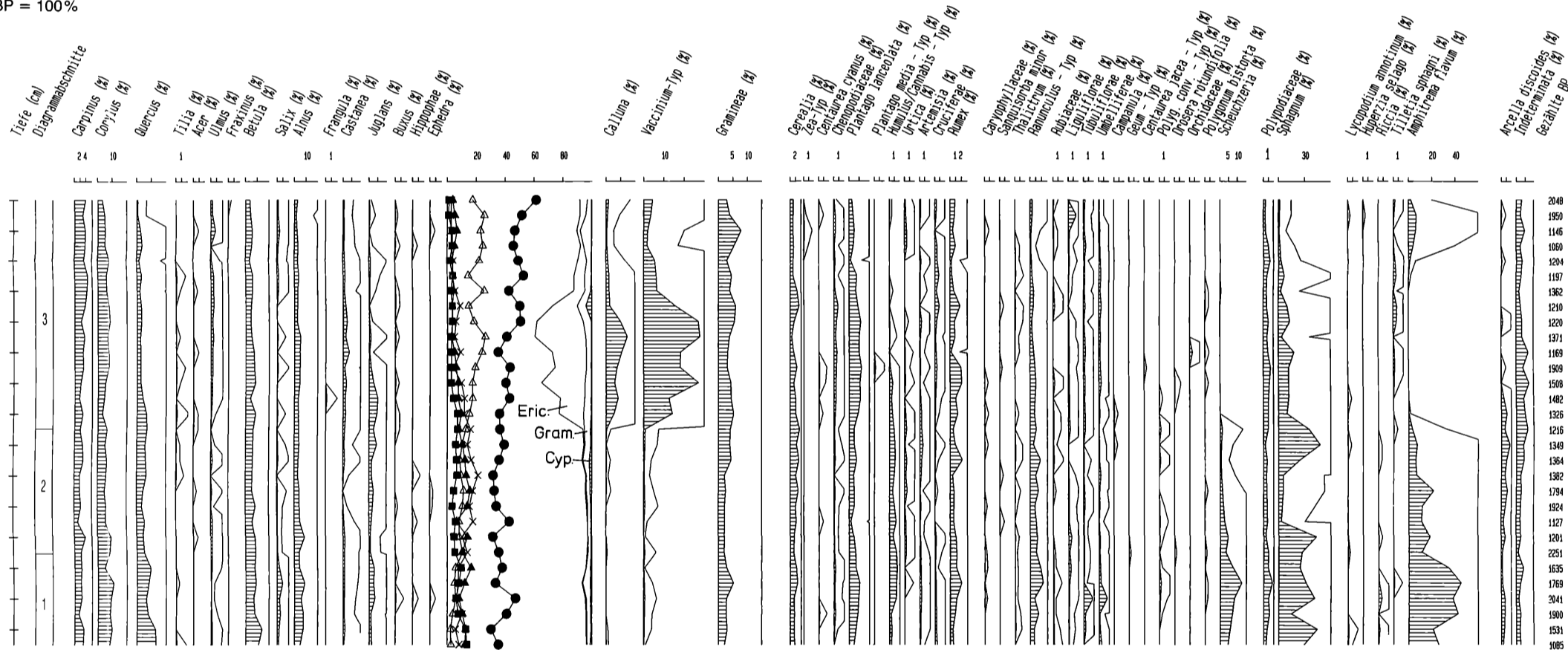
# Blindensee-Moor (998 m)

## Großreste



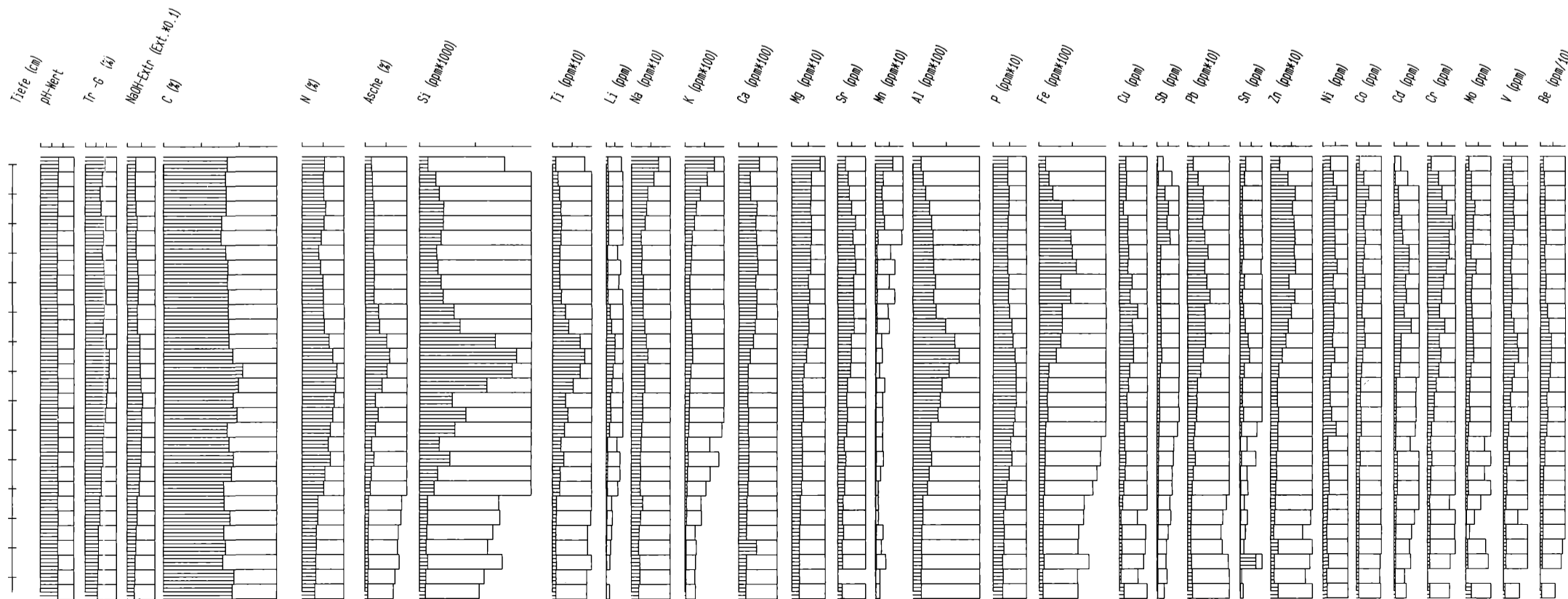
## Pollenanalyse

BP = 100%



## Chemische Analysen

Werte auf Trockengewicht bezogen



HERBERT SCHINDLER

# Zur Geschichte der Anwendung von Flechten (Lichenes) in der Medizin

## Kurzfassung

Flechten wurden schon im Altertum und Mittelalter bei uns und weltweit medizinisch benutzt. In Europa wurden vornehmlich gebraucht: *Cetraria islandica*, *Lobaria pulmonaria*, *Usnea* „*barbata*“, *Xanthoria parietina*, *Evernia prunastri* und *Hypogymnia physodes*. Heute verwendet man nur noch *Cetraria islandica* („Isländisches Moos“) und die Lungenflechte *Lobaria* (als „*Sticta*“).

Eine besondere Rolle spielten nach dem Zweiten Weltkriege vor allem *Usnea*-Arten infolge ihres Gehaltes an der antibiotisch wirkenden Usninsäure. Ihre Anwendung ergab sich durch den damaligen Mangel an Penicillin und anderen aus Pilzen hergestellten Medikamenten. Die *Usnea*-Zubereitungen füllten damals eine empfindliche Lücke in der Arzneiversorgung aus. Die medizinhistorische Periode in bezug auf die antibiotische Therapie mit Flechtenprodukten ist heute abgeschlossen, nachdem man aus Pilzen (*Penicillium*, *Streptomyces* u. a.) rationell gut verträgliche Antibiotika herstellen konnte.

Auf die giftige Wolfslflechte (*Letharia vulpina*) wird kurz hingewiesen.

## Abstract

### History of medical use of lichens

Medical use of lichens can be traced back in Europe, and indeed world-wide, to the middle-ages and even to ancient times. The species most used in Europe were: *Cetraria islandica*, *Lobaria pulmonaria*, *Usnea* „*barbata*“, *Xanthoria parietina*, *Evernia prunastri*, and *Hypogymnia physodes*. The only species used today are *Cetraria islandica* ("Icelandic moss") and the *Lobaria pulmonaria* (as "*Sticta*"). After the second world war, species of *Usnea* played a special role because of its containing usnic acid which has an antibiotic effect. Its application für medical purposes was a result of the then shortage of penicillin and other medications produced from fungi. At that time, the processing of *Usnea* filled what would otherwise have been an embarrassing gap in the range of available medication. The period in medical history in which lichen products were used in antibiotic therapies is now over, since non-dangerous antibiotics can now be readily produced from fungi (for example: *Penicillium*, *Streptomyces*, etc.). Brief attention is also drawn to the poisonous *Letharia vulpina*.

## Autor

Dr. HERBERT SCHINDLER, Hauckstraße 3, D-7500 Karlsruhe 41.

## Einleitung

Die Flechten sind Doppelwesen aus Pilzen (meist Ascomyceten) und Algen (Blau- und Grünalgen, andere Algengruppen nur ausnahmsweise). Die Flechtenalgen werden allgemein als Gonidien bezeichnet, die mit den Pilzen in Symbiose leben (Pilzpartner: Mycobiont, Algenpartner: Phycobiont). Als Symbiose bezeichnete DE BARY (1879) die „Erscheinungen des Zusammenlebens ungleichnamiger Organismen“, die eine Ernährungsgemeinschaft bilden. Dabei gibt es allerlei Übergänge vom reinen Parasitismus bis zur idealen Symbiose, aus der der Pilz den größeren Nutzen zieht als die Alge, die dafür einen Teil ihrer Assimilationsprodukte an den Pilz weiterleitet. Die Symbiose wirkt auf die Gestalt, auf den Stoffwechsel und auf die Fortpflanzung maßgebend ein (TOBLER 1925). Unter ungünstigen Umständen kann es zur Bildung sog. Halbflechten (z. B. *Lepraria*) kommen, die keine Thallusbildung zeigen und keine Fruchtkörper ausbilden. Heute faßt man den Begriff der Symbiose enger als DE BARY (1879), und nach SCOTT (1971) ist die „Symbiose ein Zustand, bei dem zwei oder mehr Organismen sich in einer ausgeglichenen physiologischen Abhängigkeit befinden“ (vgl. HENNSEN & JAHNS 1974). Die Flechten bilden, von geringen Ausnahmen abgesehen (z. B. den Gallertflechten), charakteristische sekundäre Stoffwechselprodukte, sog. Flechtensäuren, die nur dieser Pflanzengruppe eigen sind. Ihre Synthese wird bei den Flechten wahrscheinlich dem Pilz zuzuschreiben sein. Man kennt heute etwa 15000–17000 Flechtenarten mit über 400 bekannten Flechtenstoffen.

## Flechtenanwendung in früherer Zeit

Der Gebrauch der Flechten in der Heilkunde ist schon sehr alt, aber erst die Kräuterkenner im 16. Jahrhundert und später fingen bei uns an, die Lichenen für Heilzwecke in Betracht zu ziehen und ihre Bestandteile zu erforschen. Sehr alt ist der Gebrauch der Flechten in China. Eine Monographie über officinelle chinesische Flechten nennt 71 Arten (WEI & al. 1982, zit. nach HANSEN & SCHÄDLER 1985), die dort mit anderen Heilpflanzen gemischt verordnet werden, so *Parmelia saxatilis*, *Alectoria asiatica*, *Stereocaulon paschale*, *Usnea longissima*, *U. diffracta* u. a.

In alten Berichten, die sich mit der medizinischen Verwaltung der Flechten befassen, werden vor allem folgende Arten genannt:

*Cetraria islandica*  
*Cladonia*-Arten  
*Lobaria pulmonaria* (*Sticta p.*)  
*Parmelia saxatilis*  
*Peltigera canina*  
*Pertusaria amara*  
*Usnea* „*barbata*“  
*Xanthoria parietina*

Verwendet werden von den *Cladonia*-Arten *Cladonia gracilis*, *C. pyxidata*, *C. rangiferina* und *C. stellaris* (= *alpina*). Später hat man noch *Hypogymnia physodes* (= *Parmelia phys.*) und *Evernia prunastri* in den Bereich der Untersuchungen einbezogen (KLOSA 1948–1952). Im einzelnen sollen hier zunächst einige alte Quellen, den medizinischen Gebrauch der Flechten betreffend, genannt werden:

Über *Lobaria pulmonaria* (als Heilmittel immer *Sticta pulm.* genannt) berichteten DORSTENIUS (1540) als „*mucus pulmonarius*“, ferner BERNIZ (1651) und BREYNE (1672). In der chinesischen Volksmedizin soll die Pflanze gegen Verdauungsbeschwerden, bei Oedemen, bei Nierenleiden usw. verwendet worden sein (vgl. unten).

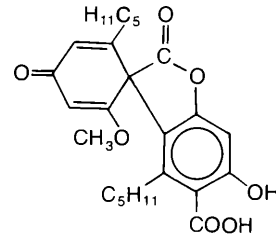
Reichlicher fließen die Quellen über *Cetraria islandica* (*Lichen islandicus*). BORRICHIVS (1670) nennt die Flechte „*mucus catharticus Islandiae*“, weitere Berichte gibt es von BREYNE (1672) sowie von SCOPOLI (1769), OLAFSENS & PROVELSENS (1774), TROMMSDORFF (1778), EBELING (1779), CRAMER (1784) und DIETL (1854).

*Usnea*-Arten als Heilmittel kennt man schon seit dem Altertum (PLINIUS, DIOSCURIDES). Die Flechte hieß früher „*mucus arborum*“ oder „*mucus cranii humani*“, sie wird bei FALLOPIUS (1566), BERNIZ (1651) und COELER (1731) erwähnt; in späteren Schriften wird die Flechte immer als „*Usnea barbata*“ bezeichnet, jedoch verbergen sich unter diesem Namen verschiedene *Usnea*-Arten, die alle eines gemeinsam haben, nämlich den Gehalt an Usninsäure. *Usnea* empfahl HIPPOKRATES bei bestimmten Gebärmuttererkrankungen (VARTIA 1973).

Diese drei Flechtenarten, also *Lobaria pulmonaria*, *Cetraria islandica* und *Usnea spec.*, haben sich bis in die Gegenwart „gerettet“ und sind daher ausführlicher zu besprechen. Völlig absolet ist dagegen der Gebrauch der Schildflechte *Peltigera canina*, über die einige Abhandlungen berichten, so z. B. MEAD (1735); die Flechte hieß damals „*Lichen cinereo terrestris*“, die – mit Pfeffer gemischt – gegen Tollwut gepriesen wurde. Weitere Mitteilungen darüber gibt es bei CARTHEUSER (1762) und SIKINS (1762); *Cladonia pyxidata* wird von DILLENIVS (1785) als Mittel gegen Keuchhusten genannt. Andere Cladonien gelten in China seit langem als Analgetika und Antiphlogistika, *Cladonia stellaris* auch bei Hypertonie und bei Migräne.

*Xanthoria parietina*, die gelbe Wandflechte, beschrieben SANDER (1815) und STYX (1817) als Mittel gegen Gelbsucht (Signaturenlehre), MONKEWITZ (1817) stellte chemisch-medizinische Untersuchungen mit dieser

Flechte an. Die in *Pertusaria amara* vorkommende Pikrolicheninsäure (I)



Pikrolicheninsäure (I)

wurde von ALMS (1831) als Ersatzmittel für die China- rinde vorgeschlagen. Die therapeutischen Versuche verliefen zwar befriedigend, jedoch hat sich der Gebrauch dieser Säure nicht durchsetzen können, was wohl auch mit der schwierigen Beschaffung des Rohstoffes zusammenhing. Damit sollen die älteren medizinhistorischen Hinweise abgeschlossen werden.

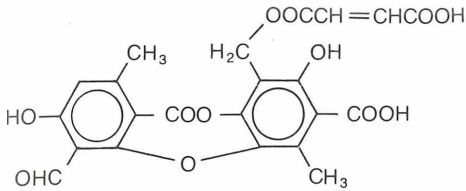
## Flechtenstoffe und Antibiotikaforschung

Eine neue Phase begann mit der systematischen Erforschung der Flechtenstoffe, eingeleitet in Deutschland durch die Untersuchungen von HESSE (1861–1905) und vor allem von ZOPF (1907) (um 1900), in Japan, etwa ab 1930, von ASAHINA und Mitarbeitern (Zusammenfassung bei ASAHINA & SHIBATA 1954) und weiter von NOLAN (1934–1940), KOLLER (1932–1937), SANTESSON (1939) u. a. In neuester Zeit haben zahlreiche Forscher die Untersuchungen erfolgreich fortgeführt, aus Deutschland müssen hier die Arbeiten von HUNECK besonders hervorgehoben werden (ausführliche Literaturzusammenstellung vgl. CULBERSON 1969). Alle derzeit bekannten Flechtenstoffe haben CULBERSON und Mitarbeiter (1969/1977) in drei Abhandlungen übersichtlich zusammengestellt. Die Flechtenstoffe kommen meist nur in beschränktem Maße in den einzelnen Arten vor und sind daher als Heilmittel-Rohstoff nur beschränkt zugänglich, ganz abgesehen davon, daß Flechten nur sehr langsam wachsen und daher ökonomisch uninteressant sind. Eine Ausnahme bildet lediglich die Bodenflechte *Cetraria islandica*, die über Kontinente verbreitet ist und zumeist als Dekokt oder Infus verwendet wird.

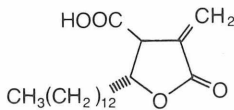
### 1. *Cetraria islandica*

Wenden wir uns dem Isländischen Moos zu, das bekanntlich kein Moos, sondern eine Flechte ist und in den Arzneibüchern unter der Bezeichnung „*Lichen islandicus*“, neuerdings „*Cetraria Lichen*“ läuft. Als wichtige Inhaltsstoffe kennen wir die Polysaccharide Lichenin und Isolichenin, die BERZELIUS (1813) als „*Moos-Stärke*“ oder „*Flechtenstärke*“ bezeichnet hat und die später BERG (1872) als aus zwei Kohlenhydraten bestehend

erkannte: Lichenin und Isolichenin. Sie lösen sich in heißem Wasser, beim Erkalten scheidet sich das Lichenin gallertig aus, während das Isolichenin gelöst bleibt. Wichtige Säuren sind die Fumarprotocetrarsäure (II), etwa 2–3%, und die (+)-Protolichesterinsäure (III) in europäischer Flechte.



Fumarprotocetrarsäure (II)



(+)-Protolichesterinsäure (III)

Aus der Fumarprotocetrarsäure entsteht bei alkoholischer Extraktion der Flechte der Protocetrarsäureethyl-ester, der mit Cetrarsäure identisch ist und das frühere „Cetrarin“ (MERCK) darstellt. Es wurde durch Behandeln der Fumarprotocetrarsäure mit alkoholischer KOH gewonnen, wobei neben Cetrarin noch Fumarsäure entsteht. Die Angabe vom Vorkommen der Usninsäure (STOLL & al. 1947, 1950; KLOSA 1951) im Isländischen Moos ist irrig, diese rührt vielmehr von Verunreinigungen der Droge mit *Cetraria nivalis* und *C. cucullata* her (SCHINDLER 1956; STICHER 1965; GERTIG 1963). Als weitere Inhaltsstoffe kommen noch in Frage: Jod und Brom in Spuren, Faktoren der Fol- und Folinssäure und der Vitamin B<sub>12</sub>-Gruppe (SJOSTRÖM & ERICSON 1953, vgl. auch SCHINDLER 1952), ferner geringe Mengen Kieselsäure. *Cetraria isl.* hat sich bei bestimmten Formen der Lungentuberkulose, bei Keuchhusten, chronischer Bronchitis und Verschleimung bewährt, ferner bei anämischen Zuständen, bei Appetitmangel und Abmagerung. Günstige Wirkungen sah man auch bei chronischer Diarrhoe und Dysenterie. Experimentelle Untersuchungen über physiologische Wirkungen des Cetrarins hat vor allem RAMM (1890), ein Schüler KOBERTS (1902/1906), durchgeführt. Er benutzte das Natriumsalz, das in Wasser leicht löslich ist. Die Versuche wurden sowohl an Tieren als auch am Menschen durchgeführt. Als tödli-

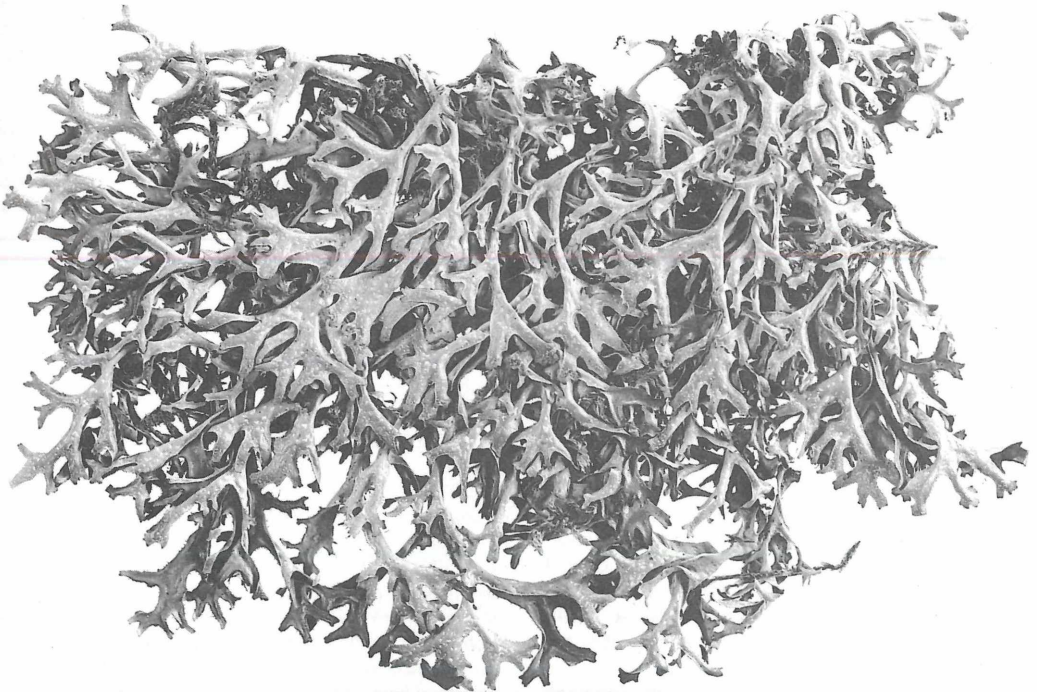


Abbildung 1. *Cetraria islandica* (L.) ACH., Isländisch Moos. Alle Fotos: V. GRIENER

che Dosis durch Injektion (subkutan) wurden bei Winterfröschen (*Rana temporaria*, 30–35 g) 2,5 mg, bei Sommerfröschen 3 mg ermittelt, d. h. die tödliche Dosis per kg Frosch betrug 80–100 mg. Der Tod trat durch Lähmung des ZNS ein. Für Kaninchen und Hunde waren 180 mg Cetrarin nicht tödlich, erst Dosen von 200 mg/kg an führten bei allen Tieren zum Exitus. Bei Einspritzungen in die Jugularvene waren bei allen genannten Warmblütern Dosen von 160 mg/kg die kleinste tödliche Dosis. Dabei ließ sich nachweisen, daß bei Gaben von 7–10 mg deutliche Magenkontraktionen (nach Freilegung des Magendarmkanals) auftraten. Es zeigte sich also eine ganz spezifische Reizwirkung des Cetrarins auf die Wandung des Magendarmkanals. Weitere Untersuchungen von NEUBERG (1893) sollen im einzelnen nicht aufgeführt werden; auch er beobachtete eine spezifische Reizwirkung auf den Magendarmtrakt und bei Hunden bei iv.- und sc.-Injektionen eine deutliche Vermehrung der Gallenabsonderung (Gallenfistel). Versuche am Menschen ergaben bei einer Dosis von 0,1 g stomachal (in Oblaten) Magenbewegungen zum Pylorus hin, größere Dosen bewirkten starke Vermehrung der Leukozyten und Erythrozyten, führten zu erhöhtem Appetit und normalem Stuhl, daher die Empfehlung des Mittels bei Anämie, Chlorose, Appetitlosigkeit und Obstipation. GIGON (1905) hat das Mittel als sehr wirksames Antiemetikum beschrieben, vor allem nach Narkose, bei Graviden und bei Seekrankheit. Da Cetrarin (= Cetrarsäure) ein Spaltprodukt der Fumarprotocetrarsäure ist, die leicht zerfällt, dürfte bei der Anwendung der Flechte als Dekokt, Infus oder Tinktur das Spaltprodukt der wirksame Anteil sein. Hinzuweisen wäre noch auf die (+)-Protolichesterinsäure (IV) und deren Spaltprodukt Lichesterinsäure. Sie wirken beide hämolytisch (KOBERT 1902, 1906).

Da in vielen niederen Pilzen spezifische, antibiotisch wirkende Stoffe aufgefunden worden sind, lag es nahe, auch bei den Flechten nach solchen Substanzen zu suchen, worüber hier ausführlicher berichtet werden soll. Man schätzt, daß über die Hälfte aller Flechten antibiotisch wirkt. Die Ära der Antibiotikaforschung nach dem Zweiten Weltkrieg ergab auch bei der Untersuchung der Flechten beachtliche Resultate, wobei entweder Extrakte oder isolierte Flechtensäuren überprüft wurden. So erwiesen sich aliphatische Säuren wie Protolichesterinsäure, ferner Pulvinsäure-Derivate, Depside (Ester von Phenolcarbonsäuren) wie z. B. Everssäure, Gyrophorsäure und Olivetorsäure, sowie Depsidone (Depside mit zusätzlicher Sauerstoffbrücke zwischen den aromatischen Ringen) wie Physod-, Lobar-, Fumarprotocetrarsäure u. a. und auch das Benzofuranderivat Usninsäure als antibiotisch wirksam; BURKHOLDER & EVANS (1945); MARSHAK (1947) und SHIBATA (u. a. 1949). KORZYBSKI & al. lieferten 1967 eine Übersicht über die damaligen Erkenntnisse.

*Cetraria islandica* wurde neben vielen anderen Flechten auf antibiotische Aktivität untersucht (STOLL & al. 1947; KLOSA 1951; STICHER 1965). VARTIA (1950) fand die

Droge wirksam z. B. *vitro* gegen *Sarcina aurea*, *Staphylococcus aureus*, *Streptomyces pyogenes* und *Proteus vulgaris*. Gegen Tuberkelbazillen war nach DÖPP & BERSCH (1950) ein Dekokt der Droge (1:20) noch in einer Verdünnung 1:10000–1:50000 aktiv! In unveröffentlichten eigenen Versuchen unter Verwendung von Nährböden nach PETRAGNANI sowie DUBOIS konnte ich gegen menschliche Tuberkelbazillen nur eine schwache Wirkung feststellen. Die erzielten Ergebnisse der antibiotischen Tests mit zahlreichen Flechtensäuren blieben bei den Versuchen von STICHER (1956) hinter denen von Benzylpenicillin-Natrium zurück. Da es von der Flechte *Cetraria islandica* verschiedene Chemorassen gibt (KARNEFELT 1979), können die Ergebnisse unterschiedlich ausfallen und die Therapie unsicher machen. Daher muß im Arzneibuch eine genaue Prüfvorschrift für die Droge verlangt werden (vgl. AB-DDR, ÖAB 9, Pharm.Helv. VI). So läßt die Schweizer Pharmakopoe u. a. auch auf Usninsäure prüfen, obwohl diese kein Bestandteil der Flechte ist. Im Dünnschichtchromatogramm kann Usninsäure auftreten, sie gehört aber zu den Verunreinigungen der Droge durch *C. nivalis* oder *C. cucullata*. In Form von Dekokten wird die Droge heute als Mucilaginosum (Lichenin) und als Expectorans sowie bei Gastroenteritis verwendet, äußerlich bei schlecht heilenden Wunden. Die Flechte spielt auch heute noch eine beachtliche Rolle in der Therapie, wie aus der ausführlichen Darstellung von HAHN & al. (1988) hervorgeht. In der Homöopathie hat sie nur eine untergeordnete Bedeutung, man empfiehlt sie bei eitrig-Brönchitis und chronischem Durchfall in D1 bis D3.

## 2. *Usnea „barbata“*

*Usnea*, die Bartflechte (wegen ihrer bartförmigen Gestalt), gehörte schon frühzeitig zum Heilschatz der alten Ärzte unter dem Namen „*Muscus arborum*“ bzw. „*Muscus officinarum*“ oder „*Muscus cranii humani*“ Früher glaubte man aus der Farbe und der Form der Organismen auf ihre therapeutische Anwendung schließen zu können (Signaturenlehre), und man verwendete *Usnea* zur Bekämpfung mangelnden Haarwuchses. Das klingt eigenartig, jedoch möchte ich mich auf einen brieflichen Bericht einer deutschen Ethnologin stützen, die sich lange bei den Xingü-Indianern in Brasilien aufgehalten hat; von dort brachte sie die Nachricht mit, daß die Indianer einen Absud der dort wachsenden *Usnea*-Arten als Haarwuchsmittel gebrauchen. Ist evtl. doch etwas dran?

Aufmerksam auf *Usnea* wurde man erst nach dem Zweiten Weltkrieg im Verlauf der Antibiotikaforschung. Es dürfte auch kein Zufall sein, daß überall in der Welt usninsäurehaltige Flechten bei äußeren Wunden, Geschwüren und Hautaffektionen in der Volksheilkunde gebraucht werden, innerlich als Expectorans und bei Lungentuberkulose, so z. B. die in Zentralafrika vorkommende *Usnea trichodeoides* VAIN., ferner werden in Chile *Usnea*-Arten von den Araucanos verwendet. Die usninsäurehaltigen Drogen „*Sekika*“, „*Shi-Hoa*“ und

„Soan-Moos“ in Ostasien werden aus *Ramalina*-Arten (ebenfalls usninsäurehaltig) gewonnen.

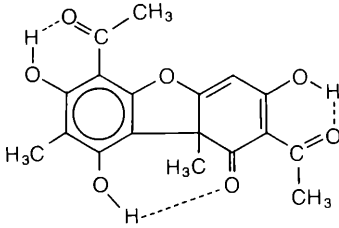
Bei der bei uns verwendeten *Usnea* „*barbata*“ muß zunächst bemerkt werden: Es besteht kein Zweifel, daß zur Herstellung des Mittels *Usnea* „*barbata*“ die am häufigsten vorkommenden Arten benutzt wurden, dazu gehörten *Usnea filipendula* und evtl. noch *U. florida*. Wegen der Schwierigkeit bei der Unterscheidung der einzelnen Arten bezeichnete man früher alle Bartflechten, weil sie bartförmig an den Ästen hingen, als *Usnea barbata*, diese hat aber nichts mit der in Mitteleuropa sehr seltenen echten *Usnea barbata* (L.) Wigg. zu tun!

In den Vordergrund rückten *Usnea*-Arten durch ihre antibiotische Wirkung, nachdem STOLL & al. (1947) *U. filipendula*, *U. hirta* und *U. florida* getestet hatten und ihren Wirkstoff als Usninsäure (IV) erkannten. Vgl. dazu auch SAVICZ & al. (1960) MOISSEJEW (1957) sowie SCHINDLER & BIBINGER (1987). VON CZETSCH-LINDENWALD (1955) entwickelte ein galenisches Präparat: eine Kombination von Usninsäure (als Na-Salz) und Rutin, das früher unter dem Namen Usniplant im Handel war. Auch als perorales Antivirotikum erwies sich Usninsäure als nützlich (PIOROWSKI 1957): bei Virus-Diarrhoe und atypischen Pneumonien. Usninsäure ist im Flechtenreich ziemlich



Abbildung 2. *Usnea filipendula* STIRT., Bartflechte.

verbreitet. Außer in *Usnea*-Arten findet sie sich z. B. in verschiedenen *Cladonia*-Arten, in *Cetraria nivalis*, *C. cucullata*, *Alectoria ochroleuca*, *Evernia*-Arten, *Ramalina* usw.



(+)-Usninsäure (IV)

Die bakteriologischen Untersuchungen (STOLL & al. 1947) ergaben bei *Mycobacterium tuberculosis* hom. (Stamm BETGE) deutliche Hemmungen bei Verdünnungen von 1:800 000, bei Stamm Davos S 9/35 bei 1:1 Mill. Usninsäure hemmt weiterhin das Wachstum von Staphylokokken und Streptokokken in hoher Verdünnung (1:100 000). Gramnegative Bakterien der Coli-, Typhus- und Dysenteriegruppe sowie auch Hefe werden selbst bei hohen Konzentrationen nicht beeinflusst. Diese Untersuchungen beziehen sich sowohl auf die (+)-Usninsäure als auch auf die (-)-Usninsäure (bei *Cladonia*-Arten verbreitet). Usninsäurehaltige Flechten sind nicht nur als Extrakte verwendet worden, auch reine isolierte Säure gebrauchte man, meist als Na-Salz. Usninsäure bildet gelbgrüne Kristalle. Die grünliche Farbe mancher Flechten geht auf den Gehalt an dieser Säure zurück.

Bei allen diesen Befunden konnte nicht ausbleiben, daß die Pharma-Industrie bald Präparate auf den Markt brachte, und zwar Externa, die manchmal zusätzlich mit anderen Komponenten versehen waren (Usniplant, Usno, Usneasan, Usniacin u. a.). Die Hauptindikationen sind bakterielle Infektionen, Furunkulose, Polydermien verschiedener Genese, bakterielle Ekzeme u. a.

In Form von Salben und Puder testete KÖNIGSBAUER (1955/56) die Zubereitungen bei verschiedenen Hautleiden. Besonders gut sprachen streptogene und staphylogene Dermatosen auf Usninsäure an.

Das bakterielle Spektrum ähnelt dem von Penicillin, beeinflusst werden alle grampositiven Keime. Bei Tetanus erweist sich die Usninsäure dem Streptomycin und Penicillin überlegen, penicillinresistente Erreger (Staphylokokken) sind gegen Usninsäure durchweg empfindlich. Mit der antibiotischen Wirkung befaßte sich auch MÖSE (1955/1957): Im Plattentest zeigte sich, daß Usninsäure im wesentlichen gegen grampositive Keime, ferner gegen Meningokokken und *Neisseria flava* wirksam ist. Daß bei *Clostridium tetani* die Usninsäure der Wirkung von Penicillin und Streptomycin überlegen ist, wurde bereits berichtet. Von 40 getesteten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (Hemmungsgrenze 1:64 000) war nur

ein einziger Stamm resistent, gegen *Staphylococcus* erwies sich die Usninsäure als bakterizid. ORZECZOWSKI (1970) gibt an, daß Usninsäure in Verdünnungen von 1:250 000 bis 1:500 000 gegen Diphtheriebazillen, Staphylokokken, Streptokokken und *Subtilis* aktiv war.

In der Homöopathie verwendet man die Tinktur und deren Verdünnungen (D3) empirisch bei Kopfschmerzen, Kongestionen des Kopfes mit dem Gefühl, als würden die Schläfen bersten (LEESER 1973). Die Beobachtung geht auf einen nordamerikanischen Arzt zurück, der 1878 erste Versuche mit *Usnea* gemacht hatte.

Hinsichtlich der Toxizität ermittelte man folgendes: MIKOSHIBA (1936) fand die tödliche Dosis bei Mäusen zu 25 mg/kg iv. und 700 mg/kg sc. Nach SÖDERBERG (1953) sollen 10 mg/kg Na-Salz iv. Katzen töten und ähnliche Vergiftungssymptome zeigen, wie sie durch Dinitrophenol auftreten. Für Menschen und höhere Tiere scheint Usninsäure nicht toxisch zu sein. Rentiere z. B. vertilgen im hohen Norden beträchtliche Mengen usninhaltiger Flechten (*Cladonia*-Arten wie *C. stellaris*, *C. arbuscula*, *C. mitis*, ferner *Cetraria nivalis* u. a.), ohne Vergiftungserscheinungen zu zeigen. Die sog. Rentierflechte *Cladonia rangiferina* enthält keine Usninsäure, wird aber von den Tieren wohl wegen ihres Gehaltes an Kohlehydraten und anderen akzessorischen Nährstoffen gern im Winter gefressen.

Unter gewissen Umständen kann aber Usninsäure für den Menschen schädlich sein und eine allergische Kontaktdermatitis hervorrufen. Krankhafte Einwirkung auf die Haut hat man bei kanadischen Holzfällern beobachtet, die bei Waldarbeiten mit dieser Flechte in Berührung gekommen sind, wodurch sich eine starke Lichtempfindlichkeit der Haut einstellte (MITCHELL & SHIBATA 1969).

### 3. *Lobaria pulmonaria* (*Sticta pulm.*)

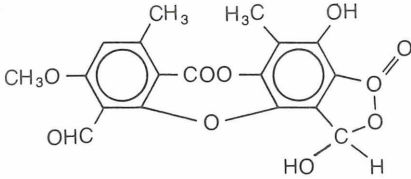
Schon die mittelalterlichen Kräuterbotaniker (BOCK 1551, FUCHS 1543, MATHIOLUS 1563) kannten den Gebrauch der Flechte. Unter der Bezeichnung „*Sticta pulmonaria*“ wird die Flechte heute nur noch in der Homöopathie gebraucht. Über die homöopathische Verwendung hat BURDICK (1864) berichtet. Zuerst finden sich Arbeiten über *Sticta* im nordamerikanischen Schrifttum, später wurde sie auch in Europa als Heilmittel bekannt. THIELE (1955) hat die homöopathische Arzneiprüfung zusammengestellt. So soll das Mittel eines unserer besten gegen „hartnäckigen Husten sein, der die Masern begleitet oder ihr folgt“ Für Heufieber ist es das „Mittel, wenn das Leiden sich auf Kopf und Stirnhöhle konzentriert und die Nase vollständig verstopft, obgleich der Kranke beständig niest“ MEZGER (1966) empfiehlt *Sticta*, wenn die Erkältung von der Nase hinab in den Rachen und die Luftröhre zieht und in langem Husten endigt. Auch STIEGEL (1941) gibt *Sticta*, wenn eine Erkältung mit einem Schnupfen beginnt und mit starkem Husten endet. Bewährt hat sich *Sticta* bei Grippehusten, trockenem Reizhusten und chronischer Lungenaffek-

tion alter Leute (MEZGER 1964).

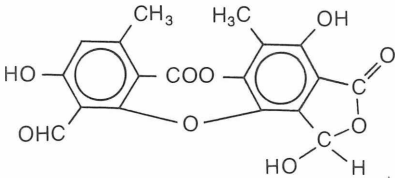
Gegen *Staphylococcus* ist die Flechte antibakteriell *in vitro* wirksam (STOLL & al. 1947).

Gebräuchliche Dosis: D1 bis D3, auch die Urtinktur wird in besonderen Fällen empfohlen.

Wichtige Inhaltsstoffe sind: Stictinsäure und Norstictinsäure (= Desmethyl-Stictinsäure [V, VI]).



Stictinsäure (V)



Norstictinsäure (VI)

Die Rhizinen (Anhangsorgane des Lagers, dienen zu meist der Anheftung der Flechte an die Unterlage) enthalten Telephorsäure, einen Chinonabkömmling, der auch in verschiedenen Pilzen gefunden wurde (z. B. in Polyporaceen: ASAHINA & SHIBATA 1954). In der Asche wurden Phosphor, Schwefel, Bor und Mangan festgestellt.

#### 4. *Evernia prunastri* und *Hypogymnia physodes*

Diese Flechten (letztere unter dem früheren Namen *Parmelia phys.*) benutzte KLOSA (1948, 1949, 1951) zur Herstellung eines Antibiotikums gegen *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus haemolyticus*, Pneumokokken und Diphtheriebazillen, das unter dem Namen Evosin in den Handel kam (heute absolet). Es enthält im wesentlichen Everssäure (VII) (ein Orcinderivat), Usninsäure und Extrakte aus *Hypogymnia physodes*, die Physodalsäure (VII) (= 3-Monomethyl-Protocetrarsäure), Physodsäure sowie Atranorin und Chloratranorin enthalten (KLOSA 1952, 1953).

Everssäure wirkt in einer Verdünnung von 1:1 Mill. antibiotisch. Evosin hemmt in Verdünnungen von 1:2 Mill. Tuberkelbazillen *in vitro*. In einer Verdünnung von 1:10 000 hemmt Evosin auch Schimmelbildung.

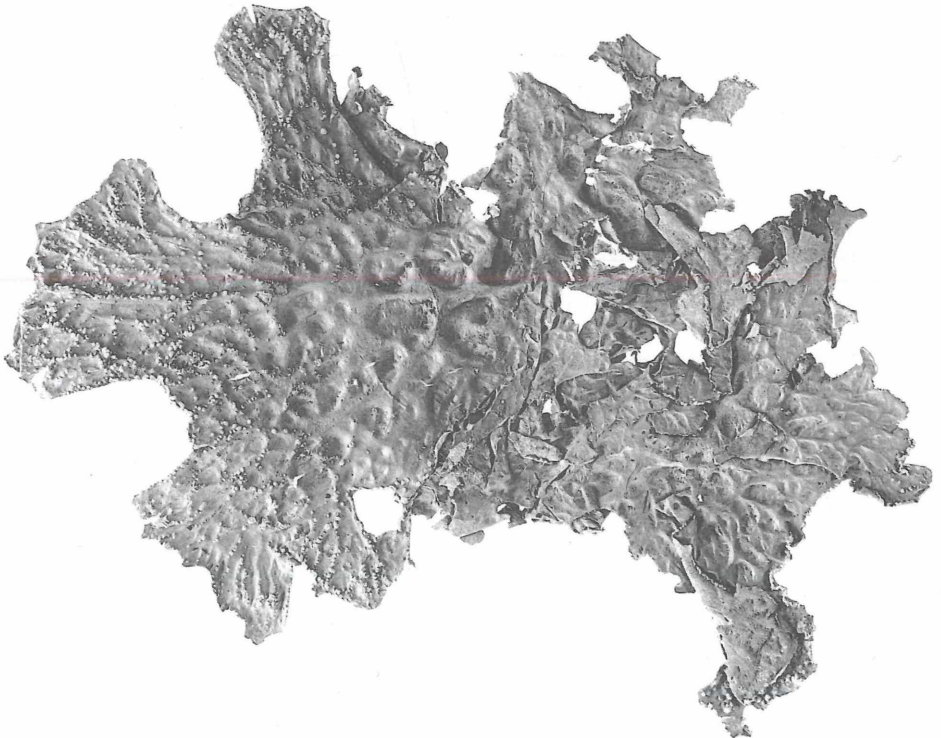
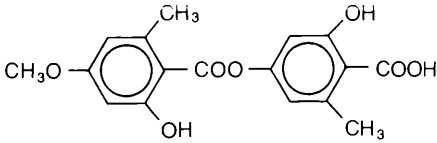
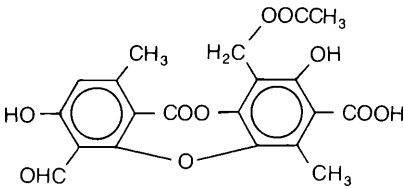


Abbildung 3. *Lobaria pulmonaria* (L.) HOFFM., Lungenflechte.





Evernsäure (VII)



Physodalsäure (VIII)

Evosin wurde mit Erfolg bei *Lupus vulgaris*, bei Pyodermien, Impetigo und Furunkulose, ferner bei *Sycosis barbae parasitaria* (Abheilung innerhalb weniger Tage) eingesetzt. MÜLLER (1949) benutzte das Mittel zur Bekämpfung von *Fluor albus* in Form von Puder bzw. Vaginalstäbchen.

### 5. Psoromsäure (IX)

Diese Säure ist in zahlreichen Flechten enthalten. NAGAZAWA & al. (1963) haben über die Antitumor-Aktivität dieser Säure berichtet. Synergistische Effekte wurden bei Mitomycin C (gegen Ehrlich-Ascites Carcinom) und bei Carcinophyllin (dsgl. und gegen Sarkom 180) bei Mäusen beobachtet. Die Toxizität der Antitumor-Antibiotika wurde durch Psoromsäure deutlich herabgesetzt.

### 6. Polysaccharide

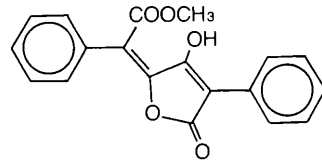
Die therapeutischen Erfolge mit den Flechtensäuren haben dazu geführt, auch andere Flechtenstoffe zu erproben, und zwar bei der Krebsbekämpfung (an Mäusen). Hierbei soll den Polysacchariden (bestimmten Glukanen) eine besondere Rolle zukommen. Diese Substanzen stellte man aus Stictaceen und aus Umbilicariaceen her (z. B. *Umbilicaria esculenta*, *Lasallia pustulosa*, *L. papulosa*) und anderen Flechten. Sie hemmen das Wachstum des Sarkoms 180 bei Mäusen und bewirkten in vielen Fällen vollständige Regeneration der Tumoren (SHIBATA & al. 1968). Beim Menschen scheinen diese Polysaccharide unwirksam gewesen zu sein, man hat jedenfalls nichts mehr darüber gehört.

### 7. Vulpin- und Pinastrinsäure (X, XI)

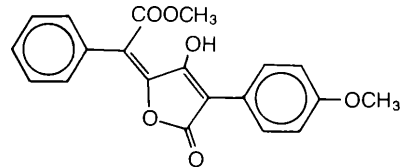
Als Anhang zu den obigen Ausführungen soll noch auf stark giftige Flechtensäuren hingewiesen werden. Sie sind vor allem ethnologisch interessant. Die Vulpinsäure ist ein Bestandteil der Wolfsflechte *Letharia vulpina*, einer arktisch-alpinen Art. KOBERT (1902/1906) und NEUBERG (1893) (zit. nach ZOPF 1907) haben die Säure untersucht, sie erwies sich als giftig für zahlreiche

Tiere. Die Flechte wurde in Skandinavien von den Bauern zum Töten von Wölfen benutzt, indem man die Flechte in einen Köder einbrachte, zusammen mit Glassplittern, um innere Verletzungen hervorzurufen, von denen aus die Vulpinsäure leicht in das Blut gelangen konnte.

Über die toxischen Wirkungen der Vulpinsäure vgl. FRIES (1871), SANTESSON (1939), SÖDERBERG (1953a) und SCHADE (1954). Eine neue chemische Analyse der Flechte haben TABACCHI & TSOUPRAS (1987) vorgelegt, bei der zahlreiche Steroide aufgefunden wurden.



Vulpinsäure (X)



Pinastrinsäure (XI)

Die Pinastrinsäure, die z. B. auch in *Cetraria pinastri* und *C. juniperina* vorkommt, hat etwa die gleiche Toxizität wie Vulpinsäure, jedoch soll Pinastrinsäure wohl Füchse, aber keine Wölfe und Hunde töten (?).

### Flechten in der chinesischen Volksmedizin

Außer den schon mitgeteilten Befunden machen HANSEN & SCHÄDLER (1985) noch folgende Angaben: *Parmelia saxatilis* wird als Analgetikum und Antipyretikum, ferner bei Blutspucken, Metrorrhagie und bei Brandwunden verwendet. *Stereocaulon paschale* wirkt blutstillend und blutdrucksenkend, *Umbilicaria esculenta* (in Japan Nahrungsmittel) wirkt ebenfalls blutstillend sowie bei Abdominalbeschwerden und blutiger Diarrhoe und *Thamnolia vermicularis* gebraucht man bei Neurasthenie, Hypertonie und „Lungenhusten“. Eine noch ungelöste Frage ist, ob die in China ermittelten Indikationen auch für Europäer zutreffen und ob vielleicht die Ostasiaten anderen physiologischen Eigenschaften unterliegen, was mit bestimmten Rassemerkmalen in Verbindung gebracht werden könnte, mit anderen Worten: Sind die Indikationen auch auf die weiße Rasse übertragbar? Ein Versuch wäre wohl angezeigt. Dazu kommt die Frage der chemischen Zusammensetzung.

zung des chinesischen Materials, das qualitativ und quantitativ von europäischem Material abweichen kann.

### Schlußbemerkungen

Es wurde dargelegt, daß in den Flechten ein großes Reservoir beachtlicher Wirkstoffe vorhanden ist. Bei allen positiven Eigenschaften hinsichtlich der therapeutischen Wirkung sind aber die Flechten aus mehreren Gründen für eine industrielle Verwertung ungeeignet, von Ausnahmefällen abgesehen, und zwar

1. Die Flechten haben ein sehr langsames Wachstum.
2. Sie können nicht kultiviert werden.
3. Aus anderen niederen Pflanzen, z. B. Pilzen, sind unter Verwendung geeigneter Technologien schon zahlreiche Medikamente, insbesondere Antibiotika, entwickelt worden. Die Pilze lassen sich leicht in großen Mengen kultivieren (Tankverfahren), es besteht kein Rohstoffmangel.
4. Viele Flechten wären bald ausgerottet, zum Verdruß aller Naturfreunde. Wie alle Organismen haben auch die Flechten eine hohe Bedeutung im Haushalt der Natur.

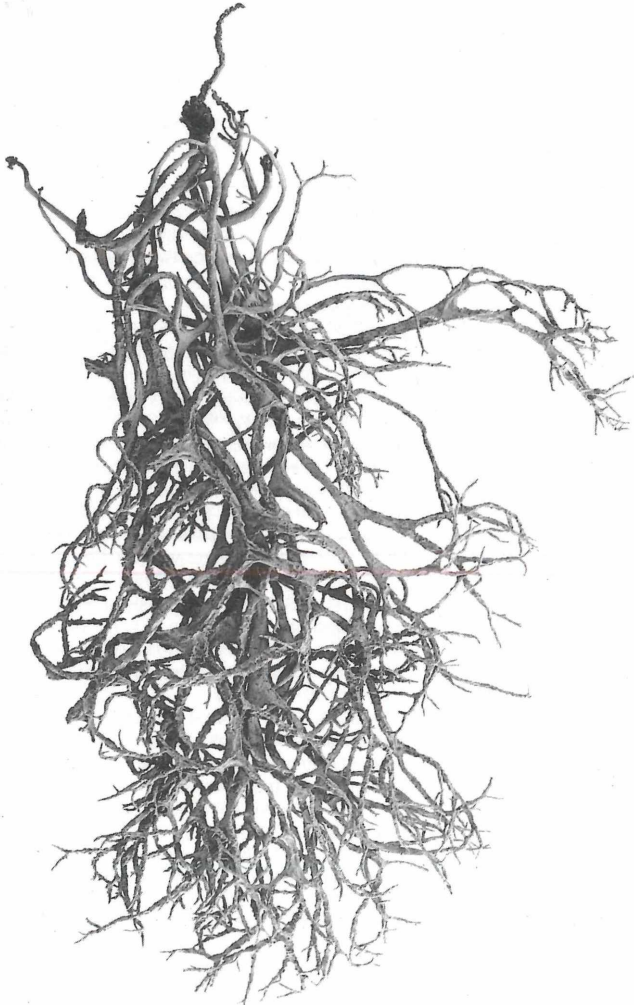


Abbildung 4. *Letharia vulpina* (L.) VAINIO, Wolfsflechte.

Aus den genannten Gründen können die Flechten in der Medizin nur in beschränktem Maße verwendet werden, und daher bleiben wohl alle mit den Flechten erzielten günstigen Erfahrungen Geschichte! Der Naturfreund wird es begrüßen, wenn unsere Flora nicht durch übermäßiges Sammeln noch weiter dezimiert wird. Trotzdem erschien es mir aufschlußreich, die Lichenen einmal aus therapeutischer Sicht zu betrachten und ihre eigenartigen, nur bei dieser Pflanzengruppe gefundenen Stoffwechselprodukte und deren bemerkenswerte Wirkungen auf Mensch und Tier zu beschreiben.

In und nach dem Zweiten Weltkrieg erfuhren die Flechten im Verlaufe der Antibiotikaforschung eine besondere Beachtung, hervorgerufen durch den Mangel an antibiotisch wirkenden Heilmitteln, vor allem in Deutschland. Man muß sich erinnern, daß die Entdeckung des Penicillins und anderer Antibiotika nur wenige Jahre zurücklag und diese Medikamente in Deutschland anfangs so gut wie nicht zu erhalten waren. Deshalb war die Entdeckung der antibiotischen Wirkung der Flechtenstoffe damals ein Ereignis von großer Bedeutung. Als dann auch bei uns die Produktion von Penicillinen im großtechnischen Maßstab anliefe und diese Mittel in ausreichender Menge vorhanden waren, traten die Flechten in den Hintergrund. In dieser kurzen Periode haben die Flechtenpräparate ihren therapeutischen Wert bewiesen und die damals vorhandene Lücke in der Versorgung mit klassischen Mitteln geschlossen. Man muß sich aber darüber im klaren sein, daß die Anwendung der Flechten in der Medizin, vom Isländischen Moos und der Lungenflechte abgesehen, eine medizinisch-geschichtlich interessante, aber nunmehr abgeschlossene Epoche dargestellt hat.

## Literatur

- ADE, A. & KLEMENT, O. (1954): Über die einstige und derzeitige Verwendung von Flechten, insbesondere in Bayern, zu technischen oder sonstigen Zwecken. – Ber. Bayer. Bot. Ges., **30**: 5–8; München.
- ALMS, A. (1831): Über einen neuen Flechtenstoff in *Variolaria amara* ACH. – Ann. Pharm., **1**: 63.
- ASAHINA, Y. (1939): Flechtenstoffe. – Fortschr. Chem. org. Naturstoffe., **2**: 27–60; Wien.
- ASAHINA, Y. (1951): Neuere Entwicklungen auf dem Gebiete der Flechtenstoffe. – Ebenda., **8**: 207–244.
- ASAHINA, Y. & SHIBATA, S. (1954): Chemistry of lichen substances. – Tokyo.
- BARY, A. de (1879): Die Erscheinung der Symbiose. – 30 S.; Straßburg.
- BERG, Th. (1872): Zur Kenntnis des in der *Cetraria islandica* vorkommenden Lichenins und jodbläuernden Stoffes. – Diss. Dorpat 1872 und Russ. Z. f. Pharm., **1873**: 129–161.
- BERGER, F. (1961): Antibiotika aus Flechten. – Österr. Apoth. Ztg., **15**: 31; Wien.
- BERNIZ, M. B. (1651): De observatione in Ephemeridibus nat. curios. (obs. 41: de musco pulmonario monstroso; obs. 53: de musco cranii humani). – Zit. nach KREMPELHUBER **1**: 595.
- BERZELIUS, J. J. (1813): Versuche über die Wirkung des isländischen Moores und seine Anwendung als Nahrungsmittel. – Schweigg. J., **7**: 317–352.
- BREYNE, J. (1672): Muscus eryngifolio bene depictus. – In: Miscell. Nat. Curios., **3**: (Nr. 290: Icterus per muscum pulmonarium vulgarem sanatus).
- BORKOWSKI, B. & al. (1958): Gewinnung und Wirkung von Antibiotika aus einigen in Polen vorkommenden Flechten. – Diss. Pharm. Warszawa., **10**: 99–107; Poznań. (ref. Chem. Zbl., **132**: 1290, 1961., betr. *Cladonia Cetraria*, *Hypogymnia Usnea*).
- BORRICHIO, O. (1670): De musco cathartica Islandiae. – in: Actiis Hafniensibus, **1**: 126.
- BURDICK, S. P. (1865): Journalauszüge (Betr. *Siccia silvatica*, gemeint ist *Lobaria pulm.*). – Allg. Hom. Ztg., **71**: 46. 55. 71, 95; Leipzig.
- BURKHOLDER, P. R. & al. (1944): Antibiotic activity of lichens. Proc. Nat. Acad. Sc., **30**: 250.
- BURKHOLDER, P. R. & EVANS, A. W. (1945): Further studies on the antibiotic activity of lichens. Bull. Torrey Bot. Club, **72**: 157–160.
- BUSTINZA, F. (1951): Antibacterial substances from lichens. – Econ. Botany, **6**: 402–406; Lancaster, PA.
- CARTHEUSER, J. F. (1732): De lichene cinereo-terrestre. – Francofurti. (Betr. *Peltigera canina*.)
- COELER, A. F. (1732): De Usnea seu musco cranii humani. – Leiden.
- CRAMER, G. C. P. (1780): De lichene islandico. – Erlangae.
- CULBERSON, Ch. F. (1969): Chemical and botanical guide to lichen products. – 628 S., Chapel Hill.
- CULBERSON, Ch. F. (1970): Supplement to „Chemical and botanical guide to lichen products“ – The Bryologist, **73**: 177–377; Carbondale.
- CULBERSON, Ch. F., CULBERSON, W. L. & JOHNSON, A. (1977): Second Supplement to „Chemical and botanical guide to lichen products“ – St. Louis.
- CZETSCH-LINDENWALD, H. von (1955): Chemie und Galenik der Usninsäure. – Arzneimittel-Forsch., **5**: 507–509; Aulendorf.
- CZETSCH-LINDENWALD, H. von (1956): Antibiotische Heilpflanzen und ihre Einsatzmöglichkeiten. – Planta medica, **4**: 209–218; Stuttgart.
- CZETSCH-LINDENWALD, H. von & al. (1955): Usninsäure als Antibiotikum. – Wien. med. Wschr., **105**: 1063–1067; Wien.
- DIETL, A. (1854): Die isländische Flechte und deren Benützung. – Österr. bot. Wbl., **S. 11**; Wien.
- DILLENIUS, J. B. (1785): Dissertatione de lichene pyxidato. – 48 S.; Moguntiae.
- DÖPP, W. & BERSCH, H. W. (1950): Über die tuberkulostatische Wirkung einiger pflanzlicher Substanzen in vitro. – Pharmazie, **5**: 603–604; Berlin.
- DORSTENIUS, Th. (1540): Botanicon continens Herbarum aliosumque simplicium, quorum usus in Medicini est, descriptiones et Icones ad vivum effigiatus. – Francofurti, (S. 241: Vires et juvamenta pulmonariae.).
- EBELING, J.T.P.C.E. (1779): De Quassia et Cetraria islandica. – Glasgow.
- FALLOPIUS, G. (1566): Opuscula a Petro Agatho edita. – Patavii. (enth. eine Abh.: De musco arborum).
- FREYBERGER, P. (1956): Das Oberflächenantibiotikum Usninsäure in der Zahnheilkunde. – Zahnärztl. Rdsch., **65**: 509–514; Berlin.
- FRIES, Th. (1871): Lichenographia Scandinavica; Uppsala.
- GARCIA, J., CIFUENTES, B. & VINCENTE, C. (1980): L-Usnate-urease binding for the Ligand. – Z. Naturf., **35 C**: 1098–1110; Tübingen.
- GERTIG, H. & BANASIEWIECZ, Z. (1962): Die Verteilung der Us-

- ninsäure in verschiedenen polnischen Flechten. Acta polon. Pharm., **18**: 67; Warszawa (ref. Sci pharm., **29**: 195; 1961; betr. *Cladonia*, *Parmelia*, *Usnea*).
- GIGON (1905): Rev. thérap., **17**: 610; (Cetrarin, zit. nach Merck's Iber.).
- HAHN, G., MAYER, A. & SOIKE, H. (1988): Isländisches Moos. – Notabene medici, **18**: 194–203; Bad Homburg.
- HANSSSEN, H. P. & SCHADLER, M. (1985): Pflanzen in der traditionellen chinesischen Medizin. II. Flechten. – Dtsch. Apoth. Ztg., **125**: 1239–1243; Stuttgart.
- HEIN, W.-H. (1950): Antibiotika aus Flechten. – Südd. Apoth. Ztg., **90**: 315–318; Stuttgart.
- HENSSEN, A. & JAHNS, H. M. (1974): Lichenes. – 467 S. Stuttgart.
- HESSE, O.: Die Arbeiten von 1861–1905 sind sämtl. bei ZOPF (1907) zitiert. Sie erschienen in den Annal. Chem., den Ber. dtsh. chem. Ges. und dem J. prakt. Chem.
- HOFFMANN, G. F. (1786): Commentatio de varia lichenum usu. – Diss. Erlangen.
- HÖSEL, G. & SCHWARZ, W. (1950): Über isländisches Moos und die Verwendung seiner Gallerte als Agar-Ersatzstoff in der Mikrobiologie. – Pharmazie, **5**: 602–603; Berlin.
- HUNECK, S. (1984): Fortschritte der Chemie von Flechtenstoffen. – Nova Hedwigia, Beih., **7**: Festschrift J. POELT.: 793–900; Vaduz.
- KÄRNEFELT, I. (1979): The brown fruticose species of *Cetraria*. – Opera botanica, **46**: S. 89 ff.; Lund.
- KILPIÖ, O. (1956): Lakttagelser över den antibakteriella effekten hos ett usninsyraderivat (USNO) och den kliniska användningen av detta vid pyodermifall. – Nord. Hyg. Tidskr., **37**: 289–294; Lund.
- KLOSA, J. (1948): Antibiotika in Flechten., Naturwiss. **34**: 288; Berlin.
- KLOSA, J. (1949): Antibiotische Stoffe aus Flechten. – Pharm. Zentralhalle Dtl., **88**: 165–166; Leipzig.
- KLOSA, J. (1949): Antibiotische Substanzen in der Veterinärmedizin. – Berliner u. Münchner tierärztl. Wschr., **7**: 89; Berlin.
- KLOSA, J. (1950): Über ein neues Antibiotikum aus Flechten. – Pharmazie, **5**: 289–290; Berlin.
- KLOSA, J. (1951): Über die antibiotische Wirkung der Flechtenstoffe. – Z. physiol. Chem., **287**: 195–204; Berlin.
- KLOSA, J. (1952): Beitrag zur Kenntnis der Physodalsäure. – Arch. Pharm., **285**: 432–438; Weinheim.
- KLOSA, J. (1952): Notiz zur Heilwirkung der Parmali Pharmazie, **7**: 755; Berlin. (Betr. Evosin).
- KLOSA, J. (1953): Über die Isolierung der Flechtensäuren von *Parmelia physodes*. – Pharm. Ind. **15**: 46–47; Aulendorf.
- KOBERT, R. (1902, 1906): Lehrbuch der Intoxikationen. – Bd. 1 (1902), Bd. 2 (1906); Stuttgart.
- KOLLER, G. Lit. Verz. vergl. bei CULBERSON (1969: 579).
- KÖNIGSBAUER, H. (1955): Über die Behandlung bakterieller Hautkrankheiten mit Usninsäure. – Der Hautarzt, **6**: 501–504; Berlin.
- KÖNIGSBAUER, H. (1956): Zur Behandlung der pustulösen Acne mit dem Flechtenantibiotikum „Usninsäure“ – J. med. Kosmetik, Heft 10: 292–294; Berlin.
- KORZYBSKI, T. & al. (1967): Antibiotics. Origin, Nature and Properties. – Warszawa.
- KREMPELHUBER, A. von (1867): Geschichte und Literatur der Lichenologie von den ältesten Zeiten bis zum Schluß des Jahres 1865. – Bd. 1; München. (S. 595: Usus et Utilitas Lichenum).
- LACHIONDO, F. B. (1951): Über das isländische Moos. – Medica-menta, **3**: 111; Madrid. (ref. Dt. Apoth. Ztg. **93**: 152; 1953).
- LEESER, J. (1973): Lehrbuch der Homöopathie. – Bd. B/I: Pflanzliche Arzneistoffe; Heidelberg.
- MARSHAK, A. (1947): A crystalline antibacterial compound from the lichen *Ramalina reticulata*. – Publ. Health Rep., **62**: 3; Washington.
- MARSHAK, A. & al. (1947): Antibiotic compounds isolated from the lichen *Ramalina reticulata*. – Science, **106**: 394; New York.
- MEAD, R. (1735): Schedula qua lichenis cinerei terrestris cum pipere mixti usum commendat contra hydrophobiam; London.
- MERCK'S, Iber., **3**: 2 (1889); **4**: 22 (1890); **7**: 35 (1893); **10**: 50 (1905) (Betr. Cetrarin).
- MEZGER, J. (1966): Gesichtete homöopathische Arzneimittel-lehre. – 3. Aufl., Bd 1: 1964; Bd. 2: 1966; Ulm. (2: 130; *Sticta*.)
- MIKOSHIBA, K. (1937): Über die pharmakologischen Wirkungen der d-Usninsäure und ihrer Spaltprodukte. – Japan. j. med. Sci. Trans. Abstr., **44**: 77–105; Tokyo. (ref. ChemZbl., 1938: 1990).
- MITCHELL, J. C. & SHIBATA, S. (1969): Immunologic activity of some substances derived from lichenized fungi. – J. Invest. Derm. **52**: 517; Baltimore.
- MÖSE, J. R. (1955): Zur antibakteriellen Wirksamkeit der Usninsäure. – Arzneimittel-Forsch., **5**: 511–513; Aulendorf.
- MÖSE, J. R. (1957): Zur Beeinflussung von Tetanus- und Diphtherie-Toxin durch Antibiotika, insbesondere Usninsäure. Arzneimittel-Forsch., **7**: 65–69; Aulendorf.
- MOISSEJEWA, E. N. (1957): Das Natriumsalz der Usninsäure, seine Herstellung, physikalisch-chemische Eigenschaften und die Methoden der Erforschung (russ., Leningrad). – S. 50–64; (ref. Planta medica., **8**: 195. 1960).
- MONKEWITZ (1817): Chemisch-medizinische Untersuchung über die Wandflechte (*Lichen parietinus*) und Chinarinde. – Dorpat.
- MÜLLER, G. L. (1949): Ein neues Antibiotikum aus Flechten als spezifisches Heilmittel bei Fluor albus. – Dte GeshWes., **4**: 692; Berlin.
- MULDER, G. J. (1838): Über Inulin und Moosstärke. – J. prakt. Chem., **15**: 299–302; Leipzig.
- NAKAZAWA, S. & al. (1963): Antitumor activity of lichen component. IV. Especially action of psoromic acid and known antibiotics. – J. antibiotics, Ser. B, **16**: 145; Tokyo. (ref. CA., **60**: 2211; 1964).
- NEUBERG, A. (1893): Toxikologische Studien über einige organische Säuren. – Diss. Dorpat.
- OLAFFSEN, E. & PROVELVENS, B. (1774): Reise durch Island. – 1: 85–87; 2: 31 u. 106; Kopenhagen. (Betr. *Cetraria islandica*.)
- ORZECZOWSKI, G. (1970): Antibiotische Wirkstoffe aus höheren Pflanzen. – Die Kapsel (Hausz. Fa Scherer), **26**: 1007–1016; Eberbach/Baden.
- PFÄFF, C. H. (1826): Über eine neue eigenthümliche Säure in dem isländischen Moose. – J. Chem. Phys., **47**: 476–483; Nürnberg.
- PIORKOWSKI, G. (1957): Usninsäure als orales Antiviricum. – Therapie Gegenw., **96**: 286–287; München & Berlin.
- RAMM, W. (1890): Über Bittermittel. – In: Histor. Studien aus d. pharmakolog. Inst. der Univ. Dorpat, herausg. von R. KOBERT, **2**: 1–142; Dorpat. Vergl. auch bei ZOPF 1907: 374!
- RÜCKERT, Th. L. (1834): Vorschlag zur Erforschung von Arzneimittelsymptomen. – Allg. Hom. Ztg., **4**: 171–181; Leipzig. (Betr. *Cetraria islandica*.)
- SANDER, G. C. H. (1815): Die Wandflechte (*Parmelia parietina*), ein Arzneimittel; Sondershausen.
- SANTESSON, J. Lit. vgl. bei HENSSEN & JAHNS (1974): S. 432.
- SANTESSON, C. G. (1939): Notiz über die giftige Fuchs- oder Wolfsflechte *Letharia vulpina* (L.) VAIN. – Ark. Bot., **29A**, **14**. Uppsala.

- SAVICZ, V. P., LITVINOV, A. & MOISSEJEWA, E. M. (1960). Ein Antibiotikum aus Flechten als Arzneimittel (Natriumsalz). – *Planta medica*, **8**: 191–202; Stuttgart. (Betr. Usninsäure.)
- SCHADE, A. (1954): *Letharia vulpina* (L.) VAIN. und ihre Vorkommen in der alten Welt. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.*, **30**: 108–126; München.
- SCHINDLER, H. (1937): Zur Kenntnis von *Cetraria islandica* und *Sticta pulmonaria*. – *Dtsch. Apoth. Ztg.*, **52**: 640–646; Berlin.
- SCHINDLER, H. (1944): Die Inhaltsstoffe des Isländischen Moores, *Cetraria islandica*. – *Die Dtsch. Heilpfl.* **10**: 81–86; Stollberg/Erzgeb.
- SCHINDLER, H. (1955): Inhaltsstoffe und Prüfungsmethoden homöopathisch verwendeter Heilpflanzen. – *Aulendorf*. (S. 54: *Cetraria isl.*; S. 188: *Sticta*).
- SCHINDLER, H. (1956/57): Die Verwendung von Flechten und Flechtenstoffen in alter und neuer Zeit. – *Aus unserer Arbeit* (Fa. Dr. W. SCHWABE) **4**: 7–14 (1956); **5**: 12–17 (1957); Karlsruhe.
- SCHINDLER, H. (1957): Die Inhaltsstoffe verschiedener *Usnea*-Arten unter besonderer Berücksichtigung der Usninsäure. – *Arzneimittel-Forsch.*, **7**: 69–72; Aulendorf.
- SCHINDLER, H. & BIBINGER, H. (1987): Die höheren Flechten des Nordschwarzwaldes. 4. Die Gattung *Usnea*. – *Carolinea*, **45**: 77–88; Karlsruhe.
- SCHMAUDERER, E. (1968): Antibiotisch wirkende Flechteninhaltsstoffe. – *Präp. Pharm.*, **4**: 49–54 u. 65–70; München.
- SCHOELER, H. (1940): Kompendium der wissenschaftlichen und praktischen Homöopathie; Leipzig.
- SCHOEPP, J. D. (1787): *Materia medica americana potissimum regni vegetabilis*. – Erlangen. (Faksimile-Druck Cincinnati 1903; S. 157: *Lich. pulmon.*).
- SCHWENDENER, S. (1869): Die Algentypen der Flechtengonidien. – *Progr. f. d. Rektoratsfeier Univ. Basel*; Basel.
- SCOPOLI, J. A. (1769): *Lichenes islandicae vires medici*. – *Ann. Hist. Nat.*, **2**: 107–118.
- SCOTT, G. D. (1971): *Plant Symbiosis*. – 2. Aufl.; London.
- SHIBATA, S. & al. (1946): Relation between antibacterial properties and chemical constitution of Usnic acid and its derivatives. – *J. Penicillin*, **1**: 152 u. 588; Tokyo.
- SHIBATA, S. & al. (1949): Antibacterial effects of lichen substances. I. Comparative studies of antibacterial effects of various types of lichen substances. – *J. pharmac. Soc. Japan*, **68**: 300; Kyoto.
- SHIBATA, S. (1968): Studies on the chemical structure of the new glucans isolated from *Gyrophora esculenta* MIYOSHI and *Lasallia papulosa* (ACH.) LLANO and their inhibiting effect on implanted Sarcome 180 in mice. – *Chem. Pharm. Bull.*, **16**: 1639–1641; Tokyo.
- SHIBATA, S. (1968): Antitumor activities of lichen polysaccharides. – *Z. Krebsforsch.* **71**: 102–104; Heidelberg.
- SIKINS (1762): *Dissertatio de Lichene cinereo-terrestre*; Francofurti.
- SJÖSTRÖM, A. G. & ERICSON, L. E. (1953): Das Vorkommen von Faktoren der Folsäure, Folinsäure und Vitamine der B<sub>12</sub>-Gruppe in Flechten. – *Acta chem. scand.*, **7**: 870–872; Stockholm. (Ref. Chem. Zbl. 1954, 8830).
- SÖDERBERG, U. (1953a): Note on the action of vulpinic acid. – *Acta physiol. scand.*, **27**: 87–98; Stockholm.
- SÖDERBERG, U. (1953): A note on the action of usnic acid on anaesthized cats. – *Ebenda*, **28**: 202–210.
- STICHER, O. (1965): Über die antibakterielle Wirksamkeit von Lichen islandicus mit besonderer Berücksichtigung der Inhaltsstoffe. – *Pharm. Acta Helv.*, **40**: 385–394 u. 483–495; Solothurn.
- STIEGELE, A. (1941): *Klinische Homöopathie*. – 394 S.; Stuttgart.
- STOLL, A. & al. (1947): Die antibakterielle Wirkung der Usninsäure auf Mykobakterien und andere Mikroorganismen. – *Experientia*, **3**: 115–116; Basel.
- STOLL, A. (1947): Antibiotika aus Flechten. – *Ebenda*, **3**: 111–113.
- STYX, M. E. (1867): Über die Heilkräfte der Wandflechte (*Parmelia parietina*). – Dorpat.
- SUNTOLA, S. & al. (1948): Usnic acid and its possible use in medicine. – *Suomen Kemistilehti*, **21** A: 179; Helsinki. (ref. CA., **43**: 13353c; 1949).
- STUPNIEWSKI, J. W. (1938): L'analyse toxicologique de l'action de l'acide vulpinique. – *Bull. int. Acad. pol. Sci. Lett., Cl. méd.* **5–6**: 223–231; Cracovie. (ref. Rona Ber., **117**: 318; 1940).
- TABACCHI, R. & TSOUPRAS, G. (1987): The chemical composition of *Letharia vulpina* (L.) HUE. – In: *Progress and Problems in Lichenology in the Eighties*. – *Bibl. Lichenol.*, **25**: 475–480; Berlin u. Stuttgart.
- THIELE, K. W. (1955): Beiträge zur Heilpflanzenkunde unter besonderer Berücksichtigung der Homöopathie. *Sticta pulmonaria* – Lungenflechte. – *Allg. Hom. Ztg.*, **80**: 149–152; Leipzig.
- TOBLER, F. (1925): *Biologie der Flechten*. – 266 S.; Berlin.
- TROMMSDORFF, J. B. (1778): *De lichene islandico*. – Erfordiaae.
- VARTIA, K. O. (1949/50): Antibiotics in lichens. – *I. Ann. Med. Exptl. Biol. Fenn.*, **27**: 46–54; *II. Ebenda.*, **28**: 7–19; Helsinki u. Diss. Helsinki.
- VARTIA, K. O. (1973): In: AHMADJIAN, V. & HALE, M. E. (Ed.): *The Lichens*; London. S. 547
- VINCENTE, C. & CIFUENTES, B. (1981): L-Usnate and permeability. – *Crypt. Bryol. Lichén.*, **2**: 213–222; Paris.
- VIRTANEN, O. E. & KÄRNI, N. (1956): On the toxicity of an Usnic acid preparation with the trade name USNO. – *Suomen kemistilehti*, **B 29**: 225–226; Helsinki.
- VOGEL, H. (1951): Über die antibakteriellen Eigenschaften einheimischer Flechten und Kryptogamen. – *Österr. Apoth. Ztg.*, **5**: 828–831; Wien.
- VONDERBANK, H. (1950): Die Antibiotika außer Penicillin. 1. Mitt.: Antibiotica aus Pflanzen und Tieren. – *Die Pharmazie*, **5**: 210 f.; Berlin. (Usninsäure S. 212).
- WEBER, F. (1773): *Dissertatio de viribus plantarum cryptogamarum medicis*; Kiliae.
- WEI, J., WANG, X., WU, X. & HOU, J., (1982): *Lichens officinales sinensis*; Beijing.
- ZOPF, W. (1907): *Die Flechtenstoffe in chemischer, botanischer, pharmakologischer und technischer Beziehung*; Jena.

MARIO LUDWIG, HORST MARTHALER &amp; HUBERT NEUGEBAUER

# Beitrag zur Fauna des Holderbaches im südlichen Odenwald

## Kurzfassung

Von April bis Oktober 1987 wurde die Invertebratenfauna des Oberlaufes eines unbefischten Baches, des Holderbaches (Odenwald), untersucht. 30-Minuten-Aufsammlungen des Makrozoobenthos wurden durch Siebproben und Untersuchung von Pflanzenmaterial ergänzt.

Chemisch-physikalische Kenndaten und der Saprobienindex weisen den Holderbach als noch nicht versauert und gering belastet aus. An 3 Probestellen wurden 45 Arten und höhere Taxa ermittelt. Den größten Anteil stellten die Trichoptera mit 12 Arten.

Durch einmalige Elektrofischung wurde der Fischbestand ermittelt. Einzige Art war *Salmo trutta f. fario* mit 189 Exemplaren auf einer Befischungsstrecke von 200 m. Die Forellenpopulation kann nach Altersstruktur und Ernährungszustand der Individuen als intakt bezeichnet werden.

## Abstract

### Contribution to the fauna of the Holderbach creek in the southern Odenwald

Invertebrate fauna of the Holderbach creek, an Odenwald rivulet not influenced by fishing, was studied along its upper course. 30-minutes-samplings of the macrozoobenthos were complemented by sieve probes and plant investigations.

Chemical and physical data as well as the saprobic index demonstrate the Holderbach as not yet acidified and with only slight pollutions.

At 3 sampling sites 45 species and higher taxa were recorded. Trichoptera cover the highest percentage with 12 species.

Fish fauna was investigated by electric fishing revealing brown trout (*Salmo trutta f. fario*) as the only species present (189 samples over 200 m). The trout population can be regarded as intact with regard to its age structure and the nutritional condition of the individuals.

## Autoren

MARIO LUDWIG, HORST MARTHALER und HUBERT NEUGEBAUER, Zoologisches Institut I der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-6900 Heidelberg.

## 1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist Teil eines Gutachtens, welches im Auftrag der Stadt Eberbach/Neckar angefertigt wurde. Gegenstand der Untersuchungen war der Holderbach, ein durch Einleitungen nur gering belasteter und fischereilich nicht genutzter Mittelgebirgsbach im südlichen Odenwald. Auch von der vielerorts bereits festgestellten Versauerung von Fließgewässern (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1986) und ihren negativen Auswirkungen auf die Fauna ist der Bach bisher nicht betroffen. Das Ziel der Erhebungen war neben der Ermittlung chemisch-physikalischer Kenndaten eine allgemeine Erfassung der Invertebratenfauna und des Fischbestandes. Während über die Bachfauna vieler Mittelgebirgsbäche bereits Veröffentlichungen vorliegen (WERNER & WERNER 1968, SCHUSTER 1978, FRANZ 1980, WIEMERS 1980, GELLERT 1987), fehlen diese bisher für den Odenwald.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Zwischen dem Neckartal unterhalb von Eberbach und dem Unterraingraben erstreckt sich der zentrale Sandstein. Er wird überwiegend von Schichten des Hauptbuntsandsteins aufgebaut. Das Tal des Holderbaches ist in den mittleren Buntsandstein eingeschritten. Der Holderbach (Abb. 1) entspringt bei Ober-Dielbach im Odenwald (NN +470 m) und mündet dann nach einer Fließstrecke von 6 km in nordwestlicher Richtung im Stadtgebiet Eberbach in die Itter (NN +125 m).

Am Bach wurden im Oberlauf drei Probestellen festgelegt und in Fließrichtung fortlaufend numeriert. Die einzelnen Probestellen waren jeweils ca. 200 m voneinander entfernt.

Zwischen April und Oktober 1987 wurden an der Probestelle 1 fünfmal die wichtigsten chemisch-physikalischen Parameter mittels pH-Meter und Schnellbestimmungssätzen im Freiland bzw. photometrisch im Labor ermittelt.

Die biotischen Probenahmen erstreckten sich von Anfang April bis Mitte Oktober 1987, wobei die Invertebratenfauna an insgesamt 10 Tagen erfaßt wurde.

Zur Erfassung der Zoobenthoslebewesen wurden an jeder Probestelle auf einer Strecke von 20 m Steine entnommen und von diesen die aufsitzenden Organismen mit einer Federstahlpinzette über einem Netz aufgesammelt. Es wurde jeweils 30 Minuten pro Probestelle gesammelt. Bei den Gammariden und Simuliiden wurde die jeweilige Anzahl der Individuen geschätzt. Darüber hinaus wurde an jeder Probestelle neben Siebproben eine 2-Liter-Polyethylenflasche mit Pflanzenmaterial (Fallaub, Moos etc.) gefüllt und im Labor die enthaltenen Organismen ausgelesen.

Am 31. 8. 1987 wurde eine Elektrofischung durchgeführt. Beprobt wurde mit einem batteriebetriebenen Impulsstromgerät, Typ DEKA 3000.

Zur Bestimmung des Tiermaterials wurden folgende Arbeiten herangezogen: Turbellaria: REYNOLDSON (1978), Mollusca: GLOER et al. (1980), Crustacea: SCHELLENBERG (1942), Ephemeroptera: SCHOENEMUND (1930) und MACAN (1979), Plecoptera: AUBERT (1959), RAUSER (1956) und HYNES (1977), Heteroptera: STICHEL (1955), Coleoptera: FREUDE et al. (1971), PANKOW (1979), Trichoptera: HICKIN (1967) und SEDLAK (1985).

Wir danken Herrn DR. U. BRAUKMANN, Karlsruhe, für die Nachbestimmung einiger schwieriger Arten und Herrn R. MARTHALER, Heidelberg, für die Durchführung der Elektrobefischung.

### 3. Chemisch-physikalische Charakterisierung des Holderbaches

Folgende Parameter wurden ermittelt (Minimal- und Maximalwerte April–Oktober '87)

Temperatur in °C:	8–11
pH-Wert:	6,6–7,2
Leitfähigkeit in µS:	91–163
Sauerstoffgehalt mg/l:	10,0–11,3
Gesamthärte in °dH:	1,6–4,0
Karbonathärte in °dH:	0,3–0,5
Phosphat in mg/l:	0,11–0,6
Sulfat in mg/l:	17–33
Ammonium in mg/l:	0,14–0,39
Nitrit in mg/l:	0,0–0,01
Nitrat in mg/l:	1,32–13,4
Chlorid in mg/l:	14–28
CSB (einmalige Mess.) in mg O <sub>2</sub> /l:	7

Messungen der Fließgeschwindigkeit ergaben im Durchschnitt 0,4 m/sec.

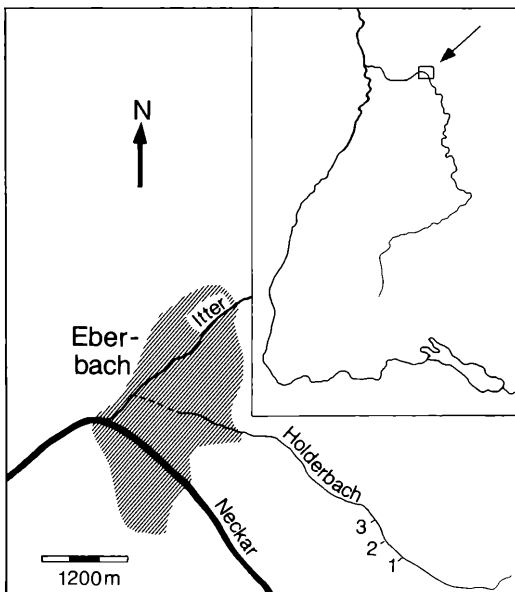


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes.  
Zeichnung: F. WEICK.

Der Holderbach weist erwartungsgemäß niedrige Wassertemperaturen und eine sehr gute Sauerstoffversorgung auf. Der Elektrolyt- und Nährstoffgehalt ist als insgesamt niedrig einzustufen. Es waren lediglich kleine Verunreinigungen festzustellen, wahrscheinlich bedingt durch Einleitungen in der Gemeinde Dielbach. Auffällig ist der hohe Phosphatgehalt im Herbst (0,6 mg/l), der wahrscheinlich auf Freisetzung von Ionen aus Fallaub beruht.

### 4. Makroinvertebratenfauna

Der Saprobienindex, der eine biologische Wassergütebeurteilung anhand des Arteninventars eines Baches darstellt, wurde nach der Methode von MEYER (1984) berechnet. Für den Holderbach konnte ein Saprobienindex von 1,3 ermittelt werden. Damit ergibt sich eine Zuordnung zur Güteklasse 1 (oligosaprobe Stufe, gering belastet). Dies steht in Einklang mit den chemisch-physikalischen Parametern.

**Turbellaria:** Mit *Dugesia gonocephala* und *Polycelis felina* wurden zwei typische Tricladida der Mittelgebirgsbäche gefunden. *Dugesia gonocephala* gilt als eurytherm und rheotolerant und dominiert nach BRAUKMANN (1984) in tiefer gelegenen submontanen Bergbächen. *Polycelis felina* wurde regelmäßig, aber meist mit wenigen Individuen, im Lital gefunden. Nach BRAUKMANN (1984) bevorzugt diese Art meist kalkarme Bäche. **Mollusca:** Die Besiedlung des Holderbaches mit Mollusken war gering. Nur *Ancylus fluviatilis*, eine an turbulente Strömung hervorragend angepasste Art, kam mit 18 Exemplaren vor. Bei Untersuchungen von SCHEURIG (1986) am Oberlauf der Elz (Odenwald) war diese Art hingegen einer der häufigsten Organismen des Litals. Ein entscheidender Grund für die geringe Individuendichte des Holderbaches dürfte seine starke Beschattung darstellen, durch die es nur zu einer mäßigen Entwicklung des Periphytons kommt, das die Nahrungsgrundlage für diese Gastropoden darstellt.

**Crustacea:** Als einziger Vertreter wurde der Amphipode *Gammarus fossarum* gefunden. Gewässer mit niedrigem pH-Wert und sehr geringer Wasserhärte werden von *G. fossarum* gemieden (BRAUKMANN 1984). Gleichzeitig scheint diese Art gegen eine Belastung durch Abwässer sehr empfindlich zu sein (BESCH 1968). **Ephemeroptera:** Es konnten fünf Eintagsfliegenarten nachgewiesen werden. Die meisten dieser Arten sind häufige Bewohner von Mittelgebirgsbächen, wie der Vergleich mit anderen Untersuchungen (UNRAU 1977, SCHEURIG 1986) zeigt. Larvalstadien der Gattungen *Ecdyonurus*, *Rhithrogena* und *Baetis* sind nicht immer bis zur Art bestimmbar und wurden deshalb hier als *E. venosus*-Gruppe und *R. semicolorata*-Gruppe bzw. *Baetis* spec. angeführt.

**Plecoptera:** Diese Ordnung war mit acht Arten und insgesamt 165 Individuen vertreten. *Protonemura auberti* stellte mit 120 Exemplaren den weitaus größten

Anteil. Insgesamt kann festgestellt werden, daß im Holderbach eine gut entwickelte Steinfliegenfauna anzutreffen ist. Die dort nachgewiesenen *Protonemura*-Arten, *Siphonoperla torrentium*, *Leuctra spec.*, *Nemoura spec.* und *Brachyptera risi* werden von BRAUKMANN (1984) allesamt zur Gruppe der Bergbacharten gerechnet und sind somit als typische Bewohner eines Mittelgebirgsbaches zu bezeichnen.

Heteroptera: Es konnte nur ein Individuum von *Velia caprai* nachgewiesen werden.

Coleoptera: Es wurden insgesamt acht verschiedene Käferarten festgestellt, wobei die Individuenzahlen überwiegend gering waren. Als charakteristische Arten des untersuchten Bachtupes können nach BRAUKMANN (1984) *Elmis aenea*, *Esolus angustatus* sowie *Oreodytes rivalis* bezeichnet werden. *Anacaena globulus* kommt nach ILLIES (1952) häufig in Quellen vor. Dagegen sind *Lesteva longelytrata*, die *Helophorus*-Arten sowie *Helodes marginata* Bewohner der semi-aquatischen Uferbereiche und wurden zumeist in den Laubproben gefunden.

Trichoptera: Die Köcherfliegen waren mit zwölf Arten die artenreichste Invertebratengruppe im Holderbach. Dominierende Species waren *Agapetus fuscipes* und *Rhyacophila dorsalis*. *A. fuscipes* trat in April und Mai massenhaft an Steinen auf. Entsprechend der Flugzeit der Imagines, die von Sommeranfang bis weit in den Herbst hineinreicht (HICKIN 1967), wurden die Larven im weiteren Untersuchungszeitraum nicht mehr gefunden. Nach BRAUKMANN (1984) besiedelt diese Art vorwiegend kleine Bergbäche.

Diptera. Die Ordnung der Dipteren war mit fünf Familien vertreten. Auffallend war der geringe Bestand an Simuliidenlarven. Grund hierfür scheint die relativ geringe Strömung und damit geringe Partikelfracht zu sein. Diese Faktoren haben aufgrund der Ernährungsweise (Filterierer) eine essentielle Bedeutung für diese Dipterenlarven (BRAUKMANN 1984).

**5. Fischbestand**

Die Befischung wurde auf einer 200 m langen und durchschnittlich 2 m breiten Strecke durchgeführt. Insgesamt wurden 189 Bachforellen (*Salmo trutta f. fario*) gefangen, weitere Arten konnten nicht nachgewiesen werden.

Die Tiere des Fanges wurden nach ihrer Körperlänge in drei Größenklassen eingeteilt:

- Gr. Klasse 1: < 12 cm (letztjährige Brut und Sömmerlinge) 78 Ind.
- Gr. Klasse 2: 12–20 cm (2–3jährige Fische) 101 Ind.
- Gr. Klasse 3: > 20 cm (alte Fische) 10 Ind.

In einer natürlichen und ungestörten Fischpopulation übertreffen die jüngeren Alters- bzw. Größenklassen die jeweils nächstälteren in ihrer Anzahl. Bis auf die Anzahl der Forellen der Größenklasse 1 entspricht das Ergebnis diesen, für einen oligosaprogen Bach der Salmonidenregion zu erwartenden Verhältnissen.

Der verhältnismäßig geringe Anteil der Größenklasse 1 am Gesamtfang läßt sich mit der Methodik der Befischung erklären. Verschiedene Autoren berichten, daß

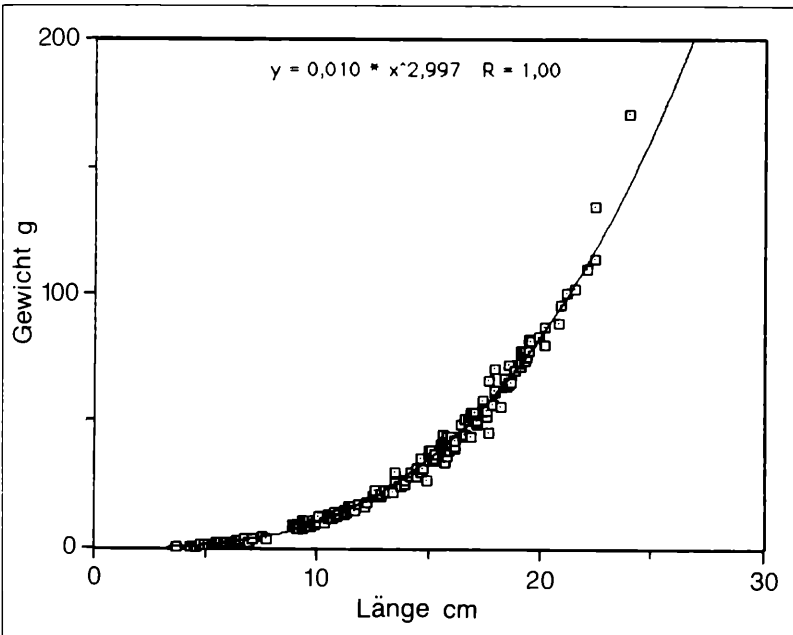


Abbildung 2. Länge und Gewicht der im Holderbach gefangenen Bachforellen.



Tabelle 1. Arteninventar der Makroinvertebratenfauna des Holderbaches

	1	2	3	Ges.		1	2	3	Ges.
<b>Turbellaria</b>					<b>Coleoptera</b>				
<i>Dugesia gonocephala</i>	56	47	31	134	<i>Helodes marginata</i>		1		1
<i>Polycelis felina</i>	14	10	12	36	<i>Helodes spec. (Larve)</i>	2	3	1	6
<b>Mollusca</b>					<i>Helophorus grandis</i>			1	1
<i>Ancylus fluviatilis</i>	–	15	3	18	<i>Helophorus guttulus</i>		–	1	1
<i>Pisidium spec.</i>	1			1	<i>Lesteva longelytrata</i>	10	7	9	26
<b>Crustacea</b>					<i>Oreodytes rivalis</i>		4	5	9
<i>Gammarus fossarum</i>	50– 100	50– 100	50– 100	50– 100	<b>Trichoptera</b>				
<b>Ephemeroptera</b>					<i>Agapetus fuscipes</i>	>100	>100	>100	>300
<i>Baetis spec.</i>	19	44	61	124	<i>Drusus spec.</i>	1	2		3
<i>Ephemerella krieghoffi</i>	1	2		3	<i>Glossosoma conformis</i>	5		1	6
<i>Ecdyonurus venosus-Gr.</i>	3	10	8	21	<i>Halesus spec.</i>	1	4		5
<i>Epeorus sylvicola</i>			11	30	<i>Hydropsyche instabilis</i>		2	2	4
<i>Rhithrogena semicolorata-Gr.</i>	14	19	31	64	<i>Odontocerum albicorne</i>		1		1
<b>Plecoptera</b>					<i>Plectrocnemia conspersa</i>	5	5	2	12
<i>Brachyptera risi</i>	1	7		8	<i>Potamophylax latipennis</i>	1	3	7	11
<i>Isoperla spec.</i>	2	3	1	6	<i>Rhyacophila praemorsa</i>		2	1	3
<i>Leuctra cf. prima</i>	2	2		4	<i>Rhyacophila dorsalis-Gr.</i>	24	20	12	56
<i>Nemoura lateralis-Gr.</i>				11	<i>Rhyacophila tristis-Gr.</i>	3	1	2	6
<i>Protonemura auberti</i>	58	24	38	120	<i>Sericostoma spec.</i>	3	5		8
<i>Protonemura meyeri</i>	7	4	1	12	<b>Diptera</b>				
<i>Protonemura nitida</i>			1	2	<b>Chironomidae</b>				
<i>Siphonoperla torrentium</i>	1	1		2	Orthoclaadiinae		2		2
<b>Heteroptera</b>					<i>Rheotanytarsus spec.</i>			12	12
<i>Velia caprai</i>	1			1	Simuliidae	10	20	20	10
<b>Coleoptera</b>						–20	–50	–50	–50
<i>Anacaena globulus</i>			1	2	3	<b>Limoniidae</b>			
<i>Elmisl. aenea</i>	9	7	2	18	<i>Dicranota spec.</i>		2	3	5
<i>Esolus angustatus</i>	1	2	7	10	Tipulidae			1	1
					Psychodidae	12	7	9	28

mit dieser Methode die Fischpopulation eines Baches nicht quantitativ erfaßt werden kann. So spricht EGLISHAW (1970) bei Sömmerlingen von einer Fangquote von 50 %, bei Einjährigen und Älteren von 85–90 %. Die LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (1986) spricht sogar nur von 10 % Fangerfolg bei Sömmerlingen. Diese kleinen Forellen (3–4 cm) können in betäubtem Zustand leicht übersehen bzw. in Spalten zwischen Gesteinsbrocken getrieben werden. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kann die Populationsstruktur des

Holderbaches als gut und normal bezeichnet werden. Aus den o.g. Gründen kann auch die Besiedlungsdichte nur unter Vorbehalt angegeben werden. Der für die Beprobungsstrecke nachgewiesene Forellenbestand von 189 Individuen entspricht dennoch einer hohen Besiedlungsdichte von 4725 Individuen/ha. Ein weiterer Parameter zur Zustandscharakterisierung von Fischpopulationen ist der sogenannte Korpulenzfaktor K (FULTON'S Condition Factor). Dieser Wert gibt den Ernährungszustand (Kondition) der Fische an, ausgehend von der An-

nahme, daß sich schwerere Fische in einem besseren Allgemeinzustand befinden als leichtere Fische von gleicher Körperlänge.

Voraussetzung für die Berechnung von K ist isometrisches Wachstum der untersuchten Population, d. h. die Proportionen und das spez. Gewicht eines Fisches sollten sich beim Wachstum nicht ändern. Ob isometrisches Wachstum vorliegt, läßt sich wie folgt ermitteln: Die in Abbildung 2 dargestellte Graphik zeigt das Verhältnis von Fischlänge zu Fischgewicht. Es läßt sich durch folgende Formel darstellen:

$$\text{Gewicht} = a \times \text{Länge}^b.$$

Durch logarithmieren

$\log \text{ Gewicht} = \log a + b \times \log \text{ Länge}$   
erhält man eine Gerade, deren Steigung b ist. Ein b-Wert von 3 besagt, daß isometrisches Wachstum vorliegt. Mit dem ermittelten b-Wert von 2,997 (siehe Abb. 2) ist die genannte Bedingung des isometrischen Wachstums erfüllt, so daß der Korpulenzfaktor K mit nachfolgender Formel berechnet werden kann.

$$K = \frac{100 \times \text{Gewicht}}{\text{Länge}^3}$$



Abbildung 3: Der Holderbach bei Eberbach.  
Foto: H. MARTHALER.

Schlecht ernährte Tiere besitzen Korpulenzfaktoren  $< 1$ , während gut ernährte Tiere Werte  $> 1$  aufweisen. In überalterten Populationen werden besonders viele Fische K-Faktoren  $> 1$  besitzen, weil in diesen Populationen die verbliebenen alten Tiere weniger Nahrungskonkurrenten haben und deshalb gut ernährt sein können. Die 189 im Holderbach gefangenen Bachforellen verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Klassen des Korpulenzfaktors:

K-Faktor	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Individuen	3	16	98	52	15	4	1
% der Gesamtzahl	1,6	8,5	51,9	27,5	7,9	2,1	0,5

Demnach kann die Bachforellenpopulation des Holderbaches bezüglich Populationsstruktur, Besiedlungsdichte und Ernährungszustand als intakt bezeichnet werden.

## 6. Literatur

- AUBERT, J. (1959): *Insecta Helvetica*. – 1. Plecoptera: 1–140; Lausanne.
- BESCH, W. (1968): Zur Verbreitung der Arten des Genus *Rivulogammarus* in Fließgewässern Nordbadens und Südwürttembergs. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **27**: 27–33; Karlsruhe.
- BRAUKMANN, U. (1984): Biologischer Beitrag zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. – Inaugural-Diss. Universität Gießen.
- EGGLISHAW, H. (1970): Production of salmon and trout in a stream in Scotland. – *J. Fish Biol.*, **2**: 117–136; London.
- FRANZ, H. (1980): Limnologische Untersuchung des Gewässersystems Dhron (Hunsrück). – *Decheniana*, **133**: 155–179; Bonn.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1971): Die Käfer Mitteleuropas. – Goecke & Evers; Krefeld.
- GELLERT, G. (1987): Limnologische Untersuchung der Sieg zwischen Auer Mühle und Mündung (Fluß-km 146) unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. – *Decheniana*, **140**: 148–163; Bonn.
- GLOER, P., MEIER-BROOK, C. & OSTERMANN, O. (1980): Süßwassermollusken. – *Dt. Jugendbund f. Naturbeob. (DJN)*; Hamburg.
- HICKIN, E. (1967): *Caddis Larvae. Larvae of the British Trichoptera*. – Hutchinson; London.
- HYNES, H. B. N. (1977): A key to the Adults and Nymphs of the British Stoneflies (Plecoptera). – *Freshwater Biol. Assoc. Scient. Publ.*, **17**; Ambleside.
- ILLIES, J. (1952): Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen in einem Forellenbach im Lipper Bergland. – *Arch. Hydrobiol.*, **46**: 424–612; Stuttgart.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (1986): *Immissionsökologisches Wirkungskataster*. – Jahresbericht der Landesanstalt für Umweltschutz: 264 S.; Karlsruhe.
- MACAN, T. T. (1979): A key to the nymphs of the British Species of Ephemeroptera with notes on their ecology. – *Freshwater Biol. Assoc. Scient. Publ.*, **20**; Ambleside.
- MEYER, D. (1984): Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebestimmung von Fließgewässern. – BUND Hannover (Hrsg.); Hannover.
- PANKOW, W. (1979): Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Elmis* LATREILLE (Coleoptera, Elmidae). – *Entomol. Zeitschrift*, **39**: 182–191; Stuttgart.
- RAUSER, J. (1956): Zur Kenntnis der tschechoslowakischen *Protonemura*-Larven. – *Pr. Brn. Zasl. Csl. Akad. Ved.*, **28**: 449–498; Brno.
- REYNOLDSON, T. B. (1978): A key to the British Species of Freshwater triclads (Turbellaria, Paludicola). – *Freshwater Biol. Assoc. Scient. Publ.*, **23**; Ambleside.
- SCHELLENBERG, A. (1942): *Krebstiere oder Crustacea, IV. Flohkrebse oder Amphipoda*. – In: F. DAHL: *Tierwelt Deutschlands*, **40**: 1–252; Jena (Gustav Fischer).
- SCHEURIG, A. (1986): Faunistisch-ökologischer Vergleich zwischen natürlichen und naturnah verbauten Abschnitten eines Mittelgebirgsbaches. – Diplomarbeit, Heidelberg.
- SCHÖNEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. – In F. DAHL: *Tierwelt Deutschlands*, **19**: 1–106; Jena (Gustav Fischer).
- SCHUSTER, K. (1978): Das Zoobenthos der oberen Rur. – *Decheniana*, **131**: 141–146; Bonn.
- SEDLAK, E. (1985): *Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera)*. – *Wasser und Abwasser*, **20**; Wien.
- STICHEL, W. (1955): *Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen. II, Europa (Hemiptera-Heteroptera Europae) 1. Heft*; Berlin.
- UNRAU, B. (1977): Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Katzenbach im Odenwald. – Diplomarbeit, Heidelberg.
- WERNER, E. & WERNER, H. (1968) *Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera und Coleoptera vom Geisbach bei Bad Hersfeld*. – *Gewässer und Abwässer*, **47**: 20–30; Düsseldorf.
- WIEMERS, W. (1980): Beitrag zur Invertebratenfauna der Elz und ihrer Nebenbäche. – *Decheniana*, **133**: 149–154; Bonn.

RAINER BUCHWALD

# Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland

## Kurzfassung

In den Jahren 1983–1987 wurden vom Verfasser 58 Vorkommen von *Cordulegaster bidentatus* (Gestreifte Quelljungfer) in SW-Deutschland untersucht.

Die Art ist vor allem in Gewässern der kalkreichen Mittelgebirge sowie im Westteil des mittleren und südlichen Schwarzwaldes verbreitet, zwischen 190 und 840 m über NN. Das Verbreitungsmuster wird offensichtlich durch klimatische Größen wie die durchschnittliche Juli-Temperatur und die mittlere Zahl der Sommertage, dazu aber auch durch die Art des geologischen Untergrundes festgelegt.

In SW-Deutschland kommt *C. bidentatus* ausschließlich in zwei Habitattypen vor: a) Quellzonen und quellnahe Abflüsse von Waldbächen, b) Kalkquellmoore des Alpenvorlandes, in Kontakt mit naturnahen Quellwäldern. Es handelt sich um langsam fließende, flache, meist schmale Gewässer mit geringer Wasserführung.

Die Vegetation wird in ihrer charakteristischen Struktur als Mosaik verschiedener Waldgesellschaften in Kontakt mit Forst- und anderen Gesellschaften beschrieben. Entscheidend ist ein hoher Anteil naturnaher Bestände von Laub- und Mischwäldern mit einem Mindestanteil an Laubböszern von 50 %.

Bei gemeinsamen Vorkommen mit *C. boltoni* bilden die beiden Arten in der Regel unterschiedliche ökologische Nischen aus durch unterschiedliche Habitatpräferenzen; in Gewässern in Waldlichtungen und -schlägen kann es dagegen zu interspezifischer Konkurrenz kommen.

Es wird diskutiert, welche Faktoren die Wahl des Fortpflanzungshabitats und speziell der Eiablage-Stellen (Habitatselektion) auslösen und die spezifische Bindung der Art an die besiedelten Lebensräume (Biotopbindung) bewirken könnten.

Es werden Überlegungen angestellt zur Frage der Besiedlungsgeschichte der beiden *Cordulegaster*-Arten.

Die Gefährdungen der *C. bidentatus*-Gewässer werden aufgezeigt und notwendige Maßnahmen zu ihrem Schutz vorgeschlagen. Erste Priorität sollte eine schonende Wald-Bewirtschaftung mit Erhaltung der laubholzreichen Bestände haben.

## Abstract

### *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in SW-Germany

Fiftyeight sites of *Cordulegaster bidentatus* in SW-Germany were investigated by the author in the years 1983–1987

The species occurs mainly in the limestone mountains and in the western parts of the middle and southern Black Forest, in altitudes between 190 and 840 m above sea level. Its range is apparently determined by climatic factors such as the average temperature in July and the mean number of summer days (days with temperatures above 25°C), but also by the geology of the relevant areal.

In SW-Germany *C. bidentatus* is confined exclusively to two types of habitats: a) spring areas and rivulets in the vicinity of springs in woods, b) calcareous spring mires and marshes in the pre-alpine region which lie adjacent to woods with springs. The waters are slow-flowing, shallow and mostly narrow.

The vegetation is a mosaic of various woodland communities in contact with forest plantations and other communities. Its cha-

racteristic structure is described. The most important requirement is a high proportion of semi-natural deciduous and mixed woodland with a minimum of 50 % deciduous trees.

The occurrence together with *C. boltoni* is described and the ways in which these two species avoid competition is discussed. Usually they occupy separate ecological niches due to different preferences in habitat selection. An exception occurs for waters in woodland clearings or felled areas where interspecific competition can occur.

Various factors are discussed which can determine the selection of the brood habitat and, in particular, the sites for oviposition. A hypothesis is formulated to answer the question as to which factor might determine the specific faithfulness of the species to particular biotopes.

Questions concerning the natural habitats of both *Cordulegaster* species are given consideration.

Attention is drawn to the endangering of waters with *C. bidentatus* populations and measures necessary for their protection are suggested. The highest priority must be given to careful forest cultivation economy together with preservation of stands rich in deciduous trees.

## Autor

RAINER BUCHWALD, Institut für Biologie II der Universität Freiburg, Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg.

## 1. Einleitung

Die beiden Arten der Gattung *Cordulegaster*, *C. bidentatus* SÉLYS 1843, und *C. boltoni* DONOVAN 1807, gehören bis heute zu den am wenigsten untersuchten Libellenarten in Mitteleuropa. Mit den ökologischen Ansprüchen von *C. bidentatus*, der Gestreiften Quelljungfer, haben sich bisher nur wenige Autoren auseinandergesetzt (GEIJSKES 1935, VÖLKER 1955, ROBERT 1959, FRANKE 1980, FRÄNZEL 1981, 1985, GERKEN 1982, 1984, BLANKE 1984).

In den Jahren 1983–1987 untersuchte ich 58 Vorkommen der Art in SW-Deutschland, deren Bodenständigkeit aufgrund regelmäßiger Beobachtung von Imagines, von hoher Abundanz und/oder von Larven- oder Exuvienfunden als sicher bzw. sehr wahrscheinlich angenommen werden konnte. Als Vergleich dienten einzelne Populationen in Niedersachsen und in der Schweiz. Im Vordergrund der vorliegenden Arbeit stehen folgende Fragestellungen:

Wie ist *Cordulegaster bidentatus* in SW-Deutschland verbreitet, durch welche Faktoren ist die horizontale und vertikale Verbreitung bestimmt?

In welchen Vegetationstypen/Pflanzengesellschaften kommt die Art in SW-Deutschland vor; welche (ver-

wandten) Gesellschaften werden gemieden?

Gibt es gemeinsame Habitats mit *Cordulegaster boltoni*? Wie kann interspezifische Konkurrenz vermieden werden?

Durch welche Signale wird die Wahl allgemein des Fortpflanzungshabitats und speziell des Eiablage-Platzes ausgelöst (Habitatselektion)?

Welche Hypothesen lassen sich zur spezifischen Bindung von *C. bidentatus* an die besiedelten Biotoptypen aufstellen (Biotopbindung)?

Mein besonderer Dank gilt Herrn ADOLF HEITZ und Sohn STEFAN HEITZ, die mir zahlreiche Fundorte nannten und mit denen ich in Gesprächen und bei Exkursionen wichtige Fragen diskutieren konnte. Die Herren HANS-PETER DÖLER und BERND HÖPPNER nannten mir dankenswerterweise ebenfalls einige Fundstellen. Weiterhin danke ich Frau Prof. Dr. OTTI WILMANN und Herrn Prof. Dr. GÜNTER OSCHKE für einige wesentliche Anregungen und Diskussionen in Fragen der allgemeinen Bioökologie, der Habitatselektion und der Biotopbindung.

## 2. Methoden

Die Vegetation der Fortpflanzungsgewässer von *C. bidentatus* wurden größtenteils pflanzensoziologisch erfaßt, wobei die übliche Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) verwendet wurde; einige Vegetationseinheiten wie beispielsweise *Impa-*

*tiens noli-tangere*-Fluren wurden nach der bestehenden Literatur eingeordnet und benannt (vor allem: OBERDORFER 1957, 1977, 1982; SEBALD 1975; WILMANN 1984; MURMANN-CHRISTEN 1987), ohne daß Vegetationsaufnahmen erstellt wurden. Soweit es sich um Quellsümpfe (an Waldquellen, in Kalkquellmooren) handelt, führte ich die Gesellschaften der emersen Vegetation (Baum, Strauch, Kraut) mit denen der submersen oder der Moosvegetation in einer Tabelle auf, da diese räumlich wie ökologisch kaum trennbar sind, somit als Durchdringungskomplex verstanden werden müssen (Vegetationsaufnahmen: siehe BUCHWALD 1986).

Zur besseren Charakterisierung der *C. bidentatus*-Brutgewässer wurden folgende Parameter des Wassers gemessen: Wassertemperatur, Fließgeschwindigkeit, O<sub>2</sub>-Gehalt, pH, Gesamtleitfähigkeit, Carbonat- und Gesamthärte, Konzentration an gelöstem Chlorid sowie (selten) Ammonium, Nitrat und Phosphat (ausführliche Beschreibung der Methoden vgl. SCHWOERBEL 1980, BUCHWALD 1986).

Gemessen wurde in der Regel zur Hauptflugzeit der Libellen in den Sommer-, teilweise noch in den Herbstmonaten, Wassertemperatur und O<sub>2</sub>-Gehalt an einigen Fundstellen zusätzlich auch im Winter und Frühjahr, um die Entwicklung dieser Faktoren möglichst während eines ganzen Jahres verfolgen zu können.

Die Libellenfauna wurde grundsätzlich nur bei sonnigem oder leicht bewölktem Himmel mit Schattentemperaturen von über (18–)20°C aufgenommen, um ca. 11.00–17.00 Uhr Sommerzeit (MESZ). Nur bei diesen Bedingungen ist einigermaßen gewährleistet, daß auch Arten mit hohen Temperaturansprü-

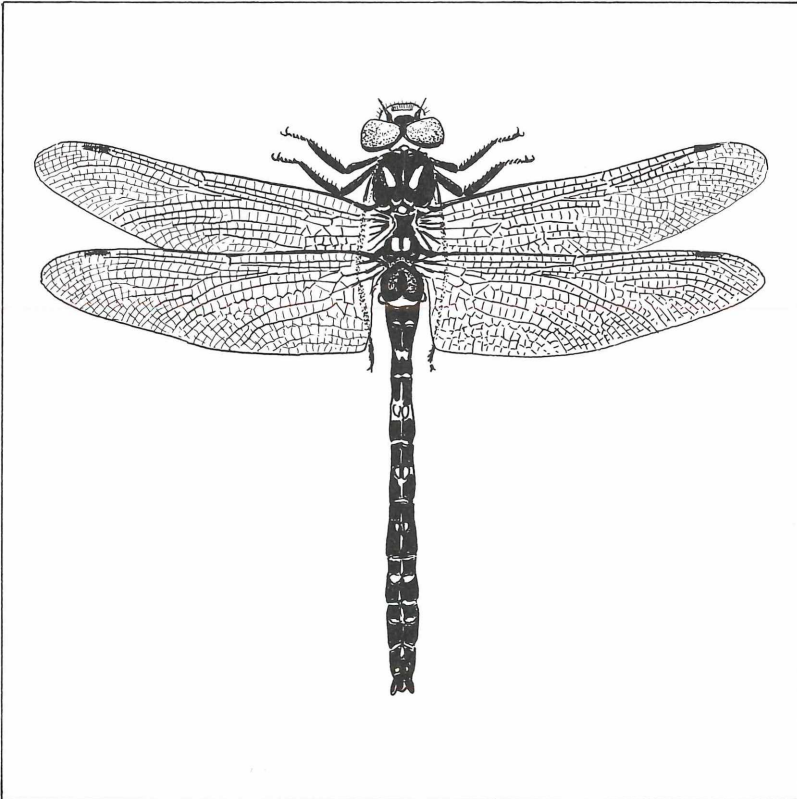


Abbildung 1. *Cordulegaster bidentatus*. Zeichnung: F. WEICK nach Skizze A. ULLER.

chen wie *C. bidentatus* an den Gewässern fliegen. Die Flugzeit in SW-Deutschland erstreckt sich von Ende Mai bis Anfang/Mitte August, in Jahren mit verspätetem Schlüpfen bis Ende August.

Gewässer, die während der Flugzeit nicht aufgesucht werden konnten, untersuchten A. & S. HEITZ oder ich nach Larven; die Larvensuche hat den Vorteil, daß sie unabhängig von der Witterung durchgeführt werden kann und häufig bessere Aussagen über die reale Populationsgröße erlaubt. Nach A. HEITZ (mdl.) aber ist das Auffinden von Larven in den Wintermonaten sehr schwierig, da sich diese in kaum bekannte Kleinsthabitate zurückziehen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Verbreitung

*Cordulegaster bidentatus* ist eine ostmediterrane Art, deren Areal sich von Kleinasien über Italien und Spanien bis Frankreich erstreckt (AGUESSE 1968). In Mitteleuropa kommt sie in der Schweiz, in Österreich, in der Bundesrepublik und in Belgien vor; die Ostgrenze verläuft durch die CSSR und Ungarn.

In der Bundesrepublik liegen Fundmeldungen vor aus der kollinen und montanen Stufe der Mittelgebirge: Südniedersachsen (VÖLKER 1955, BLANKE 1984), Hessen (ILLIES 1952), Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen (z. B. LE ROI 1915, CASPERS 1980, FRÄNZEL 1981 und 1985, BRAUN et al. 1984), Saarland (WILD 1984), Bayern (LOHMANN 1980, DIRNFELDER 1982). In Baden-Württemberg gibt es Funde aus dem Schwarzwald (SCHMIDT 1967, HEIDEMANN, 1979), dem Bodenseegebiet (SENF 1976, FRANKE 1980, GERKEN 1982 und 1984, BUCHWALD 1983) und aus anderen Regionen; zur derzeit bekannten Verbreitung siehe SCHANOWSKI & BUCHWALD (1987). Ein Großteil dieser Fundstellen wurde vom Verfasser 1983–1987 untersucht, ihre flächenmäßige Verteilung ist in Abbildung 2 dargestellt.

Das sehr ungleichmäßig erscheinende Verbreitungsmuster von *Cordulegaster bidentatus* in Baden-Württemberg – mit einer Häufung der bisher bekannten Populationen am Westrand des mittleren und südlichen Schwarzwaldes – ist zum großen Teil, aber nicht ausschließlich auf die in den einzelnen Landesteilen sehr unterschiedlich intensive Libellenerhebung zurückzuführen (SCHANOWSKI & BUCHWALD 1987). Es ist daher zu erwarten, daß in der kollinen und montanen Stufe anderer Regionen ähnlich viele Vorkommen gefunden werden können wie beispielsweise in den westlichen Teilen des mittleren Schwarzwaldes. In Gebieten mit kalkreichem geologischen Untergrund darf oberhalb ca. 200 m eine hohe *C. bidentatus*-Dichte angenommen werden, soweit genügend Gewässer vorhanden sind, die den ökologischen Ansprüchen der Art genügen, und soweit die Wälder ihren naturnahen Charakter nicht z. B. durch Umwandlung in großflächige Fichten-Monokulturen verloren haben.

Es fällt auf, daß die Art im nördlichen Schwarzwald weitgehend, im östlichen Schwarzwald sogar ganz fehlt. Ein

Vergleich mit der geologischen Karte zeigt, daß die meisten untersuchten Gewässer in Gneis-Gebieten liegen, einige andere über Graniten oder Porphyren; nur eine Population konnte bisher in einem Buntsandstein-Gewässer nachgewiesen werden. Sollte *C. bidentatus* tatsächlich in der Regel Buntsandstein-Gewässer meiden, so würde dies die oben beschriebene Verteilung im Schwarzwald erklären.

Wie ist es zu verstehen, daß Buntsandstein-Bäche nur vereinzelt besiedelt werden? Solche Gewässer weisen von Natur aus pH-Werte von etwa 4–6,5 auf, die durch saure Immissionen in den letzten Jahrzehnten noch erniedrigt wurden (BREHM 1983, SCHOEN & KOHLER 1984); besonders tiefe pH-Werte werden bei sommerlichen und herbstlichen Starkregen nach Trockenperioden, vor allem aber bei der Schneeschmelze, gemessen. *Cordulegaster bidentatus* kommt nach den vorliegenden Befunden nur in basischen bis schwach sauren Gewässern vor, der Grenzwert – nach Sommer- und Herbstmessungen – liegt bei 6,3. Denselben Wert ermittelte FRÄNZEL (1985) für die Habitate im Bonner Raum. Berücksichtigt man die pH-Stürze in den genannten Fällen, so dürfte der Grenzwert bei diesen doch recht gut gepufferten Bächen bei pH 5,5–6,0 liegen. Sollte sich diese für Libellen ungewöhnlich enge pH-Amplitude in zukünftigen Bestandsaufnahmen bestätigen lassen, so ist die Seltenheit im von Buntsandstein geprägten Nord-schwarzwald mittels der geringen Toleranz gegenüber niedrigen pH-Werten gut erklärbar. Ob bestimmte Larvenstadien durch hohe Protonen-Konzentrationen direkt geschädigt werden oder saure Gewässer aufgrund des Ausfalls eines großen Teils des Nahrungsspek-

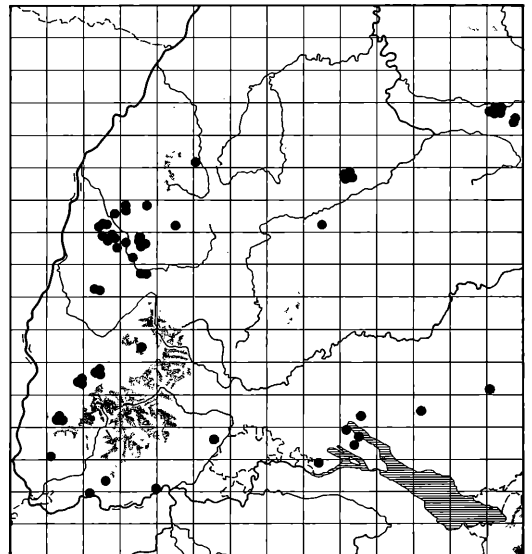


Abbildung 2. Untersuchungsgebiete 1983–1987 mit bodenständiger Population von *Cordulegaster bidentatus*. Kartengrundlage Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1963.

trums (vgl. z. B. ZIEMANN 1975, MATTHIAS 1983) unbesiedelt bleiben, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen. In jedem Fall muß befürchtet werden, daß durch eine weitere Versauerung ein Teil der heute noch bestehenden Populationen im Schwarzwald in wenigen Jahren oder Jahrzehnten erloschen sein wird.

Bei der Analyse der Höhenverbreitung zeigt sich (Abb. 3), daß mehr als 40 % der Fortpflanzungsgewässer zwischen 350 m und 450 m über NN liegen; die Höhenstufen unterhalb (200–350 m) und oberhalb dieser Zone (450–650 m) werden deutlich seltener besiedelt. Oberhalb von 650 m existieren nur noch einzelne Vorkommen, das höchste – derzeit bekannte – liegt zwischen 810 m und 840 m. In den Ebenen der Stromtäler fehlt die Art vollständig.

Bezüglich der Höhenverteilung zeigt der Vergleich der südwestdeutschen *C. bidentatus*-Gewässer mit denen aus Nordrhein-Westfalen (KIKILLUS & WEITZEL 1981, FRÄNZEL 1985), Niedersachsen (BLANKE 1984) und der Schweiz (MEIER et al. 1980), daß die Art in den Mittelgebirgen Mitteleuropas zwischen 200 m und 450 m über NN ihre Hauptverbreitung besitzt. FRÄNZEL (1985) gibt für den Bonner Raum Höhen von 90–340 m an mit Verbreitungsschwerpunkt in und entlang der Flußtäler; er leitet daraus einen wahrscheinlichen Einwanderungsweg der ostmediterranen Art über die großen Stromtäler ab.

Die „Ausdünnung“ oberhalb 450 m und die nur noch einzelnen Vorkommen über 650 m in Baden-Württemberg haben sicherlich klimatische Gründe. Die Möglichkeit, daß die Ausdünnung durch das Fehlen von naturnahen Waldbeständen mit genügend hohem Anteil an Laubhölzern in diesen Höhen verursacht wird, kann nur eine untergeordnete Rolle spielen; denn in den meisten Teilen des Schwarzwaldes wie auch in den anderen Mittelgebirgen existieren nämlich noch große Flächen mit Laubwald- oder – mehr noch – Mischwald-Gesellschaften (Abieti-Fagetum, Luzulo-Fagetum mit Fichte/Tanne, Aceri-Fagetum, Aceri-Fraxinetum).

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Klimadaten im Bereich der 4 höchstgelegenen *C. bidentatus*-Vorkommen auf-

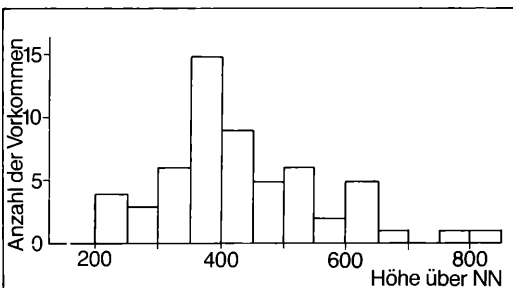


Abbildung 3. Vertikale Verteilung der untersuchten *Cordulegaster bidentatus*-Populationen in Baden-Württemberg. Ein jedes Gewässer wurde derjenigen Höhenklasse zugeordnet, in der sich der größte Teil des besiedelten Abschnittes befindet. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

geführt. Es ist unwahrscheinlich, daß die Winterdaten (mittl. Januartemperatur, mittl. Anzahl der Frost- und Eistage) entscheidend für das Fehlen in größeren Höhen sind: Da es sich um quellige oder quellnahe Standorte handelt, ist ein Durchfrieren kaum möglich; dies konnte von mir nur in sehr flachen Randbereichen mit geringer/fehlender Wasserbewegung in extrem kalten Wintern beobachtet werden. Die Härte des Winters wird also nicht oder nur ganz unwesentlich eine Dezimierung der Larvenpopulation infolge des Durchfrierens des Fortpflanzungsgewässers bewirken.

Entscheidend scheint vielmehr die Länge der Vegetationsperiode (bzw. des Sommers) und die Anzahl genügend warmer Tage zu sein. Wie stark muß sich das Gewässer erwärmen, daß es im Sommer – in der Regel im Juni – zum Schlüpfen der Imagines kommt? Wie viele warme Tage müssen mindestens vorhanden sein, daß die Zeit für die hinreichende Reproduktion einer Population in einem Sommer reicht? Diese Fragen lassen sich selbstverständlich nur durch spezielle autökologische Studien beantworten, doch sind wohl die Angaben von Tabelle 1 in diesem Rahmen ausreichend. Demnach käme *Cordulegaster bidentatus* nur in Gebieten vor mit (1) durchschnittl. Juli-Temperatur > 14°C, durchschnittl. Temperatur Mai bis Juli > 12°C, (2) mehr als durchschnittlich 10 Sommertagen und evtl. (3) durchschnittl. Jahrestemperatur > 6°C.

Eine weitere Betrachtung macht die Bedeutung dieser sommerlichen Klimafaktoren für die Verbreitungsgrenzen noch wahrscheinlicher. Alle vier Gewässer liegen an recht steilen Hängen, die etwa nach Süden exponiert sind (Tab. 1): Dies garantiert nach dem Winter eine starke und – noch wichtiger – relativ frühe Erwärmung der Gewässer und der Luft in den angrenzenden Flächen. *C. bidentatus* ist also in den Höhenlagen auf mikroklimatisch begünstigte Standorte angewiesen. Dies gilt mit großer Wahrscheinlichkeit auch für andere Gebiete, die von einem rauen Klima geprägt sind; so dürften nur solche Gewässer im Ostschwarzwald, auf der Baar oder auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb besiedelt sein, die ein besonders günstiges Mikroklima aufweisen – bei späteren Kartierungen wird man diese Hypothese überprüfen müssen.

### 3.2 Habitattypen

In SW-Deutschland kommt *Cordulegaster bidentatus* ausschließlich in zwei Habitattypen vor, die in einigen Arbeiten genannt werden (vgl. HEIDEMANN 1979, FRANKE 1980, GERKEN 1982 und 1984, BUCHWALD 1983, FRÄNZEL 1985, SCHANOWSKI & BUCHWALD 1987): Quellzonen und quellnahe Abschnitte von Waldbächen, sowie Kalkquellmoore des Alpenvorlandes.

Im Bereich der Waldquellen und ihrer Abflüsse kommt *Cordulegaster bidentatus* in SW-Deutschland – wie wohl im gesamten Mitteleuropa – am häufigsten vor. Sie besiedelt schmale bis winzige Rinnsale und überflossene Hangbereiche von unmittelbaren Quellbereich bis 300 m, sehr selten bis 600 m Entfernung von

Tabelle 1. Klimadaten sowie Exposition und Hangneigung der vier höchstgelegenen derzeit bekannten *C. bidentatus*-Habitate in SW-Deutschland; die drei erstgenannten Gebiete liegen im Schwarzwald, das vierte im Oberschwäbischen Hügelland. Klimadaten nach Klima-Atlas Baden-Württemberg (1953).

Gebiet	Höhe über N. N. (m)	durch- schn. Januar- temp. (°C)	mittlere Zahl Frost- tage	mittlere Zahl Eis- tage	durch- schn. Jahres- temp. (°C)	durch- schn. Temp. Mai–Juli (°C)	durch- schn. Juli- temp. (°C)	mittlere Zahl Sommer- tage	Expo- sition	Hang- neigung (°)
Vorderer Seebach (Schönmünzsch)	580–630	–1	120	30	7,0	13	16	20	SSW	14
östlich Bad Peterstal	750–820	–1,5	130	30	6,0	12,5	15	15	SSW	19
Zwerbach (St. Märgen)	810–840	–2	140	40	6,5	12	14	10	SO	25
Burst (Deggenhausertal)	680–720	–2,5	120	30	7,0	14	16	30	SW	12

diesem. Die Gewässer sind stets flach mit gelegentlich trockenfallenden Randbereichen, teilweise versickern sie und treten wenige Meter hangabwärts wieder aus. Meistens sind die Quellzonen flächig als Sümpfe ausgebildet; das Wasser sammelt sich in kleinen Quellrinnen und fließt mit unterschiedlichem Gefälle in einem Hauptstrom ab, dessen Breite nur selten über 1 m, maximal jedoch bei ca. 2 m liegt. Die im Querschnitt pro Zeiteinheit durchfließende Wassermenge ist sehr gering aufgrund der niedrigen Fließgeschwindigkeit – meist unter 15 cm/sec, selten bis 25 cm/sec – und der niedrigen Gewässerbreite und -tiefe.

Die Bezeichnung „Waldbach“ bedeutet nicht, daß der gesamte besiedelte Abschnitt notwendigerweise im geschlossenen Wald liegt und damit beschattet ist. Vielmehr liegen bei vielen untersuchten Gebieten Kahlschlagflächen oder Waldwege, selten auch Waldwiesen, Waldspielplätze o. ä. im Bereich dieses Abschnittes. In den meisten Fällen ist daher ein gewisser Teil des Baches durch die genannten Einheiten wie auch durch baumarme oder -freie Quellsümpfe im Tageslauf zeitweise oder ganz besonnt. Entscheidend ist in jedem Falle, daß ein Mindestanteil von ca. 40 % des besiedelten Gewässers unmittelbar im Wald liegt und auch die umliegende Landschaft teilweise von Wald bedeckt ist, so daß man – wie auch aufgrund der charakteristischen Temperaturverhältnisse (s. unten) – von einem „Waldbach“ sprechen kann.

Die Gewässer der kalkreichen Hangquellmoore mit *C. bidentatus*-Vorkommen gleichen denen der quellenahen Waldbäche in Tiefe, Fließgeschwindigkeit und Menge des abfließenden Wassers weitgehend. Die Quellmoore sind teilweise oder ganz von bewaldeten Flächen umgeben. Die oberen Quellbereiche sind stets im Wald gelegen, doch fließen oft von anderen bewaldeten wie offenen Stellen Rinnsale zu und überströmen den Hang flächig. Diese Überrieselungsflächen sind breit ausgebildet mit einer Vielzahl schmaler und schmalster abfließender Wasserströme.

### 3.3 Vegetation

Die Vegetation der an die Waldbäche angrenzenden Flächen setzt sich aus folgenden Einheiten zusammen, deren charakteristische Vergesellschaftung und Funktionen für verschiedene Aktivitäten von *C. bidentatus* in einer späteren Arbeit ausführlich dargestellt werden sollen:

Naturnahe Waldgesellschaften, als Hochwald bewirtschaftet: (1) in der kollinen und unteren montanen Stufe vor allem das *Carici remotae*-*Fraxinetum* und das *Asperulo*-Fagetum in feuchten Ausbildungen; dazu – seltener – das *Stellario*-*Carpinetum* und das *Luzulo*-Fagetum, jeweils meist in feuchten, basenreichen Ausbildungen; (2) in der montanen Stufe vor allem das *Luzulo*-Fagetum, z. T. mit Fichte und Tanne, sowie das *Abieti*-Fagetum, jeweils in frischen/feuchten Ausbildungen; auf Standorten des *Luzulo*-Fagetum auch Fichten- und Fichten-Tannen-Hochwälder.

Forstgesellschaften: meist junge, dichtstehende Monokulturen von *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Populus x canadensis*, *Corylus avellana*.

Quellflur-Gesellschaften: *Chrysosplenium oppositifolii*, *Chrysosplenium alternifolii*, *Cratoneurum commutatum*.

Ersatzgesellschaften auf Schlagflächen oder an Waldwegen: (1) auf feuchtem/nassem Standort vor allem *Veronica beccabunga*- und *Juncus effusus*-Bestände, *Carex pendula*-Fluren, *Equisetum telmateja*-Bestände, *Eupatorium cannabinum*- oder *Filipendula ulmaria*-Hochstaudenfluren, *Impatiens noli-tangere*-Verlichtungsgesellschaft, *Scirpetum sylvatici*; (2) auf frischem Standort *Luzula sylvatica*-Gesellschaft, *Holcus mollis*-Fazies, *Pteridium aquilinum*-Fluren.

Vorwald-Gesellschaften: Bestände von *Rubus fruticosus* agg., *Rubus idaeus*, *Populus tremula*.

Anthropogene Nutzungseinheiten ohne spezifische Vegetation: Waldweg, -wiese, -parkplatz.

Entscheidend sind dabei folgende Befunde: (1) Die naturnahen Bestände der Laub- und Mischwälder machen



mindestens 30–40 % der an den Bach angrenzenden Flächen aus, dominieren also allein oder mit anderen Einheiten den Vegetationsaspekt. (2) Monokulturen der oben genannten Baumarten überschreiten niemals einen Anteil von ca. 40 % der angrenzenden Flächen; bei höherem Anteil, so ist zu schließen, werden Waldbäche von *C. bidentatus* nicht dauerhaft besiedelt. (3) Nach eigenen Schätzungen unterschreitet der Laubholzanteil an den besiedelten Bächen niemals 50 % und liegt in der Regel über 65–70 %.

Baum- und Strauchschicht bedecken zusammen 40–100 % der angrenzenden Flächen, mit Ausnahme solcher Eschenwälder, die in Kontakt mit offenen Kalkquellmooren stehen. Die Krautschicht ist mäßig bis reich entwickelt und weist – in Abhängigkeit von edaphischen Faktoren und Lichtverhältnissen – in den meisten Fällen einen Deckungsgrad von 30–90 % auf, sehr selten einen höheren. Bei  $\pm$  geschlossener Baumschicht kann die Krautdecke 10–30 % betragen. Eine Moosschicht ist durchweg vorhanden, mit Deckungsgraden von 5–70 %.

Die Höhe und Art der Krautschicht hängt vor allem von den Lichtverhältnissen ab. In weitgehend geschlossenen Waldflächen dominieren kleinwüchsige Kräuter und Seggen, während in frei gestellten Flächen oder auf stark durchsickerten, wohl waldfreien Standortarten wie *Carex pendula*, *Carex remota*, *Equisetum telmateja*, *Eupatorium cannabinum*, *Juncus effusus*, *Impatiens noli-tangere* und andere üppige und recht dichte Bestände ausbilden können.

Die vier bisher untersuchten Vorkommen in Kalkquellmooren liegen in Beständen des Primulo-Schoenetum ferruginei, Subassoziation von Cratoneurum commutatum (BUCHWALD 1986), die in Kontakt stehen zum Carici remotae-Fraxinetum. Diese beiden Gesellschaften durchdringen sich, wobei an lichten Stellen des Eschenwaldes Arten offener Feuchtfächen, an nicht zu nassen Stellen des Primulo-Schoenetum dagegen einzelne Waldarten aufkommen können;

diese lichten, d. h. nur lückig mit Gehölzen bestandenen Übergangsbereiche sind auf Kalkgestein die optimalen und möglicherweise natürlichen Habitate von *C. bidentatus*.

In den Quellhängen der Kalkmoore und -sümpfe ist die Krautschicht aspektbildend. Es dominieren Binsen und Arten mit binsenähnlichem Habitus wie *Schoenus* oder *Juncus subnodulosus*, dazu *Carex*-Arten wie *C. elata*, *C. flava* agg. oder *C. panicea*. Die mittlere Vegetationshöhe beträgt 30–60 cm.

### 3.4 Physikalische und wasserchemische Charakterisierung der Gewässer

Der Sauerstoffgehalt der Waldquellen und ihrer Abflüsse ist im allgemeinen recht hoch, die mittlere Konzentration beträgt 8,0 mg/l, der mittlere Sättigungsgrad 80 %. Gelegentlich werden im unmittelbaren Quellbereich niedrigere O<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen – vor allem dann, wenn es sich um einen Quellsumpf von einigen qm handelt; diese hohen Defizite treten vor allem im Hoch- und Spätsommer auf (vgl. WARNKE & BOGENRIEDER 1985). So wurden beispielsweise in einem Carici-Fraxinetum bei Kandern (Südschwarzwald) am 21. 8. 1985 nur 2,6 mg/l (18,6 °C) und 3,1 mg/l (18,1 °C) gemessen.

Waldquellen haben einen sehr ausgeglichenen Gang der Wassertemperatur im Tages- und Jahreslauf, die Amplituden sind sehr gering (BREHM & MEJERING 1982). Eigene Messungen zeigen, daß die Wassertemperaturen etwa im Spätsommer am höchsten sind und dann bis zum Februar/März absinken (BUCHWALD 1986). Im Winter bleiben große Teile der Waldquellen und ihrer Abflüsse eisfrei. Messungen an verschiedenen Quellzonen im Goldersbachtal (Schönbuch bei Tübingen) ergaben Quelltemperaturen von 4,6–6,9 °C; nur schwach durchströmte, meist flache Randbereiche an Nordhängen waren bis zum Grund durchgefroren. Die Mehrzahl der hier vorkommenden Moose bleibt grün; besonders Stellen mit viel *Cratoneurum commutatum* sind offenbar

Tabelle 2. Limnochemische Messungen Mai–November (1983–1987) in *Cordulegaster bidentatus*-Gewässern SW-Deutschlands; im Vergleich dazu Angaben von FRÄNZEL (1985) aus dem Bonner Raum.

	Schwarzwald (Granit, Gneis, Porphy, Buntsandstein, . .)				Sonstige Gebiete (Kalkreiche Gesteine: Molasse, Trias, Jura, . .)				Bonner Raum (nach FRÄNZEL 1985)		
	Min.	Max.	Mittelwert	Anzahl unters. Gewässer	Min.	Max.	Mittelwert	Anzahl unters. Gewässer	Min.	Max.	Anzahl unters. Gewässer
Carbonathärte (°dH)	0,7	3,8	1,4	5	11,6	18,7	14,1	12	0,5	2,9	4
Gesamthärte (°dH)	0,7	7,5	2,7	35	13,8	20,6	17,3	11	3,1	7,0	4
pH-Wert	6,3	7,5	7,3	35	7,1	8,2	7,7	8	6,3	7,8	4
Leitfähigkeit (µS)	31	248	107	25	330	460	396	10			–
Chlorid (mg/l)	4	15	8,2	5	5	34	10,3	7			

durchgängig offen.

Naturnahe Waldquellen sind arm an Ionen wie Chlorid, Ammonium oder Phosphat, weniger an Nitrat (BREHM & MEJERING 1982); ob sich die Immissionen von N-Verbindungen, Schwermetallen u. a. auf den Chemismus dieser Gewässer bereits auswirken, ist meines Wissens bisher noch nicht untersucht.

Nach meinen Messungen handelt es sich bei den Fortpflanzungsgewässern von *Cordulegaster bidentatus* um basische bis schwach saure, unbelastete und recht nährstoffarme Gewässer mit hohem bis recht niedrigem Kalk- und sonstigem Basengehalt. FRÄNZEL (1985) ordnete die *C. bidentatus*-Gewässer des Bonner Raumes nach limnochemischen und faunistischen Untersuchungen alle der Gewässergüteklasse I (vgl. SCHWOERBEL 1980) zu. Tabelle 2 stellt die Ergebnisse der limnochemischen Messungen in kalkreichen und -armen Gewässern SW-Deutschlands dar; in Einzelmessungen wurde Nitrat nur in geringen Mengen, Phosphat und Ammonium nur in Spuren oder als fehlend nachgewiesen.

### 3.5 Eiablage und Larvenhabitat

Bei beiden von *Cordulegaster bidentatus* besiedelten Habitattypen lassen sich verschiedene Mikrohabitate unterscheiden, die für die Eiablage und für eine Larvenentwicklung bis zum Schlüpfen der Imago von besonderer Bedeutung sind.

Bei Waldbächen legen *C. bidentatus*-Weibchen ihre Eier vor allem in feinkörniges Material folgender kleinster Standorte: (1) in den Quellsümpfen mit häufig kaum erkennbarem Wasserfilm, deren Wasser steht oder einen nur minimalen Zug aufweist, (2) in sandigen oder schlammigen Grund meist am Rande der Abflüsse mit sehr geringem Gefälle und sehr geringer Fließgeschwindigkeit, selten auch in wenige mm<sup>2</sup> große Bereiche zwischen feuchten oder schwach überströmten Steinen und (3) bei Hangflächen mit mittlerem oder starkem Gefälle in Becken (Gumpen) mit stark reduzierter Fließgeschwindigkeit, an deren Grund feinkörniges Material abgelagert ist; die Becken entstehen aufgrund der natürlichen Geländemorphologie oder durch die stauende Wirkung von Ästen, Zweigen, Steinen, Laub, dichter emerser oder Moos-Vegetation oder ähnlichem.

Im Bereich der Kalkquelle more konnte die Eiablage an drei Mikrohabitaten festgestellt werden, die den oben genannten sehr ähnlich sind: (1) in feuchten oder nassen Schlamm des im Wald gelegenen Quellsumpfes mit sehr geringer oder fehlender Fließbewegung, (2) bei Abschnitten mit geringem Gefälle in Randbereiche von feinkörnigem Kalksand oder Torf, an denen die Fließgeschwindigkeit reduziert ist, und (3) in kleinflächige Sinter- oder Tuffbecken, die durch biogene oder abiogene Entkalkung entstanden sind und an deren Grund sandiges, seltener schlammiges Material abgelagert ist.

Wesentlich ist dabei, daß es bei beiden Habitattypen kleinste Standorte unterschiedlicher Fließgeschwindigkeit gibt, die den verschiedenen Larvenstadien von *Cordulegaster bidentatus* wie auch der gesamten Zoo-

zönose einen geeigneten Lebensraum bieten.

FRÄNZEL (1985) wies in den Quellbereichen die weitaus größten Larvenzahlen nach. In den Waldbächen fand er Larven nur in den lenitischen Zonen mit Fließgeschwindigkeiten unter 15 cm/sec. Bevorzugte Larvenhabitate sind nach seinen Untersuchungen neben den schwach durchsickerten Quellzonen vor allem Stellen hinter Baumwurzeln oder Steinen in den Abflüssen; der Bachgrund ist mulmig mit einem hohen Anteil an Pflanzenresten, seltener sandig, überströmt von einem wenige mm dicken Wasserfilm.

### 3.6 Gemeinsame Vorkommen mit *Cordulegaster boltoni*

In der Regel wurde in den Untersuchungsgebieten nur eine der beiden *Cordulegaster*-Arten gefunden. In mehreren Gebieten konnten jedoch beide Arten nachgewiesen werden oder es wurde – wie in Beispiel 3 – *C. boltoni* an einem für diese Art untypischen Waldbach gefunden, an dem eigentlich *C. bidentatus* zu erwarten wäre. Einige Beispiele seien hier genannt:

(1) Bei Kandern (Südschwarzwald) überschneiden sich die Flugzeiten der beiden Arten zwischen Ende Juni und Ende Juli. Die Lebensräume sind jedoch vollständig getrennt; während *C. bidentatus* an den Quellfluren und -abflüssen innerhalb des Waldes bodenständig ist,

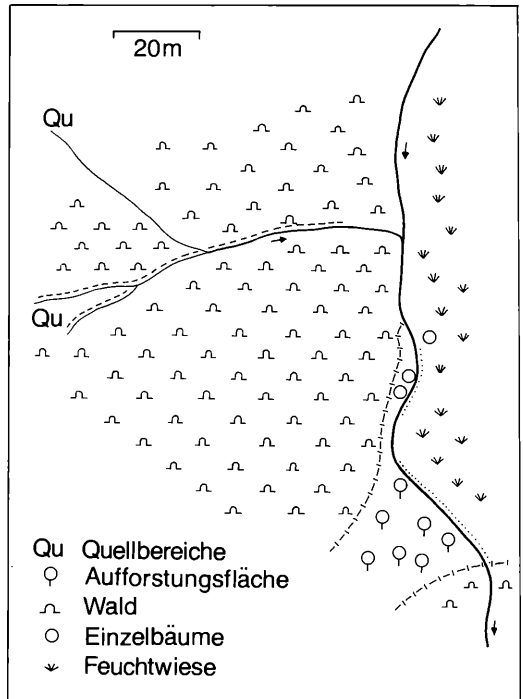


Abbildung 4. Vorkommen von *Cordulegaster bidentatus* (----) und *C. boltoni* (.....) in verschiedenen Vegetationseinheiten östlich Kandern (Südschwarzwald).

pflanzt sich *C. boltoni* an zwei kurzen Abschnitten des Wiesenbaches fort (Abb. 4).

(2) In einem quellnahen Waldbach des Bodanrück (Lkr. Konstanz) ist *C. bidentatus* bodenständig; darauf weisen regelmäßige Beobachtungen von Imagines und ein Larvenfund (FRANKE 1980) hin. Ende Juli 1981 wurde dort ein regelmäßig patrouillierendes von *C. boltoni* an einem ca. 30 m langen Bachabschnitt gesehen, der im Hochsommer etwa um 14.30–17.00 Uhr (MESZ) besonnt wird. Am 19. 7. 1985 flogen nachmittags mindestens zwei *C. bidentatus*- $\delta\delta$  den gesamten quellnahen Bereich ab; ein *C. boltoni*- $\delta$  hielt sich ausschließlich am besonnten Teil auf, regelmäßig auf- und abfliegend. Hinweise auf eine mögliche Fortpflanzung gibt es jedoch nicht.

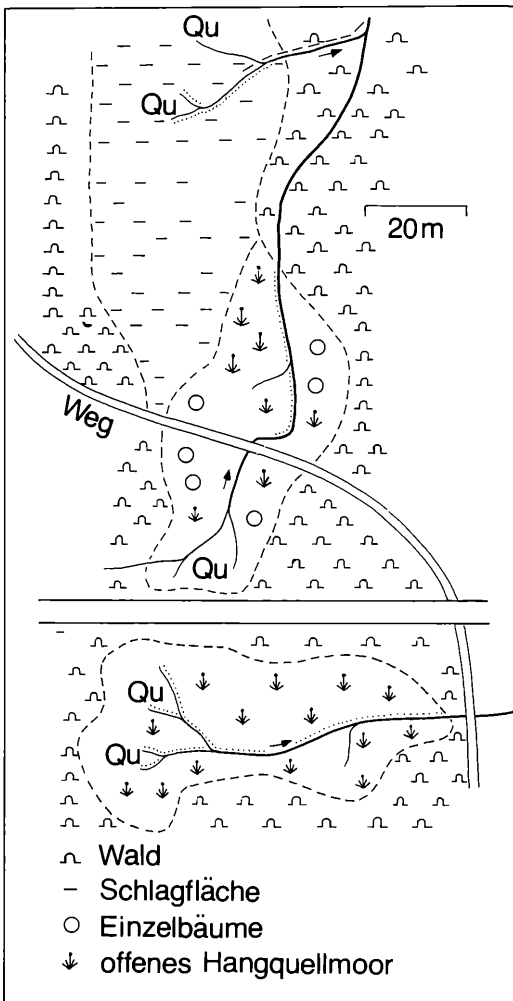


Abbildung 5. Vorkommen von *Cordulegaster bidentatus* (----) und *C. boltoni* (.....) in zwei Teilflächen des Kemptener Tobel (Kt. Zürich).

In wenigen Waldbächen des mittleren Schwarzwaldes konnten A. & S. HEITZ (mdl.) die Larven beider Arten nebeneinander finden. Es handelt sich durchweg um Gewässer geringer Fließgeschwindigkeit, bei denen ein großer Abschnitt durch Kahlschlag freigestellt ist.

(3) Bei Buchholz (Lkr. Emmendingen) verläuft in einem recht dichtstehenden Erlen-Eschenwald ein 1–1,5 m breiter Bach, dessen Grund sandig, stellenweise auch kiesig ist, und der kein nennenswertes Gefälle aufweist. Dort fliegen *C. boltoni* und *Calopteryx virgo* in großer Anzahl, während *C. bidentatus* wider Erwarten völlig fehlt. Entscheidend für das Vorkommen von *C. boltoni* ist, daß während der gesamten Flugperiode eines Tages jeweils mehrere Stellen durch senkrechten oder seitlichen Lichteinfall (von Lichtungen, Waldwegen) besonnt werden.

(4) In einem Molassetobel (Kt. Zürich) existieren eine Anzahl von Hangquellsümpfen, in denen die beiden Quelljungfer-Arten mit größter Wahrscheinlichkeit bodenständig sind (MEIER et al. 1980, WILDERMUTH briefl.). An einem der Untersuchungstage (18. 7. 1985) wurde folgende Situation beobachtet (vgl. Abb. 5): Mehrere Imagines von *C. boltoni* flogen an einem völlig baumfreien Hangried sowie an einem nur spärlich beschatteten Hang mit *Primulo-Schenum ferruginei* und *Caricetum davallianae*, dessen Quellbereich oberhalb des Waldweges liegt (Abb. 5: Mitte). Weiterhin wurde gelegentlich ein *C. boltoni*- $\delta$  an einem Quellsumpf gesehen, der wohl im vorigen Winter völlig freigeschlagen worden war. Dort konnte ich zeitweise eine interspezifische Aggression mit zwei *C. bidentatus*- $\delta\delta$  beobachten, die am darunterliegenden beschatteten Abfluß flogen.

(5) In einem Kalkquellmoor (Kt. Graubünden) kommt *C. bidentatus* an einem überrieselten Hangsumpf, *C. boltoni* dagegen an Entwässerungsgräben mit geringem Gefälle vor.

Die vorliegenden Untersuchungen der Jahre 1983–87 zeigen, daß es mindestens hinsichtlich 10 Faktoren Unterschiede zwischen den ökologischen Ansprüchen der beiden Arten gibt (Tab. 3). Bei keinem dieser Faktoren schließen sie einander vollständig aus, es überschneiden sich also die ökologischen Valenzen. Es reicht jedoch das Zusammenwirken weniger Größen zu einer unterschiedlichen Einnischung der beiden Arten aus. Besondere Situationen stellen Waldbäche dar (1) mit großem Anteil angrenzender Schlagflächen, geringer Fließgeschwindigkeit und geringem Gefälle, in denen vereinzelt beide Arten syntop vorkommen können, sowie (2) recht breite Waldbäche mit kurzen besonnten Abschnitten und sehr geringem Gefälle, die hinsichtlich dieser Faktoren Wiesenbächen mit dichtstehendem Galeriewald sehr ähnlich sind, mit ausschließlich *C. boltoni* (Beispiel 3).

An einem Gewässer kommt in Kalkquellmooren und -sümpfen jeweils nur eine der beiden Arten vor, doch können in einem größeren Untersuchungsgebiet mit mehreren Gewässern auch beide bodenständig sein (obige Beispiele 4 und 5). An sechs gut

Tabelle 3. Vergleich der ökologischen Ansprüche von *Cordulegaster bidentatus* und *Cordulegaster boltoni* in SW-Deutschland. \*Messung in Gewässermittle, daher Eiablage-Stellen unberücksichtigt!

Ökologischer Anspruch von:	<i>Cordulegaster bidentatus</i>	<i>Cordulegaster boltoni</i>
Faktor		
1. Umgebung des Gewässers	Wald (z. T. dazu Waldschlag, Waldwiese)	offenes Land (selten Waldschlag, -lichtung, -rand; vereinzelt Wald)
2. Deckung Baum/Strauch am Gewässer	40–100 % (selten 15–40 %)	0–30 % (selten 30–90 %)
3. Hangneigung	bis 30° (stellenweise bis 50°)	bis 10° (stellenweise bis 15°)
4. Hauptquellbereich	bewaldet	bewaldet oder unbewaldet
5. Gewässerbereich	Krenal, Epirhital	Krenal bis Hyporhital
6. Gewässerführung	gering	gering bis mäßig
7. Fließgeschwindigkeit (cm/sec)	1–15 (–25)	1–ca. 50
8. maximale Breite (m)	ca. 2	ca. 3,5 (–5)
9. Tiefe (cm)*	2–20	2–ca. 150
10. maximale Wassertemperatur (°C)	ca. 19	ca. 26

untersuchten Quellabflüssen des Oberschwäbischen Hügellandes soll exemplarisch aufgezeigt werden, welche Faktoren differenzierend auf das Vorkommen von *C. bidentatus* bzw. *C. boltoni* wirken (Tab. 4).

Sehr wahrscheinlich könnte *C. boltoni* auch in den Habitaten 1 und 2 vorkommen, auch wenn die Hangneigung an der Grenze ihrer Amplitude liegt. Die Bestandsaufnahmen – auch der schweizerischen Untersuchungsgebiete – zeigen jedoch, daß an solchen Stellen, an denen beide *Cordulegaster*-Arten vorkommen könnten, *C. bidentatus* die alleinige Art ist. Mit anderen Worten: *C. bidentatus* besiedelt nur solche kalkreichen Hangquellmoore, bei denen die folgenden Bedingungen erfüllt sind: Hauptquellbereich im Wald, geringe Breite/Tiefe, geringe Fließgeschwindigkeit; liegt mindestens einer dieser 3 Faktoren außerhalb der Amplitude von *C. bidentatus*, so kommt nur *C. boltoni* vor, soweit es sich nicht um steile Hänge handelt. So fehlt *C. bidentatus* in den Gebieten 3, 4 aufgrund der Breite und möglicherweise auch der Fließgeschwindigkeit, in den Gebieten

5, 6 aufgrund der unbewaldeten Hauptquellbereiche. Das Ergebnis der Untersuchungen in 10 Hangquellgewässern des schweizerischen und baden-württembergischen Alpenvorlandes ist in Abbildung 6 zusammengefaßt.

Im Bereich der Kalkquellmoore fand auch GERKEN (1982) kein Hangquellgewässer, an dem beide Arten sympatrisch auftreten. Er schlägt folgende Differentialmerkmale zur ökologischen Abgrenzung der beiden *Cordulegaster*-Arten vor:

(1) Einbettung des Gebietes in Wald oder Grünland, (2) Höhe des Kalkgehaltes, damit verbunden Ausmaß der Sinterbildung, (3) Leitfähigkeit, (4) Quellnähe, (5) Wassertiefe, (6) Wasserführung und (7) Hangneigung.

Die Bedeutung der Faktoren 1–4 konnte nicht bestätigt werden. Die Umgebung des Gebietes spielt zwar bei den übrigen *Cordulegaster*-Habitaten eine wesentliche Rolle, nicht jedoch bei den Kalkhangmooren: Es existieren Hangmoore und -sümpfe mit *C. boltoni*, die selbst völlig baumfrei sind, jedoch vollständig von Wald umge-

Tabelle 4. Ökologische Bedingungen an einigen kalkreichen Hangquellgewässern des Oberschwäbischen Hügellandes und ihre Besiedlung durch *Cordulegaster bidentatus* und *C. boltoni*.

Gebiet	Hauptquellbereiche	Hangneigung (°)	mittlere Breite (m)	mittlere Tiefe (cm)	mittlere Fließgeschw. (cm/sec)	Libellenart
Reute	bewaldet	11	0,35	4	ca. 10	<i>C. bidentatus</i>
Burst	bewaldet	12		6	11	<i>C. bidentatus</i>
Schleife	bewaldet	7,5	2–5	15	14	<i>C. boltoni</i>
Pfaumoos	bewaldet	3	2–3	5	15(–20)	<i>C. boltoni</i>
Kammersteig	offen	5	0,5	ca. 4	11	<i>C. boltoni</i>
Englisreute	offen	9	0,3	3	12	<i>C. boltoni</i>

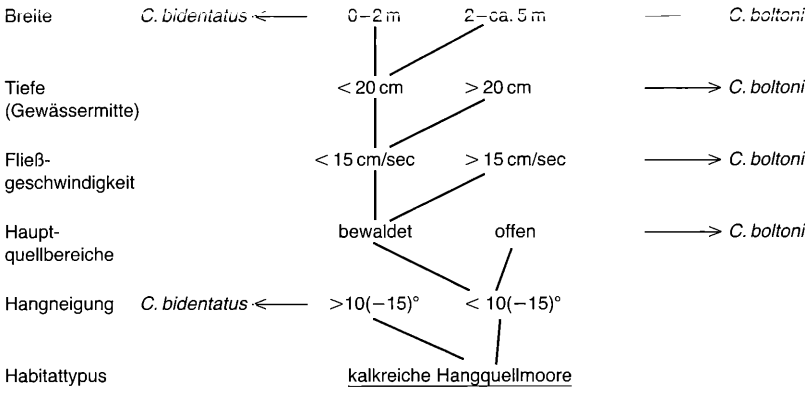


Abbildung 6. Verteilung von *Cordulegaster bidentatus* und *C. boltoni* in Kalkquellmooren des Alpenvorlandes aufgrund von 5 differenzierenden Faktoren.

ben (z. B. Molassetobel bei Bärenswil, Kt. Zürich). Hinsichtlich Kalkgehalt und Leitfähigkeit sind keine Unterschiede erkennbar. Quellnahe Abschnitte besiedeln beide Arten, doch kann *C. boltoni* zusätzlich in quellfernen bodenständig sein. Die übrigen Faktoren (5–7) Hangneigung, Wassertiefe und -führung haben dagegen eine große Bedeutung (vgl. Tab. 3).

Im Bereich der Waldtäler wird von verschiedenen Autoren die Einmischung der beiden *Cordulegaster*-Arten (Imagines und Larven) vorwiegend auf die Lage des besiedelten Abschnittes und, damit verbunden, die Wassertemperaturen zurückgeführt: Während *C. bidentatus* nur in quellnahen, stenohermen Bereichen bodenständig sei, komme *C. boltoni* vor allem im Meso- und Hyporhithal vor. Nach DITTMAR (1955) ist *C. bidentatus* stärker kaltstenoherm als die Schwesternart und deren Oberlauf-Vikariante. GEIJSKES (1935) fand in Untersuchungsgebieten nahe Basel Larven und Imagines von *C. bidentatus* in der bewaldeten Quellregion, *C. boltoni* in der Bachregion, niemals aber gemeinsam. Nach seiner Hypothese „besetzt“ *C. bidentatus* als stärkere Art die Quellregion, sie gehört zu den kaltstenohermen Organismen mit einer Jahresamplitude über 10°C; *C. boltoni* dagegen gehört zu den eurythermen Kaltwassertieren mit einer Jahresamplitude von über 19°C. GEIJSKES (1935) geht, wie auch ILLIES (1952) und DITTMAR (1955), bei der Verteilung der *Cordulegaster*-Arten demnach von einer interspezifischen Konkurrenzsituation aus: *C. bidentatus*-Larven sättigen den Quellbiotop ab und sind dort dominant; die umgekehrte Annahme, daß *C. bidentatus* von *C. boltoni* in die Quellregion verdrängt sei, sei als sehr unwahrscheinlich anzusehen. Der Einfluß des Bewaldungsgrades der angrenzenden Flächen und des Beschattungsgrades des Gewässers selbst auf die Verteilung der *Cordulegaster*-Arten wurde in der Literatur bisher nicht diskutiert. Die vorliegenden Befunde zeigen jedoch deutlich, daß dieser Faktor gemeinsam mit demjenigen der Quellnähe der entscheidende ist: Waldquellen und ihre nahen Abflüsse werden, soweit strukturell geeignet, nur von *C. bidentatus* besiedelt – mit Ausnahme der beiden in Abschnitt 3.6

erwähnten Lebensräume. Die eigenen Ergebnisse wie auch die anderer Autoren (GEIJSKES 1935, FRÄNZEL 1985) sprechen eindeutig dafür, daß in der Regel die *Cordulegaster*-Verteilung nicht durch interspezifische Konkurrenz, sondern durch unterschiedliche Habitat-Präferenzen bestimmt ist, die sich bei der Artbildung innerhalb der Gattung *Cordulegaster* herausgebildet haben müssen und die eine fast vollständige ökologische Sonderung der beiden Arten in Mitteleuropa bewirken. Aus diesem Grund muß die von ILLIES (1952) und anderen Autoren geäußerte Ansicht falsch sein, daß bei Fehlen von *C. bidentatus* *C. boltoni* deren Stelle einnehme: An für *C. bidentatus* ungeeigneten Waldquellen – beispielsweise mit zu starker Wasserführung – kommt *C. boltoni* nur in solchen (sehr seltenen!) Fällen vor, in denen einige Teilbereiche ganzjährig besonnt sind; und an Quellen der offenen Kulturlandschaft wiederum fehlt *C. bidentatus* vollständig!

Nur im „Überschneidungsbereich“ der Waldschläge und -lichtungen kann es zu echter Konkurrenz der Larven und/oder der Imagines kommen, wie es sichtbar wird am Beispiel weniger der von A. u. S. HEITZ untersuchten Schwarzwaldtäler, der Verhältnisse an einem Molassetobel im Kt. Zürich (vgl. Abb. 5) sowie zweier der 33 von FRÄNZEL (1985) untersuchten Bäche. Hier handelt es sich offensichtlich um ein dynamisches Gleichgewicht, das durch die Tätigkeit des Menschen (Kahlschlagwirtschaft, Anlage von Waldwegen oder -lichtungen) zugunsten von *C. boltoni*, durch natürliche Sukzession – zunehmende Beschattung durch Schließen des Kronendaches – dagegen zugunsten von *C. bidentatus* verändert wird.

Eine gewisse Rolle spielt zusätzlich zur räumlichen Einmischung die zeitliche Verteilung: Im Durchschnitt liegt die Flugzeit von *C. bidentatus* um 3–4 Wochen vor derjenigen von *C. boltoni*, aber gerade in höheren Lagen kann es zu einer weitgehenden Überlappung der Flugzeiten kommen.

Interessanterweise haben sich mit der Einnischung durch unterschiedliche Habitat-Präferenzen auch deutliche Unterschiede in verschiedenen Verhaltensmu-

sterni herausgebildet. Hierzu zählt die unterschiedliche Art des Patrouillenfluges der Männchen bei der Suche nach paarungsbereiten Weibchen, die im Zusammenhang mit der Präferenz in der Hangneigung der besiedelten Gewässer steht. *C. bidentatus* bevorzugt Gewässer mit deutlichem Gefälle: die ♂♂ fliegen fast immer am Bach hangaufwärts, abseits davon dagegen abwärts; wie bei den Aeshniden (KAISER 1974) könnte es sich demnach um ein Temporalverhalten handeln, d. h. der zur Verfügung stehende Raum wird aufgeteilt durch kontinuierlichen Wechsel der anwesenden Männchen.

*C. boltoni* ♂♂ fliegen dagegen lange am gleichen Abschnitt hin und her; da die einzelnen ♂♂ aber keine individuelle Ortsbindung zeigen, kann man von einem Territorialverhalten nicht sprechen (KAISER 1982).

### 3.7 Habitatselektion und Biotopbindung

Der Auswahl eines geeigneten Habitats kommt bei Tieren eine herausragende Bedeutung zu: Je besser ein Habitat den ökologischen Ansprüchen einer Art genügt und je mehr es die für sie notwendigen Ressourcen besitzt, desto wahrscheinlicher ist es, daß sie sich in diesem Habitat zahlreich reproduzieren kann.

In der Regel sind die für eine Art notwendigen Ressourcen zum Zeitpunkt der Habitatwahl bereits erkennbar. Entwickeln sich diese jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt, so sind für die Art Signale notwendig („proximate factors“), die die später benötigten Ressourcen/Bedingungen („ultimate factors“) bereits zum früheren Zeitpunkt anzeigen. Für die Möglichkeit, ob ein potentiell Brutgewässer im Sommer austrocknen oder im Winter zufrieren kann, müssen z. B. einer Libellenart das Vorhandensein bzw. Fehlen bestimmter Faktoren wie spezifische Vegetation, Fließbewegung o. a. bereits im Frühsommer als Zeiger dienen.

Wie erkennt *Cordulegaster bidentatus* die für sie geeigneten Brutgewässer? An welchen Merkmalen erkennen die Imagines, daß eine vollständige Larvenentwicklung möglich ist? Nach meinen bisherigen Untersuchungen wird die Habitatselektion im wesentlichen von folgenden 6 Merkmalen ausgelöst:

(1) Es handelt sich ausschließlich um Quellen und quellen nahe Gewässerabschnitte mit klar erkennbaren Austrittszonen des Wassers, die meist flächig als Quellsumpf ausgebildet sind. (2) *C. bidentatus* besiedelt nur strömende Gewässer, deren Fließgeschwindigkeit gering ist, vor allem in Randbereich und Hangbecken. (3) Die Wasserführung ist schwach bei (4) geringer (mäßiger) Wassertiefe. (5) Die Gewässer sind stets (zumindest teilweise) von Wald umgeben und dadurch teilweise oder ganz beschattet. Häufig laufen sie durch schmale – natürliche oder anthropogene – Lichtungen, vereinzelt auch durch Schlagflächen. (6) Durchweg konnte eine Hangneigung von mindestens 2–3° festgestellt werden; alle Habitate liegen im Hügel- oder Bergland.

Nach Freiland-Beobachtungen und Experimenten von

FRÄNZEL (1985) wählen *C. bidentatus*-Weibchen günstige Eiablage-Stellen nach 3 Kriterien aus:

(1) geringe Wassertiefe, (2) mulmiger Untergrund und (3) dunkle Tönung des Substrates (Präferenz vor hellem Substrat).

Die eigentliche Eiablage vollzieht sich dann in 2 Phasen. Der Versuch zur Eiablage wird ausgelöst durch die Reflexion des Wassers (im Versuch auch durch Klarlichtfolie!); mit der endgültigen Eiablage wird erst dann begonnen, wenn der Ovipositor auf feines Substrat im Bachgrund trifft (FRÄNZEL 1985).

Den möglichen Zusammenhang zwischen den für die Habitatselektion entscheidenden „proximate factors“ und einem Teil der Faktoren, die die Biotopbindung als „ultimate factors“ festlegen, stellt Abbildung 7 dar; dabei ist zu betonen, daß es sich bei den Angaben zu Habitatselektion und Biotopbindung selbstverständlich nur um Hypothesen handelt, die aufgrund spezifischer Experimente überprüft werden müssen.

Trotz der schwachen Wasserführung und niedrigen Fließgeschwindigkeit erwiesen sich die *C. bidentatus*-Habitate als eisfrei, selbst im sehr harten Winter 1984/85; nur bei einigen Gebieten waren manche Rinnsale in Teilabschnitten völlig durchgefroren, die etwas weiter von oberen und randlichen Stellen des Quellaustritts entfernt liegen. Mehr noch als *C. boltoni* ist die Art wahrscheinlich empfindlich gegen Durchfrieren der Larvenhabitate (Untersuchungen dazu liegen bisher jedoch nicht vor), aufgrund der Bindung an eisfreie Gewässer besiedelt sie ausschließlich Krenal und Epirhithal.

Aufgrund der Strömung und des Charakters als völlig unbelastetes Gewässer ist eine ausreichende Menge an Sauerstoff gelöst. Geringere Mengen sind zeitweise in einigen Quellsümpfen gemessen worden, die nach FRÄNZEL (1985) die höchsten Larvendichten besitzen und teilweise keine erkennbare Strömung zeigen; doch ist anzunehmen, daß *C. bidentatus* – wie *C. boltoni* – für gewisse Zeit geringe O<sub>2</sub>-Konzentrationen und gar ein Austrocknen dieser Bereiche überstehen und auf Atmung atmosphärischen Sauerstoffs ausweichen kann. Problematisch aber sind dabei zweierlei Mikrohabitate, die fast ganzjährig geringe O<sub>2</sub>-Mengen von nur 0,5–4 mg/l aufweisen: (1) nur spärlich durchsickerte Abflüsse von Quellsümpfen und (2) stehende Klein- und Kleinstgewässer ohne Zu- und Abfluß, am Rande der besiedelten Waldbäche oder bis zu mehreren hundert Metern von diesen entfernt: Fußspuren oder Wasserpflützen, von Regenwasser gefüllt; Wasserabzugsgräben entlang von Waldwegen.

Hier konnten mehrfach Eiablagen beobachtet werden (ebenso von VÖLKER 1955, FRÄNZEL 1985), doch konnte FRÄNZEL (1985) dort niemals Larven nachweisen. Wahrscheinlich sind junge Larvenstadien sehr empfindlich gegen O<sub>2</sub>-Mangel und Austrocknung und sind (noch) nicht in der Lage, die ungünstige Stelle zu verlassen und geeignetere Brutgewässer zu besiedeln. Entscheidend ist: Wird die Eiablage nur aufgrund des Signals

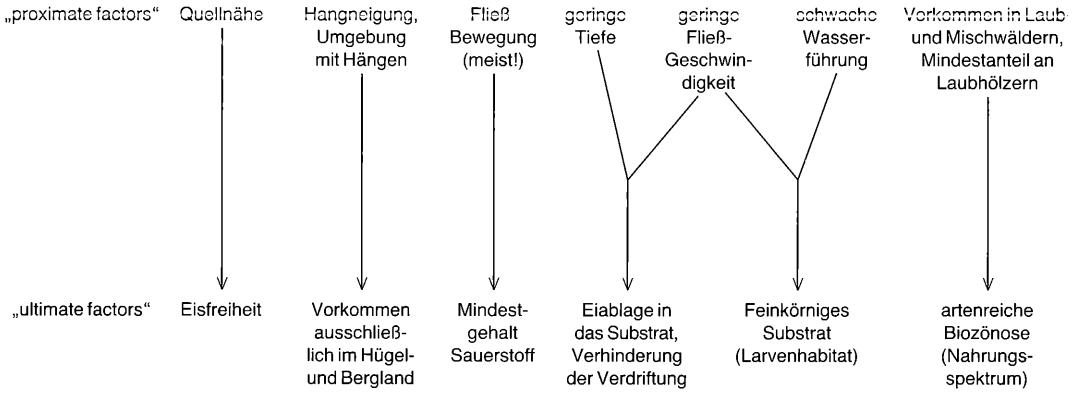


Abbildung 7. „Proximate factors“ und „ultimate factors“ in den Habitaten von *Cordulegaster bidentatus*.

„Wasseroberfläche“ (Reflexion), d. h. ohne das zusätzliche Merkmal „Fließbewegung“ vollzogen, gibt es Fehl-ablagen, da der notwendige „ultimate factor“ „Mindestgehalt an Sauerstoff“ nicht mehr garantiert ist. Dieses Verhalten dürfte wohl in den Rahmen einer Strategie gestellt werden, die man als Risikostreuung bezeichnen könnte und die sehr wahrscheinlich bei den *Cordulegaster*-Arten, möglicherweise auch bei der überwiegenden Zahl der übrigen Libellenarten anzunehmen ist: Weibchen legen nach der Kopulation die befruchteten Eier erst einmal – und wahrscheinlich in der überwiegenden Mehrzahl – in dasjenige Gewässer ab, das eine hohe Dichte an patrouillierenden Männchen hat und an dem die Kopulation eingeleitet wurde (in der Regel bei *C. bidentatus* wohl auch identisch mit demjenigen Gewässer, in dem die eigene Larvenentwicklung stattgefunden hat!). Später aber fliegen sie auch an nahe gelegene Bäche, an denen keine oder nur einzelne ♂♂ zu finden sind, oder gar an die oben erwähnten isolierten Kleingewässer – anthropogen gesprochen „in der Hoffnung, daß diese ebenfalls geeignete Larvenhabitate sind“; ein Teil dieser Eiablagen wird sich als Fehl-ablagen herausstellen, während ein anderer dazu dienen kann, eine neue Teilpopulation in der Nähe der bereits bestehenden zu etablieren.

Ein weiterer Faktor mag mit dem Signal „Fließbewegung“ verbunden sein: die  $\pm$  ganzjährige Wasserführung, damit weitgehender Schutz vor Austrocknung. Bewegtes Wasser dürfte eine größere Wahrscheinlichkeit signalisieren dafür, daß ständig Wasser nachströmt und daher das Gewässer im Sommer nicht austrocknet.

Die geeigneten Stellen für die Eiablage ins Substrat erkennt *C. bidentatus* vermutlich aufgrund der Wassertiefe – geeignet sind Tiefen bis maximal 4–5 cm – sowie der geringen Fließgeschwindigkeit, nach FRÄNZEL (1985) zusätzlich aufgrund der Farbe des Untergrundes: Auf diese Weise wird gewährleistet, daß der Ovipositor das Substrat erreicht und die Eier später nicht verdriftet werden. Die spezifische Eignung einer

bestimmten Stelle kann das Weibchen dann erst bei einigen Setzbewegungen prüfen (s. oben), wahrscheinlich über spezifische Reize am Ovipositor.

Die geringe Fließgeschwindigkeit und schwache Wasserführung gewährleisten das geeignete Larvenhabitat, das die eingegrabene Lebensweise ermöglicht: Stellen mit feinkörnigem Material am Gewässergrund wie Sinter- und andere Becken, Randbereiche, Abschnitte mit sehr geringer oder ohne jegliche erkennbare(!) Strömung. *Cordulegaster*-Larven sind nicht durch Abplattung des Körpers oder andere Merkmale an schnelle Strömung angepaßt, im Gegensatz zu den Larven von *Ophiogomphus serpentinus* (HEYMER 1973) oder anderer Insektengruppen.

Die Einbettung der Quellgewässer in Wald ist sicher als eine stammesgeschichtlich entstandene Eigenschaft von *C. bidentatus*-Habitaten zu verstehen, insofern, als dadurch eine (vollständige?) Einnischung gegenüber *C. boltoni* möglich war, die hinsichtlich vieler Parameter gleiche oder sehr ähnliche ökologische Ansprüche hat.

FRÄNZEL (1985) fand eine vollständige Deckung der *C. bidentatus*-Verbreitung mit der Waldverteilung im Bonner Raum und postulierte ebenfalls eine Bindung an Waldbäche, nannte sie jedoch sekundär, ohne genauer auf die Frage einzugehen, an welchen Faktor die Art primär gebunden sei. Daß diese Waldbindung nicht als starr angesehen werden darf, zeigen die Vorkommen in Kalkquellmooren: Hier liegen die wesentlichen Quellzonen im Wald, aber im Bereich des Quellabflusses befinden sich auch Flächen, die wahrscheinlich von Natur aus baumarm, möglicherweise sogar gänzlich waldfrei sind (Primulo-Schoenetum cratoneuretosum commutatum). Manche Vorkommen in Karstgebieten des Mittelmeerraumes weisen darauf hin, daß auch dort die Bindung an Wald nicht ausschließlich gelten dürfte.

Das Vorkommen ausschließlich in von Laub- und Mischwald dominierten Beständen wird verständlich durch die Waldentwicklung nach der Eiszeit: In den von *C. bidentatus* bewohnten Höhenstufen gab es fast keine

reinen Nadelwälder! Diese werden z. B. im Schwarzwald vom Bazzanio-Piceetum in typischen Kaltmulden und von Tannen-Fichten-Mischbeständen (Luzulo-Abietetum, Vaccinio-Abietetum) in winterkalten, kontinental geprägten Regionen gebildet, in denen bisher keine *C. bidentatus*-Population nachgewiesen werden konnte.

Entscheidend ist in diesem Zusammenhang wahrscheinlich folgender Befund. Vergleichende Untersuchungen haben gezeigt, daß in Nadelwald-Bächen eine ungleich artenärmere Biozönose existiert als in vergleichbaren Laubwald-Bächen, u. a. aufgrund des schnelleren Laubabbaus, der besseren Ionenumsetzung und der niedrigeren Protonen-Konzentrationen in Laubwäldern (ZIEMANN 1975, MATTHAIS 1983). Typische Begleiter von *C. bidentatus* in Quellsümpfen und -bächen wie die krenobionten oder krenophilen *Gammarus fossarum*, *Sericostoma* spec., *Nemoura marginata*, *Leuctra* spec., *Planaria alpina*, *Pisidium* spec., *Bythynella dunkeri*, *Agabus guttatus*, *Salamandra salamandra* (GEUSKES 1935, ILLIES 1952, DITTMAR 1955, FRÄNZEL 1985) fehlen in Nadelwald-Bächen weitgehend oder ganz. Es ist sehr gut denkbar, daß die Larven von *C. bidentatus* als sekundäre, tertiäre oder quartäre Konsumenten in der Nahrungskette (FRÄNZEL 1985) nur dann in größerer Anzahl zur vollen Entwicklung kommen, wenn eine arten- und individuenreiche Bach-Zönose vorhanden ist, wie sie in Nadelwald-Bächen in der Regel nicht möglich ist – Untersuchungen dazu stehen aber noch aus.

Mit der Hangneigung des Gewässers sowie der umgebenden Bereiche ist das ausschließliche Vorkommen in Hügel- oder Bergland verbunden. Aufgrund dieser Merkmale wird die Art niemals in der Ebene vorkommen, auch wenn dort Gewässer existieren, die den anderen Komponenten des Ökoschemas entsprechen. Ob mit dieser Beschränkung auf höhere und mittlere Lagen ein „ultimate factor“ hinsichtlich der Larvenentwicklung verbunden ist, muß noch offenbleiben. Möglicherweise hängt auch mit diesem Faktor ein Mechanismus der Einnischung gegenüber *C. boltoni* zusammen: Im Bereich der Stromtäler kommt *C. bidentatus* im randlichen Hügel- und *C. boltoni* in der Ebene vor, im Bereich des Berglandes besiedelt *C. bidentatus* die randlichen Talhänge, *C. boltoni* dagegen den Talgrund.

Waldquellen sind gekennzeichnet u. a. durch Stenothermie des Wassers, worin einige Autoren die Biotopbindung von *C. bidentatus* begründet sehen (GEUSKES 1935, DITTMAR 1955, FRANKE 1980: *C. bidentatus* als Charakterart kalt-stenothermer Gewässer). Diese Hypothese ist jedoch nach neueren Messungen widerlegt: So wurden Temperaturen von 22°C (FRANKE 1980), 26,5°C (BLANKE 1984), 16,8°C (FRÄNZEL 1985) und 19°C (BUCHWALD 1986) ermittelt, die mit Stenothermie nicht zu vereinbaren sind. Nach Untersuchungen von FRÄNZEL (1985) zeigen Larven unterschiedlicher Größenklassen bei Durchschnittstemperaturen von 20°C und tage-

langen Höchsttemperaturen von 25–27°C keine Schädigungen; während in 9°C kaltem Wasser gehaltene Eier durchweg verpilzten und abstarben, entwickelten sich solche bei 20°C Wassertemperatur zu 75 % in das erste Larvenstadium. FRÄNZEL (1985) fand Larven auch in quellwassergespeisten Teichen mit größeren Temperaturschwankungen. Aufgrund dieser Befunde zählt er *C. bidentatus* zu den kaltwasseradaptierten Eurythermen.

### 3.8 Besiedlungsgeschichte

Die ursprünglichen Lebensräume von *C. bidentatus* – als typischer Waldart – dürften mit den heute besiedelten weitgehend identisch sein: In den tieferen Lagen Eschen- und Buchenwälder mit eingestreuten Quellfluren, dazu Eichen-Hainbuchen-Wälder, in den höheren vor allem Buchen-Tannen-Wälder und Buchenwälder mit Fichte und Tanne. Die Quellzonen sind nur licht mit Gehölzen bestanden, so daß auf kleinen Flecken lichtliebende Arten wachsen können. Im Quellabfluß mag gelegentlich ein umgestürzter Baum eine kleine Lichtung geschaffen haben, die als Ruhe- oder Jagdgebiet dient. Es spricht einiges dafür, daß *C. bidentatus* mit einer wohlausgeprägten Schlüpfortstreue als eine sehr „konservative“ Art angesehen werden kann, die zahlreiche Habitate möglicherweise seit Tausenden von Jahren besiedelt.

Aufgrund der heute vorzufindenden Verteilung der beiden *Cordulegaster*-Arten mag die folgende Einnischung stattgefunden haben: In den Stromtälern besiedelte *C. boltoni* vor allem besonnte Quellbäche der Stromau wie Gießen oder oligotrophe Quellfluren, an denen man heute einige Vorkommen beispielsweise in der Oberreihebene kennt (K. WESTERMANN mdl., BUCHWALD 1986); *C. bidentatus* kommt dagegen in der bewaldeten Hügelzone der Randbereiche vor. Im Bergland dürfte es eine ähnliche Einnischung gegeben haben: *C. bidentatus* in den Bächen der bewaldeten Talhänge, *C. boltoni* dagegen in den Erlen-Eschen-Wäldern der Talau, in denen es zeitweise immer wieder einzelne lichte Zonen gegeben haben dürfte, sowie in einigen *C. bidentatus*-Gewässern der Talhänge, wenn es durch Windbruch o. ä. zu größeren Auflichtungen gekommen wäre. Für *C. boltoni* als derjenige Art, die weitaus höhere Ansprüche an die Besonnung des Gewässers hat, dürften in den fast vollständig bewaldeten Landschaften des Atlantikums und Boreals die unbewaldeten Quellmoore eine bedeutende Rolle gespielt haben: Als sich kaum verändernde Habitate, in denen *C. boltoni* stabile und dauerhafte Populationen bilden konnte, von denen aus Auen-Habitate dann bei günstigen Bedingungen besiedelt werden konnten, bevor sie nach einer gewissen Zeit wegen der Sukzession zum Wald wieder aufgegeben werden mußten.

Wahrscheinlich ist in diesem Zusammenhang auch die Verteilung der *Cordulegaster*-Arten im Bereich der Kalkquellmoore zu verstehen. *C. boltoni* besiedelt heute wahrscheinlich solche Kalkquellmoore, die von Natur



aus baumfrei sind – das Vorkommen der lichtliebenden *Saxifraga aizoides* in einigen solcher *C. boltoni*-Habichte ist ein deutlicher Hinweis darauf –, wobei angrenzende Flächen zusätzlich durch den Einfluß des Menschen (Rodung, Streunutzung, Beweidung) offen geworden sein könnten.

*C. bidentatus* dagegen findet man in solchen Kalkquellmooren, die früher größtenteils oder ganz bewaldet waren mit einem lichten Eschenwald o. ä., deren heute offene Flächen größtenteils durch menschliche Nutzung entstanden sind. Spätere Untersuchungen in Kalkquellmooren und die derzeit laufenden Bestandsaufnahmen

in den sauren Quellmooren des Schwarzwaldes werden weitere Indizien für oder gegen diese Überlegungen bringen müssen.

#### 4. Gefährdung, Schutz

Auf den ersten Blick scheinen die *C. bidentatus*-Habichte relativ ungefährdet, da sie in der Regel ortsfest liegen und von den für Fließgewässer häufigen Eingriffen wie Begradigung, Verbauung, Belastung mit Schadstoffen oder Eutrophierung nur wenig betroffen



Abbildung 8. Frischgeschlüpfte zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*).  
Foto: R. BUCHWALD.

sind. Es gibt hier jedoch Gefährdungen, die für Quellfluren und kleine Fließgewässer eine besondere Rolle spielen.

Die größte Gefahr geht sicherlich vom heutigen Waldbau aus: Kahlschlag-Wirtschaft mit Anlage großflächiger Monokulturen, wobei die Fichten-Bestockung durch Anreicherung schwer zersetzbarer Nadelstreu und Gewässer-Versauerung (HUET 1950, TEICHMANN & MEIJERING 1981) die größten Probleme bereitet. Da *C. bidentatus* nicht an Gewässern fliegt, die über längere Strecken durch Monokulturen irgendwelcher Art oder durch dichtstehende Nadelwälder verlaufen, ist in Anbetracht der Verfichtung weiter Teile der Mittelgebirge ein drastischer Rückgang der Art im Laufe dieses Jahrhunderts und teilweise schon vorher als sehr wahrscheinlich anzunehmen. Großflächige Abholzungen können zur Folge haben, daß sich eine dichte Hochstaudenflur entwickelt, so daß die Wasseroberfläche nicht mehr sichtbar ist und damit günstige Eiablage-Stellen für *C. bidentatus* fehlen.

Hinzu kommt die Beeinträchtigung der Gewässer durch waldbauliche Tätigkeit (Holzabfuhr entlang der oder über die Gewässer; Ablagerung von Ästen und Stämmen) sowie durch die Anlage breiter und befestigter Waldwege, die eine Verrohrung des Waldbaches über 20–30 m notwendig macht.

Die Anlage von Fischteichen an Waldbächen ist weit verbreitet; sie hat in der Regel eine thermische Belastung und Eutrophierung der darunter liegenden Bachpartien zur Folge (CLAUSNITZER 1980) und schädigt damit einen Teil der charakteristischen Bach-Zönose.

Quellbereiche werden durch Gräben entwässert, wenn unmittelbar angrenzend Weiden oder feuchte Mähwiesen liegen.

Quellfassungen und Anlage von Brunnen zur Trinkwassergewinnung können auch in angrenzenden Flächen Quellen zum Versiegen bringen.

Schließlich sind Immissionen wie NO<sub>x</sub> oder Schwermetall-Verbindungen zu nennen, vor allem aber die Versauerung durch schwefelsaure Niederschläge, die in wenig gepufferten Bächen einiger Mittelgebirge bereits katastrophale Wirkungen auf die Biozönose gezeigt haben. Es wird notwendig sein, genau zu untersuchen, in welchem Maße und in welcher Weise sich saure Immissionen auf *C. bidentatus*-Larven und ihr Nahrungsspektrum auswirken. Möglicherweise ist die Art ein guter Indikator für unbelastete, oligotrophe Waldbäche des basischen bis schwach sauren Milieus mit einer arten- und individuenreichen Begleitfauna, zugleich aber auch für eine naturnahe Bewirtschaftung des angrenzenden Waldes.

Für den Schutz der gefährdeten Libellenart (Rote Liste Bundesrepublik A. 2, Rote Liste Baden-Württemberg A. 3) ist vor allem ein schonender Waldbau von Bedeutung. Notwendig ist dabei eine Bewirtschaftung als Hochwald, bei der ein hoher Anteil von mindestens 50–60 % an Laubhölzern erhalten oder geschaffen wird. Die Anlage größerer Kahlschlagflächen und Monokultu-

ren – besonders von Nadelhölzern – sollte grundsätzlich unterbleiben; vielmehr ist eine Holzentnahme von wenigen oder einzelnen Stämmen geboten. Schlagflächen sollten niemals 2–3 Ar übersteigen, da sonst eine geschlossene Hochstaudenflur mit ungünstigen Folgen (s. oben) sich einstellen dürfte. Entscheidend aber ist der absolute Schutz der Quellsümpfe mit ihren Rinnsalen und breiten Abflüssen, die durch keinerlei Maßnahmen direkt oder indirekt beeinträchtigt werden dürfen. Grenzen an den besiedelten Bach bereits Nadelwaldflächen an, so sollte ein „Pufferstreifen“ von 5–10 m beidseits des Gewässers geschaffen werden, damit die sich daraufhin entwickelnde Krautvegetation eine positive Wirkung auf die Bedingungen im Boden und dessen Fauna entfalten kann.

Zum Schutz der *C. bidentatus*-Populationen gehören weiterhin: Schonende waldbauliche Tätigkeit, Verbot von Quellfassungen und jeglichen Entwässerungsmaßnahmen, Verbot von Teichanlagen bis mindestens 500 m unterhalb der Quellzonen.

## 5. Literatur

- AGUESSE, P. (1968): Les Odonates de l'Europe Occidentale, du Nord de l'Afrique et des Iles Atlantiques. – 258 S.; Paris.
- BLANKE, D. (1984): Zur Lebensweise von *Cordulegaster bidentatus* SELYS in Südniedersachsen. – Libellula, 3 (3/4): 18–22; Höxter, Karlsruhe.
- BRAUN, M., BRAUN, U. & LANGE, J. (1984): Zwei Nachweise der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*, Odonata: Cordulegasteridae) im nördlichen Rheinland-Pfalz. – Natursch. Ornith. Rheinl-Pfalz, 3 (3): 502–504; Bad Dürkheim.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S.; Wien (Springer).
- BREHM, J. (1983): Zur anthropogenen Versauerung der Schlitzlerländer Buntsandstein-Waldlandschaft. Beitr. Naturk. Osthessen, 19: 7–12; Fulda.
- BREHM, J. & MEIJERING, M. P. D. (1982): Fließgewässerkunde. – 311 S.; Heidelberg.
- BUCHWALD, R. (1983): Kalkquellmoore und Kalkquellsümpfe als Lebensraum gefährdeter Libellenarten im westlichen Bodenseeraum. – Telma, 13: 91–98; Hannover.
- BUCHWALD, R. (1986): Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. – Dissertation, Freiburg.
- BUCHWALD, R.; HOPPNER, B.; SCHANOWESKI, A. & STERNBERG, K. (1987): 4. Entwurf einer Roten Liste der Libellen in Baden-Württemberg; Sasbach, Freiburg.
- CASPERS, N. (1980): Die Emergenz eines kleinen Waldbaches bei Bonn. – Decheniana Beih., 23; Bonn.
- CLAUSNITZER, H. J. (1980): Hilfsprogramm für gefährdete Libellen. – Natur und Landschaft, 55 (1): 12–15; Bonn-Bad Godesberg.
- CLAUSNITZER, H. J., PRETSCHER, P. & SCHMIDT, E. (1984): Rote Liste der Libellen. – In: BLAB, J. et al. (Hsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland; Greven.
- DIRNFELDER, L. (1984): Beitrag zur Libellenfauna der Charlottenfelder Teiche bei Schwandorf (Oberpfalz/Bayern). – Libellula, 3 (1/2): 85–88; Höxter, Karlsruhe.
- DITTMAR, H. (1955): Ein Sauerlandbach – Untersuchungen an

- einem Wiesen-Mittelgebirgsbach. – Arch. Hydrobiol. **50** (3/4), 305–522; Stuttgart.
- FRÄNZEL, U. (1981): *Cordulegaster bidentatus* und *Cordulegaster annulatus* im Siebengebirge. – Libellula, **1** (1981): 32; Münster.
- FRÄNZEL, U. (1985): Öko-ethologische Untersuchungen an *Cordulegaster bidentatus* SELYS, 1843 (Insecta: Odonata) im Bonner Raum. – Diplomarbeit, Bonn.
- FRANKE, U. (1980): *Cordulegaster* (Odonata) im westlichen Bodenseegebiet. – Entomol. Z., **90** (18): 193–199; Stuttgart.
- GEIJSKES, D. (1935): Faunistisch-ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Liestal im Basler Tafeljura. – Tijdschr. Entomol., **78** (3/4): 249–382; Gravenhage.
- GERKEN, B. (1982): Probeflächenuntersuchungen in Mooren des Oberschwäbischen Alpenvorlandes. – Ein Beitrag zur Kenntnis wirbelloser Leitarten südwestdeutscher Moore. Telma, **12**: 67–84; Hannover.
- GERKEN, B. (1984): Zur Sammlung von Libellen-Exuvien – Hinweise zur Methodik der Sammlung und zum Schlüpfort von Libellen. – Libellula, **3** (3/4): 59–72; Höxter, Karlsruhe.
- HEIDEMANN, H. (1979): Beobachtungen der Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* SELYS. – Articulata, **1** (14): 141–143; Würzburg.
- HEYMER, A. (1973): Das hochspezialisierte Beutefangverhalten der Larve von *Cordulegaster annulatus* (LATR., 1805), eine ökologische Einnischung (Odonata, Anisoptera). Rev. Comp. Animal, **7**: 103–112; Paris.
- HUET, M. (1950): Nocivité des boisements en Epiceas (*Picea excelsa* LINK) pour certains cours d'eau de l'Ardenne Belge. – Intern. Ver. Theor. Angew. Limnol. Ver., **11**: 189–200; Stuttgart.
- ILLIES, J. (1952): Die Mölle. – Arch. Hydrobiol., **1946**: 424–612; Stuttgart.
- KAISER, H. (1974): Verhaltensgefüge und Temporalverhalten der Libelle *Aeshna cyanea* (Odonata). – Z. Tierpsych., **34**: 398–429; Berlin, Hamburg.
- KAISER, H. (1982): Do *Cordulegaster* males defend territories? A preliminary investigation of mating strategies in *Cordulegaster boltoni* (Donovan) (Anisoptera: Cordulegasteridae). Odonatologica, **11** (2): 139–152; Utrecht.
- KIKILLUS, R. & WEITZEL, M. (1981): Grundlagenstudien zu Ökologie und Faunistik der Libellen des Rheinlandes. – Pollichia-Buch 2; Bad Dürkheim.
- LOHMANN, H. (1980): Faunenliste der Libellen (Odonaten) der Bundesrepublik Deutschland und Westberlins. – SIO Rapid communications, **1**; Utrecht.
- MATTHIAS, U. (1983): Der Einfluß der Versauerung auf die Zusammensetzung von Bergbachbiozöosen. – Arch. Hydrobiol. Suppl. **65** (4): 407–483; Stuttgart.
- MEIER, C., SCHIESS, H. & WOLF, M. (1980): Notes on the distribution of some rare Swiss Anisoptera. – Notulae odonat., **1** (5): 85–96; Utrecht.
- MURMANN-CHRISTEN, L. (1987): Das Vegetationsmosaik im Nordschwarzwälder Waldgebiet. – Diss. bot., **104**: 290 + 26 S.; Berlin, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Pflanzensoz., **10**, 564 S.; Jena.
- OBERDORFER, E. (Hrsg., 1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – 2. Auflage, Teil I, 331 S.; Jena.
- OBERDORFER, E. (1982): Die hochmontanen Wälder und subalpinen Gebüsche. – In: Der Feldberg im Schwarzwald. Subalpine Insel im Mittelgebirge. – Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, **12**: 317–364; Karlsruhe.
- ROBERT, P.-A. (1959): Die Libellen. – 404 S.; Bern.
- LE ROI, O. (1915): Die Odonaten der Rheinprovinz. turh. Ver. Preuß. Rheinl. Westf., **72**: 119–178; Bonn.
- SCHANOWSKI, A. & BUCHWALD, R. (1987): 4. Sammelbericht (1987) über Libellenvorkommen in Baden-Württemberg. – Sasbach, Freiburg.
- SCHMIDT, E. (1967): Zur Odonatenfauna des Hinterzartener Moores und anderer mooriger Gewässer des Südschwarzwaldes. – Dt. Entomol. Z. N. F., **14**: 371–386; Berlin (Ost).
- SCHOEN, R. & KOHLER, A. (1984): Gewässerversauerung in kleinen Fließgewässern des Nordschwarzwaldes während der Schneeschmelze 1982. In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland. Materialien 1/84: 58–69; Berlin (West).
- SCHWOERBEL, J. (1980): Methoden der Hydrobiologie. – 2. Auflage, 261 S.; Stuttgart, New York.
- SEBALD, O. (1975): Zur Kenntnis der Quellfluren und Waldsümpfe des Schwäbisch-Fränkischen Waldes. – Beitr. naturk. Forsch. Südw.Dtl., **34**: 295–327; Karlsruhe.
- SENF, E. (1976): Die Odonatenfauna des westlichen Bodensee-Gebietes. – Mitt. bad. Landesver. Naturk. Natursch. N. F., **11** (3/4): 327–335; Freiburg.
- TEICHMANN, W. & MEJERING, M. P. D. (1981): Zur Situation der Gattung *Gammarus* im Kaufunger Wald. – Beitr. Naturk. Osthessen, **17**: 71–84; Fulda.
- VÖLKER, H. (1955): Beobachtungen über Lebensgewohnheiten der deutschen Libellenarten *Cordulegaster annulatus* (LATREILLE) und *bidentatus* (SELYS). – Beitr. Naturk. Nieders., **8**: 80–85; Hannover.
- WARNKE, R. & BOGENRIEDER, A. (1985): Untersuchungen zum Nährstoff- und Ionenhaushalt von Quellfluren und Niedermooren der Feldbergkuppe (Schwarzwald). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg, **75**, 91–124; Freiburg.
- WILD, V. (1984): Erstnachweise der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus* SELYS, Insecta: Odonata) für das Saarland. – Faunist-florist. Not. Saarl., **16** (3): 303–307; Saarbrücken.
- WILMANNS, O. (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. – 3., erw. Auflage, 372 S.; Heidelberg.
- ZIEMANN, H. (1975): Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration und des Hydrogenkarbonatgehaltes auf die Ausbildung von Bergbachbiozöosen. – Int. Rev. ges. Hydrobiol., **60** (4): 523–555; Berlin (Ost).

PETER ZIMMERMANN

# Die Schlingnatter (*Coronella austriaca*) im Weinberg „Höllstein“ bei Freudenstein (Enzkreis, Baden-Württemberg)

## Kurzfassung

Die vorliegende Untersuchung beschreibt die abiotischen und biotischen Verhältnisse einer Schlingnatterpopulation in den Jahren 1986 und 1987 an einem Weinberg im Enzkreis. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag bei der Erfassung der Lebensweise und der Ökologie der Schlingnattern, da bisher nur Ergebnisse über die geographische Verbreitung, Habitatstruktur und den jahresperiodischen Aktivitätsverlauf vorlagen.

Von den 17 erfaßten Individuen besaßen die sechs näher untersuchten adulten Tiere eine Reviergröße von 600 m<sup>2</sup> bis 3450 m<sup>2</sup>. Die Tiere zeigten eine Präferenz für südwestexponierte Natursteinmauern und einen Temperaturvorzugsbereich zwischen 18 °C und 27 °C. Die Nahrung bestand zu 77 % aus Mauereidechsen (*Podarcis muralis*), zu 18 % aus Zauneidechsen (*Lacerta agilis*), zu 3 % aus Blindschleichen (*Anguis fragilis*) und zu 2 % aus Kleinsäugern (*Apodemus flavicollis*, *A. sylvaticus*).

Hauptursachen für die starken Bestandsabnahmen sind vor allem die in den letzten 50 Jahren verstärkten Flurbereinigungsmaßnahmen und die damit verbundene intensivere Nutzung unserer Landschaft, die trotz gesetzlichem Schutz diese Art und deren Habitate gefährden.

## Abstract

**The smooth snake, *Coronella austriaca*, in the vineyard „Höllstein“ near Freudenstein (Enzkreis, Baden-Württemberg, Germany)**

Up to now there exists only little information about the behavior and the ecology of the smooth snake (*Coronella austriaca*, LAURENTI 1768). Between 1986 and 1987 the general behavior, the annual rhythmicity and the particular biotic and abiotic factors of a smooth snake population in a vineyard in Southern Germany were studied.

The Snakes preferred walls which were exposed to the southwest, with day temperatures between 18 °C and 27 °C. Of 17 investigated snakes, three were juvenile, three were subadult and 11 adult. Six differently marked adults inhabited areas of 600 m<sup>2</sup> to 3450 m<sup>2</sup>. Their food consisted of common wall lizards, *Podarcis muralis* (77 %), sand lizards, *Lacerta agilis* (18 %), slowworms, *Anguis fragilis* (3 %) and mice, *Apodemus flavicollis* and *A. sylvaticus* (2 %).

Although smooth snakes are protected under the German law for the conservation of nature, both the species and its habitat are highly endangered due to the consolidation and the intensified use of land for agricultural purposes during the last fifty years.

## Résumé

**La couleuvre lisse, *Coronella austriaca*, dans le vignoble „Höllstein“, près de Freudenstein (Dép. d'Enz, Baden-Württemberg, Allemagne)**

L'étude présente décrit les relations abiotiques et biotiques dans un biotope de la couleuvre lisse (*Coronella austriaca*, LAURENTI 1768) – un vignoble dans le département d'Enz, au Baden-Württemberg (Le Sud de la R. F. A.) – dans les années

1986 et 1987. C'est la première fois qu'on présente la manière de vivre au rythme annuel.

Les serpents préféraient des murs en pierre naturelle exposés au soleil, avec des températures entre 18 °C et 27 °C. Parmi les 17 serpents recensés, il y en avait 3 juvéniles, 3 subadults et 11 adultes. 6 couleuvres adultes, marqués différemment vivaient dans des districts d'une grandeur de 600 m<sup>2</sup> à 3450 m<sup>2</sup>. Leur nourriture était composée de lézards des murailles, *Podarcis muralis* (77 %), lézards agile, *Lacerta agilis* (18 %), orvets fragile, *Anguis fragilis* (3 %) et de souris, *Apodemus flavicollis* et *A. sylvaticus* (2 %).

A la base de ces résultats on a développé un brouillon pour la protection de cette espèce.

## Autor

PETER ZIMMERMANN, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Kriegsstraße 5a, D-7500 Karlsruhe 1.

## 1. Einleitung

Die ungiftige, heliothermophile Schling- oder Glattnatter (*Coronella austriaca* LAURENTI 1768) besiedelt in Baden-Württemberg vor allem südexponierte, kleinräumig strukturierte Biotope wie mäßig gepflegte Heidegebiete und Halbtrockenrasen mit Steinriegeln, vegetationsarme Steinbrüche, Geröllhalden, partiell aufgelassene Rebhänge mit Natursteinmauern und aufgelockerte Waldränder mit steinreichen Randgebieten (FRITZ & LEHNERT 1988). Typische Habitate zeichnen sich durch ein heterogenes Vegetationsbild mit vegetationslosen steinigen Flächen, grasigen und krautigen Partien und lockeren Gebüschgruppen aus. Besondere mikroklimatische Verhältnisse und eine spezielle Nahrungsgrundlage, nämlich Eidechsen, weisen die Schlingnatter als stenöke Art aus.

Aufforstungen von Heidegebieten und Halbtrockenrasen, Beseitigung von Steinen und vor allem die grundlegenden Biotopveränderungen und -zerstörungen durch Flurbereinigungsmaßnahmen haben starke Bestandsregressionen verursacht (BLAB 1980, FELDMANN 1981, GLANDT 1986). Deshalb wird diese Art nach der Roten Liste von Baden-Württemberg (1986) als stark gefährdet eingestuft und genießt zudem laut Landesartenschutzverordnung (LArtSchV 1980) bzw. Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV 1986) – wie alle einheimischen Reptilien und Amphibien – gesetzlichen Schutz. Aufgrund der starken Bestandsabnahmen in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet ist sie mit weiteren 33 be-

drohten Reptilienarten auch nach der „Konvention zum Schutz der wildlebenden Tier- und wildwachsenden Pflanzenarten und ihrer natürlichen Lebensräume“ (Berner Konvention 1985) europaweit streng geschützt. Das verborgene Leben und die kryptische Dorsalfärbung der Schlingnatter sind wohl die Gründe, weshalb sich Publikationen bisher nur auf die Verbreitung (VAN DE BUND 1964, FELDMANN 1968, 1981, GLANDT 1972, GRÜNWALD 1962, MELSHEIMER 1976), Habitatsstruktur (BLAB 1980, 1982, FRITZ & LEHNERT 1988, PHILIPPEN 1983, SPELLERBERG & PHELPS 1977), jahresperiodische Aktivität und Nahrung (SCHREITMÜLLER 1918, 1920, WERNER 1918, ZIMMERMANN 1914, ZIMMERMANN 1988, ZSCHOKKE 1909/1910) beschränkten.

Deshalb wurde 1986 und 1987 wegen einer geplanten Rebflurereinigung im Weinberg „Höllstein“ eine herpetofaunistische Untersuchung, insbesondere über ökologische Rahmendaten und die Lebensweise der dort vorkommenden Schlingnatter sowie eine Bewertung der Landschaftselemente, durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen einen Beitrag zur Erweiterung des Wissensstandes über Biotopansprüche sowie ökologische Charakteristika darstellen und Hinweise für die Arterhaltung geben.

Ich danke den Herren M. BECK (Karlsruhe), A. EHRL (Stuttgart) und A. WOLF (Dossenheim) für die Hilfe beim Abfangen der Schlingnatter und Herrn R. WOLF, Leiter der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe, für wertvolle Dis-

kussionen und Hinweise sowie die kritische Durchsicht des Manuskripts.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Am nordwestlichen Rand des kleinen Dorfes Knittlingen-Freudenstein im Enzkreis liegt in 240–300 m ü. NN. der südwest- bis südostexponierte, ca. 300 Jahre alte Weinberg „Höllstein“. Er bietet wegen seiner differenzierten mikroklimatischen edaphischen und nutzungsbedingten Situation mit einem kleinflächig strukturierten, vielfältigen Mosaik aus Ruderalfluren, Halbtrockenrasen, Feldgehölzen, Streuobstwiesen, Klingen, Hohlwegen, Natursteinmauern und natürlichen Felskanten auf einer Fläche von ca. 23 ha verschiedenen Pflanzengesellschaften mit spezieller Tierwelt einen Lebensraum. 567 fugen- und spaltenreiche Trockensteinmauern sind Lebensraum einer individuenreichen Mauereidechsen- (*Podarcis muralis*) und Schlingnatterpopulation. Die sich den Mauern anschließende xerothermophile Krautschicht und die sonnenexponierten Böschungen werden von der Zauneidechse (*Lacerta agilis*) als Nahrungsbiotop angenommen. Beide Echsenarten sind die wichtigste Nahrungsquelle für Schlingnatter.

Drei unterschiedlich exponierte (Süd-, Südwest- und Südost-Lage) Mauerhabitate der Schlingnatter wurden mikroklimatisch, floristisch und herpetofaunistisch erfaßt.

### Abiotische Faktoren

Mit elektronischen Thermometern und Thermohygrographen wurden die Lufttemperatur in 1 Meter Höhe, die Oberflächen-



Abbildung 1. Gesamtansicht des Weinbergmauernkomplexes im Winter. Alle Fotos: P. ZIMMERMANN.

Tabelle 1. Biotoptypen des Weinbergs „Höllstein“ bei Freudenstein/Enzkreis.

Aufnahme-Nr.	Mauern			Halbtrocken-		Ruderal-		Hecken		Reb-
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	fläche
Meereshöhe (m. ü. N. N.)	260	255	255	240	260	255	260	250	240	250
Exposition	SW	S	SO	S	SW	S	SW	S	SW	S
Inklination (°)	90	90	90	10	15	10	20	5	0	20
Aufnahmefläche (m <sup>2</sup> )	20	20	20	100	100	100	100	150	100	100
Artenzahl der Gefäßpflanzen	15	12	10	63	71	55	57	7	9	11
Deckungsgrad (%)	10	20	15	70	85	70	50	85	100	30
Höhe der Vegetationsschicht (m)	0,1	0,1	0,2	0,5	0,4	0,8	0,9	3,8	4,2	0,05

temperaturen von Mauerkrone, Mauermitte und Mauerfuß und die Temperatur einer Mauerfuge in 0,5 Meter Tiefe an den drei verschieden exponierten Natursteinmauern (M 1/Südost, M 2/Süd, M 3/Südwest) im Frühjahr (25. 4.–24. 5.), Sommer (20. 6.–19. 8.) und Herbst (22. 8.–20. 9.) 1986 jeweils den ganzen Tag über stündlich gemessen. Die Beleuchtungsstärke wurde mit einem Lux-Meter jede Stunde registriert; dabei lag die Meßebene in 1 Meter Höhe parallel zum Geländeniveau an der Mauer M 2. Mit Hilfe der Beaufort-Skala wurde die Windstärke bestimmt und zusammen mit der Windrichtung stündlich festgehalten.

**Biotische Faktoren**

Typische und stark frequentierte Lebensräume der Schlingnattern wie Schilfsandsteinmauern, Halbtrockenrasen, verschiedene Ruderalstadien, Hecken und Rebflächen wurden zur Erfassung der Vegetation abgesteckt und der Deckungsgrad der Pflanzen (nach BRAUN-BLANQUET 1964) sowie die Aufnahme-fläche (in m<sup>2</sup>) vermerkt. Die verschiedenen orografischen Faktoren (Meereshöhe, Inklination, Exposition) wurden bei jeder Vegetationsaufnahme erhoben. Die Populationsdichten der Nattern konnten nach der Methode von BEGON (1979) ermittelt werden. Hierbei wird die „geschätzte Populationsgröße“ über die Anzahl gefangener, markierter Exemplare errechnet (Fang-

Markierung-Wiederfang). Zur Bestimmung der Reviergröße wurden sechs farbmarkierte Individuen im Zeitraum von Mai bis November 1986 und 1987 beobachtet. Die Stirnmarkierung mußte alle zwei Monate wiederholt werden, da nach der 1. Häutung die Punkte nur noch schwer und nach der 2. Häutung nicht mehr sichtbar waren. Zur Ermittlung der Populationszusammensetzung mußten die erfaßten Nattern gefangen, gemessen und gewogen werden. Die erhaltenen morphometrischen Daten wurden zusammen mit bestimmten Fundortcharakteristika notiert.

Nahrungstiere, Konkurrenten, Prädatoren und die Lebensweise der Schlingnattern wurden durch Beobachtung mit einem Fern-glas in regelmäßigen jahreszeitlichen Abständen festgestellt; auf diese Weise wurde auch die Zusammensetzung des Nahrungs-spektrums während des Beobachtungszeitraums regi-striert.

**3. Klimatische Verhältnisse und Vegetation**

Als Beispiel für die klimatischen Verhältnisse in einem Schlingnatterbiotop ist der Temperaturverlauf einer der drei untersuchten Mauern von einem typischen strahlungsreichen Sommertag in Abbildung 2 dargestellt. Die Temperaturspitze der Mauerfuß-Oberflächentemperatur lag am 28. 6. 1986 um 16.00 Uhr bei 35,7°C, während der niedrigste Temperaturwert im Habitat um 7.00 Uhr 14,6°C betrug; das ergibt eine Temperatur-Tagesdifferenz von 21,1°C. Die Mauerfugen – das Natternversteck am Mauernfuß – hatte mit einem Temperaturoberwert von 21,9°C um 19.00 Uhr und einem Minimalwert von 15,1°C um 7.00 Uhr eine Temperaturdifferenz von 6,8°C.

Die fünf verschiedenen Vegetationsstadien, Pioniervegetation der Mauer, Stadien mit Halbtrockenrasencharakter, Ruderalflächen, Hecken und Rebflächen wurden von den Schlingnattern unterschiedlich frequentiert. Rebflächen mit einem Deckungsgrad von durchschnittlich 40 % wurden vermutlich wegen ihrer niederen Krautschicht von 5 cm bis 10 cm und den fehlenden Versteckmöglichkeiten gemieden. Lichtere Hecken (70 % Deckung) und flächendeckende Gehölzbereiche

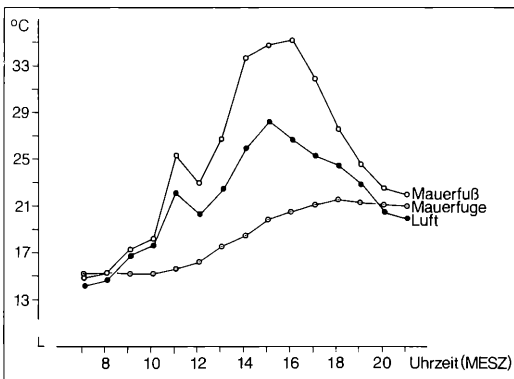


Abbildung 2. Vergleich des Temperaturverlaufs im Biotop der Schlingnatter am 28. 6. 1986. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

(100 % Deckung) suchten die Schlangen nur selten zum Schutz auf.

Das Habitatpräferendum lag bei fugenreichen Natursteinmauern mit geringem Vegetationsbewuchs. Die angrenzenden Flächen mit Halbtrockenrasencharakter und die lichten Ruderalflächen wurden zur Nahrungssuche häufig aufgesucht. Alle 6 näher untersuchten Schlingnattern verzogen sich an Sommertagen mit hohen Temperaturen (siehe Tagesrhythmik und saisonale Aktivitätsrhythmik) von ihren vegetationsarmen Sonnenplätzen in Mauernischen mit Halbschatten oder beschatteten Steinpartien. Diese verließen sie erst bei Temperaturabnahme wieder und suchten ihren ursprünglichen Ruheplatz wieder auf.

Artenzahl, Deckungsgrad der Vegetation und Höhe der Vegetationsschichten sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

#### 4. Populationsdichte, -aufbau, Reviergröße und Dispersion

Die Größe der Schlingnatterpopulation betrug 17 Individuen. Sie konnte durch Beobachten des Weinbergs, insbesondere der Sonnenplätze, sowie durch Markie-

rung der Individuen 1986 und 1987 festgestellt werden. Ende 1987 konnte dieses Ergebnis durch das Abfangen der Tiere vor der Zerstörung ihrer Lebensräume durch die geplante Rebflurbereinigung bestätigt werden.

Die durchschnittliche Populationsdichte, bezogen auf die untersuchte, nutzbare Biotopfläche, lag bei ca. 1 Individuum/ha.

Vom Autor mehrfach festgestellte aggressive Handlungen zwischen benachbarten adulten Schlangen wurden als Abgrenzung des Territoriums eines Individuums gedeutet. Die Lage der Kampfplätze spiegelte die ungefähren Grenzen des beanspruchten Reviers wider. Die Reviergröße einer adulten Schlingnatter war abhängig von der Populationsdichte der Nahrungstiere, besonders der Mauereidechsen, der Anzahl von Sonnenplätzen und potentiellen Versteckmöglichkeiten. Daraus erklärt sich, ebenso wie bei den beobachteten Mauereidechsen, eine Präferenz für südwestexponierte, fugenreiche Natursteinmauern. Hier lag die Reviergröße eines adulten Tieres bei 600 m<sup>2</sup> Mauerflächenhabitat, während sie in südostexponierten Mauern bis zu ca. 3450 m<sup>2</sup> Mauerfläche betrug. Juvenile Tiere bildeten während des Untersuchungszeitraumes keine festen Reviere. Sie wanderten quer durch besetzte Territorien,

Tabelle 2. Morphometrische Daten und Fundortcharakterisierung der Schlingnattern (*Coronella austriaca*) im Weinberg „Höllstein“ bei Freudenstein/Enzkreis.

Lfd. Nr.	KGW (gr)	GL (cm)	KRL (cm)	SL (cm)	Exp.	Inkl.	Typ	Aktivität
1	22,4	50,6	41,5	9,1	SO	0 %	Mauerfuß	Beutefang
2	30,3	44,0	34,5	9,5	SW	5 %	Mauerfuß	Sonnen
3	55,3	60,0	47,0	13,0	SO	10 %	Rebfläche	Beutesuche
4	3,7	15,5	13,1	2,4	SW	10 %	Ruderalfl.	Beutesuche
5	4,2	15,6	13,1	2,5	S	0 %	Mauerkopf	Sonnen
6	34,9	47,6	39,3	8,3	SO	0 %	Mauerkopf	Sonnen
7	47,5	57,0	44,5	12,5	SW	20 %	Staffeln	Beutefang
8	43,9	57,8	47,0	10,8	SW	0 %	Mauerkopf	Sonnen
9	24,7	53,7	44,1	9,6	SO	15 %	Mauerfuß	Beutesuche
10	6,2	27,9	22,8	5,1	SW	0 %	Mauerfuß	Sonnen
11	39,6	53,1	43,8	9,3	S	0 %	Mauerfuß	Sonnen
12	32,1	44,9	35,3	9,6	SW	10 %	Mauerfuß	Sonnen
13	5,8	25,3	20,4	4,9	SW	0 %	Mauerfuß	Sonnen
14	6,9	26,9	21,9	5,0	SW	0 %	Mauermit.	Sonnen
15	3,5	15,4	13,0	2,4	S	10 %	Mauerfuß	Beutesuche
16	56,7	59,6	46,7	12,9	SO	10 %	Wegrand	Sonnen
17	36,9	46,3	38,2	8,1	S	30 %	Ruderalfl.	Beutefang

KGW = Körpergewicht, GL = Gesamtlänge, KRL = Kopf-Rumpflänge, SL = Schwanzlänge, Exp. = Exposition, Inkl. = Inklination (Hangneigung).

ohne von adulten Artgenossen angegriffen zu werden. Ende 1987 wurden alle Nattern eingefangen und zur Bestimmung des Populationsaufbaus vermessen und gewogen. Die morphometrischen Daten mit Fundortcharakteristika sind in Tabelle 2 dargestellt. Von 17 Schlingnattern waren 11 adult (Nr. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17), 3 subadult (Nr. 10, 13, 14; 1986 geboren) und 3 juvenile Exemplare (Nr. 4, 5, 15; 1987 geboren). Zudem wurden in Gefangenschaft von einer trächtigen weiblichen Schlingnatter (Nr. 6) im Oktober 1987 sechs weitere Jungtiere geboren. Die räumliche Verteilung oder Dispersion der Schlingnattern innerhalb des von ihnen besiedelten Habitats „Weinberghang“ ist in Abbildung 3 dargestellt. Deutlich ist bei dieser kartographischen Darstellung eine inäqual-kumulative Dispersion im südwestexponierten Bereich zu erkennen, die, wie schon oben genannt, von Habitatsstruktur, orographischen Faktoren und Nahrungsangebot bedingt wird.

### 5. Tagesrhythmik und saisonale Aktivitätsrhythmik

Die Aktivität der Schlingnatter als poikilothermer Art hängt wesentlich von der Umgebungstemperatur ab. Beim Vergleich des tageszeitlichen und jahreszeitlichen Temperaturverlaufs mit den Aktivitätsphasen von 6 untersuchten Schlingnattern zeigten sich im Frühjahr und Herbst Aktivitätsspitzen zwischen 13.00 und 15.00 Uhr bei einer Maximaltemperatur auf der Mauerkrone von 30,5°C. An heißen Sommertagen, wie zum Beispiel am 28. 6. 1986, war demgegenüber wie bei den Mauereidechsen ein bimodaler Aktivitätsverlauf mit Spitzen zwischen 11.00 und 13.00 Uhr bei Oberflächentemperaturen auf der Mauerkrone zwischen 24,8°C und 25,3°C sowie am späten Nachmittag zwischen 18.00 und 19.00 Uhr bei Temperaturen von 26,9°C bis 24,0°C auf der

Mauerkrone zu verzeichnen. Bei starker Sonneneinstrahlung zwischen 14.00 und 17.00 Uhr, bei Temperaturen auf der Mauerkrone zwischen 32,3°C und 31,5°C, bevorzugten die Nattern halbschattige Orte unter Vegetation oder in den Fugen der Schiffsandsteinmauer. Der Temperaturvorzugsbereich lag im Jahr 1986/1987 bei allen untersuchten Schlangen zwischen 18°C und 27°C. Das Verhalten, „bei starker Sonnenstrahlung den Halbschatten zu bevorzugen“, beobachteten auch andere Autoren (FELDMANN et al. 1968, GLANDT 1972). Dies deutet auf den hier erhobenen bimodalen Aktivitätsverlauf hin, der nur an heißen, strahlungsreichen Sommertagen über 30°C Oberflächentemperatur auftrat. Zu Beginn der Dämmerung und an kühlen Tagen mit Maueroberflächentemperaturen unter 12°C suchten die Tiere Verstecke im Trockenmauerwerk, unter hohl liegenden Steinplatten oder aber in ehemaligen Kleinsäugergängen auf.

Die erste Frühjahrsbeobachtung erfolgte 1986 am 17. 3. 1986 (Nr. 11). Im Herbst wurde die letzte Schlingnatter (Nr. 14) am 15. 11. 1986 beim Sonnenbad entdeckt. Auffallend war bei dieser Population, daß sich die adulten Tiere früher zu ihren winterlichen Aufenthaltsorten zurückzogen, während die Jungtiere (z. B. Nr. 14) die letzten Sonnenstrahlen auszunutzen schienen und durch den Fang von kleinen Eidechsen ihre Fettreserven ergänzten.

GLANDT (1972) erwähnt den jahreszeitlich frühesten Schlingnatterfund am 22. 2. 1959 (Rheinland-Pfalz). Im Weinberg „Höllstein“ hatten die Tiere eine jährliche Aktivitätsdauer von 8 Monaten (früheste Beobachtung 17. 3. 1986, letzte Herbstbeobachtung 15. 11. 1987) und eine Ruheperiode mit Winterschlaf von ca. 4 Monaten. In klimatisch günstigen Jahren und Regionen steigt die jährliche Aktivitätsphase auf 8,5 Monate an (FELDMANN 1968 – Nordwestdeutschland).

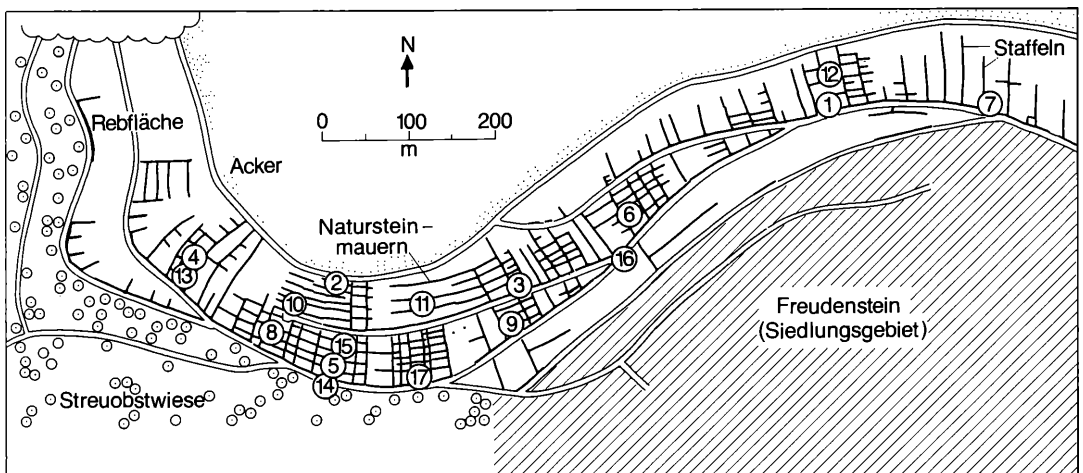


Abbildung 3. Fundorte und Verteilung der Schlingnattern (Nr. 1–17).



## 6. Nahrung, Konkurrenz, Prädatoren

Die Schlingnatter teilte ihren Lebensraum im Weinberg „Höllstein“ mit 4 weiteren Kriechtierarten. Adulte Ringelnattern (*Natrix n. natrix*) hatten als Versteck größere Hohlräume im Mauerfuß sowie der Mauermitte bezogen und unternahmen von dort aus ihre Jagdstreifzüge nach Grasfröschen (*Rana temporaria*) und Mäusen. Obwohl sich ihre Areale überlappten und ein Zusammentreffen der beiden Arten bisweilen beobachtet wurde, konnten keinerlei aggressive Interaktionen nachgewiesen werden. Durch „ökologische Sonderung“ (OSCHE 1974), das heißt verschiedenartige Nutzung der Umwelt mit Entwicklung unterschiedlicher „ökologischer Nischen“, ist eine Koexistenz mit der sympatrisch lebenden Ringelnatter möglich. Beide Arten nutzen zwar dieselben Versteckplätze, erreichen jedoch durch die Wahl unterschiedlicher Beutetiere – Ringelnatter vorwiegend Grasfrösche – und Jagdplätzen – Schlingnatter: Trockenmauern und Halbtrockenrasen; Ringelnatter: Ruderalflächen, Heckensaum und Rebflächen – eine Konkurrenzverminderung.

Die drei anderen sympatrisch lebenden Reptilienarten,

Mauereidechse (*Podarcis muralis*), Zauneidechse (*Lacerta agilis*) und Blindschleiche (*Anguis fragilis*), dienen der Schlingnatter als Nahrung. Durch Beobachtung und Registrierung der erbeuteten Arten können grobe quantitative Aussagen über die Nahrungspräferenz getroffen werden. Circa 77 % der Nahrung bestand aus Mauereidechsen, 18 % aus Zauneidechsen, 3 % aus Blindschleichen und 2 % aus halbwüchsigen Kleinsäugetern wie Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) oder Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*). Das Nahrungsspektrum weist eine geographische und regionale Variabilität auf. Neben Mauereidechsen werden auch andere Eidechsenarten wie beispielsweise *Lacerta vivipara*, *L. viridis* (WERNER 1918), ungefederte Vögel aus Nestern (ZIMMERMANN 1914), Eier von Singdrosseln (ZSCHOKKE 1909/1910) und Eier anderer Schlangen von den Schlingnattern verspeist. Eine aggressive Schlingnatter soll sogar eine Kreuzotter verschlungen haben (SCHREITMÜLLER 1920).

Unterschiedliche Angaben sind nur in bezug auf die Nahrungsaufnahme von neonaten Schlingnattern bekannt. Während die adulten Schlingnattern in Gefangenschaft schnell auf junge Labormäuse umzugewöh-



Abbildung 4. Kopf einer Schlingnatter mit speziestypischer Zeichnung.

nen waren, bereiteten die 6 frisch geborenen Jungtiere Probleme bei ihrer Ernährung. Trotz vielfältigem Angebot aus Mehlwürmern, Grillen, Heimchen, Wachsmotten und -maden, Fliegen, Regenwürmern, Schnecken und Echsen verweigerten die jungen Schlangen jegliche Nahrungsaufnahme bis zu ihrer ersten Häutung. Danach verfolgten, erwürgten und verschlangen sie ausschließlich junge Echsen.

Über Prädatordruck und interspezifische Konkurrenz sind keine Beobachtungen bekannt. Vermutlich tragen Katzen und Krähen zu einer Dezimierung der Schlangen bei. Hauskatzen aus der angrenzenden Siedlung versuchten während des Beobachtungszeitraumes zweimal, adulte Schlingnattern zu verfolgen. Diese konnten sich durch kurzes Vorschnellen und darauffolgenden sofortigen Rückzug in die nahe liegende Mauerpalte retten. Vermutlich werden die Jungtiere von Katzen häufiger erbeutet.

## 7. Lebensweise und Fortpflanzung

Ungefähr alle 1,5–2 Monate erhielten die Augen der Schlingnattern einen bläulichen Schimmer, und die Rückenzeichnung wurde blasser. Die Schlangen waren in dieser kurzen Phase besonders aggressiv und ruhten

meist in einem etwas feuchteren Versteck. Die Haut brach alsbald am Kopf auf und die Schlange schlüpfte mit neuem klarem Zeichnungsmuster aus ihrer alten Haut. Diese Häutungsvorgänge wiederholten sich 4–6 mal pro Jahr. Sie waren abhängig von der Nahrungsmenge und vom Wachstum der Schlangen.

Zur Nahrungsaufnahme wurden die Sonnenplätze oder Verstecke in den Vormittagsstunden oder am späten Nachmittag verlassen. Die Schlangen suchten die senkrechten Mauern nach Eidechsen ab, indem sie sich geschickt entlang den Mauerabsätzen und -fugen bewegten. Sie schlichen sich langsam an ihr Opfer heran, bevor sie zubissen und ihre Beute schnell verschlangen. Größere Echsen erwürgten sie mit mehreren Schlingen. Bei großen und starken Nahrungstieren zielten die Nattern auf die Schwänze der Echsen, die diese zum Schutz ihres eigenen Überlebens abwarfen. Die abgerissenen Schwanzteile bewegten sich noch heftig und wurden schnell verschlungen. Zur Jagd nach Echsen verließen die 6 untersuchten Schlangen die Mauer bis zu einer Entfernung von maximal 200 Metern, wenn sich geeignete Vegetationsbestände wie steinige Ruderalflächen oder Halbtrockenrasen daran anschlossen. Ihren Feuchtigkeitsbedarf deckten die Schlingnattern weitgehend dadurch, indem sie morgens die Tautropfen von der Vegetation aufnahmen oder nach Niederschlä-



Abbildung 5. Lebensraum der Schlingnattern: Weinberg „Höllstein“ mit südexponierter Schiffsandsteinmauer.

gen aus kleineren Pfützen tranken. Bei der Wahl ihrer sichtbaren Liegeplätze schienen alle 6 adulten Nattern sehr standorttreu zu sein. Sie wurden öfter zur selben Tageszeit (gegen 11.00 und 19.00 Uhr im Sommer) an der gleichen Stelle ihres Reviers ruhend vorgefunden. Diese Feststellung konnte über das gesamte Jahr hinweg bestätigt werden, wobei sich hier die Tageszeiten abhängig von der Temperatur etwas verschoben.

Über die Beschaffenheit, Art und Tiefe ihrer Winterquartiere können keine Aussagen getroffen werden. Vermutlich überwintern die Tiere in der Mauer bzw. der daran anschließenden Erdschicht.

Werbungsverhalten und Kopulationen konnten trotz intensiver Beobachtung 1986/87 nicht beobachtet werden. Die Erforschung des Fortpflanzungsverhaltens in der Natur muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Nur die Zeitabschnitte der Geburten sind durch Fang trächtiger Weibchen belegt. Diese fallen zwischen Mitte August und Anfang September.

Weitere Aussagen über intraspezifisches und interspezifisches Verhalten, Populationsdynamik, Beschaffenheit, Art und Tiefe ihrer Winterquartiere bedürfen telemetrischer Freilanduntersuchungen, ähnlich denen, die bei Kreuzottern in der Schweiz durchgeführt wurden (MOSER 1986).

### 8. Gefährdungsursachen und Hilfsmaßnahmen

Älteren Befunden zufolge soll die Schlingnatter noch vor rund 100 Jahren eine weitverbreitete Art gewesen sein. Doch schon 1918 gibt F. WERNER für Österreich, insbesondere für die Umgebung von Wien, einen starken Bestandsrückgang an. Ähnliches gilt für Gebiete in den Niederlanden („Art ist weit verbreitet, aber Bestand ist stark gefährdet“, VAN DE BUND 1964) und Deutschland („... bereits spärlich verbreitet...“, TENIUS 1949). Gegenwärtig gilt die Schlingnatter in Deutschland als gefährdet (BLAB et al. 1984) und in Baden-Württemberg als stark gefährdet (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1986). Die schon erwähnten Ursachen wie die Zerstörung kleinräumiger Landschaftsstrukturen durch Flurbereinigungsmaßnahmen, Straßen- und Wegebau, Pestizideinsatz sowie die Unkenntnis über Schlangen – Schlingnattern werden oft mit Kreuzottern verwechselt und daher getötet (FELDMANN 1981) – haben diesen Status vorwiegend verursacht. Bisherige gesetzliche Schutzregelungen (Landes- und Bundesartenschutzverordnungen und Berner Konvention) dürften unwirksam sein, wenn diese Art weiterhin bei Flurneuordnungen ignoriert und deren Habitate zerstört werden. Die angewandten Maßnahmen „Verpflanzen“ und „Umsie-

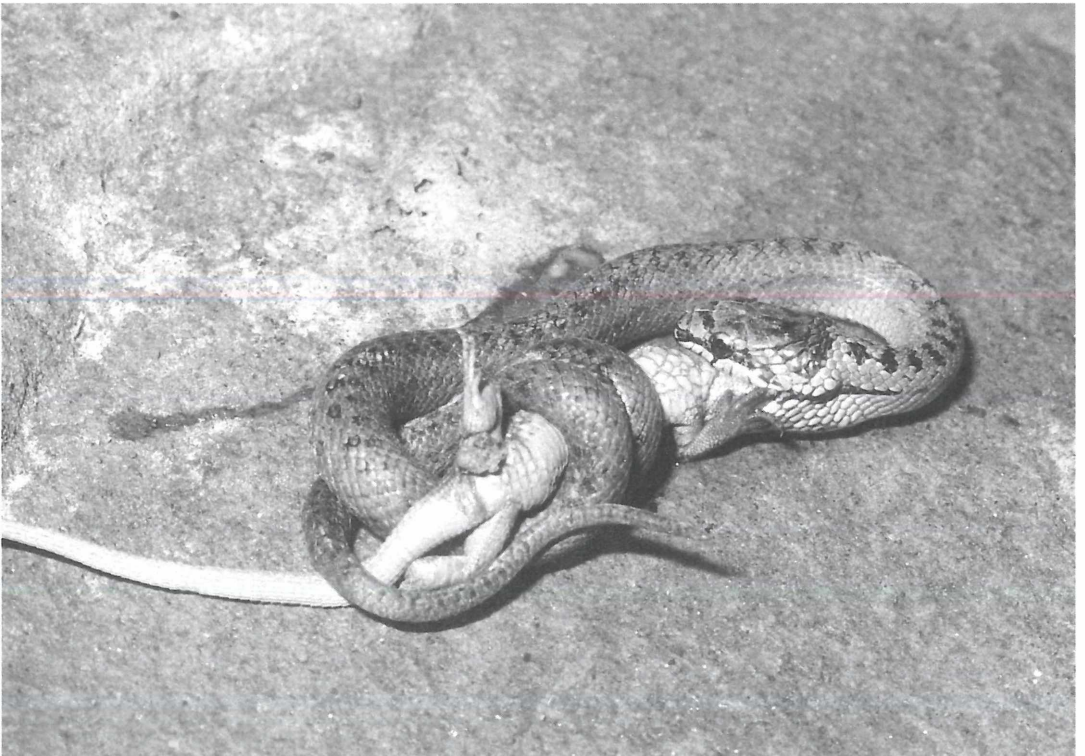


Abbildung 6. Schlingnatter beim Beutefang.

dem haben nur Alibifunktion, wenn geeignete Habitate fehlen oder von anderen Individuen bereits besetzt sind und bei Schaffung von Ersatzbiotopen die Mindestvergrößerungen nicht berücksichtigt werden können. Will man diesen – und anderen – bedrohten Reptilienarten ein Überleben sichern, so müßten die folgenden Maßnahmen berücksichtigt und realisiert werden:

1. Sicherung bestehender Schlingnatterpopulationen  
Aus den ehemaligen kleinstrukturierten und reichgegliederten Gebieten unserer Kulturlandschaft haben sich besonders in den letzten 50 Jahren großflächige, strukturarme Wirtschaftsflächen entwickelt. Diese gravierenden Landschaftsveränderungen führten dazu, daß sich die ursprünglich weitgehend geschlossenen Refugialgebiete der Schlingnatter zu kleinen, rudimentären Habitatsinseln entwickelten, die voneinander isoliert liegen. Dieser Isolationseffekt schließt einen Individuenaustausch zwischen verschiedenen Populationen aus und dürfte nach mehreren Generationen durch verminderten Genaustausch zu Degenerationserscheinungen und Inzucht führen. Zusammen mit der zunehmenden Biotopzerstörung wurden dadurch Reptilienpopulationen in bestimmten Gebieten ausgerottet. Daher ist es um so wichtiger, die noch vorhandenen Schlingnatterbestände und potentiellen Rückzugsgebiete zu erfassen und bleibend zu sichern. Möglichkeiten sind mit dem Grundstückserwerb durch Verbände, Kommunen oder durch das Land mit anschließender Ausweisung der wertvollen Bereiche als Schutzgebiet (Naturschutzgebiet oder Flächenhaftes Naturdenkmal) gegeben. Ferner müßten diese Gebiete in den verschiedenen Bauleitplänen (insbesondere Flächennutzungsplänen) als Vorrangflächen für den Naturschutz ausgezeichnet werden. Expansiver Pflanzenwuchs – natürliche Sukzession – führt zur zunehmenden Beschattung der ursprünglich offenen Schlingnatterlebensräume. Eine negative Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse ist die Folge. Daher sind Pflegeeinsätze unter fachkundiger Anleitung mit gezieltem und regelmäßig wiederholtem Auslichten der Kraut- und Gehölzvegetation erforderlich. Von der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe werden daher Pflegepläne mit entsprechenden Entwicklungs- und Gestaltungszielen aufgestellt sowie die notwendigen Pflegemaßnahmen ausgeführt.

## 2. Schaffung neuer Lebensräume

Wegen des immensen Verlustes an Lebensräumen für Schlingnatter erscheint eine Neuschaffung von Lebensstätten dringend erforderlich. Dabei müssen die in dieser Arbeit erhobenen Biotopansprüche berücksichtigt werden. Südexponierte, fugen- und spaltenreiche Steinriegel und Natursteinmauern mit Hohlraumstärken zwischen 0,4 und 2,5 cm oder lichten Lesesteinhecken mit vegetationslosen, steinigen Flächen, grasigen und krautigen Bereichen innerhalb einer reichgegliederten und kleinflächig strukturierten, eidechsenreichen Land-

schaft sind geeignete Sekundärbiotop. Diese neu geschaffenen Refugien sollten mit den inselartig verstreuten Gebieten mit Schlingnatterbestand vernetzt werden oder im Anschluß an diese errichtet werden. In Rebflächen könnte ein derartiges Vernetzungssystem mit dem Verbund von horizontalen (z. B. Trockenmauern) und vertikalen (Staffeln und Steinriegeln) Elementen aufgebaut werden, die die besiedelten Reptilienhabitate miteinander verbinden und somit einen Individuenaustausch ermöglichen. Sonnenexponierte Mauern mit Höhen zwischen 1,0 m und 2,5 m und hohlaufliegende Steinplatten als Rückzugsbiotop und Sonnenplatz sowie Flächen mit Halbtrockenrasencharakter oder vegetationsarmen Ruderalfluren als Jagdrevier werden von den Schlingnattern besonders benötigt.

## 3. Information und Aufklärung

Grundvoraussetzung für die Realisierung dieser Maßnahmen und Ziele ist eine große Akzeptanz und Mithilfe in der breiten Bevölkerung. Dies kann jedoch nur durch verstärkte lokale und regionale Aufklärungs- und Werbearbeit erreicht werden. Die Verfolgung der Tiere aus Schlangenhaß und -furcht oder Aberglaube muß verhindert werden, indem der große Nutzen dieser Reptilien als Mäuse- und „Schädlingsvertilger“, aber auch die Verantwortung des Menschen für das einzelne Lebewesen wie für eine Artenvielfalt in der Natur ins Bewußtsein jedes Bürgers gerückt wird.

## 9. Literatur

- BEGON, M. (1979): Investigating animal abundance. Capture-recapture for biologists. – 97 S.; London.
- BLAB, J. (1980): Reptilienschutz. Grundlagen – Probleme – Lösungsansätze. – Salamandra, **16** (2): 89–113; Frankfurt a. M.
- BLAB, J. (1982): Hinweise für die Erfassung von Amphibienpopulationen. – Salamandra, **18** (3/4): 330–335; Frankfurt a.M.
- BLAB, J. (1980): Handlungs- und Forschungsbedarf für den Reptilienschutz. – Natur Landschaft, **60** (9): 336–339; Bonn.
- BLAB, J.; NOWAK, E.; TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – 4. Aufl.; 270 S.; Greven.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S.; Wien, New York.
- VAN DE BUND, C. F. (1964): De verspreiding van de reptielen en amfibieën in Nederland. – Vierde Herpetogeografisch Verslag. Lacerta: 63 S.; Amsterdam.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1987): Verordnung (EWG) Nr. 3143/87 der Kommission vom 19. Oktober 1987. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft, Nr. L 299/1 vom 22. 10. 1987, 58 S.; Brüssel.
- COUNCIL OF EUROPE (1984): The smooth snake (*Coronella austriaca*). – In: Giving nature a chance – the Bern Convention, S. 31; Bern.
- FELDMANN, R. (1971): Schlingnatter und Ringelnatter. – Westf. Heimatkalender, **26**: 137–139; Münster.
- FELDMANN, R.; FELLEBERG, W. O. & SCHRÖDER, E. (1968): Verbreitung und Lebensweise der Schlingnatter, *Coronella a. austriaca* in Westfalen. – Abhand. Landesmus. Naturk. Mün-

- ster, 30: 3–12; Münster.
- FELLENBERG, W. (1981): Schlingnatter, *Coronella a. austriaca* (LAURENTI 1768). – In: FELDMANN, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Westfalens. – Abh. Landesmus. Naturkunde Münster Westfalen, 43 (4): 128–136; Münster.
- FRITZ, K. & LEHNERT, M. (1988): Einheimische Schlangen. – Arbeitsbl. Naturschutz, (7): 1–5; Karlsruhe.
- GLANDT, D. (1972): Zur Verbreitung und Ökologie der Schlingnatter *Coronella austriaca* (Reptilia, Colubridae) am Niederrhein. – Decheniana, 125: 131–136; Bonn.
- GLANDT, D. (1986): Artenhilfsprogramm Glatt- und Schlingnatter (Colubridae: *Coronella austriaca*). – In: LÖLF-Mitteilungen Nr. 1, Merkblätter zum Biotop- und Artenschutz Nr. 70, 4 S.; Recklinghausen.
- GRÜNWARD, H. (1962): Die Schling- oder Glattnatter – eine Besonderheit der heimischen Tierwelt. – Heimatkal. Kr. Dinslaken (Ndrh.), (19): 109–111; Dinslaken.
- HOHL, C. (1986): Versuch einer systematischen Bestandsaufnahme der Eidechsenpopulationen in der Region Basel (Schweiz). – Salamandra, 22 (1): 55–62; Frankfurt a. M.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (1986): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in Baden-Württemberg. – Arbeitsbl. Naturschutz, (5): 1–99; Karlsruhe.
- MELSHEIMER, J. (1876): Verzeichnis der bei Linz am Rhein und Umgegend vorkommenden Amphibien und Reptilien. – Verh. nat. hist. Ver. Rheinl. Westf., 33: 87–92; Bonn.
- MIEDERS, G. (1976): Unsere heimischen Schlangen. – Der Schlüssel, 21: 70–74; Kassel.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN (1986): Rechtsgrundlagen des Artenschutzes – Bundesnaturschutzgesetz vom 19. Dezember 1986, BGBl. I S. 2705–2761; Bonn.
- MOLLE F. (1918): Über Fang und Geburt der *Coronella austriaca*. – Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 29 (4): 45; Stuttgart.
- MOSE, C. (1986): Telemetrische Untersuchungen an Kreuzottern in der Schweiz. – DGHT-Tagung; Basel (unveröff.).
- OBENDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 1051 S.; Stuttgart.
- OSCHE, G. (1974): Ökologie – Grundlagen, Erkenntnisse, Entwicklungen der Umweltforschung. – 143 S.; Freiburg (Herder Verlag).
- PHILIPPEN, H.-D. (1983): Schlingnatter, *Coronella a. austriaca* LAURENTI 1768. – In: GEIGER, A. & NIEWKISCH, M. (Hrsg.): Die Lurche und Kriechtiere im nördlichen Rheinland: 145–146.
- SCHREITMÜLLER, W. (1918): Zur Nahrung der Schlingnatter (*Coronella austriaca*). – Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 29 (24): 287–288; Stuttgart.
- SCHREITMÜLLER, W. (1920): Die Schlingnatter frißt Kreuzotter. – Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 31 (20): 310–311; Stuttgart.
- SPELLERBERG, I. F. & PHELPS, T. E. (1977): Biology, general ecology and behavior of the snake, *Coronella austriaca* LAURENTI. – Biol. J. Linn. Soc. 9: 133–164; London.
- TENIUS, K. (1949): Jahresbericht der Arbeitsgemeinschaft Amphibien und Reptilien in der A. Z. H. N. 1948. – Beitr. Naturkd. Niedersachsens, (2): 16–23; Hannover.
- WERNER, F. (1918): Einiges über das Frei- und Gefangenleben unserer Glattnatter (*Coronella austriaca*). – Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 29 (15): 173–175; Stuttgart.
- ZIMMERMANN, P. (1988): Zur Ökologie und Schutzproblematik der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) am Beispiel einer Weinbergpopulation im Enzkreis, Gemeinde Knittlingen. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspf. Bad.-Württ., (64); Karlsruhe (in Vorber.).
- ZIMMERMANN, R. (1914): Die Glatte Natter als Nestplünderin. – Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, 25 (38): 653–654; Stuttgart.
- ZSCHOKKE, W. (1909/1910): Schlingnatter als Eierdiebin. – Ornithologischer Beobachter, 7: 55–60; München.

HERBERT ZELL

# Nematoden eines Buchenwaldbodens

## 10. Die Tylenchen (Nematoda, Tylenchoidea)

### Kurzfassung

Aus der Laubstreu eines Buchenwaldes werden sechs bekannte und vier neue Arten der Tylenchoidea beschrieben. Für *Filenchus minutus* (COBB, 1893) sensu ANDRASSY, 1954 wird *Filenchus istvani* nom. nov. vorgeschlagen. *Tylenchus martini* n. sp. unterscheidet sich von *T. davainei* BASTIAN, 1865 sensu ANDRASSY, 1977 durch den plumperen Schwanz, die längere Bursa und die etwas längeren Spicula. *Filenchus resistens* n. sp. kommt *F. crassacuticulus* (WU, 1968) sehr nahe, unterscheidet sich aber in der Körpergröße, der Schwanzlänge sowie in der Spicula- und Gubernakulumlänge. *Filenchus amaritus* n. sp. ist eine kleine *Filenchus*-Art mit relativ langem Schwanz, deutlich geknöpftem Stachel, schmalem Seitenfeld und unscheinbarer Ringelung. *Filenchus longicaudatulus* n. sp. ist eine kleine Art mit unscheinbarer Ringelung und sehr langem Schwanz, der 2,8–3,7mal so lang ist wie der Abstand Vulva–Anus.

### Abstract

#### Nematodes of a beech wood soil 10. The Tylenchs (Nematoda, Tylenchoidea)

Six known and four new species of the Tylenchoidea living in the litter of a moder beech wood in the municipal forest of Ettlingen near Schluttenbach (Northern Black Forest) are going to be described. *Filenchus istvani* nom. nov. is proposed for *Filenchus minutus* (COBB, 1893) sensu ANDRASSY, 1954. *Tylenchus martini* n. sp. differs from *T. davainei* BASTIAN, 1865 sensu ANDRASSY, 1977 by its stouter tail, its longer bursa and its a little longer spicula. *Filenchus resistens* n. sp. resembles *F. crassacuticulus* (WU., 1968), but differs in body size, in the lengths of tail, spicula, and gubernaculum. *Filenchus amaritus* n. sp. is a small species with a relatively long tail, a distinctly knobbed stylet, a narrow lateral field, and an inconspicuous annulation. *Filenchus longicaudatulus* n. sp. is a small species with inconspicuous annulation which has got a very long tail that is between 2.8 and 3.7 as long as the vulva–anus distance.

### Résumé

#### Nématodes du sol d'une forêt de hêtres 10. Les Tylenchoïdés (Nematoda, Tylenchoidea)

On décrit six espèces connues et quatre nouvelles espèces vivant dans une forêt de hêtres du type moder de la forêt municipale de la ville d'Ettlingen près de Schluttenbach (Forêt Noire du Nord). On propose *Filenchus istvani* nom. nov. pour *Filenchus minutus* (COBB, 1893) sensu ANDRASSY, 1954. *Tylenchus martini* n. sp. se différencie de *T. davainei* BASTIAN, 1865 sensu ANDRASSY, 1977 par la queue plus épaisse, la bursa plus longue et les spicula un peu plus longs. *Filenchus resistens* n. sp. ressemble à *Filenchus crassacuticulus* (WU, 1968) mais il s'en différencie par la grandeur du corps, les longueurs de la queue, des spicula et du gubernaculum. *Filenchus amaritus* n. sp. est une petite espèce avec une queue relativement longue, distincts renflements basaux du stylet, le champ latéral est étroit et l'annulation est obscure. *Filenchus longicaudatulus* n. sp. est une petite espèce avec une annulation obscure et une queue très longue, qui est entre 2,8 et 3,7 fois autant que la distance vulva–anus.

### Autor:

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

Nematoden eines Buchenwaldbodens 9.: *Carolinea*, 45: 121–134 (1987).

### 1. Einleitung

Die Tylenchen gehören neben den Plectiden zu den häufigsten Nematoden im Untersuchungsgebiet des Moderbuchenwaldes im Stadtwald Ettlingen bei Schluttenbach. Von den insgesamt zehn im Wald vertretenen Arten muß *Filenchus resistens* n. sp. besonders hervorgehoben werden. In einer Untersuchung zur Wirkung von Umwelchemikalien (BECK et al. 1986) wurde u. a. auf einer benachbarten Fläche von Februar 1982 bis Januar 1984 jeweils im Abstand von zwei Monaten 5 g PCP/m<sup>2</sup> ausgebracht. Im Juni 1985 wurden, nach Streujahrgängen getrennt, in der behandelten Fläche Streuproben entnommen und die Nematodenfauna untersucht. Hierbei zeigte sich, daß die Nematodenfauna der Streuschichten, auf die direkt PCP appliziert worden war (Jahrgänge 1981 bis 1983) neben wenigen Plectiden und Cephaloben fast nur aus einer Art – *Filenchus resistens* – bestand. Diese Art erreichte im Streujahrgang 1983 mit über 1 Mio. Ind./m<sup>2</sup> fast die Abundanz der gesamten Nematoden der Kontrollfläche, die 1,3 Mio./m<sup>2</sup> betrug. *Filenchus resistens* erwies sich somit als die gegen PCP widerstandsfähigste Art.

### 2. Gattung *Malenchus* ANDRASSY, 1968

#### 2.1 *Malenchus exiguus* (MASSEY, 1969) ANDRASSY, 1980 (Abb. 1 und 2)

1969 *Aglenchus exiguus* – MASSEY, Proc. Helminth. Soc. Wash., 36: 50

1970 *Ottolenchus sulcus* – WU, Can. J. Zool., 48: 249

♀: n = 74, L = 0,262–0,366 mm, a = 16,0–23,9, b = 3,9–6,0, c = 3,9–5,2, V = 57,4–68,3%.

♂: n = 4, L = 0,274–0,298 mm, a = 20,8–29,9, b = 3,9–5,2, c = 3,8–4,7.

Weibchen: Der Körper ist mäßig schlank, der Körperdurchmesser beträgt 13–20 µm. Die Ringel sind in der Körpermitte 1,0–1,35 µm breit, das Seitenfeld 2–3 µm. Es beginnt im Bereich des ersten Drittels des Corpus. Der Kopf ist schwach abgesetzt, 5–6 µm breit. Die Rin-

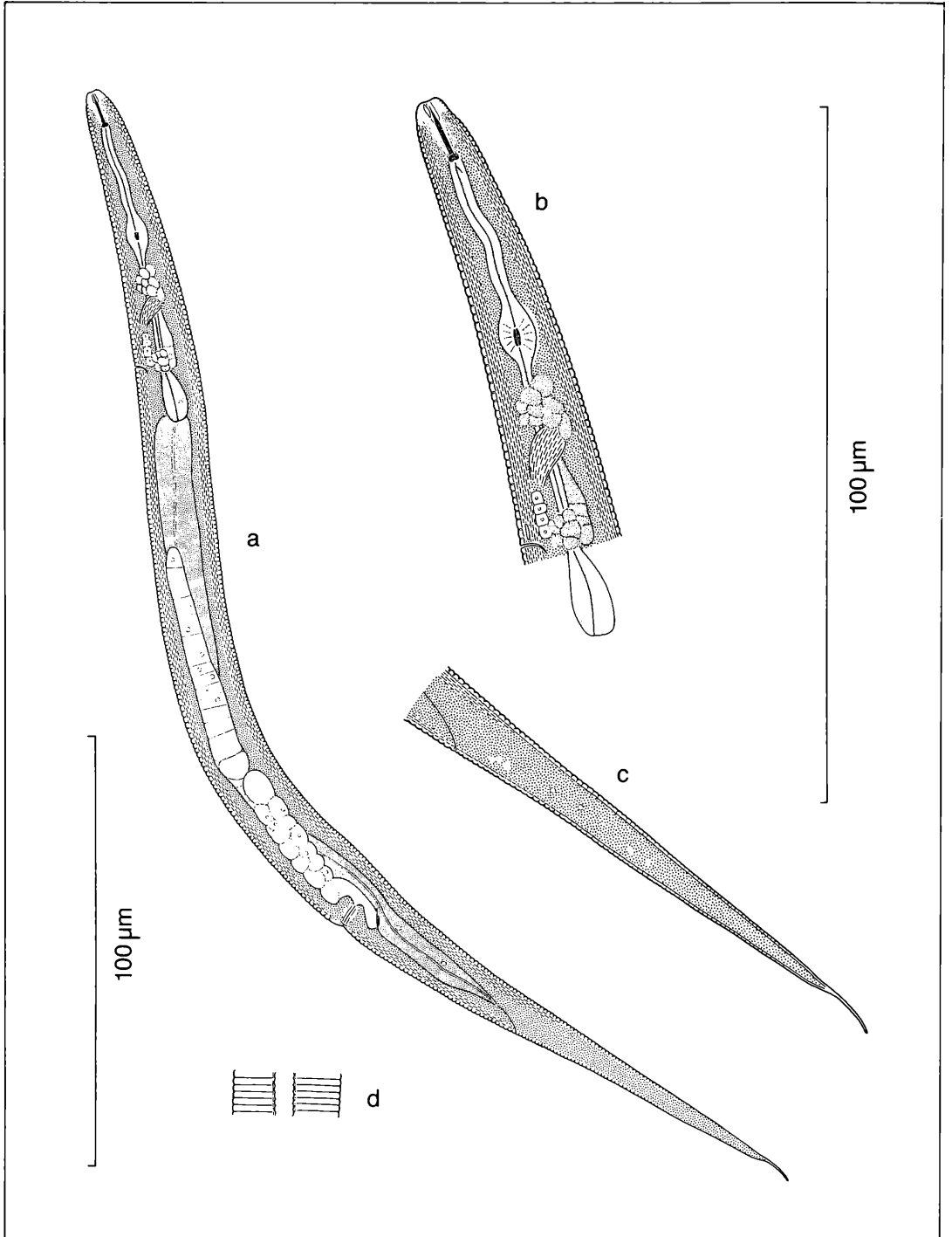


Abbildung 1. *Malenchus exiguus* (MASSEY, 1969) ANDRASSY, 1980, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

geigung im Kopfbereich ist nicht immer zu erkennen. Die Amphidien sind schwach S- bis tropfenförmig. Der Stachel ist 8,5–10  $\mu\text{m}$  lang und besitzt deutliche Knöpfe. Der Ösophagus ist 47–77  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus oval. Er besitzt einen schwachen Klappenapparat. Der Endbulbus ist etwa so lang wie eine Körperbreite.

Der Exkretionsporus liegt 41–64  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 13,5–23,1% der Gesamtlänge bzw. 71,6–104,0% der Ösophaguslänge (20 Ringel vor bis 2 Ringel hinter Ösophagusende).

Die Vulva ist eingesenkt und trägt kleine Vulvarflügel. Der Uterussack ist etwa eine halbe korrespondierende

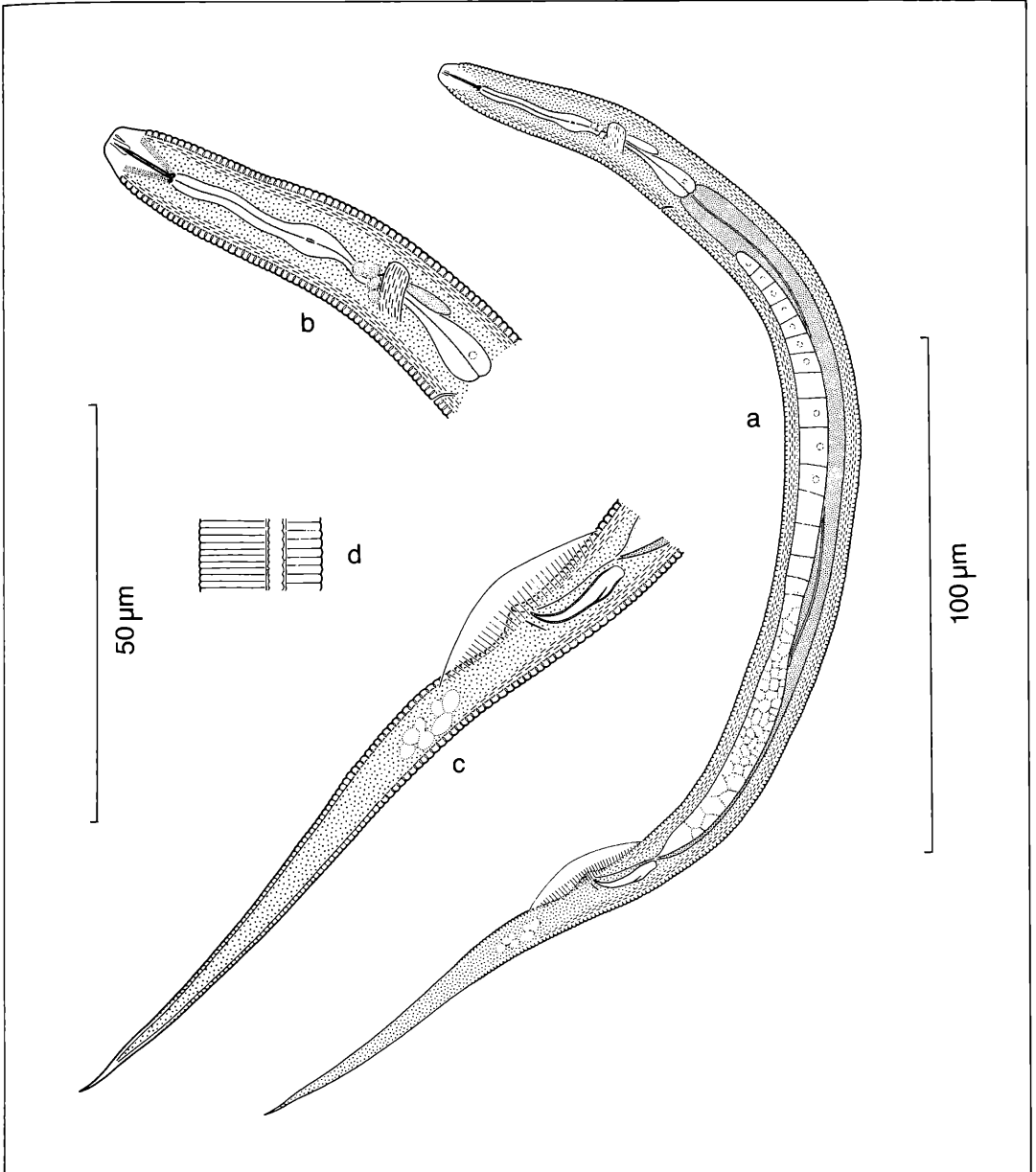


Abbildung 2. *Malenchus exiguus* (MASSEY, 1969) ANDRASSY, 1980, Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.



Körperbreite lang. Die Gonade ist prodelphisch und liegt links des Darms (nur bei einem Tier rechts!) und reicht maximal bis eine Körperbreite hinter den Endbulbus. Die Oozyten stehen immer einzellig. Die Größe der Spermathek beträgt  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  der korrespondierenden Körperbreite, sie ist quer- oder längsoval oder rundlich, in einem Falle bilob.

Der Schwanz ist 56–80  $\mu\text{m}$  lang, er läuft spitz zu und weist oft eine fadenförmig ausgezogene Spitze auf. Die Schwanzlänge entspricht 128–176% der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,6–10,8mal der analen Breite.

Männchen: Im Durchschnitt etwas kleiner und schlanker als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 13–15  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist feiner geringelt, die Ringel sind in der Körpermitte 0,8–1,1  $\mu\text{m}$  breit. Das Seitenfeld ist 2–2,5  $\mu\text{m}$  breit, es beginnt im ersten Drittel des Corpus.

Der Kopf ist kaum abgesetzt und 5–6  $\mu\text{m}$  breit. Der Stachel ist 8,5–9,5  $\mu\text{m}$  lang, der Ösophagus 55–75  $\mu\text{m}$ . Der Exkretionsporus liegt 44–56  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 16,7–18,8% der Gesamtlänge bzw. 74,0–95,1% der Ösophaguslänge (3 bis 20 Ringel vor dem Ösophagusende).

Die Gonaden liegen links des Darms, die Spermatozyten stehen einzellig. Die Bursa erstreckt sich etwa über  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Schwanzlänge. Die Ringelung erstreckt sich bis auf die Bursa, erreicht jedoch nicht deren Rand. Die Spicula sind 13–14  $\mu\text{m}$  lang, das Gubernakulum 3  $\mu\text{m}$ . Die Schwanzlänge beträgt 56–78  $\mu\text{m}$ , dies entspricht 7,2–9,7 Analbreiten.

## 2.2 *Malenchus pressulus* (KAZACHENKO, 1975) ANDRASSY, 1980 (Abb. 3 und 4)

1975 *Aglenchus pressulus* – KAZACHENKO, Gelmintol. Issled. Zhivot. Rast., 9: 178

♀♀: n = 431, L = 0,347–0,496 mm, a = 16,6–26,5, b = 4,1–6,2, c = 4,6–6,5, V = 63,1–68,3%

♂♂: n = 78, L = 0,315–0,418 mm, a = 20,8–29,9, b = 3,9–5,2, c = 4,1–5,5

Weibchen: Der Körper ist mäßig schlank, der Körperdurchmesser beträgt 15–26  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist relativ grob geringelt, die Ringelbreite beträgt in der Körpermitte 1,4–1,85  $\mu\text{m}$ . Das Seitenfeld ist 2,5–4  $\mu\text{m}$  (überwiegend 3–3,5  $\mu\text{m}$ ) breit, es beginnt am 2. bis 8. Körperingel, d. h. auf Höhe des Mundstachels, der Basalknöpfe oder hinter den Basalknöpfen.

Der Kopf ist nicht – selten schwach – abgesetzt, 6–7,5  $\mu\text{m}$  breit, die Ringelung oft undeutlich. Die Amphidien sind schwach S-förmig. Der Stachel ist 11–13  $\mu\text{m}$  lang und deutlich geknöpft. Der Ösophagus ist 63–101  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus oval mit schwachem Klappenapparat. Der Endulbus ist etwa so lang wie eine Körperbreite.

Der Exkretionsporus liegt 53–93  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 14,5–21,0% der Gesamtlänge bzw. 69,1–118,3% der Ösophaguslänge (22 Ringel vor bis 9 Ringel hinter Ösophagusende).

Die Vulva ist eingesenkt und trägt kleine Vulvarflügel. Der Uterussack ist etwa so lang wie eine halbe korrespondierende Körperbreite. Die Gonade ist prodelphisch, sie liegt links des Darms (nur bei einem Tier rechts!), sie reicht maximal bis zum Vorderende des Endbulbus. Die Oozyten stehen immer einzellig. Die Größe der Spermathek beträgt  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  der korrespondierenden Körperbreite, sie ist queroval, rundlich oder – in seltenen Fällen – bilob.

Der Schwanz ist 58–93  $\mu\text{m}$  lang, er läuft spitz zu, das Schwanzende ist entweder gerade oder nach ventral oder dorsal gebogen. Die Schwanzlänge entspricht 97–143% der Strecke Vulva–Anus bzw. 5,5–8mal der analen Breite.

Männchen: Im Durchschnitt etwas kleiner und schlanker als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 12–20  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist feiner geringelt, die Ringelbreite beträgt in der Körpermitte 1,25–1,6  $\mu\text{m}$ . Das Seitenfeld ist 2,5–3,5  $\mu\text{m}$  breit, es beginnt am 5. bis 12. Körperingel, d. h. auf Höhe des Mundstachels bis  $\frac{1}{4}$  der Corpuslänge.

Der Kopf ist nicht oder kaum abgesetzt, 5,5–7  $\mu\text{m}$  breit. Der Stachel ist 11,5–13,5  $\mu\text{m}$  lang, der Ösophagus 65–96  $\mu\text{m}$ . Der Exkretionsporus liegt 56–78  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 14,5–21,1% der Gesamtlänge bzw. 69,4–95,9% der Ösophaguslänge (4 bis 22 Ringel vor Ösophagusende).

Die Gonaden liegen links des Darms, die Spermatozyten stehen einzellig. Die Bursa umfaßt etwa  $\frac{1}{4}$  der Schwanzlänge. Die Ringelung erstreckt sich auf die Bursa, erreicht jedoch in der Regel nicht deren Rand. Die Spicula sind 17–19  $\mu\text{m}$  lang, das Gubernakulum 4–5  $\mu\text{m}$ .

Der Schwanz ist 63–96  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 7,2–9,0 Analbreiten.

## 3. Gattung *Cephalenchus* (GOODEY, 1962) GOLDEN, 1971

### 3.1 *Cephalenchus hexalineatus* (GERAERT, 1962) GERAERT & GOODEY, 1964 (Abb. 5)

1962 *Tylenchus hexalineatus* – GERAERT, Ganda-Congo, Gent: 5

1962 *Tylenchus (Cephalenchus) megacephalus* – GOODEY, Nematologica, 7: 331

1964 *Tylenchus (Cephalenchus) hexalineatus* (GERAERT, 1962) – GERAERT & GOODEY, Nematologica, 9: 471

1967 *Tylenchus (Aglenchus) whitus* – EGUNJOBI, Nematologica, 13: 421

1983 *Cephalenchus planus* SIDDIQUI KHAN, Indian J. Nematol., 13: 86

♀♀: n = 4, L = 0,490–0,520 mm, a = 24,0–28,9, b = 5,0–5,3, c = 4,4–5,0, v = 65,2–67,0%

Der Körper ist relativ schlank, der Körperdurchmesser beträgt 18–20  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist grob geringelt, die Ringel sind in der Körpermitte 1,95–2,15  $\mu\text{m}$  breit. Das Seitenfeld ist 5,5  $\mu\text{m}$  breit, es besteht aus 6 Linien, der Abstand zwischen den beiden zentralen Linien ist etwas

größer als der zwischen den äußeren.

Der Kopf ist 6 µm breit und durch eine Einschnürung abgesetzt. Der Stachel ist 16–16,5 µm lang und besitzt stark entwickelte Knöpfe. Der Ösophagus ist 92–102 µm lang, der Mittelbulbus kräftig entwickelt, er ist rundlich und besitzt einen deutlichen Klappenapparat. Der Endbulbus ist etwa so lang wie eine korrespondierende Körperbreite.

Der Exkretionsporus liegt 68–75 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 13,9–15,1 % der Gesamtlänge bzw. 72,3–76,2 % der Ösophaguslänge.

Die Vulva ist nicht eingesenkt, sie trägt kleine Vulvarflügel. Der Uterussack ist 9–12 µm lang, dies entspricht etwa einer halben korrespondierenden Körperbreite. Die Gonade ist prodelpisch, liegt links des Darms und ist relativ kurz. Sie reicht bis etwa drei Körperbreiten hinter den Endbulbus. Die Oozyten stehen immer einzeilig. Die Spermathek ist nicht sicher identifizierbar.

Der Schwanz ist 105–112 µm lang und läuft spitz zu. Die Schwanzlänge entspricht 156–195 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 10,4–11,3mal der analen Breite.

#### 4. Gattung *Tylenchus* BASTIAN, 1865

##### 4.1 *Tylenchus martini* n. sp. (Abb. 6 und 7)

Typus ♀: L = 0,913 mm, a = 26,9, b = 6,3, c = 8,6, V = 67,8 %

♀: n = 10, L = 0,913–0,994 mm, a = 23,3–30,5, b = 6,0–6,9, c = 7,1–8,6, V = 65,9–69,2 %

♂ n = 1, L = 0,883 mm, a = 25,2, b = 6,6, c = 7,5

Weibchen: Der Körper ist mäßig schlank, der Körperdurchmesser beträgt 32–40 µm. Die Kutikula ist deutlich geringelt, die Ringel sind in der Körpermitte 1,7–2,0 µm breit. Das Seitenfeld ist 6–7 µm breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 9–9,5 µm breit, nicht abgesetzt und fein geringelt. Das Stützgerüst ist schwach. Der Stachel ist 16,5–19 µm lang und deutlich geknöpft. Der Ösophagus ist 138–158 µm lang, der Mittelbulbus rundlich mit Klappenapparat, der Endbulbus rundlich bis spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 47,3–52,8 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus liegt 111–138 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 11,8–14,5 % der Gesamtlänge bzw. 71,2–95,7 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa 1/3 der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 17–26 µm lang, dies entspricht weniger als einer Körperbreite. Die Gonode ist prodelpisch, sie liegt rechts oder links des Darms und erreicht das Ösophagusende. Die Oozyten stehen in der Regel einzeilig. Die Spermathek ist rundlich und abgesetzt.

Der Schwanz ist 106–131 µm lang, er läuft spitz zu, sein Ende ist fein gerundet, das Schwanzende ist hakenförmig gebogen, die Ringelung reicht bis zur Schwanzspitze. Die Schwanzlänge entspricht 56–71 % der

Strecke Vulva–Anus bzw. 5,4–6,1mal der analen Breite. Männchen: Etwas kleiner als die Weibchen, der Körperdurchmesser beträgt 35 µm. Die Ringel sind in der Körpermitte 1,9 µm breit, das Seitenfeld 6 µm.

Der Kopf ist 9 µm breit und nicht abgesetzt. Der Stachel ist 17,5 µm lang, der Ösophagus 133 µm. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 54,6 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 125 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 14,2 % der Gesamtlänge bzw. 94,4 % der Ösophaguslänge.

Die Gonade liegt links des Darms. Die Bursa ist 70 µm lang, sie erstreckt sich über mehr als 1/3 des Schwanzes. Die Spicula sind 26 µm lang, das Gubernakulum 5,5 µm. Der Schwanz läuft spitz zu, sein Ende ist fein gerundet und hakenförmig gebogen. Die Ringelung erstreckt sich bis zur Schwanzspitze. Der Schwanz ist 118 µm lang, dies entspricht 5,9 Analbreiten.

Diagnose: Eine relativ große *Tylenchus*-Art mit breitem Kopf, einem plumpen Schwanz und einer langen Bursa beim Männchen.

*T. martini* steht *T. tortus* ANDRASSY, 1979 und *T. davainei* BASTIAN, 1865 sensu ANDRASSY, 1977 sehr nahe. Von *T. tortus* unterscheidet sich die Art durch die Körpergröße, die größere absolute Schwanzlänge, den breiteren Kopf und die größere Ringelung. Von *T. davainei* unterscheidet sie sich durch die geringere absolute Schwanzlänge, den plumperen Schwanz, den etwas breiteren Kopf, die längeren Spicula und die längere Bursa. Typus: Nr. MaF 1182, 10, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), in *Hypnum cupressiforme* und *Plagiothecium* spec. auf Buntsandstein (smc<sub>2</sub>).

BASTIAN (1865) gibt für das Männchen von *T. davainei* eine Schwanzlänge von 139,5 µm an. Legt man diesen Wert zugrunde, so lassen sich aus der Abbildung (Taf. 10, Fig. 111) die Länge der Bursa und der Spicula ermitteln. Für die Spicula ergibt sich ein Wert von etwa 27–28 µm, wogegen im Text 35 µm angegeben sind, ein Wert, den bereits ANDRASSY (1977) als fraglich erachtete. In Tabelle 1 sind die Werte für *T. davainei* und *T. martini* vergleichend dargestellt. Es zeigt sich, daß zwischen *T. davainei* sensu BASTIAN und *T. martini* mehr Übereinstimmungen bestehen als zwischen *T. davainei* sensu BASTIAN und den Neotypen von *T. davainei*. Besonders hervorzuheben ist der im Vergleich zu den Neotypen plumpere Schwanz und die Bursa, die sich über fast die halbe Schwanzlänge erstreckt, wogegen die Neotypen eine adanale Bursa ausgebildet haben. Ebenso sind sowohl bei *T. davainei* sensu BASTIAN wie auch bei *T. martini* die Spicula länger als 25 µm.

Bedenkt man die oft sehr kleinräumige Verteilung der Nematoden – *T. martini* wurde nur in einem handtellergroßen Moosrasen gefunden – so stellt sich die Frage, ob die Neotypen wirklich derselben Art angehören wie die Tiere, die BASTIAN vorlagen. Die Beschreibung BASTIANs könnte sich auch auf *T. martini* beziehen.

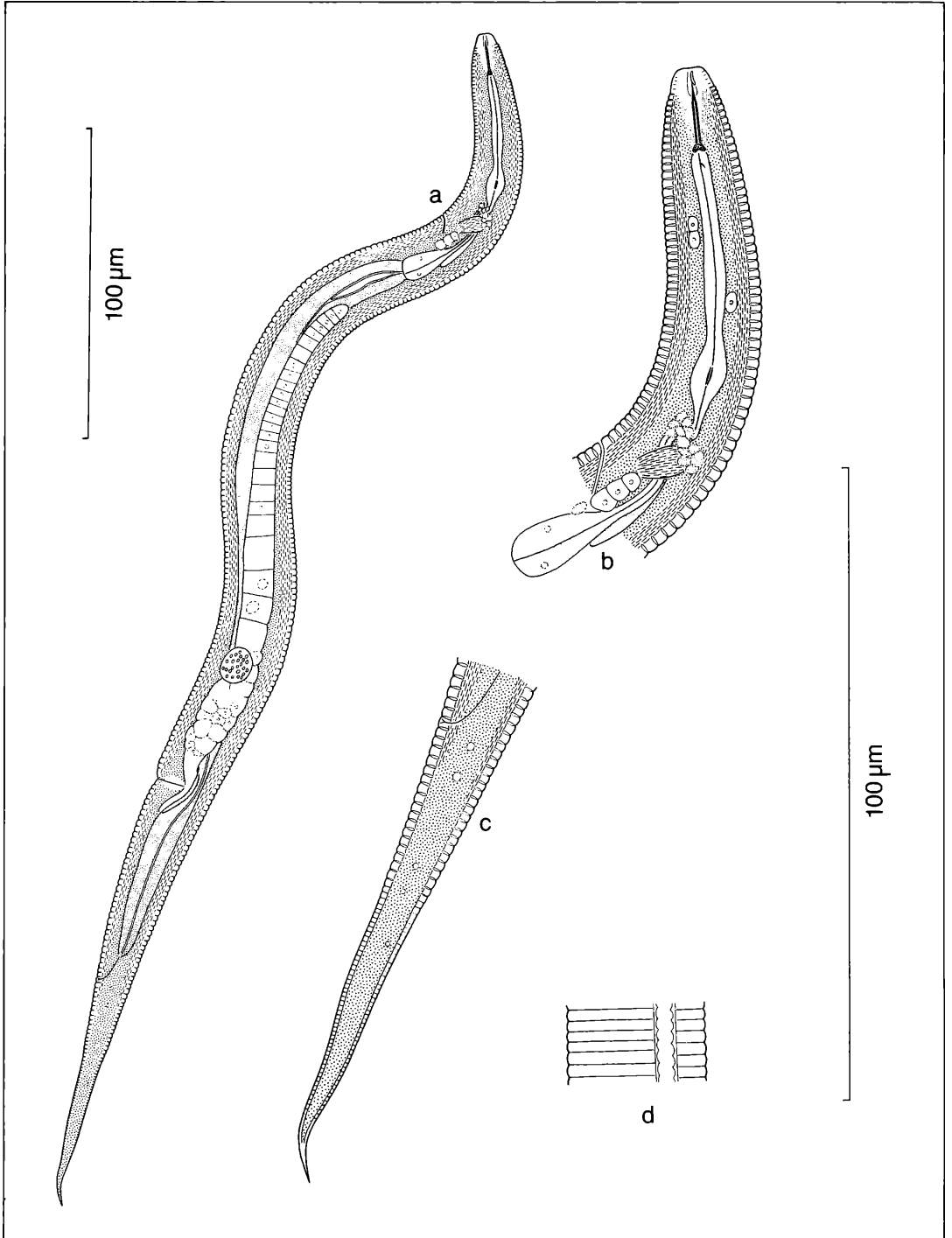


Abbildung 3. *Malenchus pressulus* (KAZACHENKO, 1975) ANDRASSY, 1980, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

5. Gattung *Filenchus* (ANDRASSY, 1954) MEVL, 19605.1 *Filenchus resistens* n. sp. (Abb. 8 und 9)

Typus ♀: L = 0,832 mm, a = 36,1, b = 6,0, c = 7,8, V = 68,7 %

♀♀: n = 223, L = 0,600–1,043 mm, a = 26,3–37,5, b = 5,8–7,5, c = 5,7–8,6, V = 66,7–73,9 %.

♂ n = 157, L = 0,572–1,006 mm, a = 28,1–37,5, b = 5,4–7,2, c = 6,3–7,7.

Weibchen: Der Körper ist relativ schlank, der Körperdurchmesser beträgt 22–36 µm. Die Kutikula ist geringelt, die Ringel sind in der Körpermitte 1,3–1,9 µm breit. Bei jungen Tieren sind Ringelung und Seitenfeld deutlich, die Ringel enger als bei älteren, bei diesen Ringel

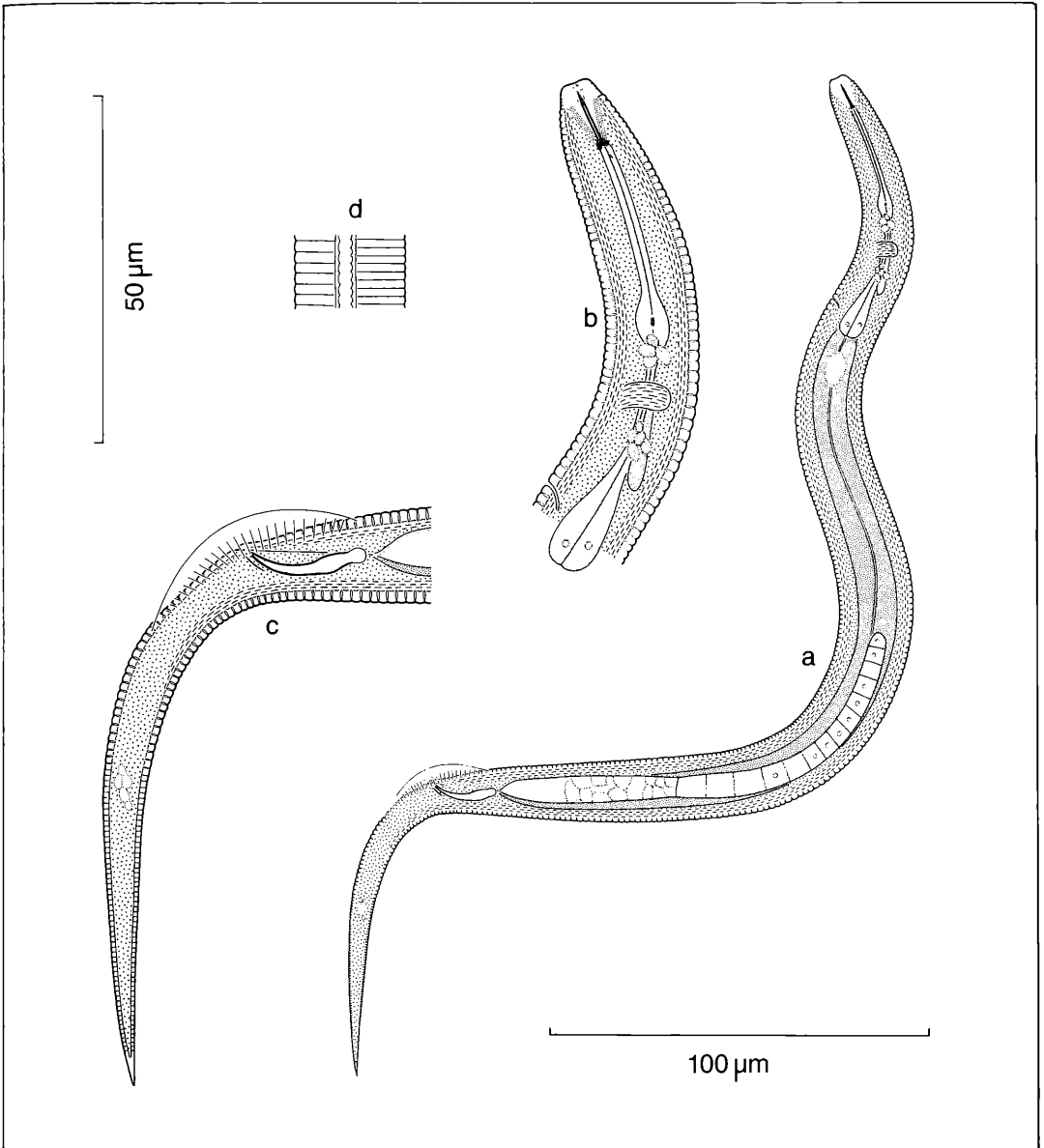


Abbildung 4. *Malenchus pressulus* (KAZACHENKO, 1975) ANDRASSY, 1980, Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

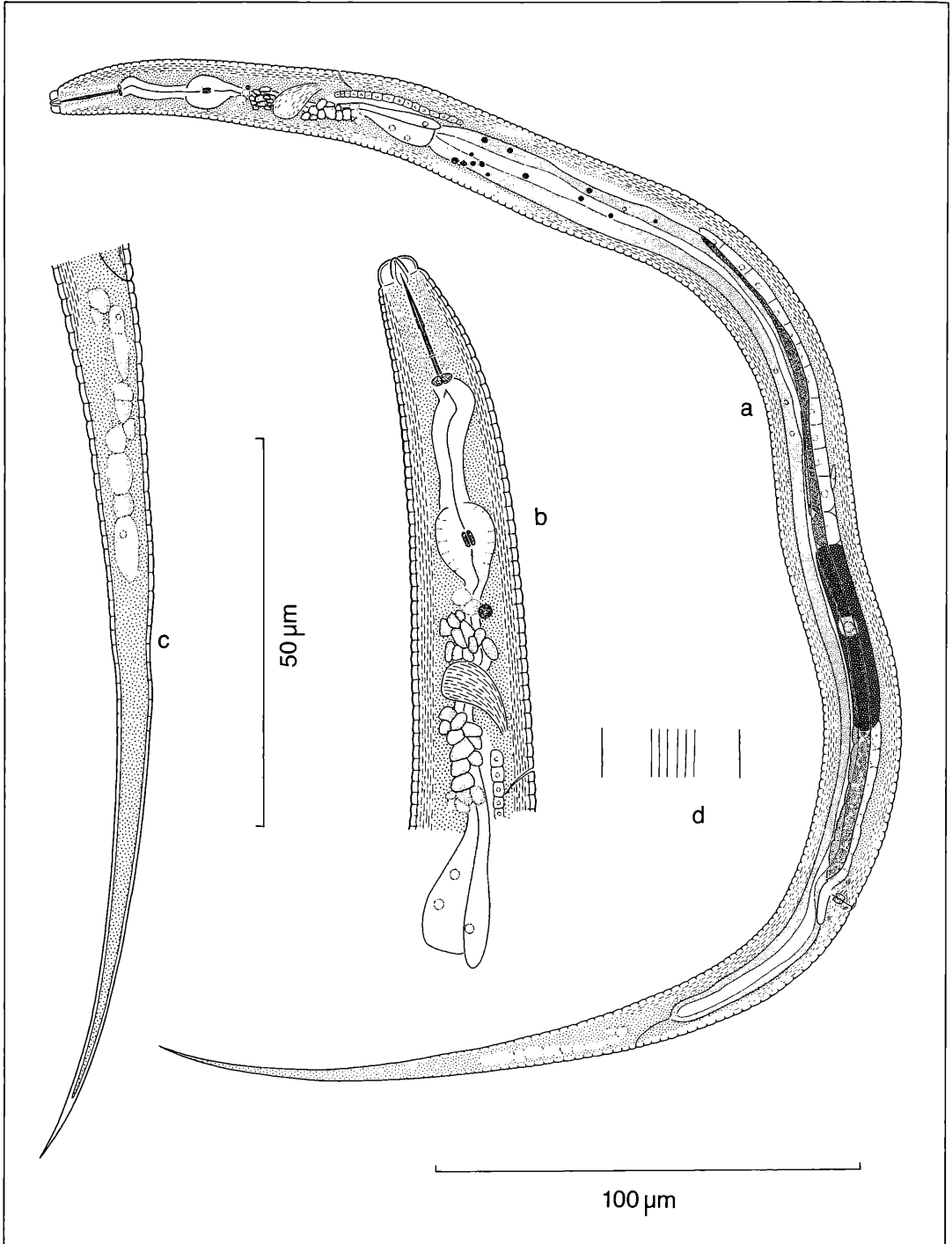


Abbildung 5. *Cephalenchus hexalineatus* (GERAERT, 1962) GERAERT & GOODEY, 1964, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

und Seitenfeld kaum erkennbar. Das Seitenfeld ist 5–7  $\mu\text{m}$  breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 6,5–8  $\mu\text{m}$  breit, nicht abgesetzt und fein geringelt. Das Stützgerüst ist schwach ausgebildet. Der Stachel ist 13,5–16  $\mu\text{m}$  lang mit deutlichen Knöpfen. Der Ösophagus ist 118–155  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus oval und besitzt einen Klappenapparat. Der Endbulbus ist spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 40,7–50,4 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 86–125  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 9,9–13,9 % der Gesamtlänge bzw. 70,1–91,8 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen stehen etwas hervor, die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 10–19  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht weniger als einer Körperbreite. Die Gonade ist prodelpisch, liegt rechts oder links des Darms und reicht in einzelnen Fällen bis zum Nervenring. Die Oozyten stehen in der Regel einzeilig, die Spermathek ist rund oder längsoval, abgesetzt und liegt dorsal.

Der Schwanz ist 93–124  $\mu\text{m}$  lang, er verschmälert sich in der vorderen Hälfte stärker als in der hinteren, er ist gerade oder schwach gebogen. Die Schwanzlänge entspricht 60–87 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 4,2–

8,9mal der analen Breite.

Männchen: Geringfügig kleiner als die Weibchen, der Körperdurchmesser beträgt 20–27  $\mu\text{m}$ . Durchschnittlich etwas feiner geringelt als die Weibchen, die Ringel sind in der Körpermitte 1,3–1,6  $\mu\text{m}$  breit. Das Seitenfeld ist wie beim Weibchen ausgebildet.

Der Kopf ist 6–7,5  $\mu\text{m}$  breit und nicht abgesetzt. Der Stachel ist 14–15,5  $\mu\text{m}$  lang, der Ösophagus 118–149  $\mu\text{m}$ . Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 42,3–48,3 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 87–111  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 12,0–15,4 % der Gesamtlänge bzw. 70,6–92,4 % der Ösophaguslänge.

Die Gonaden liegen links oder rechts des Darms. Die Bursa erstreckt sich über etwas mehr als  $\frac{1}{3}$  der Schwanzlänge. Die Spicula sind 24–26  $\mu\text{m}$  lang, das Gubernakulum 6–8  $\mu\text{m}$ .

Der Schwanz ist gleichmäßig verschmälert, 99–118  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 6–7,9 Analbreiten.

Diagnose: Eine große *Filenchus*-Art mit kräftigem Stachel, relativ kurzem Schwanz, einem Seitenfeld mit 4 Linien und beim Männchen mit 24–26  $\mu\text{m}$  langen Spicula. *F. resistens* kommt *F. crassacuticulus* (Wu, 1968) SIDDIQI, 1986 sehr nahe. *F. crassacuticulus* zeigt im Kopfbereich einige eigenartige Strukturen. Aus eigenen Beobachtungen an verschiedenen Nematodenarten ergab

Tabelle 1. Vergleich der biometrischen Daten von *Tylenchus davainei* BASTIAN, 1865 sensu, ANDRASSY, 1977 (Neotyp, Topotypen), von *T. davainei* BASTIAN, 1865, nach der Erstbeschreibung und von *T. martini* n. sp. Man beachte vor allem den c'-Wert, die Länge der Bursa und der Spicula.

	<i>T. davainei</i>		<i>T. davainei</i>		<i>T. martini</i>	
	Neotypen (ANDRASSY, 1977)		BASTIAN, 1865		diese Arbeit	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Länge (mm)	0,92– 0,96	0,85– 0,89	0,94	0,94	0,91– 0,99	0,88
Breite ( $\mu\text{m}$ )	27 –34		33		32 –40	35
a	28 –34	33 –36	28		23,3 –30,5	25,2
b	6,5 – 6,7	6,1 – 6,3	5		6,0 – 6,9	6,6
	6,6 – 7	6,5 – 6,8	7,4	6,7	7,1 – 8,6	7,5
V	63 –67		67,6		65,9 –69,2	
	7 – 9	7,5 – 9	4,7	6,3	5,4 – 6,1	5,9
Kopfbreite ( $\mu\text{m}$ )	8 – 9		9		9 – 9,5	
Stachellänge ( $\mu\text{m}$ )	16 –18		17,8		16,5–19	
Uterussack ( $\mu\text{m}$ )	20 –28				17 –26	
Ringelbreite ( $\mu\text{m}$ )	1,6– 2,0		1,7		1,7– 2,0	
Vulva-Anus/Schwanz	1,3 – 1,6		1,4		1,4 – 1,7	
Spicula ( $\mu\text{m}$ )	22 –25		27–28		26	
Gubernakulum ( $\mu\text{m}$ )	5,5 – 6				5,5	
Bursa ( $\mu\text{m}$ )	46 –56		77		70	

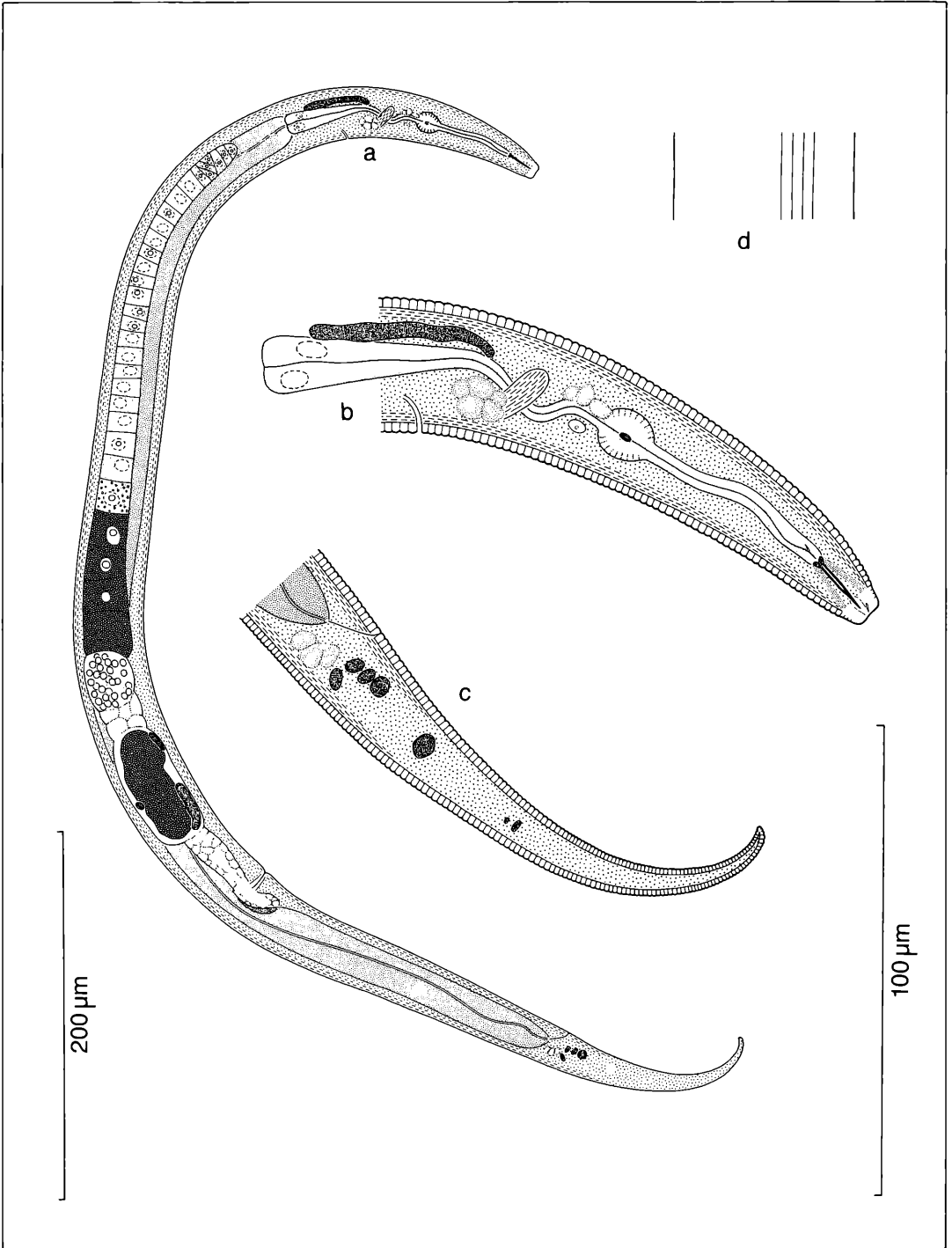


Abbildung 6. *Tylenchus martini* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

sich, daß eine solche Struktur z. B. auch bei Dorylaimen, Plectiden und Rhabditiden auftritt, wenn diese zwischen der Fixierung und der Einbettung in Glycerin längere Zeit in Alkohol aufbewahrt werden. In diesem Falle löst sich die oberste Kutikulaschicht am gesamten Körper ab, die tieferen Kutikulaschichten sind nicht

mehr sichtbar, eventuell werden sie aufgelöst. Damit erscheint der Kopfbereich der Nematoden wie in der Abbildung 3 bei Wu, bei der das Stützgerüst noch erhalten, die ursprüngliche Kopfform aber nicht mehr erkennbar ist. Ich stimme daher RASKI & GERAERT (1987) zu, die die Kutikulaausbildung bei *F. crassacuticulus* als Artefakt

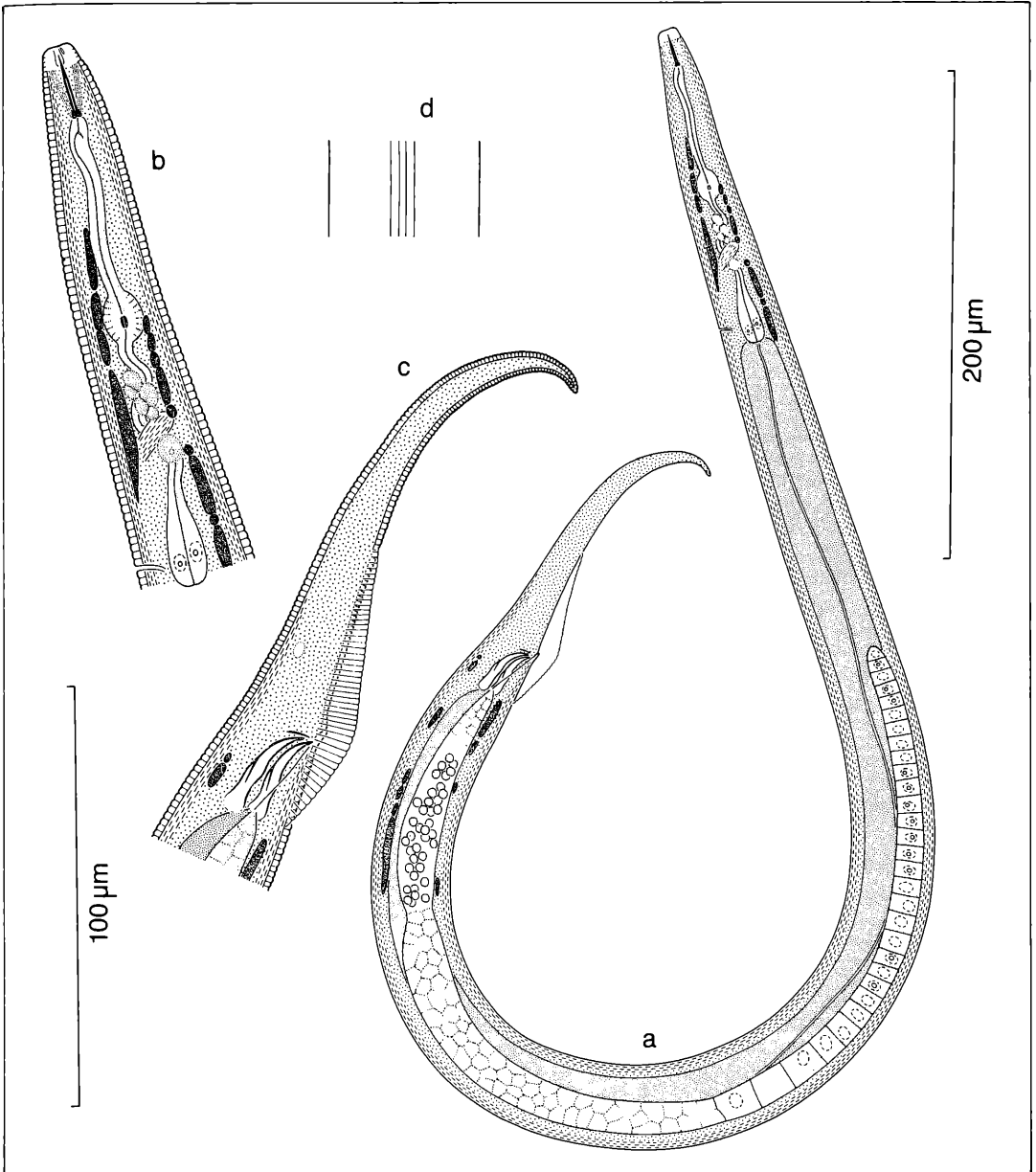


Abbildung 7. *Tylenchus martini* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.



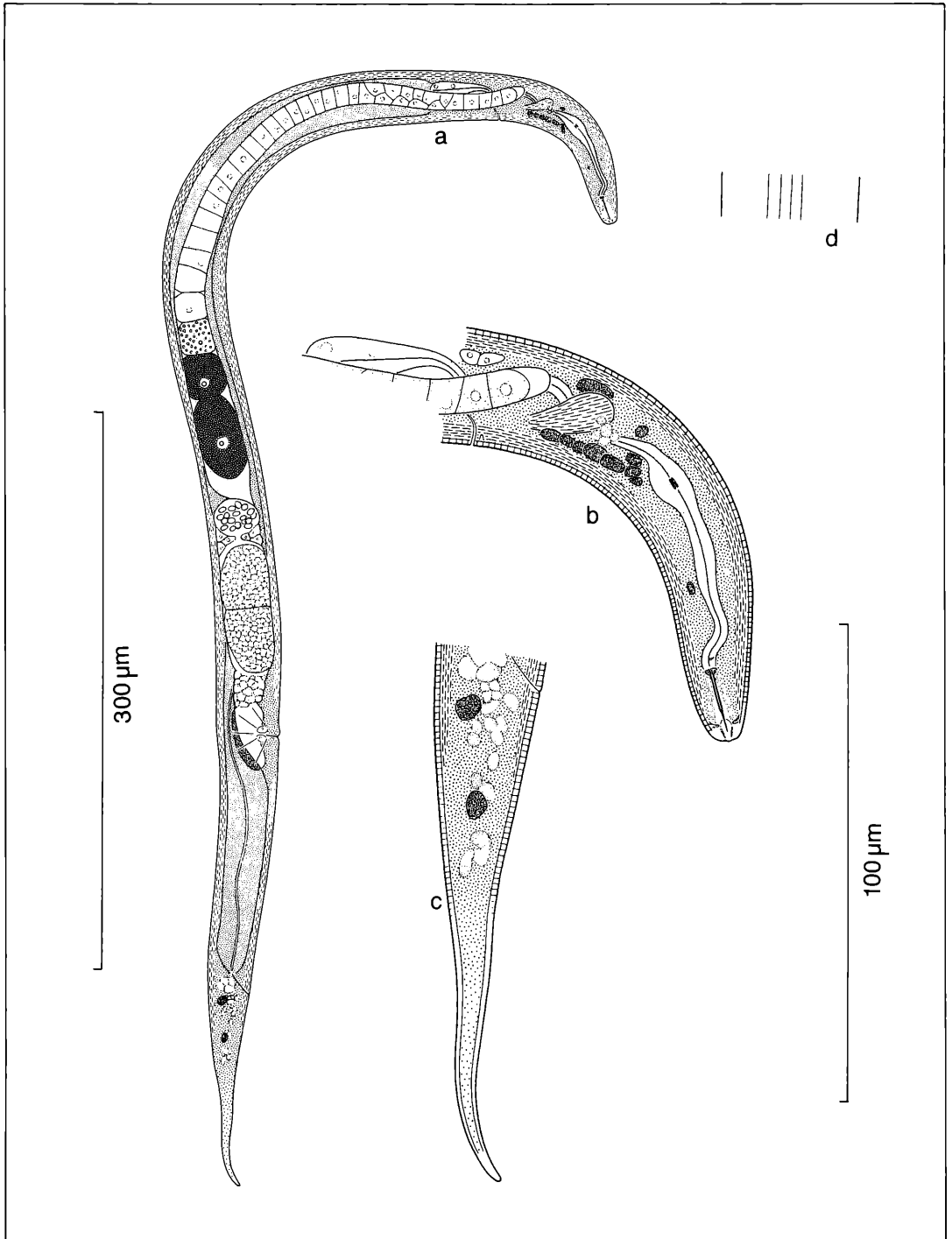


Abbildung 8. *Filenchus resistens* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

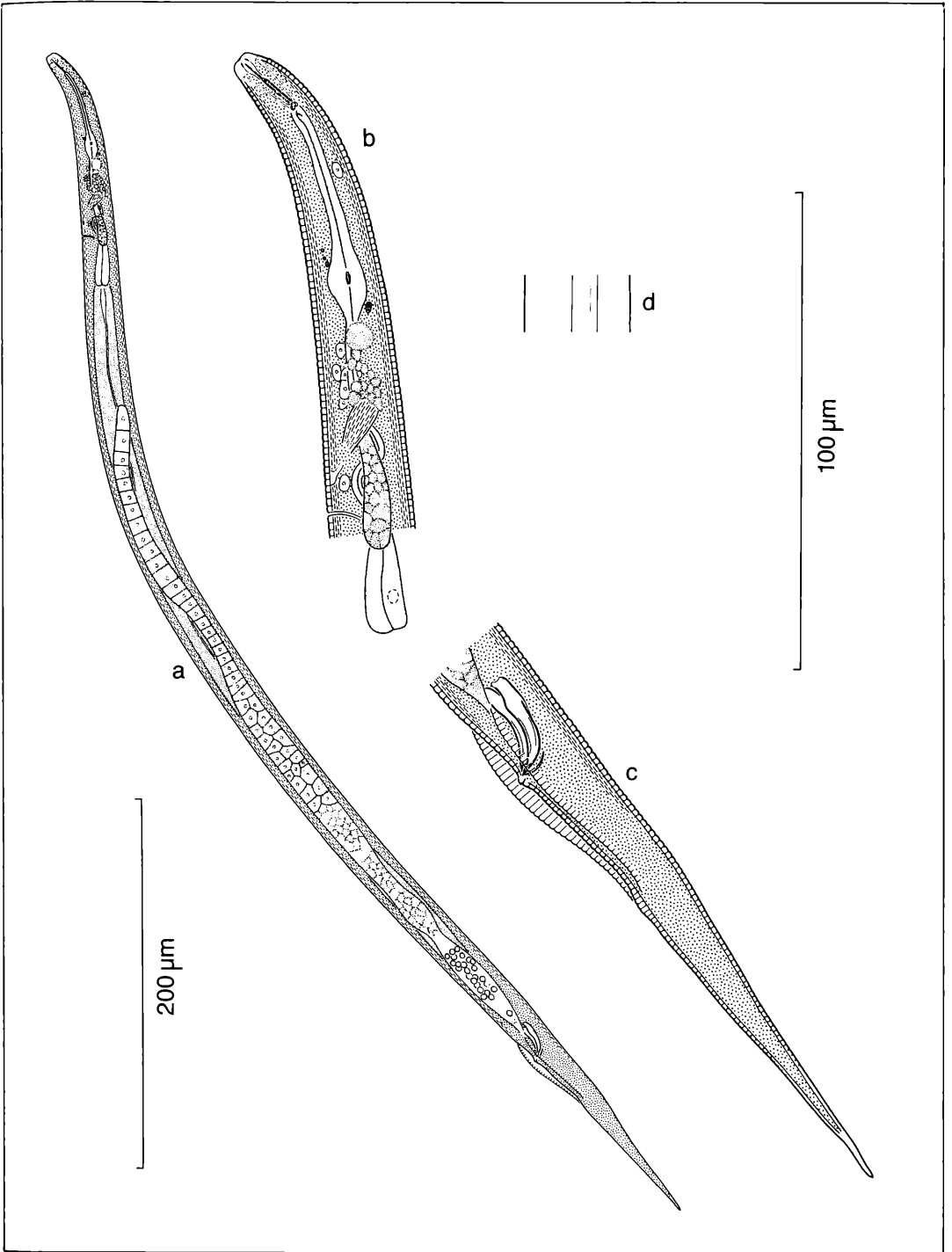


Abbildung 9. *Filenchus resistens* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

ansehen und die sich daher nicht als differentialdiagnostisches Merkmal eignet. Echte Unterschiede zwischen den beiden Arten bestehen in der Körpergröße, der unterschiedlichen absoluten Schwanzlänge und der Spicula- und Gubernakulumlänge, wogegen die bei *F. crassacuticulus* etwas größere Ringelung und das breitere Seitenfeld auch durch die Ablösung der Kutikula bedingt sein können.

Typus: Nr. QHA-F 180, 32, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schlottenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

### 5.2 *Filenchus vulgaris* (BRZESKI, 1963) LOWNSBERY & LOWNSBERY, 1985 (Abb. 10 und 11)

1963 *Tylenchus vulgaris* – BRZESKI, Bull. Acad. pol. Sci., 11: 532

♀♀:  $n = 332$ ,  $L = 0,536-0,899$  mm,  $a = 25,6-36,1$ ,  $b = 5,0-6,6$ ,  $c = 5,0-6,7$ ,  $V = 59,8-67,4\%$

♂♂:  $n = 270$ ,  $L = 0,455-0,708$ ,  $a = 30,9-45,0$ ,  $b = 4,5-6,7$ ,  $c = 4,7-6,0$

Weibchen: Der Körper ist relativ schlank, der Körperdurchmesser beträgt 16–25  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist geringelt, die Ringel sind in der Körpermitte 1,2–1,7  $\mu\text{m}$  breit. Die Ringelung ist meist unscheinbar, nur bei einigen Tieren tritt sie deutlicher hervor. Das Seitenfeld ist 4–5  $\mu\text{m}$  breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 5–6,5  $\mu\text{m}$  breit, nicht abgesetzt und fein geringelt. Das Stützgerüst ist schwach. Der Stachel ist 9,5–11,5  $\mu\text{m}$  lang und deutlich geknöpft. Der Durchmesser der Stachelknöpfe beträgt insgesamt etwa 1,5  $\mu\text{m}$ . Der Ösophagus ist 83–136  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus oval und besitzt einen Klappenapparat, der Endbulbus ist spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 40,0–46,6% der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 65–89  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 10,6–14,3% der Gesamtlänge bzw. 61,1–81,6% der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind kaum prominent, die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 11–18  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht weniger als einer Körperbreite. Die Gonade ist prodelphisch, sie liegt rechts oder links des Darms und erreicht nie das Ösophagusende. Die Oozyten stehen in der Regel einzellig. Die Spermathek ist länglich und abgesetzt.

Der Schwanz ist 88–158  $\mu\text{m}$  lang, gleichmäßig sich verschmälernd und spitz endend. Er ist gerade oder gebogen, teilweise hakenförmig wie in der Gattung *Tylenchus*. Die Schwanzlänge entspricht 82–116% der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,4–10,7mal der analen Breite.

Männchen: Geringfügig kleiner als die Weibchen, der Körperdurchmesser beträgt 11–22  $\mu\text{m}$ . Das Seitenfeld ist 3,5–4,5  $\mu\text{m}$  breit. Der Körper ist etwas feiner geringelt als bei den Weibchen, die Ringelbreite beträgt 0,9–1,4  $\mu\text{m}$ .

Der Kopf ist nicht abgesetzt und 5–6  $\mu\text{m}$  breit. Der Stachel ist 9,5–10  $\mu\text{m}$  lang, der Ösophagus 93–141  $\mu\text{m}$ . Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 38,5–49,0% der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 68–94  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 12,1–14,9% der Gesamtlänge bzw. 61,9–86,0% der Ösophaguslänge.

Die Gonaden liegen rechts oder links des Darms. Die Bursa ist adanal. Die Spicula sind 16–17  $\mu\text{m}$  lang, das Gubernakulum 4–5,5  $\mu\text{m}$ .

Der Schwanz verschmälert sich gleichmäßig und läuft spitz zu. Er ist 96–131  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 8,0–12,2 Analbreiten.

RASKI & GERAERT (1987) synonymisieren *F. vulgaris* und *F. conicephalus* SIDDIQUI & KHAN, 1983. Von *F. conicephalus* sind jedoch nur Weibchen beschrieben. Diese weichen in der Stachellänge von *F. vulgaris* ab. Es besteht daher die Möglichkeit, daß es sich um zwei distinkte Arten handelt; *F. conicephalus* sehe ich vorläufig nicht als sicheres Synonym zu *F. vulgaris* an.

### 5.3 *Filenchus istvani* nom. nov. (Abb. 12 und 13)

1954 *Tylenchus (Lelenchus) minutus* COBB, 1893 – ANDRASSY, Acta Zool. Hung., 1: 34

♀♀:  $n = 747$ ,  $L = 0,301-0,521$  mm,  $a = 26,4-34,6$ ,  $b = 4,0-6,0$ ,  $c = 4,6-6,0$ ,  $V = 62,7-68,4\%$

♂♂:  $n = 116$ ,  $L = 0,238-0,430$ ,  $a = 25,4-37,6$ ,  $b = 3,6-4,8$ ,  $c = 4,1-6,6$

Weibchen: Der Körper ist mäßig schlank, der Körperdurchmesser beträgt 12–18  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, die Ringelung ist nur mit Ölimmerision sichtbar. Das Seitenfeld ist 2,5–4  $\mu\text{m}$  breit und einfach.

Der Kopf ist 4,5–5,5  $\mu\text{m}$  breit, eine Ringelung ist nicht sicher erkennbar. Das Stützgerüst ist schwach. Der Stachel ist 9–10  $\mu\text{m}$  lang und deutlich geknöpft. Der Ösophagus ist 78–113  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus länglich-rund und besitzt einen Klappenapparat. Der Endbulbus ist spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 44,3–53,2% der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 60–72  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 13,2–17,2% der Gesamtlänge bzw. 61,1–85,9% der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 5–8  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht weniger als einer Körperbreite. Die Gonade ist prodelphisch, sie liegt rechts oder links des Darms. Die Oozyten stehen einzellig.

Der Schwanz ist 70–98  $\mu\text{m}$  lang und läuft spitz zu. Die Schwanzlänge entspricht 103–140% der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,4–10,5mal der analen Breite.

Männchen: Etwas kleiner als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 9–15  $\mu\text{m}$ . Die Ringelung ist ebenso fein wie beim Weibchen. Das Seitenfeld ist 2–2,5  $\mu\text{m}$  breit und einfach. Der Exkretionsporus ist 55–74  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 15,4–

19,6% der Gesamtlänge bzw. –86,7 % der Ösophaguslänge.

Der Stachel ist 7,5–9 µm lang, der Ösophagus 77–111 µm. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 54,1–54,8% der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Die Gonade liegt links des Darms, nur selten rechts. Die Bursa ist unscheinbar, sie erstreckt sich über  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{5}$  des Schwanzes und überragt die Körperkontur oft nicht. Die Spicula sind 12–15 µm lang, das Gubernakulum 2,5–4 µm.

Der Schwanz ist 52–86 µm lang, dies entspricht 6,3–10,7 Analbreiten.

*F. minutus* wurde erstmals von COBB (1893: 815) aus New South Wales beschrieben. Der Beschreibung lagen nur Männchen zugrunde. ANDRASSY (1954: 34) beschrieb *F. minutus* neu, basierend auf weiblichen und männlichen Tieren aus Ungarn, und legte Neotypen fest. Diese Neotypen sind jedoch ungültig (s. a. LOOF, 1971: 35), da sie nicht von einem Fundort stammen, „der der Typus-Lokalität möglichst nahe liegt“ (Int. Regeln Zool. Nomenkl. Art. 75).

In der Folge wurde *F. minutus* teils als valide Art angesehen (BRZESKI, 1968; SZCZYGIEL, 1974; SIDDIQI, 1986), teils als species inquirenda (BELLO, 1971; RASKI & GERAERT, 1987).

Nach COBB ist das Männchen 400 µm lang, die Stachellänge beträgt 2,7 % der Gesamtlänge. Dies sind 10,8 µm. Die Spicula sind doppelt so lang wie die anale Breite, letztere wird mit 2,4 % der Gesamtlänge angegeben. Hieraus ergibt sich eine Spiculalänge von 19,2 µm und für das Gubernakulum („half as long as the spicula“) 9,6 µm. Die Bursa „extended along the tail a distance equal to three times the anal body diameter“ (= 28,8 µm, dies entspricht mehr als  $\frac{1}{4}$  der Schwanzlänge).

Die vorliegenden Tiere stimmen mit den von ANDRASSY (1954) als *Tylenchus (Lelenchus) minutus* beschriebenen Tieren gut überein. Zusammen mit diesen unterscheiden sie sich von *Tylenchus minutus* COBB, 1893 durch a) den etwas kürzeren Stachel, b) die kürzeren Spicula, c) das kürzere Gubernakulum und d) die kürzere Bursa.

Aufgrund dieser Unterschiede handelt es sich bei *T. minutus* COBB, 1893 und *T. minutus* sensu ANDRASSY, 1954 mit hoher Wahrscheinlichkeit um zwei getrennte Arten (s. a. BELLO, 1971). Ich benenne daher die von ANDRASSY beschriebenen Tiere neu und sehe *T. minutus* COBB, 1893, als species inquirenda an.

#### 5.4 *Filenchus amaritus* n. sp. (Abb. 14)

Typus ♀: L = 0,305 mm, a = 30,5, b = 4,4, c = 3,2, V = 53,8 %

♀♀: n = 336, L = 0,272–0,427 mm, a = 26,7–37,6, b = 4,0–6,0, c = 3,2–3,9, V = 53,4–64,7 %

Der Körper ist mäßig schlank, der Körperdurchmesser beträgt 9–12 µm. Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, die Ringelung ist nur mit Ölimmersion erkennbar. Das Seitenfeld ist 1,5–2 µm breit und einfach.

Der Kopf ist 3–4 µm breit, eine Ringelung nicht sicher erkennbar. Das Stützgerüst ist schwach, der Stachel ist 6,5–7,5 µm lang und deutlich geknöpft. Der Ösophagus ist 61–94 µm lang, der Mittelbulbus länglich und besitzt einen Klappenapparat, der Endbulbus spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 41,3–49,2 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 44–55 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 12,2–17,0 % der Gesamtlänge bzw. 51,1–82,0 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist bei jungen Weibchen 5–6 µm lang und ohne erkennbares Lumen, bei älteren 9–13 µm lang und weitlumig. Die Gonade ist prodelphisch und liegt rechts oder links des Darms. Die Oozyten stehen einzellig.

Der Schwanz ist 81–114 µm lang und läuft spitz zu. Die Schwanzlänge entspricht 177–235 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 11,5–17,3mal der analen Breite.

Diagnose: Eine kleine *Filenchus*-Art mit relativ langem Schwanz, deutlich geknöpftem Stachel, schmalen Seitenfeld und unscheinbarer Ringelung.

*F. amaritus* steht *F. discrepans* (ANDRASSY, 1954) RASKI & GERAERT 1986, *F. helenae* (SZCZYGIEL, 1969) RASKI & GERAERT 1987 und *F. longicaudatulus* n. sp. nahe. *F. discrepans* unterscheidet sich durch den stärker abgesetzten Kopf, den im Vergleich zur Gesamtlänge und zum Abstand Vulva–Anus kürzeren Schwanz sowie durch das Vorhandensein von Männchen. Von *F. helenae* – diese Art liegt mir von einem Fundort aus Österreich vor – unterscheidet sich *F. amaritus* durch die feinere Ringelung, den schmaleren Kopf sowie durch die Entfernung Stachelbasis–Vorderende, die maximal 7,5 µm beträgt (bei *F. helenae* mindestens 8 µm, Kopfbreite um 5 µm). Unterschiede zu *F. longicaudatulus* bestehen in dem kürzeren Schwanz, dem Verhältnis der Schwanzlänge zum Abstand Vulva–Anus und dem schmaleren Seitenfeld.

Typus: Nr. QHA-F 979, 18, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreue.

#### 5.5 *Filenchus longicaudatulus* n. sp. (Abb. 15)

Typus ♀: L = 0,420 mm, a = 32,3, b = 6,2, c = 2,8, V = 50,6 %

♀♀: n = 16, L = 0,350–0,447 mm, a = 25,3–43,6, b = 5,0–7,4, c = 2,6–3,2, V = 48,8–58,5 %

Der Körper ist schlank, vom Ösophagusende bis zur Vulva zylindrisch, dahinter verschmälert er sich allmählich und läuft in einen langen, haarfein ausgezogenen Schwanz aus. Der Körperdurchmesser beträgt 9–13 µm. Die Kutikula ist dünn, die Ringelung sehr fein. Das Seitenfeld ist 2,5–3 µm breit und einfach.

Der Kopf ist nicht abgesetzt, gerundet und 3,5–4,5 µm

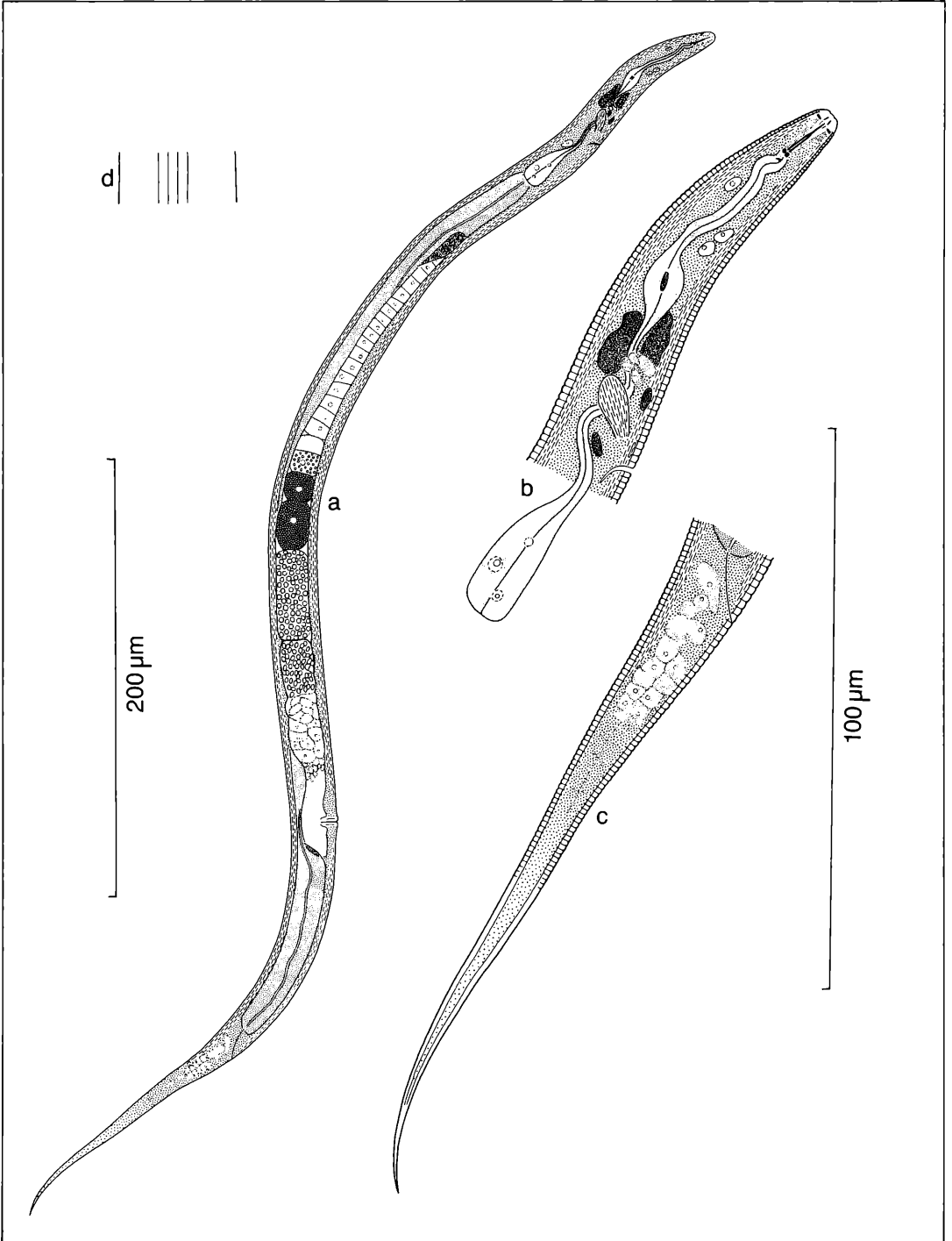


Abbildung 10. *Filenchus vulgaris* (BRZESKI, 1963) LOWNSBERY & LOWNSBERY, 1985, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

breit. Der Stachel ist zart,  $6,5-7,5 \mu\text{m}$  lang, und besitzt basal kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist  $58-75 \mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus besitzt einen schwachen Klappenapparat und ist oval, der Endbulbus länglich-pyriform. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf  $41,8-50,0 \%$  der Strecke Vorderende-Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist  $42-55 \mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht  $9,4-13,1 \%$  der Gesamtlänge bzw.  $60,0-78,5 \%$  der Ösophaguslänge. Die Vulva ist nicht eingesenkt und besitzt keine hervorragenden Lippen. Die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper. Der Uterussack ist  $7-10 \mu\text{m}$  lang,

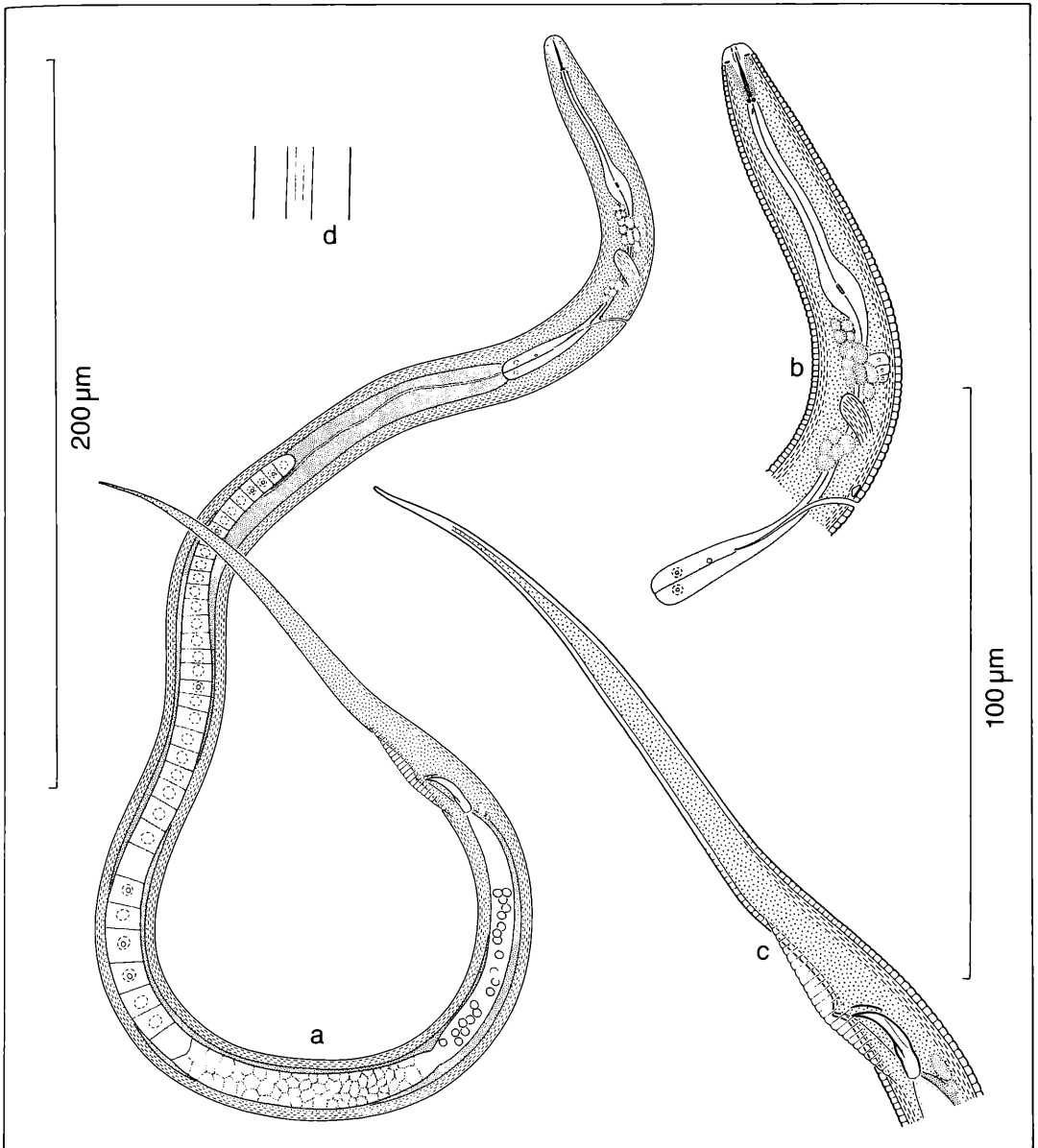


Abbildung 11. *Filenchus vulgaris* (BRZESKI, 1963) LOWNSBERY & LOWNSBERY, 1985, Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

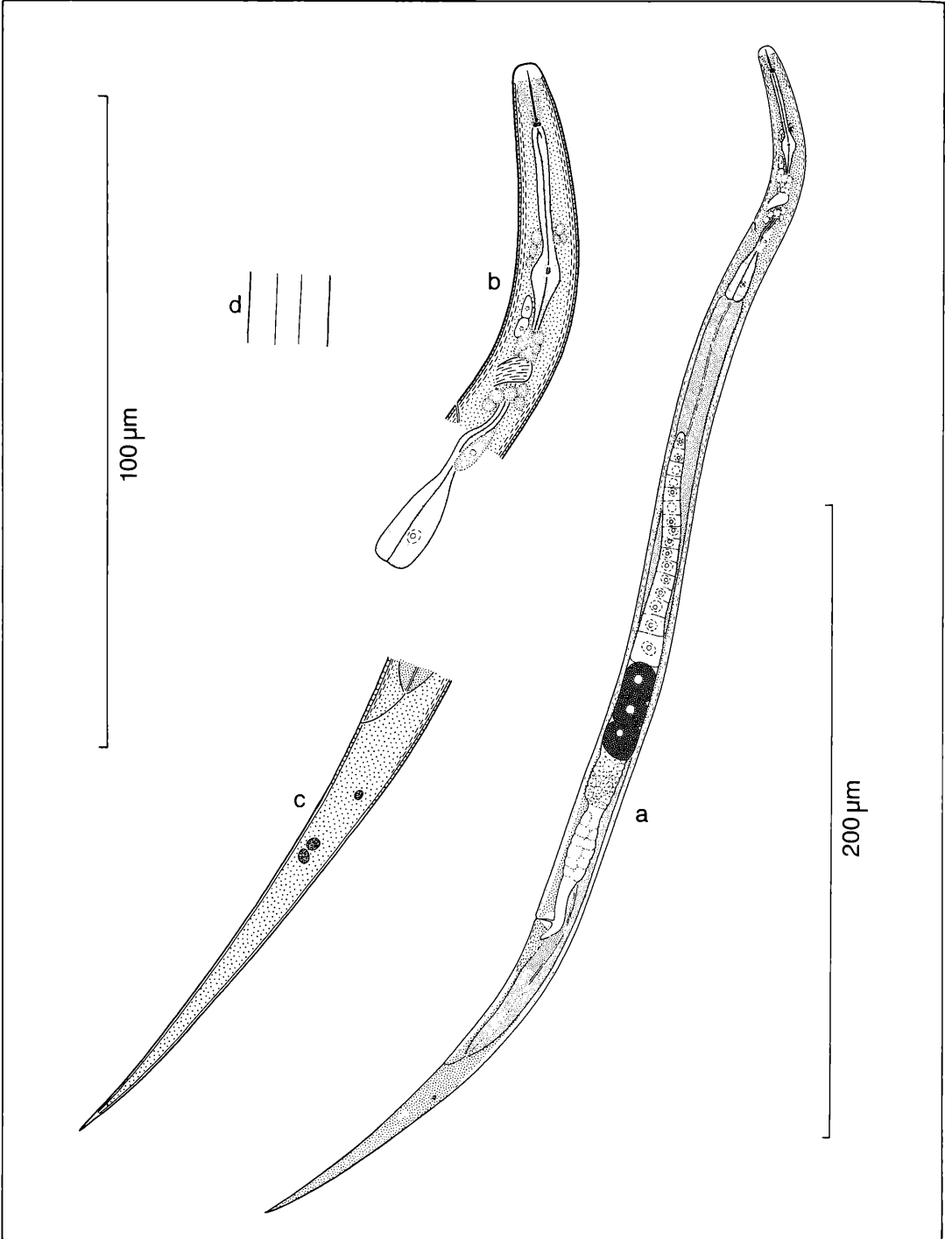


Abbildung 12. *Filenchus istvani* nom. nov., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

dies entspricht weniger als einer Körperbreite. Die Gonaden sind prodelphisch und liegen links des Darms, sie sind etwa halb so lang wie die Strecke Darmbeginn–Vulva. In der Gonade stehen 7–11 Oozyten einzeilig. Der Schwanz verschmälert sich gleichmäßig, er ist 117–164  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 280–369 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 13,0–26,9mal der analen Breite. Diagnose: Eine kleine *Filenchus*-Art mit langem Schwanz, kurzem Mundstachel und links des Darms liegenden Gonaden.

*F. longicaudatulus* steht *F. helenae* (SZCZYGIEL, 1969) RASKI & GERAERT 1987 und *F. infirmus* (ANDRASSY, 1954)

SIDDIQI, 1986 nahe. *F. helenae* besitzt jedoch eine größere Ringelung, einen breiteren Kopf sowie ein abweichendes Verhältnis der Schwanzlänge zum Abstand Vulva–Anus. *F. infirmus* ist kleiner, besitzt einen schmalen Kopf und einen schwächeren, kleineren Stachel. *Filenchus longicaudatulus* und *Lelenchus leptosoma* (DE MAN, 1880) MEYL, 1960, sind im Habitus sehr ähnlich und können im Biotop sympatrisch und synchron auftreten. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, daß auch MEYL (1954: 42), der für *Lelenchus leptosoma* aus Fallaub südlich Braunschweig eine Körpergröße von 393–792  $\mu\text{m}$  angibt, beide Arten vorlagen.

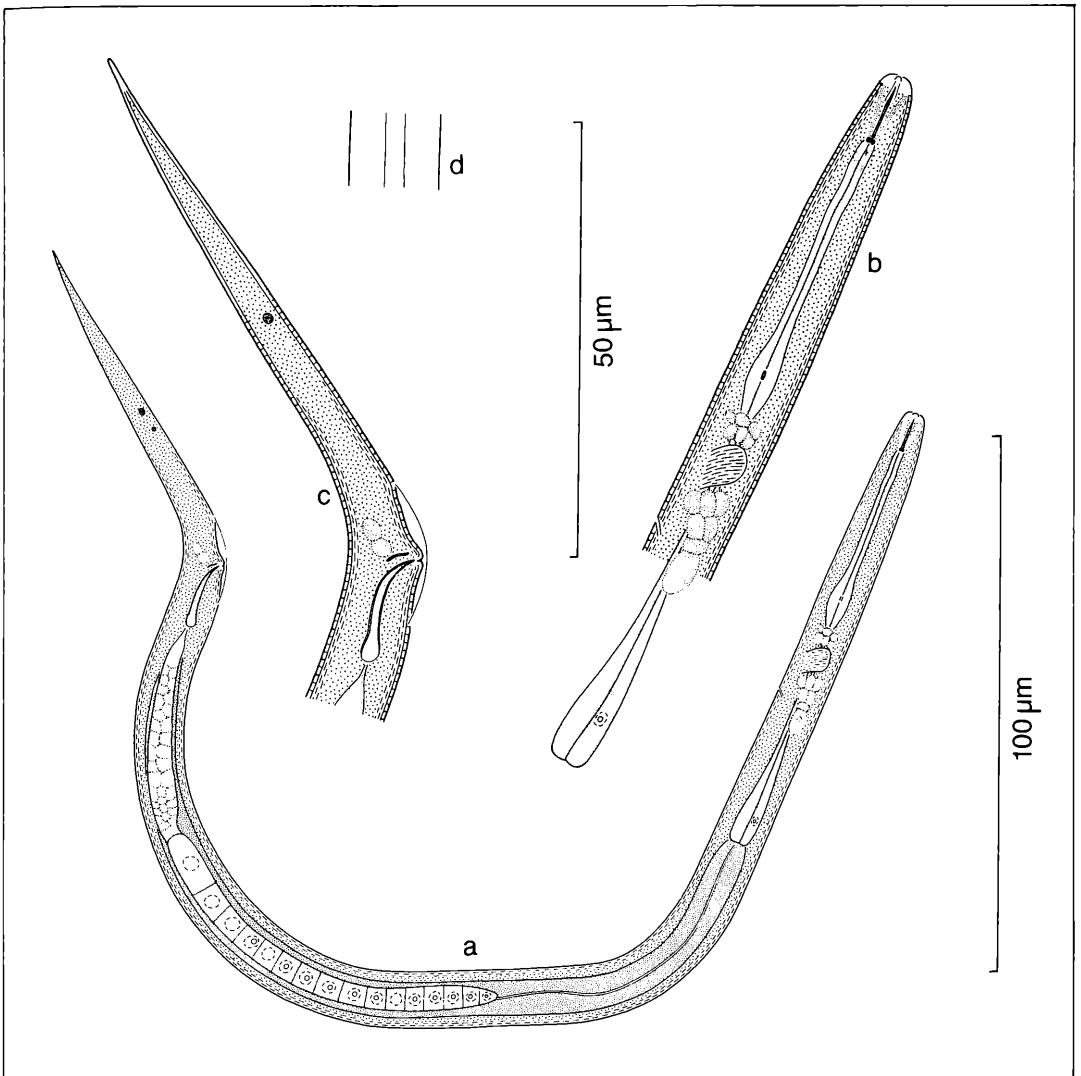


Abbildung 13. *Filenchus istvani* nom. nov., Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.



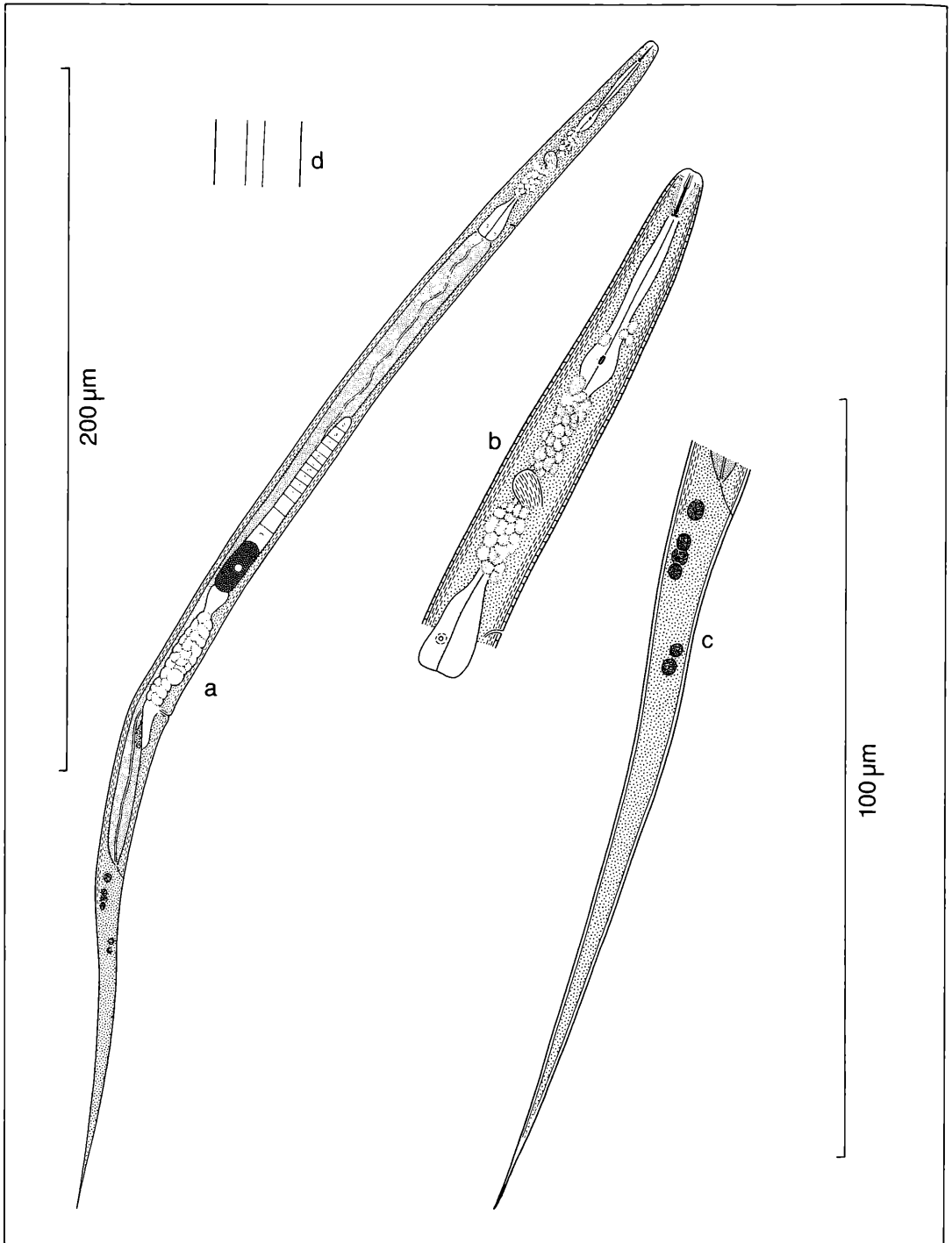


Abbildung 14. *Filenchus amaritus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Typus: Nr. QHA-H 799,9, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, fast ausschließlich in der Humusschicht.

6. Gattung *Lelenchus* (ANDRASSY, 1954) MEYL, 1960

6.1 *Lelenchus leptosoma* (DE MAN, 1880) MEYL, 1960 (Abb. 16)

1880 *Tylenchus leptosoma* – DE MAN, Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen, 5: 73.

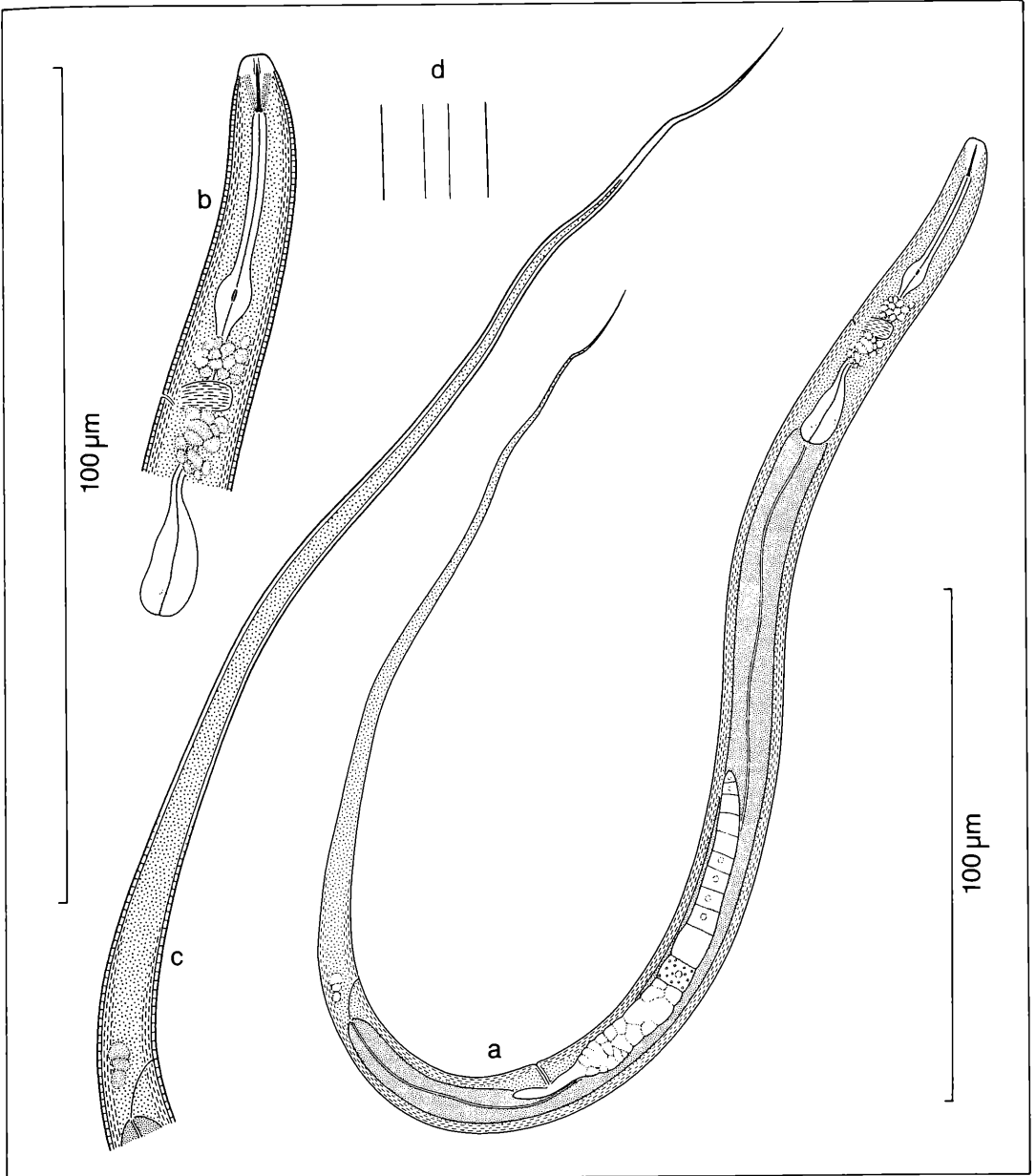


Abbildung 15. *Filenchus longicaudatus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

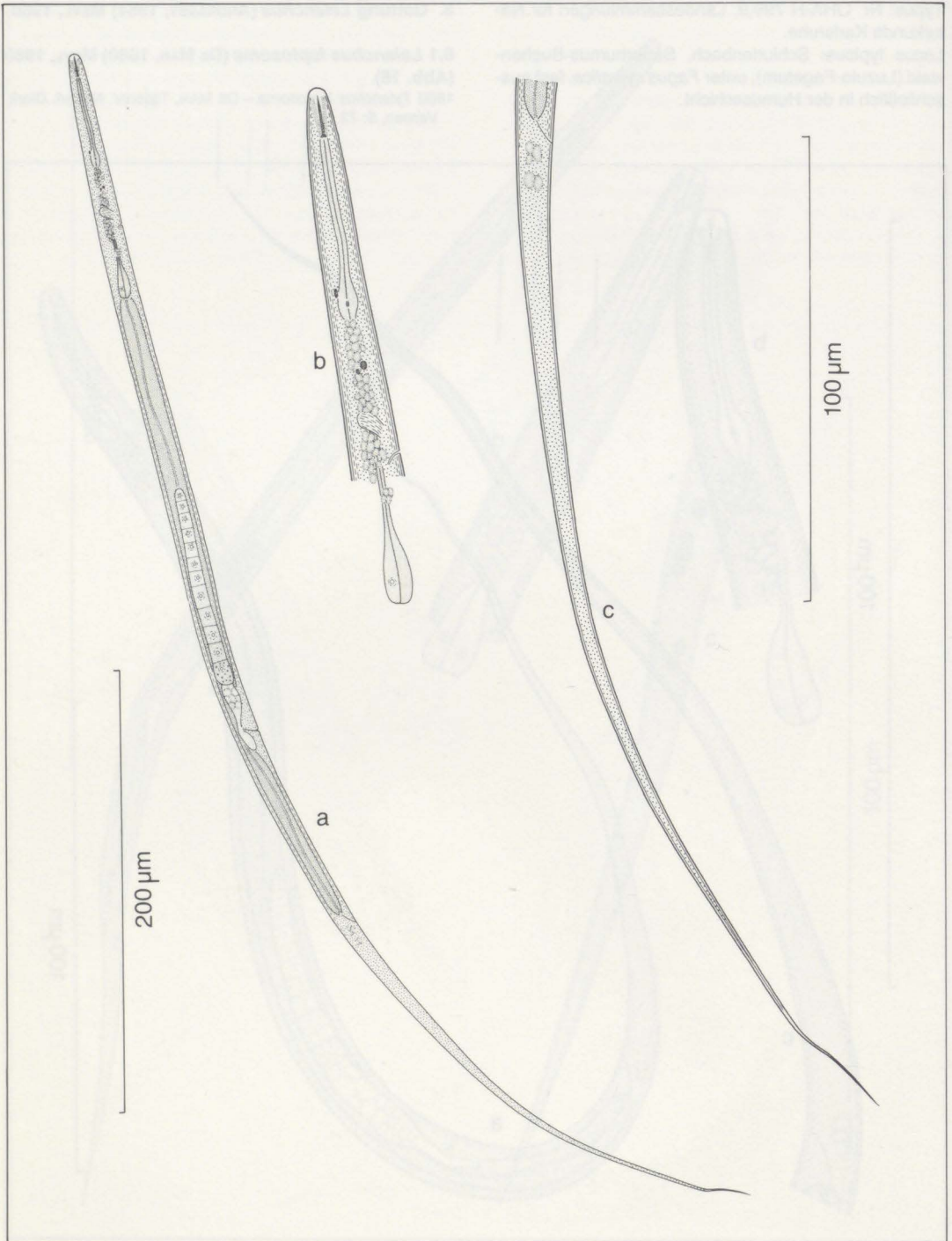


Abbildung 16. *Lelenchus leptosoma* (DE MAN, 1980) MEYL, 1960, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, Seitenfeld ist nicht ausgebildet.

♀21 *Tylenchus filiformis* var. *leptosoma*

Naturgesch., **87** (A): 558.

1932 *Anguillula leptosoma* (DE MAN) – GOODEY, J. Helminth., **10**: 158.

♀: n = 3, L = 0,555–0,640 µm, a = 37,0–49,2, b = 5,7–6,4, c = 2,7–2,9, V = 48,7–49,2 %

Der Körper ist schlank, vom Ösophagusende bis zur Vulva zylindrisch, dahinter verschmälert er sich und läuft in einen haarfeinen Schwanz aus. Der Körperdurchmesser beträgt 13–15 µm. Die Kutikula ist dünn, lichtmikroskopisch ist keine Ringelung erkennbar. Ein Seitenfeld fehlt, die durchscheinende Epidermisleiste ist etwa 3 µm breit.

Der Kopf ist nicht abgesetzt, gerundet und 4–4,5 µm breit. Die Amphidien sind lang-schlitzförmig und etwas kürzer als der Stachel. Der Stachel selbst ist 11–11,5 µm lang und besitzt kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 94–112 µm lang, der Mittelbulbus oval und besitzt einen schwachen Klappenapparat, der Endbulbus länglich-pyriform. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 46,5–53,2 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 61–81 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 11,0–12,7 % der Gesamtlänge bzw. 62,9–79,8 % der Ösophaguslänge.

Die Vulva ist nicht eingesenkt, die Vulvalippen ragen nicht hervor. Die Vagina ist etwas schräg nach vorn gerichtet. Der Uterussack ist 9–10 µm lang, dies entspricht etwa einer korrespondierenden Körperbreite. Die Gonade ist protodelphisch, sie liegt rechts oder links des Darms und erstreckt sich etwa über die halbe Strecke Vulva–Darmbeginn. In der Gonade stehen 8–12 Oozyten einzellig.

Der Schwanz verschmälert sich gleichmäßig, er ist 202–227 µm lang, dies entspricht 208–243 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 25,3–29,7mal der analen Breite.

## 7. Literatur

ANDRASSY, I. (1954): Revision der Gattung *Tylenchus* BASTIAN, 1865 (Tylenchidae, Nematoda). – Acta Zool. Hung., **1**: 5–42; Budapest.

ANDRASSY, I. (1968): Fauna Paraguayensis. 2. Nematoden aus den Galeriewäldern des Acaray-Flusses. – Opusc. Zool., **8**: 167–315; Budapest.

ANDRASSY, I. (1977): *Tylenchus davainei*. – C. I. H. Descr. Plantparasitic Nematodes, Sec. 7, No. 97; St. Albans.

ANDRASSY, I. (1979): The genera and species of the family Tylenchidae ÖRLEY, 1880 (Nematoda). The genus *Tylenchus* BASTIAN, 1865. – Acta Zool. Hung., **25**: 1–33; Budapest.

ANDRASSY, I. (1981): The genera and species of the family Tylenchidae ÖRLEY, 1880 (Nematoda). The genus *Malenchus* ANDRASSY, 1968. – Acta Zool. Hung., **27**: 1–47; Budapest.

BASTIAN, C. H. (1865): Monograph on the Anguillulidae, or free nematoids, marine, land, and freshwater; with descriptions of 100 new species. – Trans. Linn. Soc., **25**: 73–184; London.

BECK, L., DUMPERT, K., FRANKE, U., MITTMANN, H.-W., RÖMBKE, J., SCHÖNBORN, W. (1987): Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung

von Umweltchemikalien. – Karlsruhe, Frankfurt, 155 S.

BELLO, A. (1971): El género *Tylenchus* (Nematoda, Tylenchida). – Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.), **69**: 279–301; Madrid.

BRZESKI, M. W. (1963): On the taxonomic status of *Tylenchus filiformis* BÜTSCHLI, 1873, and description of *T. vulgaris* sp. n. (Nematoda, Tylenchidae). – Bull. Acad. polon. Sci. Ser. biol., **11**: 531–535; Warschau.

BRZESKI, M. W. (1968): Plant parasitic nematodes associated with cabbage in Poland. 1. Systematic studies. – Ann. Zool., **26**: 249–279; Warschau.

COBB, N. A. (1893): Plant diseases and their remedies. III. Nematode worms found attacking sugar-cane. – Agric. Gaz. NSW., **4**: 808–833; Sydney.

EGUNJOBI, O. A. (1967): Four new species of the genus *Tylenchus* BASTIAN, 1865 (Nematoda: Tylenchida). – Nematologica, **13**: 417–424; Leiden.

GERAERT, E. & GOODEY, J. B. (1963): The priority of *Tylenchus hexalineatus* over *T. megacephalus*. – Nematologica, **9**: 471; Leiden.

GOLDEN, A. M. (1971): Classification of the genera and higher categories of the order Tylenchida (Nematoda). – In: ZUCKERMANN, B. M.; MAI, W. F. & ROHDE, R. A. (Hrsg.): Plant Parasitic Nematodes, Vol. 1: 191–232; London, New York (Academic Press).

GOODEY, J. B. (1962): *Tylenchus (Cephalenchus) megacephalus* n. subg., n. sp. – Nematologica, **7**: 331–333; Leiden.

GOODEY, T. (1932): The genus *Anguillula* GERV. & V. BEN., 1859, vel *Tylenchus* BASTIAN, 1865. – J. Helminthol., **10**: 75–180; London.

KAZACHENKO, I. P. (1975): Novye vidy nematod semejstva Tylenchidae ÖRLEY, 1880 iz podstilki elovykh lesov. – Trudy biol.-pochvenn. Inst. N. S., **26**: 178–186; Vladivostok.

LOOF, P. A. A. (1971): Freelifving and plant parasitic nematodes from Spitzbergen, collected by Mr. H. VAN ROSSEN. – Meded. Landbouwhoges., **71**: 1–86; Wageningen.

LOWNSBERY, J. W. & LOWNSBERY, B. F. (1985): Plant-parasitic nematodes associated with forest trees in California. – Hilgardia, **53**: 1–16; Berkeley.

MAN, J. G. DE (1880): Die einheimischen frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. – Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. **5**: 1–104; s'Gravenhage.

MASSEY, C. L. (1969): New species of Tylenchs associated with bark beetles in New Mexico and Colorado. – Proc. Helminth. Soc. Wash., **36**: 43–52; Washington.

MEYL, A. H. (1954): Die Nematodenfauna höherer Pilze in Laub- und Nadelwäldern zwischen Braunschweig und dem Harz. – Mycopath. Mycol. Applic., **7**: 1–80; Den Haag.

MEYL, A. H. (1960): Die freilebenden Erd- und Süßwassernematoden. – In: BROHMER, P.; EHRMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, 1. Lief. Sa: 1–164; Leipzig (QUELLE & MEYER).

MICOLETZKY, H. (1921): Die freilebenden Erd-Nematoden. Arch. Naturgesch., **87** (A): 1–650; Berlin.

RASKI, D. J. & GERAERT, E. (1986): New species of *Lelenchus* ANDRASSY, 1954, and *Ecpfyadophora* DE MAN, 1921 (Nemata: Tylenchidae) from southern Chile. – Nematologica, **31**: 244–265; Leiden.

RASKI, D. J. & GERAERT, E. (1987): Review of the genus *Filenchus* ANDRASSY, 1954, and descriptions of six new species (Nemata: Tylenchidae). Nematologica, **32**: 265–311; Leiden.

SIDIQI, M. R. (1986): Tylenchida. Parasites of plants and insects. Slough (Commonwealth Agricultural Bureaux), 645 S.

- SIDDQUI, A. U. & KHAN, E. (1983): Taxonomic studies on Tylenchidae (Nematoda) of India III: Two new species of *Cephalenchus* along with description of *Filenchus conicephalus* sp. n. (Nematoda: Tylenchidae) from India. – Indian J. Nematol., **13**: 84–90; New Delhi.
- SZCZYGIEL, A. (1969): A new genus and four new species of the subfamily Tylenchinae DE MAN, 1876 (Nematoda: Tylenchidae), from Poland. – Opusc. Zool., **9**: 159–170; Budapest.
- SZCZYGIEL, A. (1974): Plant parasitic nematodes associated with strawberry plantations in Poland. – Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., **154**: 9–130; Warschau.
- WU, L.-Y. (1968): *Dactylotylenchus crassacuticulus*, a new genus and new species (Tylenchinae: Nematoda). – Can. J. Zool., **46**: 831–834; Ottawa.
- WU, L.-Y. (1970): Genus *Ottolenchus* n. rank and *Ottolenchus sulcus* n. sp. (Tylenchidae: Nematoda). – Can. J. Zool., **48**: 249–251; Ottawa.

HERBERT ZELL

# Nematoden eines Buchenwaldbodens

## 11. Die Anguiniden (Nematoda, Anguinoidea)

### Kurzfassung

Die Anguiniden sind im Untersuchungsgebiet mit sechs Arten in der Laubstreu vertreten. Zwei davon, *Ditylenchus parvus* n. sp. und *D. elegans* n. sp., werden neu beschrieben. *Ditylenchus parvus* ist eine kleine, schlanke *Ditylenchus*-Art mit keilförmigem Schwanz, das Weibchen besitzt einen langen Uterussack, das Männchen eine Bursa, die sich über etwa die halbe Schwanzlänge erstreckt und Spicula von 12–14,5 µm Länge. *Ditylenchus elegans* ist äußerst schlank, und das Männchen besitzt eine adanale Bursa. Im Gegensatz zu anderen Arten mit adanaler Bursa weist das Seitenfeld von *D. elegans* sechs Linien auf.

### Abstract

#### Nematodes of a beech wood soil 11. The Anguinids (Nematoda, Anguinoidea)

The Anguinids are represented in the litter of the beech wood of the Schluttenbach research area (Northern Black Forest) by six species. Two of them, *Ditylenchus parvus* n. sp. and *Ditylenchus elegans* n. sp. are described as new. *Ditylenchus parvus* is a small, slender species of the genus *Ditylenchus* with a wedgeshaped tail, the female has got a long uterus sack, the male possesses a bursa which extends over about half the length of the tail and spicula of 12–14,5 µm length. *Ditylenchus elegans* is extremely slender and the male has got an adanal bursa. In contrast to other species with an adanal bursa, the lateral field of *D. elegans* consists of 6 lines.

### Résumé

#### Nématodes du sol d'une forêt de hêtres 11. Les Anguinidés (Nematoda, Anguinoidea)

Les Anguinidés sont représentés dans la forêt de hêtres de la région expérimentale de Schluttenbach (Forêt Noire du Nord) par six espèces, dont deux, *Ditylenchus parvus* n. sp. et *Ditylenchus elegans* n. sp., sont décrites comme nouvelles. *Ditylenchus parvus* est une petite espèce svelte avec une queue cunéiforme, la femelle a un long sac utérin, le mâle a une bursa qui s'étend à la moitié de la queue et des spicula, qui sont longs de 12–14,5 µm. *Ditylenchus elegans* est extrêmement svelte et le mâle a une bursa adanale. Au contraire d'autres espèces d'une bursa adanale le champ latéral a six lignes.

### Autor

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

Nematoden eines Buchenwaldbodens 10.: *Carolinea*, 46: 75–98 (1988).

### 1. Einleitung

Die Anguiniden stellen die Nematodengruppe dar, bei der erstmals eine pflanzenparasitäre Lebensweise beobachtet wurde. 1743 beobachtete T. NEEDHAM *Anguina tritici* in Weizenkörnern, die die „ear-cockle disease“ aufwiesen (LEHMAN 1979). Spätere Untersuchungen ergaben, daß die Vertreter der Anguinoidea nie als Wurzelparasiten höherer Pflanzen auftreten, sondern daß ein Teil von ihnen in oberirdischen Teilen höherer Pflanzen lebt, andere dagegen als myco- oder bryophag eingestuft werden müssen (SIDDIQI 1986). Da die Proben, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, sämtlich aus der Streuschicht stammen, dürften Pilze allen in dieser Arbeit aufgeführten Arten als Nahrung dienen.

### 2. Gattung *Ditylenchus* FILIPJEV, 1936

#### 2.1 *Ditylenchus valkanovi* (ANDRASSY, 1958) nov. comb. (Abb. 1 und 2)

1958 *Tylenchus (Filenchus) valkanovi* – ANDRASSY, Acta Zool. Hung., 4: 26.

1960 *Filenchus valkanovi* (ANDRASSY, 1958) – MEYL, Tierwelt Mitteleuropas, 1 (5a): 60.

♀: n = 9, L = 0,543–0,759 mm, a = 38,5–54,2, b = 4,7–5,8, c = 6,7–8,3, V = 67,6–74,0 %

♂ n = 1, L = 0,442 mm, a = 36,8, b = 5,3, c = 6,0

Weibchen: Die Tiere sind mäßig groß und schlank. Der Körperdurchmesser beträgt 11–18 µm. Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, die Ringelbreite beträgt 1–1,2 µm. Das Seitenfeld ist 2,5–3 µm breit mit 4 Linien.

Der Kopf ist 4–5 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 7,5–9 µm lang und besitzt deutliche Knöpfe. Der Ösophagus ist 91–141 µm lang, der Mittelbulbus spindelförmig mit deutlichem Klappenapparat. Der Endbulbus ist spatelförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 37,8–43,3 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 60–80 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 10,3–13,4 % der Körperlänge bzw. 55,3–68,4 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft annähernd rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa 1/3 der korrespondierenden Körperbreite. Die Vaginawände weisen eine dreiteilige Kutikularverstärkung auf. Der Uterussack ist 41–63 µm lang, die Gonade prodelphisch. Sie liegt rechts oder links des Darms. Die Oozyten stehen einzellig.

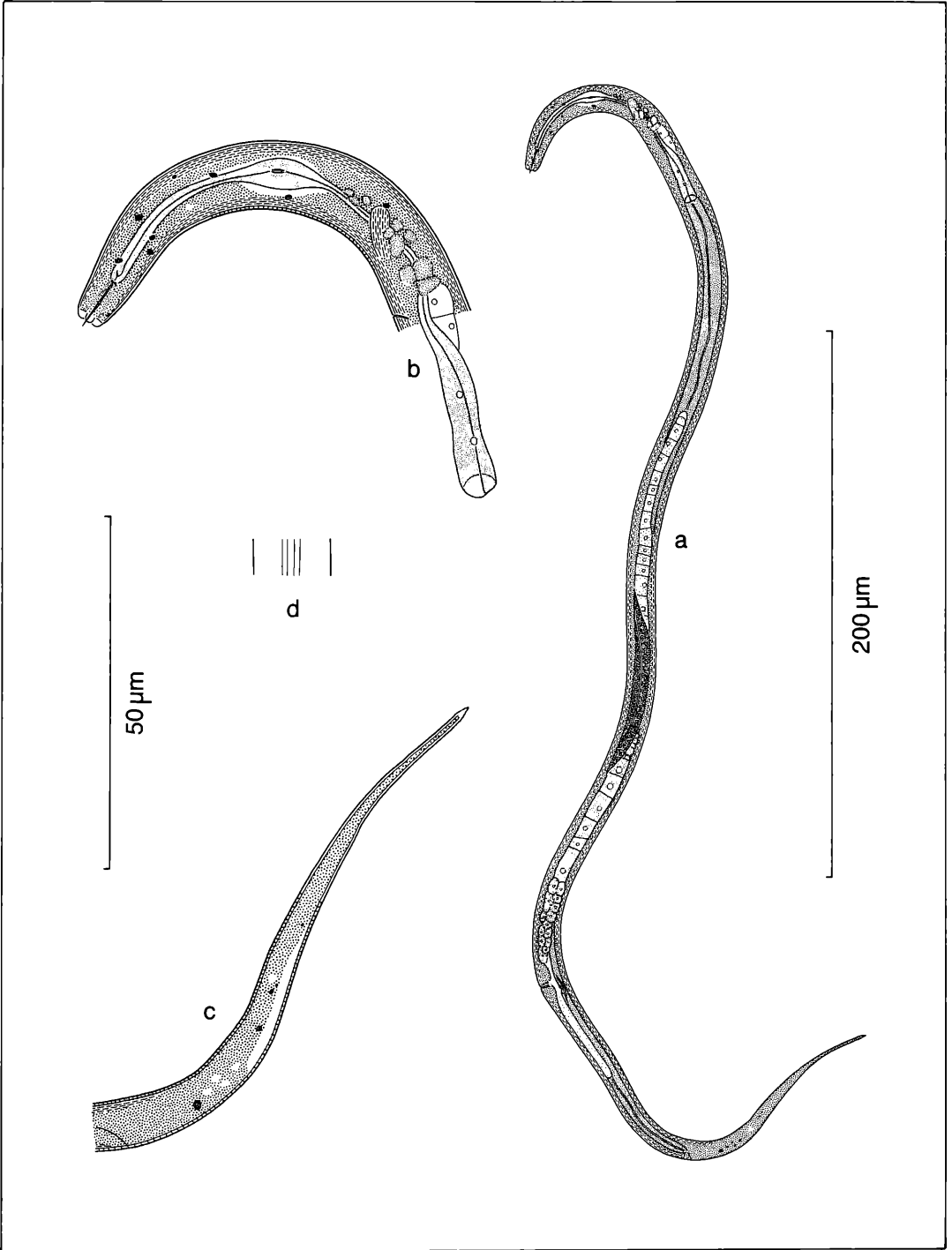


Abbildung 1. *Ditylenchus valkanovi* (ANDRASSY, 1958), Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Der Schwanz ist 63–96  $\mu\text{m}$  lang und läuft spitz zu. Die Schwanzlänge entspricht 76–96 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,8–11mal der analen Breite.

Männchen: Das einzige Männchen wurde im August 1981 gefunden. Aufgrund der Trockenheit war das Tier in Anhydrobiose. Das aktive Tier ist daher mit Sicherheit etwas größer und schlanker als oben angegeben.

Die Kutikula und das Seitenfeld sind wie beim Weibchen ausgebildet. Der Kopf ist 4,5  $\mu\text{m}$  breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 7,2  $\mu\text{m}$  lang mit deutlichen Knöpfen. Der Ösophagus ist 84  $\mu\text{m}$  lang, Mittel- und Endbulbus sind wie beim Weibchen ausgebildet.

Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 38,5 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 45  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 10,2 % der Gesamtlänge bzw. 53,6 % der Ösophaguslänge.

Die Gonade liegt links des Darms. Die Bursa ist adanal. Die Spicula sind 13,5  $\mu\text{m}$  lang, die Länge des Gubernakulum beträgt 3  $\mu\text{m}$ . Die Schwanzform entspricht der des Weibchens. Der Schwanz ist 74  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 8,9 Analtbreiten.

ANDRASSY beschrieb die Art an Hand von zwei Männchen. Die kurze Bursa legt eine Zuordnung zur Gattung

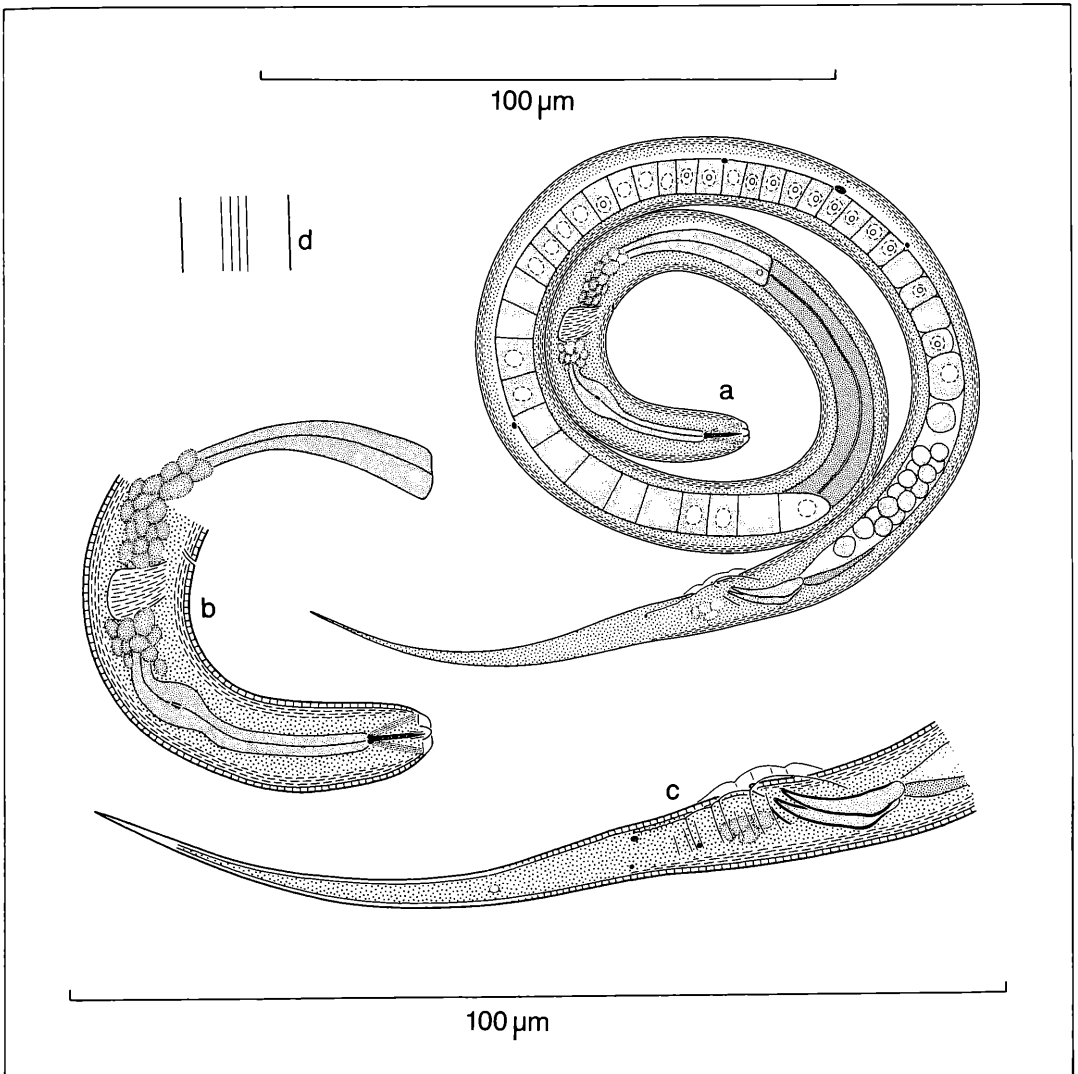


Abbildung 2. *Ditylenchus valkanovi* (ANDRASSY, 1958), Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.



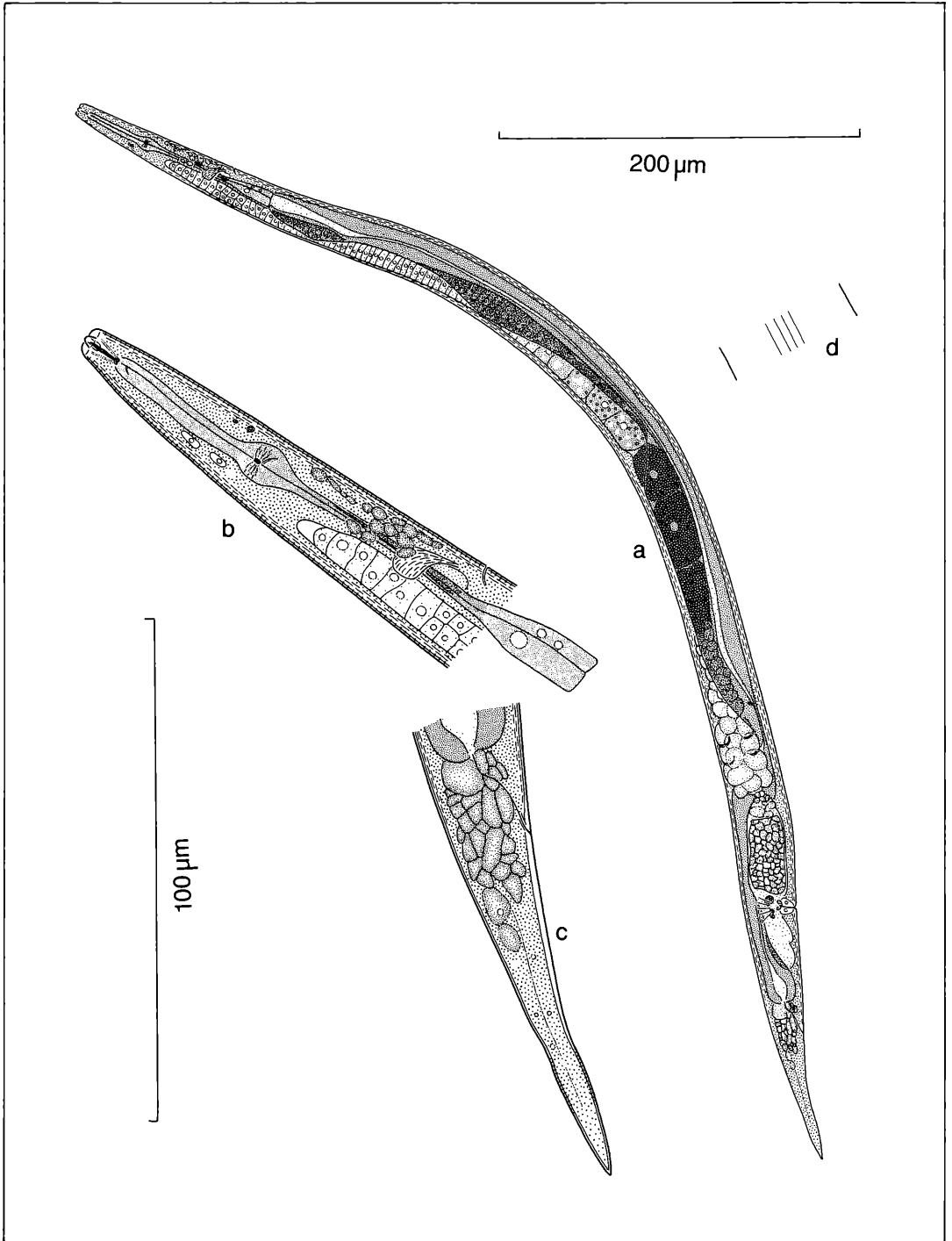


Abbildung 3. *Ditylenchus* aff. *nortoni* (ELMILIGY, 1971) BELLO & GERAERT, 1972, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

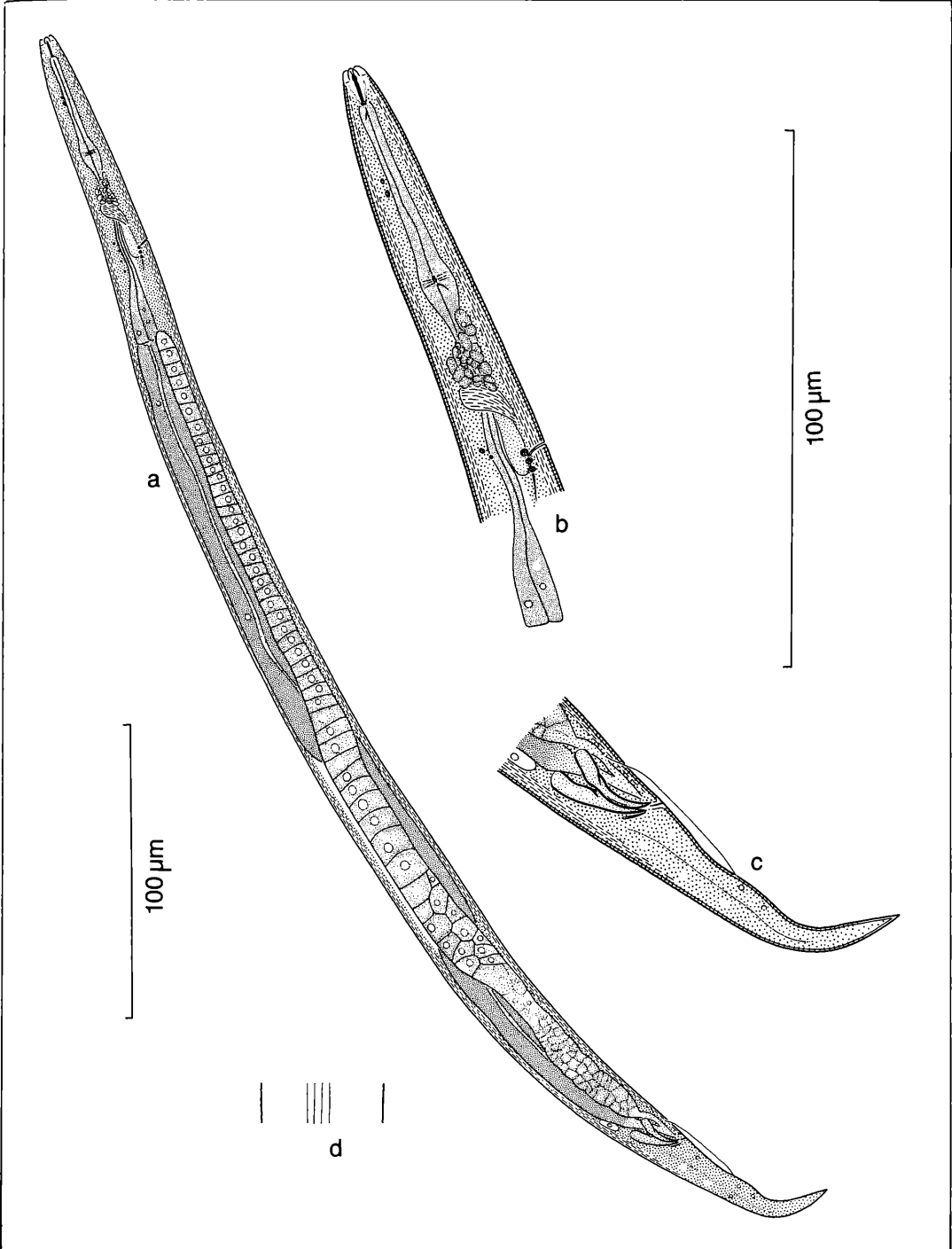


Abbildung 4. *Ditylenchus* aff. *nortoni* (ELMILIGY, 1971) BELLO & GERAERT, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

*Filenchus* nahe. Allerdings ist die Lippenregion (ANDRASSY 1958: Abb. 10b) mit den 6 getrennten Lippen nicht typisch für die Gattung *Filenchus*. BRZESKI (1968: 252) und RASKI & GERAERT (1987: 285) behandeln die Art als species inquirenda, da ohne Kenntnis der Weibchen eine Gattungszuordnung zweifelhaft bleibt. SIDDIQI (1986: 114) sieht die Art dagegen als echte *Filenchus*-Art an. Mit dem Fund der Weibchen ist nun eine sichere Gattungszuordnung möglich.

## 2.2 *Ditylenchus* aff. *nortoni* (ELMLIGY, 1971) BELLO & GERAERT, 1972 (Abb. 3 und 4)

♀: n = 18, L = 0,551–0,795 mm, a = 22,9–34,0, b = 6,1–9,6, c = 9,7–14,5, V = 77,0–82,2 %

♂: L = 0,504–0,689 mm, a = 21,0–34,4, b = 4,6–9,2, c = 7,9–11,1

Weibchen: Die Tiere sind mäßig groß und mäßig schlank. Der Körperdurchmesser beträgt 20–33 µm. Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, sie erscheint oft glatt, die Ringbreite beträgt um 1 µm. Das Seitenfeld ist 4–5,5 µm breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 5,5–6,5 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 7,5–9 µm lang und trägt kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 75–117 µm lang. Der Mittelbulbus hat Spindelform und besitzt einen Klappenapparat. Der Endbulbus ist flaschenförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 36,7–47,9 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn. Der Exkretionsporus ist 55–110 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 8,3–14,5 % der Gesamtlänge bzw. 59,2–97,1 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft rechtwinklig oder schwach schräg nach vorn in den Körper, ihre Länge beträgt etwa 1/3 der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 29–45 µm lang. Die Gonade ist prodelphisch, sie liegt rechts oder links des Darms. Sehr oft reicht sie bis über den Mittelbulbus des Ösophagus nach vorn, der distale Bereich ist gestreckt oder mit doppeltem Umschlag. Die Oozyten stehen überwiegend einzeilig, stellenweise auch zweizeilig. Der Schwanz ist 48–73 µm lang, keilförmig zugespitzt und trägt manchmal eine aufgesetzte Spitze. Die Schwanzlänge entspricht 64–100 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 3,9–5,6mal der analen Breite.

Männchen: Etwas kleiner als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 16–24 µm. Die Ringelung und das Seitenfeld sind wie beim Weibchen ausgebildet.

Der Kopf ist 5–5,5 µm breit, die Lippen deutlich getrennt. Der Stachel ist 7,5–8,5 µm lang und trägt kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 75–113 µm lang. Der Mittel- und Endbulbus sind wie beim Weibchen ausgebildet. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 38,1–44,9 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus liegt 46–87 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 6,7–15,5 % der Gesamtlänge bzw. 59,0–82,9 % der Ösophaguslänge.

Die Gonade liegt rechts oder links des Darms. Die Bursa erstreckt sich über 1/3 bis 1/2 der Schwanzlänge.

Die Spicula sind 20–25 µm lang, die Länge des Gubernakulum beträgt 5–7 µm. Der Schwanz ist 53–74 µm lang, dies entspricht 4,4–6,5 Analbreiten.

Die vorliegenden Tiere ähneln sehr stark *Ditylenchus nortoni*. Sie sind jedoch im Durchschnitt etwas kleiner und plumper. Zudem erstreckt sich bei ihnen die Gonade bei den Weibchen bis weit in den Ösophagusbereich. Die Zugehörigkeit zu *D. nortoni* ist daher nicht sicher. BELLO & GERAERT (1972) sprechen die Vermutung aus, daß *D. nortoni* und *D. intermedius* (DE MAN, 1880, FILIPJEV, 1936) möglicherweise identisch sind. Da jedoch Unterschiede zumindest in der Spicula- und Gubernakulumlänge bestehen, halte ich dies nicht für wahrscheinlich.

## 2.3 *Ditylenchus parvus* n. sp. (Abb. 5 und 6)

Typus ♀: L = 0,573 mm, a = 35,8, b = 5,9, c = 15,0, V = 73,7 %

♀: n = 9, L = 0,409–0,601 mm, a = 26,8–38,3, b = 5,4–6,7, c = 9,3–15,0, V = 72,5–76,6 %

♂: n = 12, L = 0,363–0,513 mm, a = 28,0–41,5, b = 4,2–5,8, c = 8,3–10,0

Weibchen: Die Tiere sind relativ klein und schlank. Der Körperdurchmesser beträgt 13–18 µm. Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, die Ringbreite beträgt etwa 1 µm. Das Seitenfeld ist 3–4 µm breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 4,5–5,5 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 8–9 µm lang und trägt deutliche Knöpfe. Der Ösophagus ist 61–96 µm lang. Der Mittelbulbus ist spindelförmig und besitzt einen Klappenapparat. Der Endbulbus ist spatel- bis flaschenförmig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 49,3–55,1 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 53–82 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 73,9–86,8 % der Ösophaguslänge bzw. 11,2–14,4 % der Gesamtlänge.

Die Vulvalippen sind nicht oder nur schwach prominent. Die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Ränder sind kutikularisiert, ihre Länge beträgt etwas mehr als 1/3 der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 25–38 µm lang, die Gonade prodelphisch. Sie liegt rechts oder links des Darms und erreicht nie das Ösophagusende. Die Oozyten stehen einzeilig.

Der Schwanz ist 38–45 µm lang, keilförmig und zugespitzt. Die Schwanzlänge entspricht 33–65 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 3,6–4,9mal der analen Breite.

Männchen: In Durchschnitt etwas kleiner und schlanker als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 11–14 µm. Die Kutikula und das Seitenfeld sind wie beim Weibchen ausgebildet.

Der Kopf ist 4–5 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 7,5–8 µm lang und trägt deutliche Knöpfe. Der Ösophagus ist 72–98 µm lang, Mittel- und Endbulbus sind wie beim Weibchen ausgebildet. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 44,3–53,9 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 50–76 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 12,3–16,3 % der Gesamtlänge bzw. 62,9–87,6 % der Ösophaguslänge.

Die Gonade liegt rechts oder links des Darms. Die Bursa erstreckt sich etwa über die halbe Schwanzlänge. Die Spicula sind 12–14,5 µm lang, die Länge des Gubernakulum beträgt 4–5 µm. Der Schwanz ist etwas schlanker als beim Weibchen, 40–53 µm lang, dies entspricht 4,7–6,3 Analbreiten.

Diagnose: Eine kleine, schlanke *Ditylenchus*-Art mit keilförmigem Schwanz, einem langen Uterussack beim Weibchen und einer Bursa, die sich über etwa die halbe Schwanzlänge erstreckt, Spicula von 12–14,5 µm beim Männchen.

*D. parvus* unterscheidet sich von *D. ausafi* HUSAIN & KHAN, 1967 durch den kürzeren Stachel, die längere Bursa und das kürzere Gubernakulum, von *D. brevicauda* (MICOLETZKY, 1925) FILIPJEV, 1936 durch den längeren Uterussack, die etwas abweichende Vulvoposition, die längeren Spicula, von *D. elongatus* (HUSAIN & KHAN, 1974) SIDDIQI, 1986 durch die etwas abweichende Vulvoposition, den plumperen Schwanz, die längere Bursa und die undeutliche Ringelung, von *D. medicaginis* WASILEWSKA, 1965 durch die Größe, die 4 Linien im Seitenfeld und die kürzeren Spicula, von *D. minutus* HUSAIN & KHAN, 1967 durch den schlankeren und im Schnitt größeren Körper sowie die längeren Spicula, von *D. nanus* SIDDIQI, 1963 durch den längeren Stachel, den relativ längeren und zugespitzten Schwanz, den nicht abgesetzten Kopf und die kürzere Bursa sowie von *D. protensus* BRZESKI, 1983 durch die geringere Körpergröße, den längeren Stachel und den plumperen Schwanz.

Typus: Nr. QHA-F 579, 21, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

#### 2.4 *Ditylenchus elegans* n. sp. (Abb. 7 und 8)

Typus ♀: L = 1,104 mm, a = 44,2, b = 9,0, c = 7,6, V = 71,0 %

♀♀: n = 7, L = 1,031–1,366 mm, a = 43,3–62,1, b = 8,2–13,1, c = 7,6–10,9, V = 71,0–77,1 %.

♂♂ n = 3, L = 0,722–0,850 mm, a = 47,6–56,7, b = 6,7–7,8, c = 6,5–7,5.

Weibchen: Die Tiere sind groß und sehr schlank. Der Körperdurchmesser beträgt 21–30 µm. Die Kutikula ist unscheinbar geringelt, sie erscheint oft glatt, die Ringelbreite beträgt etwa 1 µm. Das Seitenfeld ist 6 µm breit mit 6 Linien.

Der Kopf ist 5–6 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 7–9 µm lang und hat kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 104–137 µm lang, der Mittelbulbus spindelförmig und besitzt einen Klappenapparat. Der Endbulbus ist flaschenförmig bis dreieckig. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 40,0–45,8 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 82–103 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 6,7–9,4 % der Gesamtlänge bzw. 66,6–82,1 % der Ösophaguslänge.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Länge beträgt etwa 1/3 der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 35–74 µm lang. Die Gonade ist prodelphisch, sie liegt rechts oder links des Darms und erreicht nie das Ösophagusende. Die Oozyten stehen in der Regel einzellig, die Spermathek ist länglich.

Der Schwanz ist 111–149 µm lang und läuft in eine haarfeine Spitze aus. Die Schwanzlänge entspricht 67–94 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,2–11,3mal der analen Breite.

Männchen: Bedeutend kleiner als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 15–16 µm. Die Kutikula und das Seitenfeld sind wie beim Weibchen ausgebildet.

Der Kopf ist 4,5 µm breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 6,5–7,5 µm lang und besitzt kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 108–111 µm lang. Der Mittel- und Endbulbus entspricht dem der Weibchen. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 42,7–51,8 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 83 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 10,9–11,5 % der Gesamtlänge bzw. 74,8–76,9 % der Ösophaguslänge.

Die Gonade liegt links oder rechts des Darms. Die Bursa ist adanal, 28–37 µm lang. Die Spicula sind 16–17,5 µm lang, die Länge des Gubernakulum beträgt 4 µm. Die Schwanzform entspricht der der Weibchen. Der Schwanz ist 101–123 µm lang, dies entspricht 9,3–12,5 Analbreiten.

Diagnose: Eine große und schlanke *Ditylenchus*-Art mit haarfein ausgezogenem Schwanz und 6 Linien im Seitenfeld sowie einer adanalen Bursa beim Männchen.

In der Ausbildung der kurzen Bursa erinnert die Art an *D. longimatrixalis* (KAZACHENKO, 1975) BRZESKI, 1983, *D. sibiricus* GERMAN, 1969 und *D. solani* HUSAIN & KHAN, 1976. Sie unterscheidet sich von allen diesen Arten durch die Anzahl der Linien im Seitenfeld. Zudem unterscheidet sich die Art von *D. longimatrixalis* durch die Körpergröße, die längeren Spicula und das längere Gubernakulum sowie durch ein breiteres Seitenfeld, von *D. sibiricus* durch die größeren Weibchen, den in beiden Geschlechtern schlankeren Körper sowie die längeren Spicula und das längere Gubernakulum. Im Vergleich zu *D. solani* ist der Schwanz schlanker, der Stachel, die Spicula und das Gubernakulum sind kürzer.

Typus: Nr. QHA-F 180,6, Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

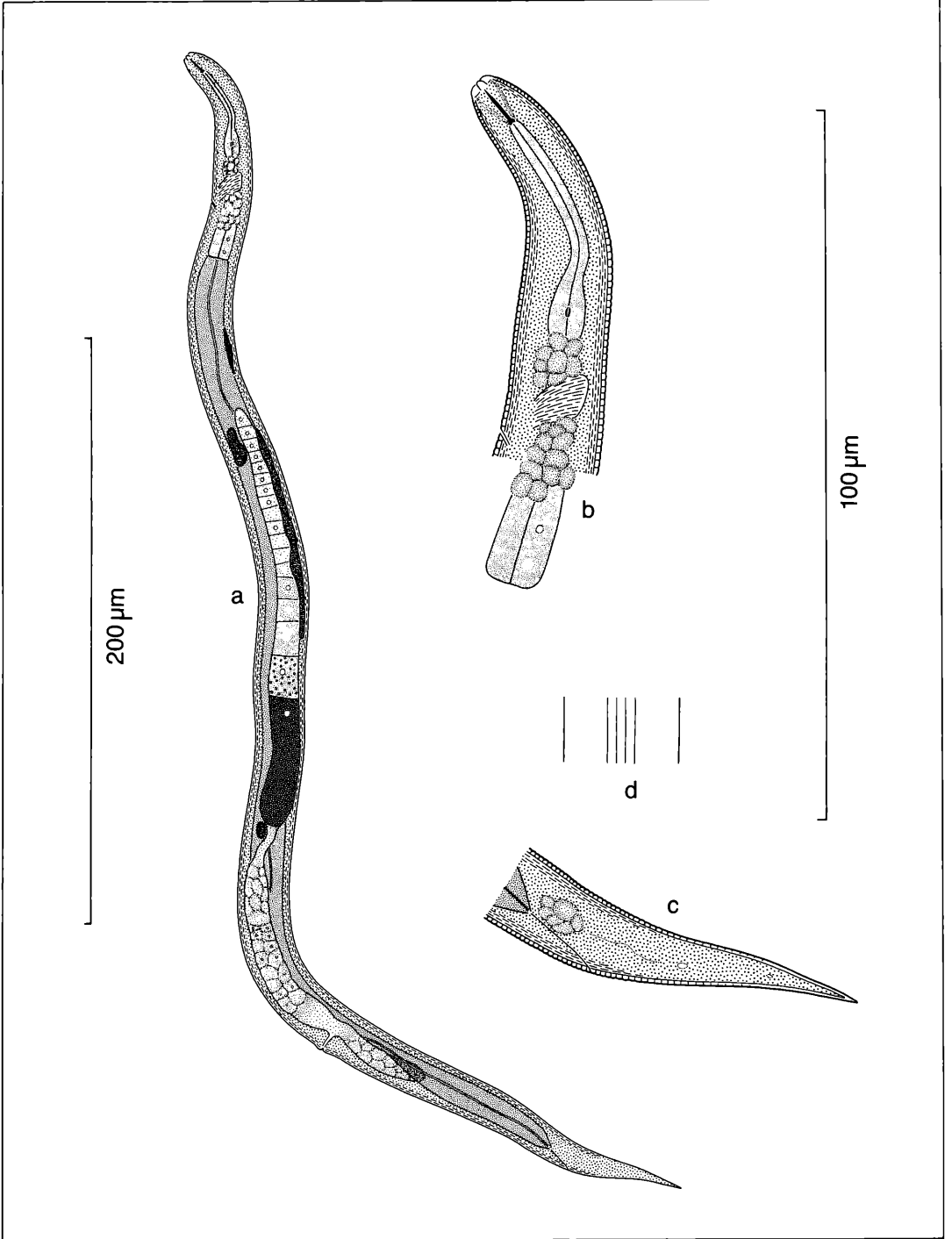


Abbildung 5. *Ditylenchus parvus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

3. Gattung *Pseudhalenchus* TARJAN, 19583.1 *Pseudhalenchus insolitus* MUKHINA & MOROCHOVEC, 1985 (Abb. 9–11)

♀♀: n = 9, L = 0,430–0,589 mm, a = 27,8–36,8, b (bis Darmbeginn) = 4,8–6,7, b' (bis Ende Drüsenlappen) =

3,1–3,7, c = 8,1–10,6, V = 74,3–77,4 %

♂: n = 1, L = 0,402 mm, a = 36,5, b = 4,3, b' = 2,7, c = 9,6

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), Laubstreu.

♀♀: n = 13, L = 0,394–0,498 mm, a = 31,1–45,9, b =

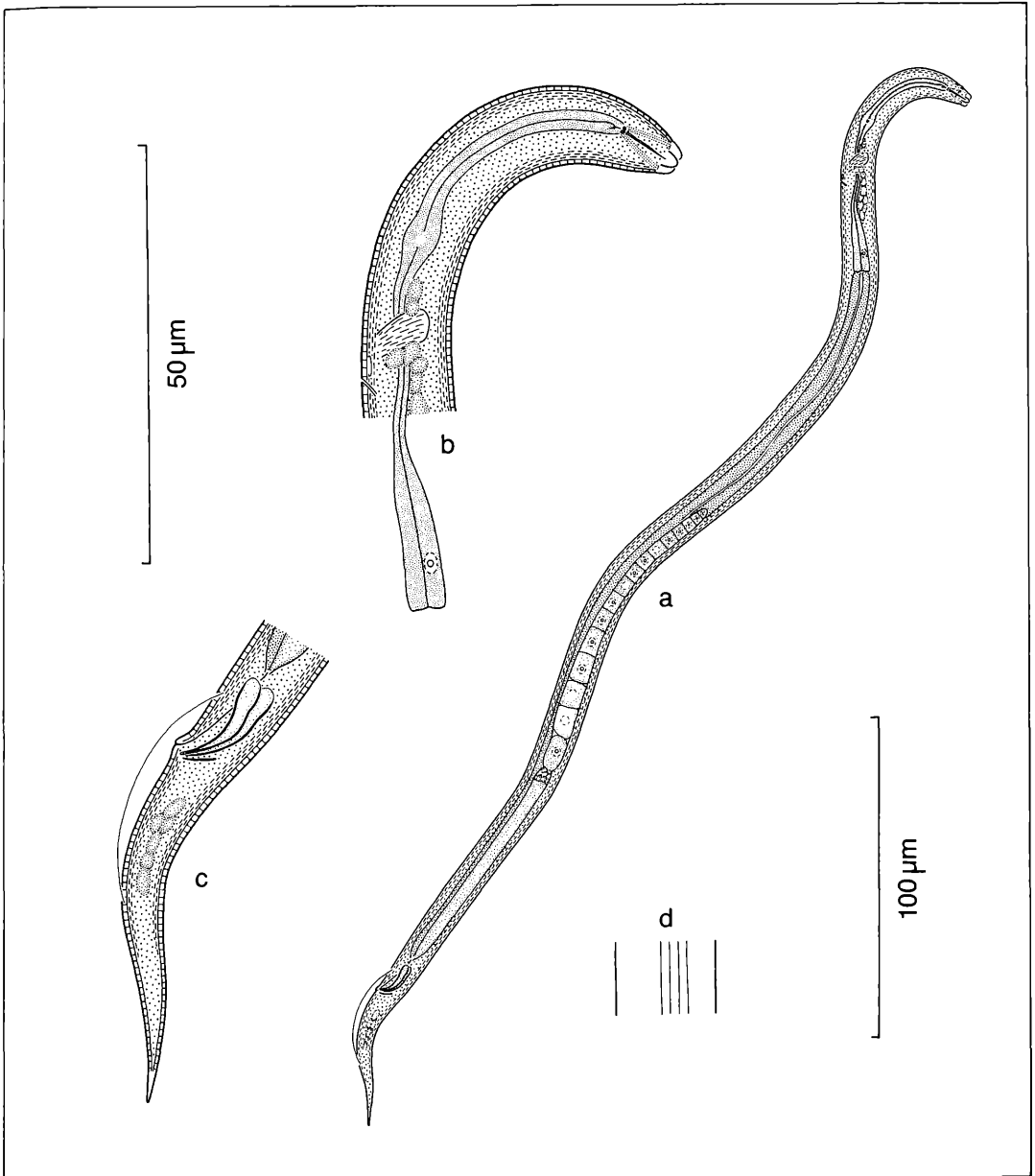


Abbildung 6. *Ditylenchus parvus* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

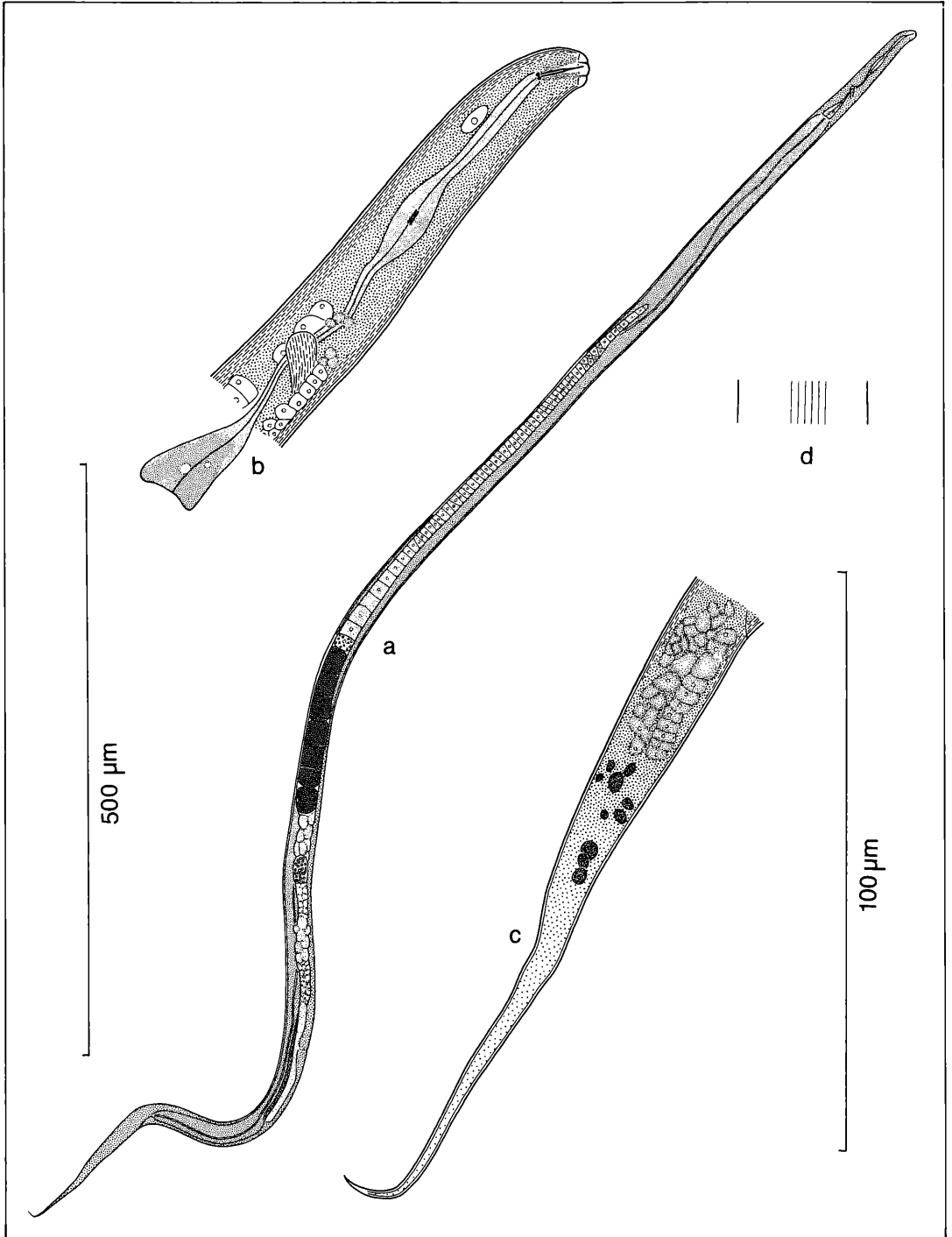


Abbildung 7. *Ditylenchus elegans* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

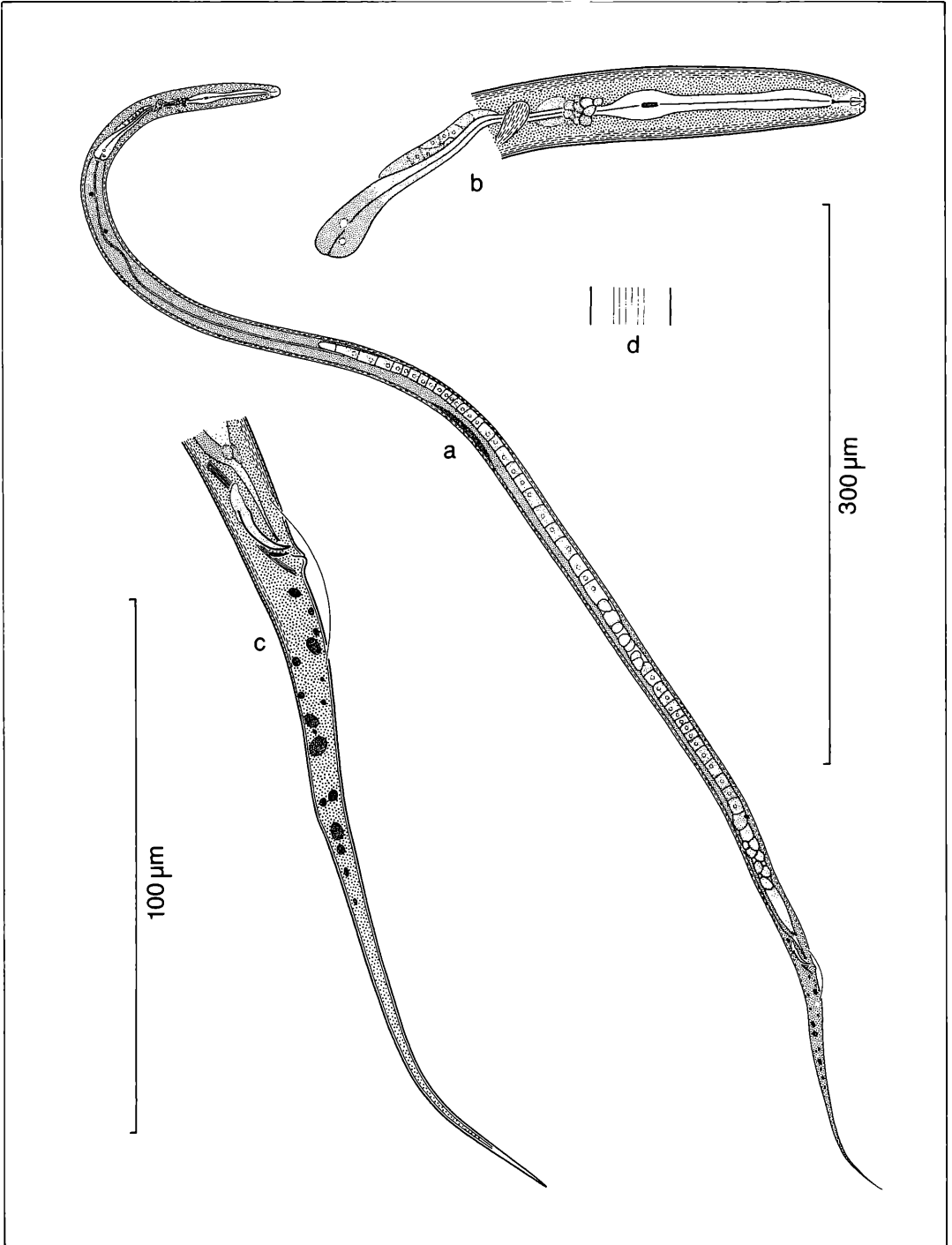


Abbildung 8. *Ditylenchus elegans* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.



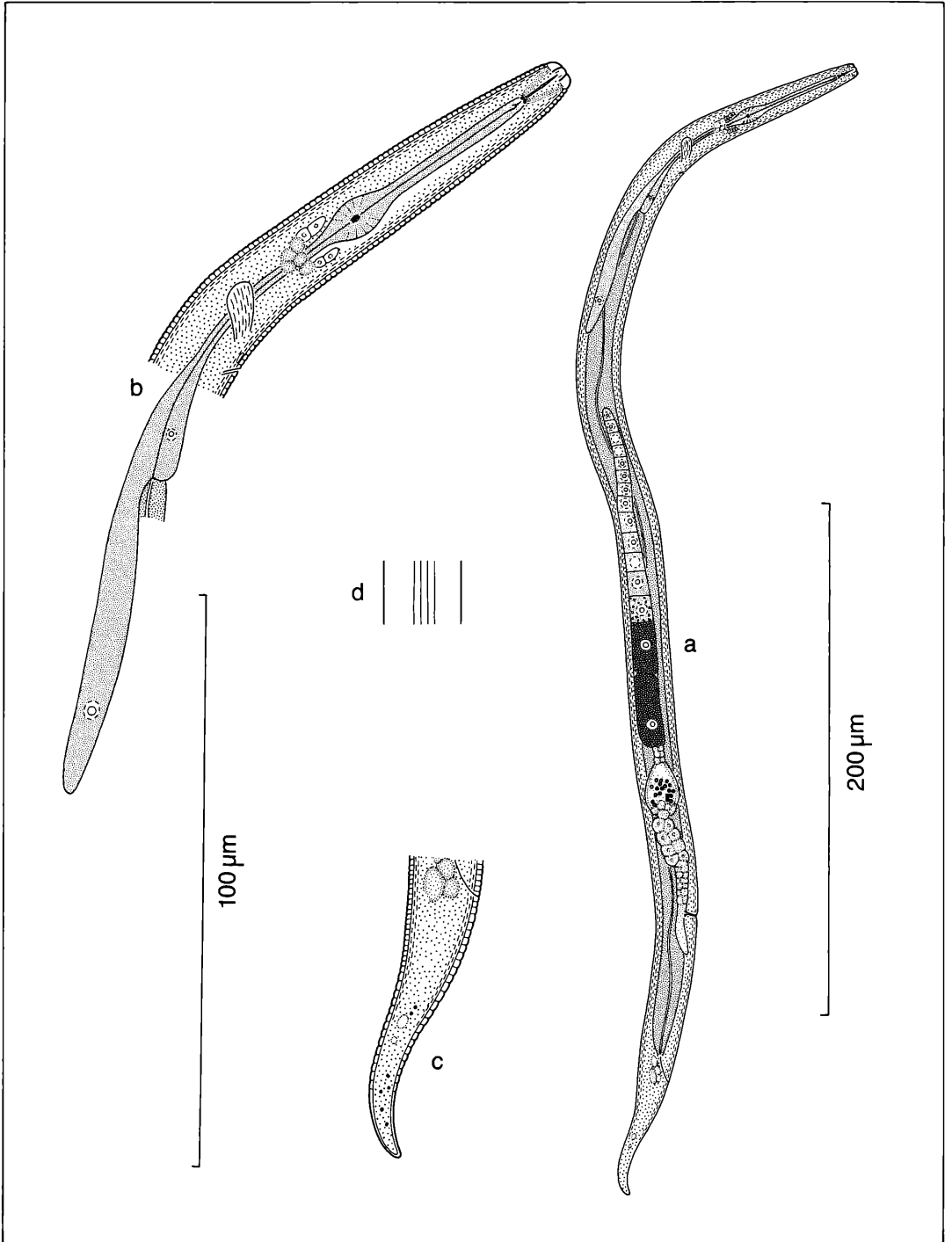


Abbildung 9. *Pseudhalenchus insolitus* MUKHINA & MOROCHOVEC, 1985, Weibchen aus Schluttenbach mit dorsalem Drüsenlappen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

4,5–6,8,  $b' = 2,9–3,7$ ,  $c = 8,8–10,4$ ,  $V = 73,6–76,2\%$   
 Finnland, Lapp's Hell (Pahasaivo), Moos, 29. 7. 1985.

♀:  $n = 15$ ,  $L = 0,425–0,568$  mm,  $a = 28,3–44,4$ ,  $b = 4,4–6,1$ ,  $b' = 2,8–3,5$ ,  $c = 7,5–10,7$ ,  $V = 72,2–76,5\%$   
 ♂♂  $n = 2$ ,  $L = 0,410–0,488$  mm,  $a = 32,5–37,3$ ,  $b = 4,7–5,0$ ,  $b' = 3,1–5,0$ ,  $c = 8,2–9,8$

Finnland, Kutuniva bei Muonio am Jerisvärvi, Gras und Moos, 28. 7. 1985.

Weibchen: Die Tiere sind mäßig groß und relativ schlank. Der Körperdurchmesser beträgt 10–18  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist fein geringelt, die Ringelbreite beträgt 1–

1,3  $\mu\text{m}$ . Das Seitenfeld ist 3–4  $\mu\text{m}$  breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 5–6  $\mu\text{m}$  breit, die Lippen sind deutlich getrennt, eine schwache Ringelung ist erkennbar. Der Stachel ist 7–9  $\mu\text{m}$  lang und deutlich geknöpft. Die Ösophaguslänge beträgt bis zum Darmbeginn 68–106  $\mu\text{m}$ , bis zum Ende des Drüsenlappens 131–173  $\mu\text{m}$ . Die Ösophagusregion ist variabel, der Drüsenlappen kann dorsal, ventral oder lateral liegen. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 47,1–67,9 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn bzw. 29,0–40,6 % der Strecke Vor-

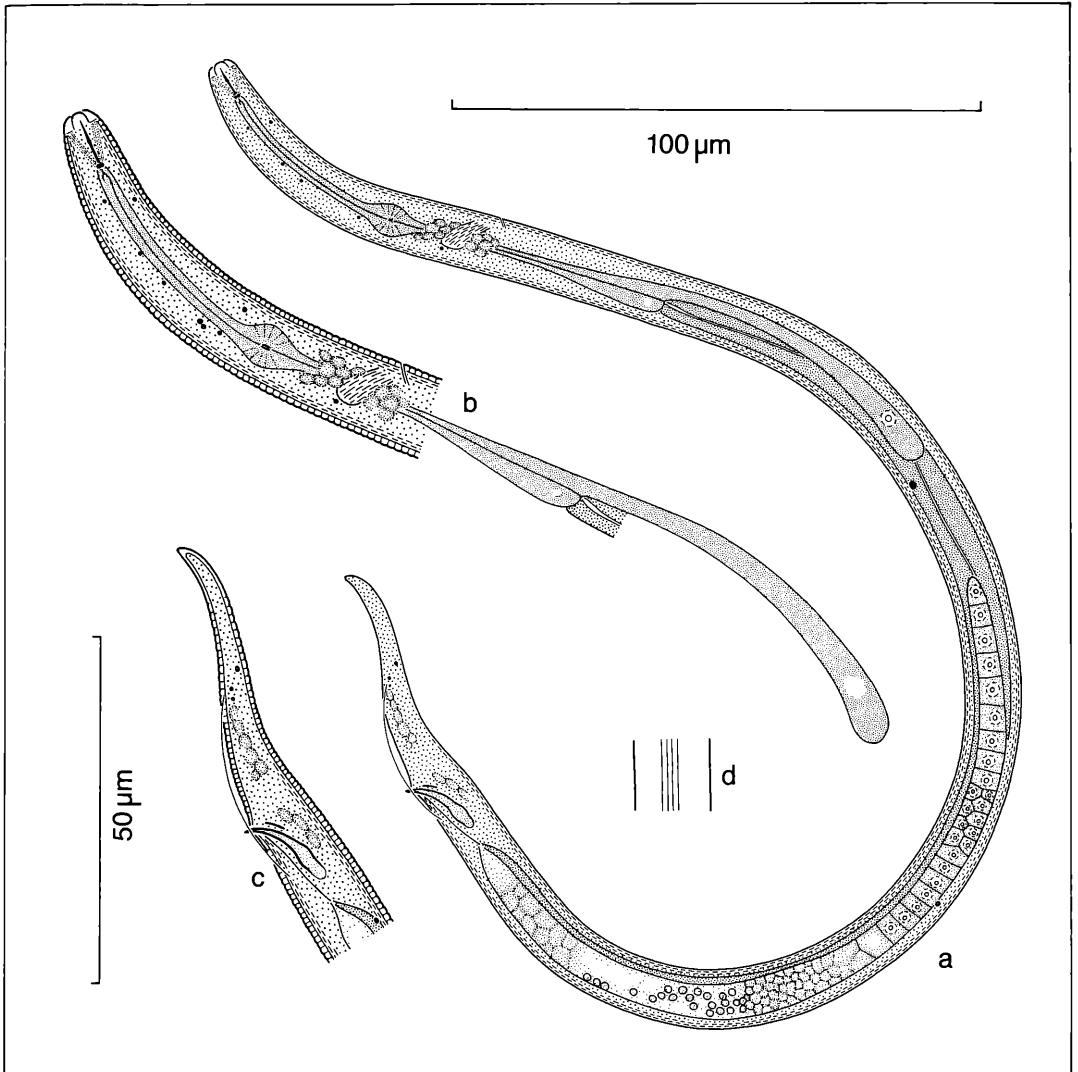


Abbildung 10. *Pseudhalenhus insolitus* MUKHINA & MOROCHOVEC, 1985, Männchen aus Schluttenbach mit ventralem Drüsenlappen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

derende–distales Ende des Drüsenlappens. Der Exkretionsporus ist 52–87  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 10,6–17,0 % der Körperlänge bzw. 59,0–104,1 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Die Vulvalippen sind nicht prominent, die Vagina läuft schwach bis deutlich schräg nach vorn, ihre Länge beträgt etwa  $\frac{1}{3}$  der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist bei jüngeren Tieren 6–12  $\mu\text{m}$ , bei den drei größten Tieren der Population Schluttenbach 17–20  $\mu\text{m}$  lang. Die Gonade ist prodelfisch, sie liegt

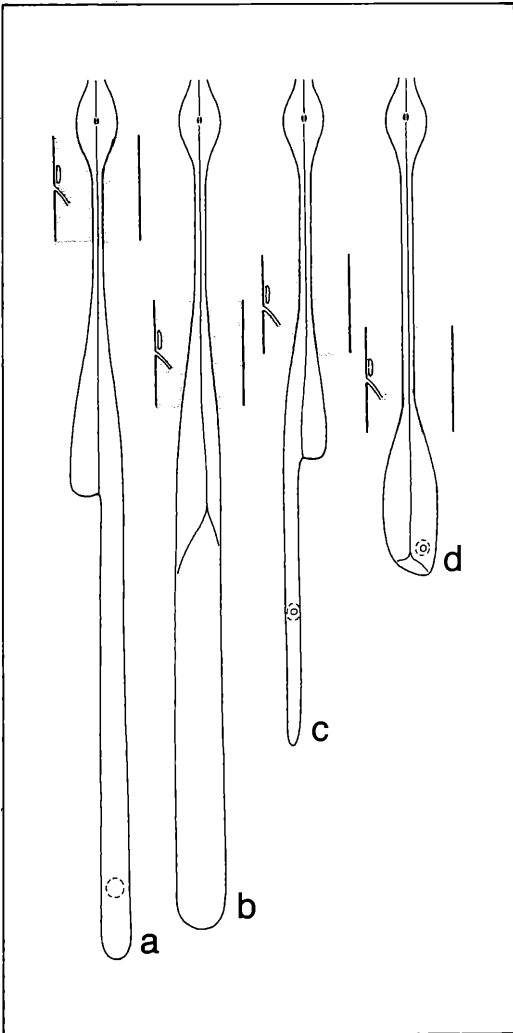


Abbildung 11. Variabilität des Ösophagus bei *Pseudhalenchen insolitus*, Population Kutuniva: a) dorsale Überlappung, b) laterale Überlappung, c) ventrale Überlappung mit beginnender Reduktion, d) völlige Reduktion des Drüsenlappens.

rechts oder links des Darms und ist relativ kurz. Die Oozyten stehen in der Regel einzeilig, die Spermathek ist oval bis birnenförmig und enthält Spermien.

Der Schwanz ist 43–65  $\mu\text{m}$  lang, sein Ende ist gerundet oder zugespitzt, die Ringelung des mittleren Schwanzbereichs ist deutlich größer. Die Schwanzlänge entspricht 64–91 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 4,2–6,2mal der analen Breite.

Männchen: Im Durchschnitt etwas kleiner als die Weibchen. Der Körperdurchmesser beträgt 11–15  $\mu\text{m}$ . Der Kopf ist wie beim Weibchen gestaltet, der Stachel ist 8–9,5  $\mu\text{m}$  lang. Die Ösophagusregion ist noch variabler als beim Weibchen. Nur bei dem Männchen aus Schluttenbach ist der Drüsenlappen kräftig ausgebildet, bei einem Männchen aus Kutuniva ist dieser sehr schmal und bei dem zweiten Männchen fehlt er. Letzteres ist dadurch dem Männchen von *Tylenchus sandneri* WASILEWSKA, 1965 äußerst ähnlich und unterscheidet sich nur durch die geringfügig längeren Spicula. Ein direkter Vergleich der beiden Arten war leider nicht möglich, da das Typusmaterial von *T. sandneri* in sehr schlechtem Zustand ist (WASILEWSKA, briefl. Mitt.).

Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 46,8–56,0 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 63–78  $\mu\text{m}$  vom Vorderende entfernt, dies entspricht 67,0–79,6 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn bzw. 15,7–16,3 % der Gesamtlänge.

Die Gonade liegt links oder rechts des Darms, die Bursa erstreckt sich fast bis zur Schwanzmitte. Die Spicula sind 13,5–15  $\mu\text{m}$  lang, die Länge des Gubernakulums beträgt 3,5  $\mu\text{m}$ . Der Schwanz ist 42–50  $\mu\text{m}$  lang, dies entspricht 4,6–5,0 Analbreiten.

Bei anderen *Pseudhalenchen*-Arten liegt ebenfalls eine variable Ösophagusregion vor (GERAERT & KHEIRI 1970). Allerdings wurde bisher bei keiner anderen Art die völlige Reduktion des Drüsenlappens beobachtet.

Trotz weitgehender Übereinstimmung können *P. insolitus* und *P. minutus* TARJAN, 1958 nicht synonymisiert werden. In der individuellen Körpergröße und im Schlankheitsgrad gibt es zwar Überschneidungen, *P. insolitus* ist jedoch im Durchschnitt größer. Zudem ist das Seitenfeld von *P. minutus* mit 6  $\mu\text{m}$  breiter und die Spicula mit 11,9–13,5  $\mu\text{m}$  etwas kürzer.

#### 4. Gattung *Nothotylenchus* THORNE, 1941

##### 4.1 *Nothotylenchus thornei* ANDRASSY, 1958 (Abb. 12)

♀: n = 1, L = 0,500 mm, a = 45,5, b = 5,1, c = 10,6, V = 74,0 %

Das Tier ist mäßig groß. Der Körperdurchmesser beträgt 11  $\mu\text{m}$ . Die Kutikula ist geringelt, die Ringelbreite beträgt 0,9  $\mu\text{m}$ . Das Seitenfeld ist 4,5  $\mu\text{m}$  breit und weist 4 Linien auf.

Der Kopf ist 4  $\mu\text{m}$  breit, die Lippen sind deutlich getrennt. Der Stachel ist 8  $\mu\text{m}$  lang und trägt kleine Knöpfe. Der Ösophagus ist 97  $\mu\text{m}$  lang, der Mittelbulbus spindel-

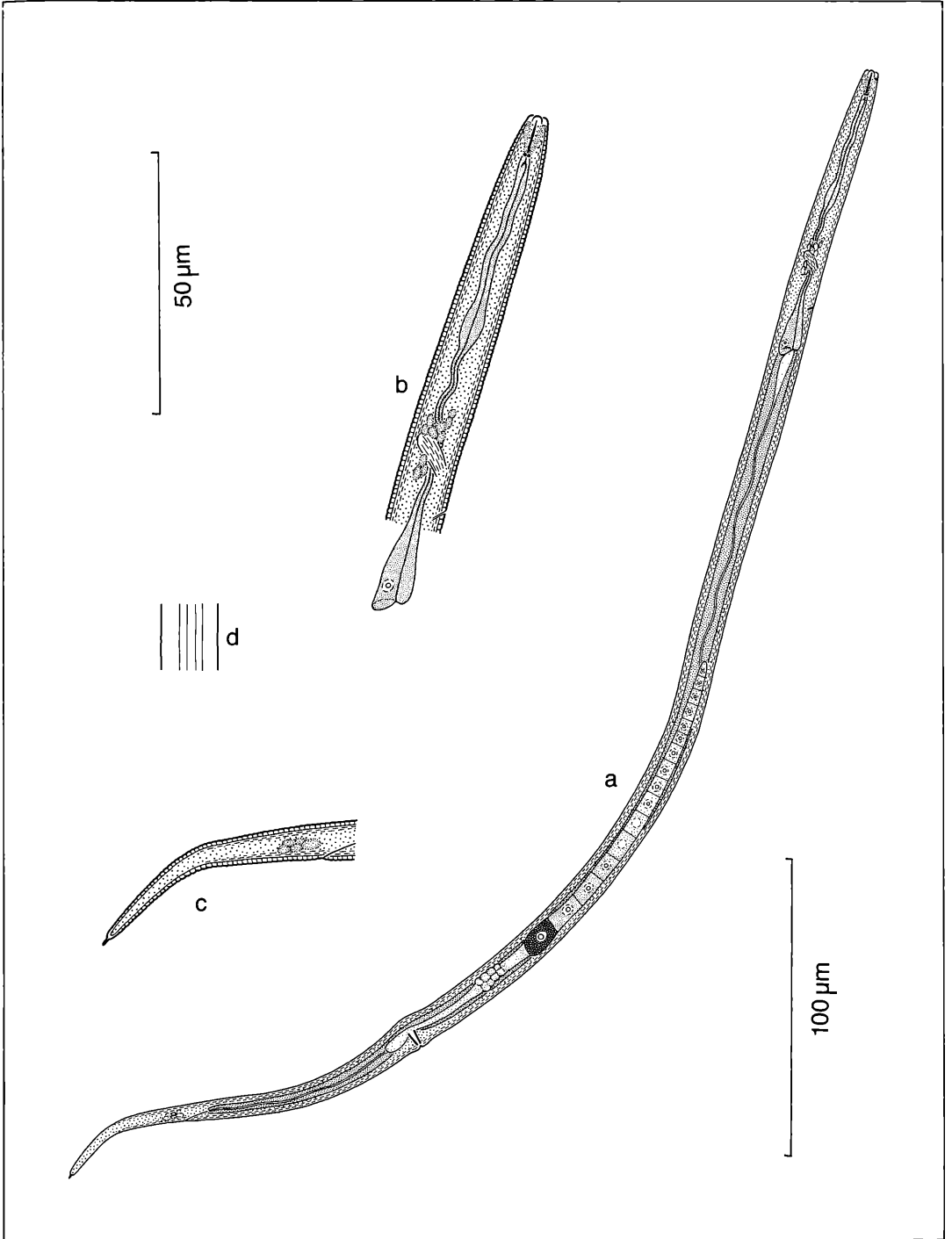


Abbildung 12. *Nothotylenchus thornei* ANDRASSY, 1958, Weibchen: a) Habitus, b) Ösophagusbereich, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

förmig. Er besitzt keinen Klappenapparat. Der Endbulbus ist spatelförmig und überlappt dorsal den Darm etwas. Der Hinterrand des Mittelbulbus liegt auf 48,3 % der Strecke Vorderende–Darmbeginn.

Der Exkretionsporus ist 80 µm vom Vorderende entfernt, dies entspricht 16 % der Gesamtlänge bzw. 82,5 % der Ösophaguslänge.

Der Körper ist im Vulvabereich verdickt. Die Vulvalippen sind prominent, die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper, ihre Wände sind stark kutikularisiert. Die Länge der Vagina beträgt etwa 60 % der korrespondierenden Körperbreite. Der Uterussack ist 11 µm lang, die Gonade prodelphisch, beim vorliegenden Tier liegt sie rechts des Darms und ist relativ kurz. Die Oozyten stehen einzellig.

Der Schwanz ist 47 µm lang, sein Ende gerundet mit aufgesetzter Spitze, die Schwanzlänge entspricht 56 % der Strecke Vulva–Anus bzw. 7,6mal der analen Breite.

Das vorliegende Tier stimmt mit der Beschreibung ANDRASSY's sehr gut überein. Geringe Unterschiede bestehen im Vulvabereich. So ist beim vorliegenden Tier der Körper nicht ventral ausgebaucht, dafür sind deutliche Vulvalippen ausgebildet. Die Vagina läuft rechtwinklig in den Körper und ist nicht wie beim Typus nach vorn gebogen.

## 5. Literatur

- ANDRASSY, I. (1958): Erd- und Süßwassernematoden aus Bulgarien. – Acta Zool. Hung., **4**: 1–88; Budapest.
- BELLO, A. & GERAERT, E. (1972): Redescription of eight species belonging to the superfamily Tylenchoidea (Nematoda: Tylenchida). – Nematologica, **18**: 190–200; Leiden.
- BRZESKI, M. W. (1968): Plant parasitic nematodes associated with cabbage in Poland. 1. Systematic studies. – Ann. Zool., **26**: 249–279; Warschau.
- BRZESKI, M. W. (1983): Three new species of *Ditylenchus* FILIPJEV, 1936, and comments on *Basiroides longimatricalis* KAZACHENKO, 1975 (Nematoda: Anguinidae). – Nematologica, **29**: 380–389; Leiden.
- ELMILIGY, I. A. (1971): Two new species of Tylenchidae, *Basiroides nortoni* n. sp. and *Tylenchus hagneri* n. sp. (Nematoda: Tylenchida). – J. Nematol., **3**: 108–112; DeLeon Springs.
- FILIPJEV, I. N. (1936): On the classification of the Tylenchinae. – Proc. Helminth. Soc. Wash., **3**: 80–82; Washington.
- GERAERT, E. & KHEIRI, A. (1970): The female gonads and the oesophageal structure in the genus *Pseudhalenchus* (Nematoda: Tylenchida). – Nematologica, **16**: 197–202; Leiden.
- GERMAN E. V. (1969): Novyi vid steblevoi nematody. – Vest. sel'skokhoz. Nauki, **12**: 83–85; Alma Ata.
- HUSAIN, S. I. & KHAN, A. M. (1967): A new subfamily, a new subgenus and eight new species of nematodes from India belonging to superfamily Tylenchoidea. – Proc. Helminth. Soc. Wash., **34**: 175–186; Washington.
- HUSAIN, S. I. & KHAN, A. M. (1974): Three new species of neotylenchid nematodes from North India. – Indian J. Nematol., **4**: 81–87; New Delhi.
- HUSAIN, S. I. & KHAN, A. M. (1976): Four new tylenchid nematodes from North India. – Indian J. Nematol., **5**: 49–55; New Delhi.
- KAZACHENKO, I. P. (1975): Novye vidy nematod semejstva Tylenchidae ÖRLEY, 1880 iz podstilki elovykh lesov. – Trudy biol.-pochvenn. Inst. N. S., **26**: 178–186; Vladivostok.
- LEHMAN, P. S. (1979): Seed an leaf gall nematodes of the genus *Anguina* occurring in North America. – Nematology Circular, **55**; Gainesville.
- MAN, J. G. DE (1980): Die einheimischen frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. – Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen., **5**: 1–104; s'Gravenhage.
- MEYL, A. H. (1960): Die freilebenden Erd- und Süßwassernematoden. – In: BROHMER, P.; EHRMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, **1**, Lief. 5 a: 1–164; Leipzig (Quelle & Meyer).
- MICOLETZKY, H. (1925): Die freilebenden Süßwasser- und Moornematoden Dänemarks nebst Anhang über Amöbosporidae und andere Parasiten bei freilebenden Nematoden. – D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., **8**. Ser. 10: 57–310; Kopenhagen.
- MUKHINA, T. I. & MOROCHOVEC, V. I. (1985): Novyi vid nematod semejstva Anguinidae. – Zool. Zh., **64**: 1259–1262; Moskau.
- RASKI, D. J. & GERAERT, E. (1987): Review of the genus *Filenchus* ANDRASSY, 1954 and descriptions of six new species (Nemata: Tylenchidae). Nematologica, **32**: 265–311; Leiden.
- SIDDIQI, M. R. (1963): Four new species in the subfamily Tylenchinae (Nematoda) from North India. – Z. f. Parasitenk., **23**: 397–404; Berlin.
- SIDDIQI, M. R. (1986): Tylenchida. Parasites of plants and insects. – 645 S.; Slough (Commonwealth Agricultural Bureau).
- TARJAN, A. C. (1958): A new genus, *Pseudhalenchus* (Tylenchinae: Nematoda), with descriptions of two new species. – Proc. Helminth. Soc. Wash., **25**: 20–25; Washington.
- WASILEWSKA, L. (1965): *Tylenchus sandneri* sp. n., a new nematode from Poland (Nematoda, Tylenchidae). – Bull. Acad. pol. Sci., **13**: 87–89; Warschau.
- WASILEWSKA, L. (1965): *Ditylenchus medicaginis* sp. n., a new parasitic nematode from Poland (Nematoda: Tylenchidae). – Bull. Acad. pol. Sci., **13**: 167–170; Warschau.

CLEMENS HEYNEN

# Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

## 11. Die Dipterenlarven

### Kurzfassung

In der Streuschicht eines Sauerhumusbuchenwaldes des Ettlinger Stadtwaldes (Karlsruhe, BRD) wurden über einen Zeitraum von 9 Jahren (1977–1985) die Dipterenlarven untersucht. Insgesamt konnten 19 Familien nachgewiesen werden mit einer mittleren Abundanz der gesamten Dipterenlarven von 700–1900 Ind./sm<sup>2</sup>. Die Populationsdynamik der einzelnen Familien war sehr differenziert, doch zeigten alle Familien mehr oder weniger starke Fluktuationen. Besonders waren die Sciaridae an einer Larven-Gradation Anfang 1977 und Ende 1982 beteiligt. Es wird der Versuch unternommen, Temperatur- und Niederschlagswerte im Bestand mit der Larvendichte in Beziehung zu setzen. Trotz gewisser Parallelitäten sind keine direkten Korrelationen nachzuweisen, doch immerhin lassen sich Tendenzen im Verhalten der Populationen gegenüber diesen abiotischen Faktoren herausstellen. Die Dominanz liefert ein weiteres Merkmal über die Struktur der Larvenzönose; im Durchschnitt dominant und stetig wurden die Sciariden und Cecidomyiiden, subdominant die Tipulidae, Chironomidae, Scatopsidae, Rhagionidae, Dolichopodidae/Empididae, Lauxaniidae und die restlichen Brachycera und rezedent die restlichen Nematocera im Boden angetroffen. Alle Ergebnisse werden diskutiert und anschließend ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten gegeben.

### Abstract

#### Studies on the biology of a beech wood soil

##### 11. The Diptera larvae

Over a period of 9 years from 1977 to 1985 and as a part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil“, the ecology of larval Diptera in the organic soil layer (moder) was investigated. Data are based on hand sorting of square samples and on Berlese-Tullgren funnel extraction. The methods applied are discussed. Nineteen families of Diptera were found in the larval stage with an average abundance of 700–1900 Ind./m<sup>2</sup> for all families. As the most abundant and dominant family the Sciaridae showed very high numbers of individuals for a few months in the winters of 1977 and 1982 with 5800–6835 Ind./m<sup>2</sup> and 5820 Ind./m<sup>2</sup> respectively.

All other families like the Cecidomyiidae, Tipulidae, Scatopsidae, Chironomidae, Rhagionidae and Lauxaniidae are also able to have great differences in abundance in the litter. In Tipulidae, *T. scripta* and *T. nubeculosa* occurred as the most dominant species in this family with 27 to 97 per cent over the period 1977–1985.

The results obtained reveal, that there was no direct influence of abiotic factors like rainfall and temperature to the abundance of fly larvae. Nevertheless, a very cold and wet spring and a hot and dry summer in 1983 had a great effect on the density and suppressed the development of all fly larvae. The main facts are discussed in detail.

### Autor

Dr. CLEMENS HEYNEN, Institut für Biologie III der Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 28, D-7400 Tübingen.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 10.: Carolinea, 45: 135–146 (1987).

### 1. Einleitung

Im Rahmen eines Forschungsprogramms zur Bearbeitung der Struktur und Leistung der Bodenfauna eines Buchenwaldes (BECK 1978, 1983) wird von der bodenzoologischen Arbeitsgruppe der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe seit Anfang 1977 die gesamte Makro- und Mesofauna des Bodens erfaßt. Terricole Dipterenlarven, mit einigen Familien sicher als Teil des Saprophagen-Nahrungsnetzes maßgeblich am Abbau der Laubstreu beteiligt (DUNGER 1983, HEALEY & RUSSELL-SMITH 1971), sind zwar regelmäßig Gegenstand ökologischer Arbeiten, doch auf Grund schwieriger bzw. nicht möglicher Determination der Larven und zu kurzfristiger Forschungsansätze stellen langjährige Populationsuntersuchungen (z. B. KENDEIGH 1979) eher eine Ausnahme dar. Dipterenlarven sind im Vergleich zu den Imagines noch sehr ungenügend bekannt; nach TESKEY (1981) sind bei den Muscomorpha der nearktischen Region weniger als 5 % ausreichend beschrieben, für die Palaearktis ist nach HENNIG (1948, S. 51–63) dieser Wert nicht viel höher. Die vorliegenden Ergebnisse über den Bestand und die Populationsdynamik der Dipterenlarven soll als Einstieg gesehen werden, Kenntnisse über die Biologie und Ökologie dieser Gruppe zu erhalten, um letztlich zum Verständnis ihrer Funktion und Leistung im System Boden beizutragen.

### 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Die Untersuchungsfläche liegt in einem Sauerhumusbuchenwald (Luzulo-Fagetum) 15 km südlich von Karlsruhe im Stadtwald Ettlingen, am Westabhang des Nordschwarzwaldes in einer Höhe zwischen 310–340 m ü. NN. Bodenkundlich handelt es sich um eine oligotrophe (saure, basenarme) Braunerde auf mittlerem Buntsandstein mit pH(CaCl<sub>2</sub>)-Werten im Mineralboden zwischen 3,1 und 4,2 bzw pH (H<sub>2</sub>O)-Werten in der Streuauflage von 3,6–4,6. Entsprechend dem herrschenden Bodentyp ist die organische Bodenaufflage als Moder mit Tendenz zum rothumusartigen Moder anzusprechen. Sie gliedert sich in einen L-, F- und H-Horizont, gefolgt vom A<sub>h</sub>-Horizont (Mineralboden), der jedoch bodenzoologisch nicht bearbeitet wurde. Für weitere Angaben, insbesondere über Klimamessung, Streuproduktion und den Energie- und Elementgehalt der Streu im Untersuchungsgebiet sei auf BECK & MITTMANN (1982) verwiesen. Seit 1977 bis heute werden von der Bodenzoologischen Arbeitsgruppe der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe (LNK) kontinuierlich – mit einigen Lücken – Proben der Streuauflage zur Untersuchung der Makro- und Mesofauna genommen.

Auf Grund der Tatsache, daß im vorliegenden Forschungsprojekt mit einer kleinen Arbeitsgruppe eine möglichst große Zahl

von Tiergruppen erfaßt werden sollte, konnten nur wenige Standardmethoden zur Gewinnung von Bodentieren eingesetzt werden. Für die Arthropodenfauna sind dies Quadratproben mit Handauslese (QH) und nachfolgender Austreibung der Mesofauna mittels eines Berlese-Tullgren-Apparats (BE), sowie Barberfallen und Boden-Photoelektoren. Die Methoden sind bei FRIEBE (1983) eingehend dargestellt.

Zur Gewinnung von Dipterenlarven eignet sich hiervon nur die QH mit nachfolgender BE, bei der monatlich mit Hilfe eines Quadratstehrahmens  $3 \times \frac{1}{2} \text{ m}^2$  der Bodenstreu entnommen – getrennt nach den Horizonten L, F und H – und von Hand ausgelesen werden. Je  $2 \times 500 \text{ ml}$  des handausgelesenen Materials werden anschließend auf Berlese-Apparaten weiterbehandelt. Ab August 1985 wurden diese Methoden durch eine Sieb-Flotation (nach HEALEY & RUSSELL-SMITH 1970, verändert nach BEHRE 1983) ergänzt, die speziell für die Erfassung von Dipterenlarven geeignet ist. TROGER (1981) gibt eine sehr differenzierte Effizienzbewertung bodenzoologischer Methoden für Dipterenlarven, die vom Standort und der untersuchten Dipterenfamilie abhängig sind. Ein eingehender Methodenvergleich erfolgt in einer späteren Arbeit.

Alle Dipterenlarven wurden in 70 %igem Äthanol konserviert. Die Bestimmung der Larven erfolgte bis zum Familienniveau nach BRAUNS (1954) und HENNIG (1948–1952), bis zum Arteniveau bei den Tipulidae nach THEOWALD (1967).

Nach FRANKE & FRIEBE (1983) beträgt die Effektivität E der Handauslese für Dipterenlarven in der Streuauflage der Versuchsfäche 56 %, so daß die Individuenzahl in einer Probe  $\text{Ind.} = \text{N/E}$  beträgt (N = gezählte Individuen, E = 0,56). Aus dieser korrigierten Individuenzahl und den Individuenzahlen, die durch die Berlese erhalten wurden, konnte die Gesamtindividuenzahl  $\text{Ind./m}^2$  berechnet werden. Bei einem Probeumfang von lediglich  $3 \times \frac{1}{2} \text{ m}^2$  ist die Probemenge an Laubstreu zufallsbedingt von Probetermin zu Probetermin sehr unterschiedlich. Deshalb wurden die Streumengen, getrennt für L-, F- und H-Horizont, über die Jahre hinweg gemittelt. Für die L-Schicht ergeben sich monatlich unterschiedliche Werte zwischen dem Minimalwert von 317 g TS im August und dem Maximum von 607 g TS von Dezember bis Februar; für die F- und H-Schicht wurden die prozentual geringen jahreszeitlichen Unterschiede vernachlässigt und jeweils ein einheitlicher Wert von 1730 g bzw. 1800 g TS zugrunde gelegt. Auf diese Streumengen eines Standardquadratmeters ( $\text{sm}^2$ ) wurden die jeweiligen Monatswerte umgerechnet. Die vorgelegte Bearbeitung der Dipterenlarven ist u. a. vom Stand der Auswertung der Gesamtproben in der Bodenzoologischen Arbeitsgruppe der LNK abhängig, die zunächst die einzelnen Tiergruppen trennt und auszählt. Aus diesen Vorarbeiten stand mir folgendes Probenmaterial zur Verfügung:

1977: monatliche QH

1978–1982: monatliche QH und BE

1983–1984: zweimonatliche QH, ab 9/84 monatliche QH

1985: monatliche QH.

Um die Ergebnisse aus den Zeiten, aus denen mir keine BE-Proben zur Verfügung standen, mit den sonstigen Jahren vergleichbar zu machen, mußte wiederum ein Korrekturfaktor ermittelt werden. Er errechnet sich aus dem Vergleich der jährlichen Mittelwerte von QH und BE. Für die Cecidomyiidae ergab sich hierbei ein zu großer Fehler in den Dichtewerten, d. h. die Korrekturen brachten zu hohe Abundanzen. Somit wird für diese Familie nur der Zeitraum 1978–1982 herangezogen.

Die Biomasse der Tipulidae (Trockengewicht) wurde durch Einzelwägung der Larven nach 48 h Trocknung bei  $60^\circ\text{C}$  bestimmt (Wägenauigkeit: 0,01 mg).

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. L. BECK (LNK) für die Bereitstellung des Materials sowie die ständige und kritische

Diskussion des Themas. Ebenso danke ich allen Mitarbeitern der Bodenzoologischen Arbeitsgruppe der LNK für die Probenahmen und die Vorsortierung des Probenmaterials.

### 3. Die Dipterenfamilien

Innerhalb der Ordnung Diptera beinhaltet nach HENNIG (1973) die Unterordnung Nematocera 4 Infraordines mit 34 Familien, die Unterordnung Brachycera 3 Infraordines mit 107 Familien.

Bei den Nematocera wurden im Untersuchungszeitraum 1977–1985 Vertreter von 10 Familien aus allen Infraordines mit Ausnahme der Psychodomorpha, bei den Brachycera Vertreter von 9 Familien aller drei Infraordines im Boden nachgewiesen.

Der Grund für das Fehlen aller Familien der Psychodomorpha liegt einerseits sicher an der rein aquatischen Lebensweise der Larven der meisten Familien, so der Blephariceridae, Deuterophlebiidae, Nymphomyiidae, Tanyderidae, Ptychopteridae, zum anderen an dem Lebensraum im Grenzbereich von aquatischen und terrestrischen Habitaten (Psychodidae).

Von 1977–1985 wurden im Sauerhumusbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen Larven folgender 19 Dipterenfamilien nachgewiesen:

Unterordnung	Infraordo	Familie
Nematocera	Tipulomorpha	Trichoceridae (Wintermücken)
		Tipulidae (Schnaken)
		Limoniidae (Stelzmücken)
	Culicimorpha	Ceratopogonidae (Gnitzen)
		Chironomidae (Zuckmücken)
	Bibionomorpha	Scatopsidae (Dungmücken)
		Cecidomyiidae (Gallmücken)
		Mycetophilidae (Pilzmücken)
		Sciophilidae
		Sciariidae (Trauermücken)
Brachycera	Tabanomorpha	Rhagionidae
		Therevidae (Stiletfliegen)
	Asilomorpha	Asilidae (Raubfliegen)
		Empididae (Tanzfliegen)
		Dolichopodidae (Langbeinfliegen)
	Cyclorhapha	Lonchopteridae (Lanzenfliegen)
		Lauxaniidae
		Muscidae (Echte Fliegen)
		Fanniidae

HÖVEMEYER (1984, 1985) konnte mit Hilfe einer Sieb-Flotationsmethode in einem Kalkbuchenwald bei Göttingen insgesamt 38 Familien im imaginalen, aber nur 21 Familien im larvalen Stadium nachweisen. Innerhalb der Nematocera scheinen aber nur die Larven der Psychodidae, Anisopodidae und Bibionidae saure Waldböden zu meiden (vgl. ALTMÜLLER 1979). Gerade die Bibionidae stellen besondere ökologische Ansprüche an den Boden und den Standort, da sie weder in einem Sauerhumusbuchenwald des Solling (ALTMÜLLER 1979) noch in alpinen Böden eines Schweizer Nationalparks (Grisons) mit neutralem pH (DETHIER 1985) vorkommen.

Demgegenüber ist ihre Präsenz in subalpinen Böden (Großglocknergebiet, Gasteineretal) von TROGER (1981) belegt. Im qualitativen Vergleich mit den Arbeiten von ALTMÜLLER (1979), DETHIER (1985) HÖVEMEYER (1985), MOLLON (1982) und TROGER (1981) läßt sich festhalten, daß (1) sich im untersuchten Buchenwald – trotz der Erfassung mit nicht optimalen Methoden – eine relativ große Zahl an Dipterenfamilien fand und (2) die Ursachen für den Nachweis einer Familie sowohl ökologisch als auch methodisch begründet sein können (vgl. HÖVEMEYER 1985, S. 198 ff.).

**4. Fangergebnisse**

**4.1 Siedlungsdichte**

Ein erster Einblick in den jährlichen Massenwechsel der Dipterenlarven im Buchenwaldboden läßt sich aus den mittleren Abundanzwerten der Jahre 1977–1985 ableiten (Tabelle 1). Dabei muß berücksichtigt werden, daß nur für den Zeitraum 1978–1982 vollständige QH- und BE-Werte vorliegen.

Abgesehen von den Jahren 1977, 1982 und 1985, in denen die Dichte jeweils über 2000 Ind./sm<sup>2</sup> lag, hatten die Dipterenlarven in den sonstigen Jahren eine mittlere Abundanz von 700–1900 Ind./sm<sup>2</sup>.

Berücksichtigt man die geringere Effizienz einer dynamischen Extraktionsmethode gegenüber einer mechanischen bei Dipterenlarven (HEALEY & RUSSELL-SMITH 1970, BEHRE 1983, HÖVEMEYER 1985), so ist es immerhin erstaunlich, daß in den Jahren 1977 und 1982 mittlere Abundanzwerte ermittelt wurden, die mit den 2687–2725 Ind./m<sup>2</sup> aus einem Kalkbuchenwald bei Göttingen (HÖVEMEYER 1985) und den 2568 Ind./m<sup>2</sup> aus einem alpinen Eichenmischwald bei Stams/Tirol (MEYER et al. 1984) nahezu identisch sind. Die Kombination der beiden Auslesemethoden QH & BE ist anscheinend ähnlich effizient wie eine Sieb-Flotation.

Die Handauslese allein erbringt einen einseitigen Ausschnitt der Dipterenlarven-Zönose, der eindeutig in Abhängigkeit von der Familie und der Larvengröße steht. Sie erbringt bei den meisten sehr kleinen Cecidomyiiden-Larven höchstens 1/13 der Menge, die mittels SF gewonnen werden kann, und auch bei den Chironomidae und Sciaridae ist es maximal 1/5; hingegen ist bei den großen Tipuliden-Larven eine zwischen dem 3- und 53fach höhere Effektivität der QH gegenüber der SF zu beobachten. Auf die Tatsache des Fehlens von Tipulidenlarven in Mull- und Moderböden aus Laubmischwäldern bei Kent bzw. Lancashire (England) bei Anwendung der SF-Methode machen HEALEY & RUSSELL-SMITH (1971) aufmerksam; es ist wahrscheinlich, daß gerade die Tipulidae durch die SF-Methode unzulänglich erfaßt werden.

Bereits von HÖVEMEYER (1985) wurde auf die Schwierigkeiten bei einem Vergleich mit anderen Ökosystemen sowohl auf Grund unterschiedlicher Auslesemethoden und Standorte als auch durch biologische Unterschiede

der Dipterenarten hingewiesen. Zudem sind durch die nicht regelmäßige Verteilung der Larven im Boden (DELEPORTE 1981) die Abundanzwerte auch immer von der zufälligen Probenahme mitbestimmt.

Bei zukünftigen Untersuchungen sollte auf eine Standardisierung der Probenahme (Stichprobengröße, -zahl und -frequenz) und Extraktionsmethode größeren Wert gelegt werden, um ökologisch-faunistische Arbeiten vergleichbar zu machen.

Im folgenden wird nur der Verlauf der Populationsdynamik, nicht die absoluten Dichteangaben, vergleichend betrachtet.

**4.2 Phänologie**

Bei einer Aufgliederung der mittleren Abundanzwerte (geometrische Mittel  $\bar{x}_g$ , da Variationskoeffizient  $V$ , größer als 50 %) nach einzelnen Familien lassen sich drei verschiedene Phänologie-Typen erkennen, die auf den Entwicklungszyklen der Arten beruhen (Abb. 1).

**Typ 1 (Scatopsidae, Lauxaniidae)**

Eine maximale Individuendichte wird im Winterhalbjahr erreicht; bei den Scatopsidae regelmäßig im März mit einem deutlichen Dichteanstieg ab November des vorhergehenden Jahres. In der Zeit von August bis Oktober konnten in keinem Jahr Scatopsiden-Larven im Boden gefunden werden. Bei den Lauxaniidae dokumentiert sich ein Abundanz-Maximum im Dezember.

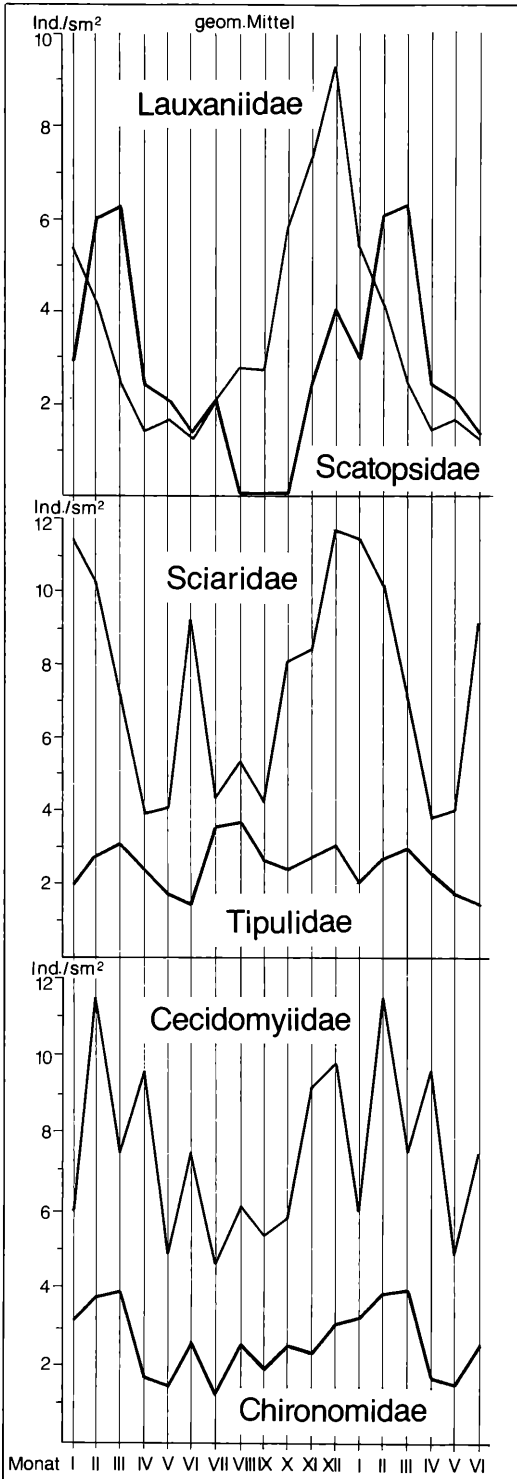
**Typ 2 (Tipulidae, Sciaridae)**

Innerhalb der Tipulidae werden pro Jahr zwei Dichtemaxima (März und Juli/August), mit der Tendenz eines Anstiegs der mittleren Dichte zum Jahresende hin, erreicht. Dabei dominieren im zyklischen Populationsverlauf während des Jahres verschiedene Arten (Tab. 2). KENDEIGH (1979) stellte bei einer über 29 Jahre (1939–

Tabelle 1. Mittlere monatliche Dichte (Ind./sm<sup>2</sup>) der Dipterenlarven der Jahre 1977–1985 in der Streuauflage des Moderhumusbuchenwaldes im Stadtwald Ettlingen. Angaben für 1977 und 1983–1985 der BE und der Gesamtzahl basieren auf Hochrechnungen (s. Methoden); n = Monate.

Jahr	Gesamt		BE		QH	
	1977	1983	1983	1984	1985	1985
1977	12	2488			1315	1173
1978	12	868	1134	743	645	125
1979	12	718	538	542	412	176
1980	12	701	517	522	475	179
1981	12	1278	1318	818	825	460
1982	12	2664	2304	1601	1206	1063
1983	6	1899	1537	1587		312
1984	8	1272	778	1076		196
1985	12	2222		1885		337





1968) dauernden Untersuchung fest, daß die Tipulidae pro Jahr nur ein Abundanzmaximum im Mai mit ca. 10 Ind./m<sup>2</sup> besitzen.

Im Jahresverlauf erreichen auch die Sciariden-Larven im Sommer (Juni) und im Winter (Dezember/Januar) erhöhte Dichtewerte, so daß die Möglichkeit besteht, daß es sich um eine Population mit bivoltinem Entwicklungszyklus oder um mehrere Sciariden-Arten mit univoltinen Zyklen handelt.

**Typ 3 (Cecidomyiidae, Chironomidae)**

Auf Grund des stark fluktuierenden Populationsverlaufs innerhalb des Jahres läßt sich für beide Familien schließen, daß jeweils mehrere Arten daran beteiligt sind, die zu verschiedenen Zeiten ihr Dichtemaximum zeigen. Bei beiden Familien liegt die mittlere Abundanz im Sommerhalbjahr niedriger als im Winterhalbjahr.

**4.3 Langjähriger Massenwechsel dominanter Familien**

Die von Dipterenlarven bekannte, außerordentlich ausgeprägte Massenwechsel-Dynamik im Verlauf mehrerer Jahre (HEALEY & RUSSELL-SMITH 1971, ALTMÜLLER 1979, KENDEIGH 1979, MOLLON 1982) – allerdings von MEYER et al. (1984) und HÖVEMEYER (1985) bei 2- bis 3jährigen Untersuchungen nicht bestätigt – wird bereits an den Abundanzzahlen aller Larven deutlich (Abb. 2). Zunächst fällt auf, daß es innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 1977–1985 zu zwei Massenvermehrungen von Dipterenlarven kommt und zwar Anfang 1977 und Ende 1982 (zeitlicher Abstand: 70 Monate). Dabei

Tabelle 2. Abundanz von *T. scripta*, *T. nubeculosa* und der Gesamt-Tipuliden im Zeitraum 1977–1985 im Stadtwald Ettlingen.

Monat	Tipulidae	<i>T. nubeculosa</i>	<i>T. scripta</i>		
	Ind./sm <sup>2</sup>	Ind./sm <sup>2</sup>	%	Ind./sm <sup>2</sup>	%
I	98	31	32	54	55
II	103	46	45	36	35
III	238	82	34	149	63
IV	88	10	11	72	82
V	55	16	29	21	38
VI	23	5	22	6	26
VII	446	101	23	17	4
VIII	179	67	37	51	28
IX	246	103	42	103	42
X	192	71	37	78	41
XI	348	131	38	181	52
XII	194	110	57	50	26

Abbildung 1. Mittlere Siedlungsdichten (geom. Mittel, Ind./sm<sup>2</sup>) der Scatopsidae und Lauxaniidae (oben), der Sciaridae und Tipulidae (Mitte) und der Cecidomyiidae und Chironomidae (unten) im Ettlinger Stadtwald 1977–1985. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

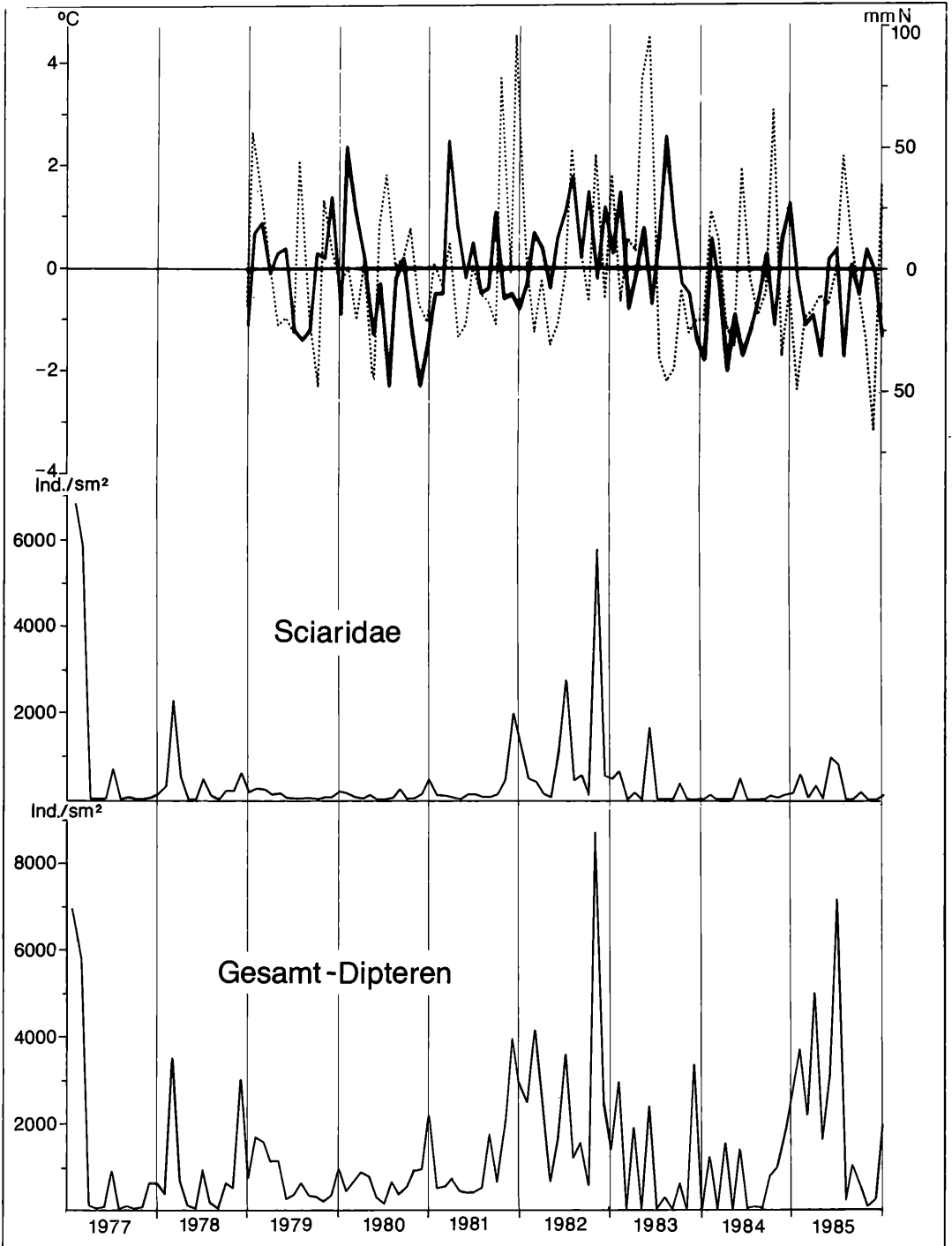


Abbildung 2. Abundanzdynamik der Gesamt-Dipterenlarven und der Sciariidae (Ind./sm<sup>2</sup>, QH+BE) und die Abweichungen der Temperatur- und Niederschlagswerte vom Monatsmittel im Ettlinger Stadtwald der Jahre 1977–1985. Temperatur: —, Niederschlag: .....

werden immerhin Dichten von 6835 Ind./sm<sup>2</sup> in 1/77 bzw. 8705 Ind./sm<sup>2</sup> in 10/82 erreicht. In der dazwischen liegenden Latenzphase variieren die Abundanzen zwischen Sommer- und Winterhalbjahr, aber auch zwischen den Jahren sehr erheblich. Ist in den Jahren 1977–1982 und 1985 jeweils ein Sommer- und ein meist größeres Wintermaximum zu verzeichnen, so sind in den Jahren 1983–1984 nur zum Jahresende höhere Abundanzen zu beobachten. Außerdem ist auffällig, daß es nach der Massenvermehrung im Oktober 1982 zu einem starken Einbruch in der Larvenabundanz kommt. Erst im Jahr 1985 scheinen sich die Populationen wieder zu stabilisieren, gekennzeichnet durch die aus den vorausgehenden Jahren bekannten Populationschwankungen.

Die Larven der Sciaridae sind innerhalb der Dipterenlarven-Zoozönose sicherlich die auffälligste Familie (vgl. BINNS 1981, HÖVEMEYER 1985). Obwohl die Morphologie der Larven u. a. von MADWAR (1937) und PLACHTER (1979) für einige Arten detailliert beschrieben wurde, liegt für die Sciaridae weder eine systematische Gliederung noch ein Bestimmungsschlüssel der Larven aller Gattungen vor (HENNIG 1948). Lediglich die Gattungen *Trichosia*, *Scythropochroa*, *Zygoneura*, *Bradysia*, *Corynoptera*, *Xylosciara* und *Plastosciara* sind nach KRIVOSHEINA und MAMAEV (1967) im larvalen Stadium bestimmbar.

Ein Vergleich der Populationskurven der gesamten Dipterenlarven und der Sciariden-Larven (Abb. 2) macht deutlich, daß der langjährige Massenwechsel hauptsächlich von Sciariden bestimmt wird. Sowohl in einem Gradationsjahr von Sciaridae (1977) als auch in einem Jahr mit der geringsten Abundanz (1985) liegen die prozentualen Anteile der Sciaridae mit 97 % bzw. 50 % sehr hoch. Nach ALTMÜLLER (1979) dominieren in einem Sauerhumusbuchenwald zu allen Jahreszeiten – mit Ausnahme des Frühsommers – die Sciariden-Larven mit über 50 % der gesamten Dipteren.

Obwohl im Jahre 1982 ebenfalls eine Massenvermehrung von Larven zu verzeichnen war, liegt der Anteil der Sciaridae mit 42 % relativ niedrig, bedingt durch die fast gleichzeitig erhöhten Abundanzen anderer Familien wie Scatopsidae, Tipulidae, Chironomidae.

Erhöhte Larvendichten der Sciaridae sind regelmäßig in der Zeit von Oktober bis März zu verzeichnen (vgl. Abb. 1), darüber hinaus aber auch – wenngleich auf einem niedrigeren Niveau – zwischen Juni und August. In den Jahren 1979–1981 und 1983–1984 ist eine zweite Populationswelle an Sciaridae im Sommer überhaupt nicht nachweisbar bzw. sehr schwach ausgeprägt. Ebenfalls sind von HÖVEMEYER (1985) erhöhte Sciariden-Abundanzen (100–2200 Ind./m<sup>2</sup>) von September bis Februar bekannt, und in einem, dem Ettlinger Stadtwald ähnlichen Biotop lag nach ALTMÜLLER (1979) von September bis November eine Sciariden-Massenvermehrung mit Dichtewerten zwischen 3500 und 12900 Ind./m<sup>2</sup> vor. Sowohl aus Untersuchungen in einem Laubmischwald (*Quercus spec.*, *Fagus silvatica*, Mo-

der) bei Ille-et-Vilaine, Bretagne (DELEPORTE 1981) als auch aus Laubmischwäldern (Mull, Moder) bei Lancashire, England (HEALEY & RUSSELL-SMITH 1971) ist nachgewiesen, daß nur einige Sciariden-Arten (z. B. *Plastosciara perniciosus*, *Pl. falsifera*, *Bradysia albo-setosa*) zu kurzfristigen Gradationen im Boden neigen; andere Arten (z. B. *Br. confinis*) weisen über mehrere Jahre annähernd konstante Abundanzen auf. Somit muß davon ausgegangen werden, daß sich die Sciaridae im Ettlinger Stadtwald aus mehreren, univoltinen Arten zusammensetzt.

Die Populationen der Tipulidae-Larven weisen in den Jahren 1977–1980 Abundanzwerte im Sommerhalbjahr von 0–57 Ind./sm<sup>2</sup> auf (Abb. 3). Diese Dynamik wird von 1980–1982 von immer stärker in Erscheinung tretenden Maxima in den Monaten Juli bis September abgelöst, erkennbar an den von 27 Ind./sm<sup>2</sup> über 85 auf 285 Ind./sm<sup>2</sup> steigenden Dichtewerte der Monate Juli 1980–1982. Nach der Gradation im Juli und November 1982 geht die Populationsdichte von 1983 bis 1985 stetig zurück; ab Mitte 1983 werden pro Monat nicht mehr als 17 Ind./sm<sup>2</sup> im Boden gezählt.

Obwohl die Biologie und Ökologie einzelner Tipuliden-Arten u. a. von COULSON (1962), CRAGG (1961) und FREEMAN (1967) eingehend studiert wurde, stellt KENDEIGH (1979) bisher die einzige Langzeituntersuchung an Larven und Imagines dar. Danach erreichten – ohne erkennbare Periodik – in verschiedenen Laubwäldern von Illinois (USA) die Larven alle 3–12 Jahre mit 40–70 Ind./m<sup>2</sup> ihre höchste Dichte.

Im Gegensatz zu den anderen Familien der Diptera ist es bei den Tipulidae möglich, die Individuen im Larvenstadium nach THEOWALD (1967) bis zur Art zu bestimmen. Dabei stellt sich heraus, daß die nach BRINDLE (1957), FREEMAN (1967) und RABELER (1962) in feuchten Böden nachgewiesenen Arten *Tipula (Vestiplex) scripta* (MEIGEN, 1830) und *Tipula (Vestiplex) nubeculosa* (MEIGEN, 1804) einen erheblichen Anteil an der Gesamtpopulation der Tipulidae haben (Tab. 2). Auf die ökologischen Eigenschaften und Konkurrenzerscheinungen dieser Arten ist bereits bei HEYNEN (1987) eingegangen worden. Außerdem kamen vereinzelt noch *Tipula (Lunatipula) fascipennis*, *Tipula (Vestiplex) hortorum* und *Tipula (Pterelachisus) varipennis* im Boden vor.

*T. scripta* dominiert innerhalb der Tipulidae von Januar bis Mai, ist dann erwartungsgemäß während der Flugzeit der Imagines (Anfang Juni bis Mitte Juli, nach MANNHEIMS 1951–1968) kaum noch im Boden anzutreffen. In diesem Zeitraum sind aber jüngere Larvenstadien von Tipulidae (174 Ind./sm<sup>2</sup>), die aber keinen Arten zugeordnet werden können, in der Streu vorhanden. Ab August ist mit der nächsten Generation von *T. scripta* zu rechnen.

Bei *T. nubeculosa* ist die Generationsfolge sehr ähnlich, doch mit dem Unterschied, daß diese Art in der zweiten Jahreshälfte (August, Dezember) etwas höhere bzw. mehr oder weniger gleich hohe Abundanzen (September–November) wie *T. scripta* aufweist.

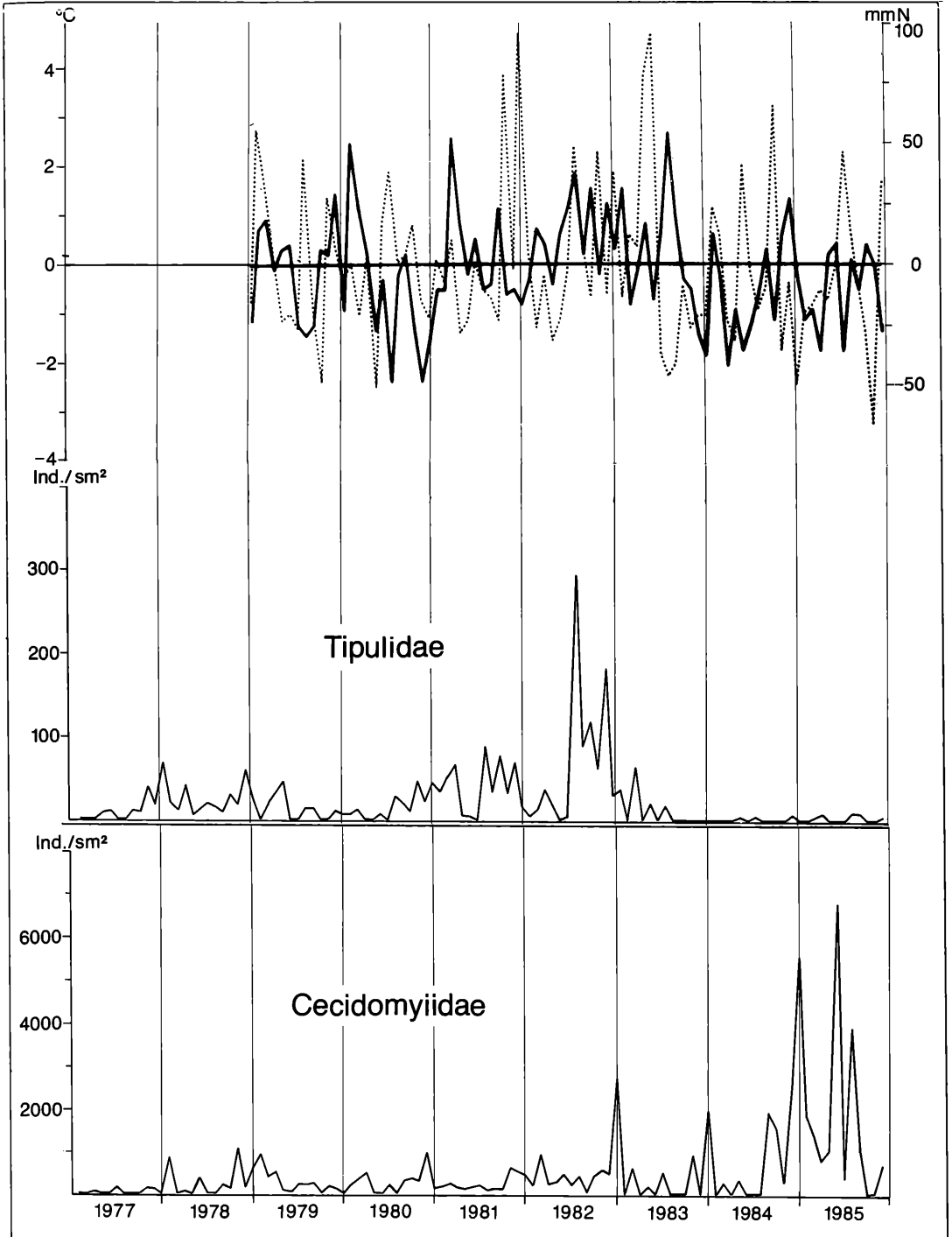


Abbildung 3. Abundanzdynamik der Tipulidae und Cecidomyiidae (Ind./sm<sup>2</sup>, QH+BE) und die Abweichungen der Temperatur- und Niederschlagswerte vom Monatsmittel im Ettlinger Stadtwald der Jahre 1977–1985. Temperatur: —, Niederschlag: ····

Tabelle 3. Biomasse (mg Trockensubstanz /  $\text{sm}^2$ ) von *T. scripta* und *T. nubeculosa* in den Jahren 1981 und 1982; N = Zahl gewogener Ind.

Monat	<i>T. scripta</i>				<i>T. nubeculosa</i>			
	N	$\bar{x}/s$	1981	1982	N	$\bar{x}/s$	1981	1982
I	5	7.50/ 6.28	165	30.0	2	17.76/–	195	0
II	4	5.75/ 5.85	143	0	2	23.95/–	144	311
III	9	7.59/ 6.10	250	45	7	33.98/16.91	250	170
IV	6	20.30/ 6.72	122	223	1	30.26/–	0	151
V	7	20.08/16.15	80	0	1	91/–	0	0
VI	1	18.79/–	0	0				
VII	8	12.35/12.30	49	0	10	0.86/ 0.44	9	55
VIII	11	3.52/ 1.45	56	70	14	6.92/17.96	76	193
IX	14	5.24/ 4.40	230	199	7	8.37/ 3.97	84	602
X	11	5.50/ 3.67	33	143	5	13.49/ 4.43	0	283
XI	11	7.38/ 6.77	0	841	14	29.43/23.61	765	1648
XII	6	7.89/ 7.36	0	0	5	27.07/21.72	0	676

Die Biomasse-Werte (Tab. 3) dokumentieren zum einen bei den makrophytophagen *Tipula*-Arten durchaus ihre funktionelle Bedeutung beim Streuabbau (OVERGAARD-NIELSON 1962, PEREL et al. 1971, BECK 1983), zum anderen unterschiedliche Wachstumskurven beider Arten. *T. nubeculosa* erreicht in der Sommergeneration ab Juli relativ schnell eine hohe Biomasse mit einem Maximum im März; die Werte für April und Mai müssen wegen der geringen Stichprobe als unsicher gelten, zumal in diesem Zeitraum in allen Jahren junge Larvenstadien gefunden wurden.

Bei *T. scripta* geht das Wachstum der Larven im gleichen Zeitraum sehr viel langsamer vor sich und die L 4 sind erst im April des folgenden Jahres voll ausgewachsen.

Diese Schwankungen der individuellen Biomasse lassen sich für die Gesamt-Biomasse der Populationen beider Arten für 1981 und 1982 nicht in gleichem Maße wiederfinden. Nicht in allen Monaten (z. B. März und November bei *T. scripta* und April bei *T. nubeculosa*) ist eine Beziehung zwischen der individuellen und der Gesamt-Biomasse zu erkennen. Im Gegenteil, oft wird eine geringe individuelle Biomasse durch erhöhte Abundanz weitgehend ausgeglichen, so daß relativ hohe Gesamt-Biomassewerte resultieren wie z. B. im August und September bei *T. nubeculosa* und September–Oktober bei *T. scripta*.

Während die Biologie und Populationsdynamik von gallbildenden Cecidomyiiden-Larven an Wild- und Kulturpflanzen genauestens bearbeitet wurden (u. a. BASEDOW 1972, MEYER 1984, SKUHRAVA 1973 und SKUHRAVA et al. 1984), müssen die freilebenden Gallmückenlarven wegen taxonomisch-systematischer Probleme (HENNIG 1948, S. 121 ff.) als die am wenigsten unter-

suchte Familie innerhalb der Nematocera angesehen werden.

Die Arten der Cecidomyiidae werden auf Grund ihrer geringen Körpergröße (0,6–2,7 mm) und Aktivität mittels QH nur sehr unzureichend erfaßt, so daß sich eine Analyse der Populationsdynamik auf die Jahre 1978–1982 beschränkt (Abb. 3).

Bei den Cecidomyiiden-Larven kann es zu allen Jahreszeiten zu erhöhten Abundanz kommen, allerdings liegen die Werte im Winter immer über denen vom Sommer. Diese sehr unterschiedlichen und uneinheitlichen Fluktuationen deuten darauf hin, daß es sich um mehrere Arten innerhalb der Cecidomyiiden handelt.

Die Abundanzwerte liegen nur ausnahmsweise unter 100 Ind./ $\text{sm}^2$  – meist im Bereich von 100–600 Ind./ $\text{sm}^2$

Diese Angaben differieren kaum von den mittleren Siedlungsdichten, die durch eine Sieb-Flotationsextraktion gewonnen wurden (ALTMÜLLER 1979: 100–900 Ind./ $\text{m}^2$ ; HÖVEMEYER 1985: 100–500 Ind./ $\text{m}^2$ ). Im Laufe einer einjährigen Probenahme aus einem Buchen-Eichen-Wald (mullartiger Moder) und einem Eichen-Fichten-Mischwald bei Foljuif (Seine-et-Marne, Frankreich; MOLLON 1982) nahm von Oktober bis März die Dichte der Cecidomyiiden-Larven kontinuierlich bis 480 Ind./ $\text{m}^2$  zu.

Zusammenfassend ergibt sich aus den genannten Arbeiten, daß auf dem Familien-Niveau die Cecidomyiidae keine standortlichen Differenzen bezüglich ihrer Abundanz aufweisen. Eine Art-determination ist somit zur Abgrenzung ökologischer Nischen der Larven unbedingt erforderlich.

Obwohl die Larven zu jeder Zeit und in relativ hoher Dichte in der Streuschicht vorhanden sind (vgl. HÖVEMEYER 1985) und methodisch bedingt nur größere, bewegliche Larven gefunden wurden, ist zu vermuten, daß

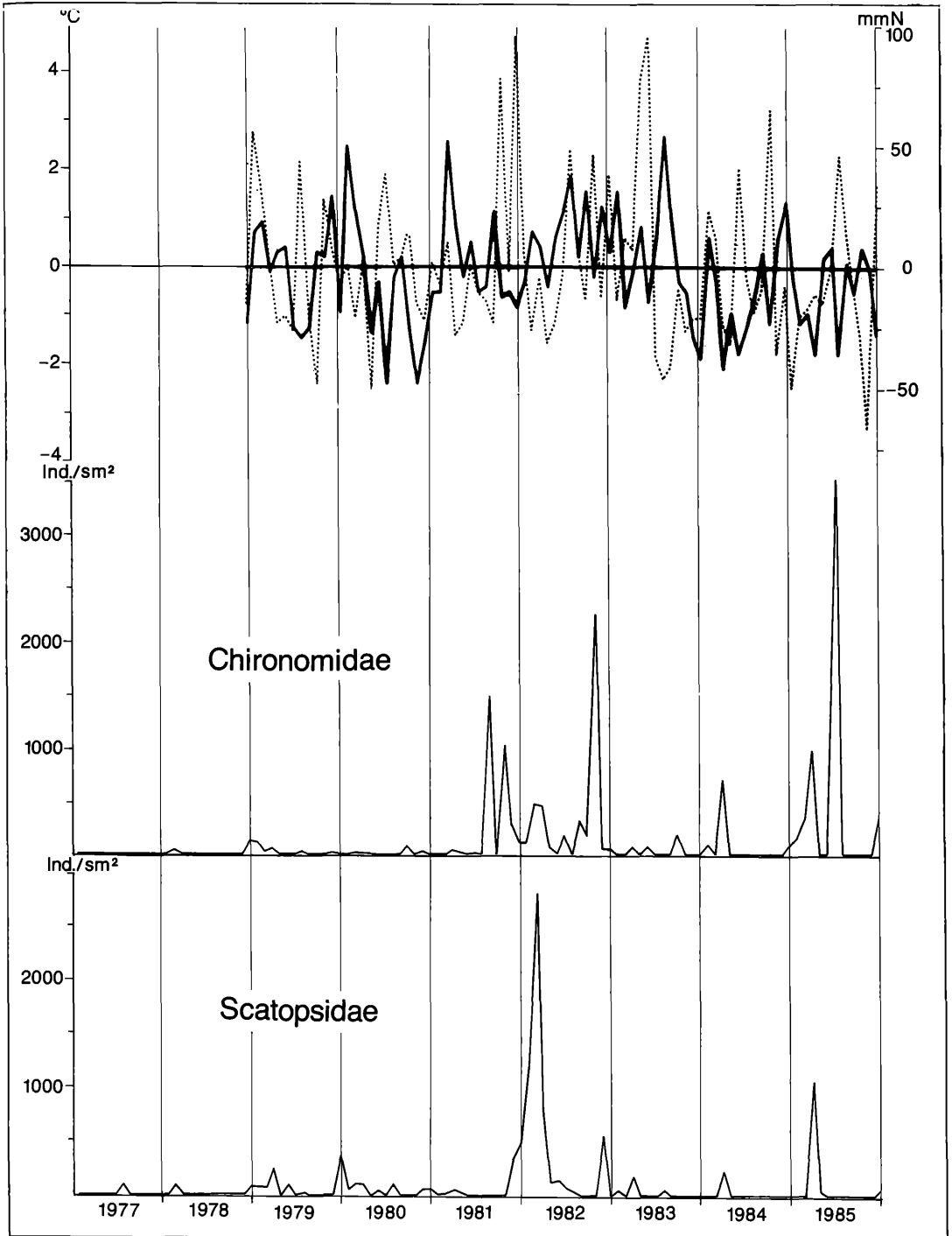


Abbildung 4. Abundanzdynamik der Scatopsidae und Chironomidae (Ind./sm<sup>2</sup>, QH+BE) und die Abweichungen der Temperatur- und Niederschlagswerte vom Monatsmittel im Ettlinger Stadtwald der Jahre 1977–1985. Temperatur: —, Niederschlag:

Tabelle 4. Individuendichte (Ind./m<sup>2</sup>) der Chironomidae in verschiedenen west- und mitteleuropäischen Laubwäldern. \* F + H-Horizont.

Vegetation	Humusform	pH			Ind.dichte		Autor
		KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ø	Min.–Max		
Standort							
Eichen-Kiefern-Wald Foljuif (F)	Moder			170	0–400	MOLLON (1982)	
Eichen-Birken-Wald	a) Mull/Kalk	7,2	–	150		VAN DER DRIFT (1961)	
Vorden (NL)	b) Mull/sauer	3,6		250		VAN DER DRIFT (1961)	
	c) Moder	3,3		50		VAN DER DRIFT (1961)	
Eichenmischwald Lancashire (GB)	a) Mull	5,3		6500	4000–8500	HEALEY & R.-S. (1971)	
Buchenwald Kent (GB)	b) Moder	5,0		1500	1200–1700	HEALEY & R.-S. (1971)	
Kalkbuchenwald Göttingen (D)	Mull		5,5–6,0	900	500–1600	HÖVEMEYER (1985)	
Grünerlenwald Gastreinertal (A)				330	30–850	TROGER (1981)	
Buchenwald Ettlingen (D)	Moder	3,6–4,6*		160	0–3530	diese Arbeit	

kleine oder diapausierende Larven durch die BE nicht erfaßt wurden. Von landwirtschaftlich wichtigen Gallmückenlarven ist bekannt, daß sie mindestens 6 Monate eine Larvendiapause im Boden durchmachen (BASEDOW 1977, HOFFMANN & SCHMUTTERER 1983). Trifft dies auch für freilebende Cecidomyiiden-Larven zu, so kann von einer primären Bedeutung beim Abbau des Bestandesabfalls nicht ausgegangen werden. Die Funktion als Beute für zoophage Bodentiere bleibt zweifellos bestehen (vgl. HÖVEMEYER 1985, S. 223). Die Fragen, welchen Lebensform- und Phagietypen die freilebenden Cecidomyiiden-Larven angehören und wie hoch jahreszeitlich der Anteil diapausierender Larven unter den Gallmücken im Boden ist, sollen in künftigen Arbeiten geklärt werden.

Die saprophagen Larven der Chironomidae und Scatopsidae weisen im Zeitraum 1977–1980 sehr ähnliche Populationschwankungen auf (Abb. 4). Besonders bei den Scatopsidae kommt es – betrachtet man die winterlichen Abundanzmaxima – in dieser Zeit zu einem Anstieg der Dichte. In beiden Familien finden 1981 und 1982 Massenvermehrungen statt, wobei im Frühjahr 1982 die Scatopsidae mit maximal 2836 Ind./sm<sup>2</sup> die sonst dominierenden Sciariden (475 Ind./sm<sup>2</sup> in 2/82) in der Abundanz ganz erheblich übertreffen. Scatopsiden-Larven wurden nur selten in Waldbiotopen

nachgewiesen (HÖVEMEYER 1985, TROGER 1981) und SEDDON (1985) stellt die bisher einzige Studie über den Lebenszyklus und die Populationsdynamik einer Scatopsiden-Art (*Apiloscatopse scutellata* LOEW) dar. Danach wurden Scatopsiden-Larven aus einem Laubmischwald im Epping Forest (Essex, England; pH 4,9–6,5, Moder) in erhöhter Dichte von 500–800 Ind./m<sup>2</sup> nur im Mai festgestellt, eine Tatsache, die sich mit den eigenen Beobachtungen maximaler Abundanzen in den Monaten Februar, März, November und Dezember nicht deckt. Eher bestätigen sich die Angaben von HÖVEMEYER (1985), wonach Larven mit nennenswerten Abundanzen nur von Oktober bis Februar im Boden anzutreffen waren. In diesem Zusammenhang erscheint es interessant, daß es sich bei HÖVEMEYER (1985) und SEDDON (1985) um dieselbe Scatopsiden-Art, jedoch mit unterschiedlicher Populationsdynamik handelt, ein Hinweis auf die ökologische Potenz von Scatopsiden. Bei den Chironomidae sei besonders auf die Gradation mit 2248 Ind./sm<sup>2</sup> im Oktober 1982 hingewiesen, einer Zeit, in der auch die Sciaridae mit über 5800 Ind./sm<sup>2</sup> im Boden vorhanden waren.

Eine Vermeidung einer direkten Nahrungskonkurrenz bei diesen Familien könnte darin bestanden haben, daß in dieser Zeit eine Aggregation der Sciariden-Larven eher im oberen F-Horizont, bei den Chironomiden-Lar-

ven dagegen im H-Horizont stattgefunden hat. Die Präferenz vieler Chironomiden-Larven für feine Humuspartikel als Nahrung, zusammen mit einer Empfindlichkeit gegen Austrocknung (HEALEY & RUSSELL-SMITH 1971) – allerdings von MOLLON (1982) nicht bestätigt – könnte als Ursache in Frage kommen. Die Abundanz terrestrischer Chironomiden-Larven stehen nach VAN DER DRIFT (1962) und HEALEY & RUSSELL-SMITH (1971) in gewisser Abhängigkeit von der Humusform (Tab. 4). In „Mullhumus-Böden“ liegen die mittleren Dichtewerte – unabhängig vom Standort – regelmäßig höher als in „Moderhumus-Böden“. Die im Ettliger Stadtwald dokumentierten extremen Populationsschwankungen werden auch von den genannten Autoren angegeben. Entsprechend hielten sich auch die Scatopsidae und Sciaridae Anfang 1982 hauptsächlich in verschiedenen Horizonten auf; die Scatopsidae im L- und F-Horizont, die Sciaridae im F- und H-Horizont.

Die bisher beobachtete Tatsache erhöhter Abundanzwerte der Larven im Winterhalbjahr wird besonders bei den als mikrophytophag („surface scrapers“) einzustufenden *Lauxaniidae* deutlich (Abb. 5). In den Jahren 1977–1985 sind maximale Larvendichten im November bzw. Dezember bis zu 600 Ind./sm<sup>2</sup> (11/78) erkennbar. Es scheint sich um Arten mit univoltinem Zyklus zu handeln. Diese Ergebnisse werden von ALTMÜLLER (1979) und HÖVEMEYER (1985) bestätigt; in beiden Standorten werden die sonst nur von MOLLON (1982) erwähnten *Lauxaniiden*-Larven von September bis März mit Abundanzwerten von 18–53 Ind./m<sup>2</sup> bzw. 150–200 Ind./m<sup>2</sup> in der obersten Streuschicht angetroffen.

Die Populationsdynamik der zoophagen *Rhagionidae* spiegelt ein sehr inhomogenes Bild wider, wodurch eine Analyse erschwert wird (Abb. 5). Insgesamt lassen sich jährlich drei Dichte-Wellen an *Rhagioniden*-Larven von unterschiedlicher Dauer und Amplitude feststellen, doch mit der Tendenz einer von 1977–1981 ansteigenden, von 1982–1985 abnehmenden Abundanz aller Populationen.

Nach einer relativ lang andauernden Periode erhöhter Dichte von März bis Juni 1979 bzw. Februar bis Mai 1980 verzeichnen in den zwei darauffolgenden Jahren die Larven nur im März und im Spätsommer (August/September) gesteigerte Populationswerte. Abgesehen von den Jahren 1977, 1978 und 1981 wurden in der Zeit von Februar–April mit maximal 97 Ind./sm<sup>2</sup> immer mehr Individuen im Boden gefunden als in der zweiten Jahreshälfte mit 0–51 Ind./sm<sup>2</sup>. Weiterhin ist das fast völlige Verschwinden der *Rhagioniden*-Larven von Juli 1983 bis Februar 1985 interessant; nur im Januar 1984 wurden lediglich 4 Ind./sm<sup>2</sup> registriert. Diese mehrgipflige Populationskurve läßt sich nach ALTMÜLLER (1979) und HÖVEMEYER (1985) mit einer zweijährigen Entwicklungsdauer der *Rhagioniden* und der zeitlichen Aufeinanderfolge mehrerer Arten erklären. Eine Artbestimmung der Larven könnte weitere Erkenntnisse liefern. Methodisch bemerkenswert ist die Tatsache, daß alle mit der Sieb-Flotationsmethode gewonnenen Ergeb-

nisse für *Rhagionidae* Abundanzangaben liefern, die unter denen im Stadtwald Ettligen liegen: ALTMÜLLER (1979) ermittelte zwischen 48 und 72 Ind./m<sup>2</sup> und HÖVEMEYER (1985) zwischen 5 und 30 Ind./m<sup>2</sup> auf der *Mercurialis*-Fläche des Kalkbuchenwaldes bzw. 40 und 65 Ind./m<sup>2</sup> auf der *Allium/Mercurialis*-Fläche.

## 5. Beziehungen zwischen Massenwechsel und Klima

Die gemessenen Temperatur- und Niederschlagswerte im Ettliger Stadtwald geben Gelegenheit dazu, die Änderungen dieser abiotischen Faktoren mit denen der Populationsdichte der Larven zu vergleichen und mögliche Abhängigkeiten herauszustellen. Dabei ist es sinnvoll, jede Familie separat zu besprechen, da diese auf Witterungseinflüsse unterschiedlich reagieren (KENDEIGH 1979).

In den Abbildungen 2–5 sind parallel zu den Populationskurven die monatlichen Abweichungen von der Temperatur und dem Niederschlag vom langjährigen Mittel für den Zeitraum 1979–1985 angegeben (nach BECK 1988). Nach WILBERT (1962) ist nur der Vergleich der Abweichung der aktuellen Klimawerte vom langjährigen Mittel des betreffenden Monats mit den vorhandenen Dichtewerten zur Prüfung eines Einflusses von Klimafaktoren auf die Populationen sinnvoll.

Im Zeitraum von 7 Jahren wurden Temperatur-Niederschlag-Verhältnisse registriert, die als naß–kalte bzw. trocken–warme Perioden angesprochen werden können:

Periode	Art	Jahr	Zeitraum	Dauer (in Monaten)
1	naß–kalt	1979	VIII	1
2	trocken–warm	1981	III–VI	3
3	naß–kalt	1981	IX–XII	3
4	naß–kalt	1983	II–VI	4
5	trocken–warm	1983	VI–IX	3
6	naß–kalt	1984	IV–VII	3
7	naß–kalt	1984	VIII–X	3
8	trocken–warm	1984	X–XII	3
9	naß–kalt	1985	V–VII	3

Insgesamt lassen sich sechs naß–kalte Perioden mit einer Dauer von 1–4 Monaten und drei trocken–warme Phasen mit einer Dauer von je 3 Monaten ebenfalls zu jeder Jahreszeit erkennen. Diese Phasen unterliegen keiner Periodizität. Zwei gegensätzliche Phasen beherrschen z. B. in den Jahren 1983 und 1984 jeweils den längsten Zeitraum des Jahres.

Bei den *Tipuliden*-Larven fällt der deutliche Rückgang der Populationsdichte der Jahre 1983–1985 mit dem Einsetzen extremer Perioden in diesen Zeitraum zusammen. FREEMAN (1967) konnte in Laborversuchen zeigen, daß auf feuchte Waldböden angewiesene *Tipula*-Arten wie *T. scripta*, *T. hortulana* und *T. lunata* eine geringe Resistenz gegenüber Trockenheit besitzen; bei



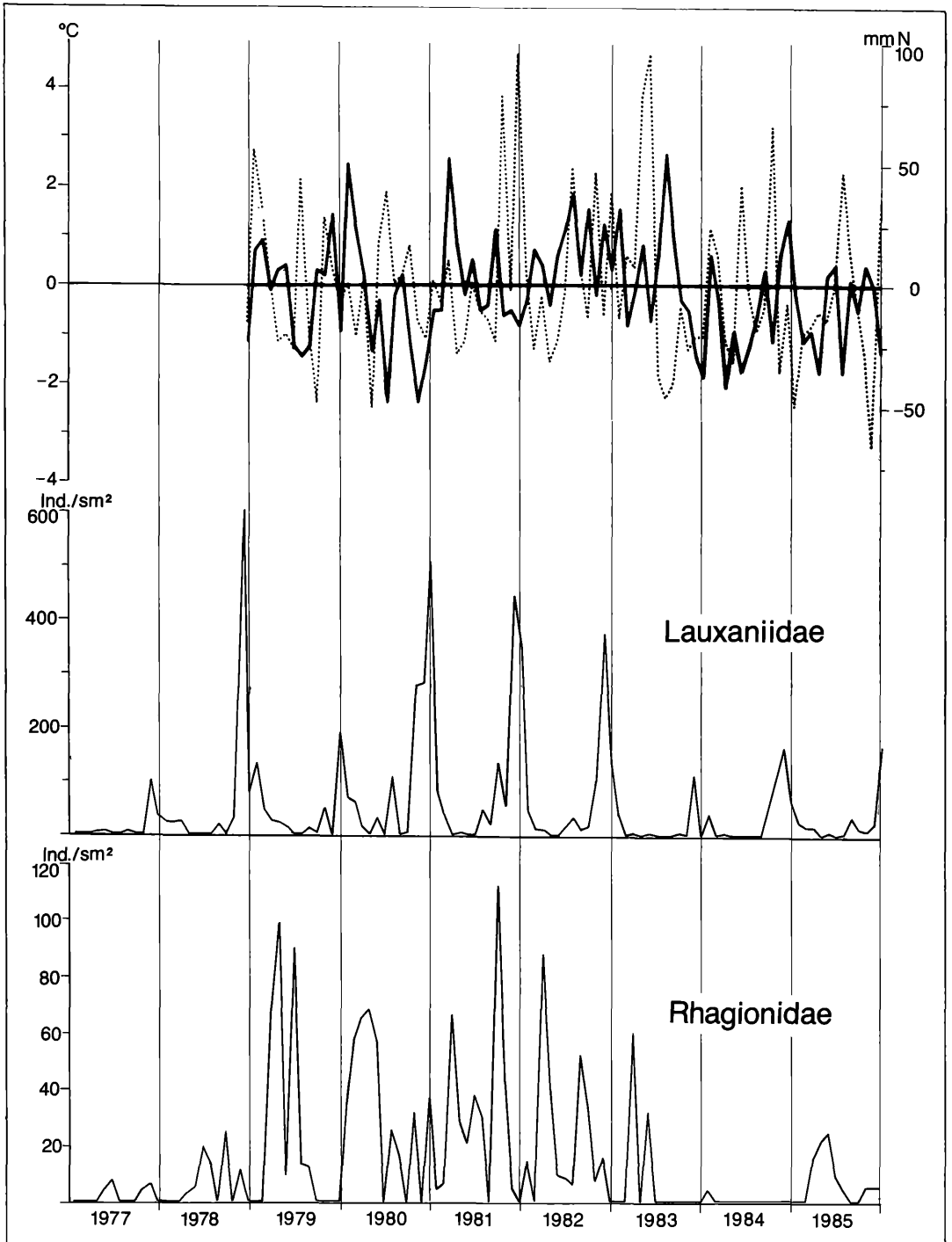


Abbildung 5. Abundanzdynamik der Lauxaniidae und Rhagionidae (Ind./sm<sup>2</sup>, QH+BE) und die Abweichungen der Temperatur- und Niederschlagswerte vom Monatsmittel im Ettlinger Stadtwald der Jahre 1977–1985. Temperatur: —, Niederschlag:

00 % rLF verloren die L4 nach 2–9 Std. bereits 20 % des Körpergewichts. Obwohl die nach demselben Autor für die meisten Tipuliden-Arten letalen Temperaturen von  $-5^{\circ}\text{C}$  im untersuchten Biotop nicht erreicht wurden, kann man davon ausgehen, daß die lang andauernden Extremphasen 1983–1984, die auf allen Entwicklungsstadien eingewirkt haben, mit eine Ursache dafür sind, daß bis Ende 1985 fast keine Larven in der Streuauflage zu finden waren.

Vermutlich wirken hohe Niederschläge bei niedrigen Temperaturen stärker auf die Tipuliden-Populationen ein als hohe Niederschläge bei hohen Temperaturen, wie ein Vergleich der Jahre 1982 und 1983 zeigt (vgl. auch KENDEIGH 1979).

Für die Larven der Chironomidae ist in den Jahren 1977–1982 keine direkte Beeinflussung durch klimatische Faktoren nachweisbar. Die Massenvermehrung der Larven ab Ende 1981 bis Ende 1982 wird durch die trocken–warme und naß–kalte Periode überhaupt nicht verhindert, eher trägt das warm–feuchte Klima im Jahr 1982 zu einer Populationserhöhung bei. Während der extremen Witterungsperioden 1983 werden die Chironomiden-Larven weit weniger stark in ihrer Populationsgröße dezimiert als z. B. die in ihren ökologischen Ansprüchen vergleichbaren Scatopsidae (s. Abb. 4; BRAUNS 1954, HÖVEMEYER 1985).

Die Ursache könnte darin zu suchen sein, daß Chironomiden-Larven einerseits als frosttolerant gelten (TOPP 1981), andererseits aber auch die Fähigkeit besitzen, tiefere Horizonte wie den  $A_h$  aktiv aufzusuchen und somit negativen Einflüssen auszuweichen (STRENZKE 1951, HÖVEMEYER 1984, 1985). Es bestätigen sich die Angaben von HEALEY & RUSSELL-SMITH (1971), wonach terrestrische Chironomiden-Larven empfindlich gegenüber Trockenheit im Boden sind (vgl. dagegen MOLLON 1982); die geringen Niederschläge der Jahre 1979, 1980 und Ende 1985 fallen zeitlich mit einem Populationsrückgang zusammen, der jedoch nicht lange anhält. Eine Verminderung der Dichte in den Jahren 1984 und 1985 ist trotz vorhandener extremer Perioden nicht nachweisbar; obwohl diese zumindest in ihrer Dauer mit denen von 1983 vergleichbar sind, werden im März 1984 und 1985 ausgesprochene Massenvermehrungen beobachtet.

Die abiotischen Bedingungen der Jahre 1983–1985, besonders der trockene Sommer 1983, konnte auf die Scatopsiden-Larven einen gewissen Einfluß ausgeübt haben. In dieser Zeit wird das Populationsniveau stark gesenkt, es liegt aber sicher noch oberhalb der untersten Grenze, die eine Existenz der Populationen garantiert (vgl. WILBERT 1962). Korrespondierend dazu erreichen die Larven zu den Zeiten, zu denen geringe Niederschläge mit niedrigen Temperaturen auftraten wie im Frühjahr 1984 und 1985, gering erhöhte Abundanz, die aber immer noch unter denen vorausgegangener Jahre liegen. Eine gewisse Resistenz gegenüber niedrigen Temperaturen – in Verbindung mit geringen Niederschlägen – ist somit auch bei den Scatopsidae

nicht auszuschließen. Nach FLACHS (1943) und SEDDON (1985) sind die Larven von *Scatopse fuscipes* und *Apiloscatopse scutellata* (Scatopsidae) sehr empfindlich gegenüber der Substratfeuchte; unterhalb von 75–80 % ist eine vollständige Entwicklung von *S. fuscipes* nicht möglich. Diese Tatsache trägt sicher dazu bei, daß in den Jahren 1979 bis Mitte 1981 und Ende 1985 niedrige Dichtewerte zu verzeichnen waren.

Bei den Cecidomyiiden-Larven ist zum einen festzuhalten, daß trocken–kalte Witterungsperioden (z. B. Winter 1980, Frühjahr 1985) die Populationsdichte nicht verringert. Zum anderen können die naß–kalten Perioden in der ersten Jahreshälfte (Periode 4, 6 und 9) durchaus zu einer Dezimierung beitragen. Entscheidend ist demnach der Zeitpunkt, zu dem abiotische Faktoren auf die Populationen einwirken.

Betrachtet man die Sciariden-Larven, so fällt zunächst die – nach einer Latenzphase von 3,5 Jahren – stärkere Populationsentwicklung Ende 1981 auf (s. 4.3), die von einer naß–kalten Periode unbeeinflusst bleibt. In der folgenden Zeit fördert vermutlich die warm–feuchte Witterung 1982 die Entwicklung der Sciaridae, die dann im September 1982 zu einer Gradation kumuliert.

Nach DELEPORTE (1986) führen längere Regenperioden zu einer stärkeren Larvenmortalität der Sciaride *Bradysia confinis*; die Larven können sich bei Überflutung im Freiland nicht aus dem Wasser befreien und sterben ab. Demgegenüber scheint die Kälte kein wichtiger Mortalitätsfaktor zu sein. Somit ist auch für die Sciariden-Populationen im Ettliger Stadtwald nicht auszuschließen, daß längere, regenreiche Perioden besonders der Jahre 1983–1985 für die Abundanzdynamik mitverantwortlich sein können. Eine Regulation der Populationsdichte der Sciariden durch klimatische Faktoren ist auf Grund der an anderen Insektenpopulationen erhaltenen Ergebnisse (ODUM 1983) auszuschließen; andere, dichteabhängige Faktoren wie intraspezifische Konkurrenz, Krankheiten und Räuber könnten möglicherweise in einem viel stärkeren Maße für die Dichteregulation verantwortlich sein.

Die Lauxaniiden-Larven werden wahrscheinlich von den Witterungsperioden der Jahre 1983 und 1984 in ihrer Dichte mitbeeinflusst. Es findet eine – im Vergleich zu 1982 – Verringerung der Fluktuationsamplitude um 56–70 % statt.

Auch bei den zoophagen Rhagioniden-Larven lassen sich witterungsbedingte Einflüsse nur für die Jahre 1983–1985 wahrscheinlich machen; die extremen Phasen besonders der Jahre 1983 und 1984 tragen mit dazu bei, daß eine Dynamik nicht vorhanden ist. Das kurzzeitige Verschwinden der Larven aus der Streu jeweils zum Jahresende (Periode 1, 3, und 9) könnte sowohl mit dem Entwicklungszyklus der Rhagionidae – Imagines treten von Juli bis August auf – als auch mit einer vertikalen Wanderung in tiefere Horizonte zusammenhängen. Bestätigt wird dies durch HÖVEMEYER (1985), der in einem Kalkbuchenwald bei Göttingen geringe Larvendichten zum Jahresende, eine Flugzeit der

Imagines von Mai–August und eine Präferenz der Larven für den A<sub>h</sub>-Horizont beobachtete.

Zusammenfassend läßt sich für alle Dipterenfamilien feststellen, daß die Fluktuationen der Larven in keinem Fall sicher zu klimatischen Faktoren in Beziehung gesetzt werden können. Selbst bei möglichen Korrelationen stellen Abhängigkeiten ohne die Kenntnisse der Wirkungsmechanismen keinen sicheren Beweis dar. Dieser wird besonders in einem so komplexen Ökosystem wie dem Buchenwald fast unmöglich sein.

## 6. Dominanz und Konstanz der Dipterenfamilien

Um die einzelnen Familien innerhalb der Dipteren-Zoozönose quantitativ vergleichen zu können, kann nach TISCHLER (1976) die ökologische Dominanz herangezogen werden. Sie gibt den durchschnittlichen Anteil der Individuen einer Familie zu den anderen im Biotop vertretenden Familien an (Individuendominanz).

Für eine Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden wird die Einteilung von ENGELMANN (1978) gewählt, bei der durch eine variable, logarithmische Dominanzskala die Klassenbreite dem Untersuchungsmaterial angepaßt wird, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erreichen. Ferner wird eine Überbewertung einzelner Dominanzklassen vermieden.

Neben der mittleren Dominanz ist in Tabelle 5 die Konstanz (Stetigkeit) der Familien angegeben. Diese drückt aus, in wieviel Proben, bezogen auf die Gesamtprobenzahl, die Familien im entsprechenden Jahr in der angegebenen Dominanzklasse angetroffen wurden.

Im Durchschnitt der Jahre 1978–1982 können die Dipterenlarven in folgende Klassen eingeteilt werden:

1. dominant (12,5–39,9 %): Sciaridae, Cecidomyiidae;
2. subdominant (4,0–12,4 %): Tipulidae, Scatopsidae, Chironomidae, Rhagionidae, Dolichopodidae/Empididae, Lauxaniidae, Rest Brachycera;

3. rezedent (1,3–3,9 %): Rest Nematocera.

Es erstaunt, daß die Sciaridae und Cecidomyiidae nicht eudominant vertreten sind, doch wechselt besonders bei den Sciaridae – bedingt durch starke Fluktuationen im Jahr – ein eudominantes mit einem subdominantes bis subrezedentes Vorkommen in den Monaten ab.

Bei den Cecidomyiiden finden keine so großen Schwankungen in den Dominanzgraden statt, erkennbar auch an den Stetigkeitswerten; nur mit Ausnahme des Jahres 1980 lag die Dominanzstetigkeit unter 50 %. Eine Ursache könnte die zeitliche Aufeinanderfolge von verschiedenen Arten im Boden sein.

Die anderen Familien können in unterschiedlichen Jahren, bei geringen Konstanzwerten, dominant vertreten sein. Interessanterweise geschieht dies nicht bei zwei Familien im gleichen Jahr. Nachdem die Larven der Dolichopodiden/Empididen 1979 gleich häufig wie die Sciaridae angetroffen wurden, dominieren 1980 die Musciden, 1981 die Chironomiden und 1982 die Scatopsiden neben jeweils den Sciaridae und Cecidomyiidae in der Larvenzönose. SEDDON (1985) ermittelte bei zweijährigen Untersuchungen in einem Laubmischwald in Epping Forest (Essex, England) eine mittlere Dominanz von *Apiloscatopse scutellata* (Scatopsidae) von 7,7 % im Vergleich zu allen anderen Dipterenfamilien. Bezüglich der Stetigkeit waren mit Ausnahme der Cecidomyiidae und Sciaridae die sonstigen Familien nur relativ selten in über 50 % der Proben vorhanden. Hierbei kommt das bei den Chironomidae und Lauxaniidae aus der Populationsdynamik nachgewiesene, kurzfristige Auftreten im Boden auch in der geringen Konstanz zum Ausdruck. Es ist ersichtlich, daß mit einem dominanten Vorhandensein einer Familie in der Streuschicht nicht immer eine hohe Konstanz während des betreffenden Jahres verbunden ist.

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse anderer bodenzoologischer Arbeiten an Dipterenlarven (ALTMÜLLER 1976, HEALEY & RUSSELL-SMITH 1971, HÖVEMEYER

Tabelle 5. Mittlere Dominanz (D) und Konstanz (K; in %) der Dipterenlarven im Ettlinger Stadtwald von 1978–1982.

Familie	1978		1979		1980		1981		1982		D (Mittel)
	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	
Tipulidae	9,2	33,3	1,9	41,7	2,4	50,0	4,9	33,3	5,5	16,7	4,8
Scatopsidae	3,5	16,7	8,8	25,0	7,6	16,7	5,5	33,3	17,2	25,0	8,5
Sciaridae	37,9	25,0	13,7	41,7	15,9	25,0	23,0	58,3	34,1	50,0	24,9
Cecidomyiidae	23,4	50,0	39,7	50,0	32,5	41,7	25,3	75,0	19,8	75,0	28,1
Chironomidae	2,1	0,0	2,0	16,7	2,7	16,7	14,2	0,0	10,8	33,3	6,4
Rest Nematocera	1,1	75,0	2,8	25,0	2,9	33,3	3,1	33,3	1,7	33,3	2,3
Rhagionidae	3,4	25,0	4,5	16,7	5,5	41,7	4,6	41,7	1,8	16,7	4,0
Dol/Emp.	7,0	41,7	13,3	25,0	3,3	25,0	2,9	41,7	2,6	16,7	5,8
Lauxaniidae	7,9	25,0	6,1	8,3	11,5	16,7	6,7	33,3	2,9	25,0	7,0
Rest Brachycera	6,8	33,3	9,3	66,7	17,5	33,3	11,2	16,7	4,1	16,7	9,8

1965, MOLLON 1962, TRÖGER 1981) bezüglich der Stetigkeit und Dominanz der Sciaridae, Cecidomyiidae und Chironomidae bestätigen. Hinzu kommen im Ettlinger Stadtwald noch die Scatopsiden- und Lauxaniden-Larven, die in einzelnen Jahren das Bild der Dipterenlarven-Zönose mitprägen können.

## 7. Ausblick

Die getrennte Darstellung zoözönotischer Merkmale wie der Abundanz und Dominanz haben nur einen begrenzten Aussagewert, da sie „nicht mehr als verschiedene Aspekte desselben Tatbestandes“ darstellen (SCHWERTFEGER 1975, S. 136 ff.). Dies soll aber nicht bedeuten, daß die Aufnahme dieser ökologischen Daten nicht notwendig und sinnvoll ist. Sie kann Grundlage schaffen für sich anschließende Untersuchungen über die Biologie, Morphologie und Systematik der betreffenden Tiergruppe. Bei allen Dipterenfamilien muß man davon ausgehen, daß eine eingehende morphologisch-systematische Bearbeitung bisher fehlt (HENNIG 1948–1952), so daß es gerechtfertigt erscheint, dies besonders bei den in den meisten terrestrischen Ökosystemen dominanten Familien wie Sciaridae, Cecidomyiidae und Chironomidae in Zukunft voranzutreiben.

## 8. Literatur

- ALTMÜLLER, R. (1979): Untersuchungen über den Energieumsatz von Dipterenlarven im Buchenwald. – *Pedobiologia*, **19**: 245–278; Jena.
- BASEDOW, T. (1972): Über Zusammenhänge zwischen Phänologie und Wirtspflanzen bei den Weizengallmücken *Contarinia tritici* (KIRBY) und *Sitodiplosis mosellana* (GÉHIN). – *Z. ang. Ent.*, **71**: 359–367; Berlin.
- BASEDOW, T. (1977): Der Einfluß von Temperatur und Niederschlägen auf Diapause und Phänologie der Weizengallmücken *Contarinia tritici* (KIRBY) und *Sitodiplosis mosellana* (GÉHIN) (Diptera, Cecidomyiidae). – *Zool. Jb. Syst.*, **104**: 302–326; Jena.
- BECK, L. (1978): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 1. Einleitender Überblick und Forschungsprogramm. – *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **37**: 91–101; Karlsruhe.
- BECK, L. (1983): Zur Biologie des Laubwaldes. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1983: 37–54; Stuttgart.
- BECK, L. (1988): Bemerkungen zum Bestandesklima eines Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwaldvorland in den Jahren 1979–1986. – *Carolina*, **46**: 141–144; Karlsruhe.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. *Carolina*, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BEHRE, G. F. (1983): Die Sieb-Flotationsmethode. Bau und Erprobung eines ökologischen Arbeitsgerätes zur mechanischen Auslese von Bodenarthropoden. – *Staatsexamensarbeit*, Bonn.
- BINNS, E. S. (1981): Fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae, Sciaridae) and the role of mycophagy in soil: a review. – *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **18** (1): 77–90; Paris.
- BRAUNS, A. (1954): Terricole Dipterenlarven. – Göttingen (Musterschmidt).
- BRINDLE, F. R. E. S. (1957): A field key for the identification of *Tipula* larvae (Diptera, Tipulidae). – *Ent. Gaz.*, **9**: 165–180; London.
- COULSON, J. C. (1962): The biology of *Tipula subnodicornis* Zett. with comparative observations on *Tipula paludosa*. – *J. Anim. Ecol.*, **31**: 1–21; Oxford.
- CRAGG, J. B. (1961): Some aspects of the ecology of moorland animals. – *J. Anim. Ecol.*, **30**: 205–234; Oxford.
- DELEPORTE, S. (1981): Peuplement en Diptères Sciaridae d'une litière de chêne. – *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **18** (2): 231–242; Paris.
- DELEPORTE, S. (1986): Biologie et écologie du Diptère Sciaridae *Bradysia confinis* (Winn., Frey) d'une litière de feuillus (Bretagne intérieure). – *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **23** (1): 39–76; Paris.
- DETHIER, M. (1985): Distribution des larves d'insectes pterygotes dans une pelouse alpine. – *Bull. Soc. Linnéenne de Lyon*, **53** (3): 64–76; Lyon.
- DRIFT VAN DER, J. (1961): Analysis of the animal community in a beech forest floor. – *Tijdschr. v. Ent.*, **94** (1): 1–168; Amsterdam.
- DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. – Wittenberg Lutherstadt (Ziemsen).
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – *Pedobiologia*, **18**: 378–380; Jena.
- FRANKE, U. & FRIEBE, B. (1983): Erfassung der Makrofauna eines Buchenwaldbodens mittels Handauslese und Barberfallen. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1983: 216; Stuttgart.
- FREEMAN, B. E. (1967): Studies on the ecology of larval Tipulidae (Diptera, Tipulidae). – *J. Anim. Ecol.*, **36**: 123–146; Oxford.
- FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – *Carolina*, **41**: 45–80; Karlsruhe.
- HEALEY, J. A. & RUSSELL-SMITH, A. (1970): The extraction of fly larvae from woodland soils. – *Soil Biol. Biochem.*, **2**: 119–129; Oxford.
- HEALEY, J. A. & RUSSELL-SMITH, A. (1971): Abundance and feeding preferences of fly larvae in two woodland soils. – *IV. Coll. Pedobiologiae*, Dijon; *Ann. zool. Ecol. anim. Numéro hors série*, **3**: 177–191; Paris.
- HENNIG, W. (1948–1950): Die Larvenformen der Dipteren, Teile 1–3, Berlin (Akademie).
- HENNIG, W. (1973): Diptera (Zweiflügler). – *Handb. Zool.* 4 (2), 2/31: 1–337; Berlin, New York (de Gruyter).
- HEYNEN, C. (1987): Lebensraum Buchenwaldboden: Die Dipterenlarven. – *Verh. Ges. Ökologie* 1987; Göttingen.
- HÖVEMEYER K. (1984): Die Dipteregemeinschaft eines Buchenwaldes auf Kalkgestein: Produktion an Imagines, Abundanz und räumliche Verteilung, insbesondere der Larven. – *Pedobiologia*, **26**: 1–15; Jena.
- HÖVEMEYER K. (1985): Die Zweiflügler (Diptera) eines Kalkbuchenwaldes: Lebenszyklen, Raum-Zeit-Muster und Nahrungsbiologie. – *Dissertation*, Göttingen, 280 S.
- HOFFMANN G. M. & SCHMUTTERER, H. (1983): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. – Stuttgart (Ulmer).
- KENDEIGH S. C. (1979): Invertebrate populations of the deciduous forest: Fluctuations and relations to weather. – *Illinois biological monographs*, **50**; Chicago, London (Urbana).
- KRIVOSHEINA N. P. & MAMAEV, B. M. (1967): Bestimmungsschlüssel für zweiflügelige Insekten (Larven), die unter der Borke wohnen. – *Akademia Nauk UdSSR, Moscow*; russ.
- MADWAR S. (1937): Biology and morphology of the immature stages of Mycetophilidae (Diptera, Nematocera). – *Phil.*

- Trans. Roy. Soc., **227**: 1–110; London.
- MANNHEIMS, B. (1951–1968): 15. Tipulidae; in LINDNER, E.: Fliegen der Palaearktischen Region 3,5.1: 1–321; Stuttgart.
- MEYER, E.; SCHWARZENBERGER, J.; STARK, G. & WECHSELBERGER, G. (1984): Bestand und jahreszeitliche Dynamik der Bodenmakrofauna in einem inneralpinen Eichenmischwald (Tirol, Österreich). – *Pedobiologia*, **27**: 15–132; Jena.
- MEYER H. (1984): Experimentell-ökologische Untersuchungen an Gallmücken (Cecidomyiidae, Diptera) in Salzwiesenbereichen Norddeutschlands. – *Faun.-ökol. Mitt., Suppl.*, **5**: 1–124; Kiel, Neumünster.
- MOLLON A. (1982): Étude d'une écosystème forestier mixte. VII. Composition et phénologie du peuplement des Diptères à larves édaphiques. – *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **19**: 289–306; Paris.
- ODUM E. P. (1983): Grundlagen der Ökologie. – Stuttgart, New York (Thieme).
- OVERGAARD-NIELSON, C. (1962): Carbohydrases in soil and litter invertebrates. – *Oikos*, **13**: 200–215; Kopenhagen.
- PEREL T. S.; KARPACHEVSKY, L. O. & YEGOROVA, E. V. (1971): The role of Tipulidae (Diptera) larvae in decomposition of forest litter. – *Pedobiologia*, **11**: 66–70; Jena.
- PLACHTER H. (1979): Zur Kenntnis der Präimaginalstadien der Pilzmücken (Diptera, Mycetophilidae) Teil II: Eidonomie der Larven. – *Zool. Jb. Anat.*, **101**: 271–392; Jena.
- RABELER W. (1962): Die Tiergesellschaften von Laubwäldern (Querco-Fagetea) im oberen und mittleren Wesergebiet. *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F.*, **9**: 165–180; Stolzenau/Weser.
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere; Bd.3: Synökologie. – Hamburg, Berlin (Parey).
- SEDDON A. M. (1985): Life history and population biology of *Apiloscatopse scutellata* LOEW (Diptera, Scatopsidae) with notes of the final instar larva. – *Entomologist's Monthly Mag.*, **121**: 45–53; London.
- SKUHRAVA, M. (1973): Monographie der Gallmückengattung *Climadiplosis* (KIEFFER 1984) (Diptera, Cecidomyiidae). – Studie CSAV, Cisló, **17**: 80 S.; Prag.
- SKUHRAVA M.; SKUHRAVY, V. & BREWER, J. W. (1984): The distribution and long-term changes in population dynamics of gall midges on cereals in Europe (Cecidomyiidae, Diptera). – *Cecidologia Internationale*, **5**: 1–5; Allahabad.
- STRENZKE K. (1951): Systematik, Morphologie und Ökologie der terrestrischen Chironomiden. – *Arch. Hydrobiol., Suppl.*, **18**: 207–414; Stuttgart.
- THEOWALD B. (1967): Familie Tipulidae (Diptera, Nematocera). Larven und Puppen. – *Best. Bücher Bodenfauna Europas* 7: 100 S.; Berlin (Akademie).
- TESKEY H. J. (1981): 5. Key to Families-Larvae. – In: MC ALPINE, J. F. (ed.): *Manual of Nearctic Diptera*, Monogr. no. 27, Res. Branch. Agric. Canada 1: 125–147; Ottawa.
- TISCHLER W. (1976): Einführung in die Ökologie, 1. Aufl., Stuttgart, New York (Fischer).
- TOPP W. (1981): Biologie der Bodenorganismen. – Heidelberg (Quelle & Meyer).
- TROGER H. (1981): Untersuchungen zur Dynamik von Dipterenlarven in zentralalpinen Böden. – *Veröff. Österr. MaB Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern*, **4**: 179–190; Innsbruck.
- WILBERT H. (1962): Über Festlegung und Einhaltung der mittleren Dichte von Insektenpopulationen. – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **50**: 576–615; Berlin.

# Wissenschaftliche Mitteilungen

THOMAS BREUNIG & GEORG PHILIPPI

## Der Pillenfarn (*Pilularia globulifera* L.) in der mittelbadischen Rheinebene

*Pilularia globulifera*, der Pillenfarn, ist seit dem letzten Jahrhundert aus dem badischen Oberrheingebiet bekannt. Wuchsorte waren zum einen offene, kalkarme Böden in Wiesengraben, die periodisch ausgeräumt wurden und zur Wiesenbewässerung angelegt wurden. Hier war die Pflanze von Holzhausen bei Freiburg (GOLL: DÖLL 1862, zuletzt 1924, leg. JAUCH, KR) und vom Schloß Scheibenhardt bei Karlsruhe (BRAUN: DÖLL 1843, zuletzt 1889, leg. KNEUCKER, KR) bekannt. Wahrscheinlich lag die Fundstelle zwischen Achern und Großweier (ZIMMERMANN 1911, 1929) ebenfalls in einem Wiesengraben. Zum anderen wurde *Pilularia globulifera* in Lehmgruben beobachtet, so bei Kork (nahe Kehl,



Abbildung 1. Flach überschwemmte Mulde zwischen zwei Äckern mit reichen Beständen des Pillenfarns (*Pilularia globulifera*) und des Sumpfqwendels (*Peplis portula*). – In der Nähe von Sandweier zwischen Rastatt und Baden-Baden, Oktober 1988. Foto: G. PHILIPPI.

HARTMANN: FRANK 1830, zuletzt 1908, leg. LÖSCH, KR) und bei Rastatt (Rötterer Berg, ROTH: FRANK 1830, später SCHILDKNECHT: DÖLL 1857). Jüngere Beobachtungen des Pillenfarns stammen von Rändern von Kiesgruben, die z. T. beim Autobahnbau um 1960 entstanden sind, weiter von Gräben zwischen Äckern (vgl. PHILIPPI 1969, 1971).

Überraschend waren neue Funde an vernäbten Stellen in Maisäckern im Gebiet der mittelbadischen Rheinebene um Achern–Bühl–Rastatt. Eine erste Beobachtung im Jahre 1983 östlich Vimbuch bei Bühl (auf einer Fläche der Größe 40 x 40 cm<sup>2</sup>) wurde zunächst als Kuriosität abgetan. Nach dem nassen Sommer 1987 konnten zahlreiche, auch größere Vorkommen an solchen Wuchsorten festgestellt werden (TH. BREUNIG); alte Vorkommen konnten bei gemeinsamen Exkursionen wieder bestätigt werden. Ganz offensichtlich handelt es sich also um dauerhafte Vorkommen, wobei die Pflanze jedoch in trockenen Jahren ausbleiben kann.

An folgenden Stellen konnte *Pilularia globulifera* beobachtet werden:

(7115/3) Sandweier, Langmatt, entlang einer feuchten Rinne in vier größeren, etwa 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup> umfassenden und 16 kleineren Flecken der Größe 0,2 x 0,2 m<sup>2</sup>.

(7214/4) Östlich Vimbuch, nördlich der Umgehungsstraße, hier bereits 1983 beobachtet, und an genau dieser Stelle 1987 bestätigt, spärlich.

(7214/4) Südlich Vimbuch, Im See, spärlich.

(7214/3) Westlich Oberbruch, Schwedenmatt, hier in ca. 14 Flecken, die schätzungsweise eine Gesamtfläche von 4,5 m<sup>2</sup> einnahmen.

(7214/3) Südwestlich Hildmannsfeld, Obermatten, hier in 43 Flecken beobachtet; vermutlich das größte Vorkommen im Gebiet. *Pilularia globulifera* wuchs hier nicht nur in feuchten Mulden mit fehlgeschlagenem Mais, sondern auch in den Maisbeständen selbst.

(7214/3) Östlich Scherzheim, südlich Brandfeld, mehrere größere Flecken.

(7314/1) Zwischen Scherzheim und Unzhurst, spärlich, hier von B. HAISCH beobachtet.

(7314/1) Nördlich Michelbuch, Fünfheimburgerwald, spärlich. Hier bereits 1969–1971 in Gräben beobachtet und an ± genau dieser Stelle wieder bestätigt.

(7313/4) Nördlich des Maiwaldes bei Wagshurst, ± reichlich, hier von B. HAISCH entdeckt.

An allen Fundstellen war im Spätjahr 1987 nach dem Trockenfallen der Äcker eine lebhafte Ausbreitung über Kriechsprosse zu beobachten; sie wurde durch weitere Regenfälle (die ein zu großes Austrocknen der Flächen verhinderte) begünstigt. Sporokarprien wurden weder 1983 noch 1987 angetroffen (am Wuchsort bei Michelbuch wurden in früheren Jahren Sporokarprien in großer Zahl beobachtet, vgl. PHILIPPI 1969, 1971). – Die Fundstellen liegen in einem Gebiet, in dem schon früher *Pilu-*

laria gefunden wurde. Ungeklärt ist die Entstehung der Vorkommen. Sie könnten auf im Boden liegende Sporokarprien zurückzuführen sein, die offensichtlich lange ihre Keimfähigkeit behalten. Da in den letzten Jahren anscheinend keine neuen Sporokarprien gebildet wurden (die Wuchsorte waren zu trocken), ist auch an ein Überdauern auf vegetativem Weg zu denken (*Pilularia globulifera* ist ausdauernd). Eine jüngere Einschleppung durch Wasservögel erscheint wenig wahrscheinlich, da die nächsten Wuchsorte an Gewässerrändern zwischen Basel und Belfort rund 200 km entfernt sind. – Die Wuchsorte wurden früher als Wiesen genutzt; der Umbruch zu Äckern erfolgte erst um 1960–1970.

Vergesellschaftet war *Pilularia globulifera* mit *Peplis portula*, die in den Beständen in größerer Menge vorkommt. Die an höher gelegenen, weniger stark überschwemmten Stellen vorkommenden *Gnaphalium uliginosum* oder *Juncus bufonius* waren in den Beständen regelmäßig, jedoch nur als Jungpflanzen enthalten; *Juncus bufonius* blieb fast immer steril. Floristische Seltenheiten der Bestände waren *Elatine alsinastrum* und

*Lindernia procumbens* (vgl. BREUNIG & HAISCH 1968). Arten, die auf nährstoffärmere Standorte hinweisen, wie *Juncus bulbosus* oder *Callitriche stagnalis*, kamen nur ganz selten vor (vgl. Aufn. 1); Zeigerarten nährstoffreicher Stellen wie *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum hydropiper* oder *P. lapathifolium* waren regelmäßig vorhanden, wenn auch nur in geringer Menge. Von den hier angesäten Maispflanzen waren vereinzelt kümmernde Stengel zu sehen. – Auf größeren Flächen waren die Bestände lückig (vgl. Aufn. 2); auf kleineren Flächen erreichte die Vegetationsbedeckung höhere Werte. – Die Wuchsorte waren insgesamt nährstoffreich, da die Äcker bei der Einsaat des Mais gedüngt wurden. Das über mehrere Monate hier stehende Oberflächenwasser (Regenwasser) schwächte offensichtlich den Nährstoffgehalt ab; eine Überschwemmung aus Gräben und Bächen, die in den Äckern meist an den üppigen Beständen von *Polygonum hydropiper* und dem Fehlen von Arten der Zwergbinsengesellschaften zu erkennen war, fehlte. – Insgesamt stellen die Bestände ein bisher nicht bekanntes Gemisch aus Zwergbinsen- und Strandlings-

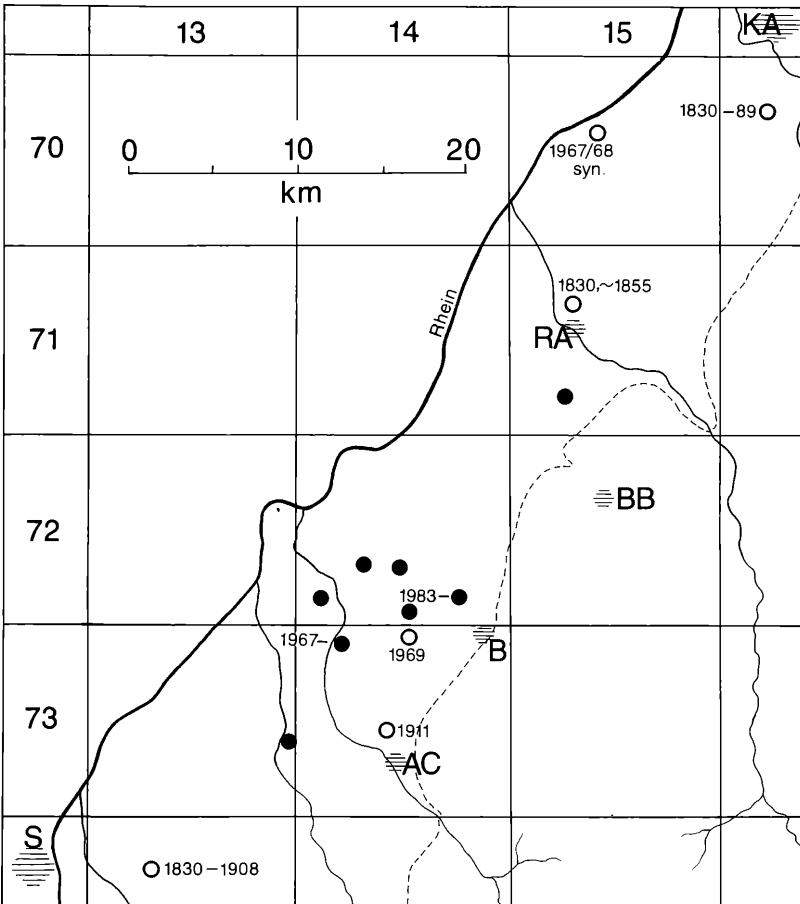


Abbildung 2. Fundorte des Pillenfarns (*Pilularia globulifera* L.) in der mittelbadischen Rheinebene. Jahreszahlen geben die Beobachtungsjahre an. Linksrheinisch sind in dem Kartengebiet keine Fundstellen bekannt. – Abkürzungen: AC = Achern, B = Bühl, BB = Baden-Baden, KA = Karlsruhe, RA = Rastatt, S = Stuttgart. Gestrichelte Linie: Grenze des Schwarzwaldes. Zeichnung: F. WEICK.

gesellschaften dar. Von dem Pilularietum, das als eigene Assoziation der Strandlingsgesellschaften (Littorelletea: Hydrocotylo-Baldellion) geführt wird, unterscheiden sich die vorliegenden Bestände durch das Fehlen von *Eleocharis acicularis*, *Juncus bulbosus*, *Hydrocotyle vulgaris* oder *Ranunculus flammula* und das Vorkommen eutraphenter Arten (vgl. dazu z. B. PIETSCH 1974, DIERSSEN 1975). Auch die früheren Aufnahmen von *Pilularia*-Beständen des Gebietes weisen keine so hohen Anteile von Nährstoffzeigern auf (PHILIPPI 1969). In Nord- und Ostdeutschland ist *Pilularia globulifera* eine Pflanze oligotropher Ausstiche (z. B. in Lehmgruben oder am Rand von Heideteichen). Vorkommen der Pflanze in fehlgeschlagenen Maisäckern, teilweise hier

sogar als Maisacker-Unkraut, waren bisher nicht bekannt.

*Pilularia globulifera* galt in Baden-Württemberg als „vom Aussterben bedroht“. Die neuen Funde zeigen, daß die Gefährdung überschätzt wurde. Bei der heutigen Art der landwirtschaftlichen Nutzung (die allerdings nicht als „ordnungsgemäß“ bezeichnet werden kann) erscheint er im mittelbadischen Gebiet wenig gefährdet. Bei einer Extensivierung der Nutzung könnte vielleicht eine Wiederaufnahme der früheren Wiesenwässerung dazu beitragen, die Bestände von *Pilularia globulifera* im Gebiet zu sichern. Voraussetzung ist allerdings, daß Bäche mit sauberem Wasser vorhanden sind! Im Sommer 1988 war an den überprüften Fundstellen



Abbildung 3. Ausschnitt aus einem Rasen des Pillenfarne (*Pilularia globulifera*) bei Scherzheim. Foto: D. DANNER.



*Pilularia globulifera* nicht zu sehen. Auch *Peplis portula*, im vergangenen Jahr sehr üppig entwickelt, war in diesen Äckern kaum zu finden. Der Grund waren die im Frühsommer und Sommer 1988 geringen Niederschläge.

Für floristische Hinweise danken wir Herrn B. HAISCH (Stutensee-Blankenloch).

Tabelle 1. *Pilularia*-Bestände

Nr.	1	2	3	4	5
Fläche (m <sup>2</sup> )	2	32	4	3	0,5
Vegetationsbedeckung (%)	80	20	30	85	80
Artenzahl	11	12	10	11	5
<i>Pilularia globulifera</i>	3	2 m	2 a	2 m	4
<i>Peplis portula</i>	3	2 a	3	4	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>		2 m	2 a	1	+
<i>Juncus bufonius</i>		2 m	1°	+	
<i>Elatine alsinastrum</i>		2 m	1		
<i>Lindernia procumbens</i>		1	+		
<i>Callitriche stagnalis</i>	2 a				
<i>Juncus bulbosus</i>	+				
<i>Echinochloa crus-galli</i>		+	1	1	3
<i>Polygonum hydropiper</i>	+	+		+	
<i>Polygonum persicaria</i>		+	+		
<i>Rorippa palustris</i>					1
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1			+	
<i>Juncus articulatus</i>	2 a				
<i>Plantago major</i>		1	1		

Außerdem: In 1: *Juncus effusus* +, *Salix alba* juv. +, *Lythrum salicaria* r, *Riccia duplex* +. In 2: *Epilobium* cf. *obscurum* r. In 3: *Chenopodium polyspermum* r° In 4: *Glyceria declinata* 2a, *Zea mays* +, *Polygonum lapathifolium* +, *Rorippa sylvestris* +.

- (7115/3) Sandweier, Langmatt, 120 m, Bestand entlang einer feuchten Rinne.
- (7214/3) Östlich Scherzheim, 126 m. Große vegetationsarme Mulde in einem Maisacker, Mais fehlgeschlagen.
- Wie Nr. 2, auf kleiner Fläche aufgenommen.
- (7214/3) Südlich Vimbuch, 128 m, Mulde in einem Maisacker.
- (7214/3) Östlich Vimbuch, 128 m. Kleine Fläche in einem Maisacker. Aufn. Sept. 1983.

## Literatur

- BREUNIG, TH. & HAISCH, B. (1988): Der Quirl-Tännel (*Elatine alsinastrum* L.) in der Offenburger Rheinebene. – *Carolinea*, **46**: 137; Karlsruhe.
- DIERSSEN, K. (1975): Littorelletea uniflorae. – *Prodrom. europ. Pflanzenges.*, **2**: 149 S.; Vaduz.

- DÖLL, J. CH. (1843). Rheinische Flora. – 832 S., Frankfurt a. M.
- DÖLL, J. CH. (1862): Flora des Großherzogthums Baden. Bd. 3: 963–1429; Karlsruhe.
- FRANK, C. J. (1830): Rastatts Flora. – 128 S.; Heidelberg.
- PHILIPPI, G. (1969): Zur Vergesellschaftung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F. **10** (1): 139–172; Freiburg i. Br. (Hier auch weitere floristische und soziologische Angaben zu *Pilularia globulifera* im Oberrheingebiet.)
- PHILIPPI, G. (1971): Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **30**: 9–47; Karlsruhe.
- PIETSCH, W. (1974): Zur Verbreitung des Pillenfarns (*Pilularia globulifera* L.) in der Lausitz. – Niederlaus. flor. Mitt., **7**: 11–22; Cottbus.
- ZIMMERMANN, G. (1911): In: ANONYMUS: Neue Standorte. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, **261–62**: 95–96; Freiburg i. Br.
- ZIMMERMANN, W. (1923): Neufunde und neue Standorte in der Flora von Achern (1918–1923). – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N. F., **2**: 265–269; Freiburg i. Br.

## Autoren

Dipl.-Geogr. THOMAS BREUNIG, Prof. Dr. GEORG PHILIPPI, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe.

SIEGFRIED DEMUTH

## Über zwei bemerkenswerte Mauerfarne an der Bergstraße

In der Literatur finden sich nur wenige Angaben über Mauerfarne und Mauerfarngesellschaften aus dem nordbadischen Raum. Lediglich bei DÖLL (1843, 1857, 1863) gibt es Hinweise über Vorkommen in diesem Gebiet. In den Floren von SCHMIDT (1857) und DIERBACH (1819) sind leider keine Pteridophyten aufgenommen. Im folgenden werden von zwei bemerkenswerten Farnen neue Beobachtungen an der Badischen Bergstraße zusammengestellt.

### *Ceterach officinarum* Dc. (Schriftfarn)

Am 9. 1. 1988 machte mich Herr MANFRED WURTH aus Hemsbach auf einen bisher nicht bekannten Fundort von *Ceterach officinarum* aufmerksam. Er befindet sich östlich von Laudenbach/Badische Bergstraße zwischen Weinbergen in der Randzone des zur Rheinebene hin abfallenden Odenwaldes. An einer 15 m langen, unverfugten Granitmauer finden sich ca. 80 Stöcke (MTB 6317/4, 170 m NN., Exposition S).

Das Substrat zwischen den Mauerfugen besteht aus verwittertem Granit und Löß/Lößblehm, der in die Fugen von der Rückseite der Mauer her eingespült wird. Es ist schwach kalkhaltig, der pH-Wert beträgt 6,5 (0,1 n KCl) bzw. 7,5 (H<sub>2</sub>O).

Trotz mehrmaliger Suche wurden keine weiteren Funde an geeigneten Standorten in der unmittelbaren Umgebung und entlang der Bergstraße gemacht.

Vier Vegetationsaufnahmen zeigen die Vergesellschaftung des Farns an der Granitmauer bei Laudenbach (Tab. 1).

### Zur Soziologie von *Ceterach officinarum*.

Der Mauergesellschaft in Laudenbach, in der *Ceterach* vorkommt, fehlen Assoziations-, Verbands- und Ordnungskennarten. *Ceterach officinarum* und *Asplenium trichomanes* werden als Kennarten der Klasse *Asplenietea rupestris* gewertet, kommen also in Gesellschaften kalkreicher und kalkarmer Standorte vor. Stete Begleiter sind *Potentilla argentea*, *Sedum reflexum* und *Ballota nigra* ssp. *foetida*, und die Moose *Grimmia pulvinata*, *Bryum argenteum* und *Tortula muralis*. Eine genauere soziologische Zuordnung der Gesellschaft aufgrund der floristischen Zusammensetzung ist nicht möglich.

*Ceterach officinarum* kommt in Süddeutschland sowohl in Mauergesellschaften der Kalkfugen, hier im *Asplenietum trichomanorutae-murariae*, sowie in den Silikat-Mauergesellschaften, hier im *Asplenietum septendriionali-adianti-nigri* und im *Biscutello-Asplenietum septen-*

*driionalis* (OBERDORFER 1938, 1977; LANG 1973) vor. Im mediterranen Raum, dem Hauptverbreitungsgebiet, ist der Farn im gesamten Spektrum der Klasse *Asplenietea rupestris* zu finden (BRAUN-BLANQUET 1952, OBERDORFER 1975).

Neben dem neuentdeckten Vorkommen in Laudenbach, gibt es im Oberrheingebiet nördlich von Karlsruhe nur noch eines in Walldorf an der Friedhofsmauer (6617/3, erstmals erwähnt von A. KNEUCKER 1924; im Mai 1988 ca. 110 Stöcke) und eine sehr kleine Population mit 2 Stöcken in einer steilen Granitwand an der Odenwaldbahn im Birkenauertal östlich Weinheim (6418/1, 120 m NN., Exposition SE, E. SCHUBERT 1984, im März 1988 bestätigt). Da dieser Fundort erst mit dem Bau der Odenwaldbahn im Jahre 1895 entstanden ist, muß DÖLL (1843, 1857) mit seiner Angabe von Weinheim einen anderen Wuchsort gemeint haben. Ein weiteres Vorkommen aus Weinheim ist nicht bekannt.

### Erlöschene Vorkommen im Gebiet:

6618/2: Neckargemünd. An der westlichen mit Sandsteinen aufgeführten Stadtmauer (DÖLL 1863, SEUBERT & KLEIN 1905).

6518/3: Heidelberg oberhalb Hirschgasse (DÖLL 1843, 1857, SEUBERT & KLEIN 1905). 1829 auch noch oberhalb des Schlosses am Weg zum „Kaiserstuhl“ (DÖLL 1843) – es ist wohl der Königstuhl gemeint (D. Verf.).

6518/3: Heidelberg, Philosophenweg. An Buntsandsteinmauer bis 1985. Bestand durch Mauersanierung zerstört (W. HAGEMANN 1988, briefl.).

6518/1: Schriesheim (DÖLL 1843, 1857, SEUBERT & KLEIN 1905).

6418: Weinheim (DÖLL 1843, 1857, SEUBERT & KLEIN 1905).

### Verbreitung in Baden-Württemberg

Verbreitungsschwerpunkte in Baden-Württemberg sind das Oberrheingebiet mit dem westlichen Schwarzwaldrand, das Neckargebiet, der Kraichgau, das Main-Taubergebiet, ein Fundort im Bodenseegebiet und wenige auf der Schwäbischen Alb.

Von 52 Meßtischblattquadranten mit ehemaligen und aktuellen Vorkommen sind in 36 die Vorkommen erloschen und nur noch in 16 rezent nachgewiesen.

Die meisten Populationen sind sehr klein. Sie umfassen oft nur wenige Stöcke.

Die Situation im benachbarten Rheinland-Pfalz ist ähnlich. In der Pfalz gibt es nur noch wenige Vorkommen mit kleinen Populationen. Nur im Weinbaugebiet des Nahe- und Moseltales ist der Farn noch häufiger (W. LANG 1988, mündl.). Im Elsaß ist ebenfalls ein starker Rückgang zu verzeichnen; es existieren nur noch wenige, kleine Populationen.

### Gefährdung, Schutz

In Baden-Württemberg gehört *Ceterach officinarum* zu den gefährdeten Arten der Roten Liste, mit Gefährdungsgrad 3 (HARMS et al. 1983).

Aufgrund des starken Rückganges, durch Abbruch oder

Verfugen alter Mauern, ist dieser Farn besonders schutzwürdig. Der Neufund bei Laudenbach mit 80 Stöcken gewinnt daher an Bedeutung. Schutzmaßnahmen in Form einer Absprache mit dem Eigentümer und die Einrichtung eines Naturdenkmales sind anzustreben.

### ***Asplenium adiantum-nigrum* L. (Schwarzgestielter Steifenfarn)**

*Asplenium adiantum-nigrum* kommt an mehreren Fundorten der nordbadischen Bergstraße vor. Zwei Vorkommen finden sich an Weinbergsmauern aus Granit und Buntsandstein, drei sind an beschatteten Wegböschungen auf Granit/Granitgrus.

#### Fundorte:

6317/4 Ehrenberg E Laudenbach. An ca. 50 cm hoher Weinbergsmauer aus Granit, zahlreich. 200 m NN, Expo. N, pH 5,9 (H<sub>2</sub>O), 4,5 (KCl). Begleitarten: *Asplenium trichomanes*, *Hedera helix*, *Sedum rupestre*, *Veronica hederifolia*.

6317/4 Ehrenberg E Laudenbach. In Hecke an steiler Wegböschung auf Lößlehm, ca. 25 Stöcke. 200 m NN, Expo. SE, pH 5,7 (H<sub>2</sub>O), 4,3 (KCl). Begleitarten: Strauchschicht: *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Quercus petraea*; Krautschicht: *Asplenium trichomanes*, *Hedera helix*, *Allium oleraceum*, *Geranium robertianum*, *Poa nemoralis*, *Gaium aparine*, *Urtica dioica*, *Chaerophyllum temulum*.

6418/1 Weinheim. Schmalere, eingeschnittener Fußweg am Bergstraßenhang. Auf Granitgrus mit Lößlehm, ca. 5 Stöcke. 215 m NN, Expo. E, pH 5,3 (H<sub>2</sub>O), 4,2 (KCl). Begleitarten: Strauchschicht: *Prunus spinosa*, *Rubus fruticosus*; Krautschicht: *Hedera helix*, *Poa nemoralis*, *Urtica dioica*, *Chelidonium majus*, *Stellaria holostea*, *Alliaria petiolata*.

6418/3 Häuselberg E Weinheim-Höhensachsen. An Weinbergsmauer aus Buntsandstein, 2 Stöcke, 240 m NN, Expo. SW, pH 7,8 (H<sub>2</sub>O), 4,1 (KCl). Begleitarten: *Viola odorata*, *Picris hieracioides*, *Anagallis arvensis*, *Clematis vitalba*, *Poa angustifolia*, *Origanum vulgare*.

6518/1 Bergstraßenhang N Schriesheim. Verbuschte Straßenböschung auf Granitgrus, ca. 5 Stöcke in Polster von *Pleurozium schreberi*, 200 m NN, Expo. N, pH 6,4 (H<sub>2</sub>O), 5,4 (KCl). Begleitarten: *Polypodium vulgare*, *Silene nutans*, *Hieracium murorum*, *Hypnum cupressiforme*, *Batrachium pomiformis*, *Plagiochila porelloides*, *Polytrichum formosum*.

6518/1 Martinsberg E Leutershausen. Eichen-Niederwald über Granit, ca. 10 Stöcke, 240 m NN, Expo. N, Neig. 45° Begleitarten: *Quercus petraea*, *Melica uniflora*, *Campanula persicifolia*, *Polypodium vulgare*, *Convallaria majalis*, *Hieracium umbellatum*, *Silene nutans*, *Poa nemoralis*, *Galium sylvaticum*, *Polygonatum odoratum*, *Digitalis lutea*.

Tabelle 1. Mauergesellschaft mit *Certerach officinarum*

Aufn. Nr.	1	2	3	4
Größe (m <sup>2</sup> )	0,7	1	1	0,6
Deckung (%)	60	10	10	8
Artenzahl Gefäßpflanzen	4	10	7	10
Moose	4	3	4	4
Asplenietea-Arten:				
<i>Ceterach officinarum</i>	+	1	1	1
<i>Asplenium trichomanes</i>	1	+		+
Sonstige:				
<i>Potentiella argentea</i>	3	+	1	+
<i>Sedum reflexum</i>		+	+	+
<i>Ballota nigra</i>		+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i>		+	+	
Moose:				
<i>Grimmia pulvinata</i>	+	+	1	+
<i>Bryum argenteum</i>	+	+	+	
<i>Tortula muralis</i>		+	+	+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+			
<i>Leucodon sciuroides</i>	+		+	

Außerdem mit geringer Stetigkeit:

In 1: *Hedera helix* 1; in 2: *Chelidonium majus* +, *Erigeron annuus* r, *Solidago virgaurea* r, *Galium album* (Keimpfl.) r; in 3: *Rubus fruticosus* +, *Linaria vulgaris* r; in 4: *Geranium rotundifolium* r.

### Literatur

- BRUN-BLANQUET, J. (1952): Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. – 297 S., 16 Taf.; Paris.
- DIERBACH, J. H. (1819): Flora Heidelbergensis. – 406 S.; Heidelberg.
- DÖLL, J. CH. (1843): Rheinische Flora. – 832 S.; Frankfurt.
- DÖLL, J. CH. (1857): Flora des Großherzogthums Baden, Bd. I. – 482 S.; Karlsruhe.
- DÖLL, J. CH. (1863): Beiträge zur Pflanzenkunde, mit besonderer Berücksichtigung des Großherzogthums Baden. – Jahresber. d. Mannheimer Ver. f. Naturkunde, **29**: 55–71; Mannheim.
- HARMS, K. H., PHILIPPI, G. & SEYBOLD, S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg – Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta), 2., neubearbeitete Fassung. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **32**: 1–157; Karlsruhe.
- KNEUCKER, A. (1924): Kurzer Bericht über den derzeitigen Zustand einiger phytogeographisch interessanter Gebiete unseres Landes. – Mitt. bad. Landesver. f. Naturkunde u. Naturschutz, **12/13**: 296; Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1938): Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **3**: 150–270; Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (1975): Die Mauerfugen-Vegetation Siziliens. – Phytocoenologia, **2**: 146–153; Berlin, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. – 311 S.; Stuttgart, New York.
- SCHMIDT, J. A. (1857): Flora von Heidelberg. – 394 S.; Heidelberg.
- SEUBERT, M. & KLEIN, L. (1905): Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. – 454 S.; Stuttgart.

### Autor

Dipl.-Biol. SIEGFRIED DEMUTH, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe.

THOMAS BREUNIG &amp; BERND HAISCH

## Neufunde des Quirl-Tännels (*Elatine alsinastrum* L.) in der Offenburger Rheinebene

*Elatine alsinastrum* ist aus der badischen Rheinebene schon lange bekannt. Besonders aus der Freiburger Bucht und aus der Offenburger Rheinebene liegen zahlreiche Fundortsangaben vor, die bei PHILIPPI (1969) zusammengestellt sind. In den letzten Jahrzehnten wurde die Art allerdings nur noch sehr selten beobachtet und galt zeitweise als verschollen. Letzte Beobachtungen stammen aus dem Jahr 1970 (PHILIPPI 1971) von der ehemaligen Schweineweide bei Höfen (7513/3) und von einem frisch ausgehobenen Graben nördlich von Urloffen (7413/2).

Im Oktober 1987 fanden wir *Elatine alsinastrum* an drei Wuchsorten. Bemerkenswerterweise lagen sie alle in zeitweise überfluteten Mulden von Maisäckern:

7214/33: östlich Lichtenau-Scherzheim, Brandfeld (3427040/5397280), 127 m ü. NN; etwa 800, bis 40 cm lange Exemplare zusammen mit *Pilularia globulifera*, *Peplis portula*, *Lindernia procumbens*, *Gnaphalium uliginosum* und *Polygonum hydropiper*;

7313/42: nördlich Wagshurst, westlich der Straße nach Memprechtshofen (3425300/5389400), 133 m ü. NN; reichlich zusammen mit *Pilularia globulifera*, *Peplis portula*, *Hypericum humifusum*, *Gypsophila muralis* und *Riccia huebeneriana*;

7513/31: westlich Schutterwald-Höfen, an der Straße nach Dundenheim (3415900/5368000), 147 m ü. NN; wenige Exemplare zusammen mit *Lindernia procumbens*, *Cyperus fuscus*, *Juncus tenageia*, *Peplis portula* und *Lythrum hyssopifolia*. Dieser Wuchsort liegt im Bereich der altbekanntesten Fundstelle von BAUR (1886), an der *Elatine alsinastrum* noch 1970 von PHILIPPI beobachtet wurde.

*Elatine alsinastrum* wächst in Teichboden-Gesellschaften (Elatino-Eleocharition ovatae) auf zeitweise überfluteten, im Spätsommer oder Herbst aber austrocknenden Standorten. In der badischen Rheinebene boten Hanflöcher und Schweineweiden mit vegetationsarmen, schlammigen Flächen der Art günstige Wachstumsbedingungen (PHILIPPI 1968). Mit dem Verschwinden solcher Flächen gilt *Elatine alsinastrum* inzwischen in Baden-Württemberg als stark gefährdet (HARMS et al. 1983).

Die in Südwest-Deutschland sehr niederschlagsreiche Witterung des Jahres 1987 begünstigte die Entwicklung von Teichboden-Gesellschaften und damit auch das Auftreten von *Elatine alsinastrum*. So wurde auch aus Jügesheim in Südhessen ein Wiederfund des Quirl-Tännels gemeldet (LUDWIG 1988).

In der Offenburger Rheinebene waren v. a. die Monate Mai bis August außergewöhnlich niederschlagsreich,

in Leiberstung bei Bühl fielen in diesem Zeitraum 586,7 mm Niederschlag (Wetterwarte Stuttgart, mdl. Mitt.). Viele Mulden und Rinnen in Maisäckern, die in der Offenburger Rheinebene inzwischen große Flächen einnehmen, waren deshalb während der Sommermonate überflutet und fielen erst Mitte September wieder trocken. In solchen vegetationsarmen Ackermulden mit fehlgeschlagenem Maisanbau und lehmigen, kalkfreien Böden mit ungünstiger Struktur und verschlammter Oberfläche konnte *Elatine alsinastrum* schon während der Überflutung keimen und sich nach dem Trockenfallen dank fehlender Konkurrenz gut entwickeln.

Auffallend war, daß vegetationsarme Ackermulden nur auf Flächen mit Maisanbau beobachtet wurden, bei Anbauflächen anderer Feldfrüchte waren überflutete Senken wesentlich stärker bewachsen.

Trotz Nachsuche wurde *Elatine alsinastrum* nur an den drei oben genannten Wuchsorten beobachtet, obwohl 1987 in der Offenburger Rheinebene zahlreiche überflutete Ackermulden mit geeignet erscheinenden Standorten vorhanden waren. Vermutlich hängt dies mit einer geringen Ausbreitungsfähigkeit der Art zusammen. Dagegen kann *Elatine alsinastrum* mehrere Jahre mit ihr nicht zusagender Witterung offenbar gut überdauern.

### Literatur

- BAUR, W. (1886): Beiträge zur Flora Badens. – Mitt. bad. bot. Ver., **31/32**: 271–277; Freiburg.
- HARMS, K. H., PHILIPPI, G. & SEYBOLD, S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. 2., neu bearbeitete Fassung. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **32**: 1–160; Karlsruhe.
- LUDWIG, W. (1988): Zu *Elatine alsinastrum* in Hessen. – Hess. flor. Briefe, **37** (1): 16; Darmstadt.
- PHILIPPI, G. (1968): Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der Cyperetalia fuscii) des Oberrheingebietes. – Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **36**: 65–130; Ludwigsburg.
- PHILIPPI, G. (1969): Zur Verbreitung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz N. F., **10** (1): 139–172; Freiburg.
- PHILIPPI, G. (1971): Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **30** (1): 9–47; Karlsruhe.

### Autoren

Dipl.-Geogr. THOMAS BREUNIG, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.  
BERND HAISCH, Jasminweg 5, 7513 Stutensee-Blankenloch.

GEORG PHILIPPI

## Zum Vorkommen des Ufer-Reitgrases (*Calamagrostis pseudophragmites* [HALL. f.] KOEL.) im mittleren Oberrheingebiet

Das Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites* [HALL. f.] KOEL.) ist eine Art der Alpenflüsse, die im Gebiet bis an den nördlichen Oberrhein beobachtet wurde. Das Gras ist eng verwandt mit *Calamagrostis epigeios* (Landschilf); es unterscheidet sich von dieser Sippe durch den sehr lockeren Wuchs (*C. epigeios* bildet ± dichte Herden), die blaugrün überlaufenen Halme und Blätter, die violetten Knoten (bei *C. epigeios* stumpfgrün bis leicht gelblichgrün, ohne violette Knoten) und die leicht überhängende Rispe, die entfernt an die des Schilfes (*Phragmites australis*) erinnert (bei *C. epigeios* dicht und meist aufrecht, oft leicht einseitswendig). Der unterschiedliche Ansatz der Granne, meist als wichtiges Merkmal in den Floren aufgeführt, ist oft nur unter dem Binokular gut zu erkennen.

Die ersten Beobachtungen des Ufer-Reitgrases am Oberrhein gehen auf C. C. GMELIN zurück, der die Pflanze 1813 bei Zienken (unterhalb Neuenburg) sammelte (Beleg KR). Weitere Fundstellen aus dem nordbadischen Gebiet finden sich bei DÖLL (1857), aus dem südbadischen Gebiet bei SCHILDKNECHT (1863). Offensichtlich war damals *Calamagrostis pseudophragmites* entlang des Rheines häufig (vgl. dazu auch die Angaben aus dem Elsaß von KIRSCHLEGER 1857).

Mit der TULLASchen Rheinkorrektion, die etwa 1880 abgeschlossen war, verschwanden langsam die Wuchsorte des Grases durch Zuwachsen der Uferflächen; im neuen Rheinbett fehlten entsprechende Kiesbänke. Die letzten Beobachtungen am Rheinufer selbst stammen aus der Zeit vor oder um 1900 (vgl. z. B. NEUBERGER 1912). Aus dieser Zeit liegt in den Landessammlungen ein Beleg von KNEUCKER von Maximiliansau bei Wörth/Pfalz aus dem Jahre 1897.

Zwischen 1900 und 1960 fehlen Beobachtungen aus dem mittleren und nördlichen Oberrheingebiet. Wahrscheinlich war die Pflanze vorhanden, sicher aber sehr selten.

In den Jahren nach 1965 wurde *Calamagrostis pseudophragmites* mehrfach im Gebiet um Schwetzingen in aufgelassenen Ziegeleigruben beobachtet, weiter auch in Sandgruben (vgl. PHILIPPI 1969, 1971). (Ein kleineres Vorkommen im Rheinvorland bei Liedolsheim wurde nur 1964 beobachtet.) Diese Ziegeleibetriebe lassen sich bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückverfolgen. Durch den ständigen Abbau wurden immer wie-

der offene Stellen nahe der Mittelwasserlinie geschaffen: günstige Wuchsorte für *Calamagrostis pseudophragmites*. Aus dem mittleren und südlichen Oberrheingebiet kennen wir keine derartigen Ziegeleigruben in Rheinnähe; dort war das Substrat kiesiger und sandiger und somit für Ziegeleien kaum geeignet. Seit rund 20 Jahren ist dieser Lehmbau eingestellt; die alten Gruben sind zugewachsen. *Calamagrostis pseudophragmites* ist an diesen Stellen heute nur noch in geringer Menge vorhanden oder ganz verschwunden; das endgültige Verschwinden ist noch eine Frage weniger Jahre. Andere Ziegeleigruben wurden zu großen Kiesgruben mit steilen Ufern umgewandelt.

Gerade in den Jahren nach 1960–1970 entstanden in der Rheinniederung zahlreiche neue Kiesgruben; alte wurden erweitert. Diese neuen Kiesgruben sind durch große Spüfläichen gekennzeichnet, wo das nicht benötigte Feinmaterial zur Ablagerung gelangt. Hier findet *Calamagrostis pseudophragmites* gute Wuchsbedingungen. An solchen Stellen konnten nach 1971 eine Reihe von Vorkommen festgestellt werden, die ganz sicher jüngeren Datums sind:

(7114/2) Plittersdorf, spärlich an der Kiesgrube nördlich des Ortes, 1979.

(6915/4) Karlsruhe, Rheinhafen, auf der Spüfläche nördlich des Stichkanals ein großer Bestand, 1969 bis heute, in den letzten Jahren stark zurückgegangen, zeitweise auch in einer Ausschachtung am Kraftwerk südlich des Stichkanales.

(6916/1) Eggenstein, Kiesgrube westlich des Ortes, spärlich, 1977.

(6816/3) Linkenheim, Kiesgrubenrand, reichlich, 1984.

(6719/2) Südlich Altlußheim, Rand einer Kiesgrube, spärlich, 1979.

(6516/3) Rheinvorland bei Brühl-Rohrthof, Rand der Kiesgrube, 1986. Fundstelle im Bereich alter Ziegeleigruben.

Linksrheinisch konnte die Pflanze in der Pfalz an folgenden Stellen beobachtet werden:

(6516/4) Nordende des Altrheins bei Neuhofen, offene Sandfläche neben der Kiesgrube, spärlich, 1973.

(6416/1) Spüfläche am Roxheimer Altrhein, 1973.

Im nördlichen Elsaß sind zwei derartige Vorkommen bekannt (vgl. GEISSERT, SIMON & WOLFF 1985):

(7112/2) Kiesgrube am Rhein bei Seltz, hier in einem größeren Bestand, 1983.

(7112/3) Auenheim, SIMON 1983.

Daneben wurde *Calamagrostis pseudophragmites* auch außerhalb der Rheinaue auf offenen Sandstellen in Kiesgruben der Hardtplatten beobachtet:

(6817/3) Nördlich Neuthard bei Bruchsal, wenige Pflanzen, 1977

(6716/4) Sandgrube westlich Wiesental, spärlich, 1982.

(6717/4) Sandgrube nordwestlich Kronau, auf kleiner Fläche reichlich, P. THOMAS 1986.

(Die alten Vorkommen in den Sandgebieten nördlich Schwetzingen sind heute offensichtlich erloschen; zu den Funden vgl. PHILIPPI 1969.)

Auf der linken Rheinseite ist in den Sandgebieten ein kleines Vorkommen nördlich Germersheim (an der Straße nach Lingenfeld, 6716/3, 1983) bekannt. W. LANG konnte die Pflanze weiter in Sandgruben bei Speyer (6616/1,3) beobachten (1974) (mündl. Mitt.). Weiter wurde *Calamagrostis pseudophragmites* auch an weiter abgelegener Stelle gefunden: (6515/2) zwischen Maxdorf und Birkenheide, leg. et det. O. BRETTAR 1971.

(6415/3) Sandgrube zwischen Großkarlbach und Gerolesheim, leg. et det. O. BRETTAR 1971.

Im südlichen Oberrheingebiet liegen von der badischen Uferseite nach 1900 keine Beobachtungen vor.

Ganz offensichtlich handelt es sich um jüngere, z. T. ganz junge Vorkommen, da die Kiesgruben oft erst nach 1965 angelegt wurden. Die jüngere Ausbreitung des Grasses könnte von den Vorkommen im Rheinvorland von Schwetzingen ausgegangen sein, dabei in südlicher Richtung. Sie zeigt, daß das Gras kein Alpenschwemmling ist, der auf Samenzufuhr über den Fluß aus dem Alpenvorland angewiesen ist. Viele der neuen Fundstellen liegen außerhalb des Überflutungsbereiches des Rheines. Die neuen Fundstellen lassen vermuten, daß sich das Gras über größere Strecken ausbreiten kann (es hat kleine, flugfähige Samen). Die alten Fundstellen bei Schwetzingen sind von den neuen 30–80 km entfernt!

So lassen sich die Vorkommen von *Calamagrostis pseudophragmites* am Oberrhein wie folgt gliedern:

1. Natürliche Vorkommen an natürlichen Wuchsorten auf Kiesbänken des Rheines bis etwa 1900.
2. Vorkommen in Ziegeleigruben am nördlichen Oberrhein, etwa 1850 bis etwa 1970.
3. Vorkommen auf Spülfächen der modernen Kiesgruben, nach 1970.

Wenn von *Calamagrostis pseudophragmites* heute eine Reihe von Vorkommen bekannt sind, so zählt die Pflanze im Gebiet doch zu den bedrohten Arten. Die starken Schwankungen der Bestände am Karlsruher Rheinhafen zeigen, daß die Vorkommen von einem besonderen „management“ abhängen. Sie können innerhalb kurzer Zeit zunehmen wie abnehmen. Wird der Kiesabbau eingestellt, so wird das Gras bald verschwinden!

## Literatur

- DÖLL, J. CH. (1857): Flora des Großherzogthums Baden. Bd. 1: 482 S.; Karlsruhe
- GEISSERT, F., SIMON, M. & WOLFF, P. (1985) Investigations floristiques et faunistiques dans le Nord de l'Alsace et quelques secteurs limitrophes. – Bull. Ass. Philom., 21: 111–127; Strasbourg.
- KIRSCHLEGER, FR. (1857): Flore d'Alsace et des contrées limitrophes, Bd. 2: 612 S.; Strasbourg, Paris.
- NEUBERGER, J. (1912): Flora von Freiburg im Breisgau. – 3. u. 4. Aufl., 319 S.; Freiburg i. Br.
- PHILIPPI, G. (1969): Besiedlung alter Ziegeleigruben in der

Rheinniederung zwischen Speyer und Mannheim – Mitt flor – soz. Arbeitsgem., N. F. 14: 238–254; Todenmann ü. Rinteln.

PHILIPPI, G. (1971): Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., 30 (1): 9–47; Karlsruhe.

SCHILDKNECHT, J. (1863): Führer durch die Flora von Freiburg. – 206 S.; Freiburg i. Br.

## Autor

Prof. Dr. GEORG PHILIPPI, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe.

DIETER KORNECK

## Die Felsenleimkraut-Mauerpfeffer-Gesellschaft (*Sileno rupestris-Sedetum annui*) in den Südvogesen

### Résumé

**Le *Sileno rupestris-Sedetum annui* dans les Vosges méridionales.**

On a observé le *Sileno rupestris-Sedetum annui* OBERD. 1957, association de pionniers de végétation de l'alliance Sedo-Scleranthion occupant des écueils siliceux arides, dans les Vosges méridionales de 600 jusqu'à 1300 m (chez le lac d'Alfeld près de Sewen, massif du Hohneck, Col de Herrenfluh près d'Uffholtz etc.).

Das *Sileno rupestris-Sedetum annui* OBERD. 1957 (Sedo-Scleranthion) ist eine bisher nur aus dem Südschwarzwald bekannte alpine Pioniergesellschaft trockenwarmer Standorte auf Silikatfelsköpfen oder Mauerkronen (OBERDORFER 1957, KORNECK 1975, 1978). Da seine wichtigsten Bestandeglieder hier ebenfalls vorkommen (ISSLER, LOYSON & WALTER 1965), waren entsprechende Artenverbindungen auch in den Vogesen zu erwarten.

Tatsächlich konnte die Felsenleimkraut-Mauerpfeffer-Gesellschaft im Sommer 1978 in sehr ähnlicher Ausbildung wie im Schwarzwald an mehreren Stellen in den Südvogesen beobachtet werden. Sie bekleidet als Pionier- und öfters zugleich als Dauergesellschaft voll besonnte Gneis- und Granitfelsbuckel in 600 bis etwa 1300 m Seehöhe, vorzugsweise in Südlagen, so beim Alfeldsee im Sewental, hier in besonders gut entwickel-

Tabelle 1. *Sileno rupestris*-Sedum annui, Vogesen.

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Aufnahmefläche m <sup>2</sup>	1	1	1	1,5	1	2	1,5	1
Exposition	S	S	S	SO	S	S	S	S
Neigung Grad	70	5	5	10	10	5	5	5
Feinerde cm	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1
Deckung %: Krautschicht	40	50	50	60	70	50	60	50
Moosschicht	50	60	60	50	60	70	80	95
Artenzahl	17	14	14	11	13	18	14	17
Kennzeichnende Arten								
<i>Sedum annuum</i>	2	3	3	3	3	2	3	3
<i>Silene rupestris</i>	1	1	+	1	1	2	1	1
<i>Veronica fruticans</i>	1							
Sedo-Scleranthetea-Arten								
<i>Sedum reflexum</i>	1	1	2	1	1	2	1	1
<i>Scleranthus perennis</i>		2	2	2	1	2	1	1
<i>Racomitrium canescens</i>		2	3		2	3	4	4
<i>Polytrichum piliferum</i>						2	1	1
<i>Ceratodon purpureus</i>							+	1
<i>Rumex acetosella</i>							+	1
<i>Trifolium campestre</i>				1				
<i>Potentilla argentea</i>							1	
Begleiter								
<i>Thymus pulegioides</i>	1	1	+	1	1	+	+	+
<i>Plantago lanceolata</i> ssp.								
<i>sphaerostachya</i>		+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2	3	2	2	2	2		
<i>Hedwigia ciliata</i>	1	1	1	+			1	1
<i>Schistidium apocarpum</i>	1	2	3	2	1			
<i>Grimmia commutata</i>	1	1				1	+	2
<i>Festuca questfalconica</i>	+			+		+		+
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	+	+		+				
<i>Parmelia conspersa</i>	1		1	+				
<i>Euphrasia stricta</i>	+	+						
<i>Bryum alpinum</i>							1	1
<i>Hypochoeris radicata</i> juv.							+	+

Außerdem in 1: *Grimmia leucophaea* und *Homalothecium sericeum* 2, *Campanula rotundifolia* 1, *Cladonia pyxidata*, *Genista pilosa*, *Epilobium collinum*, *Peltigera rufescens*, *Polytrichum juniperinum*, *Saxifraga paniculata* und *Viola tricolor* +; in 5: *Abietinella abietina* +; in 6: *Dicranum scoparium* 1, *Geranium columbinum* und *Orthotrichum anomalum* +; in 8: *Rhytidium rugosum* 2 und *Agrostis tenuis* +.

Aufnahme 1. Spitzköpfe am Hohnack, Granitfelsen, ca. 6. August 1978.

Aufnahme 2–8: Granitfelsbuckel beim Alfeldsee im Sewental, um 600 m, 30. Juli und 19. August 1978.

ten Beständen, am Col de Herrenfluh nahe Uffholtz und im Hohnackgebiet (Spitzköpfe, Kleines Hohnack, Frankenthal), meist im Kontakt mit Borstgrasrasen. Die Böden, Protorancker, stellen eine feinsandige, kaum 1 cm mächtige Anfangsbodenbildung dar. Flachgründigkeit des Bodens, Erhitzung und Austrocknung durch Einwirkung von Sonneneinstrahlung und Wind bewirken eine scharfe Artenauslese. Mit den extremen Standortbedingungen werden blattsukkulente und wintereinjährige Kräuter sowie anspruchslose Moose am besten fertig.

Das *Sileno rupestris*-Sedum annui ist zweischichtig aufgebaut. In der meist sehr lückigen, 40–70 % deckenden Krautschicht prägt das trupp- und herdenweise wachsende, im Frühsommer blühende und nach der Samenreife absterbende *Sedum annuum* das Aussehen der Bestände. Beigesellt sind *Scleranthus perennis*, *Sedum reflexum*, *Silene rupestris* und *Thymus pulegioides*, örtlich – z. B. am Col de Herrenfluh – auch *Sedum album*. Eingestreut finden sich *Plantago lanceolata* ssp. *sphaerostachya*, *Rumex acetosella* u. a., in höheren Lagen *Veronica fruticans*. In der 50–95 % deckenden Moosschicht können *Racomitrium canescens* oder *Hypnum cupressiforme* dominieren. Hinzu treten *Schistidium apocarpum*, *Hedwigia ciliata*, *Grimmia commutata*, *Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*, *Parmelia conspersa* oder *Bryum alpinum*. Durch das Geländere relief bedingt, bilden die Bestände der Gesellschaft, nur einige dm<sup>2</sup> bis wenige m<sup>2</sup> einnehmend, nicht selten schmale Vegetationsbänder am sonst nackten Fels.

Wahrscheinlich ist die Felsenleimkraut-Mauerpfeffer-Gesellschaft in den Südvogesen noch anderwärts vertreten. Sie sei hiermit weiterer Beobachtung empfohlen.

## Literatur

- ISSLER, E., LOYSON, E. & WALTER, E. (1965): Flore d'Alsace. – 637 S.; Strasbourg.
- KORNECK, D. (1975): Beitrag zur Kenntnis mitteleuropäischer Felsgrus-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetalia). – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F., **18**: 45–102; Todenmann u. Göttingen.
- KORNECK, D. (1978): Klasse: Sedo-Scleranthetea Br.-Bl. 55 em. Th. Müller 61. – In: OBERDORFER, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II., 2. Aufl. – Pflanzensoziologie, **10**: 13–85; Jena.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – 1. Aufl. Pflanzensoziologie, **10**: 564 S.; Jena.

## Autor

DIETER KORNECK, In der Held 33, D-5307 Wachtberg-Niederbachem.

LUDWIG BECK

## Bestandes- und Bodenklima eines Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwaldvorland

Temperatur und Niederschlag sind die beiden wichtigsten Klimafaktoren innerhalb eines geschlossenen Waldbestandes. Sie prägen insbesondere das Klima der bodennahen Luftschichten und des Bodens selbst. Im Rahmen bodenbiologischer Untersuchungen in einem Moderbuchenwald im Stadtwald Ettlingen wurden deshalb diese beiden Faktoren in verschiedenen Strata über einen Zeitraum von 8 Jahren gemessen.

1982 wurde eine Übersicht über die Meßergebnisse der ersten 3 Jahre 1979–1981 veröffentlicht (BECK & MITTMANN 1982). Das Grundmuster des Bestandesklimas ist in diesen 3 Jahren bereits klar erkennbar geworden, wesentliche Änderungen der grundsätzlichen Aussagen sind nicht notwendig. Die nunmehr 8jährige Meßperiode ergibt allerdings eine größere Sicherheit in der Beurteilung des Schwankungsbereichs verschiedener Klimafaktoren und des Bestandes- und Bodenklimas.

Außerdem erlauben die Messungen einen Vergleich des Wetterverlaufs mit zahlreichen bodenbiologischen Untersuchungen, die im gleichen Zeitraum und an demselben Standort durchgeführt wurden. Ein Teil dieser Ergebnisse ist als Folge 1–11 unter dem Obertitel „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ in dieser Zeitschrift veröffentlicht.

Die Meßstelle liegt in einem hallenartigen Altbuchenbestand in 318 m ü. NN. am NO-Hang des Beierbachtals. Die Methoden entsprechen mit einer Ausnahme den in BECK & MITTMANN (1982) dargestellten. Lediglich die Bodentemperaturen werden seit Ende 1982 nicht mehr mit Minimum- und Maximumthermometern bei wöchentlicher Ablesung gemessen, sondern mit Quecksilber-Fernthermometern und kontinuierlich auf Schreibtrommeln registriert. Die Schreiberblätter wurden über ein Grafiktablett mit einem PC ausgewertet. Für diese Auswertung danke ich Herrn J. KOGLIN; für die Computergrafik, die der Abbildung 4 zugrunde liegt, danke ich Herrn Dr. H.-W. MITTMANN. Die Klimadaten aus Karlsruhe wurden freundlicherweise vom Wetteramt Karlsruhe zur Verfügung gestellt, wofür ebenfalls gedankt sei.

### Temperatur

Im Bestand der Versuchsfläche betrug die mittlere Jahrestemperatur der Luft in 0,5 m über dem Boden 8,5° C und lag damit 1,65° C unter der Temperatur der Wetterstation in Karlsruhe, die für den 8jährigen Zeitraum ein Mittel von 10,15° C angibt, gemessen in 2 m über dem Boden.

Die Abweichungen der Lufttemperatur im Bestand von den Temperaturen in der vorgelagerten Rheinebene, gemessen in der Wetterstation Karlsruhe in 115 m ü. NN., zeigen einen charakteristischen Jahresgang. Im

Spätherbst liegen die Temperaturen im Bestand um durchschnittlich 1,05° C tiefer; die negative Abweichung nimmt dann in unsteten Sprüngen im Winter und Frühjahr zu und erreicht im Sommer mit 2,3° C ihr Maximum. Dies dürfte eine Folge der größeren Jahresamplitude des trockeneren Rheintalklimas sein; darüber hinaus dürfte sich das Stadtklima mit einer stärkeren Erwärmung im Sommer bemerkbar machen. Umgekehrt ist die dämpfende Wirkung des Waldklimas auf die Temperaturextreme im sommerlich belaubten Bestand besonders ausgeprägt (vgl. BECK & MITTMANN 1982, Abb. 4). Zu erklären bleibt die bereits in der früheren Arbeit festgestellte Abweichung des Bestandesklimas von der von SCHLENKER & MÜLLER (1978) für die Höhenstufe von 320 m angegebenen mittleren Temperatur von 9,0–9,1° C. Das 8jährige Mittel unserer Versuchsfläche liegt mit 8,5° C um 0,5–0,6° C niedriger und dürfte Ausdruck der Nordosthanglage sein. Den Daten von TRENKLE & VON RUDLOFF (1980, Abb. 1) nach entspricht diese Temperatur einer Höhe von 440 ü. NN.

Der Jahresgang der Lufttemperatur im Bestand weicht nicht sonderlich von demjenigen auf der benachbarten Freifläche oder in der Rheinebene ab. In 7 von 8 Jahren war der Januar der kälteste Monat; seine durchschnittliche Temperatur betrug –1,04° C. Nicht so eindeutig läßt sich der wärmste Monat bestimmen: In 5 von 8 Jahren war es der Juli, der im Mittel 17,49° C erreichte, in 3 Jahren der August, der mit 16,95° C aber durchschnittlich etwas kälter war.

Der Jahresgang der Bodentemperaturen wurde auf der Datenbasis der Jahre 1979–1981 bereits dargestellt (BECK & MITTMANN 1982, Abb. 7 und 8). Mangels kontinuierlich registrierender Geräte wurden die Messungen mit Minimum- und Maximum-Bodenthermometern durchgeführt, die einmal wöchentlich abgelesen wurden. Als mittlere Wochentemperatur wurde dann das arithmetische Mittel zwischen Minimum und Maximum genommen. Das Monatsmittel setzte sich demnach aus durchschnittlich 4 Werten zusammen.

Seit Ende 1982 werden auch die Bodentemperaturen kontinuierlich registriert und parallele Messungen mit beiden Verfahren ergaben eine gute Übereinstimmung der wöchentlichen und monatlichen Mittelwerte. Völlig geändert hat sich jedoch das Bild der durchschnittlichen Schwankungen oder Amplituden. Bei wöchentlicher Ablesung der Minimum- und Maximumthermometer wird jeweils die wöchentliche Extremtemperatur registriert, also die kälteste und wärmste Temperatur je eines Tages; die 6 anderen Tagesminima einer Woche, die logischerweise höher liegen müssen, und die 6 anderen Tagesmaxima, die alle unter dem abgelesenen Extremwert liegen müssen, werden nicht berücksichtigt.

Diese Tatsache wurde bei der Darstellung in BECK & MITTMANN (1982, S. 69 f., Abb. 6 und 7) nicht berücksichtigt. Auf diese Weise wurde der mittleren jährlichen Tagesamplitude der Lufttemperatur von 5,2° C, hervorgegangen aus kontinuierlicher Registrierung, eine mittlere jährliche Wochenamplitude der Bodentemperaturen ge-



genübertgestellt, die notwendigerweise viel höher liegt als die entsprechende Tagesamplitude.

Für die durchschnittlichen Temperaturamplituden, die aus den kontinuierlichen Messungen von 1982–1985 ermittelt wurden, ergeben sich folgende Werte:

	Tag	Woche	Monat	Jahr
Lufttemperatur	5,3°C	11,8°C	18,2°C	40,3°C
Bodenoberfläche	3,5°C	8,2°C	13,6°C	32,6°C
2 cm Tiefe	1,4°C	4,2°C	8,0°C	22,4°C
5 cm Tiefe	0,9°C	3,1°C	6,5°C	20,8°C
10 cm Tiefe	0,7°C	2,6°C	5,6°C	19,3°C

Diese Werte stellen die Differenz zwischen dem täglichen Maximum und Minimum bzw. zwischen den wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Extremwerten dar, die sich im Durchschnitt der Meßperiode ergaben. Neben den entsprechenden Temperaturmitteln sind sie insofern ein wichtiger Umweltparamet für die Bodenorganismen, als sie die Temperaturspanne angeben, mit denen sich jene innerhalb eines Tages, einer Woche, eines Monats oder eines Jahres normalerweise auseinandersetzen müssen.

Dabei zeigen die Tages-, Wochen- und Monatsamplituden einen ausgesprochenen Jahresgang, der an der Bodenoberfläche am stärksten ausgeprägt ist und mit zunehmender Tiefe naturgemäß abnimmt. Als Beispiel ist der Jahresgang der durchschnittlichen Wochenamplitude dargestellt (Abb. 1). Die großen Unterschiede der im Mittel gegenüber der Lufttemperatur deutlich geringeren Amplituden an der Bodenoberfläche sind vor allem auf die sehr geringen Temperaturschwankungen am Boden im Winter zurückzuführen. Während der Nie-

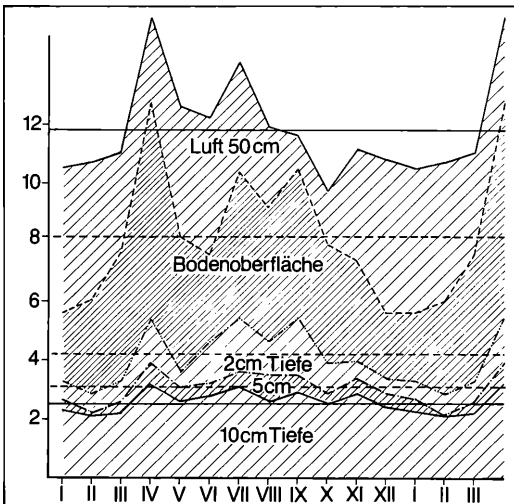


Abbildung 1. Jahresgang und Mittelwert der Amplituden zwischen den extremen monatlichen Minima und Maxima der Temperaturen in den verschiedenen Strata des Buchenbestandes im Stadtwald Ettlingen. Mittelwerte der 8jährigen Meßperiode 1979–1986. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

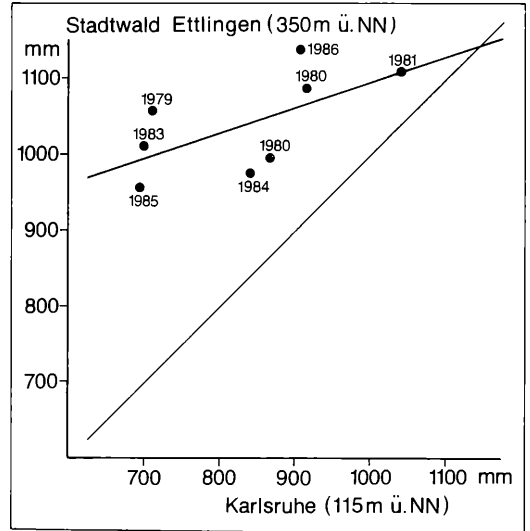


Abbildung 2. Jahressummen der Niederschlagsmengen in den Jahren 1979–1986 im Untersuchungsgebiet Schluttenbach des Stadtwaldes Ettlingen in Beziehung zu den Werten an der Wetterstation Karlsruhe. Die Regressionsgerade folgt der Gleichung  $y = 763,2 + 0,33x$  mit einem Korrelationskoeffizienten  $r = 0,62$ .

erschlagsperioden sind die Temperaturextreme zu dieser Jahreszeit sowieso gedämpft und bei strahlungsintensiven Wetterlagen mildert häufig eine Schneedecke die Temperaturschwankungen ab. Dies wird auch bei den absoluten Extremwerten deutlich, die weiter unten aufgeführt sind.

### Niederschlag

Die durchschnittliche Jahressumme der Niederschläge während der 8jährigen Meßperiode von 1979–1986 betrug im Untersuchungsgebiet 1042 mm und lag damit um 25 % über der durchschnittlichen Niederschlagsmenge von Karlsruhe mit 834 mm. Die Schwankungsbreite der Jahressumme ist dabei im Untersuchungsgebiet mit einem Unterschied von 187 mm zwischen dem nassesten Jahr (1986) und dem trockensten (1985) wesentlich geringer als in Karlsruhe, wo zwischen dem nassesten (1981) und dem trockensten Jahr (1985) ein Unterschied von 346 mm liegt.

Dies hat zur Folge, daß mit abnehmender Niederschlagsmenge die Differenz zwischen den Mengen im Untersuchungsgebiet und in der vorgelagerten Rheinebene größer wird, d. h., die Niederschläge nehmen in trockenen Jahren im Schwarzwaldvorland bei weitem nicht in dem Maße ab wie in der Rheinebene (Abb. 2): Bei dem höchsten registrierten Jahresniederschlag in Karlsruhe von 1017 mm ist die Regenmenge im Untersuchungsgebiet nur um 9 % höher – der Meßpunkt liegt fast auf der 45°-Linie der Gleichverteilung in Abbildung 3 –, bei Niederschlägen um 700 mm dagegen um rund

42 %. In nassen Jahren fallen bereits in der Rheinebene größere Regenmengen, die sich nur noch wenig steigern lassen am Schwarzwaldrand, während sich umgekehrt in trockeneren Jahren wahrscheinlich die Steigungsregen am Schwarzwaldrand stärker bemerkbar machen, ein Phänomen, das für das Bestandesklima von erheblicher Bedeutung sein dürfte.

Die Niederschläge im nördlichen Schwarzwald, wie sie den Angaben von TRENKLE & VON RUDLOFF (1980) zu entnehmen sind, zeigen mit  $r = 0,92$  eine gute Korrelation mit der Höhenlage. Im Vergleich mit diesen Werten fallen die Niederschläge im Schluttenbacher Untersuchungsgebiet um etwa 60 mm spärlicher, was einer Höhenlage von 265 m ü. NN. entspräche.

Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge unterliegt erheblichen Schwankungen, die in den weiter unten aufgeführten Extremwerten zum Ausdruck kommen. Dennoch läßt sich ein gewisser Jahresgang der monatlichen Niederschläge erkennen (Abb. 3). Er ist gekennzeichnet durch einen nassen Frühling und Frühsommer mit überdurchschnittlichen Regenmengen von April–Juli, der eine kurze spätsommerliche Trockenzeit von August–September folgt. Sie wird von sehr unregelmäßigen, meist aber überdurchschnittlich ergiebigen Regenmengen abgelöst, die bei sinkenden Temperaturen und damit geringerem Sättigungsdefizit einen feuchten Spätherbst und Frühwinter bescheren. Der Hochwinter im Januar/Februar ist dagegen bis in den März hinein eher trocken, so daß große Schneemengen im Untersuchungsgebiet eher ungewöhnlich sind.

Von den Niederschlägen im Untersuchungsgebiet werden durchschnittlich 31 % zunächst im Kronenraum

festgehalten und entweder als Interzeption wieder an die Atmosphäre zurückgegeben oder als Stammablauf zum Stammfuß am Boden abgeleitet. Wenngleich die Interzeption bei genauer zeitlicher „Auflösung“ der Regendaten etwa in tägliche Niederschlagsmengen durchaus mit diesen negativ korreliert ist, so werden solche Beziehungen in der zusammenfassenden Darstellung durchschnittlicher monatlicher Verhältnisse nicht mehr sichtbar (Abb. 3). Hier wird der Jahresgang von Interzeption und Stammablauf naturgemäß vom Belauungsgrad des Bestandes bestimmt: Von Juni–Oktober werden durchschnittlich 36 % der Niederschläge zunächst im Kronenraum abgefangen, während es von November–April nur 26 % sind.

### Wetterverlauf 1979–86

Die jährlichen Mittelwerte der Lufttemperatur und der Niederschläge waren folgende:

	Lufttemperatur	Niederschlag
1979	8,5°C	1057 mm
1980	8,0°C	997 mm
1981	8,7°C	1106 mm
1982	9,1°C	1080 mm
1983	9,2°C	1017 mm
1984	8,3°C	982 mm
1985	7,9°C	955 mm
1986	8,5°C	1142 mm
Ø	8,53°C	1042 mm

Mit Hilfe dieser Jahreswerte läßt sich der Witterungsverlauf naturgemäß nur grob charakterisieren. Auf ein kalt-trockenes Jahr 1980 folgten drei überdurchschnittlich warme Jahre mit ebenfalls überdurchschnittlichen oder zumindest nicht besonders niedrigen Niederschlägen. Diesen grob als warm-feucht zu kennzeichnenden und damit wachstumsfreundlichen oder günstigen Jahren folgten 1984–85 zwei Jahre mit unterdurchschnittlichen Temperaturen und Niederschlägen, die grob als kalt-trocken und damit als ungünstig einzustufen wären.

Daß eine solche, auf Jahresmittelwerten beruhende, grobe Kennzeichnung der Witterung eines Jahres die Wirkung auf die Biozönose verschleiern kann, zeigt ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 1983. Einem extrem nassen Spätherbst mit normalen bis warmen Temperaturen folgte ein trocken-heißer Sommer, der bei zahlreichen Bodentierpopulationen zu erheblichen Abundanzeinbrüchen führte. Die direkten Auswirkungen auf die Wuchsleistung der Bäume können wir nicht beurteilen, doch relativiert zumindest die Auswirkung dieses Witterungsverlaufs auf die Bodenbiozönose die generelle Einstufung des Jahres 1983 als ein „günstiges“ Jahr.

Wir haben deshalb den Wetterverlauf anhand der Abweichungen der mittleren Monatswerte der Lufttemperatur und Niederschläge vom jeweiligen 8jährigen Monatsmittel charakterisiert und dargestellt (Abb. 4). Nimmt man als Maßstab für eine außergewöhnliche Wetterperiode das gleichzeitige, gegenläufige Abwei-

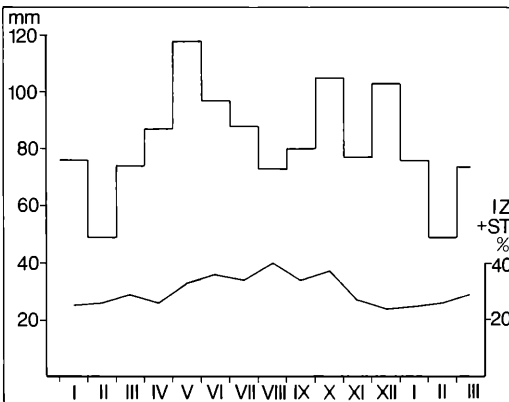


Abbildung 3. Jahresgang der Monatssummen der Niederschläge auf einer Freifläche des Untersuchungsgebietes im Stadtwald Ettlingen in 350 m ü. NN. Die eingezeichnete Kurve gibt den Anteil der zunächst im Kronenraum abgefangenen Regenmenge wieder, der sich aus Interzeption und Stammablauf zusammensetzt; die Ausparungen in der Rasterfläche kennzeichnen die Sommer- und Winterperiode unterschiedlicher Interzeptions- (und Stammablauf-)werte. Mittelwerte der 8jährigen Meßperiode.

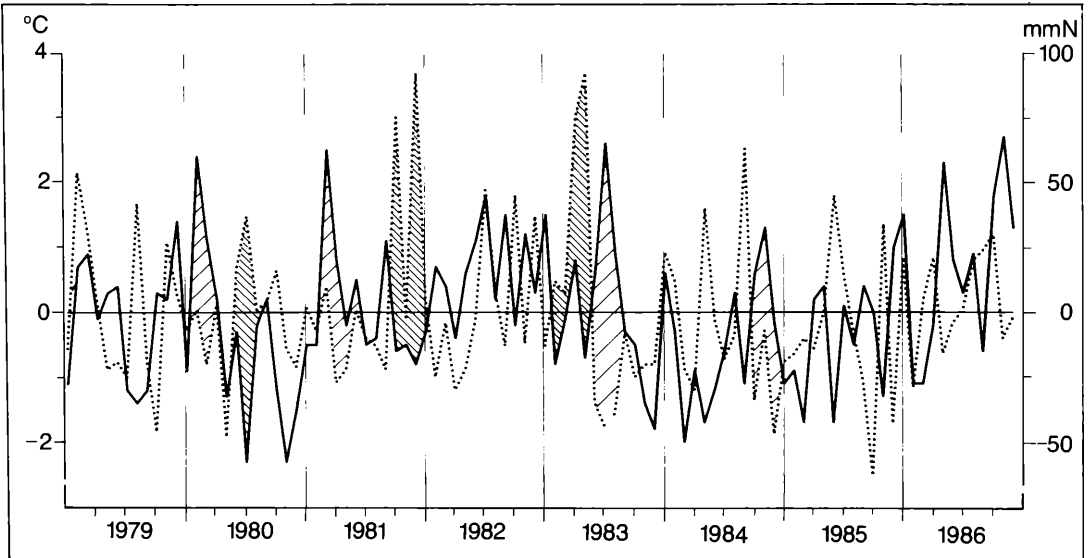


Abbildung 4. Abweichungen der mittleren monatlichen Bodentemperaturen in 2 cm Tiefe und der Bestandesniederschlagsmengen (= Kronentrauf) vom jeweiligen Monatsmittel im Untersuchungsgebiet im Stadtwald Ettlingen im Verlauf der Meßperiode 1979–1986. Durchgezogene Kurve: Temperatur; punktierte Kurve: Niederschlag; grob schraffiert: trocken-warme Perioden; fein schraffiert: naß-kalte Perioden.

chen von Temperatur – um wenigstens  $1^{\circ}\text{C}$  – und/oder Niederschlag – um wenigstens 25 mm – während wenigstens 2 Monaten, dann lassen sich etwa 4 warm-trockene und 3 naß-kalte Perioden identifizieren, die über alle Jahreszeiten verteilt sind: So begann das Jahr 1980 mit einem „warm-trockenen“ Spätwinter und ging in einen naß-kalten Sommer über. 1981 begann mit einem relativ, wenn auch nicht extrem trockenen und warmen Frühjahr und endete mit einem naß-kalten Herbst und Frühwinter. 1982 ist allenfalls eine Tendenz zu einer trockenen und warmen ersten Jahreshälfte zu konstatieren, während die zweite Jahreshälfte überdurchschnittlich hohe Temperaturen und Niederschläge brachte. Kräftige Abweichungen von den Durchschnittswerten kennzeichnen dagegen das Klima des Jahres 1983. Extrem hohen Niederschlägen im April/Mai folgten drei ungewöhnlich trockene Sommermonate bei gleichzeitig überdurchschnittlich warmen Temperaturen, die im „Temperaturrekord“ von  $33,6^{\circ}\text{C}$  im Bestand gipfelten. Das im Mittel eher kalt-trockene Jahr 1984 endete mit einem trocken-warmen, „goldenen“ Herbst, der in eine lange Kälteperiode mit wenig Schnee überging, die bis in den März 1985 reichte.

Der absolut kälteste Monat war der Februar 1986 mit  $-5,5^{\circ}\text{C}$ , der wärmste der Juli 1983 mit  $21,6^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur. Als absolute Extremwerte in den verschiedenen Strata, die ja die Spanne kennzeichnen, mit der sich die Organismen im Stadtwald Ettlingen auseinandersetzen haben, wurden folgende Temperaturen gemessen:

	Minimum	Maximum
Lufttemperatur	$-15,5^{\circ}\text{C}$ (Jan. '85)	$33,6^{\circ}\text{C}$ (Juli '83)
Bodenoberfläche	$-11,1^{\circ}\text{C}$ (Jan. '82)	$31,9^{\circ}\text{C}$ (Juli '80)
2 cm Tiefe	$-4,6^{\circ}\text{C}$ (Jan. '79)	$22,8^{\circ}\text{C}$ (Aug. '82)
5 cm Tiefe	$-2,5^{\circ}\text{C}$ (Feb. '85)	$21,6^{\circ}\text{C}$ (Aug. '82)
10 cm Tiefe	$-1,7^{\circ}\text{C}$ (Feb. '84)	$21,1^{\circ}\text{C}$ (Aug. '82)

Als Extremwerte der monatlichen Niederschläge wurden im Mai 1983 der absolute Höchstwert mit 245 mm gemessen, der Tiefstwert im Februar 1986 mit 15 mm.

## Literatur

- BECK, L. MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolinea*, **40**: 59–90; Karlsruhe.
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). – *Mitt. Ver. forstl. Standortskde Forstpfl.züchtg.*, **26**: 3–52; Stuttgart.
- TRENKLE, H & VON RUDLOFF, H. (1980): Das Klima im Schwarzwald. – In: *Der Schwarzwald*: 59–95; Bühl/Baden.

## Autor:

Prof. Dr. LUDWIG BECK, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1.

ANDREAS WOLF

## Die Sackspinne *Cheiracanthium pennyi* als Wirt der Schlupfwespe *Zaglyptus varipes*.

Während unser Wissen über die Beutetiere und Beutespektren der Spinnen in jüngster Zeit dank zahlreicher Untersuchungen zunimmt, ist über ihre Feinde nach wie vor wenig bekannt. Spinnenfeinde findet man unter den Spinnen selbst, aber auch bei den Hymenopteren (Schlupf-, Weg- und Grabwespen), Dipteren, Amphibien und Vögeln (BRISTOWE 1941, FOELIX 1979). BRISTOWE vermutet, daß den räuberischen und parasitoiden Hymenopteren neben den Araneen die größte Bedeutung zukommt. FITTON et al. veröffentlichten 1987 einen Bestimmungsschlüssel der Hymenopterengattungen Europas, die als Spinnenparasitoide und -prädatoren bekannt sind, mit Angaben zu deren Wirtsspektren.

Bei der Spinnengattung *Cheiracanthium* wurden bisher folgende Feinde und Wirtsarten benannt (Sp, Sp/E, E: Prädatör oder Parasitoid an Spinne und/oder Eigelege):

### *Cheiracanthium erraticum*:

*Polysphincta tuberosa* (Ichneumonidae) – Sp – KRYGER 1910, NIELSEN 1923

*Schizopyga podagrica* (Ichneumonidae) – Sp – NIELSEN 1935.  
*Zaglyptus varipes* (Ichneumonidae) – Sp/E – KRYGER 1910, NIELSEN 1923, 1935, MANEVAL 1936.

*Homonotus sanguinolentus* (Pompilidae) – Sp – NIELSEN 1932, MANEVAL 1936.

### *Cheiracanthium inclusum*:

*Sceliphora caementarium* (Sphecidae) – Sp – PECK & WHITCOMB 1970.

*Hippodamia convergens* (Coccinellidae) – Sp/E – PECK & WHITCOMB 1970.

### *Cheiracanthium japonicum*:

*Homonotus iwatai* (Pompilidae) – Sp – ORI 1976.

### *Cheiracanthium punctiorum*:

*Priocnemis variabilis* (Pompilidae) – Sp – RABAUD 1909, von BERLAND (1925) als *Cryptocheilus versicolor* gedeutet.

### *Cheiracanthium* sp. ?:

*Trypochosis legator* (Ichneumonidae) – E – FITTON et al. 1987.

Nachfolgend wird über ein bislang unbekanntes Parasit-Wirt-Verhältnis berichtet.

Die nachtaktive Spinne *Cheiracanthium pennyi* O. P. CAMBRIDGE, 1862 (Araneae: Clubionidae) verbirgt sich am Tage in einem Gespinstsack, der in der Vegetation, meist in Grasrispen, Blättern oder Blüten- und Fruchtständen einer oder mehrerer Pflanzen, befestigt ist. Auch die Paarung, Eiablage, Embryonal- und Larvalentwicklung sowie die Überwinterung finden in eigens dafür angefertigten Gespinsten statt (Abb. 1). Die Spinne

ist einjährig und stenochron-sommerreif mit einer Fortpflanzungsperiode im Frühsommer. Nach den spärlich vorhandenen Fundortangaben bewohnt sie die Krautzone offener und trockener Lebensräume wie Sandfluren, Heiden, Kiefernwaldschonungen sowie sandig-trockener Ruderalflächen und Brachen. Sie ist verbreitet in Mittel-, West- und Südosteuropa, Armenien, Kaukasus, Sibirien und China. In der Bundesrepublik liegen Nachweise aus dem Rhein-Main-Gebiet vor (BRAUN 1969). In Baden-Württemberg wurde diese Art bislang nur einmal von LEIST (1978) im NSG „Rußheimer Altrhein“ (Kreis Karlsruhe) gefunden. Neue Fundorte werden von mir an anderer Stelle beschrieben (WOLF 1988). Die bisherigen Daten lassen die Vermutung zu, daß diese Spinne bei uns nur klimatisch begünstigte Gebiete besiedelt.

Bei Freilanduntersuchungen an einer Population in der Nähe von Hockenheim (Rhein-Neckar-Kreis) entdeckte ich am 23. 6. 1986 ein Gespinst, in dem sich neben einem toten Spinnenweibchen noch fünf Insektenlarven befanden. Ich entfernte das Gespinst und bewahrte es in einem korkverschlossenen Glas auf. Nach knapp zwei Wochen schlüpfte die Imagines: drei Weibchen und zwei Männchen von *Zaglyptus varipes* (GRAVENHORST, 1829) (Ichneumonidae: Pimplinae, Pimplini).

Der Fundort läßt sich wie folgt beschreiben: eine ca. 40 ar große Brachfläche mit stellenweise offener und insgesamt heterogener Vegetationsdecke auf sandigem Untergrund. Neben Pflanzenarten annueller, ruderaler Sandtrockenrasen traten Arten der Unkrautgesellschaften, des Wirtschaftsgrünlandes und der Trittrassen auf. Eine Strauch- oder Baumschicht war nicht vorhanden. Obwohl sich die *Ch. pennyi* – Population zur Reifezeit



Abbildung 1. *Cheiracanthium pennyi* (Weibchen) an einem geöffneten, in einer Grasrispe verankerten Ruhegespinst.

Foto: A. WOLF

aus 290 Individuen zusammensetzte und bereits vor, als auch nach diesem Zeitpunkt regelmäßige Gespinstkontrollen stattfanden, konnte kein weiteres parasitiertes Exemplar entdeckt werden.

In Europa sind drei *Zaglyptus*-Arten bekannt (FITTON et al. 1987). *Z. varipes* ist offenbar holarktisch verbreitet (Kanada, USA, Halbinsel Kamtschatka bis Frankreich und Großbritannien) und in Deutschland nicht selten. So wurde sie z. B. im Bereich des Mainzer Sandes und in einem Schrebergartengelände im Stadtgebiet von Karlsruhe gefangen (SCHMIDT, mdl. Mitt.). Nach AUBERT (1969) waren bisher folgende Wirte bekannt: *Araniella cucurbitina* (CLERCK, 1757), *Sitticus floricola* (C. L. KOCH, 1837), *Cheiracanthium erraticum* (WALCK, 1802) und *Clubiona* sp.. FITTON et al. (1987) fügen noch *Clubiona reclusa* O. P.-C., 1863 hinzu. Mit *Cheiracanthium pennyi* O. P.-C., 1862 liegt ein weiterer Wirt aus der Familie der Clubionidae vor.

Es ist bislang nicht geklärt, welche Faktoren die Wirtsspektren der parasitoiden Hymenopteren bestimmen. Sowohl Habitatpräferenzen als auch Spezialisierungen auf bestimmte Lebensformtypen könnten die Wirtswahl beeinflussen. So befällt *Z. varipes* vor allem Spinnen, die ihre Eikokons im Inneren von Gespinsten bewachen (z. B. Clubionidae und Salticidae). Eine Habitatpräferenz läßt sich bei *Z. varipes* aus den bislang vorhandenen Fundortbeschreibungen nicht ableiten. Der vorliegende Nachweis sowie die Funde von SCHMIDT stammen aus Trockenhabitaten niederschlagsarmer Gebiete, wohingegen NIELSEN (1935) die Art im Röhricht (*Phragmites communis*) nahe eines Grabens aufspürte. Angaben zur Biologie dieser Schlupfwespe findet man bei NIELSEN (1923, 1935) und MANEVAL (1936). Demnach befällt *Z. varipes* nur Gespinste mit weiblichen Spinnen. In allen beschriebenen Fällen waren die Spinnenweibchen tot. Auf ihrem Hinterleib konnten stets Verwundungen in Form kleiner Klümpchen getrockneter Hämolymphe beobachtet werden. NIELSEN (1935) geht davon aus, daß diese Verwundungen von Stichen der Schlupfwespenweibchen stammen, wohingegen MANEVAL (1936) vermutet, daß die Schlupfwespenlarven den Spinnenweibchen die Verwundung zufügen. Die Eier von *Z. varipes* werden entweder an der Gespinstinnenwand (MANEVAL 1936), dem Eikokon oder der Spinne selbst angebracht (NIELSEN 1935). Die Anzahl der in einem Gespinst abgelegten Eier kann zwischen eins und acht schwanken, liegt jedoch meist bei zwei bis vier. Die Schlupfwespenlarven verpuppen sich bereits vier Tage nach dem Schlüpfen. Zuvor fressen sie an den Spinnenweibchen oder an deren Eier. Sie können sich mit Hilfe der mit kleinen Häkchen besetzten Warzen auf ihrer Dorsalseite frei im Gespinst bewegen. Die Verpuppung findet in einem kleinen, weißen Gespinst statt, das an der Innenseite des Spinnengespinstes angebracht wird. Nach weiteren zehn Tagen schlüpfen die Imagines (alle Angaben aus MANEVAL 1936).

Da *Z. varipes* fakultativ Spinnen oder deren Eier parasitiert, repräsentiert sie eindrucksvoll ein Übergangsstadium

zwischen den Parasitoiden unter den Hymenopteren, die ausschließlich an Eiern und denjenigen, die nur an adulten Tieren fressen (vgl. NIELSEN 1935, AUSTIN 1985, FITTON et al. 1987).

Ich danke Herrn Prof. Dr. K. SCHMIDT (Zool. Inst. der Univ. Karlsruhe) recht herzlich für seine freundliche Unterstützung bei der Determination der Schlupfwespe, für wertvolle Hinweise und für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

## Literatur

- AUBERT, J. F. (1969): Les Ichneumonides ouest-paléarctiques et leurs hôtes. – 1. Pimplinae, Xoridinae, Acaenitinae.; Paris.
- AUSTIN, A. D. (1985): The function of spider eggs in relation to parasitoids and predators, with special reference to the Australian fauna. – J. Nat. Hist., **19**: 359–376; London.
- BERLAND, L. (1925): Hyménoptères vespiformes I. – Faune de France, **10**: 365 S.; Paris.
- BRAUN, R. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnen (Araneida) des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“ – Mz. Naturw. Arch., **8**: 193–288; Mainz.
- BRISTOWE, W. S. (1941): The Comity of Spiders. – Vol. II; London (Ray Society).
- FITTON, M. G., SHAW, M. R. & AUSTIN, A. D. (1987): The Hymenoptera associated with spiders in Europe. – Zool. J. Linn. Soc., **90**: 65–93; London.
- FOELIX, R. F. (1979): Biologie der Spinnen. – 1. Aufl., 258 S., 177 Abb.; Stuttgart (Thieme).
- KRYGER, J. P. (1910): Snylttere i Edderkoppeæg. – Entom. Medd., **2**: 257–285; Kopenhagen.
- LEIST, N. (1978): Die Spinnen des Rußheimer Altrheins. – In: „Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft“, Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., **10**: 1–622; Karlsruhe.
- MANEVAL, H. (1936): Nouvelles notes sur divers Hyménoptères et leurs larves. – Rev. franc. Ent., **3**: 18–32; Paris.
- NIELSEN, E. (1923): Contributions to the life history of the Pimpline spider parasites (Polysphincta, Zaglyptus, Tromatobia). – Ent. Medd., **14**: 137–205; Kopenhagen.
- NIELSEN, E. (1932): The Biology of Spiders. With especial reference to the Danish fauna. – Vol. I.; Kopenhagen (Levin & Munksgaard).
- NIELSEN, E. (1935): A third supplementary note upon the life histories of the Polysphinctas (Hym. Ichneum.) – Ent. Medd., **19** (4/5): 191–215; Kopenhagen.
- ORI, M. (1976): Studies on the poisonous spider, *Chiracanthium japonicum* BÖSENBERG et STRAND, 1906, as a pest of medical importance. 2. Ecological studies on the spider, *Chiracanthium japonicum*, BÖSENBERG et STRAND, 1906. – Jap. J. Sanit. Zool., **27** (2): 181–188; Tokio.
- PECK, W. B. & WHITCOMB, W. H. (1970): Studies on the biology of a spider, *Chiracanthium inclusum* (HENTZ). – Bul. agric. exp. Station, Univ. Arkansas, **753**: 1–76; Fayetteville.
- RABAUD, E. (1909): Notes critiques sur les moeurs des Pompiles. – Bull. sci. France Belg., **43**: 171–182; Lille, Paris.
- WOLF, A. (1988): Zur Verbreitung, Biotopbindung und Gefährdung von Dormfingerspinnen (Gen. *Cheiracanthium* C. L. KOCH, 1839) der nordbadischen Rheinebene. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **64** (in Vorber.); Karlsruhe.

## Autor

ANDREAS WOLF, Zoologisches Institut der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-6900 Heidelberg.

ALBERT MELBER

## *Tropidothorax sternalis* (DALLAS) 1852, eine neue Wanzenart für Italien

### Abstract

*Tropidothorax sternalis* (Heteroptera: Lygaeidae) new for Italy

From the surroundings of Monte Gargano (Puglia) *Tropidothorax sternalis* (DALLAS) 1852 is recorded as a new species for the Italian fauna. Data are given for the discrimination of *Tropidothorax sternalis* from the only other westpalaearctic species of this genus, *Tropidothorax leucopterus* (GOEZE). Males of both species are illustrated.

Bis vor kurzem war für den westpaläarktischen Bereich nur eine Art aus der Gattung *Tropidothorax* BERGROTH, 1894 bekannt: *Tropidothorax leucopterus* (GOEZE) 1778, deren Verbreitung bis in die Ostpaläarktis und Orientalis reicht. Neuerdings hat RIBES (1986) das Vorkommen einer zweiten Art aus Spanien gemeldet: *Tropidothorax sternalis* (DALLAS) 1852. Es wurden im Süden Valencias am 9. 7. 1984 drei Männchen auf *Cynanchum acutum* (Asclepiadaceae) gefunden.

Im Rahmen einer Exkursion am Monte Gargano (Italien, Apulien) wurde am 4. 9. 1986 ein einzelnes Männchen von *Tropidothorax sternalis* am Südwestufer des Lago

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Unterscheidungsmerkmale von *Tropidothorax sternalis* und *T. leucopterus*.

<i>Tropidothorax sternalis</i>	<i>Tropidothorax leucopterus</i>
kleiner: ♂ 7,5 mm	größer: ♂ 8,9 mm (min. = 7,8 mm, max. = 9,9 mm) (Mittel von 12 ♂♂ aus Italien, Frankreich, Süddeutschland, Bulgarien u. Griechenland)
Gestalt schlank, parallelseitig	Körperumriß nach hinten verbreitert
in den schwarzen Bereichen des Pronotums große, tiefe Punktgruben	schwarze Bereiche des Pronotums glatt
Behaarung der Pronotum- seitenränder und der Tibien lang (länger als Augen- durchmesser)	Behaarung der Pronotum- seitenränder und der Tibien kürzer (höchstens halb so lang wie der Augen- durchmesser)
Kiel auf der Pronotum- mediane deutlich, fast ganz durchlaufend	Mittelkiel des Pronotums nur im vorderen Teil angedeutet
Scutellum deutlich gekielt	Scutellum schwach gekielt
schmaler Außenrand der Membran scharf abgesetzt weiß	Außenrand der Membran nur undeutlich heller werdend

di Varano, einer Lagune, gefunden. Das Tier befand sich auf Halophyten direkt am Wasserrand und war of-

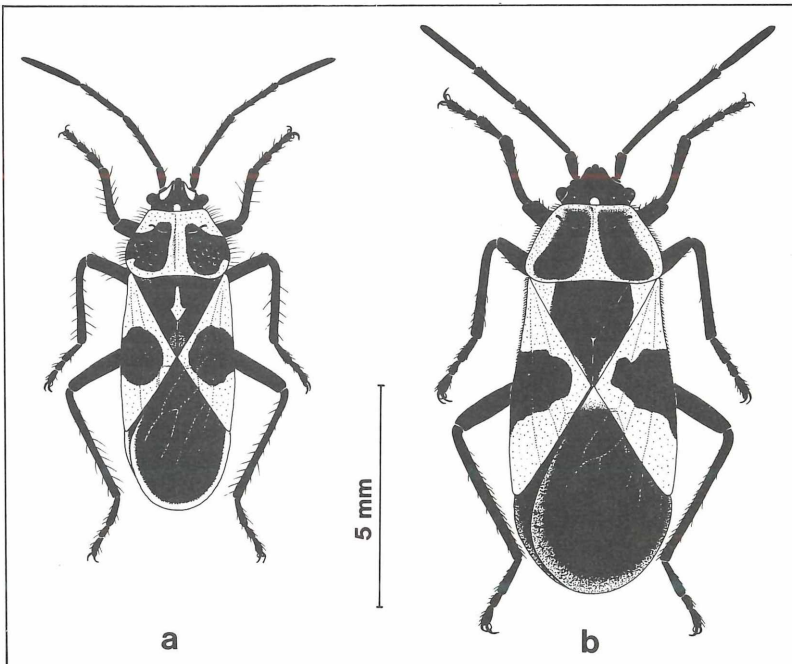


Abbildung 1. a) *Tropidothorax sternalis* – Männchen (4. 9. 1986, Mt. Gargano, Italien); b) *Tropidothorax leucopterus* – Männchen (15. 7. 1977, Neu-Breisach, Frankreich).

fenbar von weiter her angeflogen, denn es ließ sich keine Asclepiadaceae als potentielle Futterpflanze in der Nähe finden.

Die Art ist bisher für Italien nicht bekannt, der von RIBES (1986) aus Spanien gemeldete Fund scheint der erste Nachweis der Art außerhalb ihres äthiopischen Hauptverbreitungsgebietes zu sein. SLATER (1964) nennt als Fundplätze die Staaten Kamerun, Dahomey, Guinea, Liberia, Nigeria und Sierra Leone. Auch VILLIERS (1952) gibt Westafrika als Verbreitungsgebiet an.

Da bisher *Tropidothorax leucopterus* als einzige westpaläarktische Art galt, sollen im folgenden die Unterscheidungsmerkmale zu *T. sternalis* genauer ausgeführt werden. Die Abbildung 1 zeigt je ein Männchen von beiden Arten. Außer der Größe fällt vor allem die andersartige Anordnung der schwarzen Zeichnungselemente auf. Die weiteren Unterschiede bei den äußerlichen Merkmalen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

#### Literatur

RIBES, J. (1986): Noves dades sobre Heteròpters Ibèrics. – Ses. Entom. ICHN-SCL, 4: 156–164.

SLATER, J. A. (1964): A catalogue of the Lygaeidae of the World. – 2 vols: 1966 pp; Baltimore.

VILLIERS, A. (1952): Hémiptères de l'Afrique Noire. – Initiations Africaines, 9: 1–256.

#### Autor

Dr. ALBERT MELBER, Lehrgebiet Zoologie-Entomologie der Universität Hannover, Herrenhäuser Straße 2, D-3000 Hannover 21.

BERND FRIEBE

## Der Rüsselkäfer *Acalles micros* DIECKMANN, 1982, in Südwestdeutschland

#### Abstract

***Acalles micros* (Coleoptera: Curculionidae) in South-West-Germany**

In 1982 DIECKMANN selected the species *Acalles micros* from the species *Acalles lemur*. Further found „*Acalles lemur*“ in the Northern Black Forest (1977–1980) were determined by DIECKMANN as the new species. Some dates of the distribution in South-West-Germany of this new species are shown.

Im Jahre 1982 revidierte DIECKMANN die Arten der Gattung *Acalles* für den mitteleuropäischen Raum. Auf Grund seiner detaillierten Untersuchungen ergaben sich einige Neubeschreibungen und damit verbundene Aufspaltungen von Artenkomplexen. So wurde die Art *A. lemur* als Folge von Genitaluntersuchungen und Vermessungen aufgetrennt, so daß einige Meldungen über das Vorkommen von *A. lemur* revidiert werden müssen. DIECKMANN (1982) untersuchte auch eine Serie von Tieren, die ich in meinen Arbeiten (FRIEBE 1982, 1983) als *Acalles lemur* aufgeführt hatte. Bis zu diesem Zeitpunkt war eine andere Benennung nicht möglich, da die Bestimmung der Curculionidae hauptsächlich noch nach den Werken von REITTER (1908–1916) und KUHN (1912) durchgeführt werden mußte. Erst nach der Revision von DIECKMANN (1982) konnte auch KIPPENBERG (1983) im Band 11 des FREUDE, HARDE & LOHSE die neuen Arten in die Bestimmungsschlüssel integrieren. Einzig auffallend war, daß die Tiere im Nordschwarzwald insgesamt sehr kleine Exemplare der Art *A. lemur* waren. DIECKMANN (schriftl. Mitt. 1986) erkannte dann allerdings, daß es sich bei den von mir gefundenen Exemplaren um die Art *A. micros* handelt.

Im Rahmen eines laufenden Forschungsprogramms der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe im Nordschwarzwald „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ wurden in den Jahren 1977 bis 1980 kontinuierlich Käferaufsammlungen mit verschiedenen Methoden durchgeführt. Dabei wurden auch 95 Exemplare der neuen Art *Acalles micros* gefunden. Tabelle 1 zeigt die Fangergebnisse für Handauslese (1977–1980), Barberfallen (1977–1980) und Fotoelektoren (1979–1980). In der Handauslese wurden während der 48 Monate Untersuchungsdauer insgesamt nur 5 Exemplare gefunden.

Die Ergebnisse aus den Barberfallen zeigen, daß die Art von April bis September/Okttober auf der Bodenoberfläche aktiv ist. Die Schlüpfzeit der Jungkäfer wird mit den Fotoelektorfängen angezeigt und ist offensichtlich im Herbst von September bis November. Dieser Gipfel

Tabelle 1. Fangdaten von *Acalles micros* im Buchenwaldbestand des Untersuchungsgebietes bei Schluttenbach im Stadtwald Ettlingen in den Jahren 1977–1980.

Jahr/Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Handauslese</b>												
1977												
1978							1	1	1			
1979			1									
1980										1		
<b>Barberfallen</b>												
1977		1		4	7	2	1	1	4	1		
1978				1	3	1	3	2		1		
1979				1	3	5	5	3	1			
1980				1	6	2	3		1			
<b>Fotoelektoren</b>												
1979	----	kein Fang	----			1			7	8	6	
1980								1	2	1	1	

zeigt an, daß nur eine Generation pro Jahr gebildet wird. Die Tiere selbst sind sommeraktiv und halten eine Winterruhe ein, die wahrscheinlich nicht in der Bodenstreu durchgeführt wird, sonst sollten in der Handauslese einige Exemplare gefunden werden. DIECKMANN (1982)

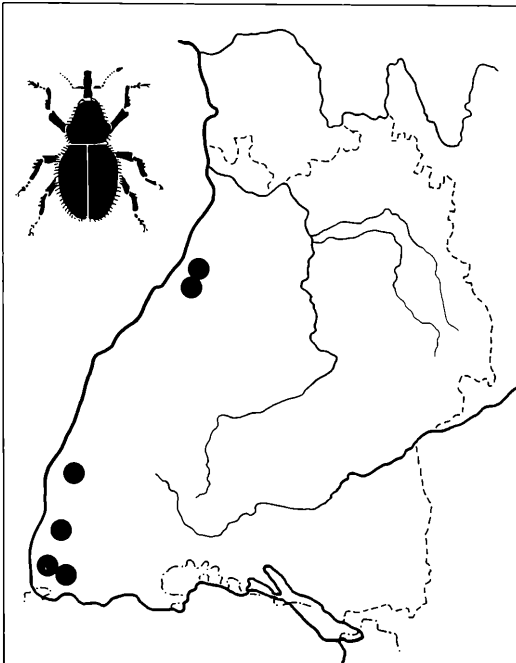


Abbildung 1. Fundorte von *Acalles micros* in Baden-Württemberg.

gibt dazu an, daß die Arten der Gattung *Acalles* an Totholz leben. Sie sind also besonders dort anzutreffen, wo alte Baumbestände vorkommen, in denen der Anfall von Totholz überproportional ist. So ist es auch nicht weiter verwunderlich, daß im Untersuchungsgebiet, einem etwa 140jährigen Buchenbestand, neben *Acalles micros* noch drei weitere Arten dieser Gattung, nämlich *A. roboris*, *A. aubei* und *A. hypocritus* gefunden wurden. Sie gehören zu Artengruppen der Gattung, die von DIECKMANN bis jetzt noch nicht revidiert worden sind. Die Art *Acalles micros* ist derzeit in Deutschland nur entlang des Oberrheingrabens in Südbaden (Grenzach-Wyhlen, Isteiner Klotz, Badenweiler und Freiburg) sowie in der Umgebung von Karlsruhe (Rüppurr, Schluttenbach – Versuchsgebiet) nachgewiesen worden. Dies spricht für eine südliche Verbreitung (Abb. 1). In dieses Bild passen auch Funde aus Italien, der Schweiz und Frankreich (DIECKMANN 1982). Die kritische Überprüfung alter *Acalles lemur*-Funde könnte allerdings noch weitere Nachweise der neuen Art *Acalles micros* erbringen.

Ich danke Herrn Dr. LOTHAR DIECKMANN, Institut für Pflanzenschutzforschung, Eberswalde-Finow, DDR, für die Überprüfung einer Serie von Tieren, sowie Herrn BENDER, Institut für Landtechnik der Universität Gießen, für die Anfertigung der Zeichnung.

## Literatur

- DIECKMANN, L. (1982): *Acalles*-Studien (Coleoptera, Curculionidae). – Ent. Nachr. Ber., **26**: 195–209; Berlin.
- FRIEBE, B. (1982): Die Makroarthropodenfauna eines Buchenwaldbodens unter besonderer Berücksichtigung der Coleoptera. – 195 S., Dissertation, Karlsruhe.
- FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – *Carolinea*, **41**: 45–80; Karlsruhe.
- KIPPENBERG, H. (1983): Cryptorhynchinae. In: FREUDE, HARDE, LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, **11**: 159–171; Krefeld (Goecke & Evers).
- KUHNT, P. (1912): Illustrierte Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. – Stuttgart.
- REITTER, E. (1908–1916): Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches, **1–5**; Stuttgart (Lutz).

## Autor

Dr. BERND FRIEBE, Inst. für Landtechnik der Universität Gießen, Braugasse 7, D-6300 Gießen.



MANFRED VERHAAGH

## „Parasitierung“ einer Ameisen-Pflanzen-Symbiose im neotropischen Regenwald?

Die meisten Spezies der Leguminosen-Gattung *Tachigalia* (AUBLET 1775) sind als Wirtspflanzen für verschiedene Ameisen in der Neotropis bekannt geworden. So tritt z. B. als obligater Bewohner der angeschwollenen, hohlen Blattbasen von *T. formicarum* (HARMS 1906) (eventuell auch anderer Arten) in Westamazonien die Ameise *Pseudomyrmex tachigaliae* (FOREL 1904) (det. P. WARD, Los Angeles) auf. Die hier wiedergegebene Beobachtung stammt aus der Nähe der biologischen Feldstation Panguana, die am Rio Yuyapichis, einem Nebenfluß des Rio Pachitea im peruanischen Tiefland, gelegen ist.

Die Pflanze bietet Behausung für die Ameisen und für die von ihr „gehaltenen“ Cocciden, deren Ausscheidungen und wahrscheinlich auch der Populationsüberschuß den Ameisen als Nahrung dient. Die ca. 5 mm großen, hell- bis dunkelbraun gefärbten Ameisen sind äußerst aggressiv, der Stich ist sehr schmerzhaft. Schon bei geringer Berührung der Pflanze stürzen zahlreiche Ameisen aus den Domatien und patrouillieren über die gesamte Pflanze. Durch dies Verhalten schützen sie anscheinend ihren Wirt sehr wirksam vor Blattfraß, denn während der gesamten Aufenthaltsdauer von über 2 Jahren wurden nur zwei bewohnte Jungbäume mit auffälligen Fraßschäden in Panguana registriert, obwohl die Pflanze nicht selten ist. Die *Tachigalia*-Bäume in Panguana sind bisher nicht artmäßig bestimmt, so daß unbekannt ist, ob es sich um eine oder mehrere Arten handelt. Die Einheimischen nennen Pflanzen und ihre Ameisen „tanganana blanca“

Im Dezember 1984 wurde in Panguana jedoch ein ca. 1,50 m hoher Jungbaum gefunden, der vollständig kahlgefressen war. Auf den Mittelachsen der großen Fiederblätter saßen bewegungslos 15 2,5–3 cm große Blattwespenlarven (Tenthredinoidea), die offensichtlich kurz vor der Verpuppung standen. Zunächst waren keine Interaktionen mit den Ameisen zu sehen. Erst nach Berührung des Baumes, die eine Anzahl von Arbeiterinnen zum Verlassen der Petioli veranlaßte, trafen einige von ihnen auf die Blattwespenlarven (Abb. 1 a). Sofort verbiß sich in die dicke wulstige Haut der Larven, vorzugsweise an der unteren Körperhälfte, aber auch hinter dem Kopf, und versuchten zu stechen (Abb. 1 b). Die Larven reagierten auf diese Attacke gleich mit kreisenden Vorwärtsbewegungen des Hinterleibes, den sie fast bis zum Kopf führen können, um ihn gegen den eigenen Körper zu reiben. Auf diese Weise wurden die angreifenden Ameisen (2–4 pro Larve) innerhalb von 1–2 min vom Hinterleibsende bzw. zwischen den sich

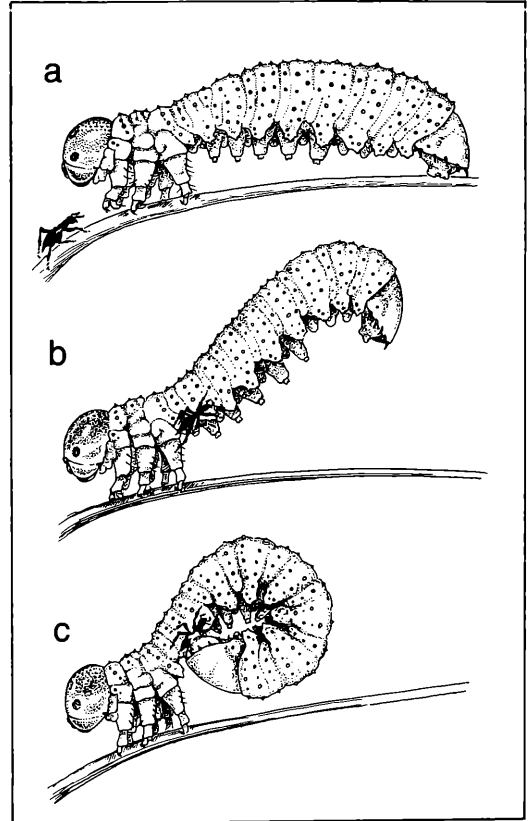


Abbildung 1. Angriff von *P. tachigaliae* auf eine Blattwespenlarve. Zeichnung: F. WEICK.

bewegenden Bauchfalten totgedrückt (Abb. 1c). Einen zusätzlichen Schutz vor den Angriffen stellt sicher auch die derbe, faltige Haut der Larven dar. Der Ablauf des Geschehens ließ sich durch Anstoßen des Bäumchens mehrfach reproduzieren, immer mit dem Ergebnis, daß die Ameisen sehr schnell totgedrückt wurden und der Angriff gegen die Blattwespenlarven nach kurzer Zeit beendet war.

Interessante Fragen ergeben sich aus diesem offensichtlichen Versagen der Ameisen-Pflanzen-Beziehung: Ist die Blattwespenart auf die Nutzung dieser von den Ameisen sonst so effektiv geschützten Futterressource spezialisiert? Wenn ja, wie schaffen es die jungen Larvenstadien auf der Pflanze zu überleben, wenn sie noch nicht zu dieser Verteidigungsart in der Lage sind? Oder besiedeln erst die älteren Stadien die Pflanze? Können auch große Bäume (*Tachigalia* wird 10–20 m hoch) mit ihren wesentlich individuenreicheren *Pseudomyrmex*-Kolonien besiedelt werden?

### Autor

Dipl.-Biol. MANFRED VERHAAGH, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1.

MONIKA BRAUN

## Der Große Abendsegler in Nordbaden

Der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*) ist neben der Mausohrfledermaus (*Myotis myotis*) die größte einheimische Fledermausart. Sein Verbreitungsgebiet reicht vom Atlantik bis zum Stillen Ozean. In Europa kommt er außer in Irland, Schottland und Nordskandinavien bis zum Balkan- und Mittelmeergebiet vor. Bei uns leben Abendsegler im Sommer hauptsächlich in natürlichen Baumhöhlen oder Nistkästen. Auch Quartiere hinter Eternitverschalungen an Häusern nehmen sie an. Den Winterschlaf verbringen diese Säugetiere in entsprechend frostsicheren Baum- und Felshöhlen, Rolladenkästen oder unter Flachdachverschalungen. Bei einer Kartierung der Fledermausvorkommen in Baden-Württemberg in den Jahren 1980–1986 (KULZER et al. 1987) konnten insgesamt 121 Beobachtungen über Quartiere des Großen Abendseglers gesammelt wer-

den mit 91 Meldungen zu Sommer- und Übergangsquartieren und 30 Wintermeldungen. Die meisten Beobachtungen (n = 73) gelangen in der Sommerperiode in den Monaten April bis Oktober. Bisher konnten jedoch noch keine Beobachtungsdaten von Wochenstuben, also Kolonien von Muttertieren mit ihren Jungen vom Großen Abendsegler in Baden-Württemberg gesammelt werden.

Obwohl der Große Abendsegler unter den 22 einheimischen Fledermausarten, die bei uns alle in ihrem Bestand gefährdet sind, eine noch relativ häufig zu beobachtende Art ist, liegen bisher nur ca. 50 Meldungen von einzeln aufgefundenen Abendseglern aus dem Zeitraum von 1980 bis 1987 vor. Diese Tiere wurden meist einzeln im Gebäudequartier hängend angetroffen oder verletzt bzw. tot außerhalb von Quartieren gefunden. Nistkasten- und Kolonienachweise sind hierbei nicht aufgenommen.

Besonders erwähnenswert unter diesen Nachweisen ist der Fund eines beringten, toten Abendsegler-Weibchens, vom 6. 4. 1987 auf der Straße bei Huttenheim. Nach Auskunft des Instituts für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle (S.)/DDR, wurde das Tier am 18. 5. 1985 im Damerower Wald, Kreis Prenzlau/DDR be-



Abbildung 1. Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) vor dem Abflug. Foto: Dr. E. GRIMMBERGER.

ringt. Von Abendseglern sind Wanderungen vom Sommer- zum Winterquartier (und umgekehrt) von mehr als 900 km bekannt. Das beringte Tier hatte eine Saisonwanderstrecke von 565 km in südwestlicher Richtung zurückgelegt. Vermutlich war das Weibchen auf dem Rückflug vom Winterquartier zum Sommerquartier in der DDR.

Nicht in diese Statistik eingegangen sind zwei weitere Funde, die besonders erwähnt werden sollten: 1. Ein Winterquartierfund von 34 Abendseglern vom 16. 12. 1983 aus einer gefällten Eiche bei Hambrücken; die Tiere konnten damals künstlich überwintert und im Frühjahr 1984 wieder freigelassen werden. 2. Eine Ansammlung von Resten von ca. 200 Abendsegler-Mumien aus einer Kirche in Pforzheim, die bei Renovierungsarbeiten in der Kirche entdeckt wurde. Vermutlich wurden die Tiere ca. 1950 in die Kirchenmauer beim Verputzen eingemauert. Solch große Kolonien sind derzeit in Nordbaden nicht mehr zu finden.

Als größere, in den letzten Jahren bei uns nachgewiesene Abendsegler-Kolonien sind folgende Quartiere zu nennen: Ein Quartier unter Dachziegeln mit ca. 30 Tieren (1988) in Ubstadt-Weiher und 5 Quartiere in Baumhöhlen, nämlich bei Karlsruhe (28 Tiere 1985) bei Walldorf (5 Tiere 1981), bei Mannheim (24 Tiere 1986), bei Bruchsal (28 Tiere 1985) und bei Unteröwisheim (5 Tiere 1987).

Auch in der Schweiz konnten bei langjährigen Untersuchungen (STUTZ & HAFFNER 1986) bisher noch keine Wochenstuben von *Nyctalus noctula* nachgewiesen werden. Zwar waren in 53 Quartieren und 497 untersuchten Individuen neben einem Großteil Männchen auch einige Weibchen zu verzeichnen, aber kein Jungtier. STUTZ & HAFFNER (1986) stellten fest, daß der Männchen-Anteil in den Monaten Juni bis August in den kontrollierten Quartieren der Schweiz dominiert und Quartiere während dieser Zeit aufgegeben werden oder nur von Männchen bewohnt werden. Sie vermuten, daß *Nyctalus noctula* in der Schweiz überwintert, sich dort aber nicht fortpflanzt. Dagegen berichten HIEBSCH & HEIDECHE (1987) von rund 40 kartierten Wochenstuben des Großen Abendseglers in der DDR, die sich fast alle im nördlichen und östlichen Teil der DDR befinden. Die durchschnittliche Wochenstubengröße lag bei 23 Weibchen. Auch für das Gebiet der CSSR geben GAISLER et al. (1979) Fortpflanzungsnachweise für den Abendsegler an. Sie fanden die Wochenstuben ausschließlich in Baumhöhlenquartieren, in den Gebäudequartieren fehlten die Tiere in den Monaten Juni und Juli. GAISLER et al. (1979) nehmen an, daß die Reproduktionsrate des Abendseglers im mittleren Teil der UdSSR am größten ist, von dort über die CSSR vermutlich über die Niederlande nach Großbritannien hin abnimmt.

Da die Abendsegler-Bestände bei uns, wie in ganz Europa, in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen sind, erscheint es um so wichtiger, auch bei uns Daten zum Vorkommen des Großen Abendseglers, seiner Jagdgebiete, Sommer- und Winterquartiere zu sammeln.

Abendsegler jagen bevorzugt über Wiesen, Seen, auch über Baumkronen, wobei das Jagdgebiet bis zu 6 km vom Quartier entfernt sein kann. Im Mai sieht man Abendsegler hauptsächlich nach Maikäfern jagen, ansonsten erbeuten sie auch andere Käfer und Schmetterlinge im Flug. *Nyctalus noctula* fliegt relativ früh am Abend aus (bereits kurz nach Sonnenuntergang, z. T. auch davor) und ist an der rötlichen Fellfarbe und der Körpergröße (starengroß) zu erkennen. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal ist auch das „Zusammenschlagen“ der Flügel im Flug, wobei sich die Flügel fast unter dem Körper berühren. Meldungen von Beobachtungen des Abendseglers sind jederzeit erwünscht.

### Literatur

- GAISLER, J.; HANAK, V. & DUNGEL, J. (1979): A contribution to the population ecology of *Nyctalus noctula* (Mammalia: Chiroptera). – Acta Sc.Nat.Brno, **13** (1): 1–38; Prag.
- HIEBSCH, H. & HEIDECHE, D. (1987): Faunistische Kartierung der Fledermäuse in der DDR. – *Nyctalus* (N. F.), **2**: 213–246; Berlin.
- KULZER, E.; BASTIAN, H. V. & FIEDLER, M. (1987): Fledermäuse in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer Kartierung in den Jahren 1980–1986 der Arbeitsgemeinschaft Fledermauschutz Baden-Württemberg. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **50**: 1–152; Karlsruhe.
- STUTZ, H. P. & HAFFNER, M. (1986): The reproductive status of *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774) in Switzerland. – *Myotis*, **23/24**: 131–136; Bonn.

### Autor

Dipl.-Biol. MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermauschutz Nordbaden, c/o Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe.

# Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe

REINHARD WOLF

## Organisation und Arbeit der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (BNL)

Am 1. August 1987 ist die Leitung der BNL Karlsruhe von Herrn Hauptkonservator Dipl.-Ing. GÜNTHER MÜLLER an Herrn Dipl.-Geogr. REINHARD WOLF, zuvor 12 Jahre lang bei der BNL Stuttgart tätig, übergegangen. Etwa ein Jahr nach der Übernahme der Dienststellenleitung gibt sich hiermit die Gelegenheit, die Arbeit der BNL Karlsruhe, und zwar sowohl das „Tagesgeschäft“ als auch verschiedene Sonderaufgaben, vorzustellen. Es ist dabei nicht beabsichtigt, einen Tätigkeitsbericht oder gar eine Zusammenstellung über die in einem Jahr abgelaufenen Vorgänge abzugeben, vielmehr soll versucht werden, die vielfältigen Aufgaben, welche der BNL zukommen, in geraffter Form zu skizzieren.

### Die Organisation der BNL

Die vier Bezirksstellen für Naturschutz im Land Baden-Württemberg (neben Karlsruhe in Stuttgart, Tübingen und Freiburg) sind eigenständige Höhere Sonderbehörden, deren Hauptaufgabe in beratender Funktion für die Regierungspräsidien als Höhere Naturschutzbehörden besteht (§ 48, Abs. 1 NatSchG). Während diese als Höhere Verwaltungsbehörden Verordnungen erlassen, Rechtsbescheide erteilen usw., arbeiten die Bezirksstellen hierzu in allen naturschutzbedeutsamen Angelegenheiten Fachgutachten und Stellungnahmen aus. Dies gilt z. B. auch für Naturschutzgebiete, bei deren Zustandekommen die BNL für die Abgrenzung und die Würdigung der Gebiete sowie für die fachliche Begründung der Verordnungsinhalte verantwortlich zeichnet, während die Höhere Naturschutzbehörde das Untersetzungsverfahren durchführt, über Anregungen und Einsprüche entscheidet und zu guter letzt die Rechtsverordnung unterzeichnet. Auch bei der großen Zahl an Planfeststellungsverfahren, Bauleitplänen etc. fließen in die Entscheidung des Regierungspräsidiums neben den Stellungnahmen anderer Träger öffentlicher Belange von der BNL erarbeitete Fachgutachten ein. Neben dieser Hauptaufgabe obliegt der BNL die Abstimmung grundsätzlicher Angelegenheiten mit den auf Kreisebene ehrenamtlich tätigen Naturschutzbeauftragten (Fachberater der Unteren Naturschutzbehörden), die Zusammenarbeit mit den Naturschutzverbän-

den, mit der Landesanstalt für Umweltschutz (Institut für Ökologie und Naturschutz) sowie mit den Universitäten, Hochschulen, Naturkundemuseen und anderen wissenschaftlichen Institutionen. Schließlich ist auch der gesamte Komplex der Öffentlichkeitsarbeit zu nennen, worunter im wesentlichen Vorträge, Führungen, Ausstellungen, Informationsschriften, Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, Seminarbeiträge bei der Akademie für Natur- und Umweltschutz des Ministeriums für Umwelt, aber auch laufende Kontakte mit Presse, Rundfunk und Fernsehen zu verstehen sind, um das allgemeine Verständnis für den Schutz der Natur zu fördern. An Aktuellem ist zu nennen das im Frühjahr 1988 in großer Auflage verbreitete Faltblatt über das Naturschutzgebiet „Unterer Neckar“ und die maßgebliche Beteiligung an der über viele Wochen gut besuchten „Rheinauen-Ausstellung“ auf der Landesgartenschau in Ettlingen.

Der BNL kommt somit der Status einer eigenständigen, lediglich in Verwaltungsangelegenheiten (Personal, Haushalt etc.) dem Regierungspräsidium angegliederten Fachbehörde zu. Daß die Fachgutachten der BNL Verursachern und Befürwortern von Eingriffen hin und wieder einen Plan durchkreuzen, liegt buchstäblich „in der Natur der Sache“; hierin liegt auch der Grund für die immer wieder aufflammenden Diskussionen über die Selbständigkeit oder Eingliederung der nun in über 30 Jahren bewährten Institutionen. Erst im Frühjahr 1988 hat jedoch eine Organisationsüberprüfung durch den Rechnungshof Baden-Württemberg die Zweckmäßigkeit der Eigenständigkeit bestätigt, wenn auch in Fragen der Ausstattung, der Organisation usw. verbessernde Dinge angemerkt wurden. Seit 1. Juli 1988 ist die Dienst- und Fachaufsicht über die Bezirksstellen an das Ministerium für Umwelt übergegangen.

Entsprechend der Vielfalt der Aufgaben ist die BNL organisatorisch stark gegliedert, was für Außenstehende manchmal nicht ganz einfach zu verstehen ist: Der Geschäftsverteilungsplan ist „zweigleisig“ in „Gebietsbearbeitung“ und einzelne „Fachbereiche“ aufgeteilt. Unter Gebietsbearbeitung ist zu verstehen die Beurteilung von Bauvorhaben (soweit die BNL vom Baulastträger über das Regierungspräsidium verfahrensmäßig zu

beteiligt ist), die Beratung der auf Kreisebene ehrenamtlich tätigen Naturschutzbeauftragten und der Unteren Naturschutzbehörden, die Begutachtung von Schutzgebieten, die Organisation und Betreuung von Landschaftspflegemaßnahmen und schließlich auch die Kooperation mit Orts- und Kreisgruppen von Naturschutzverbänden etc. – das „Tagesgeschäft“ also. Hierbei ist die genaue Kenntnis des zu betreuenden Gebietes, und zwar sowohl hinsichtlich der Örtlichkeiten als auch der dortigen Organisationsstrukturen und Verhandlungspartner, unabdingbare Voraussetzung für ein effektives Arbeiten. Deshalb wird angestrebt, hierbei eine Kontinuität der Bearbeitung beizubehalten (in der Regel ein Mitarbeiter pro Landkreis, in Fällen hohen Arbeitsanfalls auch nur Teile eines Landkreises). Der Gebietsbearbeiter ist auch Ansprechpartner für Gemeinden, Behörden, Verbände usw. und somit „der Mann vor Ort“, wie man heute sagt.

Teilweise in personeller Überschneidung, jedoch nach genaueren „Spielregeln“, werden bei den einzelnen Fachbereichen konzeptionelle, gebietsübergreifende und Spezialwissen verlangende Aufgaben wahrgenommen: So ist es notwendig, daß großräumigere Landschaftsplanungen (z. B. der Regionalverbände) unter Berücksichtigung des Wissens und der Beiträge der Gebietsbearbeiter beim Fachbereich „Landschaftsplanung“ koordiniert und zusammenfassend bearbeitet werden. Ebenso werden hier Sonderprobleme aufgearbeitet, von denen beispielsweise das Golfspiel genannt sei – eine Sportart, die der BNL derzeit in nahezu einem Dutzend von Einzelfällen erhebliche Probleme bereitet: Die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch großflächige Geländeänderungen und oft wenig naturnahe Anpflanzungen, die Einflüsse auf Boden und Grundwasser (laufende Mahd, Düngung, Herbizideinsatz usw.), die Auswirkungen auf die Umgebung (Verkehr, Erholungsinteressen der Allgemeinheit usw.) und schließlich auch Gestaltungsprinzipien (Anteile extensiv genutzter Flächen, Verinselung von Biotopen inmitten laufend beanspruchter Sportflächen usw.) sind Fragen, die allgemeiner Beantwortung bedürfen und dann schließlich vom jeweiligen Gebietsbearbeiter auf die Verhältnisse des Einzelfalles übertragen werden können.

Die Beteiligung bei Flurbereinungsverfahren, die Organisation des Grunderwerbs zu Naturschutzzwecken in ständiger Zusammenarbeit mit der Staatlichen Liegenschaftsverwaltung sowie die Betreuung landeseigener Naturschutzgrundstücke ist in einem zweiten Fachbereich zusammengefaßt. Auch hier wieder die schon erwähnte „Zweigleisigkeit“: Im einzelnen Flurbereinungsverfahren ist der Gebietsbearbeiter tätig, Fälle von grundsätzlicher Bedeutung und allgemeine Probleme, z. B. Fragen des Verfahrensablaufes, werden vom Fachgebietszuständigen bearbeitet; dasselbe gilt für die große Zahl der landeseigenen Naturschutzgrundstücke, bei denen das jährliche Erwerbsprogramm und eine Flächenstatistik zentral bearbeitet wer-

den. 1987 konnten beispielsweise 82 ha wertvolle Biotopfläche in Landeseigentum überführt und darüber hinaus Zuschüsse für den Erwerb von 26 ha Naturschutzflächen an Gemeinden und Naturschutzverbände gegeben werden.

Landschaftspflege, Extensivierungsprogramme und Haushaltsfragen werden in einem weiteren Fachbereich koordiniert; Schutzgebietsplanungen, Pflegepläne für Naturschutzgebiete, die Biotopkartierung und allgemeine naturkundliche Probleme im vierten Fachbereich „Gebietsschutz“ Auf diese beiden Bereiche wird in den nachfolgenden Abschnitten etwas näher eingegangen werden.

Ein Fachbereich, der ausgesprochenes Spezialistenwissen, insbesondere genaue Kenntnisse einer Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten, abverlangt, wird mit „Artenschutz“ umschrieben. Hier erfolgt zentral für den ganzen Regierungsbezirk die Bearbeitung von Vorgängen im Zusammenhang mit dem Handel und der Haltung geschützter Tier- und Pflanzenarten; Stellungnahmen zu Anträgen auf Ausnahmen von den einschlägigen (und ziemlich komplizierten) Artenschutzbestimmungen sowie Kontrollen von Tierhaltungen und Ausstellungen gehören hinzu. Auch besondere Biotop-schutzmaßnahmen (z. B. Graureiherkolonien, Wanderfalken- und Amphibienschutzmaßnahmen) werden initiiert und betreut. Das Thema Amphibienschutz wird im Abschnitt „Landschaftspflege“ etwas näher beleuchtet werden. Besonders zu erwähnen ist das Weißstorch-Wiederansiedlungsprogramm Baden-Württemberg, das von der BNL Karlsruhe für das ganze Land organisatorisch und wissenschaftlich betreut wird. Nach wie vor ist hier der Amtsvorgänger des Dienststellenleiters, Hauptkonservator MÜLLER, in engagierter Weise beteiligt; ohne sein Zutun könnte dieses zeit- und geldaufwendige und leider auch manchen Angriffen ausgesetzte Wiederansiedlungsprogramm nicht den Erfolg aufweisen, den es nach einigen Jahren der Startphase nunmehr erreicht hat.

All diese vielfältigen Aufgaben, die nur grob umrissen wurden, werden mit einem verhältnismäßig bescheidenen Personalbestand wahrgenommen: Die BNL Karlsruhe hat derzeit (unter Einbeziehung von Sekretariat und Zeichenbüro) 19 festangestellte Mitarbeiter, daneben 9 Zeitangestellte (zum Teil mit ABM-Verträgen) und 4 Zivildienstleistende. In ständigem Wechsel kommen Praktikanten und Referendare verschiedener Fachrichtungen sowie etwa 10 Werkvertragnehmer hinzu.

### Landschaftspflege

Etwas mehr als 1 Million DM stehen dem Regierungspräsidium und der BNL für den Regierungsbezirk Karlsruhe jährlich für landschaftspflegerische Maßnahmen zur Verfügung. Ein Teil hiervon wird Gemeinden und Naturschutzverbänden als Zuschuß zur Verfügung gestellt, zum großen Teil ist die BNL jedoch selbst Auftrag-

geber und Veranlasser von Pflegemaßnahmen (vor allem in Naturschutzgebieten und auf landeseigenen Naturschutzgrundstücken). Rund 200 Einzelprojekte unterschiedlichsten Umfangs können pro Jahr durchgeführt und gefördert werden; die Zuschußempfänger wenden dabei rund 500 000 DM und dazuhin nicht in DM anzugebende Eigenleistungen erheblichen Umfangs (Einsatz gemeindeeigener Bauhöfe etc.) auf. Mehr als 2200 ha Fläche können jährlich gepflegt, gestaltet und gesichert werden – ein beachtliches Ergebnis, gemessen am Aufwand.

Schwerpunkte der Förderung sind Biotop- und Artenschutzmaßnahmen. Zur Erhaltung des Schutzzwecks von Naturschutzgebieten werden jährlich etwa 350 000 DM aufgewendet. Erfreulicherweise ist ein zunehmendes Engagement der Bürgermeisterämter für Naturschutzgebiete festzustellen, auch wenn es leider noch Gemeinden gibt, die Naturschutzgebiete für „Exklaven“ ihrer Markung ansehen, da ihr Handlungsspielraum hier eingeschränkt ist. Pflegemaßnahmen in Naturschutzgebieten sind aufwendig, da die sachgerechte Pflege häufig Spezialgeräte und Handarbeit erfordert. Wo es möglich ist, werden für die Arbeiten Landwirte und Forstbetriebe eingesetzt, ein nicht geringer Teil der Arbeiten muß jedoch an Landschaftspflegefirmen vergeben werden, da die BNL selbst nicht in der Lage ist, mit den vier Zivildienstleistenden großflächige Pflegeeinsätze durchzuführen. Landschaftspflegemaßnahmen der BNL sind vorerst leider auf kleine Flächen, auf denen Spezialarbeiten notwendig sind, zu beschränken, solange kein Pflegetrupps aufgebaut werden kann, wie er sich bei den Bezirksstellen Tübingen und Stuttgart seit langem bewährt hat. Es ist ein wichtiges Anliegen der BNL Karlsruhe, mit einem Zwei- oder Dreimann-Pflegetrupps, Zivildienstleistenden und einigen Maschinen in die Lage versetzt zu werden, auf landeseigenen Grundstücken und in Naturschutzgebieten, wo aufgrund besonderer Verhältnisse (Unzugänglichkeit, Steilheit, Untergrundverhältnisse, Art des Bewuchses usw.) kaum Landwirte oder Gemeindearbeiter eingesetzt werden können, um den Biotopwert zu sichern. Da es Arbeit im Übermaß gibt, ist nicht zu befürchten, daß weniger Aufträge und Zuschüsse als bisher vergeben werden müßten und dadurch Zuverdienstmöglichkeiten ausfallen könnten!

1987 und 1988 sind die verfügbaren Mittel leider nicht erhöht worden, so daß verschiedene Naturschutzgebiete, flächenhafte Naturdenkmale und landeseigene Naturschutzgrundstücke, in denen Pflegemaßnahmen dringend erforderlich wären, nicht zum Zuge kommen konnten. Dies gilt insbesondere für eine ganze Anzahl von Halbtrockenrasengebieten, in denen in den letzten Jahren Pflegemaßnahmen zur Eindämmung fortschreitender Verwachsung durchgeführt worden sind und jetzt wegen anderer Prioritäten (u. a. auf neuerworbenen Grundstücken) die Folgepflegemaßnahmen Probleme bereiten. So drohen nicht wenige wertvolle Pflanzenstandorte und Tierbiotope vor allem durch den Fortgang natürlicher Verwachsung verlorenzugehen oder

doch zumindest in ihrem eigentlichen Schutzzweck stark beeinträchtigt zu werden. Auch Flächen, die sich durch einen Wechsel an Hecken und Feldgehölzen sowie offenen Flächen auszeichnen und damit Idealtypen einer „Biotopvernetzung“ sind, gehen in nicht unerheblichem Umfang Jahr für Jahr durch natürliche Sukzession, Aufforstung oder anderweitige Umnutzung verloren – zum Teil wertvolle Lebensräume selten gewordener Tier- und Pflanzengesellschaften, die in der Nachbarschaft mit viel Mühe im Rahmen von Biotopverbundprogrammen neu begründet werden. Die Sicherung des Schutzzweckes mehrerer wertvoller Naturschutzgebiete kann bei Fortdauer der knappen Finanzsituation (und bei Fortgang der derzeitigen Entwicklungen in der Kulturlandschaft) leider als nicht gewährleistet angesehen werden; betroffen sind hiervon vor allem Halbtrockenrasengebiete im Enzkreis und im Neckar-Odenwald-Kreis, aber zum Beispiel auch die verwachsene Grindenflächen des Naturschutzgebietes Schliffkopf oder die Schwarzwaldmoore.

Gemeinsamen Anstrengungen von Landkreisverwaltungen, Gemeinden (vorwiegend Erholungsorten), Privatpersonen und der BNL ist es zu verdanken, daß das Programm zur Offenhaltung von Wiesentälern im nördlichen Schwarzwald erfolgreich fortgesetzt werden kann. Der hierfür aufgewendete Betrag von rund 80 000 DM pro Jahr ist sicherlich kein voller Ersatz für die teilweise schweren Arbeitsbedingungen an den steilen Hängen der Schwarzwaldtäler, wo aufgrund dieses Programms jährlich rund 1000 ha gemäht, abgeräumt und damit vor Verwachsung oder Aufforstung bewahrt werden. Ein großer Teil dieser Flächen ist wegen der Steilheit der Hänge und der Bodenverhältnisse nur in Handarbeit zu pflegen.

Bei den Artenschutzmaßnahmen steht der Amphibien-schutz im Vordergrund. Die Absicherung von Amphibienwanderwegen an verkehrsreichen Straßen ist in jedem Frühjahr eine Schwerpunktaufgabe, die zusammen mit engagierten Verbänden und Einzelpersonen angegangen wird. Schutzzäune und andere Leiteinrichtungen sowie Ausrüstungsgegenstände (Lampen, Batterien, Eimer, Sicherheitswesten usw.) für die vielen ehrenamtlichen Helfer, ohne die diese Maßnahmen nicht bewältigt werden könnten, kosten jährlich etwa 70 000 DM. Leider fällt der Schutz dieser hauptsächlich durch den Straßenverkehr gefährdeten Tiergruppe der Naturschutzverwaltung zu, während für alle anderen Schutzmaßnahmen an Straßen (Straßenbäume, Stein-schlag, Rutschungen, Gewässer etc.) ganz selbstverständlich die Straßenbauverwaltung aufkommt. Hier sollte in den nächsten Jahren, auch als Folge des in letzter Zeit erfreulicherweise eingetretenen allgemeinen Verständnisses für das Amphibienproblem, eine Änderung angestrebt werden. Auch Presseberichte wie „Frösche gefährden den Straßenverkehr“, welche die mit dem Leben bezahlenden Tiere mit Steinschlag und technischen Gefahren vergleichen, sollten heutzutage der Vergangenheit angehören.

Erfreulich hingegen ist, daß in der Öffentlichkeit zunehmend das Verständnis für die Notwendigkeit landschaftspflegerischer Maßnahmen wächst. Dies drückt sich unter anderem auch in verschiedenen Kreistags- und Gemeinderatsbeschlüssen aus, Finanzmittel für die Pflege wertvoller Biotope bereitzustellen. Landschaftspflege ist ohne den engagierten Einsatz von Gemeinden und Naturschutzverbänden (z. B. Bund für Umwelt- und Naturschutz, Deutscher Bund für Vogelschutz oder Schwarzwaldverein) kaum effektiv zu betreiben. Wo BNL, Landkreis, Gemeinde und Ortsgruppen privater Naturschutzverbände Hand in Hand arbeiten, können erfahrungsgemäß die besten Erfolge erzielt werden. Eine große Anzahl pflegebedürftiger Landschaftsteile wird heute von Naturschutzverbänden betreut und mit rund 100 000 DM von der Naturschutzverwaltung unterstützt. Dabei können freilich meist nur die Sachkosten (Betriebskosten für Geräte usw.) abgegolten werden; der persönliche Einsatz der Verbandsmitglieder, die Freizeit und einen Teil des Urlaubs aufwenden, ist unbezahlbar. Hierfür kann man nur herzlichen Dank sagen!

Im Rahmen des „Ökologieprogrammes“ der Landesregierung wurden im Spätherbst 1987 für den Regierungsbezirk Karlsruhe rund 800 000 DM Sondermittel für Ausgleichsleistungen an Landwirte („Extensivierungsprogramm“) bereitgestellt. Nach anfänglich deutlich spürbarer Zurückhaltung der angesprochenen Grundeigentümer bzw. Pächter und teilweise schwierigen Verhandlungen konnte durch die Mitarbeiter der BNL vor allem im Dezember 1987 eine große Zahl an Landwirten gewonnen werden, die Grundstücke in Naturschutzgebieten und anderen ökologisch bedeutsamen Gebieten besitzen oder bewirtschaften und bereit sind, auf vorläufig fünf Jahre hinaus vertragliche Bindungen für Extensivierungsmaßnahmen einzugehen. Die Verträge, die von der BNL ausgearbeitet, mit den Landwirten erörtert und dann vom Regierungspräsidium unterzeichnet wurden, enthalten auf das jeweilige Grundstück bezogene Regelungen. Die Umwandlung von Ackerland in Grünland mit Bewirtschaftungsauflagen, das Hinausschieben des Mähzeitpunkts zur Schonung von Wiesenbrutvögeln, der ganze oder teilweise Verzicht auf Dünger und/oder Herbizide und eine ganze Reihe anderer Maßnahmen sind Gegenstand der insgesamt rund 120 Verträge für etwa 350 ha Fläche. Leider konnte die Aktion wegen fehlender Mittel nicht fortgesetzt werden, so daß eine ganze Reihe von Vertragswilligen auf eine „Warteliste“ gesetzt werden mußte. Die BNL erhofft sich von dem angelaufenen Programm die Lösung mancher Zielkonflikte in wertvollen Schutzgebieten. Nach dem augenblicklichen Diskussionsstand (Mitte 1988) soll das Programm im Spätherbst 1988 fortgeführt und im Rahmen der „Flächenstilllegungsprogramme“ der Europäischen Gemeinschaft sogar ausgeweitet werden.

Die Aktualität des Themas bestimmte auch die Fachta- gung der BNL mit den Naturschutzbeauftragten des Re-

gierungsbezirks am 21. und 22. April 1988 in Maulbronn-Schmie: Referate zu „Extensivierungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Nutzflächen“, ausgiebige Diskussionen und Erfahrungsberichte gaben ebenso Hinweise für Initiativen und praktikable Verfahren wie die Exkursion am zweiten Tag, die in die Landschaft des westlichen Strombergvorlandes und des Enztales führte. Neben Biotopvernetzungsmaßnahmen und -planungen in verschiedenen Landschaftstypen konnten hierbei einige Naturschutzgebiete und Naturdenkmale besichtigt werden.

### **Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie Naturdenkmale; Stand der Biotopkartierung Baden-Württemberg**

Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie Naturdenkmale gehören seit dem Reichsnaturschutzgesetz von 1935 zum „klassischen“ Arbeitsfeld und zum wichtigsten Instrumentarium der Naturschutzverwaltung. Naturschutzgebiete werden bei der BNL vorbereitet (Abgrenzung, Gutachten, Verordnungsinhalte) und von der Höheren Naturschutzbehörde nach einem festgelegten Verfahren verordnet. Die Graphik zeigt die Entwicklung der Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe. Auf eine Phase verstärkter Aktivität in den Vorkriegsjahren folgte bis ungefähr 1978 nahezu Stagnation. In den letzten 10 Jahren haben die Naturschutzgebiete sowohl an Zahl als auch an Fläche sehr stark zugenommen, wobei eine große Anzahl von Vorhaben schon in den 60er und 70er Jahren vorbereitet worden war.

Entwicklungen, wie sie die Graphik zeigt, deuten meist auf „inflationäre Tendenzen“ hin. So ist es auch in der Tat: In gleichem Maß, wie die Belastungen und Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zunehmen und die „Roten Listen“ gefährdeter Tier- und Pflanzenarten anwachsen, muß leider auch die Zahl und Fläche von Schutzgebieten steigen.

Nun sollte man meinen, mit der Entwicklung der Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk könnte die BNL zufrieden sein, doch dem ist leider nicht so: Rund 150 weitere Naturschutzgebietsvorhaben (unterschiedlichster Größenordnung) warten auf Verwirklichung. Bauvorhaben wie die Daimler-Benz-Ansiedlung in Rastatt, zunehmend zu beobachtender Wiesenumbruch in Talauen, vermehrt auftretende Aufforstungsanträge in landschaftlich und ökologisch empfindlichen Gebieten usw. lassen laufend neue Projekte notwendig erscheinen und verlangen immer wieder neue Prioritäten. Konkrete Unterlagen für rund 30 neue Naturschutzgebiete sind von der BNL vorbereitet, doch sind vom Regierungspräsidium wegen personeller Engpässe wohl nicht mehr als 10 Verfahren pro Jahr zum Abschluß zu bringen, zumal einige recht umfangreiche und schwierige Unterschutzstellungsverfahren anstehen. Nur randlich sei erwähnt, daß eine nicht unerhebliche Zahl

älterer Naturschutzgebietsverordnungen wegen heute nicht mehr zweckmäßiger Abgrenzung, wegen mangelhafter Verordnungsinhalte oder aber wegen formaler Unzulänglichkeiten dringend erneuert werden sollte.

Auch bei den Landschaftsschutzgebieten, für die die Unteren Naturschutzbehörden zuständig sind, sind Defizite zu beklagen, wiewohl die BNL maßgebliche Beratungsarbeit leistet. Abgesehen davon, daß auch bei dieser Schutzgebietskategorie für zahlreiche ältere Gebiete neue Verfahren mit überarbeiteter Abgrenzung und einer Verordnung nach heutigen Maßstäben eingeleitet werden sollten, ist die Zahl neuer Vorhaben nur abschätzbar. Die BNL hat 1988 – aufbauend auf der „Biotopkartierung Baden-Württemberg“ – auf die noch zurückzukommen sein wird – eine grobe Konzeption für Landschaftsschutzgebiete erarbeitet und dabei die aus fachlicher Sicht notwendigen Anteile von Landschaftsschutzgebieten pro Land- bzw. Stadtkreis ungefähr festgelegt (Tabelle 1).

Ein weites Feld Arbeit ist hier abgesteckt, und die BNL ist gerne bereit, ihre Erfahrung und ihren Rat den Unteren Naturschutzbehörden zur Verfügung zu stellen, wenn daraufhin dort engagiert neue Unterschutzstel-

lungsverfahren angegangen werden. Leider ist nämlich festzustellen, daß eine größere Zahl fertiger Abgrenzungsvorschläge zum Teil seit Jahren bei den Unteren Naturschutzbehörden der Bearbeitung harrt.

Die derzeitigen Hauptprobleme bei der Ausweisung neuer Schutzgebiete sind folgende:

Der überall festzustellende Wandlungsprozeß in der Landwirtschaft führt zur Verunsicherung der Landwirte und anderer Grundbesitzer und fördert Mißtrauen und Ablehnung gegen jegliche Art staatlicher Einflußnahme auf kulturlandschaftliche Entwicklungen, wenn diese nicht finanzielle Unterstützungen mit sich bringen.

Landschaftsschutzgebiete werden mehr und mehr zu kreis- und kommunalpolitisch heftig und oft kontrovers diskutierten Steuerungsinstrumenten der Freiraumpolitik und Bauleitplanung; daraus resultiert des öfteren eine grundsätzlich negative Einstellung.

Mit der erfreulichen Tendenz, gegenüber früher in Verordnungen nicht nur pauschal formulierte Verbote bzw. Erlaubnisvorbehalte, sondern zunehmend konkrete und auf den Einzelfall abgestimmte Regelungen einzubauen, wachsen die Widerstände von Gemeinden und Interessengruppen.

Die derzeit (Mitte 1988) noch nicht abgeschlossene Diskussion um die weitere Entwicklung bei den 1987 in einigen Modellfällen

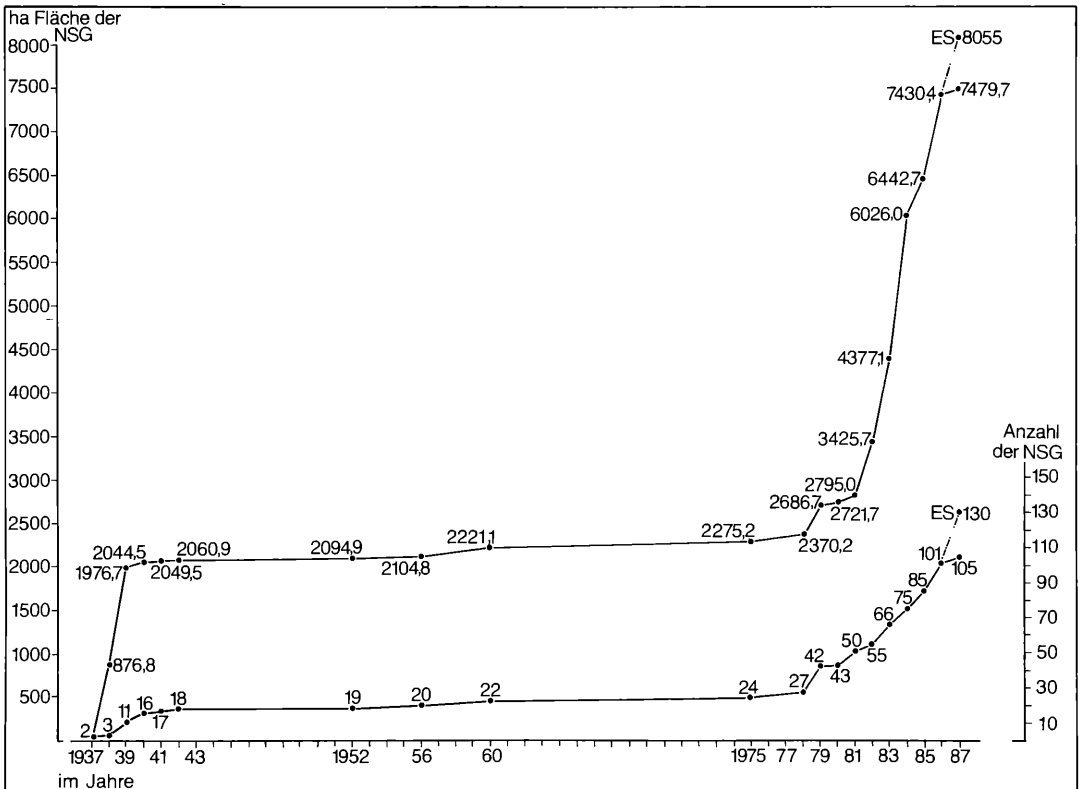


Abbildung 1. Entwicklung der Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe 1937 bis 1987. Untere Kurve: Anzahl der Rechtsverordnungen. Obere Kurve: Fläche der Naturschutzgebiete. „ES“ = Einstweilige Sicherstellung Naturschutzgebiet „Hockenheimer Rheinbogen“ mit 25 Teilgebieten.



Tabelle 1. Konzeption zukünftiger Landschaftsschutzgebiete im Reg.-Bez. Karlsruhe, gegliedert nach Stadt- und Landkreisen.

	Landschaftsschutzgebiete Stand 31. 12. 1987		aus fachlicher Sicht notwendige Landschaftsschutzgebiete		
	ha	% der Kreisfl.	% der Kreisfl.	→ ha	→ neue LSGs (ha)
	(Angaben gerundet!)				
Stadt Heidelberg	3 599	33,1	35	3 800	200
Stadt Mannheim	2 887	19,9	21	3 050	ca. 160
Neckar-Odenwald-Kreis	10 230	9,1	22	ca. 24 800	ca. 14 550
Rhein-Neckar-Kreis	23 226	21,9	28	ca. 29 700	ca. 6 500
Region Unterer Neckar	39 942	16,4	25	ca. 61 350	ca. 21 410
Stadt Baden-Baden	8 975	64,0	64	8 975	
Stadt Karlsruhe	4 532	26,1	28	4 850	320
Landkreis Karlsruhe	15 223	14,0	23	ca. 25 000	ca. 9 800
Landkreis Rastatt	19 673	26,6	33	ca. 24 800	5 150
Region Mittlerer Oberrhein	48 403	22,6	30	ca. 63 625	ca. 15 270
Stadt Pforzheim	6 031	61,7	62	6 031	
Landkreis Calw	21 482	26,9	38	ca. 30 350	ca. 8 850
Enzkreis	8 382	14,6	30	17 200	ca. 8 800
Landkreis Freudenstadt	6 317	7,2	17	ca. 14 900	ca. 8 600
Region Nordschwarzwald	42 212	18,0	29	ca. 68 481	ca. 26 250
Reg.-Bez. Karlsruhe	130 557	18,9	28	ca. 193 450	ca. 63 000

Die Zahlenwerte wurden aus den Kriterien des § 22 NatSchG und nach derzeitigen Beurteilungsmaßstäben entwickelt; im Lauf der Zeit können sich infolge veränderter Umweltbedingungen, Kulturlandschaftsentwicklungen usw. andere Prioritäten und Maßstäbe ergeben, welche die Tabelle maßgeblich verändern können. Nicht gesondert ausgewiesen wurden Schutzgebiete, die aus heutiger Sicht (ganz oder nur teilweise) ersatzlos gelöscht werden können; ebensowenig wurden notwendige Veränderungen kleineren Umfangs (Neuabgrenzungen) berücksichtigt.

erstmalig ausgezahlten Ausgleichsleistungen für naturgerechte Bewirtschaftung in Schutzgebieten bedingt Verzögerungen aufgrund von überzogenen Vorstellungen der Grundeigentümer, die sie mit Einsprüchen gegen Unterschutzstellungen zum Ausdruck bringen.

Die augenblicklichen Hauptdiskussionspunkte bei Unterschutzstellungen, nämlich die Umwandlung von Auewiesen in Ackerland, die Umnutzung althergebrachter Baumwiesen in Niederstamm-, Pflanzanlagen oder Freizeitgrundstücke, die Versuche zur Eindämmung ausufernder Freizeitnutzungen in der freien Landschaft (Wassersport auf Baggerseen und in Altrheinarmen, Klettern an Felsen mit wertvoller Flora oder Brutplätzen seltener Vogelarten usw.) sowie das Netz der Kieskonzessionen in der Rheinaue verlangen in vielen Fällen über die Rechtsverordnung hinaus längerfristige Konzeptionen und Lösungen (Nutzungskonzepte, Ablösung von Konzessionen, Entschädigungen usw.).

Die Naturschutzbehörden schließlich sind trotz mancher Verbesserungen der letzten Jahre bei der Vielzahl von Belastungen

mit „Tagesarbeit“ nach wie vor personell nicht in der Lage, den wachsenden Bedürfnissen nach ausgiebiger Erörterung von Schutzgebietsgrenzen und Verordnungsinhalten mit den „Betroffenen“ sowie der Diskussion in Gemeinderatsgremien, Bürgerversammlungen usw. in wünschenswertem Umfang nachzukommen. Hinzu kommt, daß der häufige Personalwechsel zwangsweise Verzögerungen mit sich bringt, da neue Sachbearbeiter erst nach gründlicher, längerer Einarbeitung in der Lage sind, die Verfahren weiterzubetreiben.

Alle diese Gründe führen dazu, daß die Naturschutzverwaltung von dem in mehreren grundsätzlichen Diskussionen erörterten und in Programmen niedergelegten Schutzgebietskonzeptionen und -zielen noch weit entfernt ist. Verbesserung der Situation sind nicht einfach, aber erforderlich, wenn den im Naturschutzgesetz und in den verschiedenen Umweltprogrammen festgelegten Zielsetzungen entsprochen werden soll.

**Gliederung der Naturschutzverwaltung  
in Baden-Württemberg**

Fachbehörden für Naturschutz,  
Artenschutz und Landschaftspflege

Naturschutzbehörden  
(Verwaltungsbehörden)

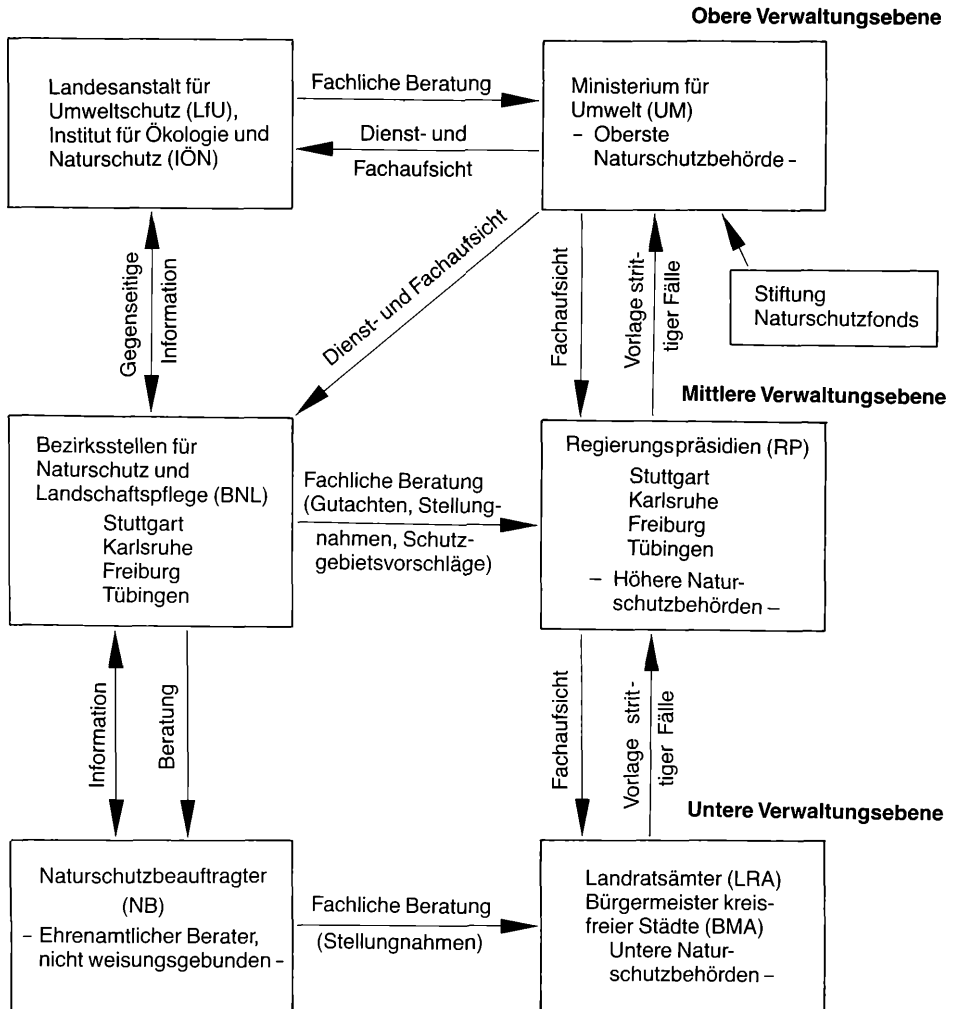


Abbildung 2. Gliederung der Naturschutzverwaltung in Baden-Württemberg.

Mit der Ausweisung von Naturdenkmälern – wie die Landschaftsschutzgebiete ebenfalls in der Zuständigkeit der Unteren Naturschutzbehörden – erhält die Naturschutzverwaltung nach Erfahrung der BNL ein wirksames Instrument, um Beeinträchtigungen kleiner (bis etwa 5 ha großer), wertvoller Biotope und landschaftscharakteristischer Einzelbildungen (z. B. Einzelbäume) verhindern zu können. Die BNL schlägt den Stadt- und Landkreisen immer wieder wertvolle Objekte zur Unterschutzstellung vor, bedauert allerdings das (in den meisten Landkreisen) sehr langsame Vorwärtkommen in dieser wichtigen Angelegenheit.

Mit der Unterschutzstellung von Schutzgebieten und deren Beschilderung mit dem bekannten grünumrandeten, dreieckigen Schild mit dem Seeadler ist es bekanntlich nicht getan. Die Betreuung, Kontrolle, Dokumentation und Pflege der Gebiete ist unabdingbare Voraussetzung dafür, daß die Verordnungen nicht nur auf dem Papier stehen, sondern daß der jeweilige Schutzzweck eingehalten und gefördert werden kann. Wenngleich langjährige praktische Erfahrungen bei Pflegemaßnahmen durch nichts zu ersetzen sind, so ist die schriftliche Festlegung von Zielen der Pflege, aufbauend auf einer guten naturkundlichen Dokumentation, für einen Großteil der Naturschutzgebiete unabdingbar. Der BNL wurde für diesen Zweck zwei Arbeitskräfte mit längerfristigen Zeitverträgen (ein Biologe, eine Landespflegerin) bewilligt, die Anfang 1988 ihre Arbeit aufgenommen haben und zwischenzeitlich eine ausführliche Pflegeanleitung für ein Naturschutzgebiet fertiggestellt und mehrere andere in Arbeit haben.

Die Vielzahl der Schutzgebiete (Mitte 1988 107 Naturschutzgebiete, 240 Landschaftsschutzgebiete und rund 1100 Naturdenkmale) sind bei der BNL in Karten genau verzeichnet. Um diese nur als Einzelexemplare existierenden Kartenblätter auch Dritten (Verwaltungs- und Sonderbehörden, Naturschutzbeauftragten, Naturschutzwarten und anderen interessierten Bürgern) zur Verfügung stellen zu können, werden derzeit mit Hilfe zweier ABM-Kräfte Druckunterlagen erstellt, um eine Vervielfältigungsmöglichkeit auf Karten des Landesvermessungsamtes zu bekommen. Es ist zu hoffen, daß dadurch eine bessere Berücksichtigung der Schutzgebiete des Regierungsbezirks und auch eine bessere Betreuung erreicht werden kann.

Die „Biotopkartierung Baden-Württemberg“, ein landesweites Programm zur Erfassung biologisch-ökologisch besonders bedeutsamer Lebensräume, das seit mehreren Jahren von der Landesanstalt für Umweltschutz mit Hilfe von Werkvertragnehmern betrieben wird, ist für den Regierungsbezirk Karlsruhe derzeit zu etwa drei Vierteln fertiggestellt. Schwerpunkt der Kartierungen ist augenblicklich der Necker-Odenwald-Kreis. 1988 werden durch vier Werkvertragnehmer (seither nur einer) die Geländearbeiten abgeschlossen, so daß nach der Ausarbeitung der Erhebungsbögen bis zum Frühsommer 1989 mit dem Abschluß der Erhebungen für den gesamten Regierungsbezirk zu rechnen ist.

Gleichzeitig werden alle Ergebnisse von der Landesanstalt in der EDV-Anlage aufbereitet, so daß – auch für die BNL – ein sofortiger Zugriff auf die Daten möglich sein wird. Da nach der Phase der Erhebungen bei der BNL die Phase der Umsetzung der Ergebnisse beginnt, ist für 1989/1990 mit einem erheblichen Arbeitsanfall auf diesem Gebiet zu rechnen. Bereits jetzt werden nahezu täglich Karten und Datenbögen an Gemeinden, Planungsbüros etc. weitergeleitet, was mit erheblichem Aufwand (Lichtpausen, Kopien etc.) verbunden ist. Konkrete Schutzgebietsvorschläge werden den Unteren Naturschutzbehörden unterbreitet; Vorschläge für neue Naturschutzgebiete hingegen sind selten, da auf diesem Gebiet der BNL selbst ausreichende Kenntnisse vorliegen.

#### **Autor**

Hauptkonservator Dipl.-Geogr. REINHARD WOLF, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe, Kriegsstraße 5a, D-7500 Karlsruhe.

## Publikationen der Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

### andrias

unregelmäßig erscheinende Einzelbände zu Themen aus naturkundlichen Forschungsgebieten.

1. Taxonomie und Phylogenie von Arthropoden. – 102 S., 37 Abb., 1981 . . . . . DM 34,–
2. Vegetationskunde und Lichenologie. – 64 S., 17 Abb., 1983 . . . . . DM 28,–
3. Morphologie und Taxonomie von Insekten. – 104 S., 172 Abb., 1983 . . . . . DM 40,–
4. Fossilfundstätte Messel. – 171 S., 49 Abb., 17 Taf., 1985 . . . . . DM 60,–
5. Taxonomie und Phylogenie von Arthropoden. – 224 S., 114 Abb., 1986 . . . . . DM 65,–

### carolinea

setzt mit Band 40 die von 1936 bis 1980 mit 39 Bänden erschienenen „Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland“ fort. Jahressbände 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,–

### Beihefte

der Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland.

Monografische Arbeiten, in unregelmäßiger Folge.

1. H. HOLZEL: 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 farbige; 1 Falttaf.), 1985 . . . . . DM 7,50
8. Panguana – Wald und Wasser im tropischen Südamerika (M. VERHAAGH) – 48 S., 115 Abb. (davon 12 farbige), 1986 . . . . . DM 5,–

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 die Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, D-7500 Karlsruhe 1.

Zu den angegebenen Preisen wird bei Versand ein Betrag von DM 2,50 für Porto und Verpackung in Rechnung gestellt. Bestellungen unter DM 20,– nur gegen Vorkasse.

Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins Karlsruhe e. V. erhalten auf die Zeitschriften andrias, carolinea und die Beihefte sowie auf ältere Bände der „Beiträge“ einen Rabatt von 30 %.