

B-W
A

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

carolinea 43

Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe 20. 12. 1985

31/ 18. 02. 86

Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland



carolinea 43

Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe 20. 12. 1985

carolinea, 43	132 S.	105 Abb.	15 Tab.	1 Farbtaf.	Karlsruhe, 20. 12. 1985
---------------	--------	----------	---------	------------	-------------------------

P

OZB 20, 43. 1985



ISSN 0176-3997

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

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

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

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

Schriftleitung des Bandes: R. BASLER, L. BECK, G. PHILIPPI

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

Gesamtherstellung: Badenia Verlag und Druckerei GmbH, Karlsruhe

© Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe

Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe 1

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

DETLEF MADER: Entstehung des germanischen Buntsandsteins	5
WALTER MATHEIS: Discomyceten aus Süddeutschland II. Raum Hornberg–Triberg (mittlerer Schwarzwald)	61
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 4. Die Neotylenchiden (Nematoda, Neotylenchoidea)	65
HERBERT ZELL: Nematoden eines Buchenwaldbodens 5. Die Wilsonematinæ (Nematoda, Araeolaimida)	77
JÖRG RÖMBKE: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 6. Die Regenwürmer	93
ULRICH FRANKE: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 7. Der Waldohrwurm <i>Chelidurella acanthopygia</i>	105
RALF ANGST: Beitrag zur Kenntnis des Hirnschädel- volumens bei Tupaiiden und der Variabilität der Schädelmaße von <i>Tupaia glis</i> (Mammalia: Scandentia)	113
Wissenschaftliche Mitteilungen	
HERMANN NEUBERT: Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland, II. Erstfund von <i>Trichia erecta</i> REX	117
HELMUT SCHWÖBEL: <i>Entoloma (Rhodophyllus) scabiosum</i> (FRIES) QUÉL. erstmalig in der Bundesrepublik Deutschland gefunden	119
WULFARD WINTERHOFF, URSULA FABER & ELISABETH HENGE: Der Schwarzpurpure Lauch (<i>Allium atropurpureum</i> WALDST. & KIT.), ein für die Bundesrepublik Deutschland neuer Neophyt	122

- ARTUHR LINGENHÖLE: Zucht und Flugverhalten von
Lemonia taraxaci DENIS & SCHIFFERMÜLLER (Lepidoptera) . 124
- MONIKA BRAUN: Zum Vorkommen der Breitflügelfledermaus
Eptesicus serotinus SCHREBER, 1774
(Mammalia: Chiroptera) in Nordbaden 126
- MONIKA BRAUN: Erstnachweis einer Nordfledermaus
Eptesicus nilssoni KEYSERLING & BLASIUS, 1893
(Mammalia: Chiroptera) in Nordbaden 127
- Museum am Friedrichsplatz
- MONIKA BRAUN: Fledermäuse als Überwinterungsgäste
im Museum am Friedrichsplatz 129

DETLEF MADER

Entstehung des germanischen Buntsandsteins

Kurzfassung

Der germanische Buntsandstein besteht hauptsächlich aus fluviatilen Sedimenten. Untergeordnete Anteile am Aufbau der Schichtfolge haben aeolische Dünen sands, Paläoböden, alluviale Schwemmkegelabsätze, Murenablagerungen sowie delataische, tidale, lagunäre, marine und evaporitische Sedimente. Die fluviatilen Kleinzyklen bestehen im Idealfall aus Rinnenrückstandsablagerungen, Sand- und Kiesbanksedimenten, Überflutungsabsätzen sowie aeolischen Dünen sands oder Paläoböden, sind aber in vielen Fällen nur inkomplett ausgebildet oder lediglich fragmentarisch erhalten. Die wichtigsten Mechanismen der Degradation (Kappung) der alluvialen Zyklolithe sind primär-sedimentäre Unterdrückung der Bildung und sekundär-erosive Entfernung von feinkörnigen Ablagerungen. Die Evolution des fluviatilen Stils in vielen Regionen des Beckens wird primär extern durch tektonische Aktivität im Abtragsgebiet und daraus resultierende Anlieferung von Detritus in den Sedimentationsraum gesteuert sowie sekundär intern durch Abflußraten und Bettfrachtzusammensetzung kontrolliert. Die horizontale (longitudinale und laterale) Zonierung des alluvialen Environments ist die Konsequenz von nachlassendem Antransport von grobklastischem Material aus dem Liefergebiet als Ergebnis der erlahmenden Strömungsgeschwindigkeit in den Flußsystemen mit zunehmender Entfernung vom Beckenrand und abnehmendem Gefälle in der Alluvialebene. Die laterale Verschiebung und vertikale Aufeinanderstapelung der progressiven Fazieszonen erzeugt vielfach die Evolution des fluviatilen Stils in den regionalen Schichtfolgen. In manchen Bereichen des Sedimentationsraumes läßt sich innerhalb einer Ablagerungszone eine regionale Diversifikation des fluviatilen Environments erkennen. In einigen Randgebieten des Beckens werden vertikale Evolution, laterale Zonierung und regionale Diversifikation durch die Effekte der progressiven seitlichen Erweiterung des Ablagerungsraumes im Laufe der Zeit modifiziert. Die Hauptauswirkungen des lateralen Übergreifens zunehmend jüngerer Einheiten auf das Grundgebirge sind die Entwicklung von grobklastischen Marginalsäumen lateraler Provenienz und das Aufsteigen von sedimentären Faziesassoziationen in jüngere Schichtglieder jenseits des Auskeilens älterer Formationsabschnitte. Hinsichtlich der flächenmäßigen Erstreckung und zeitlichen Stabilität der aeolischen Dünenfelder in Abhängigkeit von der Intensität ihrer Verzahnung mit Flußnetzen und Interdünen-Playa-Seen lassen sich ausgedehnte größere Sandmeere, begrenzte kleinere Dünenfelder und lokale kleine Dünenansammlungen unterscheiden. Die Verbreitung der Paläoböden hängt hauptsächlich von der Absenkung des Sedimentationsraumes und der Dynamik des fluviatilen Environments ab, wobei häufig die Anzahl der Violetten Horizonte in erster Linie von der alluvialen Ablagerungsenergie kontrolliert sowie die Kondensation der Paläoböden durch langsame Subsidenz des Beckens teilweise unterstützt wird. Die besondere paläoökologische und biostratigraphische Signifikanz des Bärlapps *Pleuromeia sternbergi*, der Reptilienfährte *Chirotherium* und der Invertebraten-Lebensspuren und -Grabgänge liegt in ihrer weitgehend autochthonen Erhaltung. Die sedimentologische und paläoökologische Interpretation der vorwiegend fluviatilen Sedimente im germanischen Buntsandstein erlaubt zusammen mit der lithogenetischen Deutung von aeolischen Dünen sands und Paläoböden unter Integration der petrofaziellen Merkmale der weiteren untergeordneten Sedimenttypen die Rekonstruktion einer komplexen Ablagerungsgeschichte in Raum und Zeit als Ergebnis interner Regulierung und externer Kontrolle der hauptsächlich alluvialen Sedimentationsmechanismen.

gerungsgeschichte in Raum und Zeit als Ergebnis interner Regulierung und externer Kontrolle der hauptsächlich alluvialen Sedimentationsmechanismen.

Abstract

Origin of the German Buntsandstein

The German Buntsandstein mainly consists of fluvial sediments. Aeolian dune sands, palaeosols, alluvial-fan deposits, mud-flow sediments as well as deltaic, tidal, lagoonal, marine and evaporitic deposits occur in subordinate amounts within the sequence. The alluvial cyclothems are ideally composed of channel lag sediments, channel bar deposits, topstratum sediments and aeolian dune sands or palaeosols, but are often only incompletely developed or fragmentarily preserved. The most important mechanisms responsible for degradation of alluvial cyclothems are primary-depositional suppression of formation and secondary-erosional removal of fine-grained sediments. The evolution of fluvial style in many regions of the basin is primarily-externally governed by tectonic activity in the source area, resulting in supply of detritus to the depositional area, and is further secondarily-internally controlled by discharge rates and bed-load composition. The horizontal (longitudinal and lateral) zoning of alluvial environment is a consequence of declining delivery of coarse detritus from the source area as a result of weakening current velocity in the channel systems with increasing distance from the margin of the basin and declining slope within the alluvial plain. The lateral shifting and vertical superimposition of the progressive facies zones often leads to origin of the evolution of fluvial style in the regional sequences. In some parts of the depositional area, a regional diversification of alluvial milieu occurs within one sedimentary zone. In some marginal parts of the basin, vertical evolution, lateral zoning and regional diversification are modified by the effects of progressive lateral extension of the depositional area with time. The main results of the lateral onlap of progressively younger members on the basement are the development of coarse marginal seams of lateral provenance and the ascension of sedimentary facies associations into younger formations beyond the pinchout of older members. Concerning areal extension and temporal stability of the aeolian dune fields depending on intensity of their intertonguing with fluvial belts and interdune playa lakes, extensive large sand seas, restricted smaller dune fields and local small dune accumulations are distinguished. The distribution of palaeosols mainly depends on the subsidence of the basin and the dynamics of the fluvial environment. The number of violet horizons is often primarily controlled by the alluvial depositional energy, and the condensation of palaeosols is partially supported by slow basin subsidence. The particular palaeoecological and biostratigraphical significance of the lycopod *Pleuromeia sternbergi*, the reptilian footprints *Chirotherium* and the invertebrate burrows and traces results from their predominantly autochthonous preservation. The sedimentological and palaeoecological interpretation of the mainly fluvial deposits in the German Buntsandstein enables together with the lithogenetical interpretation of aeolian dune sands and palaeosols and integration of the petrofacial characteristics of the further subordinate sediment types the reconstruction of a complex depositional history in time and space as a result of internal regulation and external control of the predominantly alluvial depositional mechanisms.

Autor

Dr. DETLEF MADER, Röttgerstr. 20, D-3000 Hannover 91.

Inhalt

1. Einleitung	6
2. Sedimentologie	9
2.1 Fluviale Sedimente	9
2.1.1 Aufbau der Kleinzyklen	9
2.1.2 Evolution des Ablagerungsmilieus	23
2.1.3 Gliederung (Zonierung) des Sedimentationsraumes	28
2.1.4 Regionale Unterschiede (Diversifikation) der Bildungsbedingungen	30
2.1.5 Erweiterung des Ablagerungsraumes	34
2.2 Aeolische Sedimente	36
2.2.1 Aufbau der Sequenzen	37
2.2.2 Erstreckung der Dünenfelder und Verzahnung mit Flußsystemen	40
2.3 Paläoböden	41
2.3.1 Aufbau und Entstehung	41
2.3.2 Verbreitung	42
3. Paläoökologie	42
3.1 Pleuromeia	42
3.2 Chirotherium	44
3.3 Invertebraten-Lebensspuren	44
4. Diagenese	48
5. Entstehung der Rotfärbung	49
6. Schlußfolgerungen	51
Literatur	59

1. Einleitung

Der germanische Buntsandstein ist eine kontinentale Rotsedimentserie vorwiegend alluvialer Entstehung. Die hauptsächlich fluvialen Ablagerungen sowie die aeolischen Dünenande, die Paläoböden und eine Reihe anderer Sedimente bildeten sich vor etwa 200–250 Millionen Jahren. Der Ablagerungsraum umfaßte das ausgedehnte Mitteleuropäische Becken, das sich von England und Frankreich im Westen bis nach Polen und Weißrußland im Osten und von der Schweiz im Süden bis nach Skandinavien und in die Nordsee im Norden erstreckte. Das Mitteleuropäische Becken wird von folgenden Hochgebieten (Grundgebirgsmassiven) begrenzt: im Westen von der Ardennisch-Gallischen Mas-

se, im Norden vom Fennoskandischen Schild, im Osten vom Baltisch-Russischen Schild und im Süden von der Vindelizisch-Böhmischen Masse (s. Abb. 1).

Die Paläoströmungsrichtungen im Mitteleuropäischen Becken verlaufen zweiseitig: von Süden nach Norden und von Norden nach Süden. Die Schüttungen aus dem Süden kommen von der Ardennisch-Gallischen Masse im Südwesten und Westen und von der Vindelizisch-Böhmischen Masse im Südosten und Osten. Zwei Hauptstromsysteme erstrecken sich dabei vom Ardennisch-Gallischen Festland nach Norden. Das erste Flußsystem verläuft von den Vogesen über Schwarzwald, Odenwald, Spessart und Hessische Senke nach Südhannover, während der zweite Alluvialgürtel über Pfalz, Saarland und den Trierer Raum durch die Eifeler Nord-Süd-Zone in die Niederrheinische Senke führt. Die aquatischen Sedimente im Nordteil des Mitteleuropäischen Beckens werden von Norden vom Fennoskandischen Schild angeliefert. Im Gegensatz zu den Paläoströmungsrichtungen, welche die paläogeographische Konfiguration des Beckens und die Verteilung des Gefälles widerspiegeln, geben die Paläowindrichtungen das Windsystem im Ablagerungsraum zu erkennen. Der aeolische Transport erfolgte aus südlichen Richtungen durch nordwärts wehende Passatwinde (s. Abb. 1).

Die Mächtigkeiten des Buntsandsteins im Mitteleuropäischen Becken betragen zwischen weniger als 100 m in manchen Randgebieten und über 1000 m im Inneren des Ablagerungsraumes. Der allgemeine Trend des beckenwärtigen Ansteigens der Mächtigkeiten wird lediglich regional durch Schwellenzonen mit verringerter Subsidenz (Absenkung) oder Spezialsenken mit erhöhter Subsidenz sowie durch Grundgebirgsmassive innerhalb des Sedimentationsraumes modifiziert.

Seit den ersten geowissenschaftlichen Untersuchungen im Buntsandstein vor über 200 Jahren (ein Teil der älteren Literatur ist in BACKHAUS 1980 zusammengestellt) haben sich Generationen von Forschern vorwiegend mit der Stratigraphie der kontinentalen Rotsedimente befaßt. Eine Übersicht der litho- und biostratigraphischen Gliederung erfolgt in Abb. 2. Die lithologische Untergliederung der terrestrischen Ablagerungsserie und deren lokale, regionale und überregionale Korrelation und Parallelisierung hat bis in jüngste Zeit wiederholt erhebliche Kontroversen hervorgerufen. Ausgehend von der Notwendigkeit einer Gliederung der Schichtfolge für die erdgasgeologische Bearbeitung von Bohrungen in Nordwestdeutschland konnte von BOIGK (1959) mit Hilfe der sohlbankzyklischen Folgenreihe erstmals für beckeninnere Teile des Ablagerungsraumes eine einheitliche Lithostratigraphie (s. Abb. 2) erstellt werden, deren Gültigkeit in groben Zügen auch in einigen Randbereichen des Beckens nachgewiesen werden konnte (vgl. RICHTER-BERNBURG 1974). Andere marginale Partien des Sedimentationsgebietes lassen sich jedoch auch heute noch nicht an die zentrale zyklische Folgenreihe anschließen

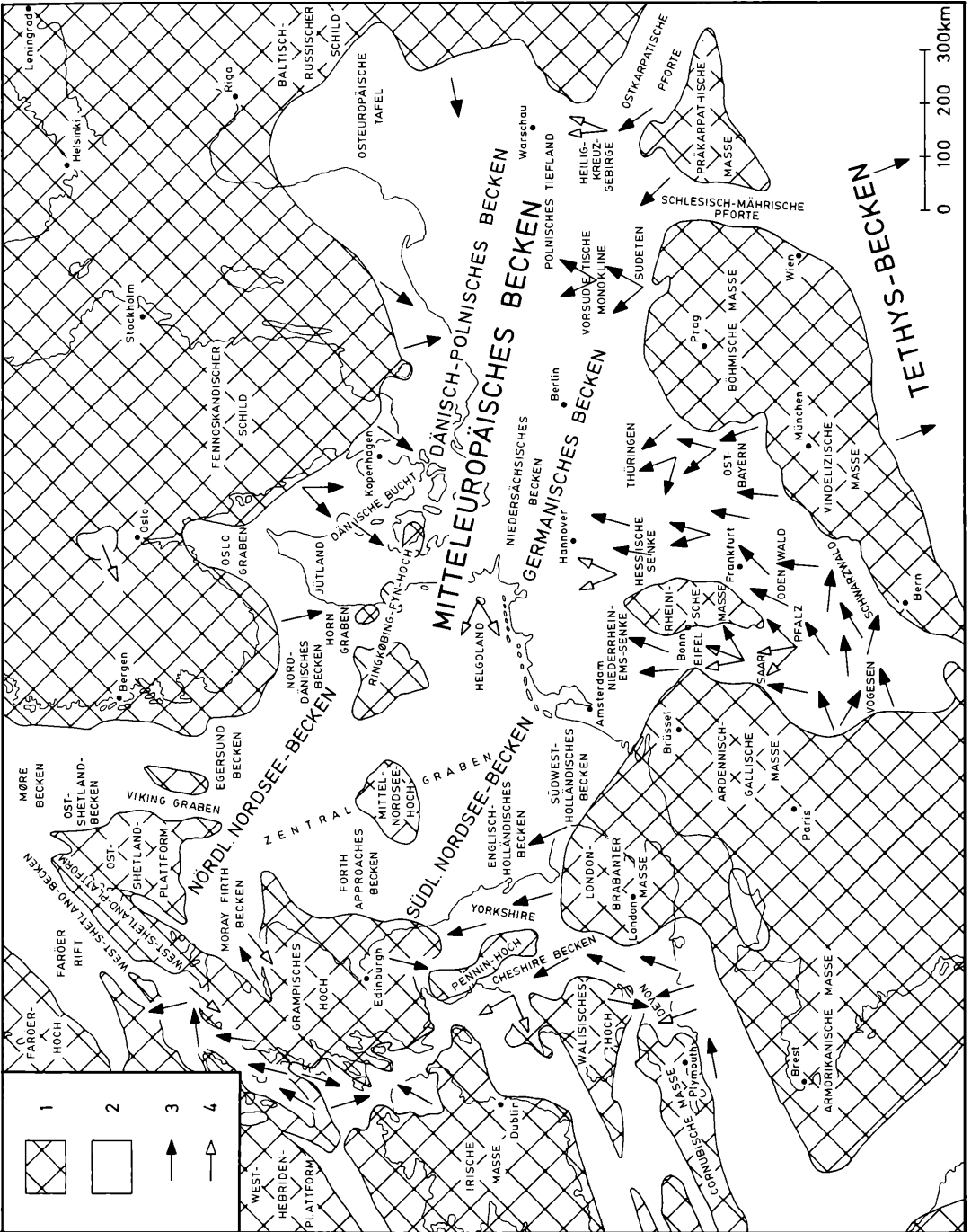


Abbildung 1. Paläogeographische Karte der germanischen Untertrias in Europa (palinostatische Rekonstruktion, umgezeichnet nach ZIEGLER 1982). Tektonik nicht berücksichtigt. Legende: 1 = Grundgebirge (Beckenränder sowie Schwellen innerhalb des Ablagerungsgebietes), 2 = Sedimentationsraum des Buntsandsteins (germanische Untertrias), 3 = Paläoströmungsrichtungen, 4 = Paläowindrichtungen.

ALPINE FAZIES			G E R M A N I -				
Serien und Stufen (KOZUR 1974 a, 1974 b)			L I T H O S T R A T I G R A P H I E			B I O -	
			Großeinheiten (KRÖMMELBEIN 1977)	Hessen Niedersachsen Thüringen (KRÖMMELBEIN 1977)	Vogesen Lothringen Pfalz, Saarland (KRÖMMELBEIN 1977)	Mollusca, Echinoderma Arthropoda Amphibia, Plantae (KOZUR 1974 a, 1974 b)	
A N I S	U N T E R	Bithynian	U N T E R E R M U S C H E L K A L K			<i>Dadocrinus gracilis</i> <i>Paraceratites trinodosus</i> <i>Rhynchonella decurtata</i>	
		Aegean				<i>Dadocrinus kunischi</i> <i>Beneckeia buchi</i> <i>Myophoria vulgaris</i>	
S O B E R	O B E R	Olenekian (= Spathian)	B U N T S A N D S T E I N	OBERER BUNTSANDSTEIN (RÖT)	Rot 4 Obere Röttone	Voltzien- Sandstein	<i>Beneckeia tenuis</i>
					Rot 3-1 Röt- quarzit Untere Röttone	Zwischen- Schichten	<i>Costatoria costata</i>
		MITTLERER	BUNTSANDSTEIN	Solling- Folge		Violette Grenzzone	<i>Parotosaurus</i> sp <i>Trematosaurus</i> sp <i>Pleuromeia sternbergi</i> *
				Hardeggen- Folge		Haupt- konglomerat	
T H	U N T E R	Jakutian (= Smithian)	BUNTSANDSTEIN	Detfurth- Folge		Karlstal- Schichten	<i>Avicula murchisoni</i> <i>Turbonilla weissbachi</i> <i>Palaeoestheria mangaliensis</i>
		Brahmanian (= Dienerian +Griesbachian)		Salmünster- Folge		Rehberg- Schichten	<i>Cornia germari</i>
				Gelnhausen- Folge		Trifels- Schichten	<i>Esteriella nodosocostata</i> <i>Lutkevichinella mazurensis</i>
		Bröckelschiefer- Folge		Annweiler Sandstein	<i>Palaeoestheria albertii</i> *		

Abbildung 2. Lithostratigraphie und Biostratigraphie des germanischen Buntsandsteins (Zusammenstellung der Literaturhinweise in MADER 1984c).

und können nach wie vor lediglich in die traditionellen regionalen Kartiereinheiten aufgespalten werden. In manchen Abschnitten des Beckens und in Teilen der Sedimentserie haben in jüngster Zeit biostratigraphische Unterteilungen und Parallelisierungen zu einer Verfeinerung und Erweiterung der lithofaziellen Gliederung und Korrelation geführt. Eine eingehende Darstellung von litho- und biostratigraphischer Verknüpfung erfolgt in MADER (1984b, 1985g).

Im Gegensatz zu der umfangreichen und wechselhaften stratigraphischen Erforschungsgeschichte ist die sedimentologische Bearbeitung mit dem Ziel der Interpretation des Ablagerungsmilieus und der Entschlüsselung der Entstehungsgeschichte hauptsächlich erst in den letzten Jahrzehnten angelaufen. Mit dem zunehmenden Nachweis von Sedimentstrukturen, welche aquatisches Milieu zur Zeit der Ablagerung belegen, und der generellen paläogeographischen Deutung wurde die Annahme einer großenteils fluviatilen Genese der Rotsedimente mehr und mehr erhärtet (vgl. MADER 1981a, 1982, 1985g). Das Erkennen von Paläoböden in Teilen des Beckens, welche sich partiell zur Untermauerung und Verfeinerung der konventionellen Lithostratigraphie verwenden lassen (ORTLAM 1967, 1974, 1980), hat weitere Hinweise zu den Bildungsumständen beige-steuert. Ein entscheidender Durchbruch in der Rekonstruktion

der Ablagerungsbedingungen wurde jedoch erst durch die in den letzten Jahren erfolgte moderne sedimentologische Interpretation des Buntsandsteins nach angelsächsisch-amerikanischem Muster erzielt. Die wichtigsten Methoden der Erforschung des Buntsandsteins sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Es gelang, in Teilen des Beckens weitverbreitete aeolische Dünenbildungen nachzuweisen (s. Abb. 49, 50 und 51) (vgl. MADER 1980a, 1981b, 1982a, 1982b, 1983a, 1984c) sowie die Prozesse, welche das fluviatile Ablagerungs-geschehen in Raum und Zeit steuern, zu enträtseln (MADER 1983b, 1984c, 1985g). Wichtige Indizien hat auch die neue Bewertung der überlieferten Reste der pflanzlichen und tierischen Lebewelt beigetragen (vgl. Tab. 4-6) (MADER 1984b).

Durch die Verknüpfung von sedimentologischen und paläoökologischen Ergebnissen läßt sich heute erstmals ein zusammenhängendes Bild vom Ablagerungsmilieu und der Entstehungsgeschichte des germanischen Buntsandsteins zeichnen (Abb. 3) (MADER 1982c, 1985g). Dieses Bild soll nachstehend vorwiegend anhand der fluviatilen Sedimentation und ihrer Evolution in Raum und Zeit skizziert werden. Entsprechend der Zielsetzung als Übersichtsaufsatz wird hier auf eine detaillierte Zitierung des Schrifttums unter Verweis auf meine ausführlichen Spezialarbeiten verzichtet.

S C H E F A Z I E S				
S T R A T I G R A P H I E				
Conodonten Ichnia vertebratorum Osteichthyes (KOZUR 1974 a, 1974 b)	Phycophyta Holothuroidea (KOZUR 1974 a, 1974 b)	Megasporen (FUGLEWICZ 1980, KOZUR & SEIDEL 1983 b)	Conchostraca (KOZUR & SEIDEL 1983 a, 1983 b)	Mikrosporen/Pollen (KOZUR & SEIDEL 1983 b)
<i>Neospathodus germanicus</i>	<i>Achistrum pulchrum</i> <i>Theelia germanica</i>	<i>Echitriteles multispinosus</i>		<i>Alisporites circularis</i> <i>Concentricisporites nevesi</i> <i>Microcachrydrites doubingeri</i> <i>Perotriteles minor</i>
<i>Chirotherium sickleri</i>	<i>Achistrum cf triassicum</i> <i>Theelia mostleri</i> <i>Parochara triassica</i>	<i>Trileites vali</i>		<i>Triadospora staplini</i> *
<i>Isochirotherium herculis</i>		<i>Trileites validus</i> <i>Trileites vulgaris</i> *	<i>Palaeolimnadia alsatica</i>	<i>Triadospora crassa</i> *
<i>Rotodactylus matthesi</i>	<i>Parochara tri</i>	<i>Echitriteles echinatus</i> <i>Talchirella daciae</i> *	<i>Euestheri</i>	<i>Cyclotriteles presselensis</i> <i>Punctatisporites triassicus</i>
<i>Gyrolepis sp.*</i>	<i>Stenochara globosa</i> <i>Parochara belorussica</i>	<i>Trileites polonicus</i>	<i>Liograptus deverta</i>	<i>Densoisporites nejburgi</i> *
		<i>Echitriteles fragilispinus</i> <i>Maaxisporites ooliticus</i> *	<i>Cornia germari</i> <i>Molinesstheria seidelii</i>	<i>Cycadopites dijkstrae</i> <i>Equisetosporites steevii</i> <i>Kraeuselisporites spinosus</i>
<i>Saurichthys sp.*</i>	<i>Stenochara karpinskii</i>	<i>Hughesisporites simplex</i> <i>Triangulatisporites reticulatus</i>	<i>Falsisca eotriassica</i> <i>Euestheria gutta</i>	<i>Vitreisporites koenigswaldii</i>

2. Sedimentologie

Der Buntsandstein im Germanischen Becken besteht hauptsächlich aus fluviatilen Ablagerungen. In einigen Teilen der Schichtfolge erlangen auch aeolische Dünen- und Paläoböden stärkere Bedeutung, wogegen in den inneren Bereichen des Sedimentationsraumes lakustrische Playa-Ablagerungen eine stärkere Rolle spielen. In untergeordneten Anteilen finden sich in verschiedenen Abschnitten der Schichtfolge auch alluviale Schwemmkegelabsätze und Murenablagerungen, deltaische, tidale, lagunäre, marine und evaporitische Sedimente (Abb. 3) (eingehende Darstellung der lithogenetischen Einheiten in MADER 1982 c, 1985 g).

Mit den fluviatilen Ablagerungen, aeolischen Dünen- und Paläoböden werden nachstehend die verbreitetsten und genetisch bezeichnendsten Sedimenttypen eingehender charakterisiert und interpretiert.

2.1 Fluviatile Sedimente

Die alluvialen Ablagerungen zeigen innerhalb der Serie einen unterschiedlichen Aufbau als Konsequenz einer räumlichen und zeitlichen Entwicklung ihrer Bildungsbedingungen. Dabei bestimmen die fluviatilen Sedimente über weite Strecken die Zusammensetzung der in Südwestdeutschland großflächig ausstreichenden Schichtfolge (s. Abb. 4).

2.1.1 Aufbau der Kleinzyklen (Mikrozyklen)

Die fluviatilen Sedimente bestehen im Idealfall aus Kleinzyklen (s. Abb. 5), welche von Rinnenrückstandssedimenten, Sand- und Kiesbankablagerungen und Überflutungssedimenten aufgebaut werden, wobei die Korngröße vom Liegenden zum Hangenden abnimmt (Kornverfeinerungssequenzen). Vollständige Zykloteme enden in Teilen des Mittleren Buntsandsteins mit aeolischen Dünen- und Paläoböden, während in Abschnitten des Oberen Buntsandsteins Paläoböden die Kleinzyklen abschließen (eingehende Darstellung der Zusammensetzung der alluvialen Zykloteme in MADER 1980 a, 1981 a, 1982 a, 1983 a, 1984 d).

Die Rinnenrückstandssedimente (s. Abb. 6) am Fuß der Sequenzen bestehen meist aus groben Geröllen, welche linsenartig oder schleierförmig an der basalen Erosionsfläche konzentriert sind. Die Anreicherungen kieskorngroßer Komponenten entstehen durch Aussortieren und Zurücklassen der größten Bettfrachtbestandteile am Boden der Stromkanäle. Schon während der Transportphase, noch bevor die eigentliche Ablagerung beginnt, werden einige der rollend am Grund der Wasserläufe bewegten Gerölle passiv in Strudellöchern am Rinnenboden gefangen. Wird dann mit abflauendem Hochwasser die minimale Fließenergie zur Bewegung der kieskorngroßen Komponenten unterschritten, so setzt die Sedimentation mit der Ablagerung der größ-

Tabelle 1. Methoden der Buntsandstein-Forschung

Stratigraphie	Paläogeographie	Genese
Lithologie	Schrägschichtungsmessungen	Sedimentologie
Paläopedologie	Schwermineralverteilung	Granulometrie
Paläomagnetik	Leichtmineraluntersuchung	Quarzkornmorphoskopie
Palökologie	Geröllanalyse	Diagenese
Palynologie		Palökologie
Ichnofauna		Palynologie
Flora und Fauna		Ichnofauna
Tonmineralogie		Tonmineralogie
Quarzkornfarben		Geochemie
Erosionsdiskordanzen		Salzefloreszenzen
Radioaktive Leithorizonte		

sten Gerölle zu Stromkanalgrundkiesen ein. Die Sand- und Kiesbankablagerungen bauen den größten Teil des unteren, groben Abschnittes der fluviatilen Kleinzyklen auf. Sie bestehen aus massigen, schrägschichteten oder horizontallaminierten Konglomeraten und Sandsteinen (s. Abb. 8 und 47). Häufig nehmen nach oben die Anzahl und die Größe der Gerölle kontinuierlich ab, während in anderen Sequenzen die basalen Rudite (Kiese) rasch und unvermittelt in die hängenden Sandsteine übergehen.

In hochenergetischen Bereichen des unteren Fließregimes und im oberen Fließregime bilden die Konglomerate longitudinale (parallel zur Strömungsrichtung) Kiesbänke am Grund der Wasserläufe. Bei der Entstehung der Kiesbarren fungieren häufig ältere Rückstandsbildungen als Keime und werden als Kerne in die Kiesbarren inkorporiert (s. Abb. 7). Bei abklingender Flut und damit bei fallendem Wasserspiegel und nachlassender Transportkraft werden immer feinere Kieskomponenten an die longitudinalen Barren angelagert.

Flanken und Dach der Kiesbarren werden im Niedrigwasserstadium mit sandigen Sedimenten überzogen (Abb. 8), und in den flachen Senken innerhalb der Kiesbänke bilden sich gelegentlich an geschützten Stellen sogar geringmächtige tonig-schluffige Ablagerungen (s. Abb. 29). Bei anhaltendem hochenergetischem unterem Fließregime wandern transversale Sandbänke (Megarippeln) (s. Abb. 9, 10 und 11) stromabwärts und begraben die inaktivierten longitudinalen Kiesbarren unter einem Mantel sandiger Ablagerungen. Die zunächst noch vereinzelt auftretenden Gerölle in den Sandbänken werden mit weiterem Abflauen der Transportkraft zunehmend seltener und verschwinden schließlich völlig, und im finalen Stadium der Wasserlaufaggradation migrieren (wandern) geröllfreie Sandbarren über den Boden der Rinnen. Fallender Wasserspiegel bewirkt zuweilen im medialen bis terminalen

GENESE DES BUNTSANDSTEINS IN MITTELEUROPA		SWO I		M		WZ		ARW		LAN		WS	
		FLUVIATIL	AEOLISCH	SCHWEMMKEGEL	MUREN	PEDOGEN	LAKUSTRISCH	DELTAISCH	TIDAL	LAGUNAR	BRACKISCH	MARIN	EVAPORITISCH
LITHOLOGIE	KONGLOMERATE	••	••	••	••								
	SANDSTEINE	••	••	••	••		••	••	••	••	••	••	••
	TON/SCHLUFFSTEINE	••	••	••	••		••	••	••	••	••	••	••
	KARBONATE						••	••	••	••	••	••	••
	KALKOOLITHE						••	••	••	••	••	••	••
	SULFATE					•							••
GIE	CHLORIDE												••
	KARNEOL/DOLOMIT					••							••
	WURZELRÖHREN					••							
						••							
HAUPTVORKOMMEN	PROXIMALZONE	••	••	••	••	••	•	•	•				•
	MEDIALZONE I	••	••	••	••	••	••	••	••				••
	MEDIALZONE II	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
	DISTALZONE	•	•	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••
	UNTERER BUNTSANDSTEIN	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
	MITTLERER BUNTSANDSTEIN	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
	ÖBERER BUNTSANDSTEIN	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
	UNTERER MUSCHELKALK	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Abbildung 3. Genese des Buntsandsteins in Mitteleuropa. Verteilung der sedimentären Fazies und ihrer lithologischen Zusammensetzung in den Ablagerungszonen und in der Schichtfolge.

Abbildung 4. Ausstreichen des Buntsandsteins in Mitteleuropa. Geologische Übersichtsskizze (umgezeichnet nach DUPHORN et al. 1971). Schwarz = zu Tage anstehender Buntsandstein, weiß = Oberflächenausstrich älterer oder jüngerer Formationen. Zahlen rechts und links: nördliche Breitengrade. Zahlen oben und unten: Längengrade östlich von Greenwich.

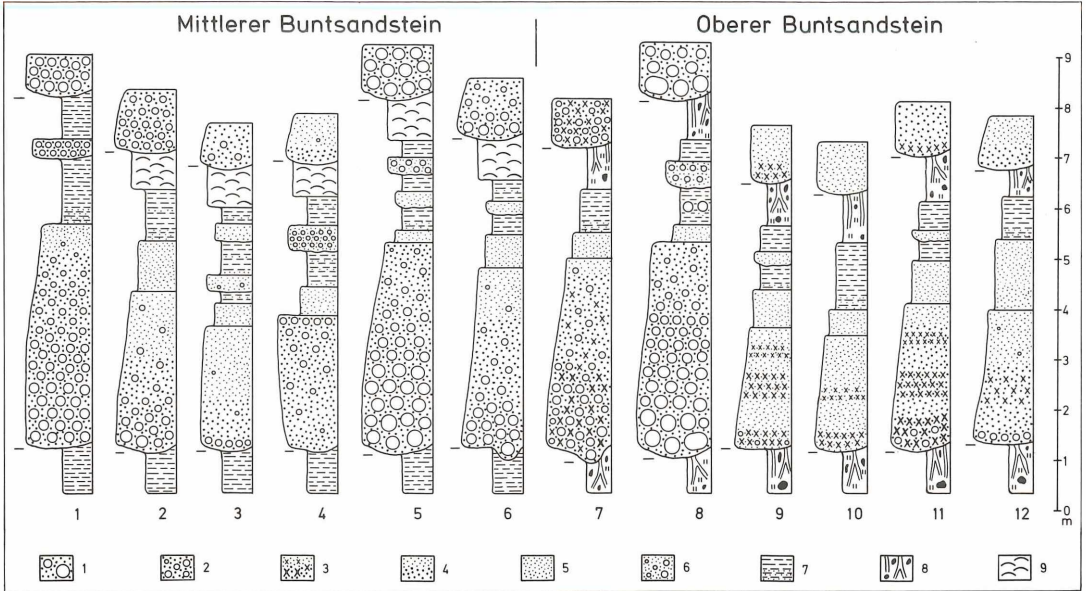


Abbildung 5. Der Aufbau der fluvialen Kleinzyklen ist besonders vielgestaltig und wechselhaft im Buntsandstein der Eifel ausgebildet. Legende: 1–4 = Rinnensedimente. 1 = grobklastische extraformationelle Konglomerate, 2 = feinklastische extraformationelle Konglomerate, 3 = intraklastische Bröckelbänke, 4 = Grob- und Mittelsand. 5–7 = Überflutungsabsätze. 5 = sandige Uferwalldurchbruchskanalsedimente, 6 = kiesige crevasse-splay-Ablagerungen, 7 = feinsandig/tonig-schluffige und rein tonig-schluffige Überflutungsebenenabsätze. 8 = Paläoböden, 9 = aeolische Sande. Stratigraphische Stellung der Kleinzyklen: 1–6 = Mittlerer Buntsandstein, 7–12 = Oberer Buntsandstein. 1 = Trifels-Schichten, Südeifel; 2 = Rehberg-Schichten, Südeifel; 3 und 4 = Karlstal-Schichten, Südeifel; 5 und 6 = Karlstal-Schichten, Nordeifel; 7 und 8 = Usch-Schichten, Westeifel; 9 und 10 = Malbergweich-Schichten, Westeifel; 11 und 12 = Kyllburg-Schichten, Westeifel.



Abbildung 6. Grobklastischer Detritus lokaler Provenienz wird am Boden der Rinnen zu Rückstandsdecken angereichert. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Anschnitt an der Straße von Mettlach nach Freudenburg (Blatt 6405 Freudenburg, r 42 080, h 85 300).

Stadium der Auffüllung der Stromkanäle ein Ansteigen der Fließgeschwindigkeit von strömendem zu teilweise schießendem Wasser, was zur Ausbreitung ebener Sandschichten im oberen Fließregime führt. Danach verringert sich die Transportkraft meist rasch, und die Korngröße der sandigen Sedimente wird zunehmend geringer. Die Wanderung von transversalen Sandbänken im hochenergetischen unteren Strömungsbereich

wird schließlich von der Migration von Kleinrippeln (s. Abb. 14) im geringintensiven unteren Fließregime abgelöst, ehe die Auffüllung der Rinne mit der Aufgabe des Wasserlaufs endet.

Die Überflutungssedimente setzen den oberen feinkörnigen Teil der fluvialen Kleinzyklen zusammen und bestehen aus horizontalgeschichteten, rippellaminieren oder auch schräggeschichteten Sandsteinen sowie ho-

rizontallaminierten Ton- und Schluffsteinen (s. Abb. 12, 13 und 30). Die tonig-schluffigen Ablagerungen enthalten häufig sandige Einschaltungen wechselnder Anzahl und Mächtigkeit (s. Abb. 12, 13, und 15). Die Sandsteine und Ton- und Schluffsteine entstehen durch schichtigen Absatz in der Überflutungsebene zwischen benachbarten Wasserläufen im Anschluß an Überschwemmungen des Überbankbereiches. Mit dem Abflauen der Fließgeschwindigkeit nach dem Überfließen der Wassermassen aus der Rinne in die Überschwemmungsgebiete werden große Teile der sandigen, bei extrem starken Fluten zuweilen auch kiesigen Bettfracht im Ufersaum abgelagert, und zwar im unteren Fließregime als kleine transversale Sandbänke und Rippelfelder, im oberen Strömungsbereich als ebene Sandschichten. Die feinere Suspensionsfracht kommt dagegen nur selten im proximalen Teil der Überflutungsebene zum Absatz, sondern wird mit den sich ständig abschwächenden Strömungen in den distalen Abschnitt der Überschwemmungsebene gespült, wo im Stillwasser der Seen, Tümpel und flachen, ruhigen Wasserläufe tonig-schluffige Sedimente ausfallen (s. Abb. 30). Im Randbereich der Haupttrinnen kommt es neben den flächigen Überflutungen gelegentlich zu kanalisiertem Uferwalldurchbrüchen und einem Abfluß des Hochwassers in flachen Strömen in den Überbankbereich. Diese crevasse-splay-Rinnen (Uferwalldurchbruchskanäle) (Abb. 18) werden durch wandernde transversale Sandbänke, gelegentlich im proximalen Teil auch durch Migration longitudinaler Kiesbarren und Ausbreitung ebener Sandschichten im hochintensiven unteren Fließregime und im oberen Strömungsbereich aufgefüllt. Im distalen Abschnitt der Uferwalldurchbruchskanäle werden bei progressiv abnehmender Transportkraft immer kleinere Sandbänke schließlich von migrierenden Kleinrippelfeldern abgelöst, und im terminalen Lobus der Überbankwasserläufe setzen sich tonig-schluffige Sedimente aus der Suspension ab (s. Abb. 16 und 17).

Austrocknung und Konsolidation der Überflutungsabsätze durch Entwässerung bewirkt die Entstehung von Schrumpfungsrissen, welche bei der nachfolgenden Eindeckung mit Rinnensedimenten durch Sand verfüllt werden (Netzleisten und Pfeiler, s. Abb. 21). Werden die Überflutungsabsätze nicht durch Entwässerung stabilisiert, so reagieren sie plastisch und dringen diapirartig in die hangenden lockeren Sande ein (Intrusionsdome und -stöcke, s. Abb. 20).

Ein Auftauchen von Partien der Rinnen und Trockenfallen von Teilen der Überflutungsebene (s. Abb. 24) führt in manchen Abschnitten der Schichtfolge zur Ausweitung von Sand aus alluvialen Sand- und Kiesbänken und zur Anhäufung kleiner transversaler Dünen (s. Abb. 50), Windrippelfelder und ebener Sandschichten im Überbankbereich. In anderen Teilen der Serie setzen mit dem Auftauchen und Trockenfallen von Partien der Alluvialebene Bodenbildung und Pflanzenwuchs ein. Die fluviatilen Kleinzyklen sind nur untergeordnet in der vorstehend beschriebenen idealen Entwicklung ausge-

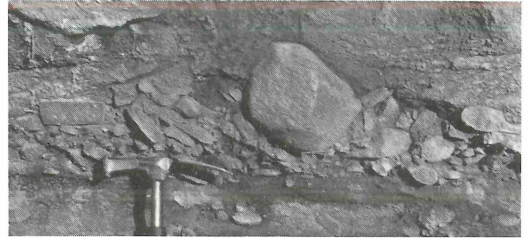


Abbildung 7. An den basalen Erosionsflächen der fluviatilen Kleinzyklen werden grobe Gerölle zu Rückstandspflastern konzentriert. Einzelne kantige Fragmente aus dem umgebenden Grundgebirge stechen als isolierte Blöcke hervor. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Steinbruch am Südwesthang des Saartales an der Straße von Schwemlingen nach Dreisbach (Blatt 6505 Merzig, r 42 120, h 82 460).



Abbildung 8. Gradiationen der Geröllgröße in Mikrozyklen innerhalb konglomeratischer Stromkanalabsätze spiegelt Fluktuationen von Transportkraft und Wasserführung während der Auffüllung der Rinnen durch mehrere aufeinanderfolgende getrennte Flutphasen wider. Mittlerer Buntsandstein, Nordeifel. Bildbreite etwa 90 cm. Felsen am Eisernen Kreuz an der Straße nach Gemünd nordwestlich Kall (Blatt 5405 Mechernich, r 39 400, h 01 080).

bildet und/oder erhalten (s. Abb. 37). In Abhängigkeit vom primären Korngrößenangebot aus dem Liefergebiet, daneben auch von der Transportkraft in den Rinnen, entstehen in vielen Kleinzyklen im unteren Teil lediglich sandige Sedimente. Phasenweise erhöhte Fließgeschwindigkeit zu Beginn der Aggradation der Stromkanäle mit nachfolgendem raschem Abflauen der Energie bewirkt häufig einen nahezu abrupten Wechsel von basalen Kiesbankablagerungen zu den hangenden Sandbarrensedimenten (s. Abb. 7 und 8). In schmalen

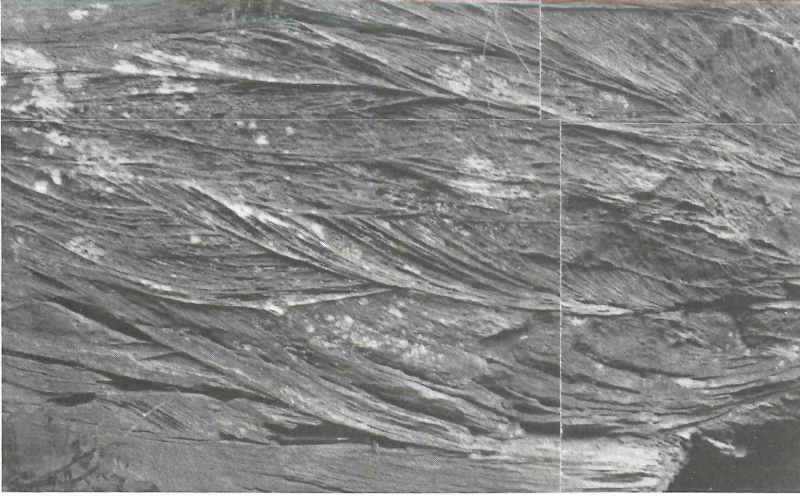


Abbildung 9. Trogförmige Pi-Schrägschichtung in Rinnensedimenten mit komplex verflochtenem Muster der schaufelförmigen Leeblattgruppen dokumentiert die fortgesetzte Wanderung von Megaripplern mit gekrümmten Kämmen am Boden der Rinnen. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Länge des Hammers 29 cm. Felsen am Westhang des Erzberges bei Biersdorf (Blatt 5904 Waxweiler, r 31 880, h 41 760).

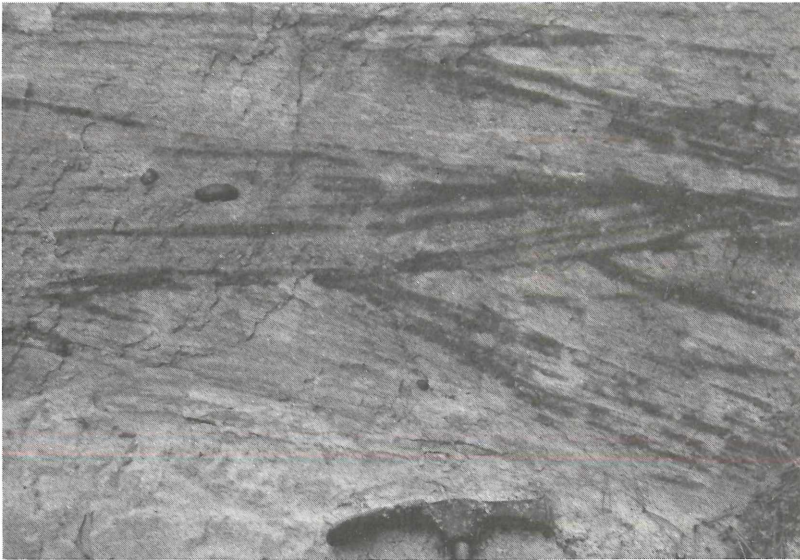


Abbildung 10. Mitteldimensionale keilförmige Schrägschichtung in Rinnensedimenten dokumentiert die sukzessive Migration von Megaripplern mit Einschneiden in die vorhergehenden Ablagerungen und teilweise unterschiedlich orientierte Schüttungen. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Anschnitt am Südosthang des Kienberges nordöstlich der Walkmühle westlich Knellendorf (Blatt 5733 Kronach, r 50 360, h 70 430).

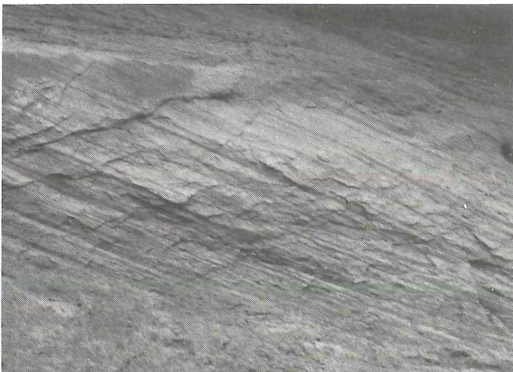


Abbildung 11. Großdimensionale tafelige Schrägschichtung in Rinnensedimenten spiegelt die Wanderung von transversalen Sandbänken mit geraden Kämmen am Boden der Wasserläufe wider. Mit dem Abklingen der Fluten kommen die großen Barren zum Stillstand und werden von kleineren Bettformen eingehüllt. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Bildbreite etwa 2 m. Sandgrube am Nordhang des Hasenberges nahe Mostholz südwestlich Haig (Blatt 5733 Kronach, r 47 720, h 71 230).

Überflutungsebenen, welche in kurzem Abstand von hochenergetischen Wasserschwallen aus den Rinnen überschwemmt werden, bilden sich lediglich geringmächtige sandige Überbankablagerungen (s. Abb. 29), während in breiten Überflutungsebenen in den distalen Bereichen abseits der Einschüttungen aus den Stromkanälen mächtigere feinkörnige Sedimente im Ruhigwasser aus der Suspension ausfallen können (s. Abb. 12 und 19).

Der Abstand der Wasserläufe, die Periodizität der lateralen Verschiebung der Rinnen sowie die Absenkungsrate des Beckens sind für die Bildung und Erhaltung der fluviatilen Kleinzyklen von erstrangiger Bedeutung. In stark vernetzten Flußsystemen (s. Abb. 22.1) mit engständigen Stromkanälen und nur schmalen Überflutungsebenen zwischen den nahe benachbarten Wasserläufen wird durch anhaltende hochenergetische Überschwemmungen der Überbankbereiche mit bettfrachtbeladenen Wassermassen die Entstehung feinkörniger Überflutungsabsätze häufig bereits primär weitgehend unterdrückt. Sekundär werden die wenigen Ruhig- und Stillwassersedimente, welche sich bei längeren Pausen zwischen aufeinanderfolgenden Fluten in den Rinnen in geschützten Partien der Überbankgebiete bilden konnten, infolge starker vertikaler und lateraler Erosion im Zuge der seitlichen Verlagerung der Stromkanäle wieder abgetragen (s. Abb. 23 und 33) und aus dem Schichtverband entfernt (s. Abb. 26). Infolge der primär-sedimentären Verhinderung der Entstehung und der sekundär-erosiven Zerstörung von Überflutungsabsätzen werden die Rinnenablagerungen oftmals zu mächtigen Komplexen aufeinanderfolgender mehrstökiger Wasserlaufsedimente übereinandergestapelt. Die Akkumulation polygenetischer Abfolgen von Stromkanalablagerungen wird darüber hinaus durch langsame

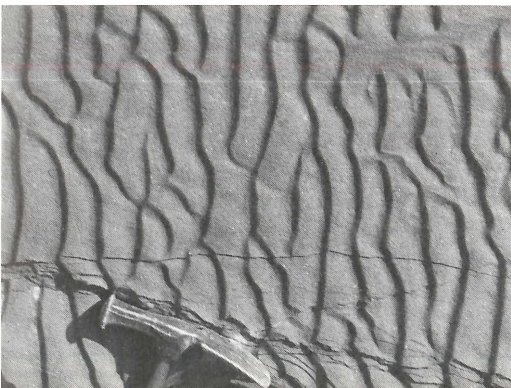


Abbildung 14. Asymmetrische Strömungsrippeln mit geraden bis flachwelligen, teilweise sich vergabelnden Kämmen sind Ausdruck niedrigenergetischer Bedingungen des geringintensiven unteren Fließregimes. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Steinbruch zwischen Dietzenborner Kopf und Pelterswald südwestlich Britten (Blatt 6405 Freudenburg, r 47 140, h 87 000).

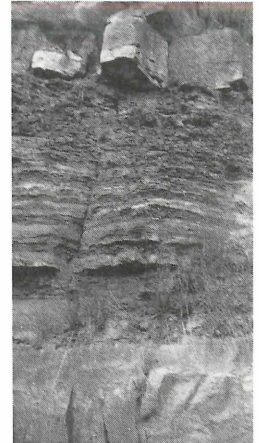


Abbildung 12. Tonig-schluffige Überschwemmungsablagerungen im Hangenden von fluviatilen Rinnensedimenten. Mittlerer Buntsandstein, Odenwald. Bildhöhe etwa 5 m. Steinbruch am Südosthang des Feuerberges westlich Pleutersbach (Blatt 6519 Eberbach, r 94 780, h 79 250).

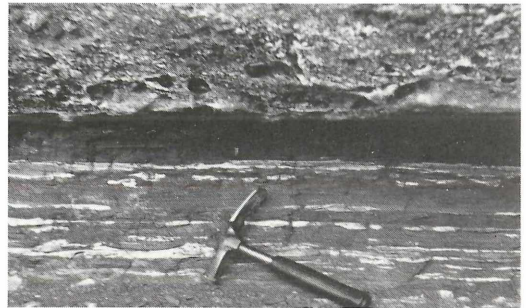


Abbildung 13. Tonig-schluffige Überflutungsabsätze mit eingeschalteten sandigen Lagen und Linsen spiegeln den Absatz von Suspensionsfracht im medialen bis distalen Teil der Überschwemmungsflächen wider. Die Überbanksedimente werden von den Stromkanalablagerungen des folgenden Zyklolithems überdeckt. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Anschnitt an der Klause ostnordöstlich Kastel (Blatt 6405 Freudenburg, r 41 370, h 92 500).

Absenkung des Sedimentationsraumes unterstützt und optimiert, welche die Effektivität der lateralen Durchkämmung der Überflutungsebenen durch die wandernden Stromkanäle erhöht. In manchen Teilen derartiger Schichtfolgen bilden sich mächtigere feinkörnige Überflutungsabsätze lediglich in abgeschirmten Überbankbereichen abseits der Reichweite der hochenergetischen Überschwemmungen aus den Rinnen und abgelegen vom Einzugsbereich der wandernden Stromkanäle. Sie werden begünstigt durch eine zeitweise Zunahme der Absenkungsrate des Beckens bei Verringerung der intraformationellen Erosion.

(Fortsetzung auf S. 22)



Abbildung 15. Intrusionen von sandigen Einschaltungen in tonig-schluffige Überflutungsabsätze sind Dokumente von Instabilität und Druckgefälle während der Entwässerung der Suspensionsedimente. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 30 cm. Anschnitt am Nordosthang von „Auf dem Schock“ am Südwesthang des Zewener Bach-Tales in Zewen (Blatt 6205 Trier, r 41 430, h 09 660).



Abbildung 16. Kleindimensionale Sandgänge als Injektionsgefüge in tonig-schluffige Überflutungsabsätze sind die verbreitetsten Deformationsstrukturen in Überschwemmungssedimentensequenzen mit eingeschalteten sandigen Laminae. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 1,2 m. Sandgrube am Osthang des Liescher Berges südöstlich Wasserliesch westlich Konzerbrück (Blatt 6305 Saarburg, r 39 360, h 06 930).

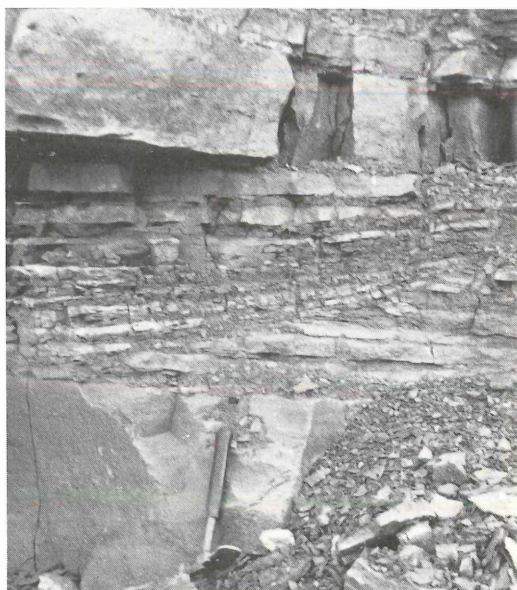


Abbildung 17. Flache Rinnen mit Füllungen aus wechselnden dünnen sandigen und tonig-schluffigen Lagen in Abfolgen von Überflutungsabsätzen belegen differenzierte Akkretion mit Eintiefung eines Wasserlaufs und nachfolgend separate Sedimentation von Bettfracht und Suspensionsfracht während getrennter Phasen unterschiedlicher Fließgeschwindigkeit. Die Zunahme der Mächtigkeit der Sandlagen nach oben dokumentiert die wachsende Bedeutung der Bettfrachteinspülung mit zunehmender Degradation des flachen Stromkanals. Mittlerer Buntsandstein, Heiligkreuzgebirge/Polen. Länge des Hammers 29 cm. Steinbruch am Südosthang des Swislina-Tales nahe Wióry zwischen Starachowice und Ostrowiec Świętokrzyski (Blatt 1:100 000 Bodzentyn, Pas 45 Slup 32, r 43 650, h 84 450).

Abbildung 18. In die Wechselfolge von Rinnensedimenten und Überflutungsabsätzen schneidet sich ein Uferwalldurchbruchskanal ein, dessen Füllung mit geröllführendem Sandstein eine erhebliche Energie der den Seitedamm perforierenden Strömungen und den Abfluß bettfrachtbeladener Fluten in dem crevasse-splay-Kanal widerspiegelt. Mittlerer Buntsandstein, Südeifel. Länge des Hammers 29 cm. Weganschnitt am Westhang des Moseltales in Trier-Pallien (Blatt 6205 Trier, r 45 260, h 14 740).

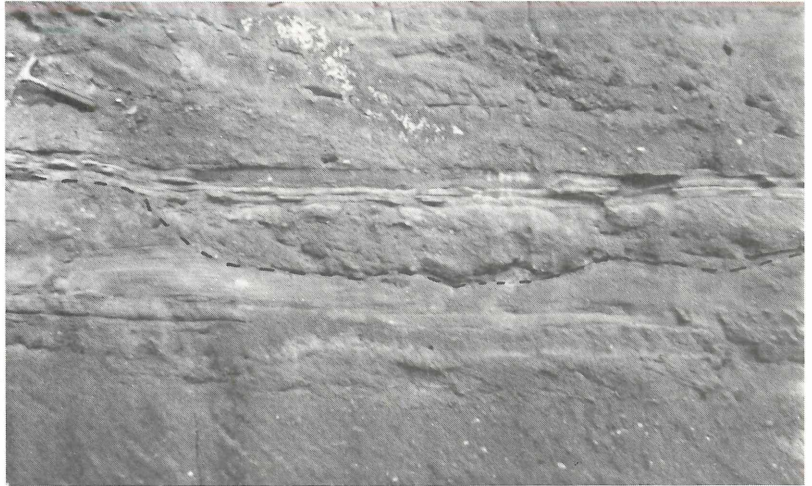


Abbildung 19. Isolierte Linsen oder Stränge von Rinnensedimenten in tonig-schluffigen Absätzen von fluvialen Überflutungsebenen oder nassen Interdünenplayas dokumentieren einzelne weitständige Stromkanäle. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 3 m. Sandgrube am Osthang des Liescher Berges südöstlich Wasserliesch westlich Konzerbrück (Blatt 6305 Saarburg, r 39 360, h 06 930).



Abbildung 20. Bei rascher Einschüttung von fluvialen Rinnensanden oder Schichtflutablagerungen dringen diapirartige Intrusionsdome und -pfeiler aus noch wassergesättigten tonig-schluffigen Suspensionsabsätzen in die lockeren Decken ein. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Sandgrube an der Nordwestflanke des Kammerberges südlich des Birkacher Grabens westlich Gundelsdorf (Blatt 5733 Kronach, r 52 100, h 71 390).



Abbildung 21. Neben hexagonalen und rechtwinkligen geraden Trockenrissen bilden sich bei besonderen Bedingungen gelegentlich gekrümmte Schrumpfungsspalten in häufig nicht geschlossenen Mustern, sondern als isolierte sternförmige und rosettenartige Aggregate. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Bildbreite etwa 15 cm. Steinbruch am Südosthang des Hennigsbrink südwestlich Arholzen (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 37 420, h 47 480).

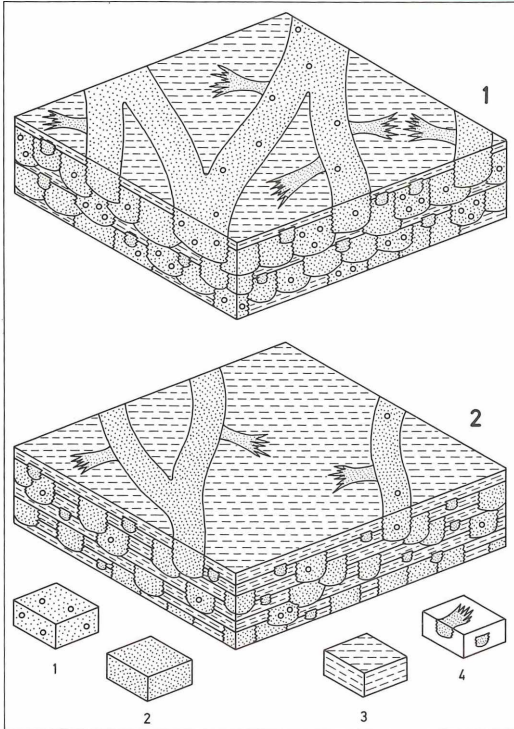


Abbildung 22. Die alluvialen Ablagerungen des Buntsandsteins bilden sich in Rinnen eines verflochtenen Flußnetzes sowie in den Überflutungsebenen zwischen den Stromkanälen. Im Laufe der Zeit wechseln Abstand der Wasserläufe, Verflechtungsgrad des Flußsystems sowie die Häufigkeit der seitlichen Verschiebung der Rinnen.

1. Schematische Darstellung eines stärker verzweigten Flußnetzes mit eng- bis mittelständigen Stromkanälen und nur schmalen Überflutungsebenen zwischen den Wasserläufen.
 2. Schematische Darstellung eines schwächer verzweigten Flußnetzes mit weitständigen Stromkanälen und breiten bis ausgedehnten Überflutungsebenen zwischen den Rinnen.
 Legende: 1 = kiesige Rinnensedimente, 2 = sandige Stromkanalablagerungen, 3 = tonig-schluffige Überschwemmungsebenenabsätze, 4 = sandige Uferwalldurchbruchskanalsedimente.

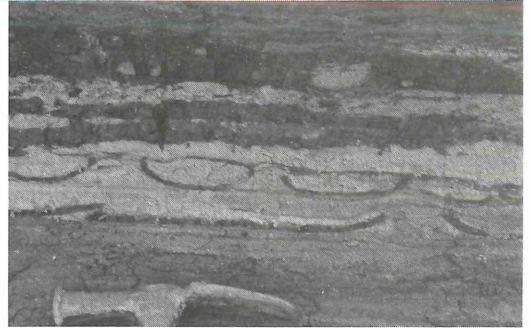


Abbildung 23. Aufgebogene Tonhäute in feuchten bis nassen Interdünenplayasedimenten spiegeln den Absatz von geringmächtigen tonig-schluffigen Ablagerungen in flachen Seen sowie die nachfolgende Schrumpfung und schrittweise Austrocknung der stehenden Gewässer wider. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Sandgrube am Nordwesthang des Fuchsgrabens nordwestlich Könen (Blatt 6305 Saarburg, r 39 180, h 05 730).



Abbildung 24. Dünne tonig-schluffige Niedrigwasserzwischenmittel als Einschaltungen in eine Sequenz mehrphasiger Stromkanalsande. Ein Einschneiden der folgenden Rinnen ins Liegende führt zu einer lokalen Kappung der dünnen Lagen. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Felsen am Osthang des Berges südwestlich der Vereinigung von Saar und Mosel westlich Konzerbrück (Blatt 6305 Saarburg, r 39 860, h 06 800).



Abbildung 25. Umgelagerte Schollen intraformationeller tonig-schluffiger Überflutungsabsätze in sandigen Rinnensedimenten. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Länge des Hammers 29 cm. Felsen an der Straße von Kulmbach zur Plassenburg (Blatt 5834 Kulmbach, r 61 680, h 52 370).

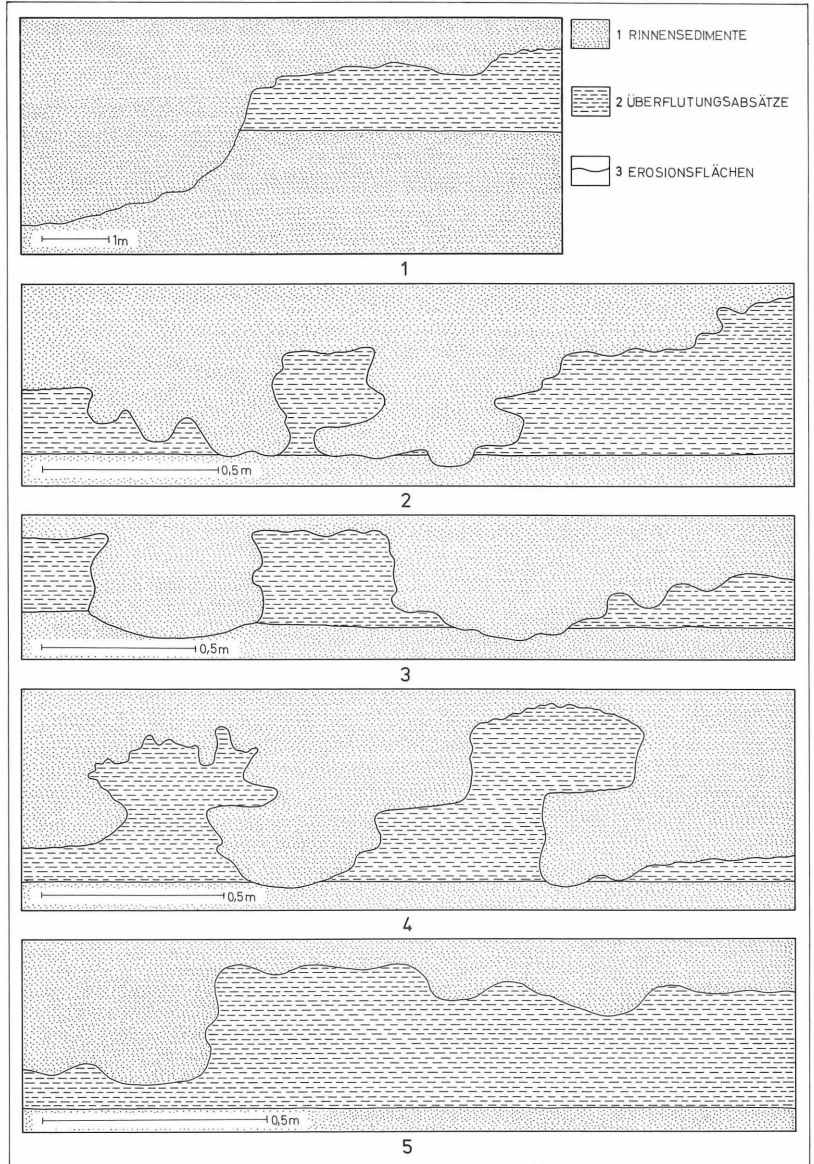


Abbildung 26. In vielen Teilen der hauptsächlich fluviatilen Sequenzen sind die sedimentären Kleinzyklen nicht vollständig erhalten. Die vertikale Erosion in den Überschwemmungssedimenten erfolgt dabei selten schichtparallel, sondern führt zur Auskolkung (Strudellöcher) mit zum Teil überhängenden Flanken. Diese Hohlformen werden dann mit grobem Sediment gefüllt. – Lage der Vorkommen: 1 = Mittlerer Buntsandstein, Solling. Steinbruch am Osthang des Krummelbachtals am südlichen Ortsausgang von Trögen (Blatt 4324 Hardegsen, r 56 560, h 27 570). 2–5: Mittlerer Buntsandstein, Oberpfalz. 2: Sandgrube an der Westflanke des Haide-naabtales nahe Vogelherd nordwestlich Steinfels (Blatt 6337 Kaltenbrunn, r 99 000, h 03 240). 3–5: Sandgrube östlich des Schweitzbaches südlich Hirschau (Blatt 6437 Hirschau, r 96 520, h 89 080).



Abbildung 27. Fließmarken belegen die Erosion von feinkörnigen tonig-schluffigen Überflutungsabsätzen während der Eintiefung des Wasserlaufes. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Länge des Hammers 29 cm. Steinbruch zwischen Heidbrink und Fall westlich Schorborn (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 39 480, h 46 800).

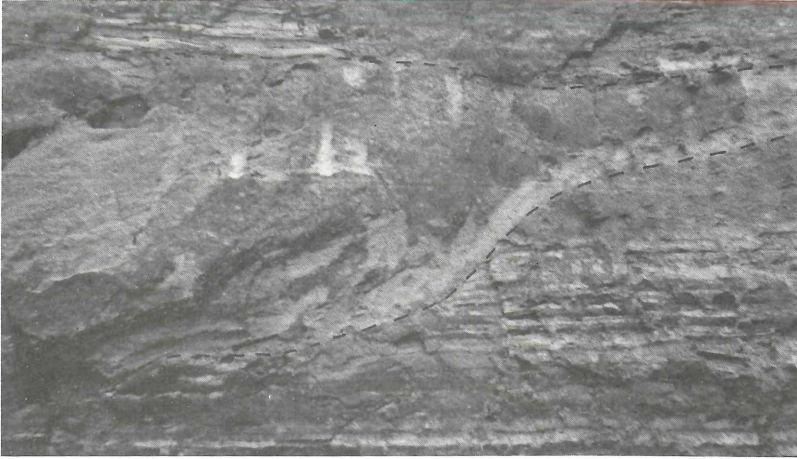


Abbildung 28. Seitliches Auskeilen von isolierten Rinnensanden in tonig-schluffigen Überflutungsabsätzen führt zur Aufeinanderstapelung der feinkörnigen Überschwemmungsablagerungen zu mehrstöckigen Komplexen. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Bildbreite etwa 5 m. Sandgrube am Westhang der Ludwigshöhe südlich der Veitenwüstung nördlich Kaltenbrunn (Blatt 5733 Kronach, r 47 100, h 70 540).



Abbildung 29. Seitliches Auskeilen linsenartiger tonig-schluffiger Überflutungsabsätze oder Niedrigwasserzwischenmittel führt zu einer Aufeinanderstapelung von Rinnensanden, und zwar ohne die erosive Entfernung von Suspensionsablagerungen. Die Verschmelzung dieser sukzessiven Sandkörper verschleiert das vollständige Spektrum der hydrodynamischen Variationen durch die Kondensation von Prozessen. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Länge des Hammers 29 cm. Steinbruch am Südhang des Hoop nordwestlich Stadtoldendorf (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 42 530, h 50 540).

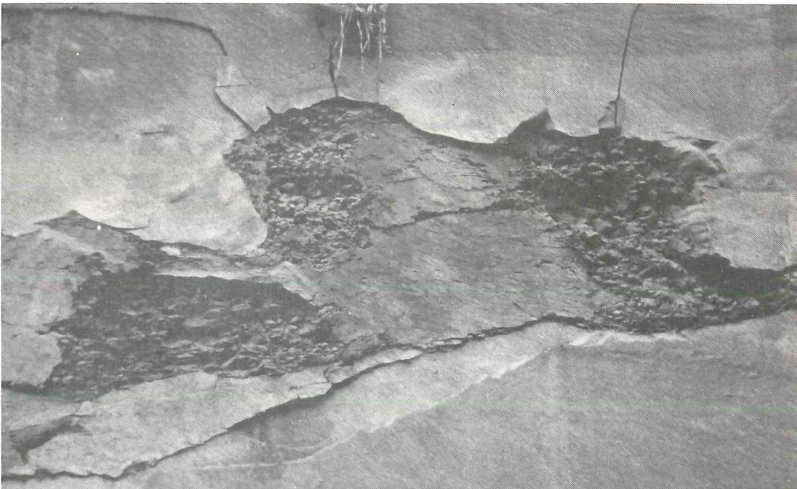


Abbildung 30. Tonig-schluffige Überschwemmungssedimente überlagern ein flachwelliges Erosionsrelief am Dach fluvialer Rinnensande und werden ihrerseits an der Basis der folgenden Stromkanalablagerungen bizarr skulpturiert. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Bildbreite etwa 2,5 m. Steinbruch am westlichen Ortsausgang von Stadtoldendorf (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 42 300, h 50 080).



Abbildung 31. Steile Wände von Erosionsrinnen mit teilweise überhängenden Flanken infolge Unterspülung belegen eine beträchtliche Standfestigkeit der tonig-schluffigen Überschwemmungssedimente selbst bei Auskolkung bizarrer Reliefs an den Rändern der Wasserläufe. Mittlerer Buntsandstein, Oberfranken. Bildbreite etwa 30 cm. Sandgrube am Südwesthang der Tierleite an der Nordostseite des Trebgastales nordöstlich Sandreuth (Blatt 5935 Marktschorgast, r 69 840, h 42 560).



Abbildung 32. Bizarre Auskolkungsformen mit unregelmäßiger Skulpturierung und überhängenden Spornen als Resultat der Unterspülung. Sie unterstreichen die erhebliche Standfestigkeit lockerer aeolischer Sande gegenüber fluvialer Tiefenerosion aufgrund humidhässiver Verfestigung. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Bildbreite etwa 75 cm. Felsen am Südhang des Ringelsteins bei Biersdorf (Blatt 5904 Waxweiler, r 31 560, h 42 460).



Abbildung 33. Aufgearbeitete Fragmente sandiger Rinnensedimente in konglomeratischen Stromkanalablagerungen. Der Zusammenhalt des Korngefüges der lockeren Rinnensande durch Humidhäasion ermöglicht den Transport als Gerölle über kurze Strecken am Boden der Rinnen. Unterer bis mittlerer Teil des Buntsandsteins, Sudeten. Bildbreite etwa 60 cm. Steinbruch nahe Kochanów nordwestlich Waxbrzych/Polen.



Abbildung 34. Rinnensande (heller) füllen bizarre skulpturierte Erosionsrelikte tonig-schluffiger Überflutungsabsätze (dunkler) aus. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 30 cm. Sandgrube am Osthang des Liescher Berges südöstlich Wasserliesch westlich Konzerbrück (Blatt 6305 Saarburg, r 39 360, h 06 930).



Abbildung 35. Große Schollen aufgearbeiteter tonig-schluffiger Überflutungsabsätze mit teilweise bizarrem Umriss in sandigen Rinnensedimenten belegen die erosive Degradation und Umlagerung feinkörniger Überschwemmungsabsätze durch Abtragung im Zuge der seitlichen Verschiebung der Stromkanäle. Die intraformationellen Bruchstücke werden am Boden der Wasserläufe von Sandbänken begraben. Mittlerer Buntsandstein, Soling. Bildbreite etwa 1,8 m. Steinbruch am Südosthang des Operateurbusch am Nordhang des Hesselbachtals westlich Schießhaus (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 36 160, h 43 800).

(Fortsetzung von S. 15)

In schwächer verzweigten Flußsystemen (s. Abb. 22.2) mit weitständigen Stromkanälen und breiten Überflutungsebenen zwischen den teilweise weit entfernten Wasserläufen erfaßt die laterale Migration der Rinnen nur Teilbereiche der Alluvialebenen. Größere Partien der Überschwemmungsgebiete geraten längere Zeit nicht in den Einflußbereich der Stromkanäle. In diesen abgelegenen Überbankpartien werden oftmals die Sus-

pensionssedimente aus mehreren aufeinanderfolgenden Überflutungen zu mehrstöckigen Abfolgen von Überschwemmungsablagerungen übereinandergestapelt (Abb. 19 und 28). Die Rinnensande bilden aufgrund der begrenzten Migration der Wasserläufe zuweilen isolierte Gürtel und Stränge innerhalb mächtiger feinkörniger Überbanksedimentserien. Im Einzugsbereich der Stromkanäle werden infolge seltenerer Überflutungen und geringerer Energie der Überschwemmungen in den breiten angrenzenden Überbankflächen häufig mächtigere Ruhig- und Stillwassersedimente abgesetzt und aufgrund sekundär schwächerer Erosion während der verlangsamten Verschiebung der Rinnen nur sehr wenig oder gar nicht abgetragen. Die Konservierung nahezu vollständiger fluviatiler Kleinzyklen im Schichtverband wird darüber hinaus durch erhöhte Absenkungsgraten des Beckens begünstigt, welche ein Absinken der Überbankflächen unter den Basisspiegel der Erosion vor dem Einsetzen der Rinneneintiefung bewirken.

In der geologischen Schichtfolge geben sich die aufeinandergestapelten Stromkanalsedimente durch lediglich geringmächtige Einschaltungen von seitlich rasch auskeilenden oder abgeschnittenen feinkörnigeren Wasserlaufablagerungen und Überflutungsabsätze zu erkennen (s. Abb. 25 und 29). In vielen grobkonglomeratischen Sequenzen deuten aufeinanderfolgende Rudite und Arenite mit nur vereinzelt oder gar keinen feinkörnigen Zwischenlagen und Linsen die weitgehend primäre Unterdrückung der Bildung feinerer Sedimente an. Ein Aufeinanderstapeln von Wasserlaufablagerungen wird dabei durch das seitliche Auskeilen feinkörniger Absätze (s. Abb. 29) mit einer begrenzten flächenhaften

Ausdehnung möglich. In anderen mehrstöckigen Rinnenablagerungen sandiger und/oder kiesiger Zusammensetzung dagegen bezeugen verbreitete intraformationelle Sandstein- und Ton-/Schluffstein-Gerölle (s. Abb. 23, 27 und 35) sowie reliktsch erhaltene stark skulpturierte feinkörnige Absätze (s. Abb. 27, 30, 32 und 34) einen erheblichen Anteil der sekundär-erosiven Entfernung von Ruhig- und Stillwasserablagerungen an der Kondensation der polygenetischen Stromkanalsukzessionen. Die mehrstöckigen Überflutungsablagerungen bilden sich oftmals durch laterales Auskeilen von Rinnensanden an den Flanken flacher und breiter Stromkanäle (s. Abb. 19 und 28), als dessen Folge vollständige Kleinzyklen durch linsenartiges seitliches Ausdünnen und schließlich Ausschwänzen der Wasserlaufsedimente in polygenetische Überschwemmungsabsätze übergehen.

Signifikante Dokumente erheblicher sekundärer Erosion sind die aufgearbeiteten Schollen (Abb. 23 und 33) und die bizarr skulpturierten Relikte (Abb. 27, 30 und 32) mit, infolge von Unterspülung, teilweise überhängenden Flanken (Abb. 31, 34 und 36). Weitere deutliche Anzeichen dieser Erosion geben die verbreiteten flachwelligen, rinnenförmigen oder unregelmäßigen Erosionsflächen (Abb. 25 und 30), welche in vielen polygenetischen Sand- und Kiesbankablagerungen immer wieder auftreten und die häufig von Schnüren und Schleiern aus extraklastischen und/oder intraformationellen Rückstandsgeröllen gesäumt werden.

2.1.2 Evolution des Ablagerungsmilieus

Eine Evolution des fluviatilen Ablagerungsmilieus im Lauf der Sedimentationsgeschichte läßt sich an verschiedenen Faktoren ablesen:

- wechselnde Zusammensetzung der fluviatilen Kleinzyklen
- wechselnde Anteile von geröllführenden Rinnensedimenten
- wechselnde Anteile von aufeinanderfolgenden Stromkanalsedimenten und mehrstöckigen Überflutungsabsätzen.

Die Entwicklung wird dabei in erster Linie extern durch die tektonische Aktivität im Abtragungsgebiet und damit durch die Anlieferung von Detritus in den Sedimentationsraum gesteuert. Sekundär kontrollieren die Abflußraten und die Bettfrachtzusammensetzung die Veränderungen innerhalb des Flußnetzes. Eine eingehende Darstellung der Einflußfaktoren auf die Evolution des fluviatilen Stils erfolgt in MADER (1983b, 1984c).

Im alluvialen Ablagerungsmilieu des Buntsandsteins lassen sich drei Phasen der Evolution beobachten (signifikante Sedimentstrukturen für die einzelnen Evolutionsphasen sind in den Abbildungen 9, 10, 11, 28, 36 und 37 dargestellt). Die erste Phase zeichnet sich durch stark verflochtene Flußsysteme mit engständigen, schwach gekrümmten oder gar geraden Wasserläufen und nur schmalen Überflutungsebenen zwischen den Stromkanälen aus (Abb. 37). Durch eine Zunahme von



Abbildung 36. Passiv in ausgekolkten Strudellöchern angereicherte kieskorngroße Komponenten. Das steile Relief der schmalen Erosionsrinnen in den Dünensanden belegt einen erheblichen Zusammenhalt des Korngefüges durch Humidhäsion. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Oben: Zustand 1982; Bildbreite etwa 1,2 m. Unten: Zustand 1984; Bildbreite etwa 1,4 m. Steinbruch am Nordhang des Erzberges bei Biersdorf (Blatt 5904 Waxweiler, r 31 880, h 42 400).

Abstand und Krümmung der Rinnen und eine Verringerung der Vernetzung der Stromgeflechte wird die zweite Phase erreicht, welche sich durch mäßig verzweigte Flußsysteme, schwach verflochtene Stromgeflechte und mäandrierende Ströme auszeichnet (Abb. 28). Im weiteren Verlauf der Evolution wird dann die dritte Phase erreicht, die durch ein deltaisches, lakustrisches und/oder tidales bis flachmarines Milieu geprägt ist. Innerhalb der einzelnen Phasen kommen gelegentlich mehrere Stadien vor, die entweder einmal oder wiederholt durchlaufen werden. Dabei verläuft die Entwicklung vielfach nicht stetig, sondern mehrfache Unterbrechungen als Konsequenzen externer tektonischer Hebungen oder als Resultat eines Klimawechsels bewirken Rückschritte in der Evolution zu früheren Stadien der Sedi-



Abbildung 37. Tonig-schluffige Überflutungsabsätze mit eingeschalteten linsenförmigen Sanden von Uferwalldurchbruchskanälen werden seitlich durch Tiefenerosion gekappt und von Stromkanalkonglomeraten überlagert. Oberer Buntsandstein, Westeifel. Länge des Hammers 28 cm. Kiesgruben im Forst Schmidtheim südöstlich der Straße von Dahlem nach Blankenheim (Blatt 5505 Blankenheim, r 41 600, h 86 340).

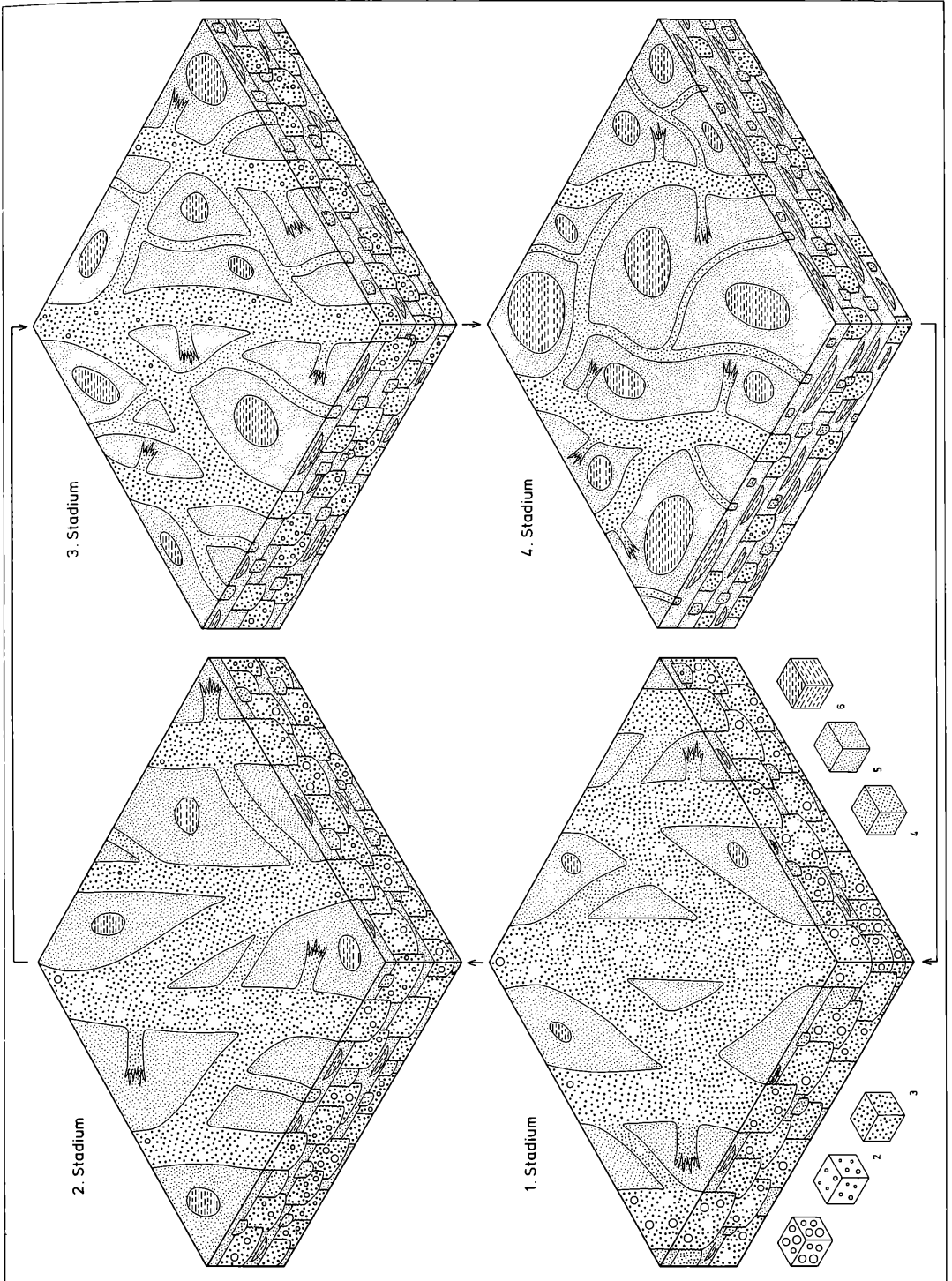
mentationsgeschichte. Dadurch werden die terminalen Phasen der Evolution, bedingt durch den Wechsel von Fortschritt, Unterbrechung und Rückentwicklung bei sich ständig abschwächenden Reversionen, häufig erst am Ende der Buntsandsteinzeit erreicht. Entsprechend der Periodizität und Intensität der tektonischen Ereignisse vollzieht sich eine oligophasige Entwicklung mit wenigen Rückschritten oder eine polyzyklische Evolution mit zahlreichen Rekurrenzen. Überlagert und beeinflusst wird die Entwicklung des fluviatilen Environments von Veränderungen der Absenkungsrate des Beckens sowie der Ausdehnung und/oder Schrumpfung anderer sedimentärer Milieus.

Der Buntsandstein der Eifel am Westrand des Germanischen Beckens spiegelt besonders markant eine solche Evolution der fluviatilen Sedimentation wider (Abb. 39). Die Evolution erfolgt dabei als Konsequenz der wechselnden Anlieferung von grobklastischem Detritus aus dem Abtragungsgebiet (eingehende Darstellung in MADER 1982 a, 1983 b). Im Mittleren Buntsandstein der Eifel verläuft die Entwicklung von lokalen Schwemmfächern und Muren über stark verflochtene Flüsse mit Geröllfracht (s. Abb. 37 und 47) zu mäßig vernetzten Flüssen mit sandig-feinkiesiger Fracht. Die vorläufige Endphase wird von einer Verzahnung aeolischer Dünenfelder und verzweigter Wasserläufen geprägt (s. Abb. 50). Diese Abfolge wird dabei regional durch die unterschiedliche Ausdehnung aeolischer Sandmeere und durch begrenzte zusätzliche, marginal-laterale Einschüttungen von grobklastischem Sediment überprägt (vgl. MADER 1982 b, 1983 c, 1984 c). An der Wende zum Oberen Buntsandstein bewirkt eine tektonische Hebung im Liefergebiet und ein Klimawechsel eine Rekurrenz zu Bedingungen, wie sie im tieferen Teil des Mittleren Bunt-

sandsteins herrschte. Im Oberen Buntsandstein dagegen vollzieht sich erneut eine Entwicklung von konglomeratischen stark verflochtenen Flußsystemen zu sandigen schwach vernetzten Stromaggregaten. Im Gegensatz zum Mittleren Buntsandstein führt die Evolution im Oberen Buntsandstein jedoch nicht zur Ausbildung eines Dünenfeldes, sondern weitere Zunahme von Abstand und Krümmung der Rinnen bewirkt schließlich die Entstehung von mäandrierenden Flüssen. Diese Entwicklung wird nur einmal von einer kleineren Rekurrenz unterbrochen. Die gewundenen Wasserläufe gehen allmählich in ein deltisches und/oder tidales Environment über, welches schließlich zur flachmarinen Überflutung der Alluvialebene durch das transgredierende Muschelkalkmeer am Ende des Buntsandsteins überleitet.

Die Endphase der Entwicklung im Mittleren Buntsandstein bedeutet gleichzeitig den Höhepunkt in der regionalen Diversifikation des fluviatilen Ablagerungsmilieus. In einigen Teilen erfolgt dabei noch eine weitere Überprägung der lithogenetischen Entwicklung durch die unterschiedlichen Absenkungsraten des Beckens. Rasche Subsidenz ermöglicht die Akkumulation ausge-

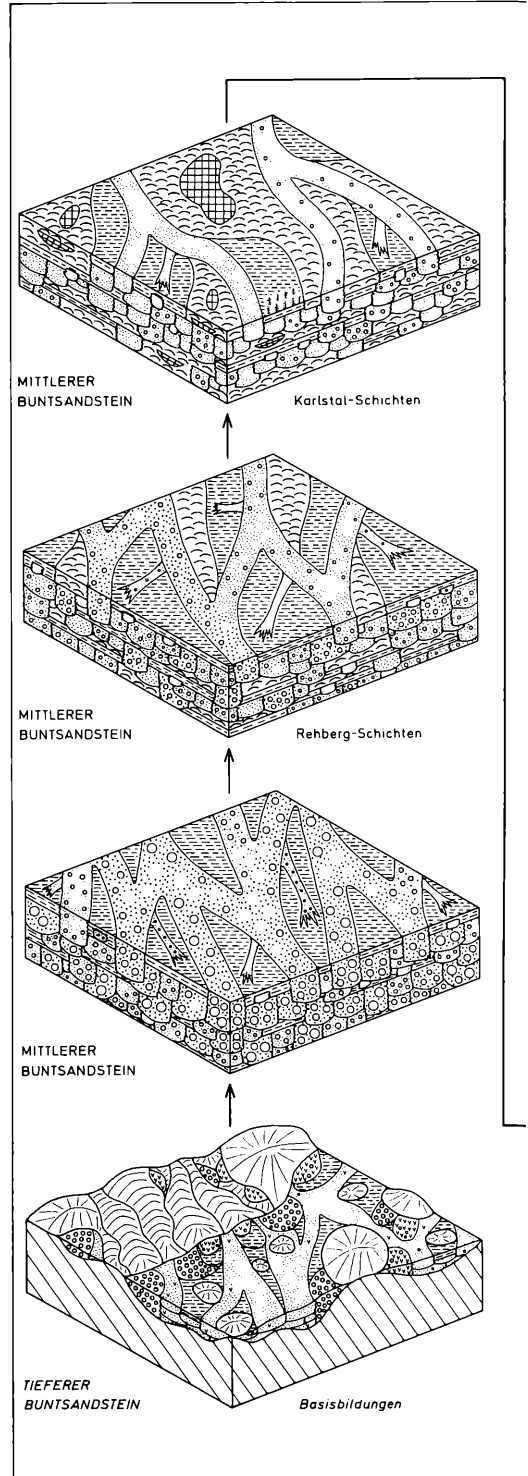
Abbildung 38. Vertikale Evolution der fluviatilen Sedimentation im Mittleren Buntsandstein von Oberfranken. In der polyzyklischen Entwicklungsgeschichte wird durch tektonisch induzierte multiple Rückschritte immer wieder das Ausgangsstadium erreicht, an dem die Evolutionszyklen von neuem beginnen. Legende: 1 = grobe Gerölle, 2 = feine Gerölle, 3 = Hauptinnenablagerungen; 4–6 = Überschwemmungssedimente (Wechselschichten), 4 = Absätze in kleinen Wasserläufen auf den Überflutungsebenen und zwischen den Hauptkanälen, 5 = sandige Ablagerungen in schichtflutdominierten Sandflächen, 6 = tonig-schluffige Sedimente in Seen. Schematisch, kein Maßstab.

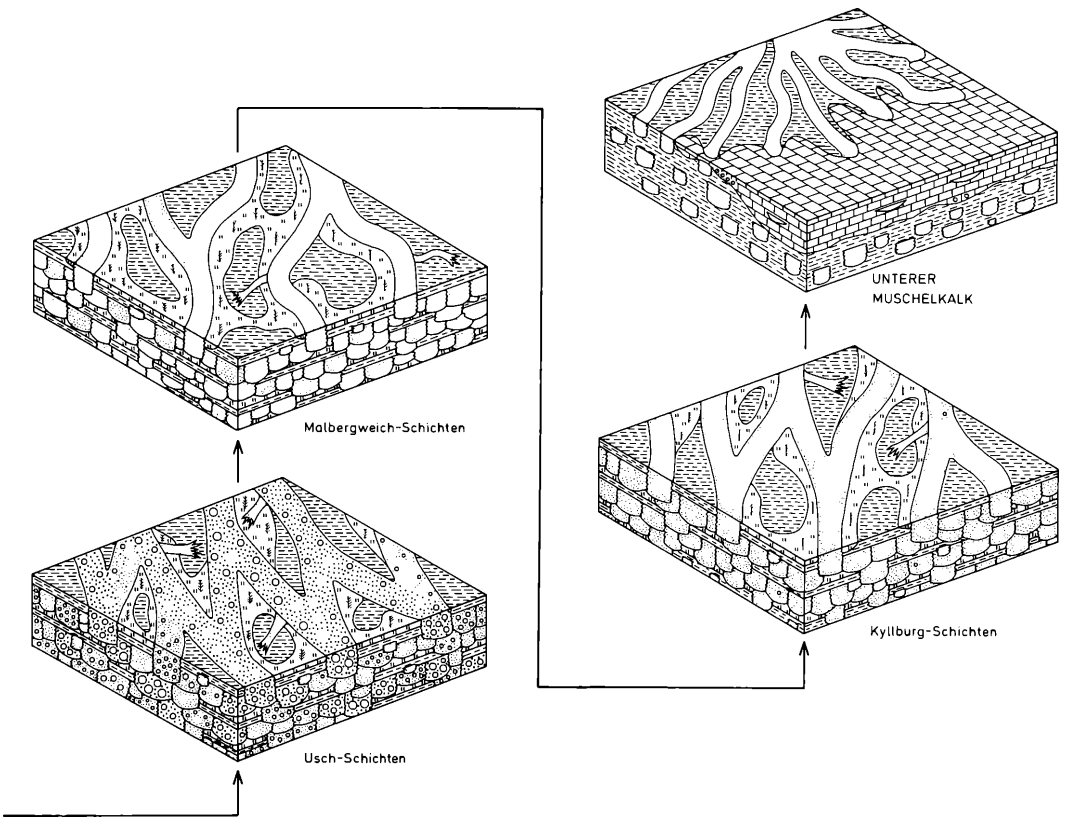




















dehnter aeolischer Sandmeere, welche von mäßig vernetzten Flußsystemen mit schmalen bis breiten umgebenden Überflutungsbereichen durchschnitten werden. Untergeordnete laterale und vertikale Erosion als Konsequenz eines schnellen Absinkens der Sedimente unter den Basisspiegel ermöglicht verbreitet die Erhaltung nahezu vollständiger alluvialer Zykloteme. Perioden retardierter, differentieller oder totaler Absenkung dagegen bewirken erhebliche primäre Unterdrückung und sekundäre Entfernung von Überschwemmungsabsätzen und aeolischen Dünsensanden. Dies führt damit zu einer Aufeinanderstapelung von sukzessiven Rinnenablagerungen zu charakteristischen mehrstöckigen Stromkanalsedimentserien. Diese Zonen, welche oftmals an Bergflanken als Härtinge herauswittern, wurden in früheren Zeiten wiederholt zur Anlage und Gründung von Burgen und Schlössern verwendet und bilden in vielen Partien der Landschaft markante Felsmonumente.

Im Mittleren Buntsandstein von Oberfranken, am Ost- rand des Germanischen Beckens, ist eine polyzyklische Evolution der fluviatilen Sedimentation (s. Abb. 38) in der Abfolge der Großzyklen (Sequenzen, LEITZ 1976) aufgezeichnet (eingehende Darstellung in MADER 1985a). Die Rückschritte, die zu einer Wiederholung der einzelnen Phasen führen, werden durch tektonische Aktivitäten im Abtragungsgebiet eingeleitet, was zu einer Versteilung des Gefälles im Becken und zu einer Einschüttung von grobklastischen Detritus in den Sedimentationsraum führt. Gleichzeitig bedingen erhöhte Niederschläge im Liefergebiet höhere Abflußraten in den Flußsystemen. Der Übergang zu fortgeschritteneren Stadien innerhalb der Phasen erfolgt durch nachlassenden Antransport von Detritus aufgrund erosiver Erniedrigung des Reliefs im Abtragungsgebiet, Verringerung der Abflußraten durch Reduktion der Niederschläge im Liefergebiet und Verflachung des Gradienten mit fortschreitender Auffüllung des Beckens. Die Entwicklung umfaßt vier Phasen.

Abbildung 39. Vertikale Evolution der fluviatilen Sedimentation im Buntsandstein der Eifel, abgeleitet aus der Entwicklung der alluvialen Kleinzyklen in Raum und Zeit (s. Abb. 4) und der wechselnden Zusammensetzung der Schichtfolgen (s. Abb. 3). Die Evolution verläuft nicht kontinuierlich, sondern wird mehrfach durch Rekurrenzen in ein früheres Stadium zurückgestellt. Legende: 1 = devonisches Grundgebirge, 2 = alluviale Schwemmkegelabsätze (nur Basisbildungen), 3 = Murenablagerungen (nur Basisbildungen); 4–9 = Rinnensedimente, 4 = Gerölle über 15 cm Durchmesser, 5 = Gerölle zwischen 5 und 15 cm Durchmesser, 6 = Gerölle unter 5 cm Durchmesser, 7 = Grobsand, 8 = Mittelsand, 9 = Feinsand; 10–12 = Überflutungsabsätze, 10 = feinsandig/tonig-schluffige und rein tonig-schluffige Überschwemmungsebenenablagerungen, 11 = kiesige Uferwalldurchbruchskanalsedimente, 12 = sandige crevasse-splay-Absätze; 13 = Paläoböden, 14 = aeolische Dünsensande, 15 = lakustrische Interdünenplayasedimente, 16 = marine Karbonate (Unterer Muschelkalk), 17 = sandige Rothorizonte, 18 = oosparitische Rothorizonte. Schematisch, kein Maßstab.





- | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

Die erste Phase der fluviatilen Evolution ist gekennzeichnet durch ein stark verflochtenes Flußsystem mit großen bis sehr großen, mäßig tiefen bis sehr tiefen, geraden bis schwach gekrümmten engständigen Rinnen (Abb. 11), welche nur schmale Überflutungsebenen einschließen. Die Überschwemmungsflächen werden nicht oder nur von vereinzelt kleinen Wasserläufen durchzogen und stellen weitgehend schichtflutdominierte Sandebenen mit vereinzelt sehr kleinen Seen dar. Die Hauptstromkanäle verlagern sich rasch in seitlicher Richtung.

Die zweite Phase der Entwicklung umfaßt ein mäßig verflochtenes Flußsystem mit großen bis mittelgroßen, tiefen bis mäßig tiefen, schwach gekrümmten, mittelständigen Wasserläufen, welche schmale bis mäßig breite Überflutungsebenen einschließen. Die Überschwemmungsflächen werden von einzelnen kleinen Seen durchsetzt und repräsentieren vorwiegend schichtflutgeprägte Sandebenen mit einzelnen kleinen Seen. Die Hauptstromkanäle verschieben sich mäßig rasch bis schnell in lateraler Richtung.

Die dritte Phase der Ablagerungsgeschichte ist gekennzeichnet durch ein schwach verflochtenes Flußsystem mit mittelgroßen, flachen bis mäßig tiefen, schwach bis mäßig gekrümmten, weitständigen Rinnen (Abb. 10), welche von breiten Überflutungsebenen getrennt werden. Die Überschwemmungsflächen werden von zahlreichen kleinen Wasserläufen durchzogen und enthalten einzelne bis zahlreiche, kleine bis mittelgroße Seen, während Schichtflutüberspülungen stark zurücktreten. Die Hauptstromkanäle verlagern sich nur noch langsam in seitlicher Richtung.

Die vierte Phase der Evolution umfaßt schließlich ein sehr schwach verflochtenes Flußsystem mit mittelgroßen bis kleinen, flachen bis sehr flachen, mäßig gekrümmten, sehr weitständigen Rinnen (Abb. 11), welche von ausgedehnten Überflutungsebenen separiert werden. Die Überschwemmungsflächen werden von einzelnen bis zahlreichen, kleinen bis sehr kleinen Wasserläufen durchzogen und enthalten zahlreiche kleine, mittelgroße und große Seen. Die Hauptstromkanäle verlagern sich nur noch sehr langsam in seitlicher Richtung.

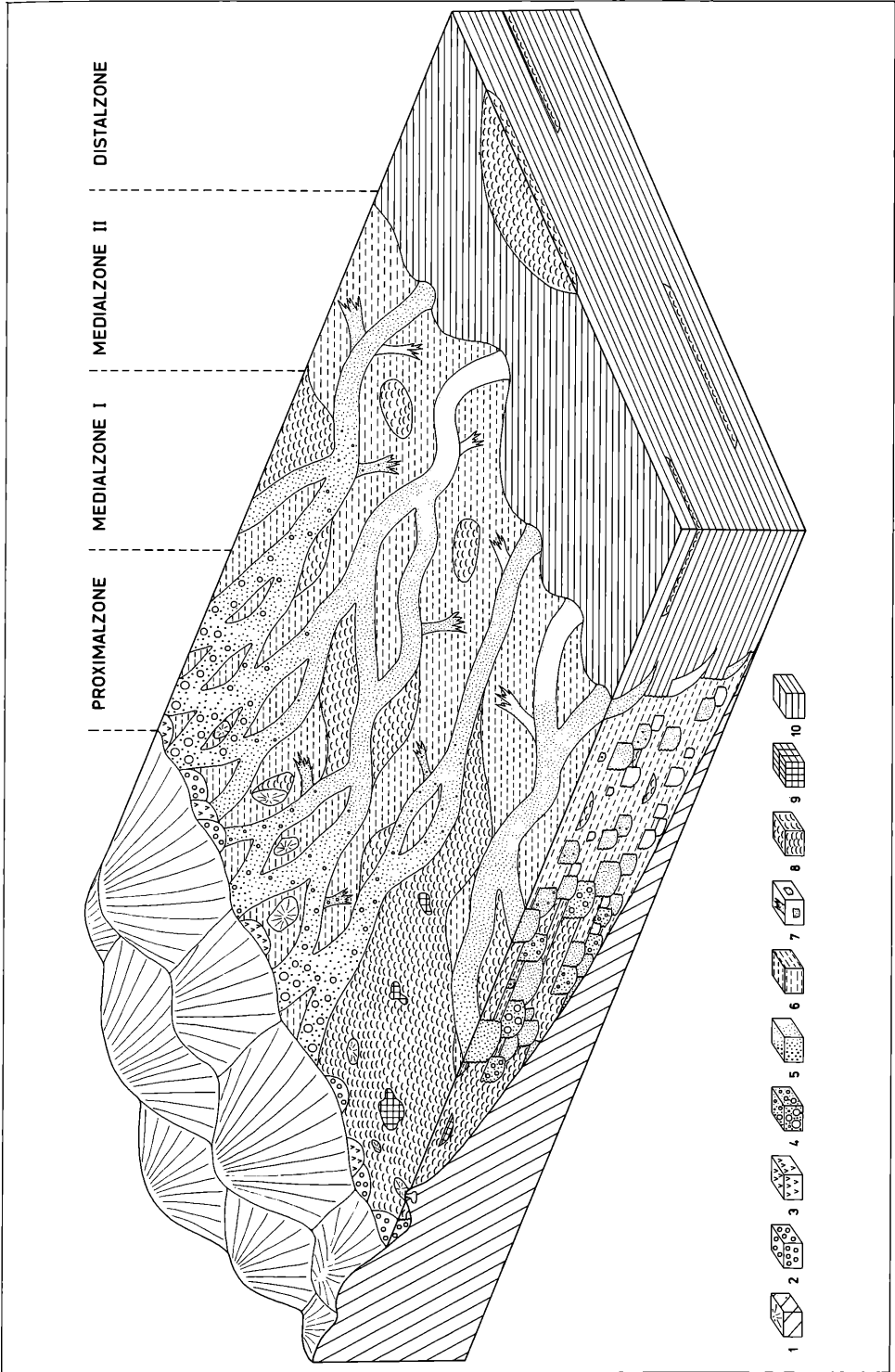
2.1.3 Gliederung (Zonierung) des Sedimentationsraumes

Die vertikale Evolution des fluviatilen Ablagerungsmilieus zeigt sich am deutlichsten in begrenzten Teilen des Beckens durch die Übereinanderschichtung unterschiedlicher Sedimentationsbereiche. Dagegen spiegelt das horizontale Nebeneinander der unterschiedlichen Faziesgesellschaften vom Rand zum Zentrum des Beckens innerhalb einer Formation eine horizontale (longitudinale und laterale) Zonierung des alluvialen Environments wider (s. Abb. 40) (eingehende Diskussion in MADER 1984 a). Die Gliederung des Ablagerungsraumes in Sedimentationszonen wird durch die nachlassende Transportkraft der Flüsse mit zunehmender Ent-

fernung vom Beckenrand und das Verflachen des Gefälles in der Alluvialebene ausgelöst. Im Idealfall zeigt sich folgende Zonierung: Am Beckenrand findet man stark verflochtene Flußsysteme mit engständigen, schwach gebogenen Stromkanälen und schmalen, dazwischen liegenden Überschwemmungsbereichen. Durch Zunahme von Abstand und Krümmung der Rinnen sowie durch die Verbreiterung der Überflutungsebenen wird eine Übergangsphase mit mäßig vernetzten bis zu schwach verzweigten Strömen und mäandrierenden Flüssen erreicht. Dieses entwickelt sich distal entweder über ein deltaisches und/oder tidales Environment oder unmittelbar zu einem lakustrischen Playa-Milieu oder flachmarinen Bildungsbedingungen. Dabei prägt die laterale Verschiebung und vertikale Aufeinanderstapelung der progressiven Fazieszonen vielfach die Evolution des fluviatilen Stils in der regionalen Schichtfolge.

Die seitliche Zonierung des Ablagerungsmilieus im Mitteleuropäischen Buntsandsteinbecken läßt sich am deutlichsten an der Verteilung der aeolischen Dünen- sände im höheren Teil des Mittleren Buntsandsteins ablesen (s. Abb. 40) (eingehende Darstellung in MADER 1982 b, 1983 c, 1984 c, 1985 g). Dabei kann man das Becken in vier Zonen untergliedern. In der Proximalzone wird das prätriadische Grundgebirge am Rand des Sedimentationsraumes durch eine Kette lokaler alluvialer Schwemmkegel und Muren gesäumt. Distal geht die Schwemmfächerreihe in ein Dünenfeld oder eine Alluvialebene aus proximalen stark verflochtenen Flüssen über. Die Medialzone I ist charakterisiert durch die Verzahnung von aeolischen Sandmeeren und vernetzten Stromsystemen. Das Dünenfeld wird von mäßig verflochtenen Wasserlaufaggregaten durchschnitten, oder geringmächtige aeolische Sande sammeln sich lokal in trockenengefallenen Bereichen einer ausgedehnten Alluvialebene aus mäßig verzweigten Strömen an. Die Medialzone II besteht nahezu ausschließlich aus einer weiten Alluvialebene mit mäßig bis schwach vernetzten Wasserläufen und gelegentlich auch mäandrierenden Flüssen. Nur noch selten werden geringmächtige aeolische Dünen- sände in aufgetauchte Partien eingeweht. Die Distalzone ist charakterisiert durch Playa-Milieu bzw. lakustrisches oder flachmarines Environment in

Abbildung 40. Horizontale (laterale und longitudinale) Zonierung des Ablagerungsmilieus im germanischen Buntsandstein mit Gliederung des Beckens in Proximalzone, Medialzone I, Medialzone II und Distalzone, dargestellt an einem Sedimentationsmodell des höheren Mittleren Buntsandsteins im Mitteleuropäischen Becken. Schematische Darstellung, kein Maßstab. Legende: 1 = Grundgebirge, 2 = alluviale Schwemmkegelabsätze, 3 = Murenablagerungen, 4 = konglomeratische fluviatile Rinnensedimente, 5 = sandige fluviatile Stromkanalabsätze, 6 = tonig-schluffige fluviatile Überflutungsebenenablagerungen, 7 = sandige fluviatile crevasse-splay-Sedimente, 8 = aeolische Dünen- sände, 9 = tonig-schluffige lakustrische Absätze in Interdünen- depressionen, 10 = tonig-schluffige und sandige lakustrisch-marine Ablagerungen.



der zentralen Depression des Beckens. Trockenfallen von Teilen des Flachwassergebietes führt zur Anhäufung geringmächtiger aeolischer Sandlagen, welche die randfernten Dünenande im Mitteleuropäischen Buntsandsteinbecken darstellen.

2.1.4 Regionale Unterschiede (Diversifikation) der Bildungsbedingungen

In manchen Bereichen des Sedimentationsraumes läßt sich innerhalb einer Ablagerungszone eine regional unterschiedliche Entwicklung des fluviatilen Environments nachweisen. Sie läßt sich auf folgende Faktoren zurückführen:

- unterschiedliche Einhüllung der prätriadischen Grundgebirgsmorphologie (s. Abb. 41, 42 und 43)
- unterschiedliche Ausdehnung des aeolischen Milieus, und
- räumlich und zeitlich begrenzte Sedimenteinschüttungen zusätzlich zum Hauptsedimentstrom aus dem Hauptabtragungsgebiet (s. Abb. 6).

Das beste Beispiel stellt der höhere Teil des Mittleren Buntsandsteins in der Eifel dar (s. Abb. 44), welcher die Endphase des ersten Abschnittes der Evolution der alluvialen Sedimentation repräsentiert (vgl. MADER

1982 b, 1983 c) (vgl. auch Abb. 45). Hier läßt sich petrofaziell und lithogenetisch zwischen Südeifel, Westeifel und Nordeifel differenzieren (vgl. MADER 1982 a).

In der Südeifel (Detailergebnisse in MADER 1981 b) ist das prätriadische Relief mit Ausnahme einer markanten Schwelle vollständig begraben. Die Anlieferung von reichlich feinkiesig-sandigem Detritus aus dem Abtragungsgebiet bewirkt die Ausbildung eines mäßig bis schwach verflochtenen Flußsystems mit breiten bis teilweise ausgedehnten Überschwemmungsflächen zwischen den Wasserläufen. Langsame laterale Migration der Rinnen bei mäßig schneller Aggradation der Stromkanäle ermöglicht oftmals die Bildung und Erhaltung vollständiger fluviatiler Kleinzyklen, welche aus teilweise mächtigen feinkörnigen Überflutungsabsätzen bestehen. Durch das teilweise Auftauchen von Rinnen und das Trockenfallen weiter Überbankgebiete wird das Ausblasen von großen Sandmengen aus den Strombänken und Uferwällen durch den Wind ermöglicht. Diese Sandmengen bilden transversale Dünen (s. Abb. 50), die sich immer mehr zu ausgedehnten Sandmeeren zusammenschließen. In einigen Teilen der Dünenfelder trennen nur schmale Korridore die aufeinanderfolgenden Transversalkämme, während in anderen Partien



Abbildung 41. Kleiner prätriadischer Inselberg, eingehüllt von fluviatilen und/oder aeolischen Sedimenten. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Bildhöhe etwa 3 m. Anschnitt im Hohlweg nördlich des Hochbüsches westlich Niederweiler (Blatt 5904 Waxweiler, r 31 000, h 44 350).



Abbildung 42. Am Rand des Ablagerungsraumes und an Schwellen der prätriadischen Morphologie innerhalb des Beckens wird das gefaltete und eingerumpfte variszische Grundgebirge diskordant von aeolischen und fluviatilen Sedimenten des Mittleren Buntsandsteins eingedeckt. Mittlerer Buntsandstein, nördliches Saarland. Bildbreite etwa 1 m. Felsen am Nordosthang des Saartales nordöstlich von St. Gangolf östlich von Dreisbach (Blatt 6505 Merzig, r 41 480, h 83 540).

der Sandmeere in ausgedehnten Interdünen-Depressionen wiederholt lakustrische Playa-Sedimente abgelagert werden (s. Abb. 24 und 46). Dies sind Absätze aus einem Stillwasser, die im Anschluß an episodische Starkregenfälle oder fluviatile Einschüttungen sedimentiert werden (die lakustrische Ablagerung ist eingehend in MADER 1983 d dargestellt).

Rasche bis mäßige, weitgehend kontinuierliche Absenkung des Beckens in größeren Abschnitten der Schichtfolge unterstützt die Konservierung der vollständigen Sequenzen. Solche Perioden wechseln jedoch mit Phasen verlangsamter Subsidenz, in denen die Bildung eines großen Teils der feinkörnigen Überflutungsabsätze und der aeolischen Dünenande bereits primär weitgehend unterdrückt wird. Sekundär werden die wenigen, gelegentlich entstandenen Überschwemmungssedimente und aeolischen Sande infolge der lateralen Durchkämmung der Überbankbereiche durch die wandernden Wasserläufe wieder abgetragen (Abb. 23). Dabei wurden die Stromkanalablagerungen zu mächtigen Komplexen von Rinnensedimenten aufeinandergestapelt.

In der Westeifel (Detailergebnisse in MADER 1980 a) dagegen setzt die Sedimentation – abgesehen von lokalen Schwemmkegeln und Muren an den Rändern isolierter Depressionen der prätriadischen Landoberfläche – erst im höheren Abschnitt des Mittleren Buntsandsteins ein. Das Grundgebirgsrelief wird durch aeolische und fluviatile Ablagerungen weitflächig eingehüllt (Abb. 41, 42 und 43). Eine Verringerung der Transportkraft in nördlicher Richtung durch die Eifelsenke bewirkt die Anlieferung von hauptsächlich sandigem Detritus mit nur untergeordneten Anteilen von feinkiesigem Material. Die arenitische Fraktion wird in mäßig bis schwach verflochtenen Flußsystemen mit oftmals breiten Überschwemmungsflächen abgesetzt (s. Abb. 13). Die Ausbildung mächtigerer Überflutungsabsätze wird in vielen Teilen des Gebietes durch die Ausdehnung der aeolischen Sandmeere oftmals primär verhindert. In den Wasserlaufgürteln, welche die Dünenfelder in unterschiedlichem Abstand durchschneiden, kommen häufig aufeinanderfolgende Sandbanksequenzen zur Ablagerung. Auswehung von fluviatilen Sandbarren bei Niedrigwasser in den Rinnen und laterale Erosion der Dünenfelder durch die wandernden Stromkanäle führt zu einer mehrfachen aquatischen und/oder aeolischen Umlagerung von Sanden, was zu einer besonders engen Verzahnung des fluviatilen und aeolischen Environments in der Schichtfolge führt. Dünenande hüllen lokal auch Inselberge der Sockelmorphologie ein und füllen Schlotten, welche durch prätriadische Verkarstung variszischer Karbonate entstanden sind. In den flachen Senken zwischen den Dünen (Interdünen-Depressionen) sammeln sich im Anschluß an episodische Starkregenfälle durch Absatz der Suspensionsfracht aus flachen Playa-Seen geringmächtige tonig-schluffige lakustrische Sedimente (s. Abb. 46). Die Absenkung des Beckens erfolgt in der Westeifel meist kontinuierlich; lediglich in Teilen des

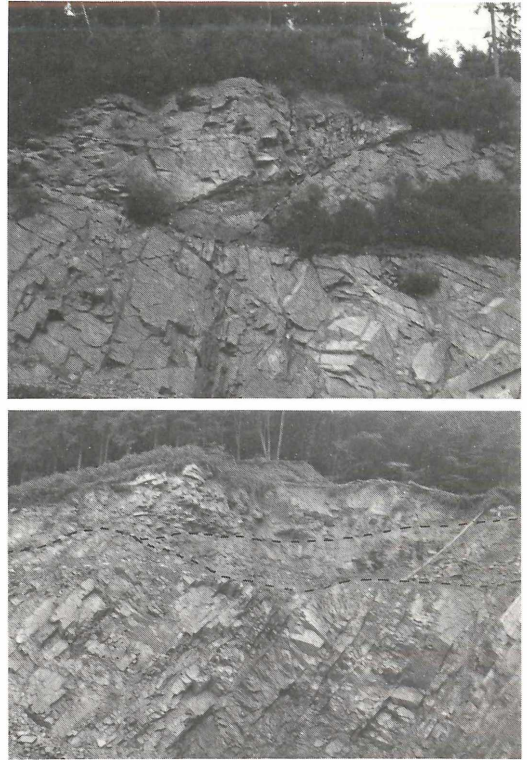


Abbildung 43. Winkeldiskordante Auflagerung von flachliegendem Mittlerem Buntsandstein auf gefaltetem und steilgestelltem Unterdevon am Rand des Sedimentationsraumes und an größeren Schwellen im Ablagerungsraum der Eifeler Nord-Süd-Zone dokumentiert die Einhüllung des eingerumpften variszischen Grundgebirgssockels in der Trias. In Depressionen der präpermo-triassischen Morphologie haben sich keilförmige Reste von verwitterten permischen Lavaströmen (Melaphyr) erhalten. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Oben: Steinbruch an der Salzmühle südwestlich Dreisbach (Blatt 6505 Merzig, r 40 300, h 83 000). Unten: Steinbruch am Südwesthang des Saartaales südöstlich Dreisbach (Blatt 6505 Merzig, r 42 120, h 82 460).

Gebietes führt differentielle retardierte Subsidenz noch zu Aufeinanderstapelung mächtigerer polygenetischer Sandbanksequenzen, die jedoch im Vergleich zum Mittleren Buntsandstein der Südeifel nur noch sehr untergeordnet auftreten.

In der Nordeifel (Detailergebnisse in MADER 1983 a, 1985 e) schließlich ändert sich schlagartig das Bild. Die Verteilung der Sedimente wird durch die laterale Einschüttung von reichlich grobklastischem Detritus aus dem westlich angrenzenden Hochgebiet und die abschirmende Wirkung der prätriadischen Kallmuther Grundgebirgsschwelle bestimmt. Die Vermischung der groben Gerölle und untergeordneter Anteile feinerer Fraktionen marginal-lateraler Provenienz mit dem san-

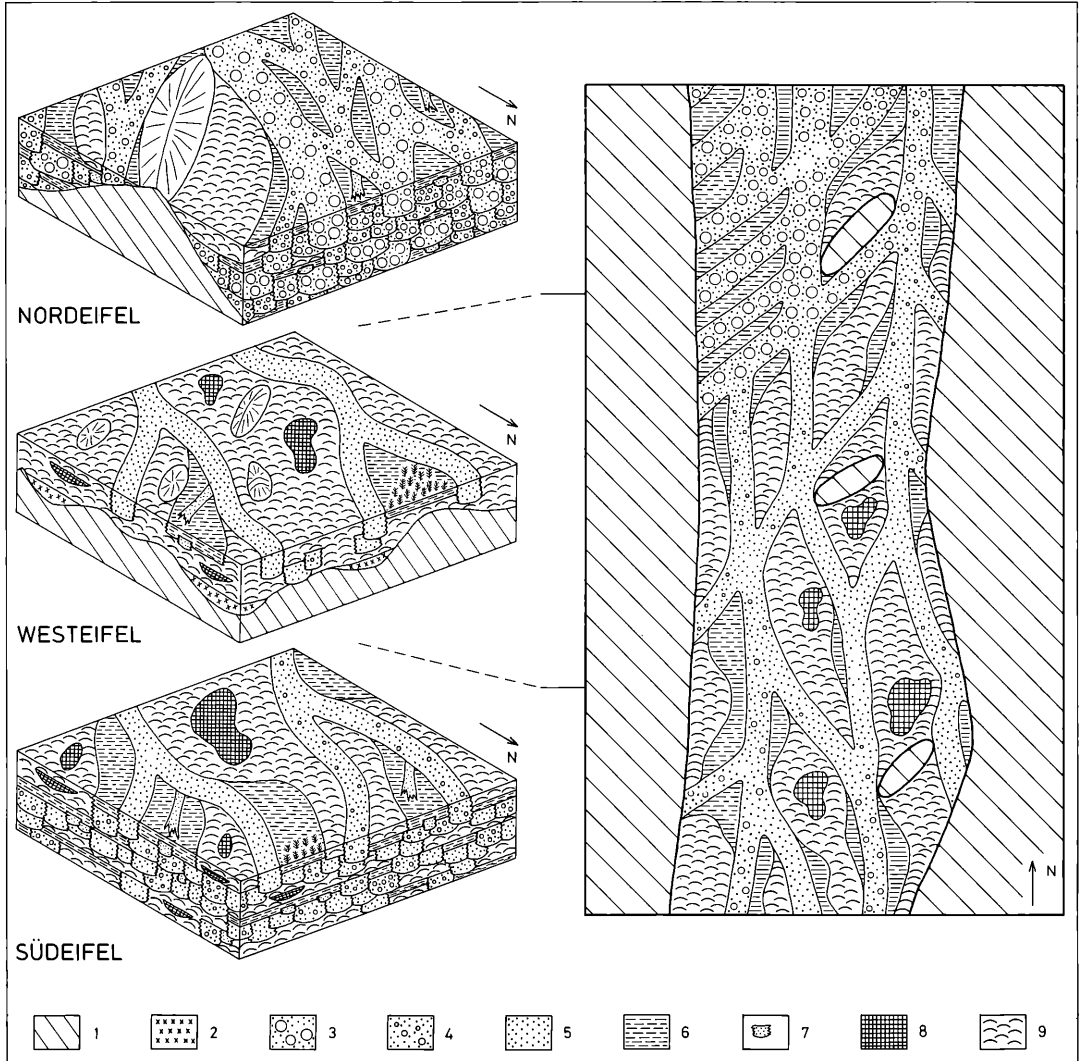


Abbildung 44. Regionale Diversifikation des Ablagerungsmilieus im Mittleren Buntsandstein der Eifel. Schematisch, kein Maßstab. Legende: 1 = devonisches Grundgebirge, 2 = älterer Buntsandstein (ungegliedert), 3 = grobklastische Rinnensedimente, 4 = feinkonglomeratische Stromkanalablagerungen, 5 = sandige Wasserlaufabsätze, 6 = tonig-schluffige Überschwemmungssedimente, 7 = sandige Uferwalldurchbruchskanalablagerungen, 8 = tonig-schluffige lakustrische Interdünenplayaabsätze, 9 = aeolische Dünen-sande.

digen Detritus distal-longitudinaler Herkunft führt zur Bildung charakteristischer bimodaler grober Konglomerate (s. Abb. 47). Eine Versteilung des Gefälles im Sedimentationsraum ermöglicht die Ausbreitung der groben Geröllmassen über weite Bereiche der Nordeifel. Langsame Absenkung und hochenergetische Sedimentation in einem stark verflochtenen Flußnetz mit engständigen Rinnen und lediglich schmalen Überflutungsebenen führt vor allem im Westteil des Gebietes zur Anhäufung mächtiger Komplexe aufeinanderfolgender Stromka-

nalagerungen. Die Bildung von Überflutungsabsätzen, Dünen-sanden oder sogar feinkörnigen Rinnensedimenten wird primär unterdrückt. Ostwärts schwächen sich die grobklastischen marginal-lateralen Einschüttungen zunehmend auf Kosten des steigenden Anteils des sandig-feinkiesigen Materials distal-longitudinaler Provenienz ab und bewirken den Übergang von Abfolgen polygenetischer grober Konglomerate zu Abfolgen mehrstöckiger Sand- und Kiesbankablagerungen. Dabei nimmt der Anteil der sekundär-erosiven Entfernung

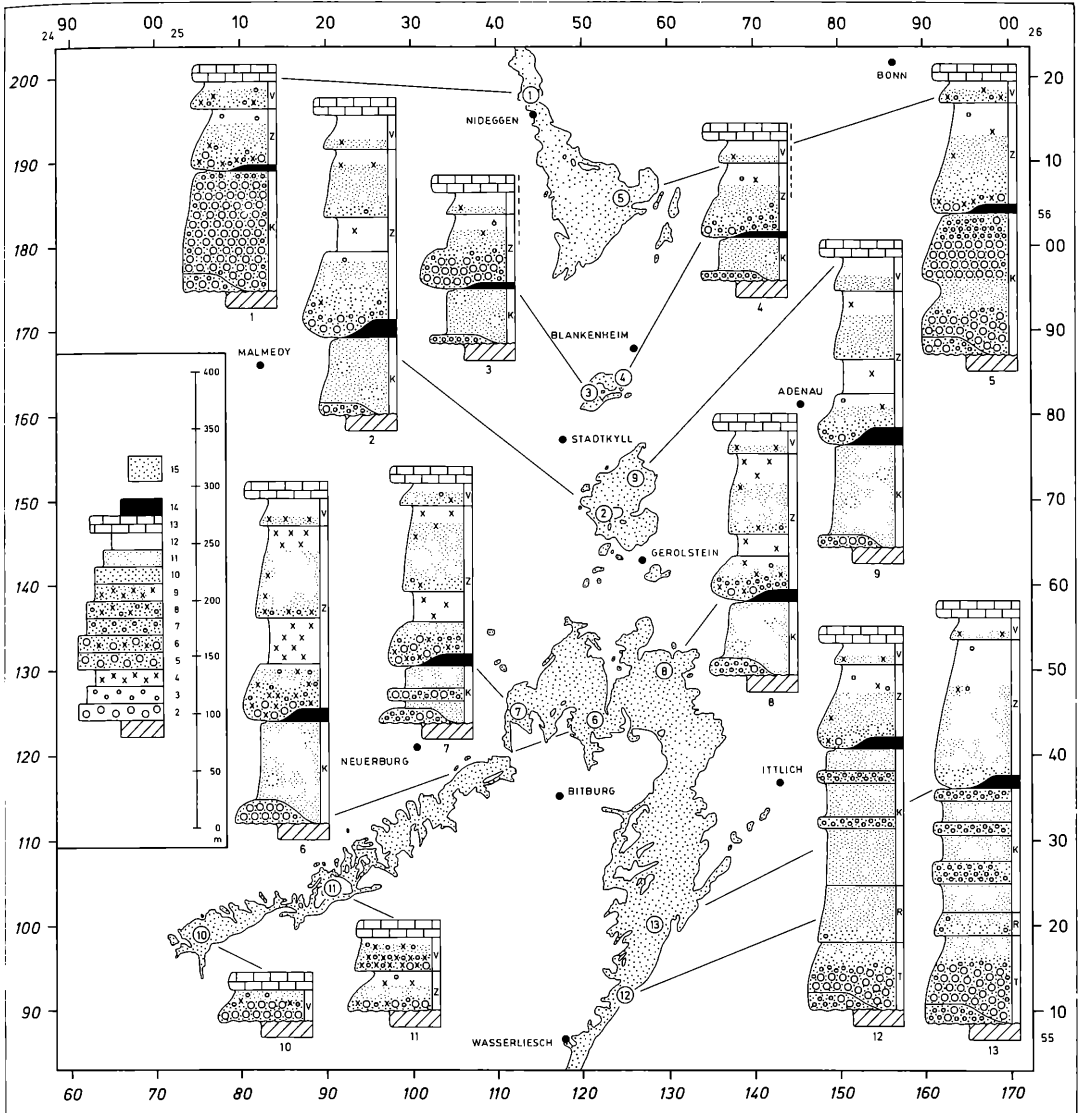


Abbildung 45. Die horizontale und vertikale Verteilung der sedimentären Faziesseinheiten und ihrer variablen Merkmale innerhalb des Ablagerungsraumes.

Legende: 1 = devonisches Grundgebirge, 2 = grobe extraklastische Gerölle, 3 = feine extraklastische Gerölle, 4 = intraformationelle Karbonatbruchstücke (Bröckel), 5 = Konglomerate mit groben extraklastischen Geröllen in feinkiesiger bis grobsandiger Matrix, 6 = geröllführende Bröckelbänke mit groben extraklastischen Geröllen und intraformationellen Karbonatbruchstücken in feinkiesiger bis grobsandiger Matrix, 7 = Konglomerate mit feinen extraklastischen Geröllen in grob- bis mittelsandiger Matrix, 8 = geröllführende Bröckelbänke mit feinen extraklastischen Geröllen und intraformationellen Karbonatbruchstücken in grob- bis mittelsandiger Matrix, 9 = geröllfreie Bröckelbänke mit grob-, mittel- oder feinsandiger Matrix, 10 = Grobsand, 11 = Mittelsand, 12 = Feinsand, 13 = Karbonat (Unterer Muschelkalk), 14 = Violette Grenzzone (schematisch), 15 = Verbreitung des Buntsandsteins in der Karte. Zahlen oben und rechts = Gauß-Krüger-Koordinaten des deutschen Netzes, Zahlen unten und links = Gauß-Luxemburg-Koordinaten des luxemburgischen Netzes.

der feinkörnigen Sedimente und Dünenande gegenüber der primären Verhinderung ihrer Bildung zu. Aeolische Sande in größerer Verbreitung können sich ledig-

lich im Schutz der prätriadischen Kallmuther Grundgebirgsschwelle am Leehang des abschirmenden variszischen Rückens in einem kleinen Dünenfeld ansam-

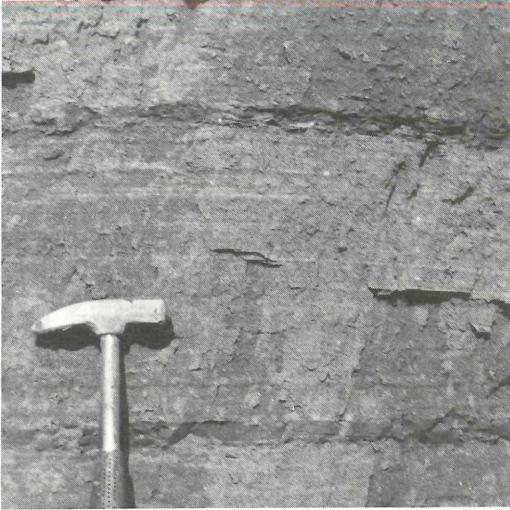


Abbildung 46. Dünne Bänder tonig-schluffiger Sedimente in horizontal laminierten aeolischen Interdünen-Sandschichten dokumentieren den Absatz von Suspensionsfracht in flachen Seen zwischen den Dünenkämmen im Anschluß an starke episodische Regenfälle. Nach Austrocknung der stehenden Gewässer werden die feinkörnigen Sedimente von Windrippelfeldern und/oder Haftstrukturdecken eingehüllt. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Breite des Hammerkopfes 15 cm. Felsen am Südhang des Wöllersberges nordwestlich Lissingen (Blatt 5705 Gerolstein, r 44 100, h 65 470).



Abbildung 47. Grobklastische bimodale fluviatile Konglomerate. Mittlerer Buntsandstein, Nordeifel. Breite des Hammerkopfes 19 cm. Steinbruch am Nordwesthang des Kallmuther Berges östlich Kalenberg (Blatt 5405 Mechernich, r 43 360, h 03 500).

meln. Zunehmende Einhüllung des variszischen Sokkels im Lauf der Ablagerung führt jedoch zur progressiven Annäherung der fluviatilen Rinnensysteme an das geschützte Sandmeer, und mit dem Wegfall der schützenden Ablenkung der Wasserlaufgürtel wird das Dünenfeld zunehmend von alluvialen Stromkanälen durchschnitten und schließlich zerstört. Mächtige feinkörnige Überflutungsabsätze sind im Mittleren Buntsandstein der Nordeifel infolge weitflächig primärer Unterdrückung und vielfach erheblicher und wirksamer sekundär-erosiver Entfernung nur lokal und in Teilen der

Schichtserie entwickelt. Sie verdanken ihre Entstehung und Erhaltung oftmals Paroxysmen langsamerer Absenkung und schwächerer Erosion in Teilen des alluvialen Sedimentationsgebietes.

2.1.5 Erweiterung des Ablagerungsraumes

Vertikale Evolution, laterale Zonierung und regionale Unterschiede sind als Folge von vorwiegend longitudinal-axialen Veränderungen von Sedimentfracht und Gefälle im Becken, teilweise verknüpft mit Interferenzen mit der prätriadischen Morphologie und der Erstreckung der aeolischen Sandmeere zu sehen. Sie werden in Randbereichen des Ablagerungsraumes durch die zunehmende seitliche Erweiterung des Beckens im Lauf der Zeit modifiziert und akzentuiert. Die Hauptauswirkungen des lateralen Übergreifens zunehmend jüngerer Einheiten auf das eingerumpfte Grundgebirge sind dabei die Entwicklung von grobklastischen Marginalsäumen und Randkeilen lateraler Provenienz. Ebenso läßt sich das Aufsteigen von unterschiedlichen Faziesassoziationen in jüngere Schichtglieder jenseits des Auskeilens älterer Formationsabschnitte beobachten. Ein Modellfall der lateralen Erweiterung des Ablagerungsraumes im Lauf der Sedimentation ist die Entwicklung des Westrandes der Eifeler Nord-Süd-Zone in Luxemburg (s. Abb. 48) (eingehende Darstellung in MADER 1984 d). Im höheren Teil des Mittleren Buntsandsteins (s. Abb. 48.1) herrscht im gesamten Gebiet der Eifel-senke eine lateral einheitliche Sedimentation in axialer Fazies. Eine Ausnahme bilden die in Abschnitt 2.1.4 beschriebenen longitudinalen regionalen Differenzierungen. Dabei lassen sich keine prinzipiellen Unterschiede in der lithogenetischen Entwicklung zwischen dem Zentrum und dem Randsaum des Ablagerungsraumes erkennen. Mit dem Übergreifen der Zwischenschichten auf den Grundgebirgssockel westlich des Auskeilens des Mittleren Buntsandsteins entwickelt sich dann in Kombination von Basaleffekt (Auflagerung auf das prätriadische Relief) und Randphänomen (Bildung im Marginalbereich des Beckens) eine charakteristische laterale Dreigliederung des Randgürtels in Marginalzone, Medialzone und Axialzone. Dabei nehmen zum Zentrum des langgestreckten Depressionsbeckens Anzahl und Größe der extraklastischen Gerölle sowie (in Zwischenschichten und Muschelsandstein) Anteile der intraformationellen Karbonatfragmente kontinuierlich ab. Die Medialzone ist häufig ein etwas verschwommener Übergangsbereich zwischen den gut differenzierten Abschnitten der Marginalzone und Axialzone. In den Zwischenschichten wird die Marginalzone durch oftmals episodische Sedimentation in einem hauptsächlich ephemeralen Flußsystem charakterisiert (s. Abb. 48.2) (Detailergebnisse in MADER 1984 a). Diese Ausbildung der Marginalzone ist bedingt durch kürzere Flutphasen in den weitständigen Rinnen, häufigere Hochwässer mit einer geringen Reichweite der Überschwemmungen, sowie durch einen raschen Rückzug der Fluten aus den Überbankbereichen. Die kurzfristige

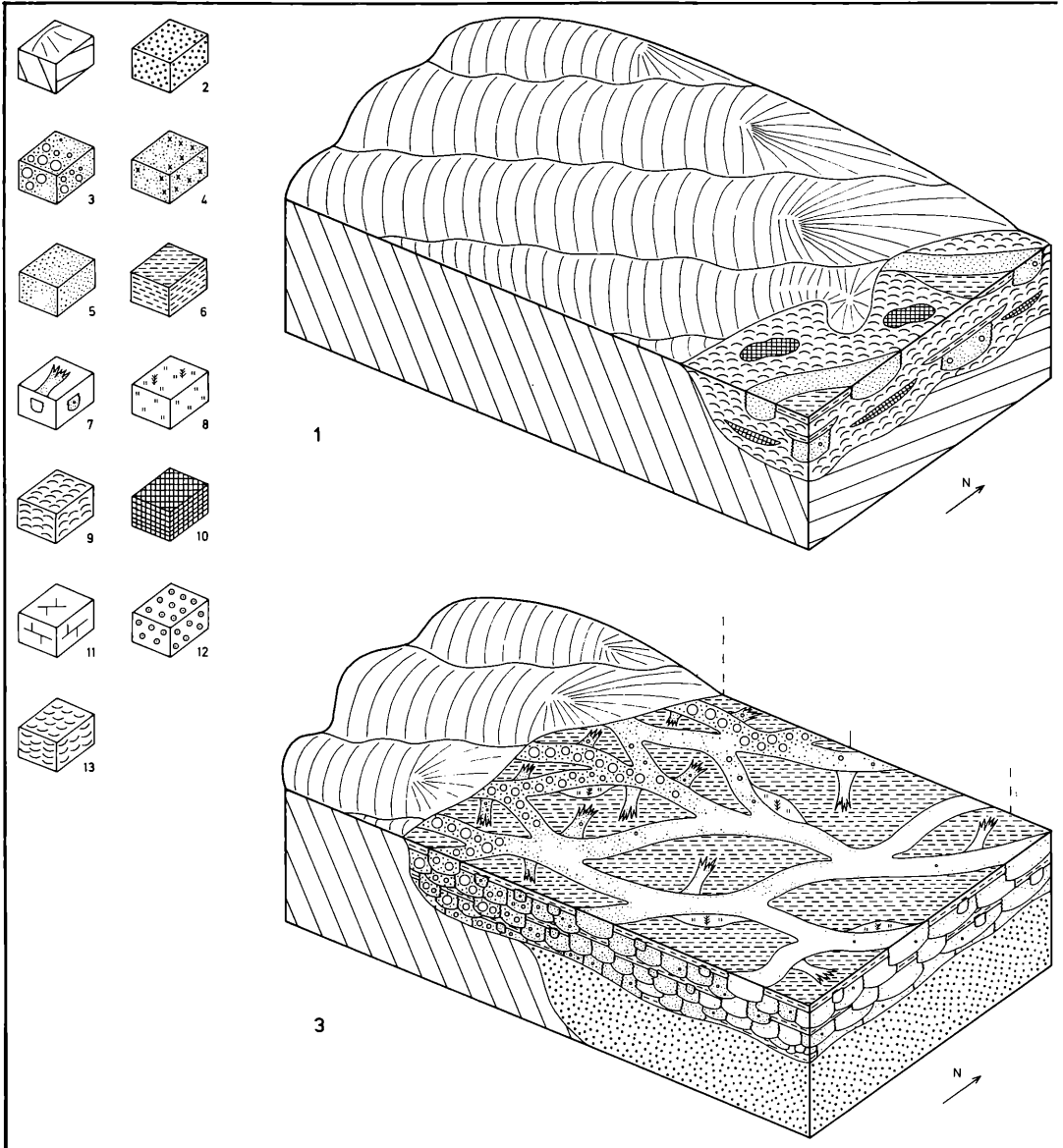
Sedimentation in den Rinnen und Überbankbereichen im Wechsel mit längeren Unterbrechungen der Aggradation der Alluvialebene ermöglicht die großflächige und verbreitete Pedogenese. Diese Bodenbildungen sind in ausgedehnten trockengefallenen Bereichen der Überschwemmungsflächen und in weiten Partien der aufgetauchten Stromkanalböden zu finden. Längere Dauer der Pedogenese führt zu der Entwicklung von Bodenprofilen häufig fortgeschrittener Maturität (Reife) und zur Ausbildung zahlreicher konkretionärer und krustenartiger Karbonate. Mit wiederkehrender Flut werden die pedogenen Karbonatpräzipitationen (Karbonatausfällungen) teilweise aufgearbeitet und am Boden der Stromkanäle zu einer Vielzahl von Bröckelbänken umgelagert (vgl. MADER 1980b). Langsame laterale Migration der Rinnen bewirkt nur allmähliche Durchkämmung der Alluvialebene durch die wandernden Stromkanäle und ermöglicht in größeren Bereichen der Überbankflächen die Aufeinanderstapelung mehrerer sukzessiver Paläoböden zu mehrstöckigen Komplexen infolge wiederholter pedogener Überprägung geringmächtiger alluvialer Einschüttungen.

Die Axialzone dagegen wird durch längere Flutperioden in den engerständigen Stromkanälen, häufigere Hochwässer mit größerer Reichweite der Überschwemmungen bei langsamerem Rückzug der Fluten aus den Überbankgebieten und somit durch eine weitgehend kontinuierliche Sedimentation in einem großenteils perennialen Flußsystem charakterisiert (s. Abb. 48.2). Die längeren Ablagerungsperioden in den Rinnen und Überbankbereichen im Wechsel mit kürzeren Unterbrechungen der Aggradation der Alluvialebene erlauben lediglich eine räumlich untergeordnete und zeitlich eingeschränkte Pedogenese. Die Pedogenese ist dabei auf schmale bis mäßig breite aufgetauchte Partien der Überflutungsebenen und lokale Bereiche trockengefallener Wasserläufe beschränkt. Die kürzere Dauer der Bodenbildung führt häufig nur zur Entwicklung von Pedohorizonten initialer bis medialer Maturität mit untergeordneter Entstehung konkretionärer Karbonate. Im Zuge der rasch wieder einsetzenden Fluten werden ein großer Teil der mäßig reifen Paläoböden abgetragen und die fragmentierten pedogenen Karbonate zu einer geringeren Anzahl von Bröckelbänken umgelagert. Die schnellere seitliche Verschiebung der Stromkanäle ermöglicht häufig ein effektiveres Durchkämmen der Alluvialebene durch die migrierenden Wasserläufe, was zur Folge hat, daß nur noch gelegentlich polygenetische Bodenkomplexe gebildet werden. In den meisten Fällen werden in dieser Schichtfolge die einstöckigen Pedohorizonte durch mächtige Alluvialsedimente getrennt.

Im Voltziensandstein (Detailergebnisse in MADER 1984d) kommt es zu einer Intensivierung des Basaleffekts und des Randphänomens aufgrund der fortschreitenden lateralen Ausweitung des Ablagerungsraumes, was eine erhebliche Zunahme der Anlieferung von grobklastischem Sedimentmaterial zur Folge hat. Dies führt letztlich zu einer Umkehrung der lateralen Zonie-

rung (s. Abb. 48.3). In der Marginalzone werden in einem stark verflochtenen Flußnetz mit engständigen Wasserläufen und rascher Verschiebung der Stromkanäle mächtige Komplexe grobklastischer Kies- und Sandbankablagerungen angehäuft. Die Bildung von feinkörnigen Überflutungsabsätzen und Paläoböden wird vor allem im tieferen Teil der Abfolge weitgehend bis völlig primär durch die hochenergetische alluviale Dynamik unterdrückt. Sekundär werden die wenigen feinkörnigen Sedimente und unreifen Paläoböden meist vollständig wieder abgetragen. Erst im höheren Teil des Voltziensandsteins lassen in der Marginalzone Anlieferung von grobklastischem Detritus und Abflußraten in den Rinnen nach. Es vollzieht sich als Konsequenz dieser Veränderungen eine Evolution des fluviatilen Stils. Diese Evolution bleibt jedoch aufgrund des fortwährenden randlichen Einflusses der Einschüttung von reichlich Sedimentmaterial und wegen der hohen Abflußraten auf die initialen Stadien der Entwicklung beschränkt. In Richtung auf die Axialzone dagegen setzt die Verfrachtung der groben Gerölle als Folge einer raschen Verflachung des Gefälles schnell aus. In einem mäßig bis schwach verflochtenen, teilweise vermutlich auch mäandrierendem Flußsystem, werden feinkörnige sandige und tonig-schluffige Sedimente am Rand des vorrückenden Muschelkalkmeeres abgesetzt. Anhaltende großflächige Überflutungen der ausgedehnten Überbankgebiete und langsamer Abfluß der Hochwässer aus den Überschwemmungsflächen führen jedoch auch in der Axialzone zu einer weitgehenden bis völligen primären Unterdrückung der Pedogenese.

Im Unteren Muschelkalk greift der Ablagerungsraum erneut weiter nach Westen auf den eingerumpften Grundgebirgssockel über (s. Abb. 48.4) (Muschelsandstein: eingehende Darstellung in MADER 1984d, 1985f). Die zunehmende Abtragung des prätriadischen Reliefs und die erlahmende bis abgeklungene tektonische Aktivität bewirken ein Nachlassen der marginalen Einschüttungen von grobklastischem Material. Dies führt westlich der Linie des Ausstreichens des tieferen Teils des Oberen Buntsandsteins zu einer, im Vergleich zu den Zwischenschichten, rückläufigen Entwicklung. Die Wiederholung der Sedimentationszonen wird jedoch von dem aus der Axialzone vorrückenden Muschelkalkmeer beeinflusst, welches die alluvialen Ablagerungsbereiche in einem schmalen Saum am Rand des marinen Milieus zusammenschiebt. Bei diesem Telescopung (Zusammenlaufen) der Faziesräume kondensieren die breite Marginalzone und die ausgedehnte Axialzone der Zwischenschichten zu einem engen Gürtel, der Marginalzone des Muschelsandsteins. Diese läßt sich in einen proximalen und einen distalen Abschnitt untergliedern. Die sedimentologische Entwicklung der beiden fluviatilen Ablagerungsbereiche des Muschelsandsteins entspricht der lithogenetischen Zusammensetzung von Marginalzone und Axialzone in den Zwischenschichten. Dadurch wird am Westrand der Verbreitung des Oberen Buntsandsteins ein Aufsteigen der alluvialen Faziesas-



soziation mit Bröckelbänken und Paläoböden in den Muschelsandstein unterstrichen. In der Medialzone des Unteren Muschelkalkes wird der fluviatil angelieferte Sand im marinen Flachwasser im Strandbereich und Litoralsaum umgelagert, und in der Axialzone entstehen darüber hinaus oolithische und biosparitische Karbonate in räumlichem und zeitlichem Wechsel mit immer feineren sandigen Sedimenten. Die schmale Alluvialebene mit Bodenbildung im Randsaum des Meeres – als fluviatiler Gürtel zwischen Abtragungsgebiet und mari-

nem Milieu – wird mit fortschreitender Transgression zunehmend überflutet, ehe schließlich im höheren Muschelkalk in weiten Teilen des Randbereiches die kontinentale Sedimentation völlig von der marinen Ablagerung abgelöst wird.

2.2 Aeolische Sedimente

Aeolische Sedimente (s. Abb. 49, 50 und 51) treten vor allem im höheren Teil des Mittleren Buntsandsteins in vielen randlichen Bereichen des Germanischen Bek-

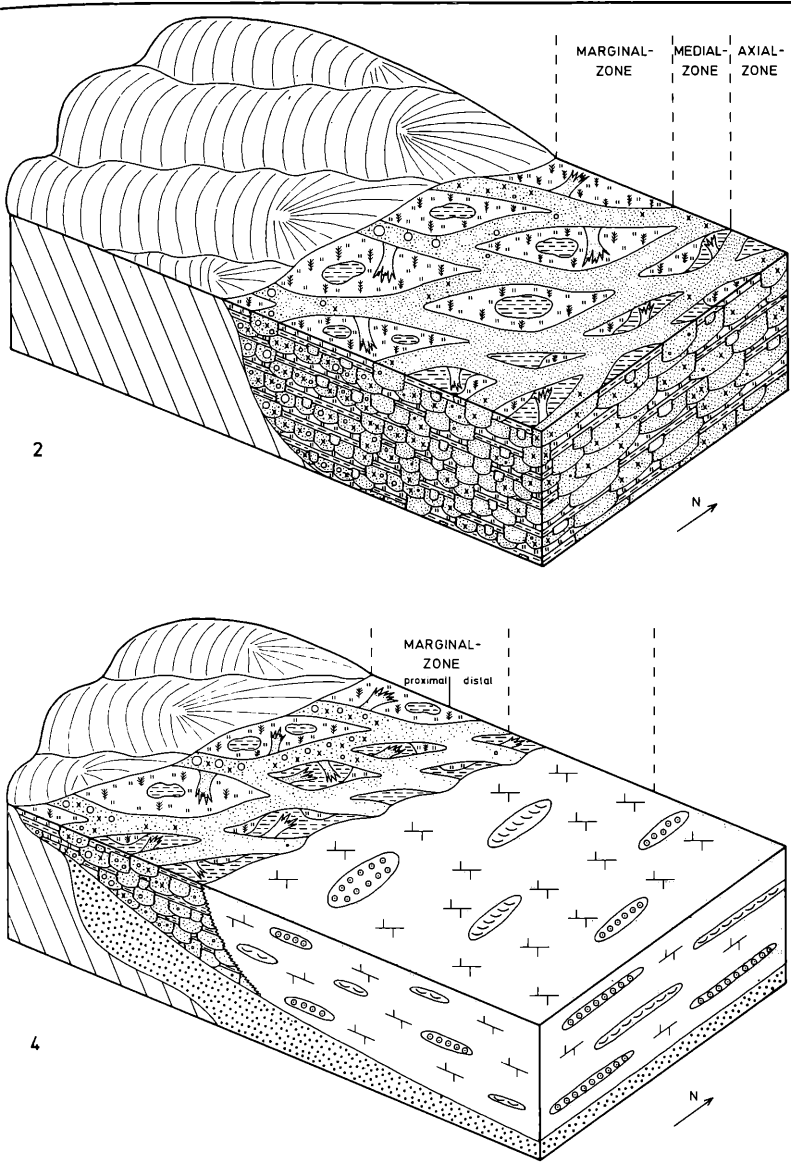


Abbildung 48. Laterale Erweiterung des Ablagerungsraumes im Lauf der Evolution der fluviatilen Sedimentation im Buntsandstein am Westrand der Eifel (Deutschland und Luxemburg). Schematische Blockbilder, kein Maßstab. Legende: 1 = Devonisches Grundgebirge, 2 = ältere Buntsandsteinsedimente (ungegliedert), 3 = extraklastische Rinnenablagerungen, 4 = Bröckelbänke, 5 = sandige Wasserlaufablagerungen, 6 = tonig-schluffige Überflutungsabsätze, 7 = sandige und kiesige Uferwalldurchbruchrinnensedimente, 8 = Bodenbildung und Pflanzenwuchs, 9 = aeolische Dünenande, 10 = tonig-schluffige lakustrische Interdünenabsätze, 11 = marine Sande und Mergel, 12 = Oosparite, 13 = Biosparite.

kens auf (s. Abb. 1) (eingehende Darstellung in MADER 1982 b, 1983 c, 1984 c). Die Dünenande sind vor allem in einem ausgedehnten Sandmeer verbreitet, welches sich über die ganze Eifeler Nord-Süd-Zone in der schmalen langgestreckten Depressionszone zwischen der Ardennisch-Gallischen Schwelle im Westen und der Rheinischen Masse im Osten erstreckt und nach Süden vermutlich mit dem weiten Dünenfeld in Pfalz und Saarland in Verbindung steht. Kleinere aeolische Sandaufwehungen finden sich am Ostrand der Rheinischen

Masse im Marburger Raum sowie in der Hessischen Senke. Ein marginales Sandmeer kommt auch im Heiligkreuzgebirge/Polen vor. Geringmächtige Einschaltungen aeolischer Sande in fluviatile und lakustrische Sedimente treten in Helgoland und in Jütland/Dänemark auf.

2.2.1 Aufbau der Sequenzen

In den größeren Dünenfeldern bestehen die aeolischen Sandserien meist aus mittel- bis großdimensional

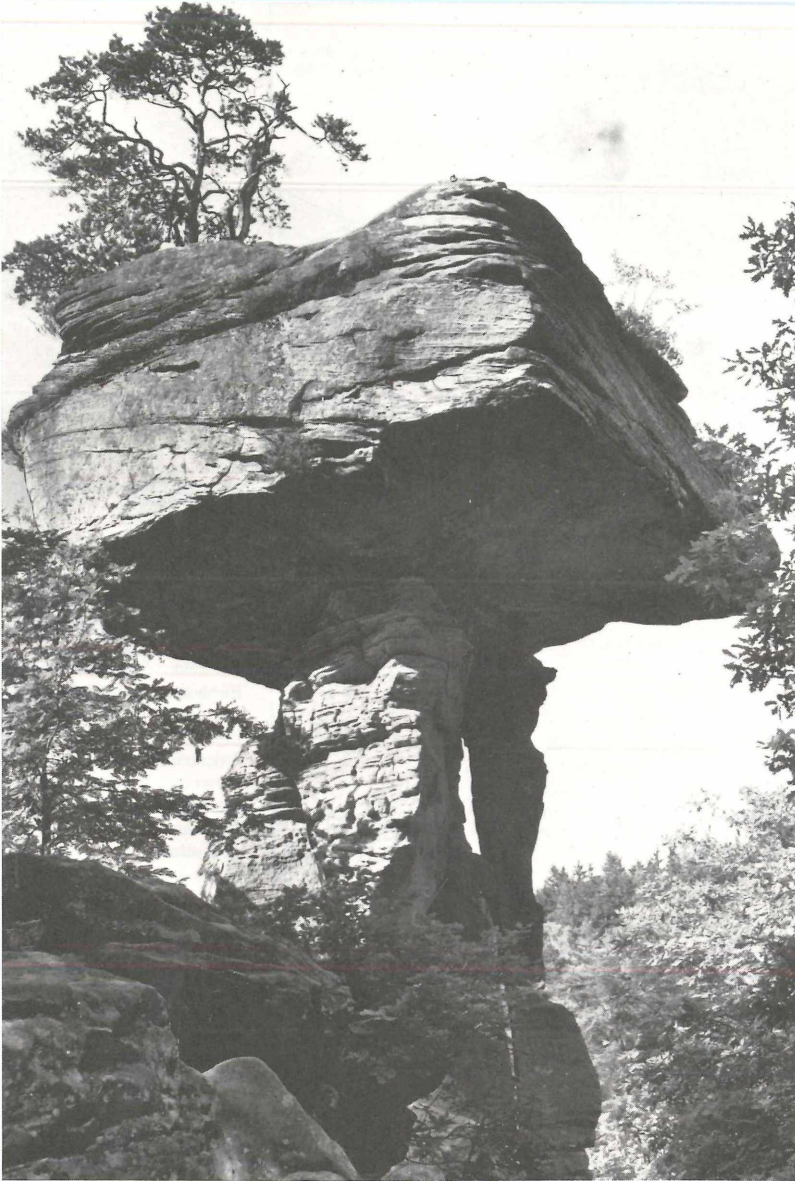


Abbildung 49. Markante freistehende Felsmonumente bestehen vorwiegend aus fluviatilen und aeolischen Sedimenten. Die stark zementierten fluviatilen Sandsteine stehen als herausragende Platten hervor, während die schwächer verfestigten aeolischen Sandsteine als Pfeiler zurückwittern. Mittlerer Buntsandstein, Pfalz. Bildhöhe etwa 8 m. Felsen Teufelstisch bei Hinterweidenthal (Blatt 6812 Dahn, r 08 620, h 51 630).

schräggeschichteten sowie horizontallaminierten Sanden, welche häufig eine charakteristische millimeterfeine Gradierung in den Schichten mit teilweise inverser Zonierung aufweisen. Die Sande entstehen durch windabwärtige Migration von hauptsächlich geraden Transversalkammdünen (Querdünen), untergeordnet auch gekrümmten Barchandünen, unter einseitig gerichteten nordwärts wehenden Passatwinden im Sommer. Der Vorbau der Dünen erfolgt häufig durch Kornfall mit geringeren Anteilen von Kornfluß, untergeordnet auch

durch subkritisch ansteigende Migration von Windripelfeldern (s. Abb. 51). Die aufeinanderfolgenden Dünenkörper werden oftmals infolge windabwärtigen Ansteigens des Zwischendünenbodens, weniger aufgrund periodischer Deflation bis zum Grundwasserspiegel, zu Sukzessionen polygenetischer aeolischer Sandkörper übereinandergestapelt. Entsprechend dem Sandangebot und der Windenergie werden die engständigen Dünenketten entweder lediglich von schmalen Korridoren getrennt, in denen sich geringmächtige aeolische Sand-



Abbildung 50. Einschaltungen isolierter schräggeschichteter aeolischer Sande in horizontalallaminierte Interdünen-Playa-Sandschichten mit Überlagerung der aeolischen Sande durch fluviatile Konglomerate. Mittlerer Buntsandstein, Westeifel. Bildhöhe etwa 6 m. Felsen am Osthang des Enztales südlich Sinspelt (Blatt 6003 Mettendorf, r 23 500, h 36 600).

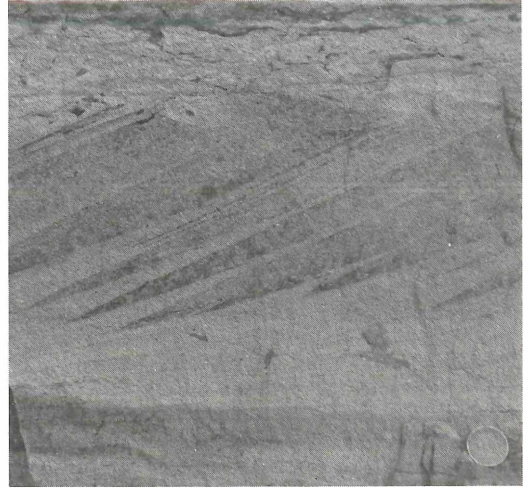


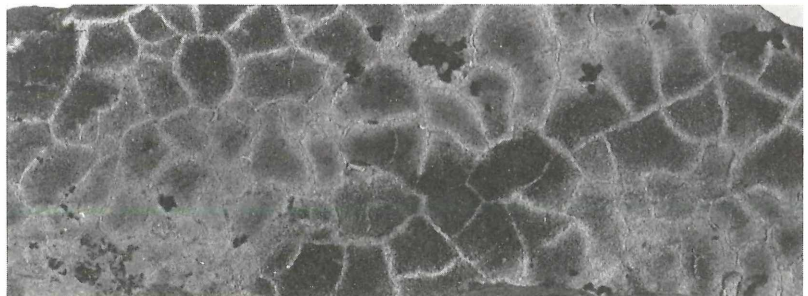
Abbildung 51. Herausragende Erkennungsmerkmale aeolischer Dünenansandungen sind (allerdings nur selten derart typisch ausgebildet) nach unten ausspitzende Kornfluß-Sandzungen, welche von dünnen Kornfall-Laminae getrennt werden. An der Basis der Schrägschichtungskörper geht diese Wechsellagerung in flachwinklig einfallende subkritisch ansteigende translante Windrippel-Laminae über. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 30 cm. Sandgrube am Osthang des Seffersbachtals südlich Brotdorf nordöstlich Merzig (Blatt 6506 Reimsbach, r 49 000, h 80 380).

schichten auf trockenem Interdünenboden absetzen, oder zwischen die weitständigen Dünenkämme schieben sich breite bis ausgedehnte Interdünenendepressionen ein. In diesen entstehen bei wechselnd trockenen, feuchten und nassen Oberflächenverhältnissen differenzierte lakustrische Playa-Sedimente und aeolische Sandschichten (s. Abb. 24 und 52). In Abhängigkeit von Abstand und Migrationsgeschwindigkeit der Dünen werden die sukzessiven schräggeschichteten Kämme in der Schichtfolge entweder von dünnen oder mächtigen Interdünenendepressionen getrennt (s. Abb. 24), oder die Playa-Räume zwischen den Dünenketten sind lediglich durch großdimensionale Erosionsflächen repräsentiert (vgl. MADER 1983 d).

In den Interdünenendepressionen läßt sich in manchen Sequenzen eine Zunahme der Feuchtigkeit im Laufe der Aggradation der Playa erkennen (eingehende Darstellung in MADER 1983 d). Die ideale Abfolge beginnt mit der Migration kleiner transversaler Dünen oder der sub-

kritisch ansteigenden Wanderung von Windrippelfeldern über den trockenen, weitgehend relieflosen ebenen Interdünenboden (s. Abb. 51). Eine Zunahme der Feuchtigkeit durch einen ansteigenden Grundwasserspiegel, episodische Regenfälle oder fluviatile Inkursionen bewirkt den Übergang zu feuchter Oberfläche, auf der der eingblasene aeolische Sand in Form von Haftwarzen und Adhäsionsrippeln festgehalten wird. Weitere Überflutung der Interdünen-Playa führt dann zu zunehmend aquatischer Umlagerung des eingewehten aeolischen Sandes in flachsten Wasserfilmen und seichten Schleiern von stehendem oder ruhig fließendem Wasser. Abnehmende Sandanlieferungen bei einer vollständigen Ausblasung des Residualsandess vom Fuß der Dünenkörper, sowie ein weiter ansteigender

Abbildung 52. Kleindimensionale polygonale Trockenrisse in dünnen Tonhäuten auf Rippefeldern in sandigen Interdünen-Playa-Absätzen. Mittlerer Buntsandstein, Heiligkreuzgebirge. Bildbreite etwa 14 cm. Steinbruch nahe Sosnowica nördlich Kielce/Polen.



Wasserspiegel im Interdünen-Playa-See führt dann zu einem Absatz von tonig-schluffigen Sedimenten (s. Abb. 24 und 46). Dies stellt die finale Phase der Aggradation der nassen Interdünen dar.

Der aeolisch aufgewehte Sand wird vielfach aus aufgetauchten Bereichen alluvialer Stromkanäle, Ufersäumen und proximalen Überflutungsebenen ausgeblasen. Die in den Rinnensedimenten und Uferwallablagerungen enthaltenen kieskorngroßen Komponenten werden dabei häufig zu Deflationskonzentratoren am Dach der degradierten (gekappten) Sand- und Kiesbänke angereichert und teilweise zu Windkantern facettiert. Kleinere Gerölle und größere Sandkörner werden auch ausgeblasen und über den Leehang der wandernden Dünen windabwärts verfrachtet. Bei der Migration der aeolischen Sandkörper sammeln sich die größeren Komponenten als Rückstandsschleier am Fuß der Dünen zu Geröllschnüren und Kaviarsandlagen. Daneben belegen Konzentrationen größerer, teilweise windgeschliffener Gerölle an manchen basalen Erosionsflächen von Dünenkörpern die Deflation eines Sand- und Kiesbankfeldes in der Alluvialebene mit einer nachfolgenden Einhüllung durch wandernde Dünengürtel.

2.2.2 Erstreckung der Dünenfelder und Verzahnung mit Flußsystemen

Hinsichtlich der flächenmäßigen Erstreckung und zeitlichen Stabilität der Dünenfelder sowie in der Intensität ihrer Verzahnung mit verflochtenen Flußnetzen oder Interdünen-Playa-Seen lassen sich drei Fälle unterscheiden: ausgedehnte größere Sandmeere, begrenzte kleinere Dünengürtel und lokale kleine Dünenansammlungen. Sedimentationsmodelle dazu sind in Abb. 44 illustriert (vgl. auch MADER 1982 b, 1983 c, 1984 c).

Ausgedehnte größere Sandmeere werden lediglich von schwach verflochtenen Stromsystemen mit weitständigen Rinnen und langsamer seitlicher Verlagerung der Wasserläufe durchschnitten. Die Dünenkämme werden oftmals nur durch schmale Interdünenkorridore voneinander getrennt. Episodische Starkregenfälle und zeitweilige randliche fluviatile Einschüttungen bewirken gelegentlich die aquatische Umlagerung von aeolischem Sand in den engen Interdünen-Playas. Seltener erfolgt die Sedimentation von geringmächtigen tonig-schluffigen Sedimenten in den kleinen Playa-Seen. Die fluviatilen Ablagerungen bleiben in der Horizontalen auf einzelne Alluvialgürtel und in der Vertikalen auf bestimmte Abschnitte der Schichtfolge beschränkt. Durch anhaltende Migration von aufeinanderfolgenden Dünenkämmen und bei einem reichlichen Sandangebot werden mächtige Folgen von aeolischen Dünenansammlungen mit nur untergeordneten Anteilen von lakustrischen (Interdünen-sedimenten) und fluviatilen Ablagerungen angehäuft. Eine Modifizierung der aeolischen Sandkörper durch wechselnde Winde ist nur in Teilen mancher Sandmeere von untergeordneter Bedeutung (vgl. MADER & YARDLEY 1985).

Begrenzte kleinere Dünengürtel werden von mittel- bis

engständigen Rinnen schwach bis mäßig vernetzter Stromsysteme mit breiten bis ausgedehnten Überflutungsbereichen durchsetzt. Die Wasserläufe verschieben sich in mäßigem Tempo in seitlicher Richtung und lagern dabei häufig durch laterale Erosion der Dünenfelder (s. Abb. 31 und 32) erhebliche Mengen an aeolischem Sand aquatisch um. In umgekehrter Weise werden bei einem verbreiteten Auftauchen der fluviatilen Sand- und Kiesbänke während der häufigen Niedrigwasserstadien aus den Rinnen Barrensande ausgeblasen und in den benachbarten Überbankbereichen zu Dünen aufgeweht (s. Abb. 50). Die Deflation (flächenhafte Abtragung) von fluviatilen Kiesbänken führt zur Anreicherung der Gerölle in Rückstandsdecken. Die abschleifende Wirkung des Windes erzeugt dabei häufig Dreikanter-Facetten an den kieskorngroßen Komponenten. Die aeolischen Dünenkämme haben oftmals größeren Abstand voneinander und schließen breite bis ausgedehnte Interdünenendepressionen ein, in denen sich flache Playa-Seen wechselnder Erstreckung bilden können. Bei wechselnden trockenen, feuchten oder nassen Oberflächenverhältnissen setzen sich vielgestaltige lakustrische Sedimente ab. Der Aufbau der Schichtfolge ist oftmals durch eine intensive laterale und vertikale Verzahnung von aeolischen und fluviatilen Ablagerungen gekennzeichnet. Die relativen Anteile in der Schichtfolge werden von zahlreichen und oftmals lediglich lokal wirksamen Einflüssen geprägt.

Lokale kleine Dünenansammlungen sind oftmals auf trockenengefallene Bereiche von alluvialen Überflutungsebenen und Playa-Seen beschränkt (s. Abb. 50). In mäßig bis stark verflochtenen Flußsystemen werden die Überbankgebiete zunehmend häufiger großflächig überschwemmt, und der verlangsamt Rückzug der Überflutungen führt nur noch lokal zum Auftauchen und Trockenfallen. Länger anhaltende Hochwässer in den Rinnengeflechten ermöglichen nur noch gelegentlich in kurzzeitigen Niedrigwasserstadien die Ausblasung von Sand aus aufgetauchten Strombänken und die Einwehung in trockenengefallene Bereiche der angrenzenden Überschwemmungsebene. Häufig wird sogar durch die hochenergetische fluviatile Dynamik die Bildung von aeolischen Sanden bereits primär weitgehend bis völlig unterdrückt, und die wenigen gelegentlich gebildeten Dünenansammlungen werden vielfach sekundär-erosiv wieder aus dem Schichtverband entfernt. In manchen Gebieten erfolgt die Entstehung und Konservierung von aeolischen Sanden lediglich im Schutz von prätriadischen Grundgebirgsschwellen, welche die alluvialen Wasserläufe ablenken und für die Dauer ihrer abschirmenden Wirkung die Zerstörung der Dünen durch das Flußsystem verhindern. In ausgedehnten flachen Playa-Seen bilden sich bei episodischem Trockenfallen großflächige Bereiche ausgedehnte dünne aeolische Sand-schleier, welche bei nachfolgender erneuter und lang anhaltender Überflutung der Playa-Seen von mächtigen lakustrischen Sedimenten eingehüllt werden.

2.3 Paläoböden

Neben den fluviatilen Sedimenten und den aeolischen Dünenansanden stellen die Paläoböden die lithogenetisch aussagekräftigsten Gesteinseinheiten des germanischen Buntsandsteins dar. Die Paläoböden kommen hauptsächlich im Oberen Buntsandstein vor, finden sich daneben jedoch in untergeordneten Anteilen auch im Mittleren und sogar im Unteren Buntsandstein (vgl. ORTLAM 1974, 1980; MADER 1984 a, 1985 g). Die typischen Kalkkrustenböden (calcrete palaeosols) treten außer im Buntsandstein in wechselnden Anteilen in den kontinentalen Rotsedimentabfolgen des Rotliegenden, Karbon und Devon von Mitteleuropa gelegentlich bis verbreitet auf und finden sich weltweit in einer Fülle von Rotschichtenkomplexen in großen Teilen der Erdschichte.

2.3.1 Aufbau und Entstehung

Herausragendstes Merkmal der Paläoböden des Buntsandsteins ist ihre charakteristische blauviolette Farbe (Violette Horizonte, ORTLAM 1967, 1974), welche durch pedogene Konversion (Umwandlung) aus ursprünglich roten bis braunen Farben durch syngenetisch-eodiagenetisches Wachstum von Hämatitkristallen im Porenraum und deren Aggregation zu Kristallgruppen hervorgerufen wurde. Die Entstehung und Verbreitung der primären und sekundären Eisenoxide im Buntsandstein sind eingehend in MADER (1983 e) dargestellt. Mit der typischen blauviolettten Farbe, deren Anteil und Intensität innerhalb des Bodenprofils nach oben ansteigen, ist im Idealfall eine graduell zunehmende Entschichtung unter Auflösung und Zerstörung der sedimentären Gefügemerkmale verknüpft. Weitere charakteristische Kennzeichen sind blauviolette, erdig-braune oder karbonatische Wurzelröhren (s. Abb. 53) sowie konkretionäre

Karbonate in isolierten Knollen, Aggregaten zusammengewachsener Knauern und dichten Krusten. In manchen Böden mit syngenetisch und/oder diagenetisch fortgeschrittenem Reifestadium finden sich auch Silikatausscheidungen (Chalcedon oder Carneol) in Bändern oder Kugeln (eingehende Charakteristik der Paläoböden im germanischen Buntsandstein in ORTLAM 1967, 1974; DACHROTH 1972; MADER 1984 a).

Die Paläoböden entstehen in hauptsächlich semiaridem, untergeordnet vermutlich auch subtropisch-humidem Klima in aufgetauchten Bereichen der fluviatilen Strombänke sowie in trockenengefallenen Partien der alluvialen Überflutungsebenen durch eine pedogene Überprägung sandiger und/oder tonig-schluffiger Substrate. Mit zunehmender Dauer der subaerischen Exposition von Teilen der Rinnenböden und Überschwemmungsflächen steigt mit progressiver Illuvation (abwärtsgerichtete Anreicherung) die Eindringtiefe der pedogenen Konversion (Umwandlung) kontinuierlich an. Anhaltende Bodenbildung in langfristig stabilen Teilen der Alluvialebene führt zuweilen sogar zum Verschmelzen genetisch aufeinanderfolgender Paläoböden zu mehrstöckigen Bodenkomplexen. Diese entstehen durch wiederholte fluviatile Einschüttungen und die anschließende vollständige pedogene Konversion dieser Sedimente.

Mit dem Wiedereinsetzen der fluviatilen Schüttungen im Anschluß an die Bodenbildung werden ähnlich wie die Überflutungsabsätze und Dünenansande auch die Paläoböden partiell erodiert. Die konkretionären Karbonate werden dabei aufgearbeitet, und die zerkleinerten Fragmente werden zu charakteristischen Karbonatbreccien, den sog. Bröckelbänken (Zusammensetzung eingehend in MADER 1980 b beschrieben) umgelagert. Diese typischen Karbonatbreccien als Resedimentationshori-

Abbildung 53. Ausfüllungen von Wurzelröhren mit erdig-braunem Mulm in roten Rinnensanden belegen Abtragung von Bodenprofilen höherer Reife bis auf den C-Horizont. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Breite des Hammerkopfes 20 cm. Steinbruch am Nordhang des Zimberberges am Südosthang des Niedererbachtales südwestlich Kirchbrak (Blatt 4023 Eschershausen, r 39 130, h 58 610).



zonte abgetragener Paläoböden belegen die Entwicklung von Violetten Horizonten durch Pedogenese in der Alluvialebene auch in solchen Schichtfolgen, in denen durch verbreitete sekundäre Erosion keine autochthonen Paläoböden konserviert sind. In umgekehrter Weise unterstreicht das gleichzeitige Fehlen von Violetten Horizonten und Bröckelbänken in alluvialen Sedimentserien die weitgehend primäre Unterdrückung der Bildung von Paläoböden durch die hochenergetische fluviale Dynamik.

2.3.2 Verbreitung

In verschiedenen Teilen des Germanischen Beckens treten die Violetten Horizonte in unterschiedlicher Anzahl in der Schichtfolge des Oberen Buntsandsteins auf. Ihre Verbreitung ist dabei in erster Linie von zwei Mechanismen abhängig: Absenkung des Sedimentationsraumes sowie Dynamik und Charakteristik des fluvialen Environments. Beide Einflußfaktoren wirken häufig zusammen und ergeben damit kombinierte Effekte, welche sich teilweise bei ausschließlichem Einfluß eines Prozesses nicht erwarten lassen. In vielen Fällen führen schnelle Absenkung des Sedimentationsraumes bei schwacher bis mäßiger Kontrolle der Pedogenese durch die fluvialen Ablagerungsprozesse zu einer Aufspaltung einzelner geschlossener Bodenkomplexe in zahlreiche Einzelböden, welche durch eingeschaltete Sedimente voneinander getrennt werden. Mit dieser zunehmenden Aufspaltung der Paläoböden wird die Untermauerung und Verfeinerung der lithostratigraphischen Korrelation mit Hilfe von Bodenhorizonten, welche in manchen Regionen mit langfristig nahezu konstanten Bedingungen hervorragend funktioniert, zunehmend schwieriger und fraglicher und verliert schließlich bei der Entwicklung zahlreicher rasch aufeinanderfolgender Bodenhorizonte nahezu jegliche Bezugsgrundlage.

Im Oberen Buntsandstein der West- und Südwesteifel (teilweise Luxemburg) läßt sich besonders markant die Aufspaltung der Paläoböden in lateraler Richtung durch eine zunehmende Anzahl der genetisch individuellen Violetten Horizonte aufzeigen (eingehende Darstellung in MADER 1984 a, 1984 d, 1985 f). In der Marginalzone der Zwischenschichten am westlichen Rand des langgestreckten Beckens begünstigt eine weitgehend episodische Sedimentation in einem hauptsächlich ephemeralen Flußsystem schwacher Vernetzung die verbreitete und vielfach intensive Pedogenese. In der Axialzone dagegen wird die Bodenbildung infolge vorwiegend kontinuierlicher Ablagerung in einem hauptsächlich perennialen Stromgeflecht stärkerer Verzweigung durch länger anhaltende Überschwemmungen größerer Erstreckung vielfach erheblich eingeschränkt. Die gleiche Entwicklung findet sich in identischer Zonierung im fluvialen Randsaum des Muschelsandsteins wieder (vgl. MADER 1985 f), welcher einen schmalen Alluvialgürtel zwischen Abtragungsgebiet und vorrückendem Muschelkalkmeer bildet (s. Abb.

48.4). Die Häufigkeit der Paläoböden korreliert in Zwischenschichten und Muschelsandstein mit der Anzahl der Bröckelbänke, was die verminderte sekundäre Umlagerung pedogener Karbonate als Konsequenz der eingeschränkten primären Entstehung von Violetten Horizonten in der Zone höherer fluvialer Dynamik unterstreicht. Die geringere Mächtigkeit der Schichtfolgen mit den zahlreichen Paläoböden im Vergleich zu der größeren Mächtigkeit der Sukzessionen mit der geringeren Anzahl von Violetten Horizonten belegt die dominierende Rolle der fluvialen Sedimentationsenergie bei nur untergeordneter Bedeutung der Absenkung des Ablagerungsraumes, wobei die längere Subsidenz teilweise die Kondensation der Paläoböden in der Sedimentserie unterstützt.

In ähnlicher Weise wie in der Westeifel zeigen im Oberen Buntsandstein der Nordeifel nur sehr wenige gut entwickelte Paläoböden im Verband mit nur einzelnen Bröckelbänken die weitgehende primäre Unterdrückung der Bildung von Violetten Horizonten an. Dies ist die Folge von anhaltenden Überschwemmungen mit weiter Erstreckung in den Überbankbereichen und von kontinuierlichen Fluten in den Stromkanälen. Dagegen bezeugen im Solling vereinzelt Karbonatbreccien bei fehlenden autochthonen Paläoböden die vollständige Zerstörung der wenigen primär entstandenen Violetten Horizonte durch starke sekundäre Erosion in einem hochenergetischen Flußsystem.

3. Paläoökologie

Neben den sedimentologischen Kriterien zur Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus ermöglichen Morphologie, Anatomie und Biostratonomie vieler Fossilien aus dem germanischen Buntsandstein wichtige Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen der Ablagerungen. Von den zahlreichen herausragenden paläoökologischen Belegen werden nachstehend die drei verbreitetsten Zeugen der Besiedlung kontinentaler (terrestrischer und aquatischer) Lebensräume herausgegriffen. Diese Dokumente sind teilweise seit nahezu 150 Jahren bekannt. Die paläoökologische Signifikanz der Fossilien im mitteleuropäischen Buntsandstein ist in den Tabellen 2–4 zusammengefaßt sowie eingehend in MADER (1984 b) abgehandelt. Die wichtigsten Fossilfundpunkte sind in Abbildung 54 und 55 aufgeführt.

3.1 *Pleuromeia*

Das Bärlappgewächs *Pleuromeia sternbergi* (s. Abb. 56) zählt zu den typischsten Buntsandstein-Fossilien und hat erhebliche biostratigraphische, paläogeographische, paläontologische und paläoökologische Bedeutung (Literaturübersicht in MADER 1984 b und MADER & WANG 1985). Biostratigraphisch ermöglicht das nahezu weltweite Auftreten von *Pleuromeia sternbergi* und *Chirotherium* in kontinentalen Rotsedimenten des unteren Olenek überregionale Stufenverknüpfungen und

FUNDSTELLEN VON BUNTSANDSTEIN- FOSSILIEN	V O R K O M M E N			L A G E			F O S S I L I N H A L T			
	NR.	HAUPTLOKALITÄT	NEBENLOKALITÄTEN	GEOGRAPHIE	STRATIGRAPHIE			TAXONOMISCHE GRUPPEN	CHARAKTERISTISCHE FORMEN	
					su	sm	so			
PLANTAE	1	Sulzbach/Straßburg	Adamsviller, Arzviller Bust, Hangviller, Lohr	Vogesen			●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Voltzia heterophylla</i> <i>Anomopteris mougeoti</i>	
	2	Bernburg/Saale	Nienburg	Sachsen			●	Lycophyta	<i>Pleuromeia sternbergi</i>	
	3	Berg/Kommern	Floisdorf, Heimbach Hergarten, Vllatten	Nordelfel				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Neuropteridium voltzii</i> <i>Equiselites mougeoti</i>
	4	Grünwettersbach/Karlsruhe		Baden				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Voltzia heterophylla</i>
	5	Bubenhausen/Zweibrücken		Pfalz				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Voltzia heterophylla</i>
	6	Bremke/Göttingen	Fürstenberg/Weser Karlsruhen/Weser	Solling				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Yuccites vogesiacus</i>
	7	Singen/Stadtilm		Thüringen				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Pleuromeia sternbergi</i>
	8	Üdingen/Düren	Bergbui/Mechnich	Nordelfel				●	Pteridophyta Spermatophyta	<i>Albertia elliptica</i> <i>Albertia latifolia</i>
	9	Lammersdorf/Gerolstein	Kordel/Trier	Westelfel				●	Lycophyta Filicophyta	<i>Pleuromeia sternbergi</i>
	10	Wienrode/Blankenburg	Jerkheim, Remlingen Salzgitter, Vienburg	Harzvorland	●				Schizophyta	Stromatolithen
INVERTEBRATA	11	Adamswiller, Arzviller, Bust, Hangviller, Petersbach, Phalsbourg, Vitsberg, Wasselonne		Vogesen				●	Mollusca Arthropoda	
	12	Lendzin/Kattowitz	Anhalt, Berun, Beuthen Biotnitz, Gogolin	Oberschlesien				●	Mollusca	
	13	Bremke/Göttingen		Solling				●	Arthropoda Reptilia	<i>Psammolimulus gottlingensis</i> <i>Ctenosauriscus koeneni</i>
VERTEBRATA	14	Durlach/Karlsruhe		Baden				●	Actinopterygii Arthropoda	<i>Praesemionotus aculeatus</i> <i>Aspidogaster durlachensis</i>
	15	Helmstadt/Heidelberg	Mosbach, Nußloch	Baden				●	Actinopterygii Arthropoda	
	16	Kappel/Villingen		Schwarzwald				●	Amphibia	<i>Mastodonsaurus capelensis</i>
	17	Bernburg/Saale		Sachsen				●	Amphibia	<i>Trematosaurus brauni</i>
	18	Rotfelden/Freudenstadt	Dietersweiler Platzgrafenweiler	Schwarzwald				●	Reptilia Amphibia	<i>Tanystropheus antiquus</i> <i>Eocyclotusaurus woschmidti</i>
ICHNIA	19	Hildburghausen/Werra	Bad Berka, Jena Kahla, Meiningen	Thüringen				●	Ichnia reptiliorum	<i>Chirotherium barthii</i>
	20	Helmstadt/Heidelberg	Nußloch	Baden				●	Ichnia invertebratorum	<i>Corophioides luniformis</i> <i>Isopodichnus sp.</i>

Abbildung 54. Übersicht der wichtigsten Fundstellen von versteinerten Pflanzen und Tieren im mitteleuropäischen Buntsandstein (zur Lage der Lokalitäten s. Abb. 55). Literaturzusammenstellung in MADER (1984b).

sogar interkontinentale Serienparallelisierungen in der terrestrischen Unter-Trias. In Sibirien kommt *Pleuromeia sternbergi* zusammen mit Ammoniten und Conodonten vor, was den Anschluß der kontinentalen Abfolgen an die marine Orthochronologie erlaubt. Paläogeographisch spiegelt die nahezu kosmopolitische Verbreitung von *Pleuromeia* und *Chirotherium* eine abgeschwächte paläoklimatische Zonierung in der Untertrias wider. Die Verteilung von *Pleuromeia sternbergi* in Raum und Zeit im Mitteleuropäischen Becken und die Relation des Bärlapps zu anderen Pflanzen gibt eine Wanderung der Floren im Küstengürtel nach Süden wider. Dabei wird *Pleuromeia* durch Farne, Schachtelhalme und Koniferen, welche zusammen mit dem Rötmeer von Westen und Norden vordringen, nach Süden abgedrängt. Paläontologisch ist *Pleuromeia* als Bindeglied zwischen *Sigillaria* (Karbon) und *Nathorstiana* (Kreide; ein Vorläufer der rezenten *Isoetes*) von ersterangiger Bedeutung für die Phylogenie der Lycopoden.

Die besondere paläoökologische Bedeutung (vgl. MADER 1984 b, MADER & WANG 1985) von *Pleuromeia sternbergi* im mitteleuropäischen Buntsandstein liegt in der

häufigen in situ-Erhaltung, was eine detaillierte biostratigraphische Interpretation ermöglicht und im Zusammenhang mit sedimentologischen Aussagen eine eingehende Rekonstruktion von Lebensraum und Fossilisationsbedingungen erlaubt. *Pleuromeia sternbergi* besiedelt häufig in halophytischer Lebensweise, bei vermutlich hauptsächlich fakultativ-halophilem Verhalten, die Ränder und die Umgebung von fließenden und stehenden Gewässern. Sie wächst in den Ufersäumen fluvialer Stromkanäle und deltaischer Rinnen, auf aufgetauchten Sandbänken in Wasserläufen, in trockenengefallenen Teilen der Überflutungsebenen, am Rand von Interdünen-Playa-Seen und am Fuß aeolischer Dünen. Manche *Pleuromeia*-Vegetationen im medialen bis distalen Teil alluvialer Überschwemmungsebenen haben über einige Jahre Bestand, wobei sich mehrere Generationen entwickeln. Die Pflanzenstandorte werden meist bei Verlagerung der fluvialen Rinnen durch die rasche Wanderung von Sandbänken und schnelle Ausbreitung von Sandschichten an Ort und Stelle eingebettet. Teilweise erfolgt die autochthone Erhaltung auch durch Einhüllung mit Suspensionssedimenten in überfluteten flu-

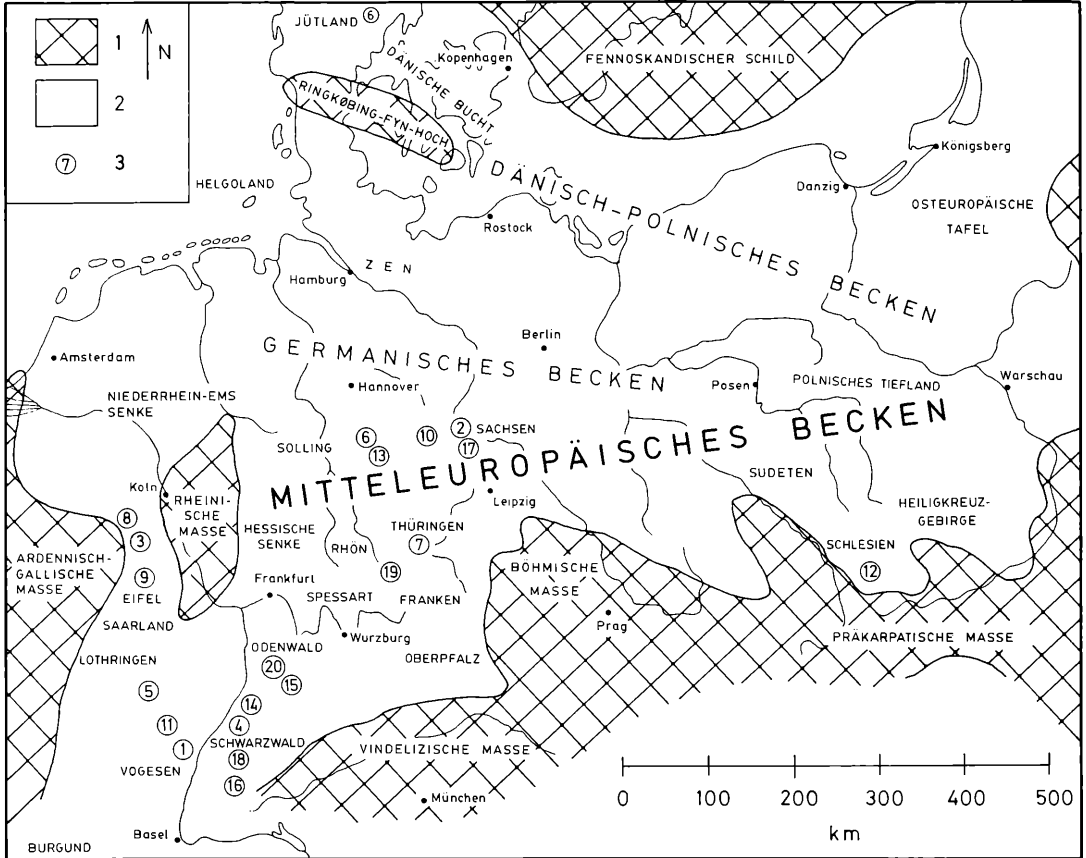


Abbildung 55. Paläogeographische Karte des Mitteleuropäischen Buntsandstein-Beckens mit den wichtigsten Fundstellen von Buntsandstein-Fossilien (die Nummern entsprechen den Zeilen in Abb. 54). Legende: 1 = Grundgebirge (Beckenrahmen sowie Schwellen innerhalb des Sedimentationsgebietes), 2 = Ablagerungsraum des Buntsandsteins, 3 = bedeutender Fossilfundpunkt.

viatilen Überbank- und Interdünen-Playa-Seen sowie durch Begraben unter vorrückenden transversalen aeolischen Dünenkämmen.

3.2 *Chirotherium*

Die Reptilienfährten von *Chirotherium* (s. Abb. 57 und 58) stehen in ihrer paläoökologischen Bedeutung *Pleuromeia sternbergi* kaum nach, insbesondere da die Vertebratentrittsiegel ebenso wie die Bärlappgewächse am Ort ihrer Entstehung konserviert sind. Die Fußspuren von *Chirotherium* dokumentieren die Wanderung von Reptilien über ausgedehnte aufgetauchte und trocken-gefallene Bereiche fluviatiler Überflutungsebenen in der Umgebung von schrumpfenden flachen Seen im abgelegeneren Teil der Überschwemmungsflächen oder im Bereich des Uferwallsaumes entlang der Rinnen. Die Trittsiegel entstehen zu unterschiedlichen Zeiten vor oder nach der Bildung der Kontraktionsrisse im Sediment (s. Abb. 59 und 60). Die Spuren belegen eine ex-

tensive Wanderung von Vertebraten in subaerisch exponierten Teilen der Alluvialebene und sind damit in ihrer Häufigkeit des Auftretens in der Schichtfolge und ihrer Erstreckung in den Fundhorizonten entscheidende Anhaltspunkte für die Beurteilung der räumlichen Ausdehnung und zeitlichen Dauer der Überschwemmungen im Überbankbereich.

3.3 Invertebraten-Lebensspuren

Die sedimentologische Interpretation fluviatiler Abschnitte des mitteleuropäischen Buntsandsteins wird durch die häufige Bioturbation der alluvialen Ablagerungen (s. Abb. 63) paläoökologisch unterstützt. Mündungen vertikaler Grabgänge auf Schichtflächen fluviatiler Rinnensande bezeugen die Besiedlung der Sedimente am Boden der flachen Stromkanäle mit grabenden und wühlenden Invertebraten (s. Abb. 63). Diese Besiedlung erfolgt vorwiegend im Endstadium der Aggradation perennialer Flußsysteme bei nachlassen-

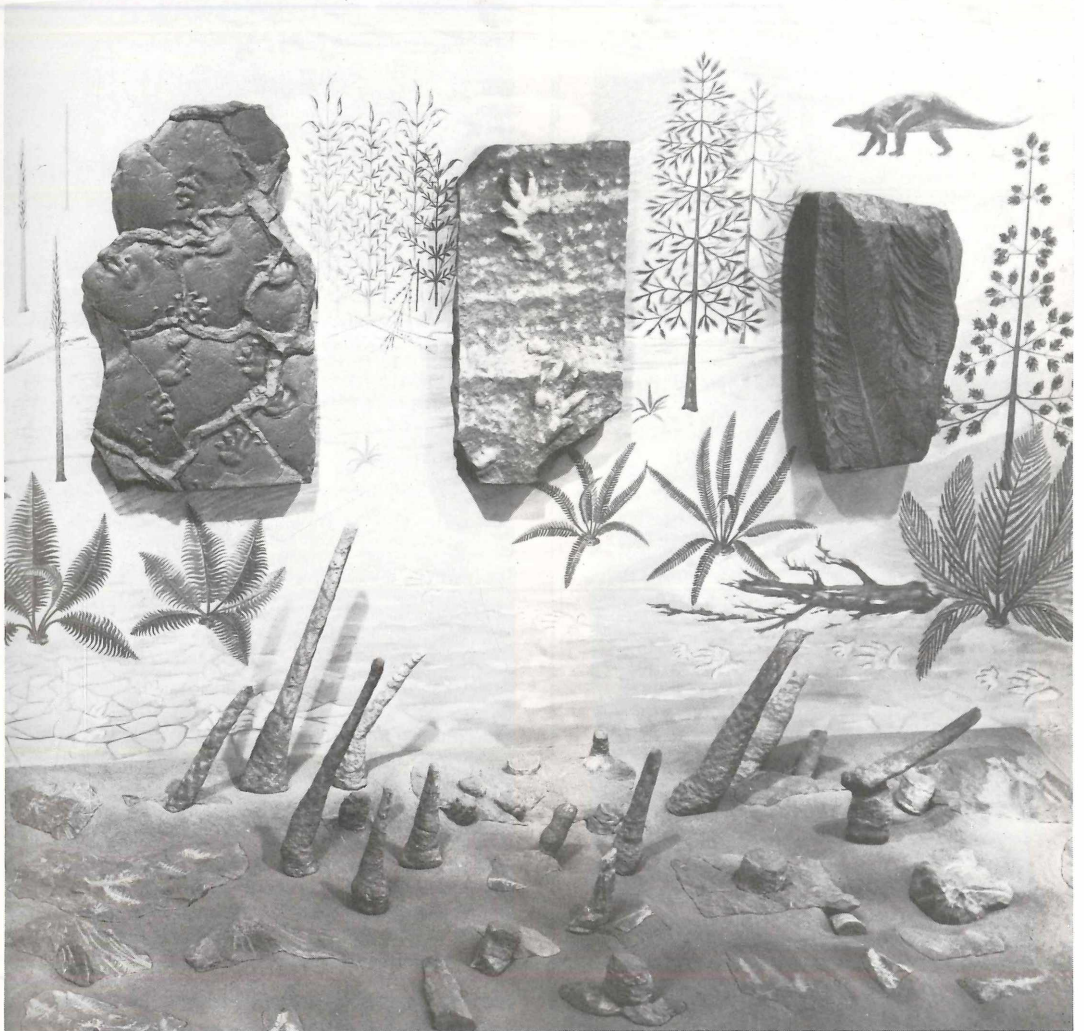


Abbildung 56. Die *Pleuromeia*-Vegetation von Lammersdorf (Westefel) repräsentiert ein herausragendes Beispiel einer in situ-Erhaltung von Buntsandstein-Pflanzen. Die Bärlappgewächse besiedelten zusammen mit krautigen Farnen den Randsaum eines schrumpfenden Sees in einer mäßig breiten Überflutungsebene, welche von vernetzten Stromkanälen und aeolischen Dünenfeldern eingerahmt wurde. Die Pflanzen wuchsen im sandig/tonig-schluffigen Substrat und wurden bei rascher Verschiebung des angrenzenden Wasserlaufes durch schnelle Einhüllung mit wandernden Sandbänken in Lebensstellung überliefert. Bildbreite etwa 3 m. Mittlerer Buntsandstein, Lammersdorf bei Gerolstein (zentrale Westefel). Original in den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Foto: H. HECKEL.

der Transportkraft und Wasserführung (vgl. MADER 1983 a). Bioturbation von grobklastischen Rinnenablagerungen spiegelt sogar die Kolonisation der Absätze am Grund von hochenergetischen Fließgewässern bei Unterschreiten eines Schwellenwertes der Strömungsintensität wider und belegt damit das latente Vorhandensein von Leben auch in den verflochtenen Flußläufen mit Geröllfracht. Die Durchwühlung von Bröckelbänken im tieferen Abschnitt der fluviatilen Zykllotheme gibt

sogar eine episodische Sedimentation in hauptsächlich ephemeralen Stromgeflechten zu erkennen, die in der raschen Verringerung der Fließgeschwindigkeit während Niedrigwasserperioden bereits im initialen bis medialen Stadium der Wasserlaufaggradation begründet ist. Damit wird über die sedimentologische Evidenz hinaus eine polygenetische Auffüllung der Rinnen dokumentiert (vgl. MADER 1984 d).

In den Überflutungsebenen gibt die Intensität der Biotur-

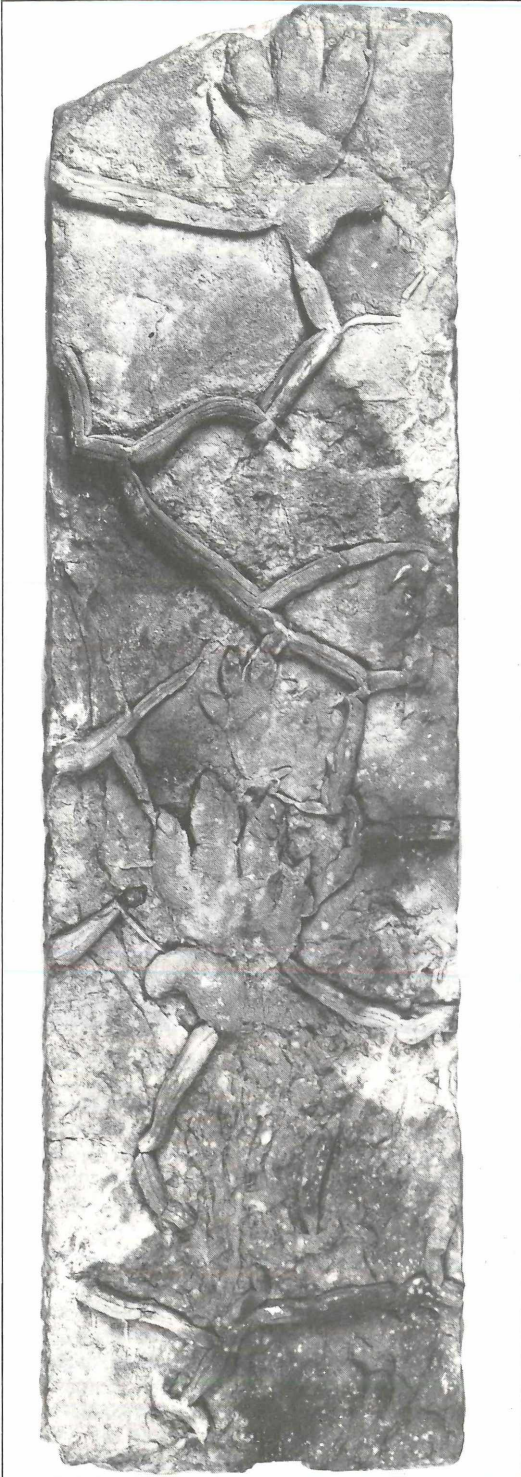


Abbildung 58. Trittsiegel von Reptilien auf Schichtflächen mit Trockenrissen geben das Auftauchen von Teilen der Flußebene und das Wandern von Wirbeltieren in den trockenengefallenen Bereichen zu erkennen. Die *Chirotherium*-Fährten sind die berühmtesten Spurenfossilien des germanischen Buntsandsteins. Bildbreite etwa 50 cm. Fundort unbekannt. Original in den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Foto: H. HECKEL.

Abbildung 57. Trockenrisse und *Chirotherium*-Reptilientrittsiegel sind Dokumente längeren Auftauchens größerer Bereiche von tonig-schluffigen Überflutungsebenen. Die subaerisch exponierten Flächen werden zum Lebensraum terrestrischer Tetrapoden, welche über tragfähige Partien der trockenengefallenen Regionen wandern. Mittlerer Buntsandstein, Norddeutschland. Größe der Platte 105 x 30 cm. Fundort unbekannt. Sammlung und Foto: Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Göttingen.



Abbildung 59. Eingerollte Tontüten werden bei Aufarbeitung durch wenigenergetische Strömungen geringfügig umgelagert und parallel zur Fließrichtung eingesteuert. Höhere Transportkraft dagegen führt zur Zerstörung der zylinderförmigen Gebilde und Konzentration als flache Scherben. Mittlerer Buntsandstein, Nördliches Saarland. Bildbreite etwa 15 cm. Steinbruch zwischen Dietzenborner Kopf und Pelterswald südwestlich Britten (Blatt 6405 Freudenburg, r 47 140, h 87 000).

bation Aufschluß über die Dauer der Stillwasserbedingungen mit mäßigem bis geringem Ausfall von Suspensionsfracht (s. Abb. 62). Es lassen sich lediglich kurzfristig stabile Bedingungen am Boden von flachen Seen, welche nur zu schwacher bis mäßiger Durchwühlung geführt haben, von langfristig konstanten Verhältnissen am Grund der Tümpel unterscheiden, welche teilweise eine starke Bioturbation ermöglicht haben. In vielen Sedimentabfolgen der Überschwemmungsebenen gibt die nach oben graduell zunehmende Intensität der Durchwühlung eine progressive Verbesserung der Kolonisationsmöglichkeiten in den Ablagerungen am Boden von Wasserläufen und Seen zu erkennen. Dies ist die Folge der immer wieder nachlassenden Sedimentation von feinsandiger Bettfracht und tonig-schluffigem Suspensionsmaterial. Die mehrfache Aufeinanderfolge derartiger Bioturbationszyklen mit kontinuierlichem Übergang vom ungestörten Sediment zu völlig entschichteten Ablagerungen ist ein wichtiges Kriterium zur Erkennung

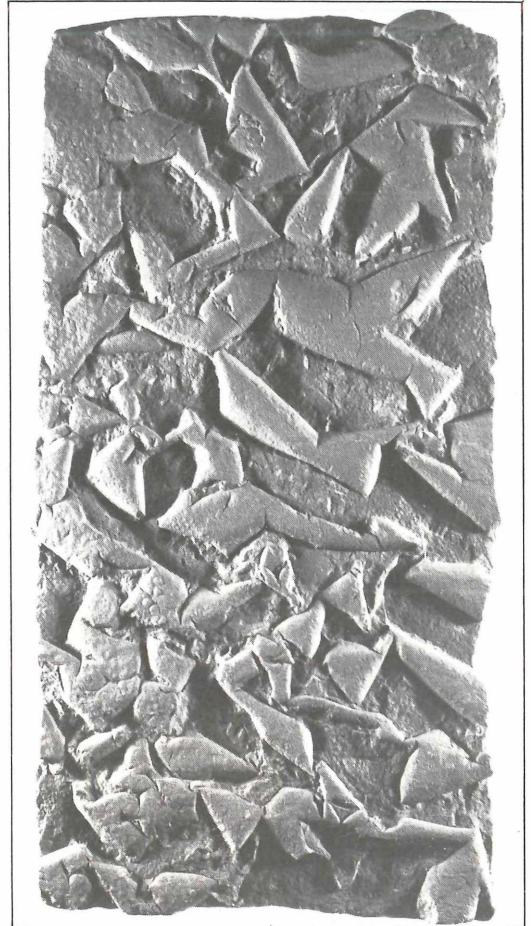


Abbildung 60. Eingerollte Tontüten sind eindrucksvolle Belege der Austrocknung von dünnen Schlammfilmen auf Sandflächen, welche sich in kurzfristigen stehenden Gewässern als Tonhäute abgesetzt haben. Bei der Schrumpfung reißt der Tonfilm in Vierecke auf, und die einzelnen dünnen Scherben wölben sich an den Rändern auf und rollen sich schließlich immer mehr ein. Die zerbrechlichen Tontüten bezeugen darüber hinaus besonders günstige Erhaltungsbedingungen durch Einbettung an Ort und Stelle durch geringenergetische Sandschüttungen. Bildbreite etwa 55 cm. Fundort unbekannt. Original in den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Foto: H. HECKEL.

mehrstöckiger Überflutungssedimentserien und zur Abgrenzung der individuellen genetischen Einheiten der Überbankablagerungen.

Neben vertikalen Grabgängen finden sich auf Schichtflächen verbreitet horizontale Weidespuren sternförmiger (s. Abb. 63), schlangenförmiger oder unregelmäßig gewundener Gestalt, welche das benthonische Leben dokumentieren. Günstige Erhaltungsbedingungen haben in vielen Ausschnitten der Schichtfolge immer wieder die Überlieferung von Elementen des Nektons ermög-

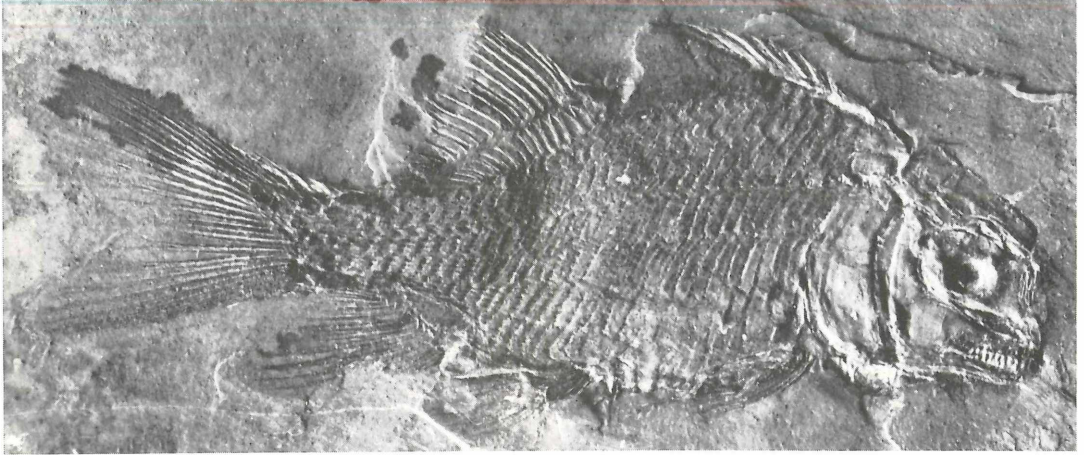


Abbildung 61. Günstige Erhaltungsumstände haben neben Zeugen des benthonischen Lebens in Form von Spuren (s. Abb. 58 und 63) immer wieder Elemente des Nektons überliefert. Die Fischfunde von Durlach bei Karlsruhe nehmen dabei aufgrund der außerordentlich guten Erhaltung zahlreicher Individuen eine Sonderstellung ein und sind ein ausgezeichnete Beleg für die Lebewelt in stehenden bis schwach strömenden Gewässern in den Flußebenen. Bildbreite etwa 3 cm. Oberer Buntsandstein, Durlach bei Karlsruhe/Baden. Original in den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Foto: H. HECKEL.



Abbildung 62. Laufspuren von Arthropoden auf der Schichtfläche von sandigen Überschwemmungsabsätzen dokumentieren das Auftauchen und Trockenfallen der Schichtflutsedimente. Mittlerer Buntsandstein, Solling. Bildbreite etwa 5 cm. Steinbruch am Südhang des Heidbrink südlich Arholzen (Blatt 4123 Stadtoldendorf, r 39 180, h 47 180).

licht (s. Abb. 61).

In Paläoböden erlaubt das gemeinsame Vorkommen von phytogener Bioturbation und zoogener Durchwühlung im Vergleich mit Horizonten ohne Invertebraten-Lebensspuren die Interpretation der Bildungsbedingungen als zeitliche Aufeinanderfolge mehrerer Besiedlungsakte (vgl. MADER 1984 a). In einem älteren Stadium zoogener Kolonisation werden die Sedimente in fluvialen Rinnensystemen und alluvialen Überschwemmungsflächen von grabenden und wühlenden Invertebraten besiedelt, und nach dem Auftauchen und Trockenfallen von Teilen der Alluvialebene erfolgt die Pedogenese mit Wachstum von Pflanzen.

4. Diagenese

Nach der Ablagerung werden die Buntsandstein-Sedimente in mannigfacher Weise diagenetisch verändert (vgl. MADER 1981 c). Die einzelnen Mineralkörner unterliegen vielfältigen Umwandlungen und Neubildungen. In den proximalen Gebieten wachsen in den fluvialen Sedimenten vorwiegend Quarz, untergeordnet auch Kalifeldspat authigen weiter; die Verzahnung der postsedimentär entstandenen Kornhüllen bewirkt die oftmals starke Zementierung der Sandsteine. In den aeolischen Dünenansanden umgeben sich die Quarzkörner lediglich mit schmalen Anwachssäumen; die aeolischen Sedimente zeichnen sich daher häufig durch mäßige Verfestigung aus. Die unterschiedliche Diagenese der in verschiedenem Environment entstandenen Sedimente gibt einen Einfluß des Ablagerungsmilieus auf die postsedimentären Prozesse zu erkennen, der sich noch viel deutlicher in den feinkörnigeren Sedimenten im Bekenninneren ablesen läßt (FÜCHTBAUER 1967). Die reichhaltige diagenetische Abfolge in den distalen Ablagerungen führt von Neubildungen von Tonmineralien und Analcim über Authigenese von Albit, Quarz, Calcit, Anhydrit, Dolomit und Barytococelestine bis zu sekundärem Wachstum von Steinsalz. Jüngere Neubildungen verdrängen teilweise die älteren Ausscheidungen und verschleiern gelegentlich den vollständigen Ablauf der Diagenese.

Vorstehende Neubildungen sind vorwiegend während der zunehmenden Versenkung der abgelagerten Sandsteine im weiteren Fortgang der Buntsandstein-Sedimentation sowie während der Ablagerung der jüngeren Trias-Sedimente entstanden (Anadiagenese, FAIR-

BRIDGE 1967). Teilweise entstanden sie sogar erst im Laufe der tektonischen Wiederheraushebung in den Verwitterungsbereich weitgehend lange nach dem Ende der Trias-Zeit (Epidiagenese, FAIRBRIDGE 1967). Frühdiagenetisches Mineralwachstum, unmittelbar nach der Ablagerung, setzt in den proximalen Gebieten mit der Bodenbildung ein. Aus aufsteigenden Lösungen scheiden sich fleckig verteilte Karbonate in den Sandsteinen ab, die im Laufe der Zeit zu immer größeren Konkretionen und schließlich zu dichten Krusten zusammenwachsen. Im Porenraum bilden sich zahlreiche Hämatitkristalle und Tonmineralaggregate. Im Endstadium der Pedogenese kommt es zuweilen zu partieller Verkieselung; die karbonatischen Ausscheidungen werden dabei teilweise durch kryptokristallinen Quarz (Chalcedon, Karneol) verdrängt.

Die Diagenese des Buntsandsteins ist jedoch nicht auf die Hauptkomponenten der Sedimente beschränkt, sondern spiegelt sich auch in den akzessorischen Schwermineralien wider (MADER 1981 c). Transparente und opake Übergemengteile weisen eine Fülle von postsedimentären Veränderungen auf. Insbesondere Turmalin (s. Abb. 64/1) und Rutil (s. Abb. 64/5), gelegentlich jedoch auch Granat (s. Abb. 64/3 und 64/4), Apatit und sogar Zirkon (s. Abb. 64/2) umgeben sich mit authigenen Anwachssäumen. An anderen Schwermineralen bezeugen Korrosionsbuchten (s. Abb. 64/3) und Verdrängungstexturen die intraformationelle Mobilisation der authigen abgelagerten Schwermineralsubstanz aus detritischen Komponenten. Die diagenetische Evolution der opaken Akzessorien läßt sich besonders an Ilmeno-Hämatit und Titanomagnetit ablesen. Die postsedimentäre Entwicklung reicht vom unveränderten Primärkorn über partielle Pseudomorphose, Rutil/Anatas-Myrmekit und Skelett bis zu Leukoxen und Brauneisen. Charakteristische Texturen sind myrmekitartige Verwachsungen von feinkristallinem Rutil und Anatas sowie Skelette, aus denen eine Komponente des Entmischungsgefüges herausgelöst wurde. Die Leukoxenmassen der fortgeschrittenen Diagenese sind homogen-feinkörnig, kolloform oder rhythmisch-gebänderte Aggregate aus Leukoxenschnüren. Die postsedimentären Veränderungen der transparenten und opaken Schwermineralien, die destruktive und konstruktive Prozesse umfassen, unterstreichen den kompositionellen Umfang und die temporäre Reichweite der diagenetischen Entwicklung. Sie kennzeichnen zusammen mit den Neubildungen und Verdrängungen der Leichtmineralien das generell isochemische Bild der Diagenese des mitteleuropäischen Buntsandsteins.

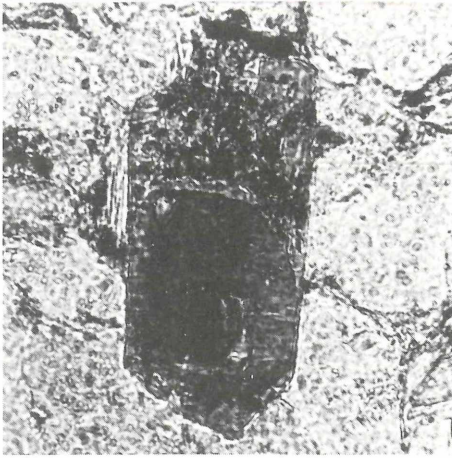
5. Entstehung der Rotfärbung

Die auffällige rote Farbe des mitteleuropäischen Buntsandsteins sowie anderer terrestrischer Rotsedimentabfolgen aus zahlreichen Formationen, welche durch feinverteilten Hämatit hervorgerufen wird, hat schon

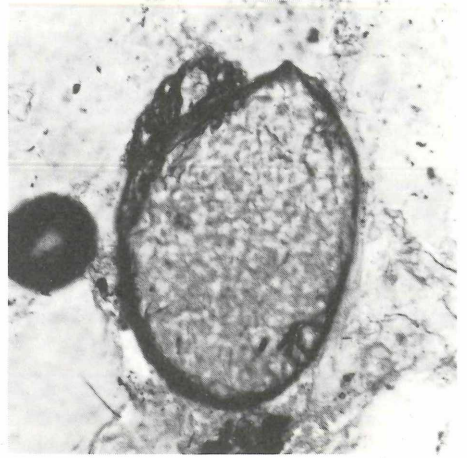


Abbildung 63. Sternförmige Weidespur auf einem Strömungsrippelfeld. Die horizontalen Lebensspuren auf Schichtflächen von fluviatilen Ablagerungen dokumentieren ebenso wie die Mündungen vertikaler Grabgänge die Besiedlung der Sedimente am Grund der Flußrinnen mit nachlassender Transportkraft und Wasserführung. Durchmesser der Sternspur 16 cm. Mittlerer Buntsandstein, Lahrer Vorbergzone. Original in den Landesammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Foto: H. HECKEL.

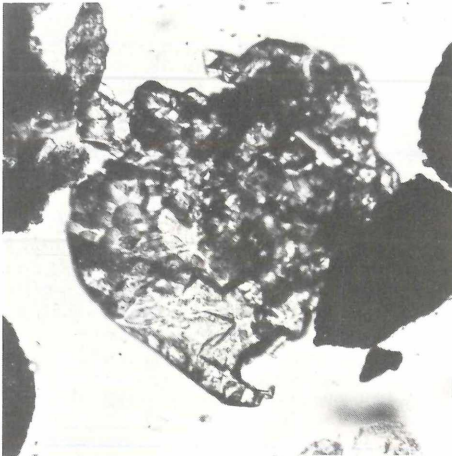
früh die Frage nach der Entstehung der Pigmentierung aufgeworfen (Literaturübersicht in MADER 1983 e). In den letzten Jahrzehnten vollzog sich in der Interpretation der Genese der Rotfärbung ein grundlegender Wandel. Während bisher die Theorie der primären, detritischen Abkunft des Pigmentes vorherrschte, setzte sich im Laufe der Zeit immer mehr das Bild einer sekundären, diagenetischen Entstehung der Farbträger nach der Ablagerung durch. In neuerer Zeit wurde das Konzept der authigenen Pigmentbildung auch auf Teile des germanischen Buntsandsteins übertragen. Untersuchungen im Buntsandstein der Eifel am Westrand des Mitteleuropäischen Beckens (MADER 1983 e) geben jedoch eine komplexere Geschichte der roten Farbe zu erkennen. Insbesondere allseitige Eisenoxidhüllen der klastischen Körner, die häufig auch an Kornkontaktstellen auftreten, bezeugen die primär-detritische Abkunft des Pigmentes. Weitere Anzeichen sedimentärer Provenienz der Farbträger sind die Erhaltung von ursprüng-



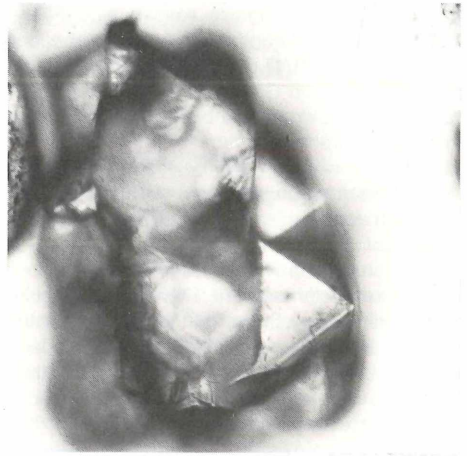
1



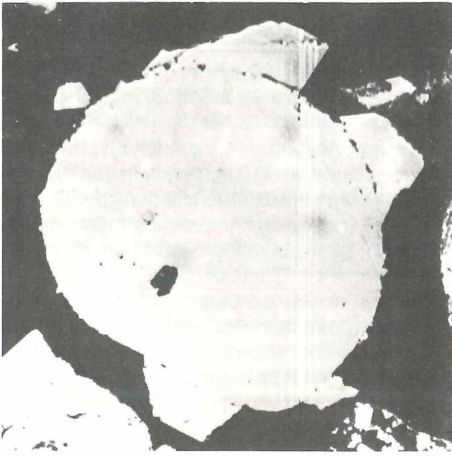
2



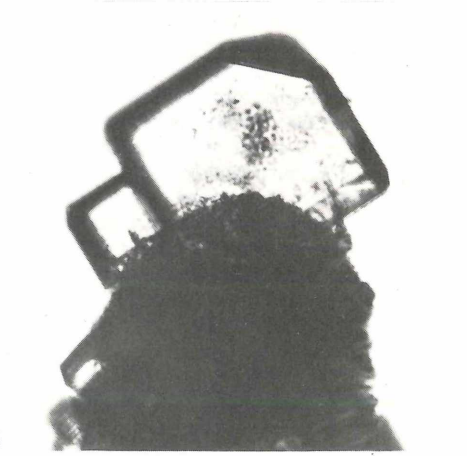
3



4



5



6

lichen Pigmentnuancenunterschieden zwischen aeolischen und fluviatilen Ablagerungen sowie die Konservierung syngenetischer Entfärbungsschlieren und der vertikalen Farbzonierung von rot zu blauviolett in Paläoböden.

Daneben weisen mannigfaltige diagenetische Eisenoxide auf die postsedimentäre Neubildung von Farbträgern und die Überprägung der detritischen Pigmentverteilung hin. Authigene Eisenoxide haben sich in allen Stadien der Diagenese konzentriert und dispers abgeschieden.

Die entscheidenden Kriterien zur Deutung der Pigmentgenese lassen sich aus dem Erscheinungsbild der opaken Schwermineralfraktion ableiten. Die undurchsichtigen Übergemengteile sind vorwiegend an Ort und Stelle in andere Eisen- und Titanoxide umgewandelt. In Glimmern werden die gelösten Eisenoxide meist in situ zwischen den Spaltrissen als Hämatittäfelchen wieder ausgefällt. Zur Neubildung von sekundärem feindispersen Pigment stehen somit lediglich die durch Skelettierung von Entmischunggefügen sowie die durch vollständige Verdrängung von Ilmeno-Hämatit und Titanomagnetit durch titanoxidische Phasen freigesetzten Eisenoxide zur Verfügung.

Insbesondere die quantitative Dominanz von diagenetischem Eisenoxid gegenüber dem ebenso mobilen authigenen Titanoxid (in den opaken Schwermineralien ist das Verhältnis nahezu 1), die vorwiegend in situ Wiederausfällung von Eisenoxiden in Glimmern und undurchsichtigen Akzessorien, die Zusammenhänge zwischen violetter Farbe und Entfärbungsschlieren in Paläoböden und die Relationen zwischen Eisenschalen und Bleichungszonen im germanischen Buntsandstein führen zu dem Schluß, daß der überwiegende Teil der diagenetischen Eisenoxide aus primären Korntapeten mobilisiert wurde. Die freigesetzten Eisenoxide haben sich sekundär in allen Stadien der Diagenese wieder abgeschieden. Die terrestrischen Buntsandstein-Sedimente sind weitgehend als primäre Rotschichten anzusehen, deren Pigmentverteilung nach der Ablagerung diagenetisch überprägt wurde (eingehende Darstellung und Diskussion in MADER 1985 e).

Abbildung 64. Authigene Neubildungen von transparenten und opaken Schwermineralien im Buntsandstein der Westeifel unterstreichen einen erheblichen kompositionellen Umfang und eine beträchtliche temporale Reichweite der Diagenese. Das Wachstum der Akzessorien erfolgt als Anwachs säume um gerundete detritische Körner (1 und 5), aufgesetzte idiomorphe Kristalle auf sedimentären Kernen (2, 4 und 6) und als eigengestaltige Kristalle ohne ererbten Nukleus. Daneben belegen Körner mit Korrosionsbuchten (3) die intraformationelle Mobilisation der authigen abgelagerten Schwermineralsubstanz und untermauern die isochemische Diagenese des Buntsandsteins. 1: Turmalin, 2: Zirkon, 3 und 4: Granat, 5: Rutil, 6: Anatas. 1–4 und 6: Durchlicht, 5: Auflicht. 1–4: Bildbreite etwa 0,13 mm, 5 und 6: Bildbreite etwa 0,26 mm.

6. Schlußfolgerungen

1. Im germanischen Buntsandstein ermöglicht vor allem die sedimentologische und paläogeographische Interpretation fluviatiler Ablagerungen, aeolischer Dünen- und Paläoböden weitreichende Rekonstruktionen der Mechanismen der Entwicklungsgeschichte der kontinentalen Rotserie. In untergeordneten Anteilen finden sich in verschiedenen Abschnitten der Schichtfolge alluviale Schwemmkegelabsätze und Murenablagerungen, deltaische, tidale, lagunäre, marine und evaporitische Sedimente.

2. Fluviatile Ablagerungen setzen sich im Idealfall aus Kleinzyklen zusammen, welche von Rinnenrückstandssedimenten, Sand- und Kiesbankabsätzen und Überflutungsablagerungen aufgebaut werden. Vollständige Zykltheme enden in Partien des Mittleren Buntsandsteins mit aeolischen Dünen- und in Teilen des Oberen Buntsandsteins mit Paläoböden.

3. Die fluviatilen Kleinzyklen sind in vielen Fällen nur inkomplett ausgebildet oder lediglich fragmentarisch erhalten. Die Bildung der höheren Abschnitte der Zykltheme wird oftmals durch anhaltende hochenergetische Überschwemmungen der schmalen Überbankbereiche zwischen den engständigen Rinnen bereits primär weitgehend unterdrückt. Sekundär werden die wenigen gelegentlich entstandenen feinkörnigen Sedimente infolge starker vertikaler und lateraler Erosion während der seitlichen Verschiebung der Rinnen wieder abgetragen und dadurch aus dem Schichtverband entfernt.

4. In vielen alluvialen Sequenzen des Buntsandsteins ist innerhalb einzelner Regionen im Becken der Ablauf einer Evolution des fluviatilen Stils während der Ablagerungsgeschichte aufgezeichnet. Diese Evolution wird in erster Linie extern durch tektonische Aktivität im Abtragungsgebiet und daraus resultierende Anlieferung von Detritus in den Sedimentationsraum gesteuert. Sekundär kontrollieren Abflußraten und Bettfrachtzusammensetzung intern die Veränderungen innerhalb des Flußnetzes.

5. Die horizontale Abfolge der Faziesassoziationen vom Rand zum Zentrum des Beckens innerhalb einer Schichteinheit spiegelt eine laterale Zonierung des alluvialen Sedimentationsraumes wider. Diese Abfolge wird durch die nachlassende Anlieferung von grobklastischem Detritus aus dem Abtragungsgebiet, eine Konsequenz der erlahmenden Transportkraft der Flußsysteme mit zunehmender Entfernung vom Beckenrand und abnehmendem Gefälle in der Alluvialebene, ausgelöst. Dabei prägt die laterale Verschiebung und die Aufeinanderstapelung der Fazieszonen vielfach die Evolution des fluviatilen Stils in den regionalen Schichtfolgen. 6. In manchen Bereichen des Sedimentationsraumes läßt sich innerhalb einer Ablagerungszone eine regionale Diversifikation des fluviatilen Environments erkennen. Dies ist die Folge eines wechselnden Zustandes der Einhüllung der prätriadischen Grundgebirgsmorphologie, einer unterschiedlichen Ausdehnung des

aeolischen Milieus sowie einer räumlich und zeitlich begrenzten Detritusanlieferung zusätzlich zum Hauptsedimentstrom aus dem Hauptabtragungsgebiet.

7 In einigen Randbereichen des Beckens werden vertikale Evolution, laterale Zonierung und regionale Diversifikation durch vorwiegend longitudinal-axiale Veränderungen von Sedimentfracht und Gefälle im Becken im Laufe der Zeit modifiziert. Ursache dafür ist die zunehmende seitliche Erweiterung des Ablagerungsraumes. Die Hauptauswirkungen des lateralen Übergreifens zunehmend jüngerer Einheiten auf das eingerumpfte Grundgebirge sind dabei die Entwicklung von grobklastischen Marginalsäumen und Randkeilen lateraler Provenienz und das Aufsteigen von Faziesassoziationen in jüngere Schichtglieder jenseits des Auskeilens älterer Einheiten.

8. Hinsichtlich der flächenmäßigen Erstreckung und zeitlichen Stabilität der aeolischen Dünenfelder in Abhängigkeit von der Intensität ihrer Verzahnung mit Flußnetzen und Interdünen-Playa-Seen lassen sich drei Fälle unterscheiden. Ausgedehnte größere Sandmeere werden lediglich von schwach verflochtenen Stromsystemen mit weitständigen Rinnen und langsamer seitlicher Verlagerung der Wasserläufe durchschnitten. Begrenzte kleinere Dünenfelder werden von mittel- bis engständigen Rinnen schwach bis mäßig vernetzter Stromsysteme mit breiten bis ausgedehnten Überflutungsebenen durchsetzt. Lokale kleine Dünenansammlungen sind auf trockenengefallene Bereiche von alluvialen Überflutungsebenen und Playa-Seen beschränkt.

9. Die Verbreitung der Paläoböden im Oberen Buntsandstein hängt hauptsächlich von der Absenkung des Sedimentationsraumes und der Dynamik des fluviatilen Environments ab. Beide Einflußfaktoren wirken häufig zusammen und ergeben kombinierte Effekte. In vielen Fällen wird die Anzahl der Violetten Horizonte in der Schichtfolge in erster Linie von der fluviatilen Ablagerungsenergie kontrolliert, wobei die Kondensation der Paläoböden durch langsame Subsidenz des Beckens teilweise unterstützt wird.

10. Zu den paläoökologisch signifikantesten und den in der Schichtfolge verbreitetsten Fossilien des mitteleuropäischen Buntsandsteins zählen der Bärlapp *Pleuromeia sternbergi*, die Reptilienfährten von *Chirotherium* sowie Invertebraten-Lebensspuren. Die besondere biostratinomische Bedeutung dieser drei Versteinerungen liegt in der vorwiegenden bis ausschließlichen autochthonen Erhaltung, welche detaillierte Interpretationen des Lebensraumes ermöglichen.

11. *Pleuromeia sternbergi* besiedelt häufig in halophytischer Lebensweise die Ufersäume fluviatiler Stromkanäle und deltaischer Rinnen, aufgetauchte Sandbänke in Wasserläufen, trockenengefallene Teile von Überflutungsebenen, Ränder von Interdünen-Playa-Seen und die Marginalbereiche aeolischer Dünenfelder. Manche *Pleuromeia*-Vegetationen im medialen bis distalen Teil alluvialer Überschwemmungsebenen haben über einige Jahre Bestand, wobei sich mehrere Generationen

entwickeln. Die Pflanzenstandorte werden häufig bei Verlagerung der fluviatilen Rinnen durch rasche Wanderung von Sandbänken und schnelle Ausbreitung von Sandschichten an Ort und Stelle eingebettet.

12. Die Fußspuren von *Chirotherium* dokumentieren die Wanderung von Reptilien über ausgedehnte aufgetauchte und trockenengefallene Bereiche fluviatiler Überflutungsebenen in der Umgebung von schrumpfenden flachen Seen. Diese Seen sind im abgelegenen Teil der Überschwemmungsflächen oder im Bereich des Uferwallsaumes entlang der Rinnen zu finden. Die Spuren belegen häufige Wanderungen von Vertebraten in subaerisch exponierten Teilen der Alluvialebene und sind wichtige Anhaltspunkte für die Beurteilung der räumlichen Ausdehnung und zeitlichen Dauer der Überschwemmungen im Überbankbereich.

13. Mündungen vertikaler Grabgänge auf Schichtflächen fluviatiler Rinnensande bezeugen die Besiedlung der Sedimente am Boden flacher Stromkanäle mit wühlenden Invertebraten vorwiegend im Endstadium der Aggradation perennialer Flußsysteme, gelegentlich auch in der Initial- bis Medialphase der Auffüllung ephemeraler Wasserlaufgeflechte bei Nachlassen von Transportkraft und Abfluß. In vielen Abfolgen der Überschwemmungssedimente gibt die graduell zunehmende Intensität der Durchwühlung eine progressive Verbesserung der Kolonisationsmöglichkeiten der Ablagerungen am Boden von Wasserläufen und Seen zu erkennen. Dies ist eine Konsequenz des immer mehr nachlassenden Absatzes von Sediment und stellt Bioturbationszyklen dar, welche zur Erkennung mehrstökiger Überflutungsablagerungsserien entscheidende Bedeutung erlangen.

14. Die sedimentologische und paläoökologische Interpretation der vorwiegend fluviatilen Sedimente im germanischen Buntsandstein erlaubt zusammen mit der lithogenetischen Deutung von aeolischen Dünenständen, Paläoböden und weiterer untergeordneter Sedimenttypen die Rekonstruktion einer komplexen Ablagerungsgeschichte in Raum und Zeit. Diese Ablagerungsgeschichte ist das Ergebnis interner Regulierung und externer Kontrolle der hauptsächlich alluvialen Sedimentationsmechanismen.

Tabelle 2. Signifikanz der Fossilien im mitteleuropäischen Buntsandstein (Unter-Trias), Teil 1

Systematik	Signifikanz
Disziplin: Stratigraphie	
Plantae Variae, Megasporen Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraca	<ul style="list-style-type: none"> – Korrelation innerhalb des Germanischen Beckens – Zonengliederung der kontinentalen Serie Mitteleuropas – Anschluß der Parastratigraphie an die Orthochronologie des Tethysraumes (indirekt) – Dokumentation und Kontrolle der konventionell fixierten Formationsgrenzen – Einstufung und Konnektierung isolierter Vorkommen – Erkennung und Beurteilung von sedimentären und tektonischen Schichtreduktionen
Mollusca, Lamellibranchiata: <i>Avicula purchisoni</i> Mollusca, Gastropoda: <i>Turbonilla weissbachi</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Korrelation innerhalb des Germanischen Beckens
Plantae Variae: Megasporen Ichnia Vertebratorum, Thecodontia	<ul style="list-style-type: none"> – Konnektierung innerhalb des Mitteleuropäischen Beckens über diachrone Faziesgrenzen und Kondensation der Zyklengliederung hinweg
Phycophyta, Chlorophyta: Charophyta Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraca Arthropoda, Ostracoda: <i>Lutkevichinella mazurensis</i> Amphibia, Temnospondyli: <i>Parotosaurus</i> , <i>Trematosaurus</i> Ichnia Vertebratorum, Thecodontia	<ul style="list-style-type: none"> – Parallelisierung der kontinentalen Unter-Trias verschiedener Becken
Pteridophyta, Lycophyta: <i>Pleuromeia sternbergi</i> Ichnia Vertebratorum, Thecodontia: <i>Chirotherium</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Überregionale Stufenverknüpfung und interkontinentale Serienkorrelation innerhalb der terrestrischen Fazies – Anschluß der Parastratigraphie an die Orthochronologie des Tethysraumes (indirekt)
Mollusca, Cephalopoda: <i>Beneckeia</i> Incertae Sedis, Conodonten: <i>Neohindeodella triassica</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Unmittelbare Orthochronologie innerhalb des epikontinentalen Beckens
Mollusca, Lamellibranchiata: <i>Costatoria costata</i> Mollusca, Lamellibranchiata: <i>Myophoria vulgaris</i> Mollusca, Cephalopoda: <i>Beneckeia</i> Echinoderma, Holothuroidea: <i>Theelia</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Parallelisierung von germanischer epikontinentaler und tethyalen orthogeosynklinaler Entwicklung
Plantae Variae, Megasporen: <i>Echitriletes multispinosus</i> Mollusca, Lamellibranchiata: <i>Myophoria vulgaris</i> Echinoderma, Crinoidea: <i>Dadocrinus kunischi</i> Echinoderma, Holothuroidea: <i>Theelia germanica</i> Incertae Sedis, Conodonten: <i>Neohindeodella triassica</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Fixierung der Grenze Skyth/Anis
Disziplin: Paläogeographie	
Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraca Arthropoda, Ostracoda Mollusca, Lamellibranchiata Incertae Sedis, Conodonten	<ul style="list-style-type: none"> – Kosmopolitische Verbreitung (teilweise innerhalb der tethyalen Großprovinz) – Ansatzpunkte für nahezu globale Verknüpfungen
Protozoa, Rhizopoda: Foraminifera Protozoa, Hystrichosphaeridea	<ul style="list-style-type: none"> – Marine Ingressionen aus dem Arktisch-Grönländischen Meer in das Germanische Becken im tieferen Teil des Buntsandsteins – Wiederholte Abschnürung der Zuflußwege und Aussüßung sowohl ausgedehnter Binnenseen als auch lokaler Tümpel
Arthropoda, Ostracoda Mollusca, Cephalopoda: <i>Beneckeia</i> Echinoderma, Holothuroidea: <i>Theelia</i> Incertae Sedis, Conodonten	<ul style="list-style-type: none"> – Regionaler Provinzialismus mit Ausbildung verschiedener Faunenprovinzen – Verbindung von germanischer und asiatischer Faunenprovinz über die Ostkarpatische Pforte vom Ober-Olenekian bis Unter-Anis – Zusätzliche Verbindung von germanischer und austroalpiner Faunenprovinz ab Unter-Anis

Mollusca, Gastropoda
Mollusca, Lamellibranchiata

- Ingression des Röt-Meeres aus der asiatischen Provinz der Tethys durch die Ostkarpathische Pforte in das Mitteleuropäische Becken
- Faziescharakter der lithologischen Scheide zwischen Buntsandstein und Muschelkalk

Pteridophyta, Lycophyta: *Pleuromeia sternbergi*
Pteridophyta, Sphenophyta
Pteridophyta, Filicophyta
Spermatophyta, Coniferophyta

- Pflanzeogeographische Differenzierung im Germanischen Becken
- Wanderung der Vegetation nach Süden im Laufe der Beckenfüllung als Konsequenz des vorrückenden Röt-Meeres
- Gerichtete Verschiebung des Florenspektrums während der phyto-geographischen Evolution

Pteridophyta, Lycophyta: *Pleuromeia sternbergi*
Ichnia Vertebratorum, Thecodontia: *Chirotherium*

- Abgeschwächte klimatische Zonierung auf dem Festland in der Unter-Trias
- Nahezu kosmopolitische Verbreitung durch Position der ausgedehnten Kontinente in dem breiten subtropisch-humiden und ariden bis semiariden Gürtel

Spermatophyta, Coniferophyta

- Posttriadische Rotation des eurasiatischen Kontinentes

Disziplin: Paläontologie

Plantae

- Vereinigung von altertümlichen und fortgeschrittenen, hochentwickelten Formen
- Progressiver Wechsel der Floren in Raum und Zeit

Pteridophyta, Lycophyta: *Pleuromeia sternbergi*

- Bindeglied in der Phylognese der Lycophyta zwischen der karbonischen *Sigillaria* und der kretazischen *Nathorstiana* (Vorläufer der rezenten *Isoëtes*)
- Konvergenzerscheinung der rezenten säulenförmigen Cactaceen

Spermatophyta, Coniferophyta

- Buschige und krautige Vegetationselemente

Schizophyta, Stromatolithen

- Gute Leitfossilien in anderen Formationen, welche erstmals aus dem Buntsandstein beschrieben und gedeutet wurden
- Natürliche Herauswitterung aus dem einbettenden Gestein anstelle von künstlichem Freilegen durch Aufspalten

Spermatophyta, Coniferophyta: *Aethophyllum stipulare*
Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraken-Eier
Arthropoda, Insecta: Insekten-Eier
Arthropoda, Merostomata: *Psammolimulus*, *Limulitella*
Coelenterata, Cnidaria: *Progonionemus vogesiacus*

- Paläontologische Raritäten, die erstmals aus dem Buntsandstein bekanntgeworden sind oder gerade aus dem Buntsandstein in besonders guter Erhaltung geborgen wurden

Spermatophyta, Coniferophyta: *Aethophyllum stipulare*

- Erste bekanntgewordene krautige Konifere

Invertebrata
Vertebrata

- Nebeneinander von hochspezialisierten Formen mit fortgeschrittenem Entwicklungsstadium und primitiven, urtümlichen Formen
- Koexistenz von verschiedenen Stadien der phylogenetischen Evolution unterschiedlicher systematischer Gruppen

Ichnia Vertebratorum, Thecodontia

- Dokumentation von frühen Evolutionszentren und des Beginns der Hauptradiation der mesozoischen Tetrapodenstämme
- Neues Prinzip des Fußbauplanes als vorzügliche Anpassung an quadrupede Fortbewegung auf dem Festland
- Untermuerung der bezüglich untertriassischer Tetrapodenfaunen global zentralen Stellung des mitteleuropäischen Buntsandsteins

Pteridophyta, Sphenophyta
Arthropoda, Branchiopoda: *Triops*
Arthropoda, Merostomata: *Psammolimulus*, *Limulitella*
Osteichthyes, Dipnoi: *Ceratodus*
Reptilia, Rhynchocephalia: *Eifelosaurus triadicus*

- Formen haben bereits im Buntsandstein Höhepunkt oder Endphase ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung erreicht, haben sich seitdem kaum noch verändert und kommen rezent mit weitgehend ähnlichen Nachfahren als lebende Fossilien vor

Brachiopoda, Inarticulata: *Lingula*

- Eine der wenigen Formen, die mit nur geringen oder fast gar keinen Veränderungen das gesamte Phanerozoikum bis heute durchlaufen

Arthropoda, Merostomata: *Psammolimulus gottingensis*

- Einer der ältesten fossilen Schwertschwänze ist einer der am besten bekannten

Osteichthyes, Actinopterygii: <i>Praesemionotus aculeatus</i>	– Einige Strahlenflosser des Buntsandsteins gehören zu den am besten bekannten Fischen des Mesozoikums in Mitteleuropa
Osteichthyes, Actinopterygii: <i>Pericentrophorus minimus</i>	
Arthropoda, Branchiopoda: <i>Cornia germari</i>	– Musterbeispiel beträchtlicher erhaltungsbedingter Variabilität
Arthropoda, Branchiopoda: <i>Estheriella nodosocostata</i>	– Exemplarischer Fall ausgeprägter intraspezifischer Variabilität
Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraca	– Herauskrystallisation der Notwendigkeit einer grundlegenden Revision der Systematik der fossilen Conchostraken

Tabelle 3. Signifikanz der Fossilien im mitteleuropäischen Buntsandstein (Unter-Trias), Teil 2

Systematik	Signifikanz
Disziplin: Paläoökologie	
Pteridophyta, Lycophyta: <i>Pleuromeia sternbergi</i>	– Xeromorphe Flora in warmem bis heißem, teilweise trockenem Klima
Pteridophyta, Filicophyta	– Wechselnder Feuchtigkeits- und Salzgehalt der Böden
Pteridophyta, Sphenophyta	– Vegetation mit halophilen und halophoben Florenelementen in Monokulturen und Mischassoziationen an trockenen und feuchten Standorten
Spermatophyta, Coniferophyta	– Wachstum von Pflanzen in wechselndem Abstand von fließenden und stehenden Gewässern
	– Überlieferung als autochthone Biocoenosen und allochthone Thanatocoenosen
Pteridophyta, Lycophyta: <i>Pleuromeia sternbergi</i>	– Halophytische (fakultativ-halophile) Lebensweise in monospezifischen und oligogenerischen Populationen
	– Teilweise mehrjähriger Bestand der Vegetationen mit Entwicklung mehrerer Generationen und Nebeneinander von adulten und juvenilen Individuen
	– Häufig in situ Konservierung der Floren durch rasche Einbettung der standfest verankerten Pflanzen und geringen Strömungswiderstand der unverzweigten Sprosse
Schizophyta, Stromatolithen	– Temporäre Kolonisationsmöglichkeiten für Cyanophyceen in der Marginalzone eines ausgedehnten, häufig hypersalinen Playa-Sees während der Unterbrechung der Detrituseinschüttungen
	– Episodische regionale und lokale, großflächige und kleinräumige Besiedlung einer weitgehend lebensfeindlichen Umwelt
	– Stabilisation von Oolithbänken durch Überkrustung mit Algenmatten oder Annelidenröhrengeflechten und Wachstum von globulären Stromatolithenstöcken auf den organogenen Hartgründen
	– Autochthone Erhaltung der Stromatolithenrasen und -kuppeln
Phycophyta, Chlorophyta	– Wechselnd ruhiges und bewegtes Environment im randlich marinen und marginal-lakustrischen Flachwasser
Arthropoda, Ostracoda	– Salinitätsklassifikation des Brackwassers
Brachiopoda, Inarticulata: <i>Lingula tenuissima</i>	
Protozoa, Rhizopoda: Foraminifera	– Indikation euhalinen Environments durch stenohaline Formen
Echinoderma	

- Arthropoda, Branchiopoda: Conchostraca
Mollusca, Lamellibranchiata: *Avicula murchisoni*
Mollusca, Gastropoda: *Turbonilla weissbachi*
- Besiedlung von flachen temporären Süß- und Brackwasserseen unterschiedlicher Ausdehnung und Entwicklung
 - Wechsel von optimalen Lebensbedingungen mit Aufblühen und Entfaltung nach Überflutung der Playa mit sauerstoffreichem Wasser und Massensterben infolge Sauerstoffentzug durch Schrumpfung und Austrocknung
 - Schwankende Salzgehalte im brackischen Biotop mit wiederholter Überschreitung der Toleranzgrenzen für die Existenz der Populationen
 - Bedeutung von hochsalinem Brackwasser als ökologische Nischen für wenige angepasste Arten in monospezifischen und oligogenerischen Populationen
- Vermes, Annelida
- Arthropoda, Malacostraca
- Vagile, sessile (z. T. inkrustierende) und saprophage Arten
 - Nektonische und benthonische, carnivore und detritophag-limnivore, marine und brackisch-limnische Arten
- Arthropoda, Insecta: Insekten-Eier
Coelenterata, Cnidaria: *Progonionemus vogesiacus*
- Markante biostratonomische Zeugen außergewöhnlich günstiger Erhaltungsbedingungen
- Arthropoda, Insecta, Arachnida
Ichnia Vertebratorum
- Fauna und Flora
des Voltziensandsteins
der Vogesen
- Dokumentation des Lebens auf dem trockenen Festland
 - Synökologie verschiedener Lebensgemeinschaften und Autökologie zahlreicher Formen
 - Evolution der Biocoenosen in Abhängigkeit von den Änderungen der Umweltbedingungen im Lauf der Ablagerung
 - Rekonstruktion der Entwicklung der Lebensbedingungen in Raum und Zeit
 - Wechsel von Überflutung und Austrocknung von Seen und Tümpeln mit temporärer Verbindung zu den Stromkanälen oder episodischer Auffüllung durch Niederschläge
 - Progressive Verarmung der Wasserfauna bei kontinuierlicher Verringerung der Ausdehnung der Wasserkörper und gradueller Verbrackung durch zunehmenden Salzgehalt
 - Alternierend optimale Entfaltungsmöglichkeiten der Wasserfauna in Seen und Tümpeln durch periodische Zirkulation und Durchlüftung infolge zuströmendem sauerstoffreichem Wasser und Massensterben durch fortschreitenden Sauerstoffmangel in schrumpfenden und verflachenden Gewässern bei Abschnürung der Zuflüsse
 - Zunehmende Ausweitung der Vegetation und Uferfauna mit progressiver Verlandung der stagnierenden Gewässer
- Reptilia, Squamata: *Tanystropheus antiquus*
- Wechsel der Lebensweise im Lauf der Ontogenese vom terrestrischen Insektivoren im juvenilen Stadium zum marinen Fischräuber im adulten Stadium
- Reptilia, Rhynchocephalia: *Eifelosaurus triadicus*
- Umherstreifen von Insektivoren in vegetationsbestandenen Überbankflächen
- Osteichthyes, Dipnoi: *Ceratodus*
- Adaption an alternierende Überflutung und Austrocknung temporärer Seen und Flüsse
- Ichnia Vertebratorum
- In situ erhaltene Teilbiotope
 - Wanderung von Reptilien und Amphibien über trockenengefallene Überschwemmungsebenen
 - Rekonstruktion der wechselnd quadrupeden und bipeden Lokomotion, teilweise in Abhängigkeit von den Substrat-eigenschaften
 - Wechsel von Überflutung und Auftauchen der fluviatilen Überbankbereiche
- Ichnia Invertebratorum, Domichnia: *Arenicolites*, *Diplocraterion*
Brachiopoda, Inarticulata: *Lingula tenuissima*
- Halophile Monokulturen konkurrenzüberlegener Arten im übersalzten Strandsaum und in hypersalinen Lagunen im Küstengürtel des Röt-Meeress
 - Toleranz teilweise erheblicher Schwankungen von Sauerstoffgehalt und Salinität des Wassers

Ichnia Invertebratorum, Domichnia, Repichnia: <i>Scoyenia</i> -Assoziation	<ul style="list-style-type: none"> – Bodenleben in fluviatilen Rinnen und Überbankgewässern – Einphasige und mehrphasige Aggradation der Stromkanäle und Akkretion der Überschwemmungsflächen – Fluktuationen von Wasserstand und Abfluß durch aufeinanderfolgende diskrete Fluten im Wechsel mit Niedrigwasserperioden – Differenzierung mehrerer getrennter Überschwemmungen der Überbankbereiche durch Bioturbationszyklen – Räumlicher und zeitlicher Wechsel von episodischen Konditionen in ephemeralen Rinnen und kontinuierlichen Bedingungen in perennialen Strömen – Latente Präsenz von bodenbewohnenden Organismen auch in hochenergetischen Fließgewässern mit Einsetzen der Kolonisation bei Abflauen der Transportkraft und Abklingen der Abflußrate – Beziehung zwischen Bioturbation und Hydrodynamik – Anzeiger periodischer Durchlüftung stagnierender Wasserkörper durch zuströmendes Wasser oder Turbulenz infolge Aufwühlung durch den Wind
Ichnia Invertebratorum	<ul style="list-style-type: none"> – Vorrücken der marinen Überflutungen auf das alluviale Festland
Disziplin: Evolution	
Plantae	<ul style="list-style-type: none"> – Entschlüsselung der Evolution der Biosphäre im Lauf der Ablagerungsgeschichte durch Verknüpfung der paläoökologischen Aussagen mit den sedimentologischen Indizien
Invertebrata	
Vertebrata	
Ichnia Vertebratorum	<ul style="list-style-type: none"> – Synthese der Entstehung des mitteleuropäischen Buntsandsteins im Lichte der Entwicklung der Lebewelt durch Kombination von lithologischen Merkmalen und biofaziellen Kriterien
Ichnia Invertebratorum	

Tabelle 4. Entwicklungstendenzen der Fauna und Flora des mitteleuropäischen Buntsandsteins

Stratigraphie	Entwicklung
Systematik: Plantae	
Höherer Teil des Unteren Buntsandsteins Tieferer Teil des Mittleren Buntsandsteins	<ul style="list-style-type: none"> – Wachstum von Landpflanzen lediglich in einzelnen kleinen Oasen in der Nähe mancher Wasserlachen in den Randzonen des Beckens – Regional verbreitete Kolonisation von Cyanophyceen im Marginalsaum des ausgedehnten Playa-Sees im medialen bis distalen Teil des Sedimentationsgebietes
Höherer Teil des Mittleren Buntsandsteins	<ul style="list-style-type: none"> – Terrestrische Vegetation mit Monokulturen an trockenen Standorten und Mischfloren in feuchteren Bereichen in zahlreichen kleineren und größeren Oasen in marginalen und medialen Teilen des Ablagerungsraumes – Lokal und regional beschränkte Besiedlung des Randgürtels des beckeninneren Playa-Sees mit Blaugrünalgen – In manchen marginalen Abschnitten des Beckens aufgrund feuchterer Klimaverhältnisse wiederholt regionale und lokale Bodenbildung und stärkerer Pflanzenwuchs
Tieferer Teil des Oberen Buntsandsteins	<ul style="list-style-type: none"> – Vegetation mit diversifizierten Mischfloren in flächenhaft ausgebreiteter Verbreitung in den randlichen und mittleren Bereichen des Ablagerungsraumes – Häufige bis durchgehende Pedogenese und Bildung dichter Pflanzendecken auf den mit zunehmender Dauer der Sedimentationsunterbrechungen immer ausgeprägter entwickelten Böden

Höherer Teil des Oberen Buntsandsteins

- Terrestrische Flora wird durch das vorrückende Röt-Meer auf den Marginalsaum des Ablagerungsgebietes zurückgedrängt
- Reichhaltige Mischvegetationen mit halophilen und halophoben Pflanzen an trockenen und feuchten Standorten

Systematik: Reptilia, Amphibia, Ichnia Vertebratorum

Höherer Teil des Unteren Buntsandsteins
Tieferer Teil des Mittleren Buntsandsteins

- Vereinzelte Tetrapoden wandern gelegentlich in die Randzonen des Beckens ein

Höherer Teil des Mittleren Buntsandsteins

- Einzelne bis zahlreiche Reptilien und Amphibien werden in marginalen und medialen Teilen des Ablagerungsgebietes regional heimisch
- Vereinzelte Tetrapoden dringen bis in das Zentrum des Sedimentationsraumes vor

Tieferer Teil des Oberen Buntsandsteins

- Der gesamte proximale und mediale Beckenbereich wird zum Lebensraum einer reichen Reptilien- und Amphibien-Fauna

Höherer Teil des Oberen Buntsandsteins

- Beschränkung des Tetrapoden-Lebensraumes auf den Marginalgürtel des Beckens durch die vordringende marine Transgression

Systematik: Plantae, Invertebrata, Vertebrata,
Ichnia Vertebratorum, Ichnia Invertebratorum

Unterer Buntsandstein

- Im tieferen Teil nur spärliche Besiedlung kleiner und isolierter Bereiche
- Im höheren Abschnitt lokal und regional verbreitete Existenz angepaßter Faunen- und Florenelemente
- Generell ungünstige und stark eingeschränkte Lebensbedingungen

Mittlerer Buntsandstein

- Kontinuierliche Fortsetzung der im höheren Teil des Unteren Buntsandsteins begonnenen Verbesserung der Umweltverhältnisse, begleitet von einer Zunahme des Artenspektrums von Pflanzen- und Tierwelt
- Im höheren Abschnitt erhebliche Steigerung der Entfaltung von Flora und Fauna
- Am Ende in vielen Arealen des Beckens lokal diversifiziertes und regional verbreitetes Leben in teilweise reichen Populationen
- Die günstigen Besiedlungsmöglichkeiten bleiben noch auf größere Teile des Ablagerungsraumes begrenzt, welche von spärlich kolonisierten Bereichen getrennt werden

Oberer Buntsandstein

- Großflächige Ausdehnung in teilweise zusammenhängenden Räumen der am Dach des Mittleren Buntsandsteins noch regional beschränkten Fauna und Flora in den Randgebieten des Beckens am Anfang des Oberen Buntsandsteins
- Im zentralen Teil des Ablagerungsraumes lebensfeindliche Bedingungen im übersalzten Binnenmeer im tieferen Abschnitt
- Kulmination der Verbreitung und Diversifikation der Lebewelt sowohl im kontinentalen Milieu als auch im ozeanischen Environment im höheren Teil
- Zum Dach des Buntsandsteins hin wird die terrestrische Pflanzen- und Tierassoziaton zunehmend durch die marine Faunengemeinschaft ersetzt
- Am Übergang zum nahezu rein ozeanischen Muschelkalk zieht sich die kontinentale Lebewelt auf den schmalen, vermutlich diskontinuierlichen Randstreifen des Beckens zurück oder verschwindet völlig aus dem Ablagerungsraum

Literatur

- BACKHAUS, E. (1974): Limnische und fluviatile Sedimentation im südwestdeutschen Buntsandstein. – *Geol. Rdsch.*, **63**: 925–942; Stuttgart.
- BACKHAUS, E. (1980): Zu Fragen der Nomenklatur und der Gliederung nach Formationen im Rotliegenden, Zechstein und Buntsandstein. – *Newsl. Stratigr.*, **9**: 105–113; Berlin, Stuttgart.
- BOIGK, H. (1959): Zur Gliederung und Fazies des Buntsandsteins zwischen Harz und Emsland. – *Geol. Jb.*, **76**: 595–636; Hannover.
- CLEMMENSEN, L. B. (1979): Triassic lacustrine red-beds and paleoclimate: The „Buntsandstein“ of Helgoland and the Malmros Klint Member of East Greenland. – *Geol. Rdsch.*, **68**: 748–774; Stuttgart.
- DACHROTH, W. (1972): Der Obere Buntsandstein im Saarland. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **21**: 117–144; Karlsruhe.
- DUPHORN, K., GAERTNER, H. R. v., GANNIS, D., GRAHLE, H. O., REUM, H. & ROHDE, P. (1971): Geologische Karte von Mitteleuropa 1 : 2 000 000; Hannover.
- DURAND, M. (1978): Paléocourants et reconstitution paléogéographique. L'exemple du Buntsandstein des Vosges méridionales (Trias inférieur et moyen continental). – *Sci. Terre*, **22**: 301–390; Nancy.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1967): Phases of diagenesis and authigenesis. – In: LARSEN, G. & CHILINGAR, G. V. (eds.), *Diagenesis in sediments*; Developm. Sedim., **8**: 21–89; Amsterdam.
- FÜCHTBAUER, H. (1967): Der Einfluß des Ablagerungsmilieus auf die Sandstein-Diagenese im Mittleren Buntsandstein. – *Sedim. Geol.*, **1**: 159–179; Amsterdam.
- GALL, J. C. (1971): Faunes et paysages du Grès à Voltzia du Nord des Vosges. Essai paléocéologique sur le Buntsandstein supérieur. – *Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, **34**: 318 S.; Strasbourg.
- GRADZINSKI, R., GAGOL, J. & SLACZKA, A. (1979): The Tulin Sandstone (Holy Cross Mts, Central Poland): Lower Triassic deposits of aeolian dunes and interdune areas. – *Acta geol. polon.*, **29**: 151–175; Warschau.
- GRUMBT, E. (1974): Sedimentgefüge im Buntsandstein Südwest- und Südhüttingens (Ein Beitrag zur Untersuchung von Rotsedimenten). – *Schriftenr. geol. Wiss.*, **1**: 205 S.; Berlin.
- HOPPE, W. (1976): Die paläogeographisch-fazielle Entwicklung im Südtteil des Germanischen Buntsandsteinbeckens. – *Schriftenr. geol. Wiss.*, **6**: 5–62; Berlin.
- KOZUR, H. & SEIDEL, G. (1983): Die Biostratigraphie des Unteren und Mittleren Buntsandsteins des Germanischen Beckens unter besonderer Berücksichtigung der Conchostraken. – *Z. geol. Wiss.*, **11**: 429–464; Berlin.
- LANGBEIN, R. (1975): Petrologische Analyse der Sedimentationsbedingungen im höheren Mittleren Buntsandstein (smD – S) der DDR. – *Chemie d. Erde*, **34**: 85–100; Jena.
- MADER, D. (1980a): Aeolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Westeifel. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **160**: 1–41; Stuttgart.
- MADER, D. (1980b): Petrographie und Genese der Bröckelbänke im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **29**: 1–28; Karlsruhe.
- MADER, D. (1980c): Paläowindrichtungen und Paläoströmungsrichtungen im Mittleren Buntsandstein der Westeifel. – *Geol. Rdsch.*, **69**: 922–942; Stuttgart.
- MADER, D. (1981a): Fluviatile Sedimentation im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – *Z. dt. geol. Ges.*, **132**: 383–420; Hannover.
- MADER, D. (1981b): Aeolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Südeifel. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **161**: 354–407; Stuttgart.
- MADER, D. (1981c): Diagenesis of the Buntsandstein (Lower Triassic) in Western Eifel (Germany). – *N. Jb. Miner. Abh.*, **142**: 1–26; Stuttgart.
- MADER, D. (1982a): Sedimentologie und Genese des Buntsandsteins in der Eifel. – *Z. dt. geol. Ges.*, **133**: 257–307; Hannover.
- MADER, D. (1982b): Aeolian sands in continental red beds of the Middle Buntsandstein (Lower Triassic) at the western margin of the German Basin. – *Sedim. Geol.*, **31**: 191–230; Amsterdam.
- MADER, D. (1982c): Genese des mitteleuropäischen Buntsandsteins. Entwicklungsgeschichte einer kontinentalen Rotformation. – *Naturwissenschaften*, **69**: 311–325; Heidelberg.
- MADER, D. (1983a): Aeolische und fluviatile Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Nordeifel. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **165**: 254–302; Stuttgart.
- MADER, D. (1983b): Evolution of fluvial sedimentation in the Buntsandstein (Lower Triassic) of the Eifel (Germany). – *Sedim. Geol.*, **37**: 1–84; Amsterdam.
- MADER, D. (1983c): Aeolian sands terminating an evolution of fluvial depositional environment in Middle Buntsandstein (Lower Triassic) of the Eifel, Federal Republic Germany. – In: BROOKFIELD, M. E. & AHLBRANDT, T. S. (eds.), *Eolian sediments and processes*; Developm. Sedim., **38**: 583–612; Amsterdam.
- MADER, D. (1983d): Lakustrische Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Südeifel. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **12**: 217–260; Mainz.
- MADER, D. (1983e): Primäre und sekundäre Eisenoxide im Buntsandstein der Westeifel – ein Beitrag zur Genese der Rotfärbung in der germanischen Trias. Teil I. Verteilung der Eisenoxide und Merkmale der Rotfärbung. Teil II. Deutung der Pigmentgenese. – *Z. geol. Wiss.*, **11**: 603–637, 729–767; Berlin.
- MADER, D. (1984a): Fluviatile Sedimentation im Wechsel mit Pedogenese in der Marginalfazies der Zwischenschichten im Oberen Buntsandstein von Luxemburg. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **33**: 15–66; Karlsruhe.
- MADER, D. (1984b): Stratigraphische, paläogeographische und paläoökologische Signifikanz der Fossilien im mitteleuropäischen Buntsandstein. – *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, **1983**: 1165–1217; Stuttgart.
- MADER, D. (1984c): Depositional environment, palaeogeography and cartographic representation of the Buntsandstein in the Mid-European Triassic Basin. – In: LÜTTIG, G. (Editor), *Europe on the geological map. Proceed. Third Meeting Europ. Geol. Soc.*, im Druck; Stuttgart (Schweizerbart).
- MADER, D. (1984d): Entstehung der fluviatilen Sedimente in der grobklastischen Marginalfazies im Oberen Buntsandstein von Luxemburg. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **168**: 23–86; Stuttgart.
- MADER, D. (1985a): Polyzyklische Evolution der fluviatilen Sedimentation im Mittleren Buntsandstein von Oberfranken (Ostbayern). – In: MADER, D. (Editor), *Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins*. 481–540; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985b): Diversifikation der fluviatilen Rinnenabtragung und Überflutungsebenensedimentation im Mittleren Buntsandstein von Oberfranken (Ostbayern). – In: MADER, D. (Editor), *Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins*. 141–222; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985c): Entstehung der Geröllschleier (Lesedekken) im Mittleren Buntsandstein von Oberfranken (Ostbay-

- ern). – In: MADER, D. (Editor), Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins. 223–252; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985d): Depositional mechanisms controlling formation of coarse fluvial conglomerates in Lower Triassic continental red beds of Middle Europe. – In: MADER, D. (Editor), Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe. Lecture Notes in Earth Sciences, **4**: 251–280; Berlin/Heidelberg/New York/Tokio (Springer).
- MADER, D. (1985e): Entstehung der grobklastischen fluviatilen Sedimente im Mittleren Buntsandstein der Nordeifel. Teil I. Aufbau der fluviatilen Kleinzyklen und Sedimentationsablauf in der Nordeifel. Teil II. Komparative Sedimentologie petrofaziell und lithogenetisch ähnlicher grobklastischer Alluvialsequenzen. – In: MADER, D. (Editor), Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins. 255–326, 327–386; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985f): Violette Horizonte und Bröckelbänke als Indikatoren fluviatiler Sedimentation im Unteren Muschelkalk (Muschelsandstein-Fazies) im Westteil von Luxemburg. – In: MADER, D. (Editor), Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins. 387–478; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985g): Paläogeographie und Genese des Buntsandsteins im Mitteleuropäischen Triasbecken. – In: MADER, D. (Editor), Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins. 23–138; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. & KARS, H. (1985): Provenance determination of Buntsandstein artefacts from Early-Medieval Dorestad (The Netherlands) trading site: an example of the significance of geological-mineralogical analysis in archaeology. – In: MADER, D. (Editor), Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic of Europe. Lecture Notes in Earth Sciences, **4**: 591–624; Berlin/Heidelberg/New York/Tokio (Springer).
- MADER, D. & TEYSSEN, T. (1985): Palaeoenvironmental interpretation of fluvial red beds by statistical analysis of palaeocurrent data: examples from the Buntsandstein (Lower Triassic) of Eifel and Bavaria in the German Basin (Middle Europe). – Sedim. Geol., **41**: 1–74; Amsterdam.
- MADER, D. & YARDLEY, M. J. (1985): Migration, modification and merging in aeolian systems and the significance of the depositional mechanisms in Permian and Triassic dune sands of Europe and North America. – Sedim. Geol., **43**: 85–218; Amsterdam.
- MADER, D. & WANG, Z. (1985): Palaeoecology of the lycopod *Pleuromeia* in Lower Triassic continental red beds of Middle Europe and China. – Zum Druck eingereicht.
- ORTLAM, D. (1967): Fossile Böden als Leithorizonte für die Gliederung des höheren Buntsandsteins im nördlichen Schwarzwald und südlichen Odenwald. – Geol. Jb., **84**: 485–590; Hannover.
- ORTLAM, D. (1974): Inhalt und Bedeutung fossiler Bodenkomplexe in Perm und Trias von Mitteleuropa. – Geol. Rdsch., **63**: 850–884; Stuttgart.
- ORTLAM, D. (1980): Erkennung und Bedeutung fossiler Bodenkomplexe in Locker- und Festgesteinen. – Geol. Rdsch., **69**: 581–593; Stuttgart.
- PAUL, J. (1982): Der Untere Buntsandstein des Germanischen Beckens. – Geol. Rdsch., **71**: 795–811; Stuttgart.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974): Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. – Geol. Jb., **A 25**: 127–132; Hannover.
- TIETZE, K. W. (1982): Zur Geometrie einiger Flüsse im Mittleren Buntsandstein (Trias). – Geol. Rdsch., **71**: 813–828; Stuttgart.
- ZIEGLER, P. A. (1982): Geological atlas of Western and Central Europe. – 130 S.; Shell Internationale Petroleum Maatschap-
pij B. V., Den Haag (Vertrieb durch Elsevier, Amsterdam).
- Zusammenfassende Darstellungen der umfangreichen Literatur finden sich in:
- MADER, D. (1985): Beiträge zur Genese des germanischen Buntsandsteins. – 630 + 10 S., 120 + 6 Abb., 21 Tab.; Hannover (Sedimo).
- MADER, D. (1985): Aspects of fluvial sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe. – Lecture Notes in Earth Sciences, **4**: 626 + 8 S., 144 Abb., 32 Tab., 29 Taf.; Berlin/Heidelberg/New York/Tokio (Springer).

WALTER MATHEIS

Discomyceten aus Süddeutschland

II. Raum Hornberg – Triberg (mittlerer Schwarzwald)

Zusammenfassung

Aus dem Schwarzwald, Raum Hornberg/Triberg, wird über 17 Discomyceten berichtet, die z. T. selten oder weniger bekannt sind.

Abstract

It is reported on 17 Discomycetes of the Black Forest region of Hornberg/Triberg, partially rare or less known.

Autor

WALTER MATHEIS, Bildfeldstr. 16, CH-9552 Bronschhofen

Einleitung

Während in einer 1. Mitteilung dieser Reihe (W. MATHEIS, 1985a) über die Discomyceten eines kleinen, eng begrenzten Areals im Nordschwarzwald berichtet wurde, sollen in diesem zweiten Beitrag die Funde aus dem Gebiet um die Städte Hornberg und Triberg vorgestellt werden. Es handelt sich durchweg um inoperculate Discomyceten; in einem Anhang wird noch auf einen Pyrenomycet eingegangen.

Die Pilze sind alphabetisch der Gattung nach geordnet, ohne weitere Unterteilung nach Familien. Die Farb- und Größenangaben sowie die Sporenmaße etc. beziehen sich immer auf Frischmaterial, sofern nichts anderes angegeben.

Die einzelnen Arten

1. *Botryotinia ranunculi* HENNEBERT & GROVES

Aus Sklerotien in Stengeln von *Ranunculus acontifolius*.

Apothezien gelbbraun, zuerst halbkugelig oder pokalförmig, später flach ausgebreitet, 3–7 mm Durchmesser, gestielt, einem spindeligen, bis 30 mm langen, außen schwarz, innen weißen Sklerotium entspringend. Sklerotium meist auf einer Seite gewölbt und 1–2(–4) mm dick. Stiel oben gleichfarbig wie Scheibe, zur Basis hin braunschwarz, 1–10(–20) mm lang und 0,5–0,8 mm dick. Ascosporen ellipsoidisch bis verlängert eiförmig, (12,5)14–16,5(18) x 5,5–6,5(7,5) µm groß. Asci zylindrisch, Porus J+, 140–180 x 9–10(11) µm, Paraphysen 1,5 µm dick, oben bis auf 3 µm verbreitert und öfters schwach S-förmig verbogen, zuweilen verzweigt. Ektales Excipulum aus textura globulosa, 70–120 µm dick, die Einzelzellen rundlich, 20–25 µm groß, zum Rand hin auch kleinere, bis 7 µm; Randzellen im Marginalbereich in kurze, verlängerte Endzellen auslaufend, vorne abgerundet, 15–22 µm lang und (vorne) 5–7 µm breit.

Beleg: WM 539, Triberg, Mosenbach, 920 m, 1. 6. 1975, leg. W.M.

2. *Ciboria americana* DURAND

Auf Cupulae von *Castanea sativa*.

Apothezien braun, 2–6 mm Durchmesser, außen heller, kleiig, runzelig, Stiel schwarzbraun. Ascosporen ellipsoidisch bis verlängert eiförmig, manchmal leicht gebogen, 9,5–12 x 3–4 µm. Asci zylindrisch-keulig, J+, 80–90 x 7–8 µm groß, Paraphysen zylindrisch, nach oben bis auf 3 µm verbreitert, septiert, teilweise verzweigt. Ektales Excipulum aus t. globulosa; die äußeren Zellen braun, 6–11 µm groß, mit sackartigen oder birnenförmigen verlängerten Endzellen, 20–25 µm lang und unten 4–5 bzw. oben 5–8 µm breit.

Beleg: WM 572, Nillhöfe bei Hausach, 31. 8. 1975, leg. W.M.

Bem.: Diese Art wird von vielen Autoren als zur Gattung *Rutstroemia* gehörig betrachtet (WHITE, 1941), neuerdings sogar zu *Poculum* gestellt (THIND et al., 1983); diese Neukombination ist jedoch nach den Vorschriften des Code nicht gültig. Nach meiner Meinung handelt es sich jedoch um eine gute *Ciboria*-Art.

3. *Cistella fugiens* (BUCKNALL) MATHEIS

Auf Stengeln von *Juncus effusus*.

Diese Art wurde an anderem Ort (W. MATHEIS, 1977, 1985) ausführlich behandelt, so daß sich eine Kurzbeschreibung an dieser Stelle erübrigt.

Beleg: WM 639, Triberg, Mosenbach, 930 m, 2. 5. 1976, leg. W.M.

Bem.: Diese Art wurde 1962 von M. SVRČEK zur Gattung *Discocistella* gestellt.

4. *Coccomyces dentatus* (KUNZE & SCHMIDT) SACCARDO

Auf Blättern von *Castanea sativa* und *Quercus robur*. Apothezien im Blattgewebe eingesenkt. Zuerst linsenförmig, mit schwarzer Hülle, 0,5–1,5 mm Durchmesser, später von der Mitte her sternförmig einreißend und am Rand 4–5 schwarze „Zacken“ bildend (Abb. 1). Scheibe dann weißlich-grau. Ascosporen sehr lang und schmal, an einem Ende abgerundet, am anderen zugespitzt, am stumpfen Ende oft etwas gebogen, 62–67 x 2–2,5 µm. Asci zylindrisch-keulig, J–, Sporen gebündelt gelagert, der Ascus bis unten ausgefüllt, 130–155 x 10,5–12 µm. Paraphysen zylindrisch, oben gebogen, 2,5–3 µm (an der Spitze manchmal bis 4 µm) dick; die Spitze wird durch Trypanblau stark angefärbt.

Belege: WM 573 (*Castanea*), Nillhöfe bei Hausach, 31. 8. 1975, leg. W.M., WM 574 (*Quercus*), gleiche Lokalität, 31. 8. 1975, leg. W.M.

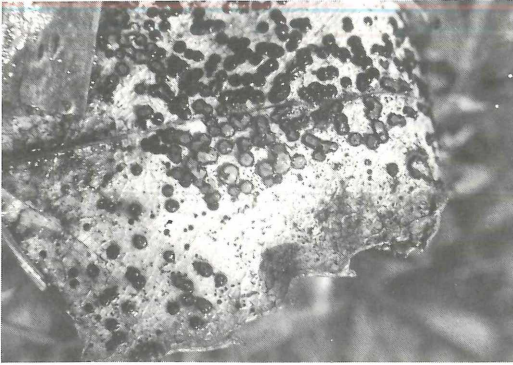


Abbildung 1. *Coccomyces dentatus*, auf einem *Castanea*-Blatt. Ca. 1,5fach natürliche Größe.

5. *Crocicreas starbaeckii* (REHM) S. E. CARPENTER

Auf alten Stengeln von *Ranunculus aconitifolius*.

Apothezien gestielt, Scheibe gelbbraun bis grünlich, kelchförmig, 0,2–0,3 mm Durchmesser, Stiel bräunlich, 0,2 mm lang und 0,05 mm breit. Ascosporen spindelig, 6–10 x 1,4–1,7 µm, Asci zylindrisch-keulig, J+, 42–55 x 4–5 µm, Paraphysen schmal zylindrisch, 1mal septiert, 2 µm breit. Ektales Excipulum aus dickwandigen, glasierten Hyphen aufgebaut, die 15–20 x 3 µm groß sind.

Beleg: WM 540, Mosenbach, 920 m, Triberg, 1. 6. 1975, leg. W.M.

Bem.: Diese Art ist bekannter unter dem Namen *Phialea turbinata* SYDOW, sie wurde jedoch von CARPENTER (1981) zu *Crocicreas* gestellt.

6. *Dasyscyphus apalus* (BERKELEY & BROOME) DENNIS

Auf Stengeln von *Juncus effusus*.

Apothezien weiß, gestielt, behaart, Rand mit Wassertropfchen behangen, Scheibe gelblich. Ascosporen nelförmig, Spitzen abgerundet, gerade oder leicht gebogen, oft mit winzigen Öltröpfchen, 35–44 x 1,2–1,5(2), gebündelt im Ascus liegend. Asci keulig, J+, Spitze stumpf zugespitzt, 65–70 x 6–7 µm, Paraphysen schwertförmig, bis 25 µm länger als die Asci, mit 1 Septe und kleinen Öltröpfchen, 3,5–4 µm dick. Haare zylindrisch, nach oben leicht verschmälert, dünnwandig, gänzlich granuliert, 1–2fach septiert, unten 3,5–4, oben meist 2,5 µm dick.

Beleg: WM 663, Oberreichenbach bei Hornberg, Hasenbauernhof, 820 m, 22. 8. 1976, leg. W.M.

Bem.: Diese Art ist auch als *Lachnum apalum* (BERK. & BR.) NANNF. bekannt und wurde von J. A. NANNFELDT (1936) aus Schweden auf *Juncus conglomeratus* beschrieben.

7. *Dasyscyphus bicolor* (BULLIARD : FR.) FÜCKEL

Auf weiblichen Kätzchen von *Alnus viridis*.

Apothozien 0,5–0,8(1,2) mm groß, kurz gestielt, Scheibe leuchtend gelborange, Außenseite weiß, von

langen weißen Haaren struppig. Ascosporen spindelig bis spindelig-keulig, 8–9 x 2 µm, Asci zylindrisch-keulig, ohne Fuß, J+, 8sporig, Sporen 2reihig gelagert, 52–65 x 5–5,5 µm groß, Paraphysen schwertförmig, 10–15 µm länger als die Asci, 3–3,5 µm breit. Haare granuliert, dickwandig, mehrfach septiert, an der Spitze zuweilen mit großem Kristallschopf, 120–170(–200) µm lang und 3–4,5 µm breit, etwas gebogen und manchmal an der Spitze bis auf 2,5 µm verschmälert; oft auch mit kleinen Kriställchen an der Seite.

Beleg: WM 541, Triberg, Mosenbach, 920 m, 1. 6. 1975, leg. W.M.

Bem.: Auf *Alnus viridis* ist eine var. *alpina* (REHM) SACCARDO beschrieben, die sich aber offensichtlich nur durch das Substrat unterscheidet.

8. *Dasyscyphus diminutus* (ROBERGE & DESMAZIÈRES) SACCARDO

Auf Stengeln von *Juncus effusus*.

Apothezien weiß, außen behaart, Scheibe gelblich. 0,5–1,5 mm Durchmesser, sehr kurz und dick gestielt. Ascosporen länglich spindelig, meist gekrümmt, mit winzigen Öltröpfchen, 12–17,5 x 1,5–2 µm. Asci zylindrisch-keulig, J+, 8sporig, oben abgerundet, 42–50 x 5–5,5 µm; Paraphysen lanzettlich, 3–4 µm breit, die Asci um 15 µm überragend. Haare zylindrisch, manchmal oben etwas keulig verbreitert, granuliert, septiert, ohne Kristalle, 40–50 x 3,5–4 µm groß.

Beleg: WM 647, Triberg, Mosenbach, 920 m, 16. 5. 1976, leg. W.M. – WM 676, Hardt bei St. Georgen, 28. 9. 1976, leg. W.M.

Bem.: Die *Juncus*-Stengel der Kollektion WM 647 wurden am 16. 11. 1975 gesammelt und auf dem Balkon zwischen *Sphagnum* überwintert. Das Kollektionsdatum bezieht sich auf das Auftreten der Fruchtkörper dort.

9. *Helotium novum* VELENOVSKY

Auf Blättern von *Vaccinium myrtillus*.

Apothezien goldgelb, schüsselförmig, später verflacht, fast sitzend, mit breiter Basis dem Nerv eines Blattes entspringend, 0,4–1,0(1,5) mm Durchmesser. Ascosporen ellipsoidisch-spindelig, auch walzlich und teilweise gekrümmt, oft mit zwei größeren oder mehreren kleineren Öltröpfchen, 13–17 x 3,5–4,5 µm. Asci mehr keulig als zylindrisch, frisch J– (nach Vorbehandlung mit KOH aber J+! – Siehe hierzu KOHN & KORF, 1975), Spitze rundlich, Sporen 2reihig gelagert, 85–95 x 9,5–10,5 µm; Paraphysen zylindrisch, 1,5–2 µm, nach oben allmählich bis auf 2,5–3 µm verbreitert, zuweilen im unteren Drittel verzweigt. Randzellen im basalen Bereich rundlich (textura globulosa), Zellendurchmesser hier 5–8 µm, gegen den Rand zu nur 3–4 µm, am Rand selber etwas langgezogen, aber nicht ausgesprochen prismatisch.

Beleg: WM 585, Hornberg/Niederwasser, Straße nach Schonach, Nähe Gasthaus zur Schönen Aussicht, 920 m, 20. 9. 1975, leg. W.M.

Bem.: Dieser Pilz hat Ähnlichkeit mit *Hymenoscyphus*

epiphyllus und wurde schon an anderer Stelle (MATHEIS, 1985) ausführlich diskutiert.

10. *Hyaloscypha paludosa* DENNIS, 1962 (nom. illeg. Art. 64 Code?) non *Hyaloscypha paludosa* VELENOVSKY, 1934 (Discom. Boh. II, Tafel 14, Fig. 25; Zweitname für *Eriopeziza paludosa* VEL.)

Auf Stengeln von *Juncus effusus*.

Apothezien weißlich bis weißlich-durchscheinend, im Alter schmutzig-weiß bis fast gelblich, sitzend, flach, Rand wulstig aufgebogen und wellig verbogen, Rand unter der Lupe deutlich behaart, 0,4–1 mm Durchmesser. Ascosporen verlängert-spindelig mit gerundeten Enden, im Alter septiert, 9,5–10,5 x 2 µm. Asci zylindrisch-keulig, 8sporig, Porus schwach J+, 40–53 x 5–5,5 µm; Paraphysen schmal zylindrisch, oben nicht verbreitert, auch gegabelt, 1–1,5 µm dick. Haare 30–55 µm lang, an der Basis 3 µm dick, nach oben allmählich in eine haarfeine Spitze auslaufend, die meist etwas wellig ist, unseptiert.

Beleg: WM 653, Triberg, Mosenbach, 920 m, 18. 6. 1976, leg. W.M.

Bem.: Die Asci sind etwas kleiner und die Haare etwas kürzer, als in der Literatur (DENNIS, 1962) angegeben, ich hege aber keinen Zweifel, daß diese Kollektion mit der von DENNIS beschriebenen Art übereinstimmt. Wahrscheinlich ist dies ein Erstfund für die Bundesrepublik Deutschland. – Die *Juncus*-Stengel der Kollektion WM 653 wurden am 16. 11. 1975 gesammelt und in *Sphagnum* gleicher Provenienz auf dem Balkon überwintert. Das Funddatum bezieht sich auf das Erscheinen der Apothezien dort.

11. *Lophodermium macrosporum* (HARTIG) REHM

Auf Nadeln von *Picea abies*.

Fruchtkörper länglich, spindelförmig, in der Oberfläche der Nadel eingebettet und zunächst mit einer schwarzen Hülle bedeckt; später der Länge nach aufreißend, so daß die gelblich-graue Fruchtschicht sichtbar wird, 1–1,5(2) x 0,5–0,7 mm groß. Ascosporen fädig, am einen Ende spitz, am anderen stumpf abgerundet und etwas gebogen; zuerst gebündelt und parallel im Ascus liegend, später im oberen Teil gekringelt, 75–90 x 2 µm. Asci keulig, oben zugespitzt, J–, 135–155 x 10,5–11,5 µm; Paraphysen zylindrisch, 2–2,5, vorne bis 3 µm dick. Beleg: WM 544, Triberg, Mosenbach, 930 m, 1. 6. 1975, leg. W.M.

12. *Mollisia palustris* (ROBERGE) KARSTEN

Auf Stengeln von *Juncus effusus*.

Apothezien dunkelgrau, mit hellerem, aufgeworfenem, welligem Rand, später flach, sitzend, 0,2–0,6(1) mm Durchmesser. Ascosporen länglich-spindelig, auch leicht gekrümmt, mit 2 winzigen polaren Öltröpfchen, 8–12 x 1,5–2 µm. Asci zylindrisch-keulig, J+, 8sporig, Sporen 2reihig gelagert, 45–47 x 4,5–5 µm; Paraphysen spärlich, zylindrisch, 2–2,5 µm breit. Ektales Excipulum aus textura globulosa: Braune bis graubraune Zellen



Abbildung 2. *Monilinia urnula*, Fruchtkörper in verschiedenen Entwicklungsstadien, in natürlicher Kultur (Überwinterung zwischen *Sphagnum*), natürliche Größe.

von 8–13 µm Durchmesser, nach oben, zur Margo hin, kleiner werdend (bis 5 µm) und in verlängerte Endzellen von 10–15 x 5–6 µm auslaufend. Die Spitzen dieser Pro-longationen lassen sich sehr schön mit Trypanblau in Glycerinpuffer anfärben, die Basiszellen nicht.

Beleg: WM 640, Triberg, Mosenbach, 930 m, 2. 5. 1976, leg. W.M.

Bem.: Wie bei der Nr. 10 wurden auch hier die *Juncus*-Stengel auf dem Balkon überwintert und das Datum bezieht sich auf das Erscheinen der Apothezien dort.

13. *Monilinia urnula* (WEINMANN) WHETZEL

Aus stromatisierten Beeren von *Vaccinium vitis-idaea* (Abb. 2).

Apothezien zu 1–2 (bis 5) pro Beere, zuerst kugelig geschlossen, dann kelch-, schließlich flachschüsselförmig, dunkelbraun, 4–9 mm Durchmesser, Stiel dunkelbraun, zur Basis hin schwärzlich, 11–21 mm lang und 0,8–1,2 mm dick. Ascosporen ellipsoidisch, 12–15 x 5–6 µm, Asci zylindrisch bis zylindrisch-keulig, 8sporig, J+, Sporen schräg einreihig gelagert, (135)150–175 x 10–12,5 µm; Paraphysen zylindrisch, 2 µm dick, oben allmählich bis auf 3 µm verbreitert, mit gekammerter Spitze.

Beleg: WM 711, Hornberg/Niederwasser, Straße nach Schonach, S Gasthaus zur Schönen Aussicht, W Hof „Absetze“, 940 m, 1. 4. 1977, leg. W.M. – WM 711 a, gleiche Lokalität, April 1978, leg. W.M.

Bem.: Die infizierten Beeren wurden am 27. 9. 1976 gesammelt und zu Hause auf dem Balkon zwischen *Sphagnum* gleicher Provenienz überwintert. Die Sammeldaten beziehen sich auf das Erscheinen der Apothezien dort. Es ist interessant, daß ein weiteres Jahr später (1978) ein zweiter Schub Fruchtkörper sich bildete.

14. *Myriosclerotinia curreyana* (BERKELEY) BUCHWALD

Aus Sklerotien in Stengeln von *Juncus effusus*.

Apothezien zuerst kugelig, dann pokalartig bis trichter-

förmig, hellbraun, 3–7(–12) mm Durchmesser. Stiel je nach Tiefe des vergrabenen Sklerotiums (1)3–10(15) mm lang und 0,5–0,8(1) mm dick, dunkelbraun. Ascosporen stäbchenförmig mit gerundeten Enden, gerade oder leicht gebogen 7–10 x 1–1,5 µm. Asci zylindrisch-keulig, schwach J+, die 8 Sporen sind unregelmäßig 1- und 2reihig gelagert; Paraphysen 1–1,5 µm, oben bis 3 µm dick. Sporodochien länglich; die Epidermis ist in der Mitte strichförmig eingefallen.

Beleg: WM 618 (Halme mit Sporodochien und Sklerotien), Triberg, Mosenbach, 930 m, 5. 10. 1975, leg. W.M. WM 631 = CUP 54732 (Apothezien), gleiche Lokalität, 6. 4. 1976, leg. W.M. – WM 694 (Apothezien), gleiche Lokalität, Ende März 1977, leg. W.M.

Bem.: Teile der Kollektion 618 wurden in *Sphagnum* gleicher Provenienz zu Hause auf dem Balkon überwintert. Die angegebenen Daten beziehen sich auf das Auftreten der Apothezien dort (bei WM 694 ein Jahr später!)

15. *Phialea eustrobilina* KORF apud RAMAMURTHI, KORF & BATRA = *Cyathicula strobilina* (FRIES) KORF & DIXON in DIXON = *Antinoa strobilina* (FRIES) VELENOVSKY Auf Zapfenschuppen von *Picea abies*.

Diese Art wurde schon an anderer Stelle ausführlich monographisch bearbeitet (PHILIPPI, 1984), so daß sich eine Kurzbeschreibung an dieser Stelle erübrigt. In der *Crocicreas*-Monographie von CARPENTER (1981) wurde *Cyathicula strobilina* ausgeklammert, hauptsächlich wegen des Fehlens von Typusmaterial. Eine Neukombination in *Crocicreas* erfolgt an anderer Stelle (MATHEIS, 1985b).

Beleg: WM 620, Triberg, Mosenbach, 920 m, leg. W.M.

16. *Poculum sydowianum* (REHM) DUMONT Auf Blattstielen von *Castanea sativa*.

Apothezien braun, 2–4 mm Durchmesser, mit gezähnt-gekerbtem Rand, an stromatisierten Stellen meist am Ende des Blattstiels. Ascosporen nierenförmig, meist mit 1 großen oder 1 großen und 1 kleinen Öltröpfchen, 12–15 x 5–6 µm. Asci zylindrisch-keulig, Sporen 1reihig gelagert, 110–120 x 10–12 µm; Paraphysen fädig, septiert, z. T. im unteren Drittel verzweigt, 1–1,5 µm dick, nach oben bis auf 3–3,5 µm verbreitert.

Beleg: WM 571, Nillhöfe bei Hausach, 31. 8. 1975, leg. W.M.

Bem.: Diese Art ist besser als *Rutstroemia sydowiana* bekannt und wurde durch DUMONT, 1976 zu *Poculum* gestellt.

17. *Trichoglossum hirsutum* (PERSOON FRIES) BOUDIER Auf dem Erdboden, zwischen *Sphagnum*.

Diese Art ist wohlbekannt und hinreichend durch die langen, spindeligen, 15fach septierten, 110–135 x 5–6 µm großen Ascosporen, sowie durch die schwarzen, 130–300 x 8–12,5 µm großen Borsten charakterisiert.

Beleg: WM 592, Triberg, Mosenbach, 930 m, 5. 10. 1975, leg. W.M.

Anhang

Als Nicht-Discomycet sei am Schluß noch ein Pyrenomycet vorgestellt, der wegen seines interessanten Substrats Beachtung verdient:

Cordyceps sphecocephala (KLOTZSCH ex BERKELEY) BERKELEY & CURTIS

Auf einer mumifizierten Wespe.

Beleg: WM 677, Hornberg, Fohrenbühl, „Mosenmättle“, 30. 9. 1976, leg. W.M.

Literatur

- CARPENTER, S. E. (1981): Monograph of *Crocicreas*. – Mem. N. Y. Bot. Garden, **33**: 1–290; New York.
- DENNIS, R. W. G. (1962): New or interesting British Helotiales. – Kew Bull., **16** (2): 317–327; Kew.
- DUMONT, K. P. (1976): Sclerotiniaceae XII. On some selected species from India. – Mycologia, **68** (4): 842–876; Lancaster, Pa.
- KOHN, L. M. & KORF, R. P. (1975): Variation in Ascomycete Iodine Reactions: KOH-pretreatment explored. – Mycotaxon, **3**(1): 165–172; Ithaca.
- MATHEIS, W. (1977): *Cistella amenticola* sp. nov. nebst Bemerkungen über einige andere *Cistella*-Arten. – Friesia, **11**(2): 85–93; Kopenhagen.
- MATHEIS, W. (1985a): Die Discomyceten des Bannwaldes „Waldmoor-Torfstich“ – In: Monographie des NSG Waldmoor-Torfstich. – Mitt. Forstl. Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württ. – im Druck; Stuttgart.
- MATHEIS, W. (1985b): Beiträge zur Kenntnis der Discomycetenflora des Kantons Thurgau. VIII. Discomyceten des Bettwiesener Waldes. – Mitt. Thurg. Naturf. Ges., **46**: im Druck; Frauenfeld.
- NANNFELDT, J. A. (1936): Contributions to the Mycoflora of Sweden. – Svensk Bot. Tidskr., **30**: 295–306; Stockholm.
- PHILIPPI, S. (1984): *Cyathicula strobilina* (FR.) KORF & DIXON, 1974 und ihre Nebenfruchtform *Chalara strobilina* (SACC., 1877 – Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleuropas, **1**: 157–173; Schwäbisch Gmünd.
- SACCARDO, P. A. (1899): Sylloge Fungorum, **8**: 439. – Patavii.
- SVRČEK, M. (1962): O rodu *Discoicistella* gen. nov., a některých jeho družic. – Česká Mykol., **16**: 9–13; Prag.
- THIND, K. S., SHARMA, M. P. & SINGH, H. (1983): The Nepal Helotiales. I. in: Fungi of the Indian Subcontinent. A Collection of Papers. – Biblioth. Mycol., **91**: 265–279; Vaduz.
- WHITE, W. L. (1941): A Monograph of the Genus *Rutstroemia* (Discomycetes). – Lloydia, **4**: 153–240; Cincinnati.

HERBERT ZELL

Nematoden eines Buchenwaldbodens

4. Die Neotylenchiden (Nematoda, Neotylenchoidea)

Kurzfassung

In der Laubstreu eines Buchenwaldbodens wurden fünf Arten der Superfamilie Neotylenchoidea gefunden, von denen zwei Arten, *Deladenus crassus* n. sp. und *Deladenus parvus* n. sp. neu für die Wissenschaft sind. *Deladenus crassus* ähnelt *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957, unterscheidet sich aber durch die fehlenden Vulvarlippen, die Vulvaposition und die geringelte Bursa des Männchens. *Deladenus parvus* steht *Deladenus saccatus* ANDRASSY, sehr nahe, jedoch fehlt ein deutlicher Mittelbulbus und ein Uterussack.

Von *Deladenus aridus* wird das bislang unbekannte Männchen beschrieben. *Hexatylus viviparus* GOODEY, 1926, tritt im Biotop in zwei Formen auf, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, daß es sich um zwei verschiedene Arten handelt. *Neotylenchus serpens* ANDRASSY, 1961, wird wegen der asymmetrischen Stachelknöpfe in die Gattung *Stictylus* gestellt.

Summary

Nematodes of a beech wood soil 4. The Neotylenchs (Nematoda, Neotylenchoidea)

Five species of the superfamily Neotylenchoidea were found in the litter of a beech wood in the northern piedmont of the Black Forest, 15 km south of Karlsruhe. Two of them, *Deladenus crassus* n. sp. and *Deladenus parvus* n. sp., are new to science. *Deladenus crassus* resembles to *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957, but differs in lacking vulva lips, the position of the vulva and the annulated bursa of the male. *Deladenus parvus* comes close to *Deladenus saccatus* ANDRASSY, 1954, but has neither a distinct median bulb nor an uterus sac.

The male of *Deladenus aridus*, hitherto unknown, is being described. *Hexatylus viviparus* GOODEY, 1926, exists in two forms which are probably two different species. The stylet of *Neotylenchus serpens* ANDRASSY, 1961, has asymmetrical basal knobs. The species is therefore transferred into the genus *Stictylus*.

Résumé

Nématodes du sol d'une forêt de hêtre 4. Les Neotylenchides (Nematoda, Neotylenchoidea)

Dans la litière d'une forêt de hêtre on a trouvé cinq espèces de la superfamille Neotylenchoidea, parmi elles deux espèces nouvelles, *Deladenus crassus* n. sp. et *Deladenus parvus* n. sp. *Deladenus crassus* ressemble à *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957, mais se différencie par l'absence des lèvres vulvaires, la position de la vulve et l'annulation de la bourse du mâle. *Deladenus parvus* s'approche de *Deladenus saccatus* ANDRASSY, 1954, mais n'a ni un bulbe median distinct ni un sac utérin.

On décrit le mâle de *Deladenus aridus*, qui a été inconnu jusqu'à présent. *Hexatylus viviparus* GOODEY, 1926, se présente en deux formes, qui sont peut-être deux espèces différentes. *Neotylenchus serpens* ANDRASSY, 1961, est transféré dans le genre *Stictylus* à cause de l'asymétrie des renflements basaux du stylet.

Autor

HERBERT ZELL, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Im Jahre 1941 wurden von THORNE eine Anzahl Tylenchiden beschrieben, bei denen im Ösophagus kein Klappenapparat ausgebildet ist. Drei Grundtypen dieser Tylenchiden wurden als drei Unterfamilien (Paurodontinae, Neotylenchinae, Nothotylenchinae) in die Familie der Tylenchidae gestellt. In einer späteren Arbeit (1949) faßte THORNE die drei Unterfamilien innerhalb der Ordnung Tylenchida zur Familie der Neotylenchidae zusammen. Da die Vertreter dieser Familie nur durch ein einziges Merkmal, den fehlenden Klappenapparat, charakterisiert sind, ist es fraglich, ob die Neotylenchiden eine natürliche Verwandtschaftsgruppe darstellen. Bei der morphologischen Variabilität des Klappenapparats innerhalb der Tylenchiden ist es nicht auszuschließen, daß dieser mehrmals unabhängig voneinander reduziert wurde, so daß auch eine Polyphyly denkbar wäre. Bereits THORNE (1949:40) ist sich dessen bewußt, denn er führt dazu aus: „Obviously, this heterogeneous group is unsatisfactory for many reasons and the writer admits that it is merely a ‚catchall‘, established as a matter of taxonomic convenience until more extensive collecting enables future workers to arrange the many divergent forms properly into their respective groups.“

Der Forderung einer erneuten Überprüfung der taxonomischen Stellung der einzelnen Arten der Neotylenchiden ist bis heute nicht nachgekommen worden und konnte auch im Rahmen dieser Arbeit nicht erfolgen, da zuwenig Material zur Verfügung stand. Es wird deshalb die gegenwärtige Nomenklatur beibehalten.

2. Besprechung der Arten

2.1 *Hexatylus viviparus* GOODEY, 1926 (Abb. 1 und 2)

- 1931 *Neotylenchus abulbosus* – STEINER, J. Wash. Acad. Sci. **21**: 536
- 1933 *Hexatylus abulbosus* (STEINER, 1931) – GOODEY, Plant Parasitic Nematodes
- 1939 *Anguillulina (Hexatylus) vivipara* (T. GOODEY, 1926) – SCHNEIDER, Tierwelt Deutschlands **36**, II, I
- 1939 *Anguillulina (Neotylenchus) abulbosa* (STEINER, 1931) – SCHNEIDER, Tierwelt Deutschlands **36**, II, I
- 1941 *Iotonchium viviparum* (T. GOODEY, 1926) – FILIPJEV & SCHUURMANS-STEKHOVEN, A manual of agricultural Helminthology

Nematoden eines Buchenwaldbodens 3.: Carolinea **42**: 57–74 (1985)

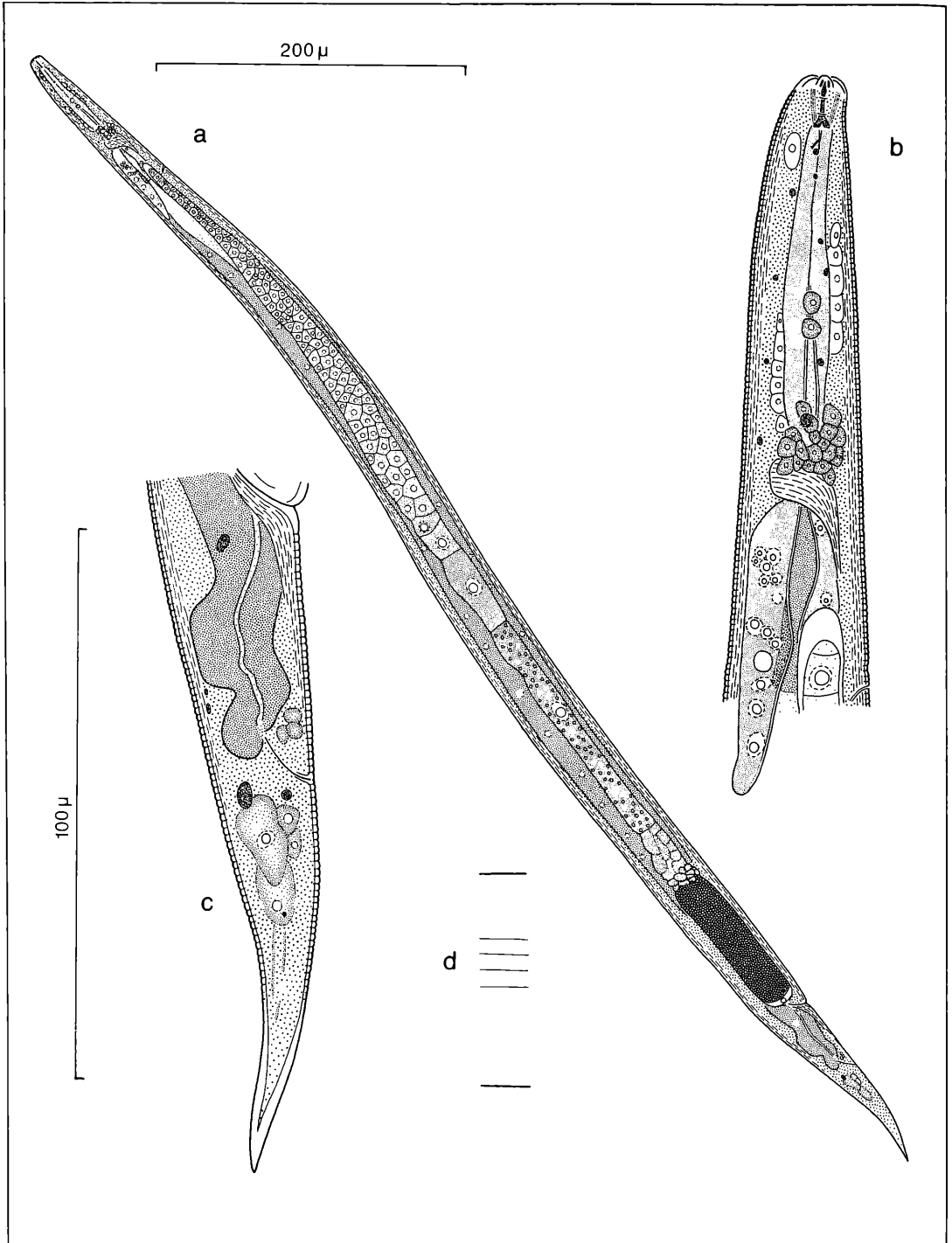


Abbildung 1. *Hexatylos viviparus I*, Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

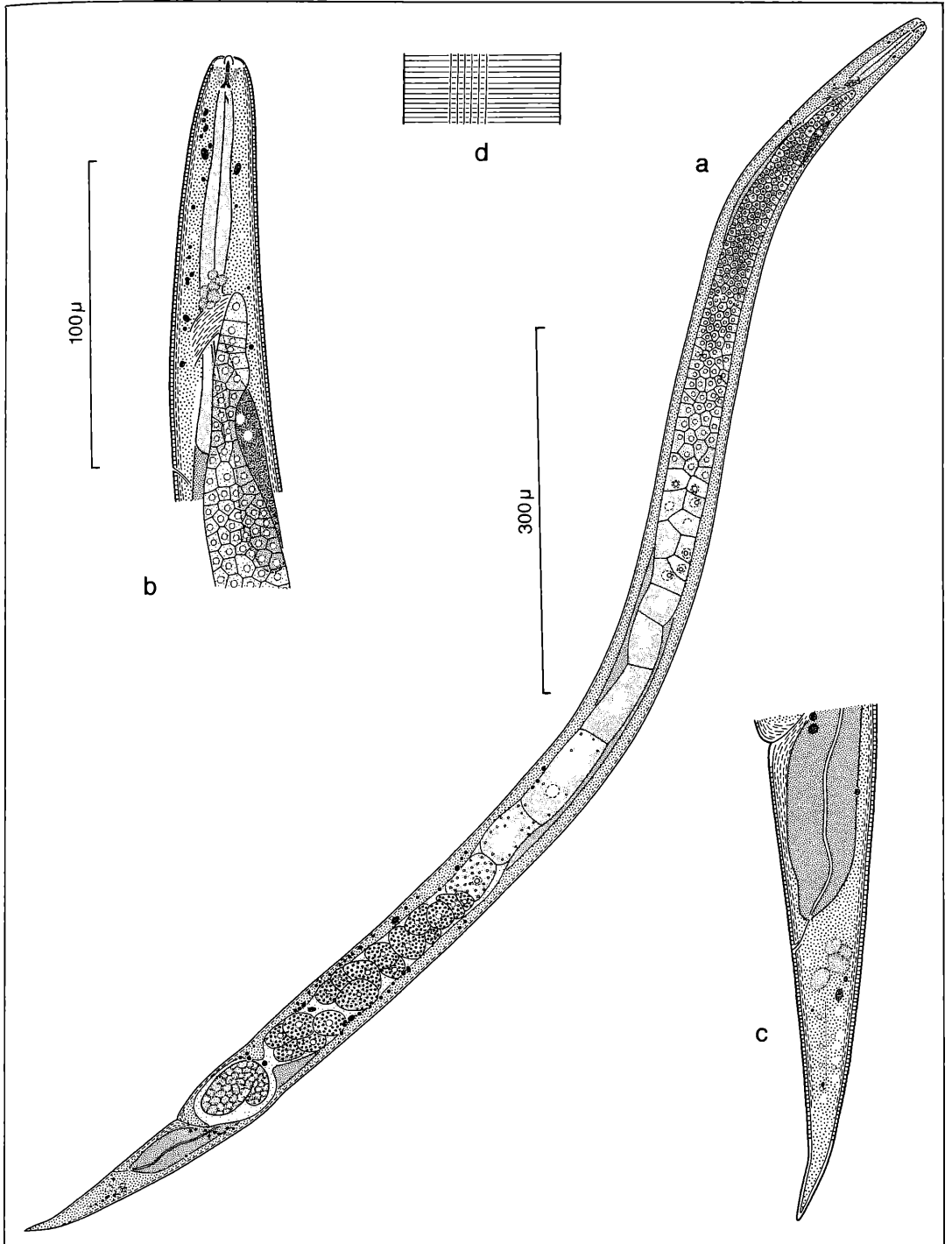


Abbildung 2. *Hexatylos viviparus* II, Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) „Seitenfeld“

1941 *Iotonchium abulbosum* (STEINER, 1931) – FILIPJEV & SCHUURMANS-STEKHOVEN, A manual of agricultural Helminthology

nec

1954 *Hexatyclus viviparus* GOODEY, 1926 – MEYL, Mycopath. Mycol. Applic. 7: 52

Körper spindelförmig, Kopf fast gerade abgestutzt, Schwanz spitz. Kutikula dünn, 0,8–1 µm dick, fein geringelt, Ringelbreite 1,0–1,6 µm. Seitenfeld 22 % der korrespondierenden Körperbreite.

Kopf nicht abgesetzt, Lippen mit 8 Sektoren. Der Körperdurchmesser in Höhe des Nervenrings beträgt etwa das Zweieinhalbfache des Kopfdurchmessers. Mundstachel 8–9 µm lang, mit 3 basalen, zweigeteilten Knöpfen. Im Stoma Stachelführungsringe. Corpus des Ösophagus in der Mitte etwas breiter werdend, dann wieder schmaler. Schmalste Stelle des Ösophagus im Nervenringbereich. Darmlumen bis in die Nervenringregion reichend. Teile des Ösophaguslumens und vorderes Darmlumen kutikularisiert, diese Kutikularisierung beginnt etwas weniger als eine Körperbreite vor dem Nervenring und endet am distalen Teil der den Darm überlappenden Drüsenzellen.

Der Übergangsbereich Ösophagus-Darm stellt sich bei den mir vorliegenden Tieren etwas abweichend von der Beschreibung von NICKLE (1968) dar. Neben der von diesem Autor beschriebenen Ösophagusdrüse, die dem vordersten Darmabschnitt dorsal und laterodorsal aufliegt, konnte ich noch einen zweiten Drüsenlappen feststellen. Dieser Lappen ist kürzer als der dorsale und reicht von ventral bis auf die linke Lateralseite, wo er dem dorsalen Drüsenlappen anliegt. Die zwei Drüsenlappen ummanteln somit den Darmbeginn auf $\frac{3}{4}$ seines Umfangs, wobei die rechte lateroventrale Seite nicht bedeckt wird.

Vulva weit hinten liegend, eingesenkt, Vagina dünn, in einer Biegung nach vorn laufend. Vorderer Gonadenast gestreckt, reife Eier und Beginn der Germinalzone einzeilig, dazwischen Oozyten mehrzeilig stehend.

Darm, mit Ausnahme des vordersten Abschnitts, englumig. Rectum kurz, dünn, After unscheinbar.

Schwanz gleichmäßig zulaufend, spitz, Schwanzlänge etwa 3,5 Analbreiten bzw. etwas länger als der Abstand Vulva–Anus. Ringelung nicht bis zur Schwanzspitze reichend.

Im Untersuchungsgebiet fand ich zwei Formen dieser Art. Es ist somit nicht auszuschließen, daß unter dem Namen *Hexatyclus viviparus* mehrere Arten zusammengefaßt sind. Ich unterscheide daher zwischen *Hexatyclus viviparus I* und *Hexatyclus viviparus II*. Da letzterer nur in einem Exemplar gefunden wurde, ließ sich nicht feststellen, ob es sich hier um eine zufällige Aberration oder um eine konstante Abweichung handelt.

Hexatyclus viviparus I:

♀ ♀: n = 20, L = 0,585–1,100 mm, a = 18,3–34,2, b (bis einschließlich Nervenring) = 8,0–11,5, c = 10,1–17,8, V = 83,8–90,7 %

Kleinere Form mit einer Schwanzlänge von 54–72 µm.

Seitenmembran mit drei Feldern. Gonade immer rechts vom Darm liegend, Oozyten in der Gonade maximal 4zeilig stehend.

Hexatyclus viviparus I fand ich im Mai, September, November und Januar. Hierbei ließen sich die folgenden biometrischen Veränderungen feststellen:

Mai: n = 2, L = 0,679–0,788 mm, a = 21,9–28,1, b = 8,4–9,1, c = 10,1–13,4, V = 85,1–85,7 %, Oozyten zweizeilig stehend

September: n = 9, L = 0,585–0,756 mm, a = 19,6–29,2, b = 8,0–9,3, c = 10,8–13,3, V = 83,8–87,1 %, Oozyten zwei- bis dreizeilig stehend

November/Januar: n = 9, L = 0,787–1,100 mm, a = 18,3–34,2, b = 8,0–11,5, c = 10,8–17,8, V = 86,6–90,7 %, Oozyten drei- bis vierzeilig stehend

Die Werte zeigen, daß es sich wahrscheinlich um eine univoltine Form handelt, deren Größenwachstum nach der Häutung zum Adultus noch andauert. Die Tiere sind im Frühjahr und Sommer unter 800 µm lang, erst im Herbst erfolgt ein weiterer Wachstumsschub, wobei die Tiere bis 1100 µm erreichen können. Gleichzeitig nimmt auch die Oozytenzahl in der Gonade zu.

Den größten Anteil an dieser Größenzunahme hat der vor der Vulva liegende Teil des Körpers, während der postvulvare Teil, einschließlich des Schwanzes, kaum zur Größenzunahme beiträgt. Hierdurch ergibt sich die scheinbare Verschiebung der Vulva nach caudal von etwa 85 % auf bis zu 90 %. Als besonders konstant erweist sich die Schwanzlänge, die, ungeachtet der Körperlänge und der Jahreszeit, immer im Bereich zwischen 54 und 72 µm liegt.

Hexatyclus viviparus II:

♀ ♀: n = 1, L = 1,288 mm, a = 25,5, b (bis einschließlich Nervenring) = 13,7, c = 13,0, V = 86,2 %

Diese Form ist größer als *Hexatyclus viviparus I*. Der auffälligste Unterschied besteht darin, daß die Gonade links vom Darm liegt und die Oozyten 5–6zeilig stehen. Daneben bestehen Unterschiede in der absoluten Schwanzlänge, die bei dieser Form 91 µm beträgt.

Die Seitenmembran ist beim vorliegenden Tier kaum zu erkennen. Eventuell besteht sie aus 5 Feldern. Da jedoch nicht sicher feststellbar ist, ob es sich bei der gesehenen Struktur wirklich um das Seitenfeld oder um durchscheinende Längsmuskeln handelt, bedarf dieser Befund einer Bestätigung an weiteren Tieren.

Hexatyclus viviparus I scheint nicht nur im untersuchten Buchenwaldboden, sondern allgemein häufiger zu sein als *Hexatyclus viviparus II*. So geben viele Autoren (z. B. GOODEY 1926, STEINER 1931, THORNE 1941, ANDRASSY 1952) für *Hexatyclus viviparus* eine Körpergröße an, die derjenigen von *Hexatyclus viviparus I* entspricht, während größere Tiere, die die Körpergröße von *Hexatyclus viviparus II* erreichen, seltener gefunden wurden (z. B. GOODEY, 1926).

MEYL (1954:52) fand an Pilzen südlich von Braunschweig Tiere, die er als *Hexatyclus viviparus* ansprach und die eine Körpergröße zwischen 1,6 und 2 mm erreichen, wobei die Weibchen ab 1,5 mm adult sind und erst

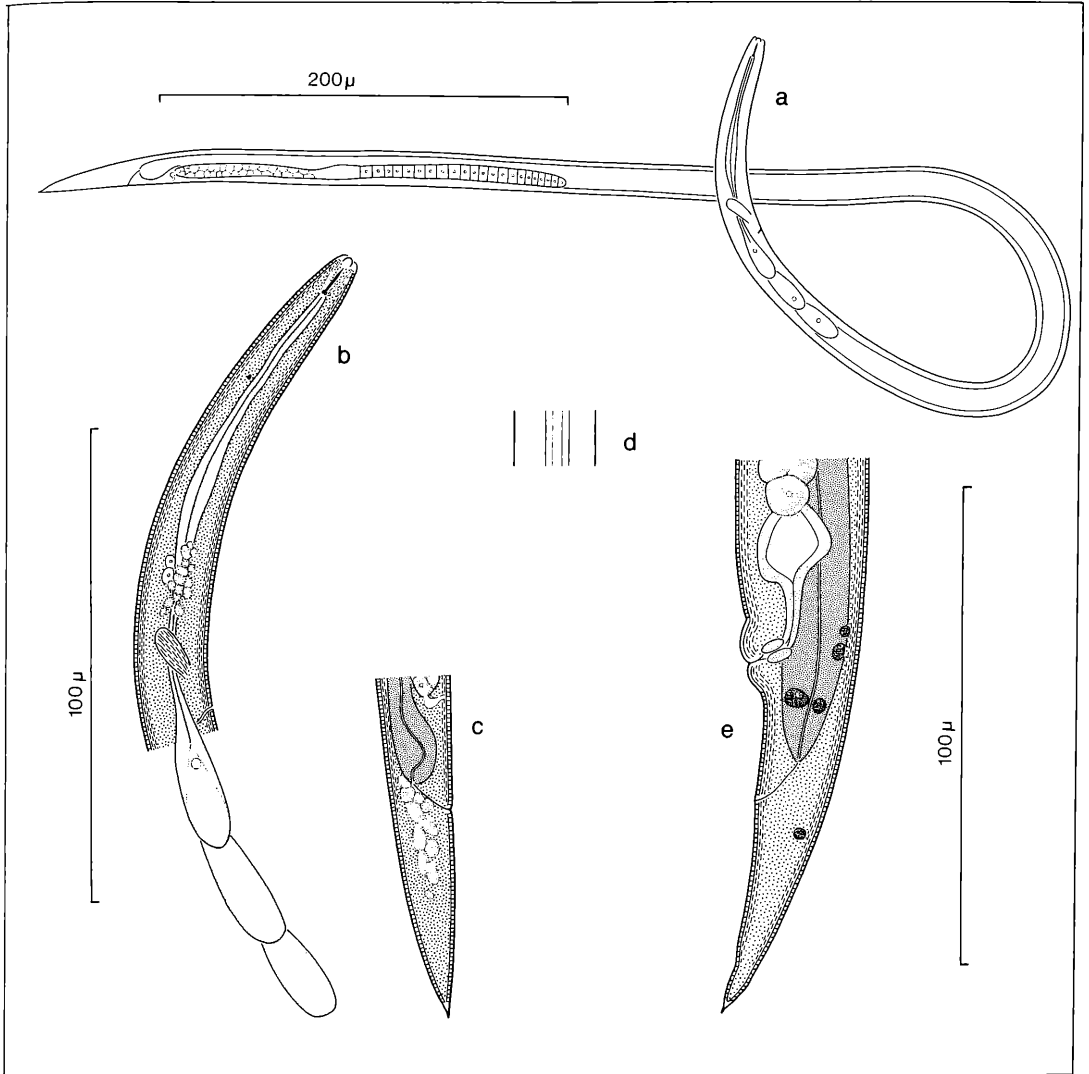


Abbildung 3. *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957: a) Habitus (L4), b) Kopf (L4), c) Schwanz (L4), d) Seitenfeld (L4), e) Vulva- und Schwanzregion eines adulten Weibchens.

ab 1,6 mm Eier tragen. Bei diesen Tieren handelt es sich jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine andere Art, wie ein Vergleich der Beschreibung mit derjenigen von *Hexatylus abulbosus* (= *Hexatylus viviparus* I) (MEYL, 1954:44) deutlich macht.

2.2 *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957 (Abb. 3 und 4)

♀ ♀: n = 2, L = 0,772–0,876 mm, a = 35,0–36,8, b = ?, c = 17,9, V = 91,0–91,7 %

♂ ♂: n = 19, L = 0,659–0,996 mm, a = 26,7–54,0, b (bis einschließlich Nervenring) = 7,4–11,8, c = 16,6–26,2
Körper schlank bis sehr schlank, Kopf fast gerade abge-

stutzt, Schwanz spitz mit kleiner aufgesetzter Endspitze. Kutikula dünn, 0,9 µm dick, fein geringelt, Ringelbreite 1,0 µm. Seitenmembran $\frac{1}{4}$ der korrespondierenden Körperbreite, bestehend aus drei Feldern.

Kopf nicht abgesetzt, Lippen mit 8 Sektoren. Mundstachel 8 µm lang, basal geknöpft. Hintere Hälfte des Ösophaguscorpus verbreitert, Darmlumen kurz hinter dem Nervenring beginnend. Ösophagusdrüsen dorsal rechts dem Darm aufliegend. Die Länge der Drüsenzellen entspricht etwa der Ösophaguslänge bis zum Nervenring. Exkretionsporus etwa eine Körperbreite hinter dem Nervenring mündend. Darm einfach, englumig.

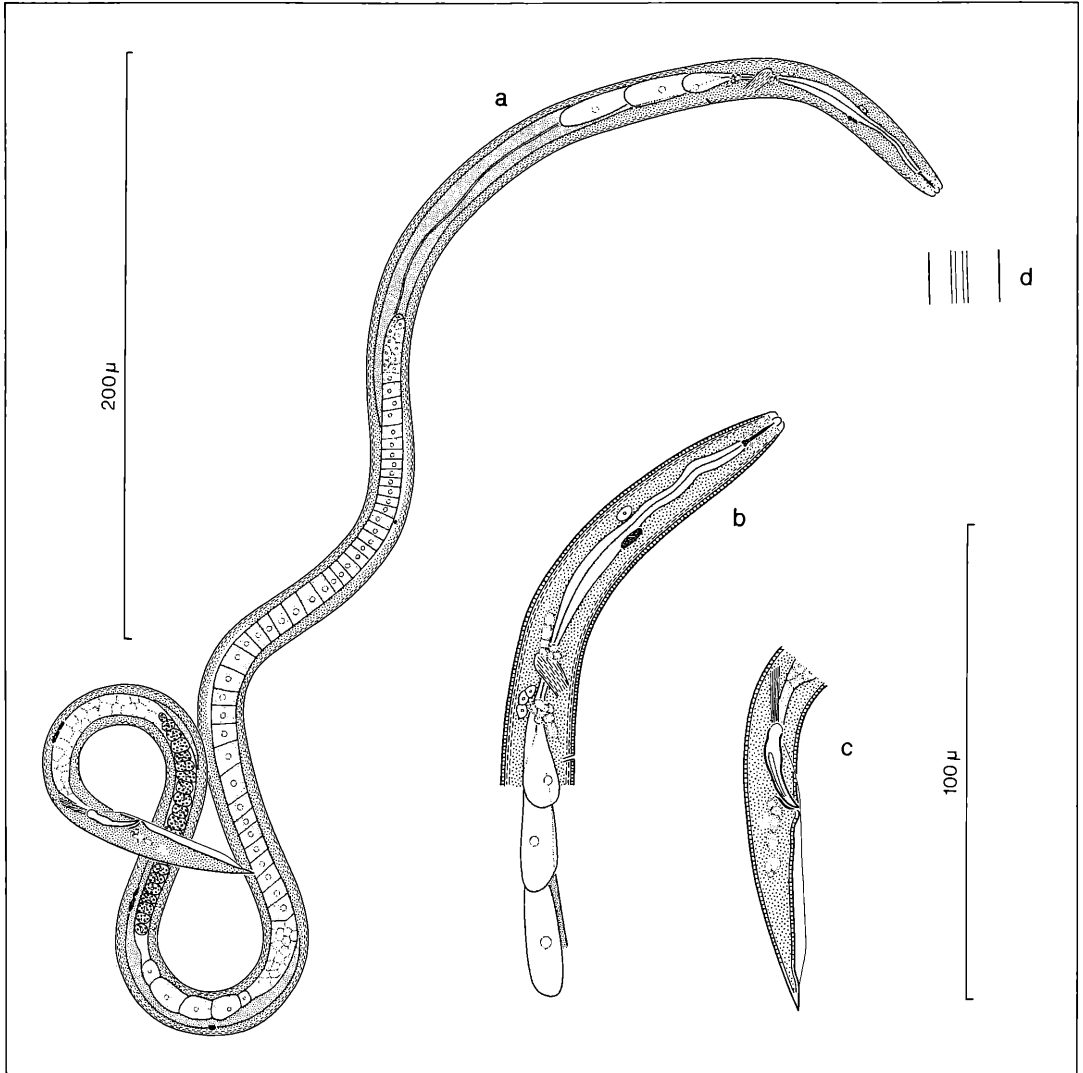


Abbildung 4. *Deladenus aridus* ANDRASSY, 1957, Männchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Schwanz 35–49 µm lang, keilförmig, Ringelung fast bis zur Schwanzspitze reichend.

Von dieser Art fand ich in der Laubstreu keine adulten Weibchen. Demgegenüber fand ich in einem parallel laufenden Netzbeutelversuch, mit dem die Sukzession bei der Besiedlung des Fallaubs untersucht wurde, je ein Weibchen in einem Beutel mit der Maschenweite 250 µm und in einem Beutel der Maschenweite 21 µm. Beide Tiere waren jedoch in so schlechtem Zustand, daß viele Einzelheiten nicht erkennbar waren.

Vulvalippen stark prominent, Vagina schwach schräg nach vorn gerichtet, Vaginalwände muskulös. Gonaden etwa bis Ösophagusdrüsen reichend. Rektum kürzer

als die anale Körperbreite, dünn, After unscheinbar. Schwanzlänge etwa 3 Analbreiten bzw. 1,7mal die Strecke Vulva–Anus.

Es ist nicht auszuschließen, daß das von ANDRASSY (1957) beschriebene Tier eine L4-Larve unmittelbar vor der Häutung ist. Hierfür spricht, daß das Tier etwas kleiner ist als die von mir gefundenen, die Vulva eingesenkt ist und noch keine Vulvarlippen besitzt, sowie die kurze Gonade.

Während adulte Weibchen in der Laubstreu fehlten, war das bislang unbekannte Männchen dieser Art regelmäßig zu finden.

Allgemeiner Habitus wie Weibchen. Gonaden ge-

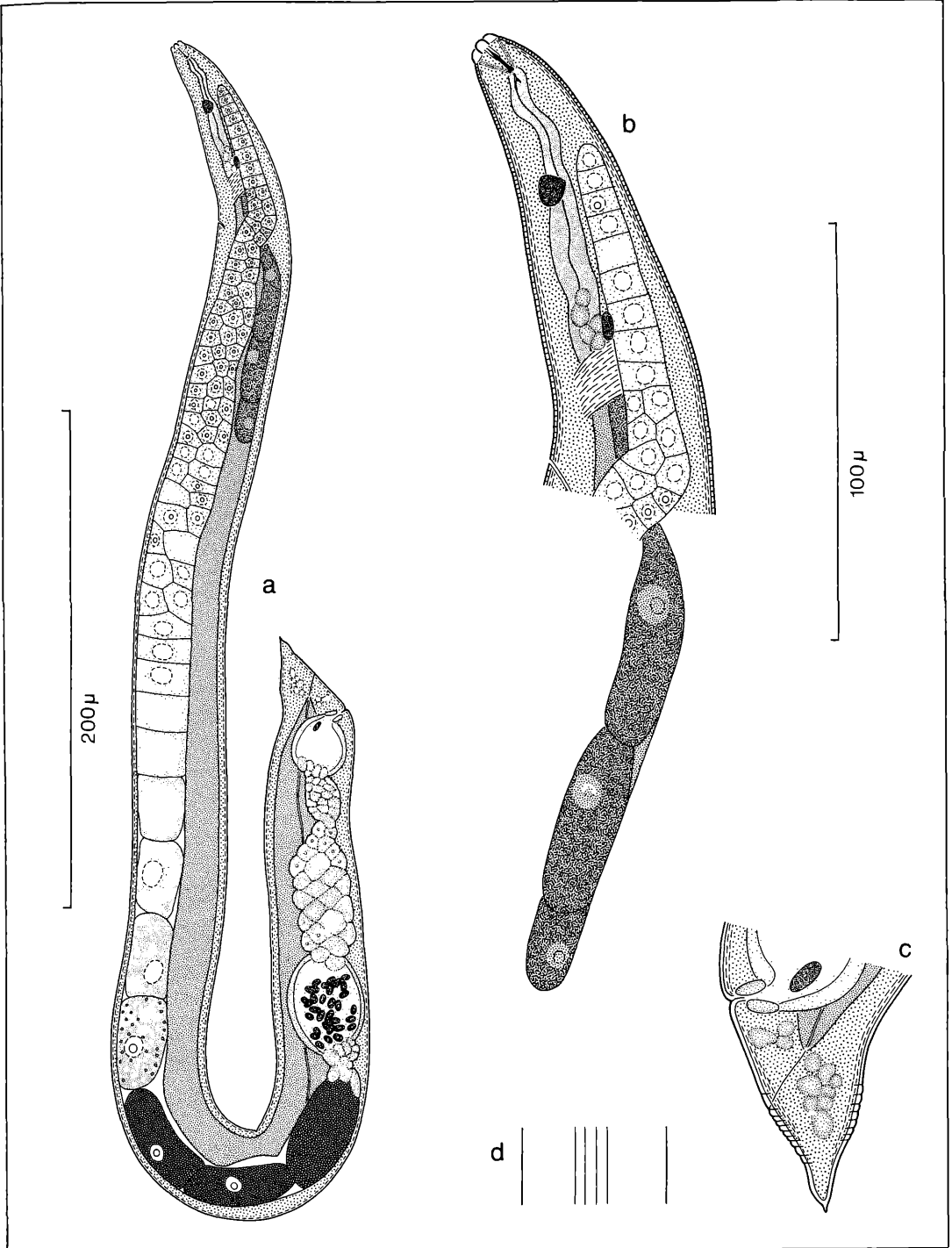


Abbildung 5. *Deladenus crassus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

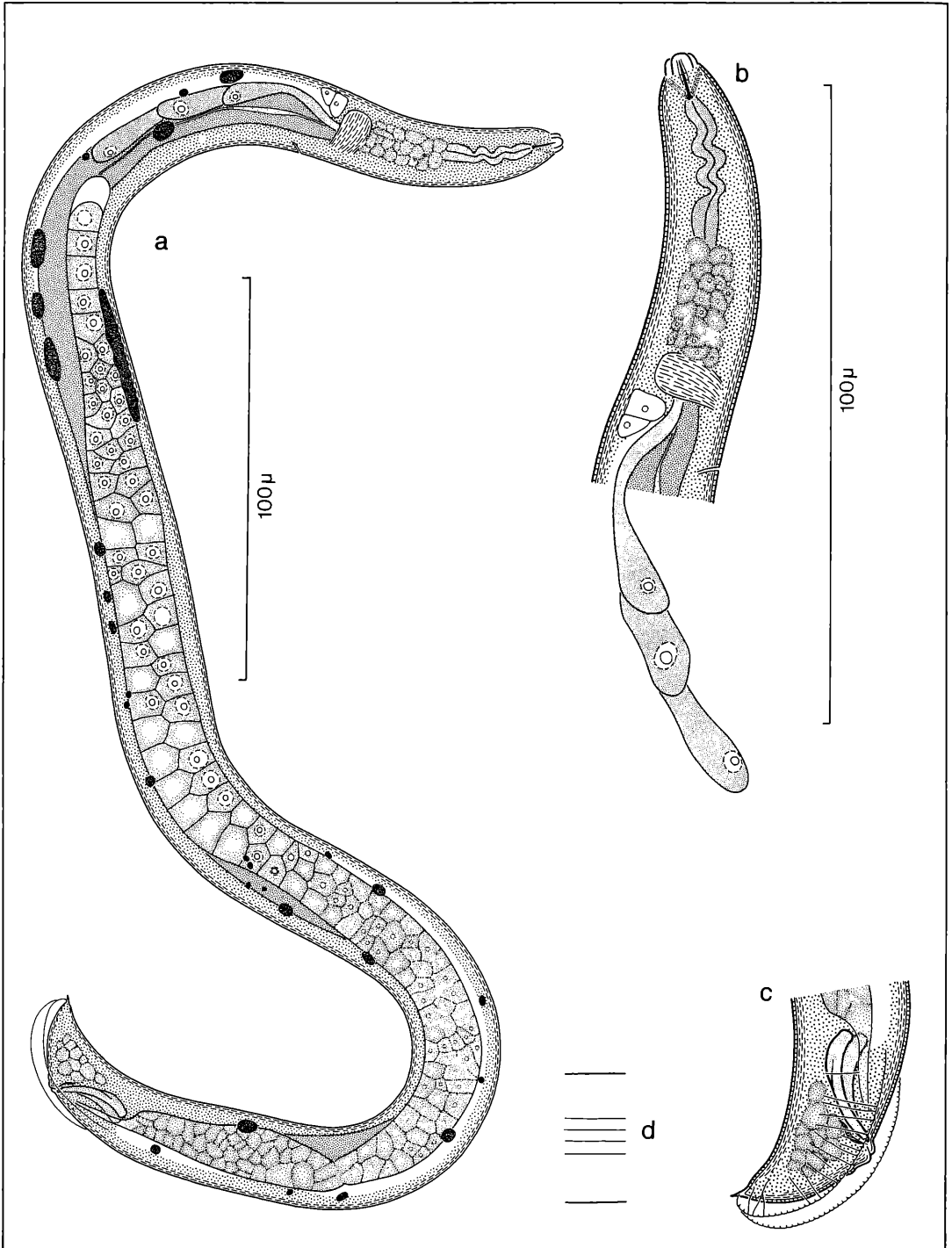


Abbildung 6. *Deladenus crassus* n. sp., Männchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

streckt, beim überwiegenden Teil der Tiere rechts vom Darm liegend, nur äußerst selten links. Spermatozyten einzellig stehend, reife Spermien 4–6 µm.

Bursa etwa 1 Körperbreite vor der Kloake beginnend und kurz vor der Schwanzspitze endend. Auf der Bursa ist keine Ringelung erkennbar. Spiculum tylenchoid, schwach gebogen, etwa 20 µm lang. Gubernakulum 5 µm, deutlich S-förmig gebogen.

2.3 *Deladenus crassus* n. sp. (Abb. 5 und 6)

Typus ♀: L = 0,870 mm, a = 19,3, b (bis einschließlich Nervenring) = 11,0, c = 36,3, V = 94,8 %

♀ ♀: n = 8, L = 0,572–0,914, a = 16,5–33,9, b (bis einschließlich Nervenring) = 9,9–14,5, c = 22,3–48,6, V = 92,8–95,2 %

♂ ♂: n = 3, L = 0,459–0,519, a = 23,6–27,0, b (bis einschließlich Nervenring) = 8,1–9,1, c = 18,3–25,9

Körper mäßig schlank bis plump. Lippen kaum abgesetzt, Schwanz keilförmig. Kutikula dünn, etwa 1 µm dick, fein geringelt, Ringelbreite etwa 1 µm. Seitenmembran etwa 1/4 der korrespondierenden Körperbreite mit 3 Feldern.

Lippen mit 8 Sektoren. Mundstachel 7 µm lang, schwach geknöpft. Hintere Hälfte des Ösophaguscorpus nur schwach verdickt. Darmlumen etwa im Bereich des Nervenrings beginnend. Ösophagusdrüsen dorsal rechts dem Darm aufliegend. Strecke vom Nervenring bis zum distalen Ende der Ösophagusdrüsen etwas länger als die Strecke Kopf–Nervenring. Exkretionsporus kurz hinter dem Nervenring mündend. Darm einfach, englumig.

Weibchen:

Gonaden gestreckt, rechts oder links vom Darm liegend, bis zum Corpusbereich des Ösophagus reichend. Oozyten im distalen und proximalen Bereich einzellig stehend, dazwischen bis dreizeilig. Vulva nicht prominent. Vagina stark erweitert, direkt an die Vulva grenzender Teil eng und muskulös. Spermathek mit ovalen, 4 µm großen Spermien.

Rektum kürzer als die anale Körperbreite, dünn, After unscheinbar. Schwanz kurz-keilförmig mit kleiner, aufgesetzter Spitze. Schwanzlänge 1–2 Analbreiten bzw. ebensolang wie die Strecke Vulva–Anus.

Männchen:

Allgemeiner Habitus wie Weibchen. Gonade gestreckt. Spermatozyten in der Gonade bis 3zeilig stehend. Spiculum tylenchoid, etwa 20 µm lang. Gubernakulum 5 µm, deutlich S-förmig gebogen. Bursa etwa eine Körperbreite vor der Kloake beginnend und bis zum Schwanzende reichend, nur die Endspitze freilassend, deutlich geringelt.

Diagnose: Eine relativ kleine und plumpe bis mäßig schlanke *Deladenus*-Art mit dreifeldriger Seitenmembran, kurzem Mundstachel, kaum verdicktem Corpus, stark entwickelten Gonaden, weit hinten liegender Vulva und kurzem, kegelförmigem Schwanz mit Endspitze. Die Art kommt *Deladenus aridus* nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die stärker entwickelten Gona-

den, die fehlenden Vulvarlippen, die etwas weiter hinten liegende Vulva und die deutliche Ringelung der Bursa des Männchens.

Typus: Nr. F 219, 2–6–81, 11 (32,2/98,1), Landes-

sammlungen für Naturkunde Karlsruhe
Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu

2.4 *Deladenus parvus* n. sp. (Abb. 7)

Typus ♀: L = 0,509 mm, a = 22,1, b (einschließlich Nervenring) = 8,2, c = 11,1, V = 83,8 %

♀ ♀: n = 34, L = 0,388–0,600 mm, a = 16,9–31,6, b (bis einschließlich Nervenring) = 6,6–8,5, c = 8,7–12,7, V = 79,8–85,4 %

Körper schwach spindelförmig, größter Körperdurchmesser etwa 2–3 Körperbreiten vor der Vulva. Lippen nicht abgesetzt, Schwanz sich allmählich verjüngend, das abgerundete Schwanzende trägt einen 2–3 µm langen röhrenförmigen Fortsatz. Kutikula dünn, 0,8–1 µm dick, fein geringelt, Ringelbreite 1 µm. Ringelung reicht bis zum abgerundeten Schwanzende. Seitenmembran etwa 25–30 % der korrespondierenden Körperbreite, mit 3 Feldern.

Lippen mit 8 Sektoren. Mundstachel 6,5 µm lang, deutlich geknöpft. Corpus des Ösophagus in der Mitte dicker. Darmlumen etwa im Bereich des Nervenrings beginnend. Ösophagusdrüsen dorsal rechts dem Darm aufliegend. Strecke vom Nervenring bis zum distalen Ende der Ösophagusdrüsen etwa so lang oder etwas kürzer als die Strecke Kopf–Nervenring. Exkretionsporus etwa eine Körperbreite hinter dem Nervenring mündend. Darm einfach, englumig.

Gonaden des Weibchens gestreckt, rechts oder links vom Darm liegend, maximal bis zu den Ösophagusdrüsen reichend. Oozyten im distalen und proximalen Bereich einzellig stehend, dazwischen bis zweizeilig. Vulva nicht prominent. Vagina in einer Biegung nach vorn laufend.

Rektum kürzer als die anale Körperbreite, dünn, After unscheinbar. Darm dorsal ausgebuchtet und dadurch die Übergangsstelle Darm–Rektum überragend.

Schwanzlänge (je nach Schlankheitsgrad) 2,5–4 Analbreiten bzw. ebensolang wie die Strecke Vulva–Anus. Diagnose: Kleine, mäßig schlanke *Deladenus*-Art mit dreifeldriger Seitenmembran, kurzem Mundstachel, deutlich verbreitertem Corpus, schwächer entwickelten Gonaden, relativ weit vorn liegender Vulva und gerundetem Schwanz mit röhrenartigem Fortsatz.

Die Art steht *Deladenus saccatus* ANDRASSY, 1954, sehr nahe, mit der sie in den DE MAN'schen Werten und der Vulvalage übereinstimmt. *Deladenus parvus* ist jedoch kleiner, der Abstand Vulva–Anus beträgt nur eine Schwanzlänge und der Schwanz ist nicht zugespitzt. Der Ösophaguscorpus zeigt nur eine Schwellung und keinen echten Mittelbulbus. Ebenso fehlt ein postvulvarer Uterussack.

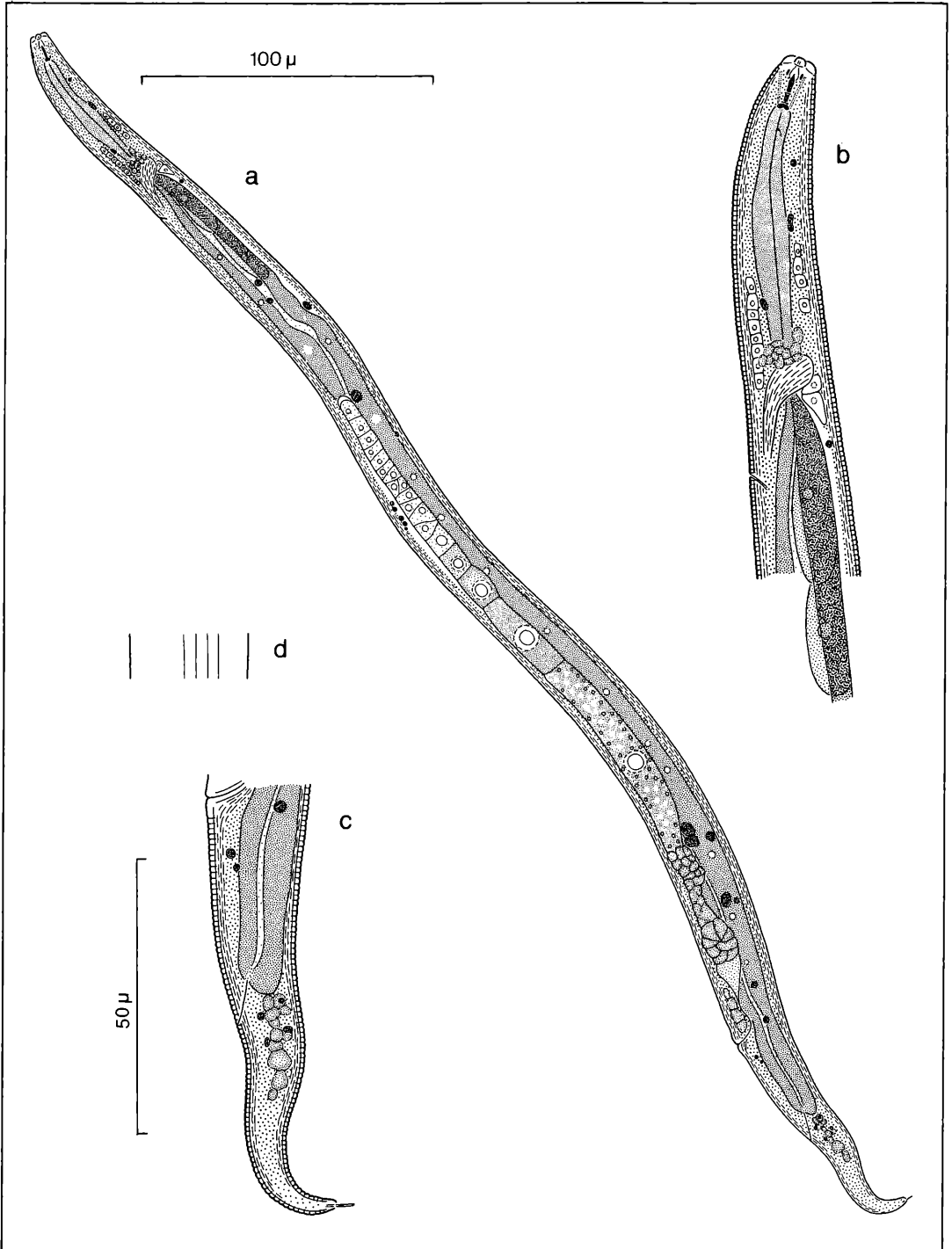


Abbildung 7. *Deladenus parvus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

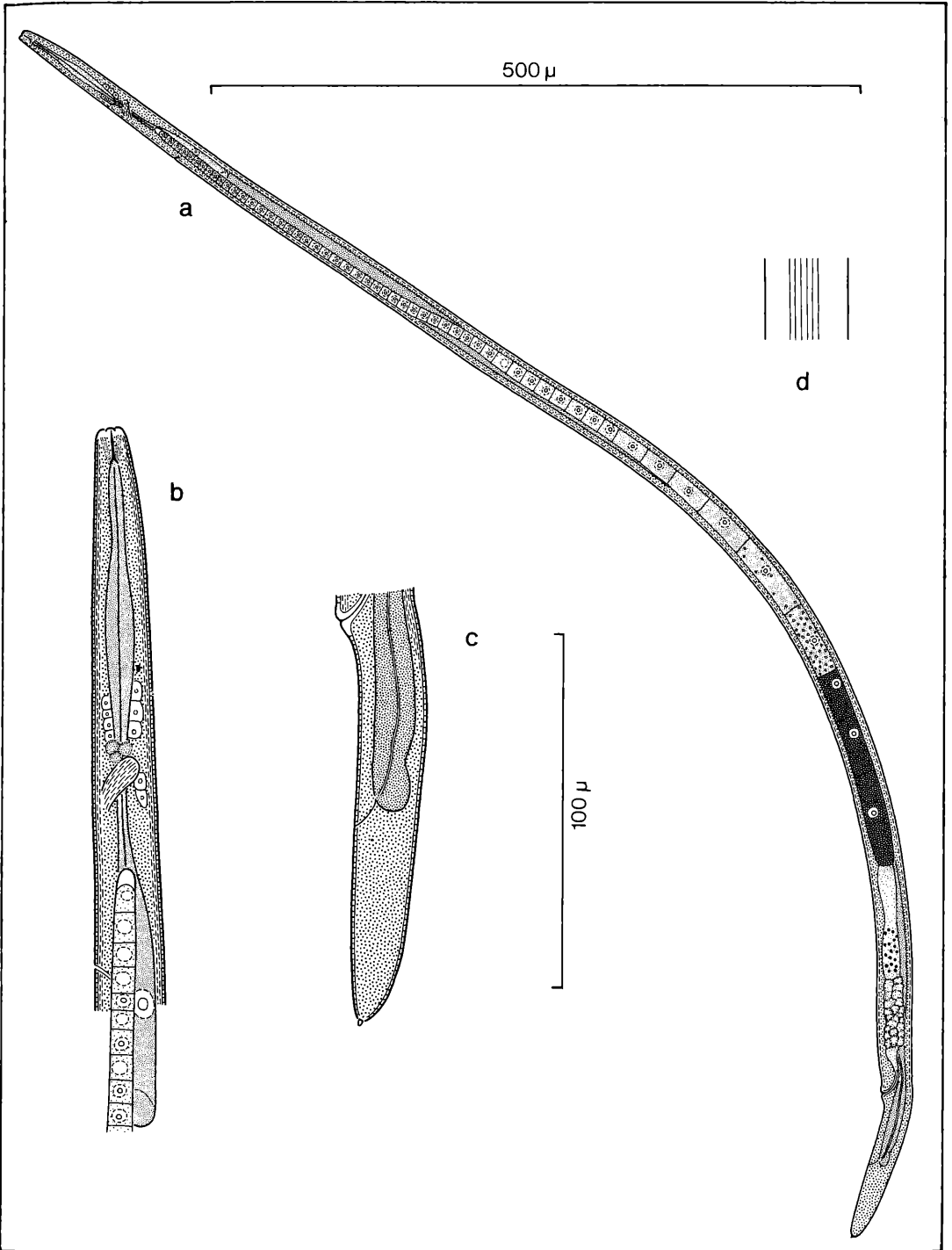


Abbildung 8. *Stictylus serpens* (ANDRASSY, 1961), Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Typus: Nr. QHA-L 979, 10 (35,9/103,8), Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe
 Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, Laubstreu.

2.5 *Stictylus serpens* (ANDRASSY, 1961) nov. comb. (Abb. 8)

1961 *Neotylemchus serpens* – ANDRASSY, *Nematologica* 6: 25

♀ ♀: n = 12, L = 0,751–1,244 mm, a = 26,3–56,5, b = 4,6–8,8, c = 20,5–23,2, V = 88,4–92,3 %

Die im Untersuchungsgebiet von Schluttenbach gefundenen Tiere stimmen weitgehend mit dem von ANDRASSY beschriebenen Tier überein, so daß auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet werden kann. In folgenden Merkmalen weichen die Tiere jedoch von der Originalbeschreibung ab: Die länglichen Stachelknöpfe sind etwas stärker nach hinten gerichtet als auf Abb. 1 b bei ANDRASSY dargestellt. Ebenso ist die Länge der Stachelknöpfe unterschiedlich. Diese Asymmetrie ist jedoch bedeutend schwächer ausgebildet als bei anderen *Stictylus*-Arten und kaum erkennbar.

Der Dorsalfortsatz des Endbulbus liegt nicht exakt in dorsaler Lage, sondern er bedeckt den Darm von der Dorsal- bis zur linken Lateralseite. Das Darmende ist dorsal etwas ausgebuchtet und das Rectum kürzer als die anale Körperbreite. Durch das kürzere Rectum wird die abweichende relative Schwanzlänge (c unter 25) bedingt. Die Schwanzlänge entspricht daher etwa der Strecke Vulva–Anus.

Die Gonaden liegen rechts oder links vom Darm und können sich bis zum Nervenring erstrecken.

Bemerkungen: Nach NICKLE, 1968, ist die Typusart der Gattung *Neotylemchus*, *Neotylemchus abulbosus*, synonym zu *Hexatylus viviparus*. Daher ist auch die Gattung *Neotylemchus* ein jüngeres Synonym zur Gattung *Hexatylus*. Die restlichen, bis dahin in der Gattung *Neotylemchus* geführten Arten entsprechen aber nicht der Gattungsdefinition von *Hexatylus*. Nur wenige *Neotylemchus*-Arten konnten anderen Gattungen zugeordnet werden, der überwiegende Teil, darunter auch *Neotylemchus serpens*, mußte als *species inquirenda* geführt werden (vgl. auch SUMENKOVA 1975).

Wegen der schwachen Asymmetrie der Basalknöpfe des Mundstachels ist *Neotylemchus serpens* in die Gattung *Stictylus* THORNE, 1941, zu stellen.

ANDRASSY, I. (1957): *Deladenus aridus* n. sp. und ein Wiederfund von *Deladenus saccatus* ANDRASSY, 1954. *Nematologische Notizen* 5. – Opusc. Zool., 2: 3–8; Budapest.

ANDRASSY, I. (1961): Zur Taxonomie der Neotylemchiden. – *Nematologica*, 6: 25–36; Leiden.

FILIPJEV, J. N. & SCHUURMANS-STEKHOVEN, J. H. (1941): A manual of agricultural Helminthology. – 878 S.; Leiden (E. J. Brill).

GOODEY, T. (1926): *Hexatylus viviparus* gen. et sp. nov., a nematode found in a diseased potato tuber. – *J. Helminth.*, 4: 27–30; London.

GOODEY, T. (1926): A further note on *Hexatylus viviparus* GOODEY, 1926. – *J. Helminth.*, 4: 183–184; London.

GOODEY, T. (1933): *Plant Parasitic Nematodes*. – 306 S.; London (Methuen & Co).

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.

NICKLE, W. R. (1968): Observations on *Hexatylus viviparus* und *Neotylemchus abulbosus* (Neotylemchidae: Nematoda). *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, 35: 154–160; Washington.

SCHNEIDER, W. (1939): Würmer oder Vermes. II. Fadenwürmer oder Nematoden. I. Freilebende und pflanzenparasitische Nematoden. – [In:] DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, 36: 1–260; Jena (Gustav Fischer).

STEINER, G. (1931): *Neotylemchus abulbosus* n. g., n. sp. (Tylenchidae, Nematoda) the causal agent of a new nematosis of various crop plants. – *J. Wash. Acad. Sci.*, 21: 536–538; Washington.

SUMENKOVA, N. J. (1975): Nematody rastenij i povvy. – *Akademiya Nauk, Gel'mintologiceskaja Laboratorija*: 1–197, Moskva.

THORNE, G. (1941): Some nematodes of the family Tylenchidae which do not possess a valvular median esophageal bulb. – *Great Basin Naturalist*, 2: 37–85; Provo.

THORNE, G. (1949): On the classification of the Tylenchida new order (Nematoda: Phasmidia). – *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, 16: 37–73; Washington.

3. Literatur

ANDRASSY, I. (1952): Freilebende Nematoden aus dem Bükk-Gebirge. – *Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.*, 2: 13–65; Budapest.

ANDRASSY, I. (1954): Drei neue Arten aus der Superfamilie Tylenchoidea. – *Nematologische Notizen* 3. – *Ann. Biol. Univ. Hung.*, 2: 9–15; Budapest.

HERBERT ZELL

Nematoden eines Buchenwaldbodens

5. Die Wilsonematinae (Nematoda, Araeolaimida)

Kurzfassung

Untersuchungen der Stabilität von Merkmalen sowohl innerhalb einzelner Populationen wie auch über weite geographische Entfernungen, ergänzt durch eine Untersuchung der Verwandtschaftsbeziehungen, führen zu dem Schluß, daß die kosmopolitischen „Arten“ *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966 und *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, jeweils eine Gruppe von Geschwisterarten darstellen.

Die folgenden Arten werden verglichen: *Tylocephalus annulatus* n. sp. aus Deutschland (Untersuchungsgebiet Schluttenbach), *T. laticollis* n. sp. aus Deutschland und Frankreich, *T. cornutus* n. sp. und *T. andinus* n. sp. aus Bolivien, *T. becki* n. sp. aus Peru, *Wilsonema schuurmansstekhoveni* (DE CONINCK, 1931) aus Deutschland und *W. andersoni* n. sp. aus Bolivien. In den Vergleich wurden außerdem Literaturangaben über *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966, *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, sowie *Wilsonema capitatum* COBB, 1913, einbezogen.

T. cornutus besitzt konvex gebogene Cornua mit breiter Basis, eine unvollständig geringelte Halsanschwellung und ein relativ kleines Seitenorgan. *T. becki* unterscheidet sich von dieser Art durch die vollständig geringelte Halsanschwellung, das relativ größere Seitenorgan und die Körpergröße. *T. andinus* besitzt konvex gebogene Cornua ohne deutliche Basis und eine gebogene Innenlinie in der Halsanschwellung. Von dieser Art unterscheidet sich *T. laticollis* durch die längere Cardia und die gerade Innenlinie in der Halsanschwellung, *T. annulatus* durch die unvollständig geringelte, flachere Halsanschwellung. *Wilsonema andersoni* unterscheidet sich von *W. otophorum* durch das größere Seitenorgan, die höhere Borstenzahl auf dem Flabellum und die geringere Körperborstenzahl.

Summary

Nematodes of a beech wood soil 5. The Wilsonematinae (Nematoda, Araeolaimida).

Investigations on the stability of characters both within several populations and over far geographic distances, too, amplified by an investigation on the phylogenetic relationship lead to the conclusion that the cosmopolitan „species“ *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966, and *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, show themselves as a group of sibling species, each.

The following species are compared: *Tylocephalus annulatus* n. sp. from Germany (Schluttenbach research area), *T. laticollis* n. sp. from Germany and France, *T. cornutus* n. sp. and *T. andinus* n. sp. from Bolivia, *T. becki* n. sp. from Peru, *Wilsonema schuurmansstekhoveni* (DE CONINCK, 1931) from Germany, and *W. andersoni* n. sp. from Bolivia. There were also included into the comparison data from literature on *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966, *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, and *W. capitatum* COBB, 1913. *T. cornutus* has got concavely curved cornua with a broad basis, an uncompletely annulated cervical expansion, and a relatively small amphid aperture. *T. becki* differs from this species by its completely annulated cervical expansion, a relatively larger amphid aperture, and its size of body. *T. andinus* has got concavely

curved cornua without a distinct basis, and a curved inner line in the cervical expansion. *T. laticollis* differs from *T. andinus* by the longer cardia, and the straight inner line in the cervical expansion, *T. annulatus* does so by the uncompletely annulated and flatter cervical expansion. *W. andersoni* differs from *W. otophorum* by the larger amphid aperture, the higher number of fimbriae and the lower number of body setae.

Résumé

Nématodes du sol d'une forêt de hêtre 5. Les Wilsonematinae (Nematoda, Araeolaimida).

Des recherches sur la stabilité des caractères et dans des divers populations et sur de vastes distances géographiques, supplémentées par une recherche des relations phylogénétiques mènent à la conclusion que les „espèces“ cosmopolitaines *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966 et *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, forment, chacune, un groupe d'espèces semblables.

Les espèces suivantes sont comparées: *Tylocephalus annulatus* n. sp. d'Allemagne (région expérimentale de Schluttenbach), *T. laticollis* n. sp. d'Allemagne et de la France, *T. cornutus* n. sp. et *T. andinus* n. sp. de la Bolivie, *T. becki* n. sp. du Pérou, *Wilsonema schuurmansstekhoveni* (DE CONINCK, 1931) d'Allemagne et *W. andersoni* n. sp. de la Bolivie. De plus, on a comparé les informations littéraires sur *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873) ANDERSON, 1966, *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880) COBB, 1913, et *W. capitatum* COBB, 1913.

T. cornutus a des cornua concavement courbés avec une large base, un gonflement cervical incomplètement annelé, l'organ latéral est relativement petit. *T. becki* se diffère de cette espèce par le gonflement cervical complètement annelé, l'organ latéral relativement plus grand et de la taille. *T. andinus* a des cornua convexement courbés sans une base distincte et une ligne courbée dans le gonflement cervical. *T. laticollis* se diffère de cette espèce par la cardia plus long et une ligne droite dans le gonflement cervical, *T. annulatus* par le gonflement cervical complètement annelé et plus plat. *W. andersoni* se diffère de *W. otophorum* par l'organ latéral plus grand, le plus grand nombre des fimbriae et un moins grand nombre des soies du corps.

Autor

HERBERT ZELL, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Die immer stärkere Zunahme der ökologischen Forschung hat zur Folge, daß auch die Taxonomie in die Ökologie einbezogen werden muß. Nur mit der genauen Kenntnis des Artbestandes ist es möglich, die ökologischen Ansprüche der Arten zu beurteilen und aus deren Vorkommen oder Fehlen allgemeinere Rückschlüsse auf das untersuchte Biotop zu ziehen. Vordringliche Aufgabe bei jeder Untersuchung ist es daher, den Artstatus der aufgefundenen Formen zu überprüfen. Besonders wichtig erscheint eine solche Überprüfung bei Geschwisterartengruppen, denn werden diese nicht getrennt und unter einem einzigen Artnamen geführt, so zeigt diese „Art“ in der Regel eine große ökologische Valenz, während die einzelnen Geschwisterarten extrem stenök sein können.

Besonders schwierig wird die Beurteilung des Artstatus bei parthenogenetischen Arten, da Kreuzungsexperimente ausscheiden. „The taxonomy of completely parthenogenetic forms is still more difficult since there is no criterion for a biological unit, as all the clones of parthenogenetic lines are reproductively isolated“ (STURHAN, 1970: 335). Normalerweise müßten sich solch nah verwandte, parthenogenetische Geschwisterarten im Speziationsprozeß auch ökologisch voneinander absetzen. „Nicht alle Geminospecies folgen jedoch dieser Regel, kann man doch *Rh. papillosa* und *Rh. neopapillosa* nebeneinander auf demselben Schneckenkadaver antreffen“ (OSCHE, 1960: 343). STURHAN (1970: 335) geht sogar noch weiter, wenn er sagt: „Sibling species in nematodes appear to arise to a great extent sympatrically and instantaneously.“ Dies bedeutet aber, daß in jeder Probe, die untersucht wird, mit dem Auftreten von Geschwisterarten gerechnet werden kann.

Der Artstatus der parthenogenetischen Geschwisterarten kann nur indirekt erschlossen werden. Zunächst muß überprüft werden, ob die einzelnen Formen morphologisch und biometrisch in sich stabil und nicht durch Übergangsformen verbunden sind. Ist dies der Fall, so kann die Populationsentwicklung als Kriterium herangezogen werden. Unterscheiden sich die verschiedenen mutmaßlichen Arten in ihrem jahreszeitlichen Auftreten, so ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, daß es sich um verschiedene Arten handelt, besonders wenn die mutmaßlichen Arten auch in anderen Biotopen die gleiche Jahresdynamik zeigen. Dies gilt zum Beispiel für die Geschwisterarten der *Prionchulus-muscorum*-artigen (ZELL, 1985).

Die Wilsonematinae treten im untersuchten Biotop in zwei Arten auf, die nach den gültigen Definitionen als „*Wilsonema otophorum*“ und „*Tylocephalus auriculatus*“ anzusprechen sind. Letztere tritt in zwei klar unterscheidbaren Formen auf, wobei die beiden Formen keine erkennbaren Unterschiede in ihrer Jahresdynamik aufweisen. Diese kann also nicht zur Entscheidung des Artstatus herangezogen werden.

In diesem Falle kann nur die Untersuchung von Formen

aus geographisch weitgestreuten Fundorten weiterhelfen; denn handelt es sich bei den verschiedenen Formen nur um variierende Klone, dürften die Formen nicht über große geographische Entfernungen stabil sein. Zudem können an Hand einer Merkmalsanalyse die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Formen untersucht werden, deren Kenntnis ebenfalls eine Hilfe bei der Feststellung des Artstatus ist. Bei dieser Untersuchung, auf die nach der Beschreibung der Arten noch eingegangen wird, zeigt sich, daß sowohl *Tylocephalus auriculatus* wie auch *Wilsonema otophorum* mit hoher Wahrscheinlichkeit jeweils eine Gruppe von Geschwisterarten darstellen.

Das Material entstammt in der Hauptsache einer über dreijährigen kontinuierlichen Aufsammlung im Untersuchungsgebiet im Stadtwald Ettlingen bei Schluttenbach, ca. 15 km südlich von Karlsruhe im nördlichen Schwarzwaldvorland (vgl. BECK & MITTMANN, 1982). Zum Vergleich dienten Proben aus einem Moospolster in den Rasenflächen des Jardin des Plantes, Paris (leg. ZELL), aus der Umgebung von San Ramon, Peru (leg. BECK & MITTMANN) sowie aus Bolivien (leg. MITTMANN). Das gesamte Material befindet sich in den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe.

2. Charakterisierung der *Tylocephalus auriculatus*-artigen

Kleine, relativ plumpe Plectiden mit geringelter Kutikula und einfachem Seitenfeld mit einer schwachen zentralen Linie. Körper mit Borsten besetzt, bei allen Arten Zahl und Anordnung der Cervical- und Schwanzborsten konstant. Cervicalborsten: ein dorsales und ein ventrales Paar an der Basis der Halsanschwellung sowie ein ventrales Paar vor dem Nervenring. Schwanzborsten in ihrer Anordnung typisch plectid: 4 Borsten spiralförmig angeordnet, die terminale links dorsal des Seitenfeldes, die vorletzte dorsal, die 3. links ventral des Seitenfeldes, die adanale rechts ventral des Seitenfeldes; dazu ein dorsales Paar im Bereich der hintersten Drüsenzelle (im mikroskopischen Bild entsprechend rechts-links vertauscht). Körperborsten variabel, 3 Paare jedoch bei allen Arten vorhanden: ein Paar im Cardiabereich unmittelbar dorsal des Seitenfeldes, je ein präanales ventrales und dorsales Paar etwas mehr als eine Analbreite präanal im Bereich des Darmendes.

Kopfborsten als Cornua ausgebildet, die Lippen weit überragend. Kutikula im Halsbereich eine Halsanschwellung bildend, diese mindestens mit 9 Ringeln. Halsanschwellung sich zwischen den dorsalen bzw. ventralen Cornua als „Kopflamelle“ fortsetzend und bis zur Mundhöhle reichend. Kopflamelle immer ungeringelt. Seitenorgan und Stoma plectid. Corpus im Stomabereich eine Manschette bildend, ansonsten auf seiner ganzen Länge von gleichbleibendem Durchmesser, Isthmus schmaler als Corpus. Ösophagusbulbus mit Klappenapparat und Cardia. Darm weitlumig mit deutlichem Mikrovillisaum. Rektum etwas länger als eine

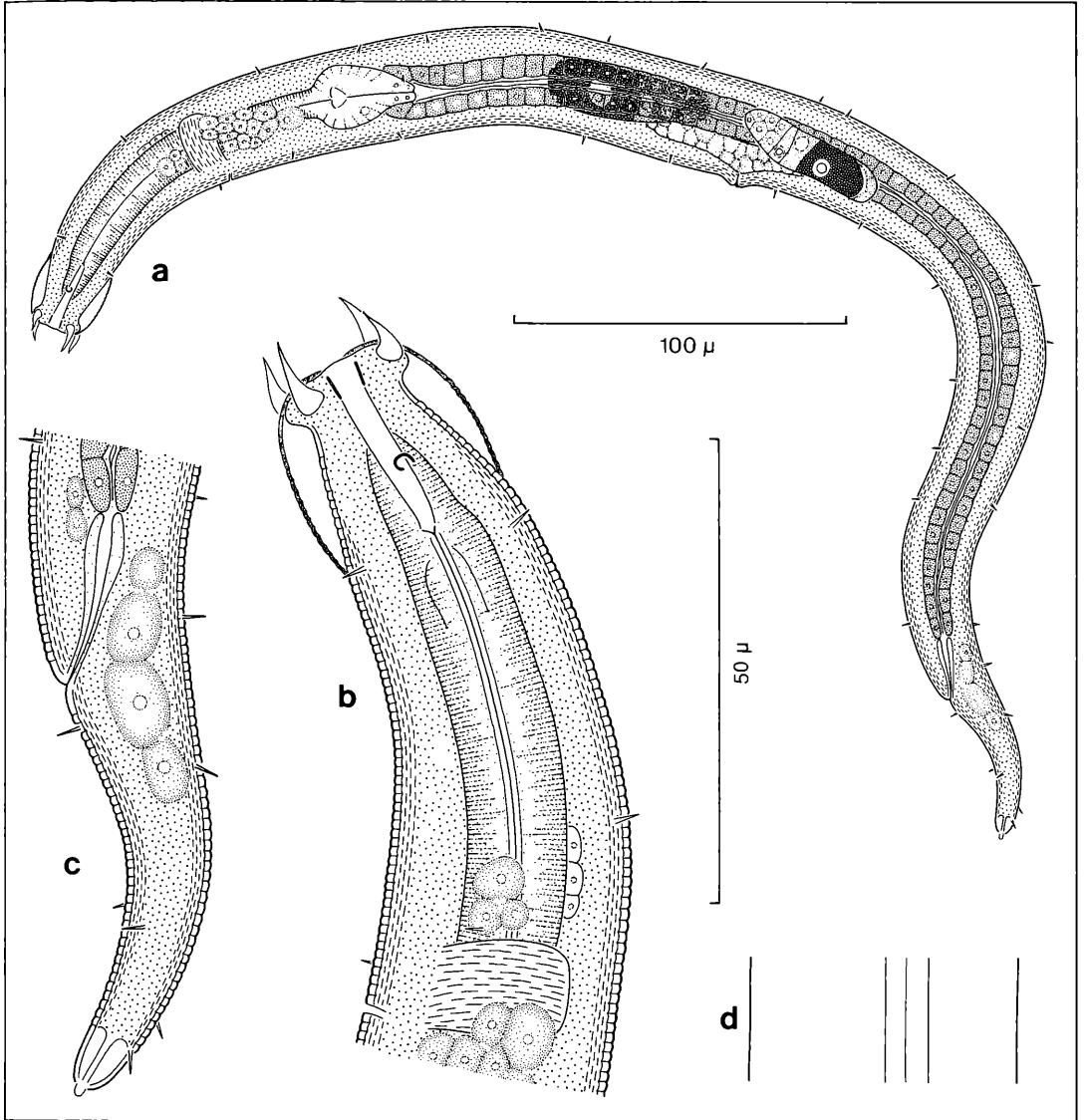


Abbildung 1. *Tylocephalus cornutus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Analbreite. Exkretionsporus hinter dem Nervenring, Exkretionssystem plectid. Gonaden didelphisch, antidrom umgeschlagen. Schwanz ventral gebogen mit drei Schwanzdrüsen, terminal mit Drüsenausführröhrchen.

2.1. *Tylocephalus auriculatus* (BÜTSCHLI, 1873), ANDERSON, 1966

1873 *Plectus auriculatus* – BÜTSCHLI, Nova Acta Leop. 36: 91
 1884 *Plectus auriculatus* – DE MAN, Nematoden niederl.

Fauna: 116

nec

1876 *Plectus auriculatus* – DE MAN, Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. 2: 151

Die Art wurde von ANDERSON (1966: 932) an Hand von Tieren aus Kanada und Polen ausführlich beschrieben. Es sei auf die dortigen Beschreibungen und Abbildungen verwiesen.

Von *Tylocephalus annulatus*, *T. andinus* und *T. laticollis* unterscheidet sich die Art durch die über die gesamte Länge der Halsanschwellung geringelte Kutikula und die deutlich abgesetzten Basen der Cornua. Von *T. cor-*

nutus und *T. becki* unterscheidet sie sich durch die konvex gebogenen Cornua, den zipfelförmigen Fortsatz der Kopflamelle über der Mundhöhle, dem Vorhandensein einer Innenlinie in der Halsanschwellung sowie in der Form des Seitenorgans.

2.2 *Tylocephalus cornutus* n. sp. (Abb. 1)

Typus ♀: L = 0,534 mm, a = 17,8, b = 4,1, c = 12,0, V = 48,5 %

♀ ♀: n = 3, L = 0,486–0,534 mm, a = 17,0–18,7, b = 3,9–4,1, c = 10,4–11,0, V = 47,1–48,7 %

Locus typicus: Bolivien, Depto. La Paz, Prov. Aroma, Kakteen- und Sukkulantenstreu auf feuchter Wiese an der Straße Suribay-Aroma, 3605 m ü. M., 10. 2. 1985, leg. MITTMANN

Cornua konkav gebogen, spitz endend, zur Basis hin kontinuierlich breiter werdend und mit breiter Basis ansetzend. Cornua kaum einwärts gebogen. Halsanschwellung nur im hinteren Teil geringelt, 12 Ringel, vorderer Teil glatt. Keine Innenlinie in der Halsanschwellung ausgebildet. Halsanschwellung relativ flach, über 4mal so lang wie breit. Kopflamelle glatt, ohne jegliche Auswüchse, kaum die Lippen überragend. Seitenorgan rundlich, größter Durchmesser 2 µm. Bei allen untersuchten Tieren vordere Gonade (im mikroskopischen Bild) rechts, hintere links des Darms liegend. Seitenfeld etwa 4,5 µm breit, $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ der Körperbreite. Körperborsten zahlreich.

Diagnose: Eine relativ große *Tylocephalus*-Art mit konkav gebogenen, deutlich abgesetzten Cornua, unvollständig geringelter Halsanschwellung und kaum über die Lippen erhobener Kopflamelle.

Die Art steht *T. becki* am nächsten, unterscheidet sich aber durch die Körpergröße, die sich allmählich verbreiternden Cornua, die unvollständige Ringelung der Halsanschwellung, die Höhe der Kopflamelle, die stärkere Beborstung des Körpers sowie durch das kleinere Seitenorgan.

2.3 *Tylocephalus becki* n. sp. (Abb. 2)

? 1965 *Wilsonema auriculatum* – GADEA, Misc. zool. 2: 10 (partim)

Typus ♀: L = 0,341 mm, a = 17,1, b = 3,8, c = 10,3, V = 49,7 %

Locus typicus: Peru, Depto. Junin, San Ramon, Nebelwald, lockere dicke Streuschicht, 2500 m ü. M., 20. 10. 1980, leg. BECK & MITTMANN

♀: n = 1, L = 0,300 mm, a = 13,6, b = 3,5, c = 12,0, V = 51,1 %

Peru, Depto. Junin, San Ramon, alte Kaffeeplantage, Streu, 1150 m ü. M., 20. 10. 1980, leg. BECK & MITTMANN

♀ ♀: n = 3, L = 0,281–0,318 mm, a = 16,7–19,8, b = 3,5–3,6, c = 10,4–11,4, V = 50,7–53,3 %

Peru, Depto. Junin, Seitental westlich San Ramon, Streu an Felsen in trockenem Bachbett, 1150 m ü. M.,

23. 10. 1980, leg. BECK & MITTMANN.

Cornua konkav gebogen, spitz endend, schlank, erst in der Nähe der Basis breiter werdend. Cornua deutlich einwärts gebogen. Halsanschwellung über die gesamte Länge geringelt mit etwa 20 Ringeln. Innenlinie der Halsanschwellung fehlt. Halsanschwellung relativ flach, über 4mal so lang wie breit. Kopflamelle glatt, ohne Auswüchse, die Lippen weit überragend. Seitenorgan groß, kreisrund, Durchmesser etwa 3 µm. Bei allen untersuchten Tieren vordere Gonade rechts, hintere links des Darms liegend. Seitenfeld 2,5 µm breit, $\frac{1}{7}$ – $\frac{1}{8}$ der Körperbreite. Nur wenige Körperborsten vorhanden.

Diagnose: Kleine *Tylocephalus*-Art mit konkav gebogenen, deutlich abgesetzten Cornua, vollständig geringelter Halsanschwellung und die Lippen weit überragender Kopflamelle.

Tylocephalus becki unterscheidet sich von allen anderen *Tylocephalus*-Arten durch seine Kleinheit sowie die absolute Breite des Seitenfeldes.

2.4 *Tylocephalus annulatus* n. sp. (Abb. 3)

Typus ♀: L = 0,494 mm, a = 17,6, b = 4,3, c = 12,4, V = 49,4 %

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, 10 Monate altes Fallaub in Netzbeuteln, 8. 10. 1981

♀: n = 1, L = 0,489 mm, a = 15,3, b = 4,0, c = 11,1, V = 47,5 %

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), morsches Holz eines ca. 10jährigen Buchenstrunkes, 12. 4. 1982.

Cornua konvex gebogen, spitz endend. Keine deutliche Basis der Cornua ausgebildet, sondern diese aus je einer submedianen Lamelle entspringend. Spitzen der Cornua mehr als eine halbe Cornualänge voneinander entfernt. Halsanschwellung nur im hinteren Teil geringelt, 9 Ringel, vorderer Teil glatt. Innenlinie der Halsanschwellung gerade, etwa in der Mitte der Halsanschwellung deren Rand erreichend. Halsanschwellung relativ flach, etwa 4mal so lang wie breit. Kopflamelle glatt mit schwachem, zapfenartigem, nach vorn gerichtetem Vorsprung an der Mundhöhle. Seitenorgan klein, quer-oval, etwa 2 µm Durchmesser. Bei beiden Tieren vordere Gonade rechts, hintere links vom Darm liegend. Seitenfeld etwa 4,5 µm breit, etwa $\frac{1}{6}$ der Körperbreite. Vereinzelt Körperborsten am gesamten Körper.

Diagnose: Eine relativ große *Tylocephalus*-Art mit konvex gebogenen Cornua denen eine deutlich abgegrenzte Basis fehlt, unvollständig geringelter schmaler Halsanschwellung und einer Kopflamelle mit schwachem, zapfenförmigem Vorsprung an der Mundhöhle.

Tylocephalus annulatus steht *T. andinus* und *T. laticollis* am nächsten, unterscheidet sich aber durch die weniger ausgebaute Halsanschwellung, die Größe und Position des Zapfens der Kopflamelle, den größeren Abstand der Cornuaspitzen sowie durch den Besitz eines prävalvaren ventralen Borstenpaares.

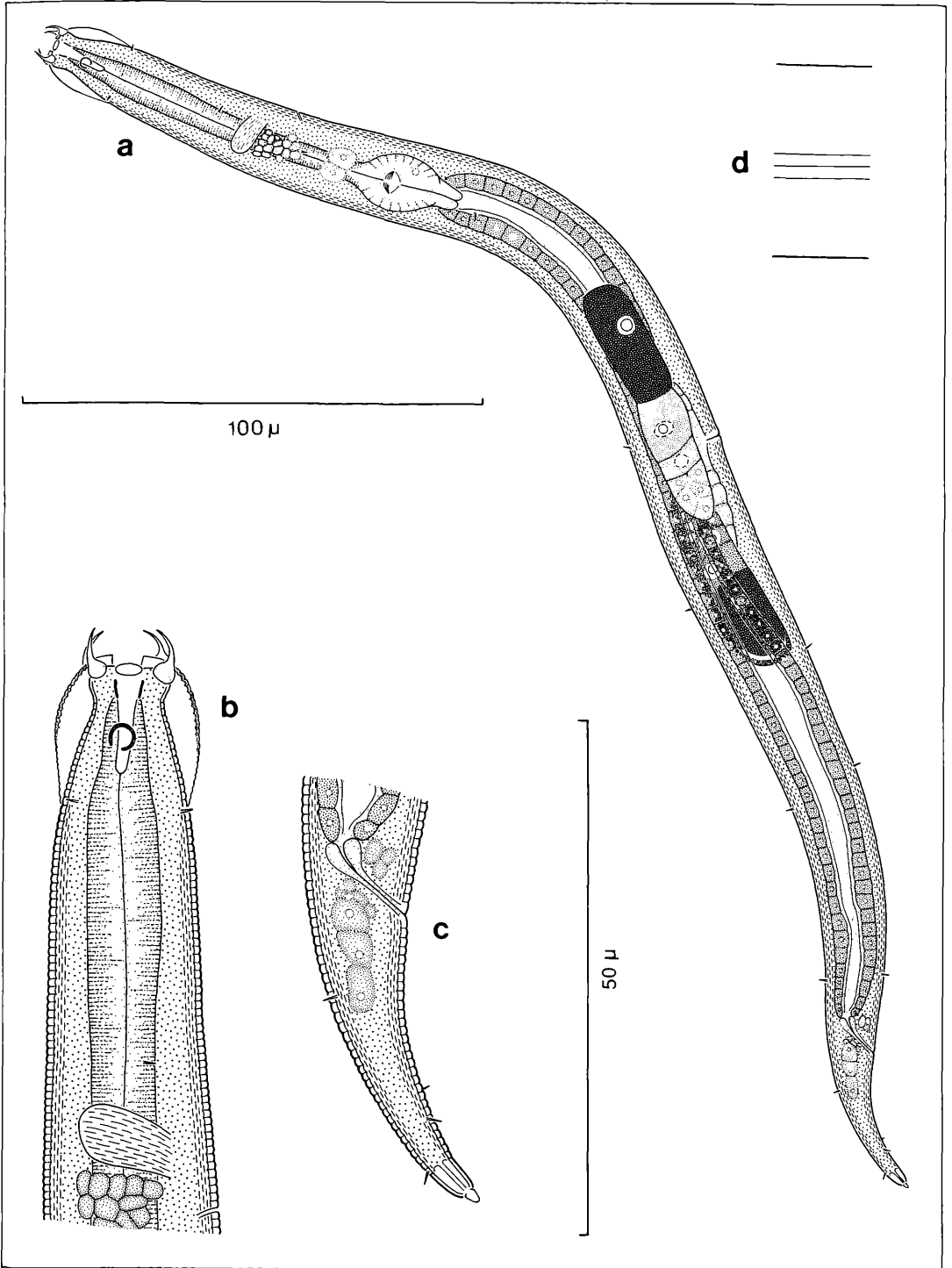


Abbildung 2. *Tylocephalus becki* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

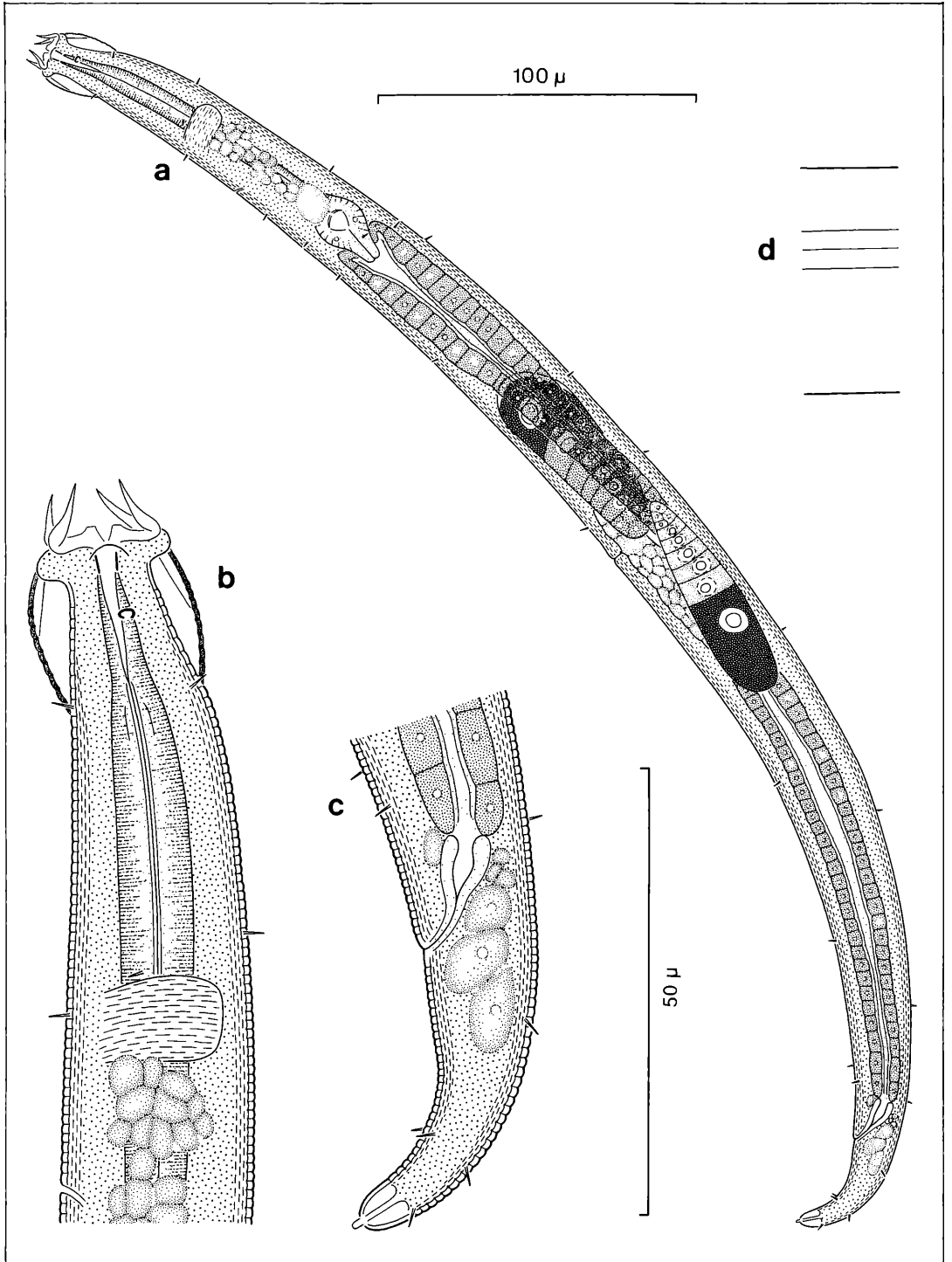


Abbildung 3. *Tylocephalus annulatus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

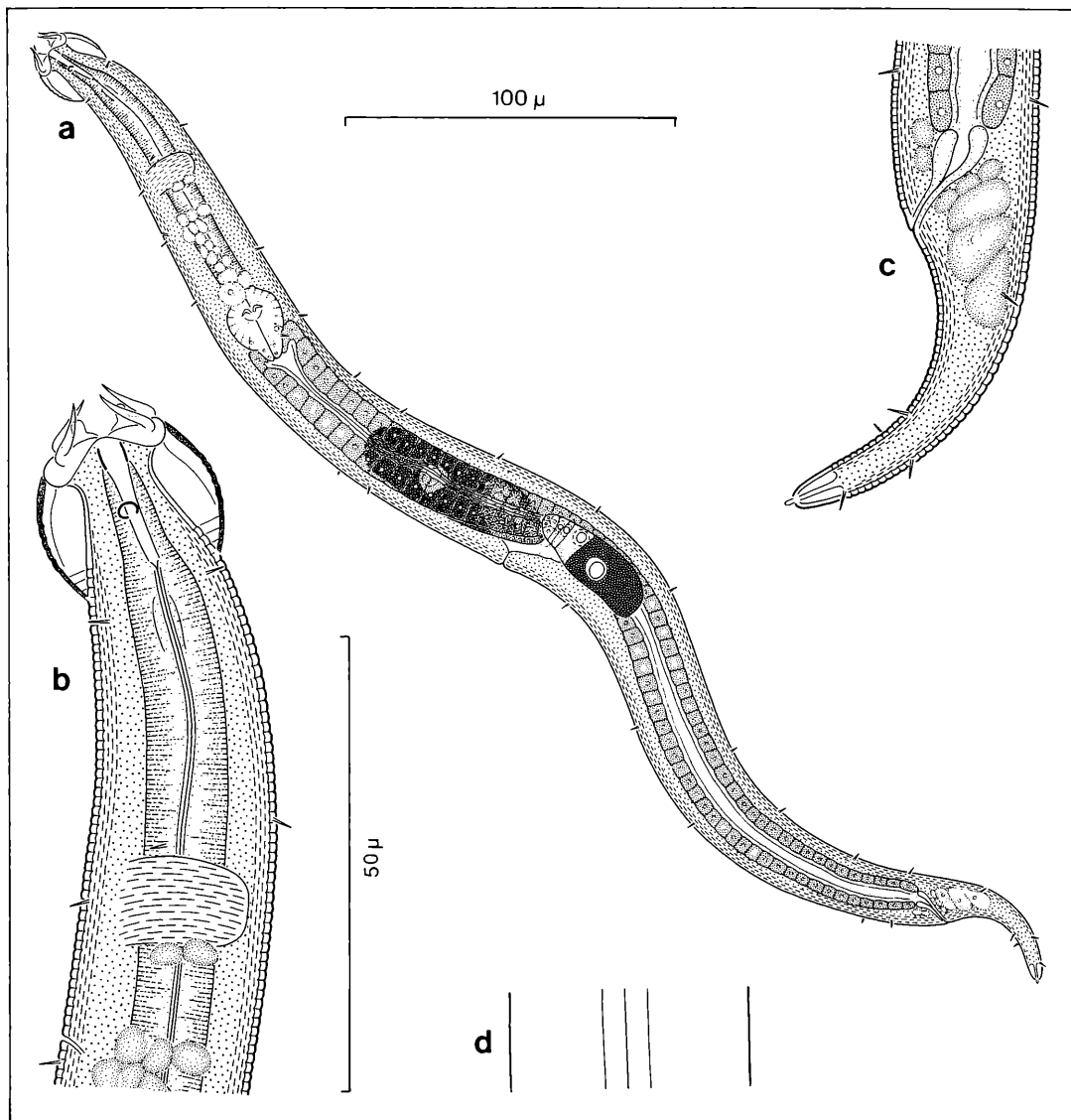


Abbildung 4. *Tylocephalus andinus* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

2.5 *Tylocephalus andinus* n. sp. (Abb. 4)

Typus ♀: L = 0,432 mm, a = 15,4, b = 3,8, c = 10,3, V = 48,3 %

♀: n = 4, a = 0,432–0,513 mm, a = 15,4–18,2, b = 3,8–4,2, c = 10,3–12,8, V = 45,6–51,7 %

Locus typicus: Bolivien, Depto. La Paz, Prov. Aroma, Kakteen- und Sukkulantenstreu auf feuchter Wiese an der Straße Luribay–Aroma, 3605 m ü. M., 10. 2. 1985, leg. MITTMANN.

Cornua konvex gebogen, spitz endend. Keine deutliche Basis der Cornua ausgebildet, sondern diese aus je ei-

ner submedianen Lamelle entspringend. Spitzen der Cornua einander genähert, teilweise sich fast berührend. Halsanschwellung nur im hinteren Teil geringelt, 9 Ringel, vorderer Teil glatt. Innenlinie der Halsanschwellung gebogen, in Richtung Hinterende der Halsanschwellung laufend, vor dem Hinterende verstreichend. Halsanschwellung relativ breit, etwa 3mal so lang wie breit. Kopflamelle glatt mit großem, etwas von der Mundhöhle entfernten, nach vorn gerichtetem Zapfen. Seitenorgan queroval, 1,5mal so breit wie lang, größter Durchmesser etwa 2,5 µm. Bei drei Tieren vordere Go-

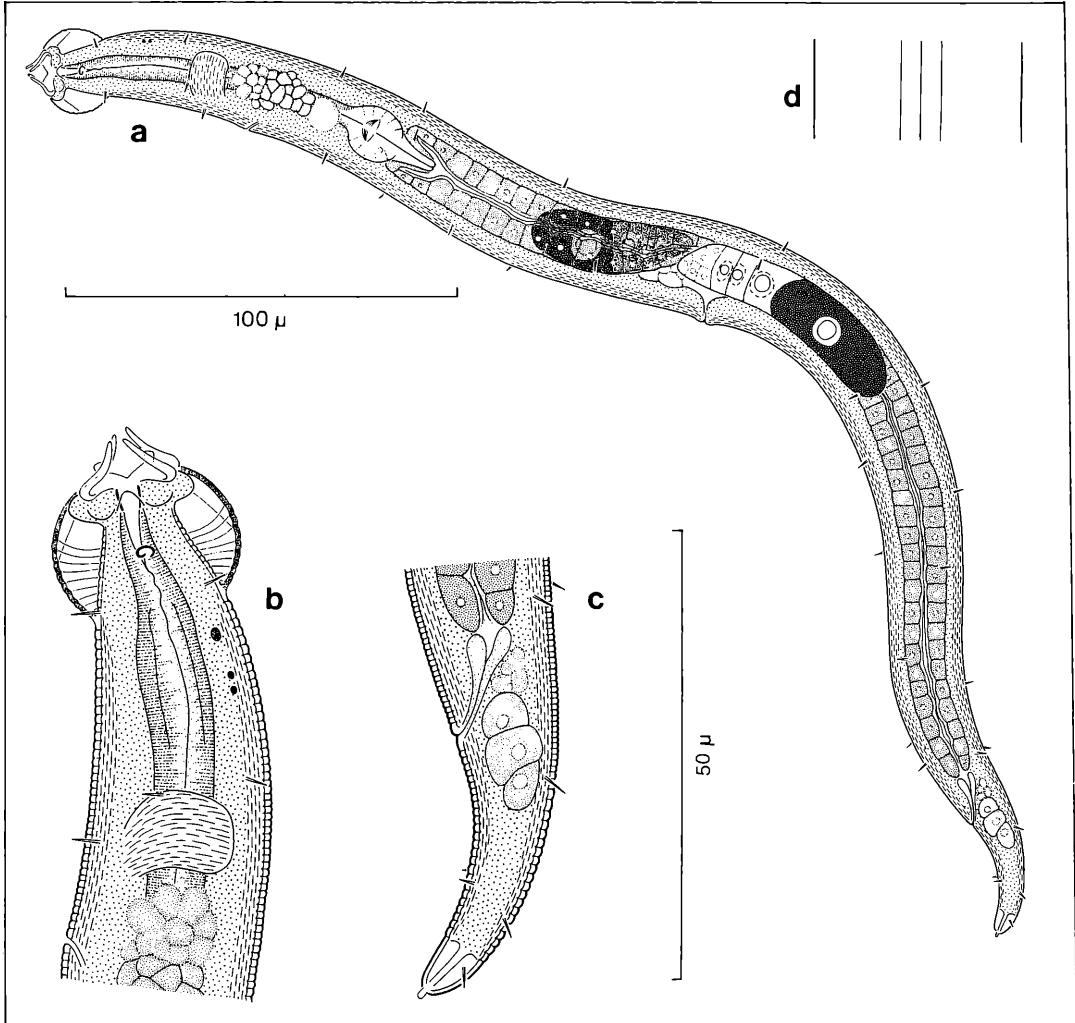


Abbildung 5. *Tylocephalus laticollis* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

nade rechts, hintere links vom Darm liegend, bei einem beide Gonadenäste links. Seitenfeld etwa $4,5 \mu\text{m}$ breit, $\frac{1}{5}$ – $\frac{1}{6}$ der Körperbreite. Körperborsten zahlreich.

Diagnose: Eine relativ große *Tylocephalus*-Art mit konvex gebogenen Cornua, denen eine deutliche Basis fehlt, gebogener Innenlinie, unvollständig geringelter Halsanschwellung und einer Kopflamelle mit deutlichem, nicht direkt an der Mundhöhle liegendem Zapfen. *Tylocephalus andinus* steht *T. laticollis* am nächsten. Er unterscheidet sich von diesem durch die gebogene Innenlinie der Halsanschwellung, durch das größere, rundlichere Seitenorgan und die kürzere Cardia.

2.6 *Tylocephalus laticollis* n. sp. (Abb. 5)

Typus ♀: L = 0,401 mm, a = 16,0, b = 4,1, c = 11,5, V =

47,9 %

♀ ♀: n = 11, L = 0,368–0,444 mm, a = 12,9–18,2, b = 3,9–4,5, c = 9,7–12,0, V = 45,7–48,2 %

Locus typicus: Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenswald (Luzulo-Fagetum), unter *Fagus sylvatica*, 10 Monate altes Fallaub in Netzbeuteln, 8. 10. 1981

♀ ♀: n = 2, L = 0,378–0,439 mm, a = 14,9–15,2, b = 4,2–4,5, c = 11,8–12,2, V = 45,6–47,6 %

Frankreich, Paris, Jardin des Plantes, Moospolster in Rasenfläche, 22. 10. 1983

Cornua konvex gebogen, stumpf endend. Keine deutliche Basis der Cornua ausgebildet, sondern diese aus je einer submedianen Lamelle entspringend. Spitzen der Cornua einander genähert, sich fast berührend. Halsanschwellung nur im hinteren Teil geringelt, 9 Ringel, vor-

derer Teil glatt. Innenlinie der Halsanschwellung gerade, etwa in der Mitte der Halsanschwellung deren Rand erreichend. Halsanschwellung breit, etwa 2,5mal so lang wie breit. Kopfflamme glatt, mit großem, etwas von der Mundhöhle entferntem, nach vorn gerichtetem Zapfen. Seitenorgan doppelt so breit wie lang, größter Durchmesser 2 µm. Cardia länger als bei den übrigen Arten, etwa 1,5mal so lang wie breit. Vordere Gonade rechts, hintere links vom Darm liegend. Seitenfeld etwa 4,5 µm breit, etwa $\frac{1}{5}$ der Körperbreite. Körperborsten zahlreich.

Diagnose: Eine mittelgroße *Tylocephalus*-Art mit konvex gebogenen Cornua, denen eine deutliche Basis fehlt, gerader Innenlinie in der Halsanschwellung, unvollständig geringelter Halsanschwellung, Kopfflamme mit deutlichem, nicht direkt an der Mundhöhle liegendem Zapfen und langer Cardia.

Die Art steht *T. andinus* am nächsten, sie unterscheidet sich durch die gerade Innenlinie der Halsanschwellung, das kleinere Seitenorgan und die längere Cardia.

3. Charakterisierung der *Wilsonema otophorum*-artigen

Kleine, relativ plumpe Plectiden mit geringelter Kutikula und einfachem Seitenfeld mit einer schwachen zentralen Linie. Körper mit Borsten besetzt, Borstenanordnung artkonstant. Halsanschwellung in Höhe der Seitenorgane beginnend, glatt. Ventrales und dorsales Flabellum ausgebildet, deren laterale Ränder mit Borsten besetzt. Lateral je ein die Lippen überragender Zapfen mit deutlich abgesetzter Spitze. Zwischen den lateralen Zapfen und den Flabella ein subdorsales und subventrales Lappenpaar. Lappen nach innen gebogen und über dem Stomabereich zerschlitzt. Seitenorgan rund, Seitenorgan und Stoma plectid. Corpus in Stomabereich mehr oder weniger verschmälert, sonst über die gesamte Länge gleich breit. Isthmus schmaler als Corpus. Ösophagusbulbus mit Klappenapparat und Cardia. Darm weitlumig mit deutlichem Mikrovillisaum. Exkretionsporus plectid. Gonaden didelphisch, antidend umgeschlagen. Schwanz ventral gebogen mit 3 Schwanzdrüsen, terminal mit Drüsenausfuhrtröhrchen.

3.1 *Wilsonema otophorum* (DE MAN, 1880), COBB, 1913

1876 *Plectus auriculatus* – DE MAN, Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. 2: 151

1880 *Plectus otophorus* – DE MAN, Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen. 5: 55

1884 *Plectus otophorus* – DE MAN, Nematoden niederl. Fauna: 117

1930 *Plectus tentaculatus* – FUCHS, Zool. Jb. (Syst.) 59: 535

1982 *Wilsonema capitatum* – MONREAL & CAMPOY, Publ. Biol. Univ. Navarra 8: 6

nec

1915 *Plectus otophorus* – HOFMÄNNER & MENZEL, Rev. Suisse Zool. 23: 175

1982 *Wilsonema otophorum* – ZELL, Caroleinea 40: 99

Die Art wurde von ANDERSON, 1966: 925 ausführlich an Hand von Tieren aus Kanada, Belgien und den Niederlanden beschrieben. Es sei auf die dortige Beschreibung und Abbildungen verwiesen.

Auf Grund der von ANDERSON geschilderten Variabilität des Schwanzbereichs hielt ich die Tiere aus Schluttenbach ursprünglich für *Wilsonema otophorum*. Eine genauere Untersuchung und ein Literaturvergleich machen es jedoch wahrscheinlich, daß die von ANDERSON geschilderte Schwanzvariabilität nicht vorliegt, sondern daß ihm u. a. Tiere der Art *Wilsonema schuurmansstekhoveni* vorlagen, die als *Wilsonema otophorum* angesehen wurden, da fälschlicherweise in der Literatur *W. schuurmansstekhoveni* mit *W. otophorum* synonymisiert wird.

3.2 *Wilsonema schuurmansstekhoveni* (DE CONINCK, 1931) (Abb. 6)

1931 *Bitholinema schuurmansstekhoveni* – DE CONINCK, Bull. Mus. Hist. Nat. Belg. 7: 2

1982 *Wilsonema otophorum* – ZELL, caroleinea 40: 99

♀ ♀: n = 259, L = 0,179–0,304 mm, a = 9,5–18,1, b = 3,2–4,0, c = 8,4–14,0, V = 44,8–53,0 %

Schluttenbach, Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum), Laubstreu, während des ganzen Jahres in den tieferen Schichten.

Ventrale und dorsale Halsanschwellung in Höhe der Seitenorgane beginnend, fast halbkreisförmig vorgewölbt, ungeringelt. In Ventralansicht (vgl. ZELL, 1982: Abb. 2a, b) basal mit einer halbkreisförmigen Einbuchtung und in Lippenhöhe allmählich in das Flabellum übergehend. Flabellum 1,5mal so lang wie die Halsanschwellung. Flabellum lateral mit Borsten besetzt, Spitzen nach innen gerichtet. Bei Anhydrobioseformen können sich die Flabellenspitzen berühren. In Lateralansicht Halsanschwellung und Flabellum etwa rechtwinklig aufeinandertreffend. Subventrale und subdorsale Lappen mit 4 Zipfeln, Enden aller Zipfel gerundet, die vorderen 2 Zipfel schmaler als die hinteren 2. Seitenorgan rund, Durchmesser 2,5 µm. 4 Cervicalborsten, 1 subdorsales Paar hinter der Halsanschwellung, ein Paar kurz vor dem Nervenring ventral des Seitenfeldes. 4 Körperborsten, 1 Paar im Cardiabereich dorsal des Seitenfeldes, ein weiteres etwa 2–3 Körperbreiten hinter der Vulva dorsal des Seitenfeldes. 4 Schwanzborsten in gleicher Anordnung wie bei *Tylocephalus*. Dorsales Borstenpaar in Höhe der Drüsenzellen fehlt. In der Regel vordere Gonade rechts, hintere links des Darms liegend (bei ca. 95 % der Tiere), äußerst selten beide rechts (ca. 3 %) oder beide links (ca. 2 %). Anus von einer Kutikularfalte bedeckt, die Länge der Falte entspricht etwa einer Rektallänge. Seitenfeld 3 µm breit, etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der Körperbreite.

Die oben angeführten Längen- und DE MAN-Werte beziehen sich auf alle aufgefundenen Weibchen, auch Anhydrobioseformen. Berücksichtigt man nur die aktiven Formen, sind die Adulte nie kleiner als 210 µm. Da der

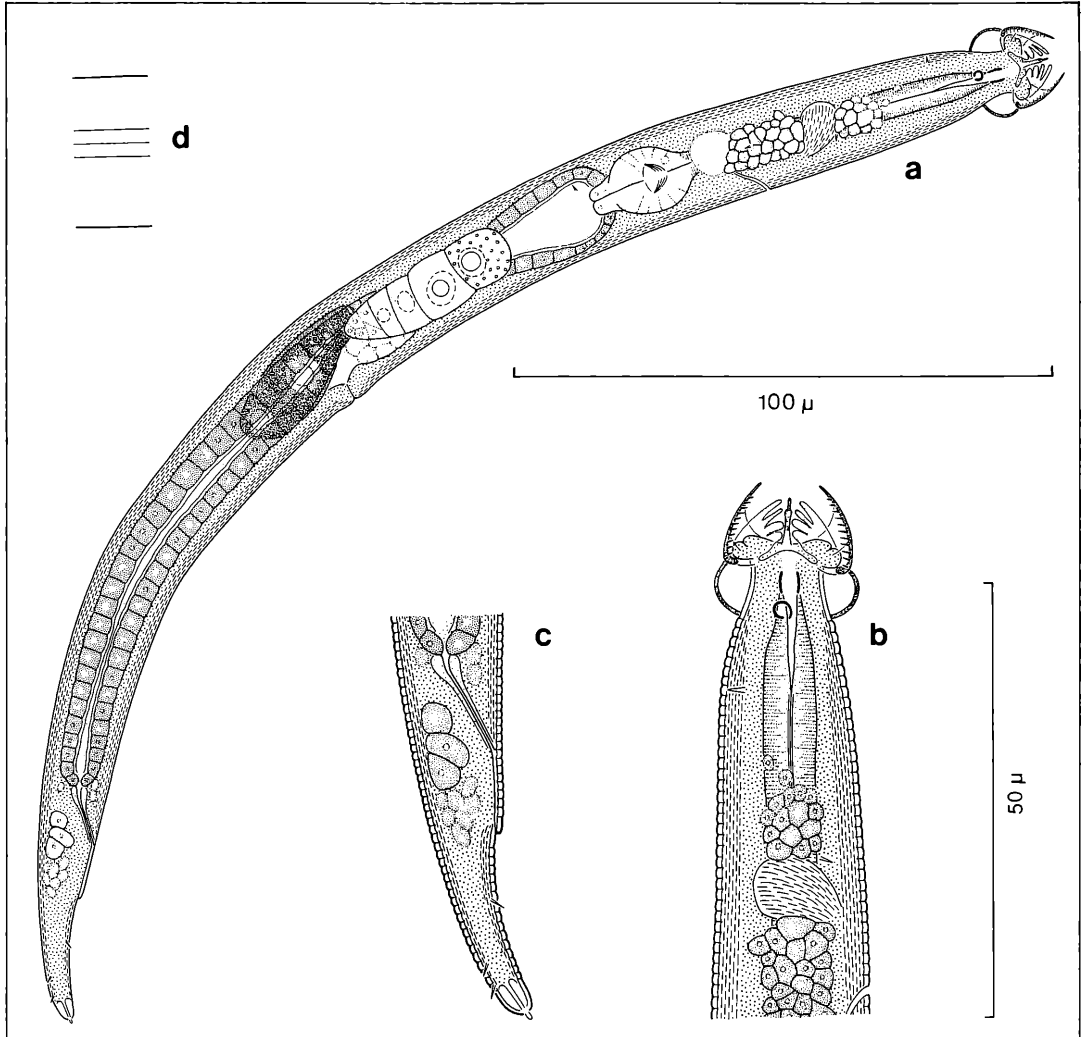


Abbildung 6. *Wilsonema schuurmansstekhoveni* (DE CONINCK, 1931), Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

Schwanz in die Anhydrobioseschwumpfung nicht mit einbezogen wird, erhöht sich bei Tieren in Anhydrobiose die relative Schwanzlänge. Bei aktiven Tieren liegt der Wert zwischen 10,5 und 14,0.

Diagnose: *Wilsonema*-Art mit relativ kurzer Halsanschwellung (nur $\frac{2}{3}$ der Flabellumlänge), subventralen und subdorsalen Lappen mit 4 gerundeten Zipfeln, mit ventral und dorsal am Hinterende eingebauchter Halsanschwellung und mit nur 2 Paaren von Cervicalborsten.

Wilsonema schuurmansstekhoveni unterscheidet sich von *W. otophorum* und *W. andersoni* durch das fehlende hinter der Halsanschwellung liegende ventrale Borstenpaar, die relativ kürzere, fast rechtwinklig vom Flabellum abgesetzte Halsanschwellung, die ungleiche

Größe der Zipfel der subventralen und subdorsalen Lappen sowie durch die kutikuläre Analfalte. Von *Wilsonema otophorum* unterscheidet sich die Art zudem durch die am Hinterende eingebauchte Halsanschwellung, die gerundeten Zipfel der subventralen und subdorsalen Lappen, von *W. andersoni* durch das relativ zur korrespondierenden Körperbreite kleinere Seitenorgan.

In ihren Merkmalen steht die Art *W. capitatum* COBB, 1913: 435 (= *W. cephalatum* in COBB 1913: 443 = *W. cephalatum* in CHITWOOD & CHITWOOD, 1950: Abb. 43) am nächsten. Von dieser unterscheidet sie sich durch die kutikuläre Analfalte, dem Fehlen des Schwanzborstenpaares in Höhe der hintersten Drüsenzelle, der fehlenden Innenlinie in der Halsanschwellung sowie durch

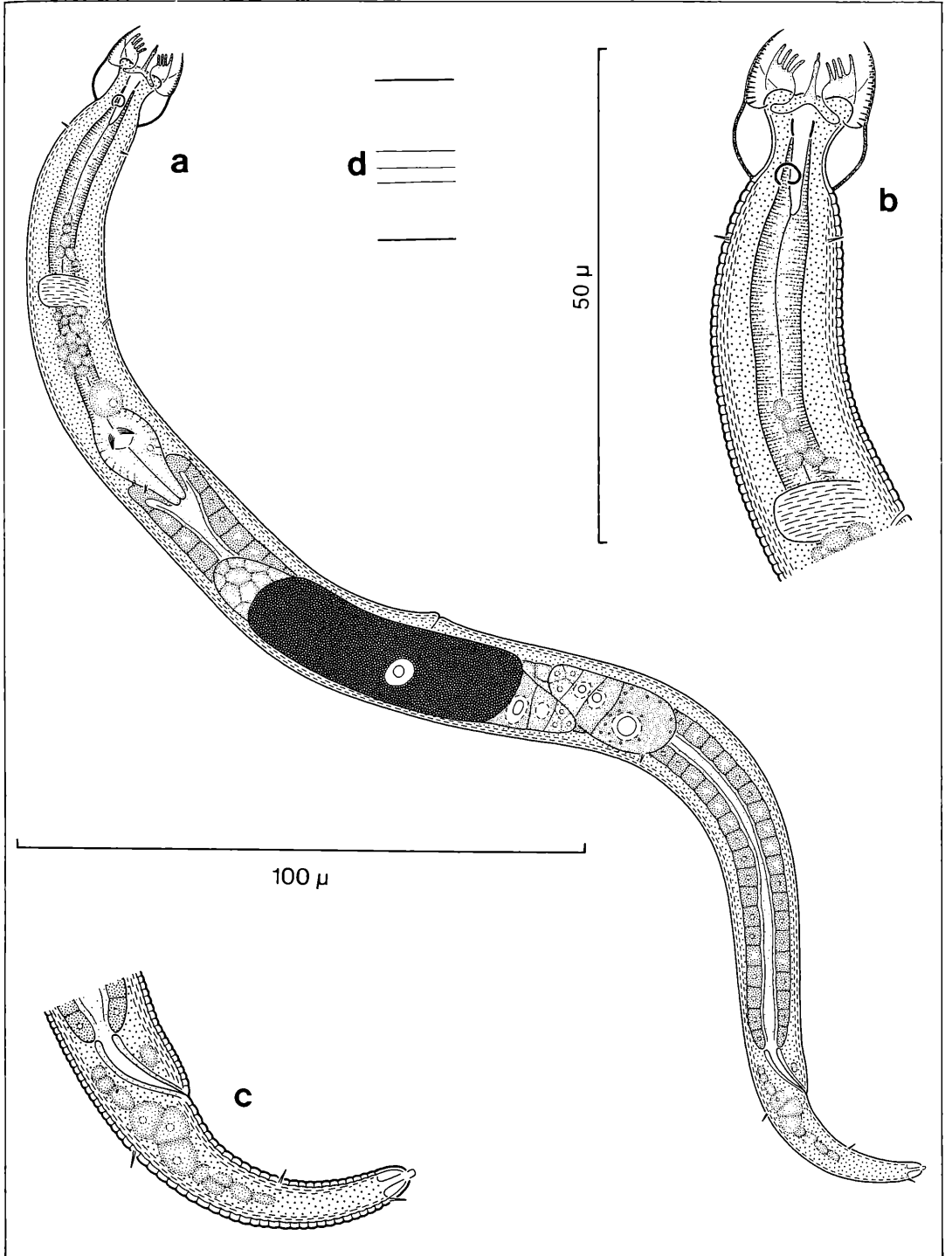


Abbildung 7. *Wilsonema andersoni* n. sp., Weibchen: a) Habitus, b) Kopf, c) Schwanz, d) Seitenfeld.

die stärkere ventrale und dorsale Einbauchung am Hinterende der Halsanschwellung.

3.3 *Wilsonema andersoni* n. sp. (Abb. 7)

Typus ♀: L = 0,286, a = 16,8, b = 3,7, c = 9,2, V = 47,9 %

Locus typicus: Bolivien, Depto. La Paz, Prov. Sud Yungas, Seitental an der Straße Coroico nach Unduavi, 5 km vor Sacramento, reine Baumfarnstreu, 2390 m ü. M., 15. 2. 1985, leg. MITTMANN

Ventrale und dorsale Halsanschwellung etwas hinter dem Seitenorgan beginnend, hinterer Teil stark gewölbt, vorderer schwächer, ungeringelt, in einer geschwungenen Linie in die Flabella übergehend. Flabellum etwa so lang wie die Halsanschwellung, lateral mit Borsten besetzt, Spitzen nach innen gerichtet, Subventrale und subdorsale Lappen mit 4 Zipfeln, alle Zipfel etwa gleich breit, an den Enden gerundet. Seitenorgan etwa 2,5 µm Durchmesser. 6 Cervicalborsten, 1 subdorsales und 1 subventrales Paar hinter der Halsanschwellung, 1 Paar kurz vor dem Nervenring ventral des Seitenfeldes. 4 Körperborsten, 1 Paar im Cardiabereich dorsal des Seitenfeldes, ein weiteres etwa 2 bis 3 Körperbreiten hinter der Vulva. Postanale Borsten wie bei *Tylocephalus*. Beim vorliegenden Tier beide Gonaden rechts des Darms liegend. Anus direkt mündend, ohne Kutikularfalte. Seitenfeld etwa 3 µm breit, etwa $1/5-1/6$ der Körperbreite.

Diagnose: *Wilsonema*-Art mit relativ langer Halsanschwellung (etwa von Flabellumlänge), subventralen und subdorsalen Lappen mit 4 gerundeten Zipfeln von annähernd gleicher Größe und 3 Paaren von Cervicalborsten.

Mit den 6 Cervicalborsten, dem flach geschwungenen Übergang zwischen Halsanschwellung und Flabellum, der ungefähr gleichen Länge von Halsanschwellung und Flabellum und dem direkt mündenden Anus steht *Wilsonema andersoni* *W. otophorum* sehr nahe. Die Art unterscheidet sich jedoch durch das größere Seitenorgan, den gerundeten Enden der Zipfel der Kopflappen sowie durch eine geringere Anzahl Körperborsten.

4. Begründung des Artstatus

4.1 Geographischer und morphologischer Vergleich der *Tylocephalus auriculatus*-artigen

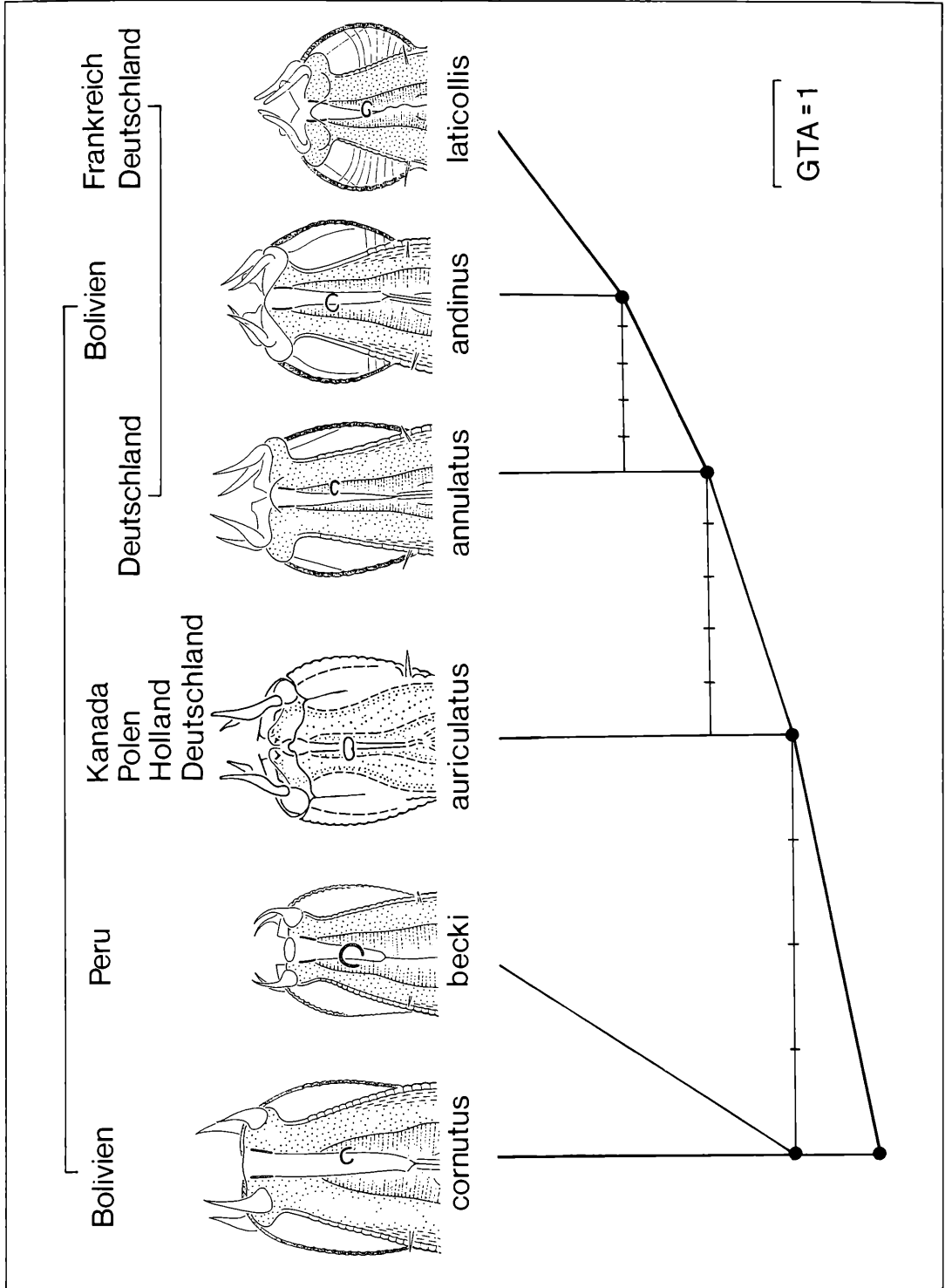
Die *Tylocephalus*-Arten zeigen keine Unterschiede in ihren DE MAN'schen Werten und auch die Körpergrößen der einzelnen Arten überschneiden sich. Ein geographischer Vergleich aus Literaturdaten wird dadurch erheblich erschwert, daß der überwiegende Teil der Nachweise von „*Tylocephalus auriculatus*“ nur in der Namensnennung besteht, höchstens noch ergänzt durch die Angabe der DE MAN'schen Werte. Eine ausführliche Beschreibung oder eine genaue Abbildung der gefundenen Formen fehlt meist, so daß eine Zuordnung zu den einzelnen hier beschriebenen Arten nicht möglich ist. Somit können nur wenige Literaturangaben (DE MAN, 1876, DE MAN, 1884, BÜSCHLI, 1873, MICOLETZKY, 1921) zum Vergleich herangezogen werden.

DE MAN (1876) beschrieb einen *Plectus auriculatus* „waarvan ik niet weet of ik gerechtigd ben hem voor den *Plectus auriculatus* BÜSCHLI te mogen houden“. Aus seiner Abbildung 34 geht eindeutig hervor, daß ihm eine *Wilsonema*-Art vorlag. Auf Grund der Übergangsstelle Flabellum-Halsanschwellung, deren Größenverhältnisse sowie des direkt mündenden Afters dürfte es sich bei dem Tier um *Wilsonema otophorum* handeln.

Die von BÜSCHLI, 1873, und von DE MAN, 1884, beschriebenen Tiere besitzen eine schmale, deutlich abgesetzte Cornuabasis und eine vollständig geringelte, nur schwach ausgebauchte Halsanschwellung (etwa 4mal so lang wie breit). Sie entsprechen daher den von ANDERSON, 1966, beschriebenen Tieren. MICOLETZKY (1921) sammelte an verschiedenen Fundorten und gibt nur eine zusammenfassende Beschreibung. Auf Grund der Längenangaben (0,3–0,525 mm) ist anzunehmen, daß ihm mehrere Arten vorlagen. Das von ihm abgebildete Tier (MICOLETZKY, 1921: Abb. 7, S. 242) besitzt Cornua, die keine deutliche Basis besitzen, sondern aus einer submedianen Lamelle entspringen. Die Halsanschwellung ist flach, etwa 4mal so lang wie breit. Die bei ihm in Abb. 7 als „lig“ bezeichnete Struktur könnte ein

Abbildung 8. Spaltungsfolge-Diagramm der *Tylocephalus auriculatus*-artigen. Die Verwandtschaftsverhältnisse werden durch den Gewichteten Taxonomischen Abstand GTA ausgedrückt, der sich als Quotient aus der Anzahl der spaltungsrelevanten Merkmale und der Wertigkeit der Merkmale ergibt. Spaltungsrelevant sind diejenigen Merkmale, die in der jeweils aufzuspaltenden Ausgangsgruppe mit 2 Ausprägungen vorhanden sind und deren Ausprägungen sich dichotom auf zwei in sich einheitliche Merkmalsbündel verteilen. Die Wertigkeit der Merkmale wird durch die Verwendbarkeit in der Spaltungsfolge bestimmt und nimmt von Spaltungsschritt zu Spaltungsschritt ab (vgl. WOAS, 1981).

Die beiden bolivianischen und zwei der drei deutschen Arten stammen jeweils aus ein und derselben Probe (mit Klammern verbunden). Es zeigt sich, daß diese sympatrisch-synchron vorkommenden Arten engere verwandtschaftliche Beziehungen zu Arten aus geographisch weiter entfernten Gebieten haben als untereinander. Die Abbildung von *Tylocephalus auriculatus* wurde der Arbeit von ANDERSON (1966) entnommen.



zapfenförmiger Fortsatz der Kopfflamelle sein. Damit entspricht dieses Tier in seiner Kopfmorphologie ziemlich gut *Tylocephalus annulatus*. Zwar zeigt die Abbildung eine vollständig geringelte Halsanschwellung, es ist jedoch nicht auszuschließen, daß von MICOLETZKY nicht bemerkt wurde, daß der vorderste Teil der Halsanschwellung keine Ringel trägt.

Betrachtet man die Verbreitung der einzelnen *Tylocephalus*-„Formen“, so zeigt sich, daß die einzelnen Formen nicht nur an einem Fundort morphologisch konstant sind. So tritt *Tylocephalus becki* in der Umgebung von San Ramon an den verschiedenen Fundorten immer in morphologisch und biometrisch gleicher Form auf. Selbst über weitere Entfernungen verändert sich der Habitus nicht. So ist *Tylocephalus laticollis* aus Schluttenbach identisch mit Tieren aus Paris und der Habitus von *Tylocephalus auriculatus* bleibt von Kanada bis ins nördliche Mitteleuropa (Niederlande, Mitteldeutschland, Polen) unverändert. Diese Formkonstanz gilt nicht nur für räumliche Entfernungen, sondern auch in der Zeit (1873/1966).

Sind die Formen aber über weite Entfernungen morphologisch konstant, ist eine hohe Vor-Ort-Variabilität unwahrscheinlich. So muß *Tylocephalus annulatus*, obwohl sympatrisch und synchron mit *Tylocephalus laticollis* vorkommend, als getrennte Art angesehen werden, die mutmaßlich ebenfalls über weite geographische Strecken morphologisch konstant bleibt, da es wahrscheinlich die Form ist, die MICOLETZKY, 1921, abbildet und die aus den Ostalpen stammt. Gleiches gilt dann auch für die ebenfalls sympatrisch und synchron auftretenden *Tylocephalus cornutus* und *Tylocephalus andinus*.

Auch die Art des Biotops beeinflußt offenbar den Habitus der einzelnen Formen nicht. So bestehen keine morphologischen Unterschiede zwischen dem in der Laubstreu und dem in morschem Holz gefundenen *Tylocephalus annulatus*, ebenso gleichen sich die Tiere von *Tylocephalus laticollis* aus der Laubstreu von Schluttenbach und aus dem Moospolster aus dem Stadtgebiet von Paris. *Tylocephalus auriculatus* besiedelt nach ANDERSON (1966) u. a. Moos, Waldhumus, Boden um Luzerne-, Hafer-, Klee-, Ahorn- und Birkenwurzeln. Morphologische Unterschiede erwähnt ANDERSON nicht.

Es stellt sich nun die Frage, ob die sympatrisch vorkommenden Formen näher miteinander verwandt sind als die durch weite geographische Entfernungen getrennten Formen. Dies läßt sich mit Hilfe einer Merkmalsanalyse untersuchen, die von WOAS, 1981, entwickelt wurde (Methodik siehe dort) und die auch bei Nematoden anwendbar ist.

Die Merkmalsanalyse liefert als Ergebnis eine Folge dichotomer Spaltungsschritte, die sich einerseits graphisch (Abb. 8), andererseits in der Art eines Bestimmungsschlüssels darstellen lassen:

1. Cornua konkav gebogen; Kopfflamelle ohne jegliche Auswüchse; Innenlinie fehlt in der dorsalen und ventralen Halsanschwellung; Seitenorgan rundlich oder

kreisrund; Basis die breiteste Stelle der Cornua. 2

– Cornua konvex gebogen; Kopfflamelle über den Lippen mit Auswüchsen; Innenlinie der dorsalen und ventralen Halsanschwellung ausgebildet; größter Durchmesser des Seitenorgans mindestens 1,5mal größer als kleinster 3

2. Kopfflamelle kaum über die Lippen erhoben; vorderer Teil der Halsanschwellung glatt, hinterer mit 12 Ringel; Cornua 6,5–7,5 µm lang; Seitenorgandurchmesser $\frac{1}{7}$ – $\frac{1}{8}$ der korrespondierenden Breite (ohne Halsanschwellung); im Bereich einer Körperbreite vor der Vulva ventral Borsten; Seitenfeld 4–5 µm breit *T. cornutus*

– Kopfflamelle deutlich über die Lippen erhoben; Halsanschwellung bis zu den Lippen geringelt, etwa 20 Ringel. Cornua unter 6 µm; Seitenorgandurchmesser $\frac{1}{3}$ der korrespondierenden Breite; im Bereich einer Körperbreite vor der Vulva keine Borsten; Seitenfeld 2,5 µm breit *T. becki*

3. Cornua mit deutlicher Ansatzstelle; Kopfflamelle an der Mundöffnung mit zipfelförmigem Vorsprung; Halsanschwellung bis zu den Lippen geringelt, mehr als 15 Ringel; Cornua über 8 µm lang; Seitenorgandurchmesser $\frac{1}{3}$ der korrespondierenden Breite *T. auriculatus*

– Cornua ohne deutliche Ansatzstelle, sondern aus einer submedianen Lamelle entspringend; Kopfflamelle mit nach vorn gerichtetem, zapfenförmigem Vorsprung; vorderer Teil der Halsanschwellung glatt, hinterer mit 9 Ringeln; Cornua 6,5–7,5 µm lang; Seitenorgandurchmesser $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{6}$ der korrespondierenden Breite 4

4. Spitzen der Cornua mehr als eine halbe Cornualänge voneinander entfernt; Zapfen der Kopfflamelle unmittelbar an der Mundöffnung liegend; Halsanschwellung schmal, 3,9–4,5mal so lang wie breit; Seitenorgan $\frac{1}{6}$ der korrespondierenden Breite; im Bereich einer Körperbreite vor der Vulva ventral Borsten *T. annulatus*

– Spitzen der Cornua sich fast berührend, Abstand der Spitzen immer kürzer als eine halbe Cornualänge; Zapfen der Kopfflamelle nicht direkt an der Mundhöhle liegend; Halsanschwellung breit, nur 2- bis 3mal so lang wie breit; Seitenorgandurchmesser $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{5}$ der korrespondierenden Breite; im Bereich einer Körperbreite vor der Vulva ventral keine Borsten 5

5. Innenlinie der Halsanschwellung gebogen, in Richtung Hinterende der Halsanschwellung laufend, vor dem Hinterende verstreichend; Seitenorgan $\frac{1}{4}$ der korrespondierenden Breite; Cardia etwa so breit wie lang *T. andinus*

– Innenlinie der Halsanschwellung gerade, etwa in der Mitte der Halsanschwellung deren Rand erreichend; Seitenorgan $\frac{1}{5}$ der korrespondierenden Breite; Cardia etwa 1,5mal so lang wie breit *T. laticollis*

Die Spaltungsfolge zeigt, daß zwischen *T. laticollis* und *T. andinus* eine engere verwandtschaftliche Beziehung

besteht als zwischen den sympatrisch lebenden *T. latcollis* und *T. annulatus*. Verwandtschaftlich noch weiter voneinander entfernt sind die ebenfalls sympatrisch auftretenden *T. cornutus* und *T. andinus*. Während ersterer nächstverwandt zum peruanischen *T. becki* ist, bildet letzterer mit den beiden Arten aus Schluttenbach eine engere Verwandtschaftsgruppe. Damit zeigen aber die sympatrischen Arten in beiden Fällen engere Beziehungen zu Arten von geographisch weit entfernten Gebieten als zu den zusammen mit ihnen vorkommenden Arten.

Aus der Formkonstanz der *Tylocephalus*-„Formen“ in der Zeit, über weite geographische Entfernungen und in den unterschiedlichsten Biotopen sowie aus den Verwandtschaftsbeziehungen untereinander läßt sich daher schließen, daß die einzelnen „Formen“ als verschiedene Arten angesehen werden müssen.

4.2 Geographischer und morphologischer Vergleich der *Wilsonema otophorum*-artigen

Das von DE MAN, 1880, erstmalig als *Plectus otophorus* beschriebene und in DE MAN, 1884: Abb. 77 abgebildete Tier besitzt eine geschwungene Übergangsstelle zwischen Halsanschwellung und Flabellum, die Länge des Flabellums entspricht etwa der Länge der Halsanschwellung, das Seitenorgan hat deutlich unter 2 µm Durchmesser und der Darm mündet direkt. Mit diesem Tier stimmt das von ANDERSON, 1966: Abb. 1a, e, f, g abgebildete Tier aus Kanada überein, ebenso wie das von MONREAL & CAMPOY (1982: Abb. 3a) abgebildete und als *Wilsonema capitatum* angesprochene Tier aus Spanien.

Von diesen Beschreibungen weichen die Tiere aus der Laubstreu von Schluttenbach konstant ab. Alle Weibchen und Jungtiere (insgesamt über 1000 untersuchte Tiere) besitzen eine kutikuläre Analfalte. Ebenso besitzen die Tiere nur 4 Cervicalborsten, während nach ANDERSON (1966) bei *Wilsonema otophorum* 6 Cervicalborsten artkonstant auftreten. Das Flabellum ist bei allen Tieren 1,5mal so lang wie die Halsanschwellung und ventral zeigt die Halsanschwellung am Hinterende eine starke Einbuchtung, während bei *Wilsonema otophorum* ein schmaler Fortsatz ausgebildet ist (vgl. ANDERSON, 1966: Abb. 1f). Auch das Seitenorgan ist deutlich größer.

Demgegenüber stimmen die Tiere sehr gut mit dem von DE CONINCK (1931) als *Bitholinema schuurmansstekhoveni* beschriebenen Tier überein. Das Verhältnis Flabellumlänge:Länge der Halsanschwellung stimmt überein, ebenso der Durchmesser des Seitenorgans, der deutlich über 2 µm liegt. *Wilsonema otophorum* besitzt nach ANDERSON (1966: Abb. 1d, f) maximal 10 Lateralborsten am Flabellum, *Wilsonema* (= *Bitholinema schuurmansstekhoveni*) und die Tiere aus Schluttenbach mehr als 10. Über die Schwanzmorphologie macht DE CONINCK keine Angaben, der c-Wert von 13 läßt aber auf eine Analfalte schließen.

Nach ANDERSON (1966: 928) ist auch bei *Wilsonema otophorum*

„anus frequently covered by ventral submedian fold of cuticle extending up to 50 % tail length“ Es ist nicht auszuschließen, daß ANDERSON auch *schuurmansstekhoveni*-Exemplare vorlagen, die er mit *W. otophorum* synonymisierte, denn es ist erstaunlich, daß, wenn eine Analfalte bei *W. otophorum* häufig sein sollte, keiner der anderen Autoren jemals eine *W. otophorum* mit Analfalte abbildete. Es ist daher wahrscheinlicher, daß eine kutikuläre Analfalte bei *W. otophorum* nicht auftritt.

In der Abb. 1 von DE CONINCK, 1931, berühren sich die Flabellenspitzen. Dies ist auch typisch für Anhydrobiosetiere aus Schluttenbach. Das von DE CONINCK angegebene Funddatum (22. 9. 1930) stützt die Annahme, daß das abgebildete Tier ein Anhydrobiosestadium ist, denn zu diesem Zeitpunkt treten auch in Schluttenbach noch Tiere in Sommeranhydrobiose auf.

Damit ist nachgewiesen, daß sowohl *W. otophorum* als auch *W. schuurmansstekhoveni* über weite geographische Entfernungen biometrisch und morphologisch stabil bleiben und als getrennte Arten angesehen werden müssen. In diesem Fall können aber auch *W. andersoni* und *W. capitatum* nicht mit *W. otophorum* synonymisiert werden.

Die Merkmalsanalyse zeigt, daß die Arten *W. schuurmansstekhoveni*, *W. andersoni* und *W. capitatum* eine engere Verwandtschaftsgruppe bilden, die sich von *Wilsonema otophorum* abgrenzen läßt. Innerhalb der Verwandtschaftsgruppe der drei Arten lassen sich *W. schuurmansstekhoveni* und *W. capitatum* nochmals gegen *W. andersoni* abgrenzen.

Auch die Merkmalsanalyse spricht somit für die Auffassung, daß die *Wilsonema otophorum*-artigen eine Gruppe von Geschwisterarten darstellen. Die amerikanische *W. capitatum* ist mit der europäischen *W. schuurmansstekhoveni* näher verwandt als mit der sie geographisch verbindenden Art *W. otophorum*.

5. Literatur

- ANDERSON, R. V. (1966): An emendation of the diagnosis of both the subfamily and two genera of Wilsonematinae and a new genus, *Ereptonema* n. g. (Plectidae: Nematoda). – Can. J. Zool., **44**: 923–935; Ottawa.
- BECK, L., MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – Carologica, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BÜTSCHLI, O. (1873): Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. – Nova Acta Leop., **36**: 1–144; Dresden.
- CHITWOOD, B. G., CHITWOOD, M. B. (1950): An introduction to Nematology. – 213 S.; Baltimore (Monumental Printing Company).
- COBB, N. A. (1913): New nematode genera found inhabiting fresh water and nonbrackish soils. – J. Wash. Acad. Sci., **3**: 432–444; Washington.
- CONINCK, L. A. P. DE (1931): Sur trois espèces nouvelles de Nématodes libres trouvées en Belgique. – Bull. Mus. Hist. Nat. Belgique, **7**: 1–15; Bruxelles.

- FUCHS, G. (1930): Neue an Borken- und Rüsselkäfer gebundene Nematoden, halbparasitische und Wohnungseinmieter. – Zool. Jb. (Syst.), **59**: 505–646; Jena.
- GADEA, E. (1965): Nematodos muscícolas de los Andes del Perú. – Misc. zool., **2**: 3–12; Barcelona.
- HOFMÄNNER, B., MENZEL, R. (1915): Die freilebenden Nematoden der Schweiz. – Rev. Suisse Zool., **23**: 109–244; Genf.
- MAN, J. G. DE (1876): Onderzoekingen over vrij in de aarde levende Nematoden. – Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen., **2**: 78–196; Leiden.
- MAN, J. G. DE (1880): Die einheimischen frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. – Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen., **5**: 1–104; Leiden.
- MAN, J. G. DE (1884): Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna. 206 S.; Leiden (E. J. Brill).
- MICOLETZKY, H. (1921): Die freilebenden Erdnematoden. – Arch. Naturgesch., **87** (A): 1–650; Leipzig.
- MONREAL, J. I., CAMPOY, A. (1982): Estudio faunístico del macizo de Quinto Real VI. Nematodos. – Publ. Biol. Univ. Navarra, S. Zool., **8**: 1–92; Pamplona.
- OSCHE, G. (1960): Aufgaben und Probleme der Systematik am Beispiel der Nematoden. – Zool. Anz. Suppl., **24**: 329–384; Jena.
- STURHAN, D. (1970): On the problem of sibling species in nematodes. – J. Parasit., **56** Sect. 2: 335; Chicago.
- WOAS, S. (1981): Zur Taxonomie und Phylogenie der Hermaniidae SELLNICK, 1928 (Acari, Oribatei). – Andrias, **1**: 7–88; Karlsruhe.
- ZELL, H. (1982): Nematoden eines Buchenwaldbodens 1. *Wilsonema tentaculatum* (FUCHS, 1930) (Nematoda, Araeolaimida). – Carolinea, **40**: 99–100; Karlsruhe.
- ZELL, H. (1985): Nematoden eines Buchenwaldbodens 3. *Prionchulus muscorum* (Nematoda, Mononchida). – Carolinea **42**: 57–74; Karlsruhe.

JÖRG RÖMBKE

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

6. Die Regenwürmer

Kurzfassung

In einem Zeitraum von 6 Jahren wurde die Populationsdynamik der Regenwürmer in einem Moder-Buchenwald (Stadtwald Ettlingen) des nördlichen Schwarzwaldes mittels Handauslese verfolgt. Die Lumbricidenzönose erwies sich als sehr arten- und individuenarm. Regelmäßig wurden *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida rubida* bzw. *Dendrobaena rubida subrubicunda*, selten *Bimastos eiseni* gefunden.

Die Abundanz der Tiere betrug durchschnittlich 16 Tiere pro m², die Biomasse 256 mg Trockensubstanz pro m². Dabei schwankte die Dichte erheblich: Im Minimum waren es 6 Tiere (1977) und 97 mg TS (1980), im Maximum 27 Tiere mit 469 mg TS (1982). Das Verhältnis der Zahl von *L. rubellus* zu *D. rubida* (beide Subspezies zusammen) betrug durchschnittlich 2:1, das der Biomasse 4:1.

Jungtiere von *Dendrobaena rubida* traten – über den ganzen Versuchszeitraum hin betrachtet – im Jahresverlauf in annähernd gleicher Zahl auf. Juvenile Tiere von *L. rubellus* zeigten dagegen ein deutliches Maximum im Frühsommer.

Diese Ergebnisse werden im Vergleich zu anderen europäischen Buchenwaldstandorten diskutiert.

Abstract

Studies on the biology of a beech wood soil.

6. The earthworms.

Over a period of 6 years, the population dynamics of earthworms has been observed in a moder beech forest (Stadtwald Ettlingen) of the northern Black Forest. The extraction method used was hand-sorting. Only a small number of individuals belonging to a few species were found. *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena rubida rubida* and *Dendrobaena rubida subrubicunda* occurred frequently, *Bimastos eiseni* was rare. The average numerical ratio of *L. rubellus* to *D. rubida* (both subspecies together) was 2:1, the average ratio of the biomass was 4:1. The average abundance of the animals was 16 worms per m² and the biomass was found to be 256 mg dry substance per m². The density fluctuated substantially. The maximum was reached in 1982 with 27 animals per m² and a biomass of 469 mg d. s. per m², while in 1977 only 6 animals and in 1980 a biomass of 97 mg d. s. per m² where found. Considering the whole experimental period, juvenile animals of *Dendrobaena rubida* occurred in approximately constant numbers during the year. In contrast, juvenile individuals of *L. rubellus* showed a pronounced maximum early in summer.

The results are discussed with those obtained at other European beech forest sites.

Autor

JÖRG RÖMBKE, Battelle-Institut e. V., Postfach 90 01 60, Am Römerhof 35, D-6000 Frankfurt/Main 90.

Die Untersuchung wurde durch Mittel des Bundesministeriums für Forschung und Technologie finanziert.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 5.: Carolinea, 42: 107–114 (1985)

1. Einleitung

Regenwürmer der Familie Lumbricidae stellen in vielen Böden Mitteleuropas einen großen Anteil der Biomasse der gesamten Bodenfauna. Für ihre Verbreitung ist in erster Linie der Bodentyp, speziell die Bodenfeuchte und der pH-Wert, in zweiter Linie die Vegetation, d. h. die Menge und Qualität an verfügbarer Nahrung entscheidend.

Im Buchenwald, der in Mitteleuropa unter natürlichen Bedingungen vorherrschenden Vegetationsform, werden daher sehr unterschiedliche Mengen an Regenwürmern gefunden: in Mullböden mit einem pH > 5,5 können bis zu 10 Arten mit 155 Tieren pro m² und einer Biomasse von 9800 mg Trockensubstanz pro m² vorkommen (SCHÄFER, 1982), in sauren Böden sind es durchschnittlich nur 25 Tiere aus 3 Arten mit 1260 mg Trockensubstanz pro m² (PHILLIPSON et al. 1978, SATCHELL, 1983). Im Rahmen des Forschungsprogramms „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ (BECK, 1978), das sich mit der Rolle der Bodenfauna beim Abbau des Bestandesabfalls beschäftigt, wird seit 1976 ein Sauerhumus-Buchenwald untersucht. Es handelt sich dabei um einen etwa 100 Jahre alten Hattenwald, der in der Nähe von Karlsruhe im Stadtwald Ettlingen am Nordrand des Schwarzwaldes liegt.

Obwohl bei einem pH-Wert des Bodens um 4,5 und darunter nur mit einer arten- und individuenarmen Regenwurmfaua zu rechnen ist, stellen die Regenwürmer aufgrund ihrer Körpergröße auch dann einen nicht zu vernachlässigenden Teil der Biomasse. Ziel dieser Arbeit ist es, die Populationsentwicklung der an diesem Standort vorkommenden Regenwurmartens über 6 Jahre darzustellen und die Regenwurmmzönose im Vergleich mit anderen Standorten ökologisch zu charakterisieren. Die Untersuchung wird über den geschilderten Zeitraum hinweg fortgeführt.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt am Nordwestrand des Schwarzwaldes, ca. 15 km südlich Karlsruhe, auf der Südwestseite des Beierbachtals zwischen den Ortschaften Schluttenbach und Ettlingenweiher (Topographische Karte 7016, Karlsruhe Süd). Die Versuchsfläche befindet sich auf dem durchschnittlich um 13° geneigten Nordosthang des Tales in 310–340 m ü. NN. Nach SCHWEIKLE (briefl. Mitt.) handelt es sich bei dem Boden um eine steinige, tiefgründige, gut durchwurzelte und durchlüftete, saure, nährstoff- und insbesondere basenarme Braunerde, die sich aus dem blockreichen Hangschutt des Mittleren Buntsandsteins (smc₂) gebildet hat. Unter dem 5–10 cm dicken

Auflagehorizont der Bodenstreu beginnt der Mineralboden mit einem etwa 10 cm starken Ah-Horizont; darunter liegt ein 60–90 cm mächtiger, überwiegend stark steiniger Bv-Horizont. Der pH-Wert des Auflagehorizonts beträgt 3,8–4,7 (H₂O), der des Mineralbodens 3,1–4,2 (CaCl₂).

Die Niederschlagsmenge ist der Höhenstufe im Nordschwarzwald entsprechend relativ hoch; sie betrug im Mittel der Jahre 1979–84 1040 mm gegenüber 821 mm der Wetterstation Karlsruhe in der vorgelagerten Rheinebene. Als mittlere Jahrestemperatur wurde während des gleichen Zeitraums im Bestand der Versuchsfläche, 50 cm über dem Boden 8,6° C gemessen gegenüber 10,3° C Lufttemperatur der Wetterstation Karlsruhe. Weitere Angaben zu Klima, Streuproduktion und Bodenstreu sind bei BECK & MITTMANN (1982) zu finden.

Pflanzensoziologisch ist das Untersuchungsgebiet ein Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum). Die etwa 100 Jahre alten Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.) lassen durch ihre ungestuften, geschlossenen Kronen weder eine Strauch- noch eine Krautschicht aufkommen.

Die beste Methode zur vollständigen Erfassung der Regenwürmer wird bis heute intensiv diskutiert (z. B. BOUCHÉ, 1969, NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1972, BOUCHÉ & GARDNER, 1984). Aufgrund der speziellen Standortverhältnisse im Stadtwald Ettlingen, saurer und stark steiniger Boden, waren hauptsächlich oberflächennah lebende Streuschichtbewohner (Epigées nach BOUCHÉ) zu erwarten, so daß eine Handauslese den besten Kompromiß zwischen Arbeitsaufwand und Genauigkeit darstellt.

Dazu wurden monatlich mittels Stechrahmen 3 Proben à 1/9 m² (zusammen 1/3 m²) ausgestochen, nach L-, F- und H-Schicht getrennt ins Labor verbracht und dort ausgezählt. Näheres zur Schichtdefinition siehe bei BECK & MITTMANN (1982). Nach AXELSON (1971) werden mit dieser Methode aus Laubwaldproben im 1. Durchgang 90 % der gesamten Individuenzahl und 97 % des Gesamtgewichts entdeckt. Übersehen werden vor allem Jungtiere mit einem Gewicht bis zu 10 mg. Die Überprüfung der Effektivität unserer Handauslese im laufenden Projekt ergab mit 91 % der Individuen einen gleich guten Wert (FRANKE & FRIEBE, 1983).

Da es im Versuchszeitraum mehrmals vorkam, daß Monate, in denen kein Tier gefunden wurde und Monate mit zumindest durchschnittlicher Anzahl direkt aufeinanderfolgten, stellt sich die Frage, ob die Probengröße von 1/3 m² für die Erfassung der Regenwürmer ausreichend groß ist. Die grundsätzlich anzunehmende Ungleichverteilung der Bodentiere tritt, wie FRANKE & FRIEBE (1983) für verschiedene Tiergruppen zeigen konnten, um so deutlicher zutage, je größer und seltener die Tiere sind. Für die vorliegende Untersuchung folgt daraus, daß die Probengröße in Zeiten niedriger Abundanz zu klein ist. Dieses Ergebnis wird von ZICSI (1962) bestätigt, der aufgrund von Feldversuchen mit verschiedenen Probengrößen 16 Proben à 1/16 m² empfahl, um die Regenwurmfaua eines Gebietes ganz erfassen zu können.

Neben der Handauslese wurden Beifänge aus Barberfallen und Fotoelektoren durchgesehen.

Die Bestimmung der Biomasse erfolgte nach SATCHELL (1971) und SENAPATI & DASH (1980): Die in Alkohol fixierten Tiere wurden nach kurzer äußerer Trocknung gewogen. Da sie beim Fixierungsvorgang ca. 10 % ihres Gewichtes verlieren, wurde diese Differenz zum gewogenen Wert dazuaddiert. Von diesem „realen Frischgewicht“ wurden dann 20 % abgezogen, um das Gewicht des Darminhalts auszugleichen. Nach LAKHANI & SATCHELL (1971) entsprechen 0,375 g Trockengewicht bei leerem Darm 2,4 g Frischgewicht bei leerem Darm. Die Endwerte sind

also noch mit 0,16 zu multiplizieren, um auf Standardwerte nach PETERSON & LUXTON (1982) zu kommen (Milligramm Trockengewicht bei leerem Darm pro Individuum). Jedes Individuum wurde einzeln gewogen.

3. Populationsdynamik der Regenwurmart im Untersuchungszeitraum 1977–1982

Im Versuchsgebiet wurden folgende Arten gefunden:

Lumbricus rubellus HOFFMEISTER, 1843

Dendrobaena (Dendrodilus) rubida rubida (SAVIGNY, 1826), VEJDOVSKY, 1884

Dendrobaena (Dendrodilus) rubida subrubicunda (EISEN, 1874), MICHAELSEN, 1900

Bimastos eiseni (LEVINSEN, 1884)

Die systematische Stellung der letztgenannten Art ist sehr umstritten. Ursprünglich wurde die Gattung für einige nordamerikanische Arten ohne Pubertätswälle aufgestellt. POP (1941) zog sie wegen ungenügender Definition wieder ein. ZICSI (1982) führt *B. eiseni* in seiner Liste der bekannten Lumbriciden als Art der Gattung *Eisenia*. Diese Möglichkeit der Zuordnung wurde aber schon 1972 von BOUCHÉ als künstlich verworfen, so daß die Frage der systematischen Zuordnung dieser Art offen bleiben muß.

Die Zuordnung der Jungtiere ist bei der Gattung *Lumbricus* kein Problem, da im gesamten Versuchszeitraum nur erwachsene Tiere der Art *L. rubellus* gefunden wurden. Bei Jungtieren der Gattung *Dendrobaena* ist eine Unterscheidung der beiden Unterarten nicht möglich, so daß diese alle als *Dendrobaena sp.* geführt werden müssen. Wenn nicht anders erwähnt, werden unter *Dendrobaena rubida* im Folgenden sowohl die Jungtiere als auch die adulten Tiere beider Unterarten verstanden. Von der Art *B. eiseni* wurden insgesamt nur 7 Tiere gefunden; darunter waren keine Jungtiere.

Die Seltenheit des Vorkommens von Regenwürmern in Barberfallen und Fotoelektoren ließ eine quantitative Auswertung von Fängen mit diesen Methoden nicht zu. Eine Charakterisierung der Lumbricidenzönose in Hinsicht auf Artensättigung, Stetigkeit und Dominanz (vgl. FRIEBE, 1983, DUMPERT & PLATEN, 1985) erscheint als nicht sinnvoll; für einen solchen Ansatz ist die Regenwurmfaua des Standorts zu artenarm und die durchschnittliche Dichte zu gering.

3.1 Abundanz

Die Gesamtzahl der jährlich gefangenen Regenwürmer (Tab. 1) steigt nach einem Minimum von 67 Tieren 1977 auf fast 300 Tiere im Jahre 1979 an, um dann 1980 fast wieder auf den niedrigen Wert von 1977 zurückzufallen. In den nächsten beiden Jahren erholen sich die Populationen wieder und erreichen mit 329 Tieren 1982 das Maximum im Beobachtungszeitraum. Insgesamt wurden 1143 Regenwürmer gefangen.

Im Jahresverlauf (Abb. 1) erreicht die Regenwurmmzahl ihr Maximum jeweils vom Spätwinter bis zum Frühlings-

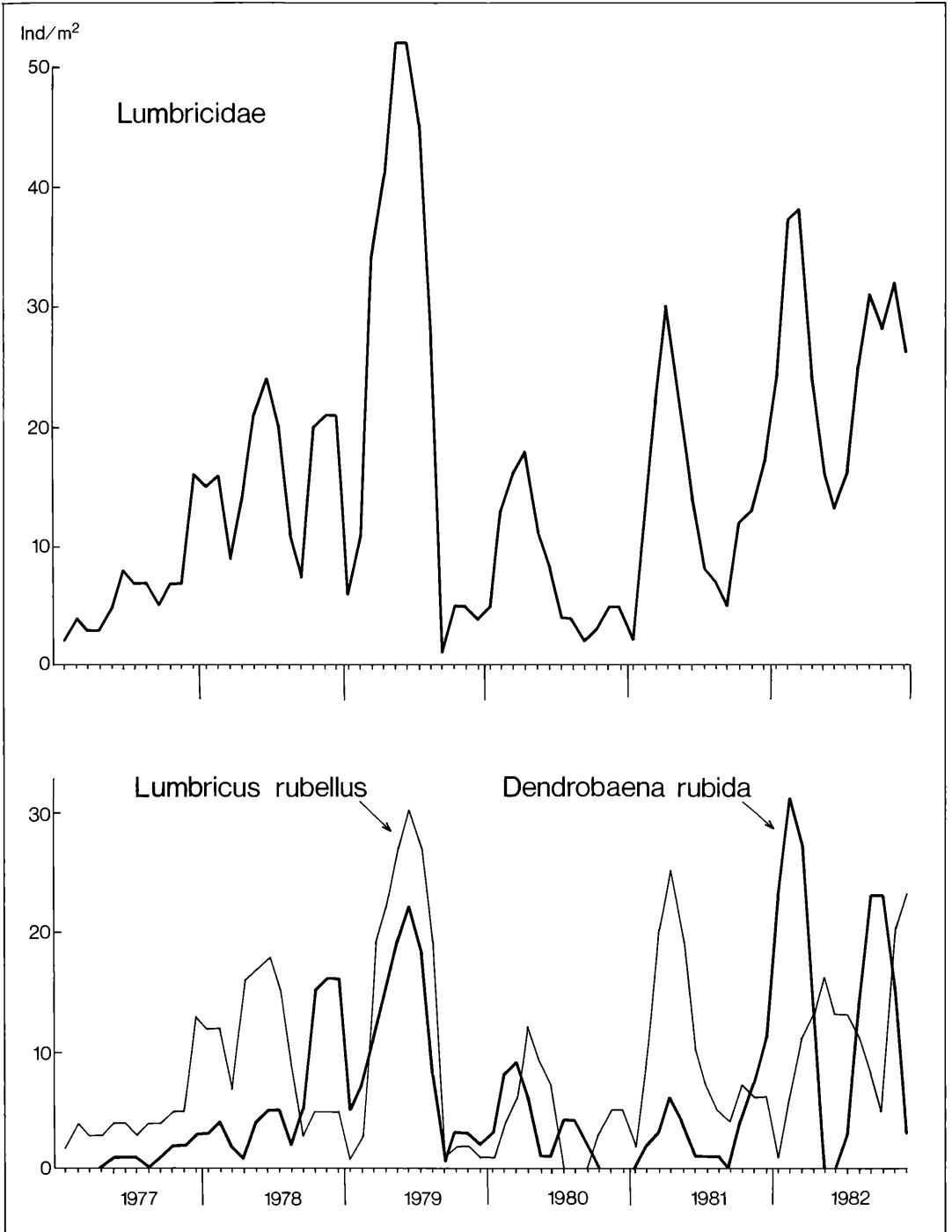


Abbildung 1. Monatliche Abundanz der Regenwürmer insgesamt (oben) und der beiden Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida* (unten) in der Bodenstreu der Versuchsfläche in den Jahren 1977–82, dargestellt als über 3 Monate gleitendes Mittel.

mer. In mehreren Jahren ist außerdem ein zweites, kleineres Maximum im Spätherbst festzustellen, das in manchen Jahren wie 1981/82 bruchlos in das Frühjahrsmaximum übergeht, in anderen Wintern wie 1978/79 durch einen tiefen Einbruch von diesem getrennt ist. Der Verlauf des Jahres 1977 fügt sich nicht in dieses Schema ein, wofür wahrscheinlich eine Massenvermehrung großer Dipterenlarven, die mit Regenwürmern und großen Enchyträen um die gleiche Nahrungsquelle konkurrieren, im Winter 1976/77 verantwortlich ist (BECK, 1983).

Das absolute monatliche Maximum der Regenwurmbeiedlung wird im Mai/Juni 1979 mit 52 Tieren pro m² erreicht, aber schon 3 Monate später ist mit nur noch einem Tier pro m² der tiefste Einbruch des gesamten Versuchszeitraums zu konstatieren. Dementsprechend fallen auch die beiden nächsten Maxima im Winter 1979 und im Frühjahr 1980 relativ schwach aus.

Die Siedlungsdichte (= Abundanz pro m² und Proben-termin) schwankte in der gesamten Bodenstreu zwischen 0 und 80 Tieren pro m²; über den Versuchszeitraum gemittelt waren es 16 Individuen pro m².

Das Verhältnis von *L. rubellus* zu *D. rubida* betrug in den Handauslesen durchschnittlich 2:1. In den Jahren 1977–1981 ist dabei der Anteil von *L. rubellus* deutlich höher als der von *D. rubida*. Dieses Verhältnis ändert sich im Jahr 1982, doch kann nach so kurzer Zeit noch nicht gesagt werden, ob es sich dabei um den Beginn einer Faunenverschiebung oder um eine mehr oder weniger periodische Schwankung handelt.

Mit Ausnahme des Jahres 1977 ist aus der Abb. 1 für *L. rubellus* eine deutliche jahreszeitliche Periodik zu entnehmen. Jeweils im Frühjahr erreicht die Population ein Maximum, gefolgt von einem Spätsommerminimum und einem meistens kleineren Wintermaximum. Besonders deutlich fällt nach einem relativ kleinen Frühjahrsmaximum 1980 das Sommerminimum in diesem Jahr aus. In einem Zeitraum von 3 Monaten sind praktisch keine Tiere dieser Art zu finden. Seitdem hat sich die Population wieder erholt.

D. rubida (Abb. 1) zeigt zwar grundsätzlich den gleichen Populationsverlauf wie *L. rubellus*, doch sind wesentlich mehr Modifikationen des Musters zu beobachten. So sind z. B. die Abundanzschwankungen ausgeprägter: von 1977 nach 1978 war ein Sprung um fast den Faktor 10 in der Gesamtfangzahl festzustellen. Nach einem Maximum im Winter 1978 und Frühjahr 1979 von 22 Tieren pro m² bricht die Population fast vollständig zusammen. Bis zum Herbst 1981 bleibt die Dichte, mit Ausnahme zweier kleiner Frühjahrsmaxima von jeweils ca. 10 Tieren, auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Frühjahr 1982 wird dann das absolute Maximum des gesamten Versuchszeitraums mit über 30 Tieren pro m² erreicht. Sehr ungewöhnlich verläuft die weitere Entwicklung 1982: schon im Mai sind keine Tiere der Gattung *Dendrobaena* mehr auffindbar, doch im September ist ein fast ebenso hohes Maximum wie im Winter erreicht. Dieses hält aber auch nur für 3 Monate an, denn im Dezember 1982 ist wiederum nur eine durchschnittliche Winterabundanz von 3 Tieren pro m² festzustellen.

Der Unterschied zwischen *L. rubellus* und *D. rubida* liegt also nicht im Grundmuster ihres zeitlichen Auftretens, sondern in der Regelmäßigkeit, mit der dieses eingehalten wird. Welche Faktoren im einzelnen *D. rubida* beeinflussen, auf *L. rubellus* aber schwächer oder gar nicht wirken, ist nicht bekannt. Denkbar wären z. B. unterschiedliche Konkurrenzsituationen, unter anderem mit Dipterenlarven oder großen Enchyträen. Auch Klimafaktoren kommen in Frage, da *D. rubida* wegen ihrer im Vergleich zu *L. rubellus* geringeren Grabfähigkeiten den Temperatur- und Feuchteschwankungen stärker ausgesetzt ist.

Tiere der Art *B. eiseni* wurden in den Handausleseproben nur einmal gefunden, im September 1981 in der F-Schicht, so daß Aussagen über die Phänologie dieser Art nicht möglich sind.

3.2 Biomasse

Die Biomasse der jährlich gefangenen Regenwürmer (Tab. 2) schwankt im Versuchszeitraum zwischen 1168

Tabelle 1. Abundanz der Regenwürmer im Jahresdurchschnitt pro m² in der Bodenstreu und getrennt nach Schichten und Arten, sowie Gesamtzahl aller bei 12 Probenahmen im Jahr auf einem m² gefangenen Regenwürmer im Untersuchungszeitraum 1977–82.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Ø 1977–82	
Bodenstreu	6	17	24	8	13	27	16	Ind./m ²
davon:								
L-Schicht	1	3	5	2	1	2	2	Ind./m ²
F-Schicht	3	11	11	5	9	19	10	Ind./m ²
H-Schicht	2	3	8	1	3	6	4	Ind./m ²
davon:								
<i>L. rubellus</i>	4	10	13	5	10	13	9	Ind./m ²
<i>D. rubida</i>	1	7	10	3	3	14	6	Ind./m ²
unbest. Rest	1	–	1	–	–	–	–	Ind./m ²
Gesamtzahl	67	206	284	97	160	329	Summe 1143 Ind.	

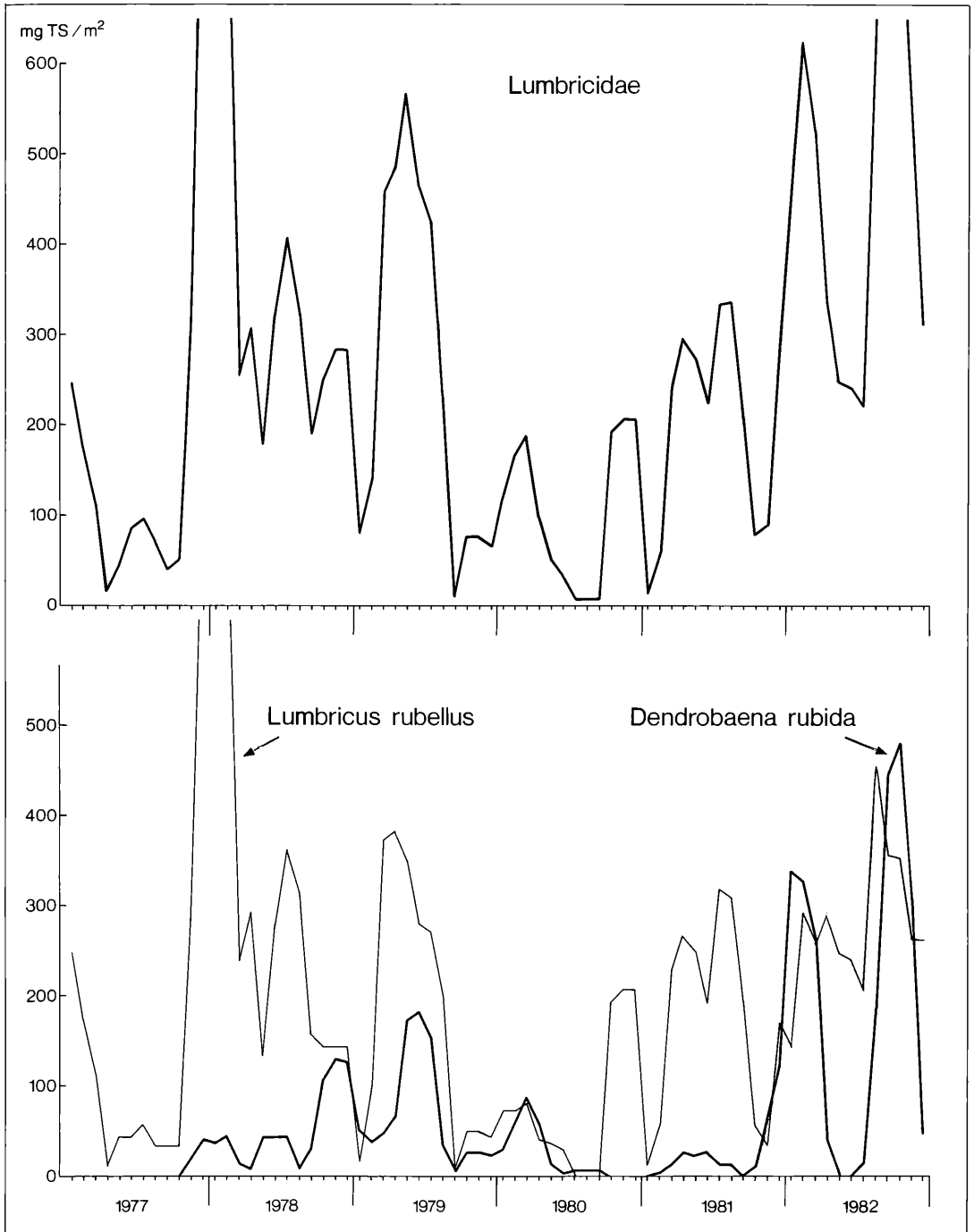


Abbildung 2. Monatliche Biomasse der Regenwürmer insgesamt (oben) und der beiden Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida* (unten) in der Bodenstreu der Versuchsfläche in den Jahren 1977–82, dargestellt als über 3 Monate gleitendes Mittel.

mg TS (1980) und 5631 mg TS (1982). Sämtliche aufgefundenen Lumbriciden zusammen hatten eine Biomasse von 18 506 mg TS.

Die Entwicklung der Biomasse (Abb. 2) zeigt mit ca. 800 mg TS/m² ein erstes Maximum im Winter 1977/78, ein zweites mitten im Sommer 1979 mit ca. 400 mg TS/m², ein drittes im Frühjahr mit ca. 530 mg TS/m². Nach dem Populationszusammenbruch im Sommer 1979 vergehen fast 3 Jahre, bevor im Februar 1982 wieder ein ebenso hohes Maximum erreicht wird. Dieser Zeitraum wird aber periodisch von tiefen Minima unterbrochen. Eine eindeutige Jahresperiodik kommt nicht vor: Maxima können sowohl im Frühling (1979, 1980, 1981), Sommer (1978, 1981) als auch Winter (1977, 1980, 1981) auftreten. Minima sind ebenfalls in den verschiedensten Jahreszeiten zu beobachten: z. B. im Januar (1979, 1981), Juli (1979, 1982), September (1979, 1980) oder Dezember (1982).

In den Jahren 1977, 1978 und 1981 wird die Biomasse an Regenwürmern praktisch ausschließlich von der Art *L. rubellus* gestellt; in den übrigen Jahren erreicht *D. rubida* einen Anteil von durchschnittlich 30 %. Besonders auffallend ist dabei der schnelle Anstieg von 22 mg TS/m² im Jahre 1981 auf 186 mg TS/m² im Jahre 1982 (Tab. 2). Durchschnittlich beträgt das Verhältnis der Biomasse zwischen den beiden Arten etwa 4 : 1.

Die Biomasse von *Lumbricus rubellus* erreicht schon im Winter 1977/78 ein erstes Maximum mit ca. 800 mg TS/m² (Abb. 2). Mit Ausnahme des Jahres 1980, die durch den fast vollständigen Populationszusammenbruch im Spätsommer 1979 bedingt ist, werden jedes Jahr 1–2 Maxima von 3–400 mg TS/m² erreicht, die allerdings zu unterschiedlichen Zeiten auftreten können: im Frühjahr und Sommer häufig, seltener im Herbst oder Winter.

Bei *D. rubida* sind im gesamten Versuchszeitraum nur 2 jeweils zweigipflige Maxima zu erkennen, 1979 und 1982 (Abb. 2): Beginnend jeweils im Spätherbst, er-

streckt sich das erste Maximum bis zum Winterende; nach einem tiefen Einbruch im Frühjahr wird ein zweites, höheres Maximum im Frühsommer erreicht, das aber auch nur 2–3 Monate andauert. Im übrigen Zeitraum ist die Biomasse von *D. rubida* mit durchschnittlich 40 mg TS/m² sehr niedrig.

Beim Vergleich von Biomasse und Abundanz fällt die schnellere Veränderbarkeit und größere Schwankungsbreite der ersteren auf. Dies erklärt sich daraus, daß bei diesen großkörperigen Lumbriciden das Gewichtsverhältnis zwischen kleinsten Juvenilstadien und Adultstadium bei beiden Arten etwa 1 : 20 ist und damit schon sehr wenige erwachsene Tiere die Biomassekurve deutlich beeinflussen. Die Zahl der Minima und Maxima ist zwar bei beiden Kurven gleich, doch kann ihre relative Ausprägung sehr verschieden sein. Die höchste Abundanz vom Mai/Juni 1979 entspricht z. B. nur dem drittgrößten Biomassemaximum im Versuchszeitraum. Im Winter 1980 verursachen sehr wenige, adulte Tiere, ca. 5 pro m², ein Maximum, das das Frühjahrsmaximum desselben Jahres noch übertrifft; letzteres wird aber von der vierfachen Anzahl von Tieren hervorgerufen!

Des weiteren fällt bei diesem Vergleich auf, daß die Zahl der Lumbriciden ihr Maximum 1979 hat, die Biomasse dagegen schon 1978. Auch dieser Unterschied läßt sich durch einen veränderten Altersaufbau erklären: 1979 ist der Anteil an Jungtieren sehr viel höher, wobei es sich offensichtlich um die Nachfolgegeneration der Adulttiere von 1978 handelt.

3.3 Vertikalverteilung

Zwei Fragestellungen werden hier zusammengefaßt:

1. Gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsjahren in Hinsicht auf die Schichtpräferenz der Tiere (statischer Aspekt)?
2. Ist innerhalb eines Jahres eine Jahresperiodik der Vertikalverteilung der Regenwürmer zu beobachten (dynamischer Aspekt)?

Tabelle 2. Biomasse der Regenwürmer im Jahresdurchschnitt pro m² in der Bodenstreu und getrennt nach Schichten und Arten, sowie Gesamtzahl aller bei 12 Probennahmen im Jahr auf einem m² gefangenen Regenwürmer im Untersuchungszeitraum 1977–82. Die Biomasse ist angegeben in mg Trockensubstanz ohne Darminhalt.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Ø 1977–82	
Bodenstreu	149	401	253	97	170	469	256	mg TS/m ²
davon:								
L-Schicht	8	159	71	7	20	94	60	mg TS/m ²
F-Schicht	88	197	119	69	130	238	139	mg TS/m ²
H-Schicht	53	45	63	21	20	137	57	mg TS/m ²
davon:								
<i>L. rubellus</i>	134	341	176	72	145	283	192	mg TS/m ²
<i>D. rubida</i>	5	55	67	21	22	186	59	mg TS/m ²
unbest. Rest	10	5	10	4	3		5	mg TS/m ²
Gesamt-Biomasse	1790	4812	3063	1168	2042	5631	Summe 18 506	mg TS

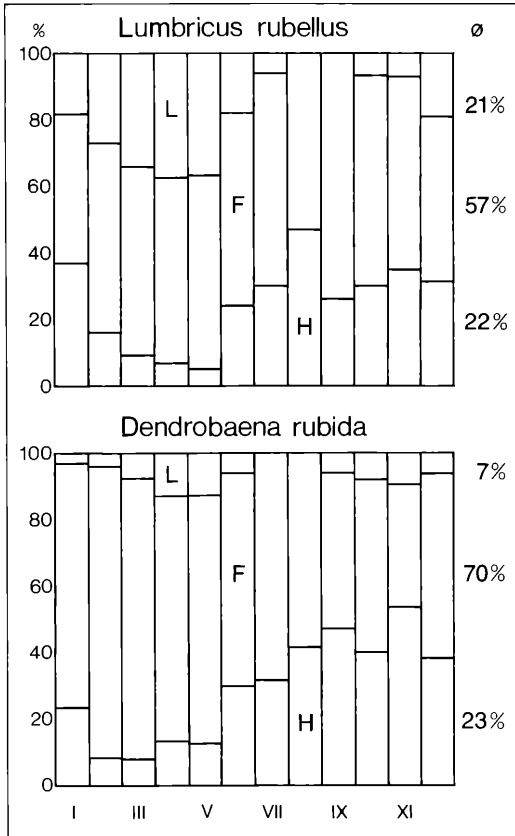


Abbildung 3. Monatliche Vertikalverteilung der Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida* auf die 3 Schichten der Bodenstreu im Durchschnitt der Jahre 1977–82, dargestellt als über 3 Monate gleitendes Mittel.

Zur ersten Frage: Sowohl nach Abundanz (Tab. 1) als auch nach Biomasse (Tab. 2) sind im Durchschnitt des gesamten Versuchszeitraums 50–60 % der Tiere in der F-Schicht gefunden worden; der Rest jeweils zur Hälfte in der L- und H-Schicht.

Während der F-Schichtanteil relativ konstant ist, waren die Anteile der L- und H-Schicht sehr variabel: In den Jahren 1977, 1981 und 1982 wurden in der L-Schicht, 1978 und 1980 in der H-Schicht keine Regenwürmer gefunden. Dieser Befund könnte auf langfristigen klimatischen Einflüssen beruhen, die aber schwer nachweisbar sind. Denn entscheidend sind weniger die Jahressumme des Niederschlags oder die Jahresdurchschnittstemperatur als vielmehr die Verteilung und jeweilige Dauer der einzelnen Perioden.

Zur zweiten Frage: Hierfür wurden die jeweiligen Monatswerte der einzelnen Versuchsjahre addiert, um die geringen Absolutzahlen auszugleichen.

In der Vertikalverteilung der beiden Arten ist eine deutliche Jahresperiodik auszumachen (Abb. 3). *L. rubellus*

wandert allerdings zwischen allen 3 Schichten der Bodenstreu, während *D. rubida* die L-Schicht auch in für Regenwürmer optimalen Perioden (Frühling und Herbst) nur in sehr geringer Zahl aufsucht. Statt dessen zieht sich *D. rubida* in der zweiten Jahreshälfte in tiefere Schichten zurück.

Im Frühjahr können sich bis zu 40 % der Tiere der Art *L. rubellus* in der L-Schicht aufhalten; dagegen wandern um diese Zeit höchstens 15 % der Tiere der Art *D. rubida* in die oberste Laubschicht, was sich auch im Jahresdurchschnitt des L-Schichtanteils niederschlägt: 21 % für *L. rubellus*, nur 7 % für *D. rubida*. Aus welchen Gründen *D. rubida* die L-Schicht meidet, ist nicht bekannt. Wahrscheinlich reagiert die Art empfindlicher auf klimatische Einflüsse als *L. rubellus* (vgl. Kap. 5). Möglich wäre auch eine niedrigere Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Streuschichtbewohnern (große Enchyträen, Dipterenlarven) oder der wegen der gegenüber *L. rubellus* geringeren Größe höhere Feinddruck durch die zahlreichen räuberischen Käfer und Chilopoden.

Bei einer Aufteilung nach Altersgruppen differenziert sich das Bild noch deutlicher (Tab. 3). Während die Jungtiere beider Arten eindeutig die F-Schicht bevorzugen, weicht die Schichtpräferenz bei den adulten Tieren teilweise stark davon ab: So bevorzugt *L. rubellus* die L- und F-Schicht; bei *D. rubida* ist die Unterart *D. r. rubida* fast nur in der F- und H-Schicht zu finden, die Unterart *D. r. subrubicunda* dagegen fast ausschließlich in der F-Schicht.

4. Entwicklungszyklen der einzelnen Arten

4.1 Individualgewichtsentwicklung

Die Werte der Gewichtsentwicklung der Tiere der Art *L. rubellus* (Tab. 4) beruhen auf Einzeltiermessungen, wie sie im Methodenkapitel beschrieben wurden. Zum Vergleich sind die Meßergebnisse von ABRAHAMSEN (1973) aus einem südnorwegischen Kiefernwald beigefügt. Auffallend ist, daß nach rascher und kontinuierlicher Gewichtszunahme während der Jugendentwicklung beim Erreichen des Adultstadiums eine weitere Zunahme nur noch in Sprüngen erfolgt (bis 50 mm Länge ca. 75 mg, bis 90 mm Länge ca. 105 mg). Im Vergleich zu

Tabelle 3. Vertikalverteilung der juvenilen und adulten Tiere der Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida*, einschließlich der beiden Unterarten *D. r. rubida* und *D. r. subrubicunda* im Untersuchungszeitraum 1977–82.

	<i>L. rubellus</i>		<i>D. rubida</i>			%
	juv.	ad.	juv.	ad.	ad.	
L-Schicht	18,6	42,0	8,4	3,4	4,0	%
F-Schicht	59,6	37,0	69,2	42,6	81,3	%
H-Schicht	21,8	21,0	22,4	54,0	14,7	%

den südnorwegischen Tieren bleibt *L. rubellus* im Stadtwald Ettlingen relativ klein und leicht, besonders nach Erreichen des Adultstadiums.

Bei *D. rubida* (Tab. 5) ließen sich nur die adulten Tiere in die Unterarten *D. r. rubida* und *D. r. subrubicunda* trennen. Ein Vergleich mit Werten der meisten anderen Autoren ist schwer möglich, da diese bei Gewichtsmessungen nur ungenaue Angaben über die Größe der untersuchten Tiere machen.

BOUCHÉ (1972) fand bei der Untersuchung von wesentlich mehr Tieren der beiden Unterarten, daß *D. r. subrubicunda* etwas schwerer ist als *D. r. rubida*, was sich auch bei den Tieren aus unserem Versuchsgebiet tendenziell feststellen läßt. Die Datenmenge reicht allerdings nicht aus, um den Unterschied statistisch zu si-

chern.

Vergleicht man *L. rubellus* und *D. rubida* miteinander, so zeigt letztere bis zu einer Größe von 35 mm, d. h. nahezu ihrer Maximallänge im Untersuchungsgebiet, ein wesentlich schnelleres Wachstum als *L. rubellus* (z. B. Verfünfachung des Gewichts bei Verdoppelung der Länge von 10 auf 20 mm).

4.2 Jahreszeitliches Auftreten der beiden Arten

Addiert man die Monatswerte der einzelnen Versuchsjahre, so sind Aussagen über das jahreszeitliche Auftreten der verschiedenen Altersstadien möglich (Abb. 4). Juvenile Tiere der Art *L. rubellus* haben ein absolutes Abundanzmaximum mit ca. 90 Tieren pro m² im Frühjahr sowie Minima im Herbst und Winter. Außer einem

Tabelle 4. Biomasse der Individuen der Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida* in Abhängigkeit von Körperlänge und Altersstadium. Die Biomasse ist angegeben in mg Trockensubstanz ohne Darminhalt. Zum Vergleich sind Daten aus ABRAHAMSEN (1973) und BOUCHÉ (1972) aufgeführt.

Körpergröße	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	90	mm
<i>Lumbricus rubellus</i>											
	7	58	35	19	14	8	4	7	1	1	
juvenil	1,5	2,9	9,4	20,3	39,6	48,9	-		-	-	mg TS
adult	-			26,8	80,3	72,4	102,0	105,0	110,2	133,1	mg TS
gesamt	1,5	2,9	9,4	20,6	51,2	54,8	102,0	105,0	110,2	133,1	mg TS
nach ABRAHAMSEN (1973)		1,0		12,0		45,3		111,2		222,4	mg TS
<i>Dendrobaena rubida</i>											
	12	24	30	9	1	mg TS					
juvenil	0,8	4,3	7,7	-		mg TS					gesamt = Mittelwert aller Tiere der entsprechenden Körpergröße
<i>D. r. rubida</i> adult			12,6	19,7	26,5	mg TS					
<i>D. r. subrubicunda</i> adult			13,1	21,1		mg TS					
gesamt	0,8	4,3	10,9	20,5	26,5	mg TS					
nach BOUCHÉ (1972)					22,4	mg TS					
					25,6	mg TS					

Tabelle 5. Abundanz, Biomasse und Artenzahl der Regenwürmer in verschiedenen europäischen Buchenwäldern mit sauren Böden (ph < 5,5). Zum Vergleich wurden Durchschnittswerte von 5 europäischen Buchenstandorten mit Mullböden (pH > 5,5) aufgeführt.

Standort	Abundanz (Ind./m ²)			Biomasse (g TS/m ²)			Artenzahl	Autor
	min	max	Ø	min	max	Ø		
Westfalen, 12 Stellen	4	38	20	0,2	2,2	1,1	2	BALTZER (1956)
Niedersachsen, 6 Stellen	3	20	11			1,1	4	RABELER (1960)
Dänemark, 3 Stellen	23	- 81	44	0,2	0,9	0,4	2	BORNBUSCH (1930)
Schweden, 2 Stellen	67	90	79	2,0	4,1	3,0	7	NORDSTRÖM & RUNDGREN (1973)
Stadtwald Ettlingen	2	81	16	0,1	1,7	0,3	3	diese Arbeit
Mullböden, Europa	28	220	101	0,9	12,1	4,7	5	PHILLIPSON et al. (1978)

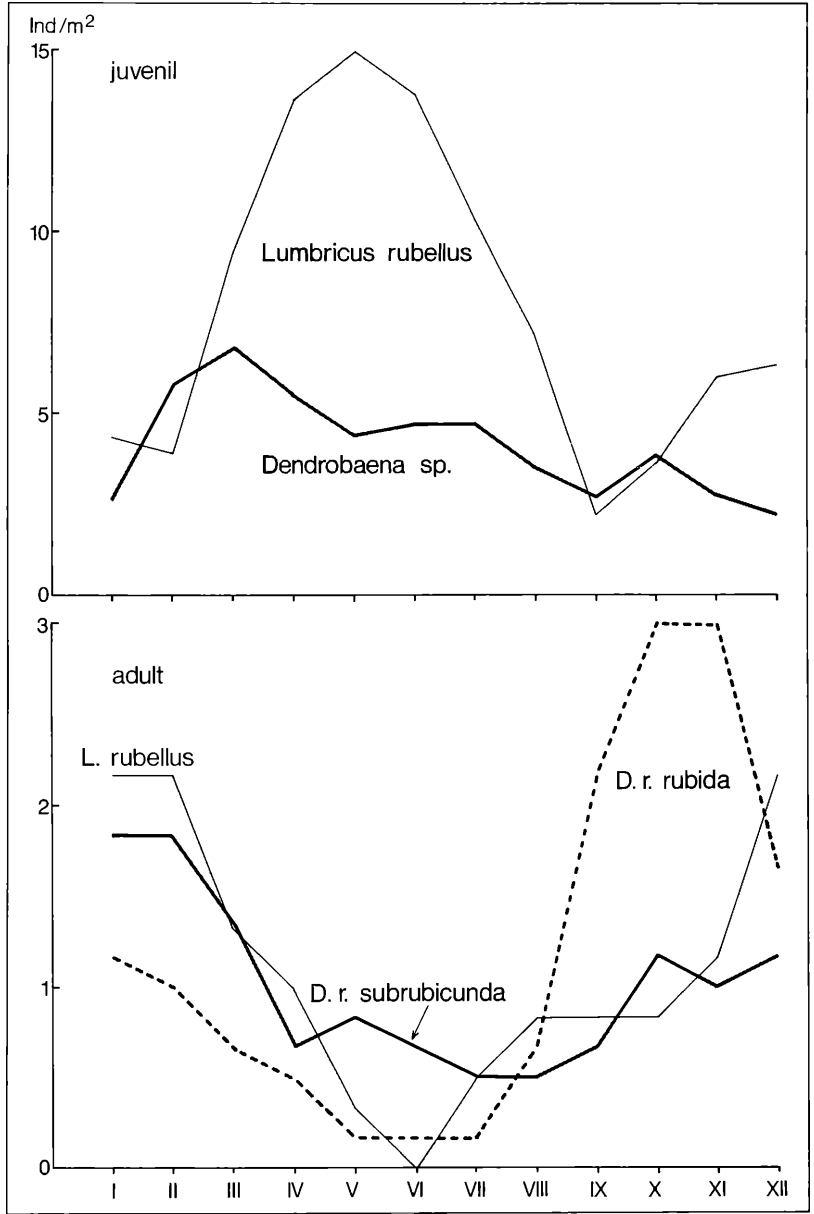


Abbildung 4. Monatliche Abundanz der juvenilen (oben) und adulten (unten) Tiere der Arten *Lumbricus rubellus* und *Dendrobaena rubida* in der Bodenstreu der Versuchsfläche im Durchschnitt der Jahre 1977–82, dargestellt als über 3 Monate gleitendes Mittel. Bei den adulten Tieren der Art *D. rubida* wurden die beiden Unterarten *D. r. rubida* und *D. r. subrubicunda* unterschieden.

leichten Frühjahrsmaximum im März von ca. 40 Tieren pro m² und einem ebenso undeutlichen Winterminimum im Dezember ist dagegen die Anzahl der Jungtiere von *Dendrobaena sp.* relativ gleich über das ganze Jahr verteilt.

Die adulten Tiere zeigen im Unterschied dazu ein Sommerminimum, etwa von Mai bis August, am extremsten bei *L. rubellus*, von dem im Juni überhaupt keine adulten Tiere zu finden sind. Ein Maximum wird im Winter er-

reicht. Die Populationsentwicklung von *D. r. subrubicunda* verläuft fast genauso, doch sind sowohl Minimum als auch Maximum schwächer ausgeprägt.

Abweichend von den beiden anderen Gruppen sind die meisten adulten Tiere von *D. r. rubida* im Spätherbst von September bis November zu finden.

Ein Vergleich des Auftretens der einzelnen Altersstadien der Arten bzw. Unterarten zeigt demnach eine gewisse zeitliche Diversifizierung. Besonders bei den

Jungtieren liegt nahe, daß die in der Bevorzugung der F-Schicht als Aufenthaltsort und in ihren sonstigen Ansprüchen (siehe Kap. 5) recht ähnlichen Arten auf diese Weise eine zu starke Konkurrenz vermeiden.

Während des gesamten Versuchszeitraums überwiegen nach der Zahl der beiden Arten die Jungtiere deutlich: Bei *L. rubellus* stellen sie 87 %, bei *D. rubida* 67 %. Bedingt durch das sehr unterschiedliche Gewicht der Einzelindividuen, ergibt sich für das Biomasseverhältnis dennoch ein leichtes Übergewicht der Adultiere von 56 %.

5. Ökologische Ansprüche der einzelnen Arten

5.1 *Lumbricus rubellus rubellus*

BOUCHÉ (1977) teilt die Regenwürmer ökologisch in 3 große Gruppen ein: „Epigées“, „Endogées“ und „Ancéciques“. *L. rubellus* ist keiner dieser 3 großen Gruppen eindeutig zuzuordnen, sondern nimmt eine Zwischenstellung zwischen den Streuschichtbewohnern („Epigées“) und den Horizontalbohrern („Endogées“) ein. Zur Ernährung hält sich *L. rubellus* oft in der Streuschicht auf, doch ist er regelmäßig in Schichten unterhalb von 6 cm Tiefe zu finden (NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1974). Außerdem kommt er in den kühleren Randbereichen von Dung- und Komposthaufen vor.

Seine Vermehrungsrate ist die höchste der Gattung *Lumbricus* (GRAFF, 1953); ca. 100 Kokons mit jeweils einem Jungtier werden pro Jahr und Tier in den obersten Streuschichten abgelegt.

L. rubellus gilt als acidophil; so gibt SATCHELL (1955) einen Präferenzbereich von 3,7–7,0, ABRAHAMSEN (1972) einen von 4,0–6,4 pH an.

Bei tiefen Temperaturen und starker Austrocknung weicht *L. rubellus* nach unten aus; z. B. wurde er bei Bodenfrost schon in einer Tiefe von 50 cm gefunden (RUNDGREN, 1975). Ebenfalls meidet er Staunässe. Seine Empfindlichkeit gegenüber Feuchteschwankungen ist wenig ausgeprägt. Eine Abhängigkeit vom Bodentyp ist nicht feststellbar (EDWARDS & LOFTY, 1972).

L. rubellus zeigt im Stadtwald Ettligen keine Besonderheiten gegenüber anderen aus der Literatur bekannten Fundplätzen mit ähnlichen ökologischen Bedingungen, an denen die Tiere im Vergleich zu Plätzen mit Optimalbedingungen ebenfalls kleiner sind (z. B. BALTZER, 1956).

Es ist möglich, daß einige der Abundanzschwankungen im Versuchszeitraum mit Tiefenwanderungen unter die von uns untersuchten Schichten zu erklären sind. Dies ist wegen der Beschaffenheit des Geländes jedoch unwahrscheinlich. Die festgestellte deutliche Jahresperiodik dürfte in erster Linie von der Temperatur abhängen. Die große horizontale Mobilität dieser Art kommt dadurch zum Ausdruck, daß 26 der 30 in Barberfallen gefangenen Regenwürmer zu dieser Art gehören.

Ansonsten ist diese Art erstaunlich indifferent gegenüber allen anderen Ansprüchen und damit wahrschein-

lich der weitestverbreitete Lumbricide Europas (STOP-BOWITZ, 1969, dort auch weitere Literatur zur Biogeographie).

5.2 *Dendrobaena rubida rubida*

Diese Art ist nach der Klassifizierung BOUCHÉ's ein typischer Streuschichtbewohner („Epigée“). Sie ernährt sich von vorzersetzer Streu und Humusbestandteilen, wobei Biotope mit schwerzersetzbarem Material wie Fichtenstreu und morsches Holz bevorzugt werden (EGGERT, 1982). Der Bodentyp spielt dabei offenbar keine Rolle.

Die Kokonproduktion ist mit etwa 45 Kokons pro Jahr relativ hoch. Meist schlüpfen ein, in seltenen Fällen bis zu 4 Jungtiere aus einem Kokon.

Die Art gilt als acidophil: Nach SATCHELL (1955) liegt ihr Präferenzbereich bei 3,7–4,5, nach ABRAHAMSEN (1972b) bei 4,2–6,4 pH.

Da *D. rubida* normalerweise nicht tiefer als 5 cm in den Boden hineingeht, müssen die Tiere bei Bodenfrost oder Austrocknung oftmals Inaktivitätsphasen einlegen. Eine Ausnahme erwähnt VOLZ (1962), der einen Eichenwald in der Vorderpfalz untersucht hat. Dort mied *D. rubida* die Streuschicht und hielt sich statt dessen zu einem Drittel in der F- und H-Schicht, zu zwei Dritteln im Mineralboden auf.

Auch im Stadtwald Ettligen meidet *D. rubida* die L-Schicht. Konkurrenz mit *L. rubellus*, dessen Adulti die L-Schicht bevorzugen, scheidet als Erklärung aus, da diese beiden Arten an vielen Stellen Europas zusammen vorkommen, ohne daß es zu einer solchen vertikalen Trennung kommt. Möglich wäre, daß die gegen Austrocknung und Frost empfindlichere *D. rubida* diesen Einflüssen im Buchenlaub ausgesetzt wäre und deshalb in unserem Versuchsgebiet die tieferen Schichten bevorzugt. Da ein weiteres Ausweichen der Tiere in noch tiefere Schichten unwahrscheinlich ist (RUNDGREN, 1975) und dem Überleben in der inaktiven Phase auch Grenzen gesetzt sind, sind starke Populationsschwankungen, wie sie auch im Ettliger Buchenwald vorkommen, ein Charakteristikum dieser Art.

5.3 *Dendrobaena rubida subrubicunda*

D. r. subrubicunda ist wie *D. r. rubida* ein typischer Bewohner der Streuschicht. Die Art zeigt keine Besiedlungsunterschiede in Abhängigkeit vom Bodentyp. Anders als die vorgenannte Art werden die Tiere auch an Ansammlungen organischer Materie, wie z. B. Komposthaufen, häufig gefunden.

STOP-BOWITZ (1969) berichtet, daß in Gebieten nördlich der Verbreitungsgrenze des Kompostwurms (*Eisenia fetida*) *D. r. subrubicunda* dessen Rolle als Kulturförderer des Menschen übernimmt. Sie kann dabei, nicht zuletzt wegen ihrer kurzen Brutzeit von 8–9 Wochen, hohe Dichten erreichen. An diesen Plätzen verdrängt *D. r. subrubicunda* andere *Dendrobaena* – Spezies wie *D. r. rubida* oder *D. r. tenuis*, die ansonsten durchaus gemeinsam vorkommen können (EGGERT, 1982).

Ansonsten sind die Ansprüche der Unterart ähnlich denen von *D. r. rubida*; nur beim Säuregrad gilt sie als weniger acidophil (SATCHELL, 1955: pH-Präferenzbereich von 4,2–7,0).

Am Standort Stadtwald Ettlingen gilt das für *D. r. rubida* Gesagte auch für *D. r. subrubicunda*; es fällt auf, wie sehr die Tiere entgegen allen anderen Berichten die oberste Streulage meiden. Im Gegensatz zu *D. r. rubida* wird allerdings die H-Schicht nur selten aufgesucht.

5.4 *Bimastos eiseni*

Über diese Art ist wegen ihrer allgemeinen sehr geringen Dichte wenig bekannt.

Häufig wurde sie an vermodernden Baumstümpfen und unter Moospolstern von Bäumen gefunden. BOUCHÉ (1972) beschreibt sie als acidophil bis acidotolerant.

Die Bevorzugung solcher speziellen Biotope wird im Stadtwald Ettlingen dadurch unterstrichen, daß von den 15 Regenwürmern, die in Fotoelektoren gefunden wurden, 6 zur Art *B. eiseni* gehörten. Dazu mußten sie an der „überhängenden“ Wand des Fotoelektors hochklettern und dabei eine Höhendifferenz von etwa 1 m überwinden! Auf der Freifläche wurde *B. eiseni* nur einmal gefunden; wahrscheinlich müßte man an vermodernden Baumstämmen gezielt nach dieser Art suchen. Für alle 4 Arten bzw. Unterarten gilt, daß sich die Literaturangaben über ihre abiotischen Ansprüche mit den Verhältnissen im Versuchsgebiet Stadtwald Ettlingen decken. Begrenzender Faktor für andere Regenwurmarten ist wahrscheinlich der niedrige pH-Wert, eventuell auch die fehlende Krautschicht (POBOZSNY & ZICSI, 1978).

6. Vergleich mit anderen Standorten

Die dominante Regenwurmart in allen Waldböden Europas, die sich durch pH-Wert unterhalb von ca. 4,5 auszeichnen, ist *Lumbricus rubellus* (STÖP-BOWITZ, 1969; ABRAHAMSEN, 1972 b, EGGERT, 1982), unabhängig von der Art der Bestockung. Daneben sind fast immer eine, manchmal auch mehrere Arten der Gattung *Dendrobaena* in solchen Biotopen zu finden. In Nadelwäldern ist dies meist *D. octaedra* (z. B. NÖLLNER & WEIGMANN, 1982), in Laubwäldern eher *D. rubida*, wobei oft 2–3 Unterarten gemeinsam auftreten (RUNDGREN, 1975).

Differentialarten (nach VOLZ [1962] für einen Standort charakteristische Arten, häufig in geringer Dichte) fehlen oft in sauren Waldstandorten. Auch EGGERT (1982) beschreibt diese typische Assoziation von sauren Laubwaldstandorten des Vogelsbergs. Schon bei geringer Erhöhung des pH-Werts kommen weitere Arten dazu, bei genügender Tiefgründigkeit meist aus den Gattungen *Allolobophora* oder *Octolasion* (WILCKE, 1953; PHILLIPSON et al. 1976). Schon das Artenspektrum von Wegen im Laubwald ist wegen der dort aufkommenden Krautschicht erheblich reichhaltiger. In oder an totem

Holz (ohne Unterscheidung in Laub- oder Nadelholz) fand EGGERT (1982) folgende Arten:

<i>D. rubida</i>	41,3 %
<i>B. eiseni</i>	23,9 %
<i>D. octaedra</i>	17,4 %
<i>L. rubellus</i>	13,0 %

Es ist dies das einzige von 12 untersuchten Habitaten, in denen *B. eiseni* einen nennenswerten Anteil erreicht und außer Komposthaufen der einzige Fundort, an dem *D. rubida* die dominante Art ist. Leider wurde bei letzterer keine Trennung der verschiedenen Unterarten vorgenommen; wahrscheinlich handelt es sich um *D. r. subrubicunda*.

Auch GRAFF (1954) berichtet, daß er bei Untersuchungen im östlichen Niedersachsen *B. eiseni* nur in Laubwäldern (Buche und Eiche) fand. Dort kommt die Art an Baumstubben in großer Dichte vor, meist in Gesellschaft mit *D. rubida*.

Übertragen auf den Stadtwald Ettlingen bedeutet dies, daß *L. rubellus* den Schwerpunkt seiner Verbreitung in der Streuauflage hat, *B. eiseni* fast ausschließlich in moderndem Holz zu finden ist und *D. rubida* in beiden Bereichen konkurrieren kann. In Ausweitung der bisherigen Einteilung kann damit die Assoziation *L. rubellus*, *D. rubida*, *B. eiseni* als typisch für saure Laubwaldstandorte Mitteleuropas bezeichnet werden.

Im Vergleich zu anderen Buchenwäldern Europas (SATCHELL, 1983, basierend auf ZAJONC, 1971, PHILLIPSON et al. 1978) ist der Stadtwald Ettlingen als ein für Regenwürmer suboptimaler Grenzstandort zu kennzeichnen. Selbst für einen sauren Boden ist die Lumbricidenbiomasse extrem niedrig, wofür wahrscheinlich die schlechte Nahrungsqualität verantwortlich ist.

An Standorten mit einer solch geringen Regenwurmdichte, wie sie z. B. für Taigaböden oder subalpine Nadelwälder typisch ist, kommt es zu einer deutlichen Verzögerung beim Streuabbau gegenüber für Regenwürmern optimalen Standorten. Von letzteren ist bekannt, daß, vor allem beim Vorhandensein von Tiefgräbern wie *Lumbricus terrestris*, die gesamte Streu nach wenigen Monaten von der Oberfläche verschwunden ist (RAW, 1962). Im Stadtwald Ettlingen dagegen umfaßt allein die L- und F-Schicht zusammen etwa 5 Streujahrgänge (BECK & MITTMANN, 1982).

7. Literatur

- ABRAHAMSEN, G. (1972): Ecological study of Lumbricidae in norwegian coniferous forest soils. – *Pedobiologia* **12**: 267–281; Jena
- ABRAHAMSEN, G. (1973): Biomass and body-surface area of populations of Enchytraeidae and Lumbricidae (Oligochaeta) in Norwegian coniferous forest soils. – *Pedobiologia*, **13**: 28–39; Jena.
- AXELSON, B. (1971): Reliability of estimating standing crop of earthworms by hand-sorting. – *Pedobiologia*, **11**: 338–340; Jena.

- BALTZER, R. (1956): Die Regenwürmer Westfalens. – Zool. Jb. Syst., **84**: 355–413; Jena.
- BECK, L. (1978): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 1. Einleitender Überblick und Forschungsprogramm. – Beitr. naturk. Forsch. Süwdtll., **37**: 93–101; Karlsruhe.
- BECK, L. (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwalds. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 37–54; Stuttgart.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolinea*, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BORNEBUSCH, C. (1930): The fauna of forest soil. – Forst. Forsv. Danm., **11**: 1–158; Kopenhagen.
- BOUCHÉ, M. (1969): Comparaison critique de méthodes d'évaluation des populations de Lombricides. – *Pedobiologia*, **9**: 26–34; Jena.
- BOUCHÉ, M. (1972): Lombriciens de France. – Paris (Inst. Nat. Recherche Agronomique).
- BOUCHÉ, M. (1977): Strategies lombriciennes. – *Ecol. Bull.*, **25**: 122–132; Stockholm.
- BOUCHÉ, M. & GARDNER, R. (1984): Earthworm functions. 8. Population estimation techniques. – *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **21**: 37–64; Paris.
- EDWARDS, K. & LOFTY, J. (1972): Biology of earthworms. – London (Chapman & Hall).
- EGGERT, U. (1982): Vorkommen und Verbreitung der Regenwürmer des Naturparks „Hoher Vogelsberg“ – Beitr. Naturkd. Ostthessen, **18**: 61–103; Hanau.
- FRANKE, U. & FRIEBE, B. (1983): Erfassung der Makrofauna eines Buchenwaldbodens mittels Handauslese und Barberfallen. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 216; Stuttgart.
- FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – *Carolinea*, **41**: 45–80; Karlsruhe.
- GATES, G. E. (1980): Contributions to a revision of the earthworm family Lumbricidae. 25. *Allolobophora*. – *Megadriologica*, **3**: 177–184; Ottawa.
- GRAFF, O. (1953): Die Regenwürmer Deutschlands. – *Schrift. Forsch. Inst. Landw.*, **7**: 1–70; Braunschweig.
- GRAFF, O. (1954): Die Regenwurmfauuna im östlichen Niedersachsen und in Schleswig-Holstein. – Beitr. Naturkd. Niedersachsen, 48–56; Hannover.
- KUBIENA, W. (1953): Bestimmungsbuch der Böden Europas. – Stuttgart (Enke).
- LAKHANI, K. H. & SATCHELL, J. E. (1971): Production by *Lumbricus terrestris*. – *J. Animal Ecol.*, **39**: 473–492; Oxford.
- NÖLLNER, L. & WEIGMANN, G. (1982): Das Naturschutzgebiet Teufelsbruch in Berlin-Spandau. 10. Die Regenwürmer im Teufelsbruch und angrenzenden Forst. – Sitz. Ber. Nat. Forsch. Freunde Berlin, **22**: 70–88; Berlin.
- NORDSTRÖM, S. & RUNDGREN, S. (1972b): Methods of sampling Lumbricids. – *Oikos*, **23**: 344–352; Kopenhagen.
- NORDSTRÖM, S. & RUNDGREN, S. (1973): Associations of lumbricids in southern Sweden. – *Pedobiologia*, **13**: 301–326; Jena.
- NORDSTRÖM, S. & RUNDGREN, S. (1974): Environmental factors and Lumbricid associations in southern Sweden. – *Pedobiologia*, **14**: 1–27; Jena.
- MITTMANN, H.-W. (1980): Zum Abbau der Laubstreu und zur Rolle der Oribatiden in einem Buchenwaldboden. – Unveröff. Diss., 117 S.; Karlsruhe.
- PETERSEN, H. & LUXTON, M. (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. – *Oikos*, **39**: 288–422; Kopenhagen.
- PHILLIPSON, J. et al. (1976): Earthworms and the factors governing their distribution in an english beechwood. – *Pedobiologia*, **16**: 258–285; Jena.
- PHILLIPSON, J. et al. (1978): Earthworms numbers, biomass and respiratory metabolism in a beech woodland – Wytham Woods, Oxford. – *Oecologia*, **33**: 291–309; Berlin.
- POBOZSNY, M. & ZICSI, A. (1978): Die Bedeutung der Krautschicht bei Fütterungsversuchen von großkörperigen Lumbricidenarten. – *Opusc. Zool. Budapest*, **15**: 119–127; Budapest.
- POP, V. (1941): Zur Phylogenie und Systematik der Lumbriciden. – Zool. Jb. Syst., **74**: 487–522; Jena.
- RABELER, W. (1960): Die Artenbestände der Regenwürmer in Laubwaldbiozönosen (Quercus-Fageteta) des oberen und mittleren Wesergebietes. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.*, N. F. **8**: 333–337; Stolzenau/Weser.
- RAW, F. (1962): Studies of earthworm populations in orchards. – *Ann. appl. Biol.*, **50**: 389–404; London.
- RUNDGREN, S. (1975): Vertical distribution of Lumbricids in southern Sweden. – *Oikos*, **26**: 299–306; Kopenhagen.
- SATCHELL, J. E. (1955): Some aspects of earthworm ecology. – In: KEVAN, K. Soil Zoology, 180–201; London.
- SATCHELL, J. E. (1970): Measuring population and energy flow in earthworms. – In: PHILLIPSON, J., *Methods of soil ecology*, 261; London.
- SCHAEFER, M. (1982): Zur Funktion der saprophagen Bodentiere eines Kalkbuchenwalds. Ein langfristiges Untersuchungsprogramm im Göttinger Wald. – *Drosera*, **82**: 75–84; Göttingen.
- SENAPATI, B. & DASH, M. (1980): The effect of Formalin preservation on the weight of tropical earthworms. – *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **17**: 371–377; Paris.
- SIMS, R. W. (1983): The scientific names of earthworms. – In: SATCHELL, J. E., *Earthworm Ecology*, London (Chapman & Hall).
- STOP-BOWITZ, C. (1969): A contribution to our knowledge of the systematics and zoogeography of norwegian earthworms. – *Nytt. Mag. Zool.*, **17** (2): 169–280; Oslo.
- TERHIVUO, J. (1982): Relative efficiency of hand-sorting, Formalin application and combination of both methods in extracting Lumbricidae. – *Pedobiologia*, **23**: 175–188; Jena.
- VOLZ, P. (1962): Beiträge zu einer pedozoologischen Standortlehre. – *Pedobiologia*, **1**: 242–290; Jena.
- WILCKE, D. (1953): Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **41**: 372–385; Berlin.
- ZICSI, A. (1962): Determination of number and size of sampling unit for estimating lumbricid populations in arable soils. – In: MURPHY, P. W., *Progress in Soil Zoology* 68–71; London (Butterworth's).
- ZICSI, A. (1982): Verzeichnis der bis 1971 beschriebenen und revidierten Taxa der Familie Lumbricidae. – *Acta Zool. Acad. Sci. Budapest*, **28**: 421–454; Budapest.

ULRICH FRANKE

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

7. Der Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia*

Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprogramms „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ wurden in einem Moder-Buchenwald im Nordschwarzwald auch die Dermapteren aufgesammelt, welche in diesem Biotop nur von dem Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia* vertreten werden.

Von den insgesamt 957 Waldohrwürmern aus den Jahren 1977–82 wurden 68 % mit Barberfallen, 30 % durch Handauslese von Quadratproben und nur 2 % mit Fotoelektoren gefangen. Untersucht wurden die postembryonale Entwicklung, das Wachstum und die Phaenologie des Waldohrwurms. Die hemimetabole Entwicklung geht über vier Larvenstadien und ist in Jahren mit warmen Sommern einjährig, so daß nur Imagines überwintern. Bei niedrigen Juli/August-Temperaturen sind in dem darauffolgenden Winter auch zahlreiche L₃-Stadien anzutreffen, welche ihre Entwicklung erst im zweiten Jahr vollenden. Nahrungswahlversuche lassen für den omnivoren Waldohrwurm eine Vorliebe für tierische Nahrung erkennen.

Abstract

Studies on the biology of a beech wood soil.

7. The earwig *Chelidurella acanthopygia*

As part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil“ the Dermaptera fauna was investigated between 1977 and 1982. Only one species of Dermaptera was found, the earwig *Chelidurella acanthopygia*. 68 % of the total 957 earwigs were caught by pitfall traps, 30 % by square-samples and only 2 % by ground-photoelectors. Development, growth, biomass, abundance and phaenology were studied. After warm summers only adults hibernate, then the development is univoltin. In the other case also L₃-stades hibernate. In experiments the omnivorous earwig shows preference to zoophagous nutrition.

Autor

Dr. ULRICH FRANKE, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministeriums für Forschung und Technologie.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 6: *Carolinea*, 43: 93–104 (1985).

1. Einleitung

Die Untersuchung des Abbaugeschehens der Bodenstreu eines Moder-Buchenwaldes wird von der bodenbiologischen Arbeitsgruppe der Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe aus zwei Richtungen angegangen. Zum einen wird über die Elementaranalyse und Wägungen definierter Laubproben festgestellt, wie der Abbau des organischen Materials und seine Mineralisation verläuft, zum anderen wird die Meso- und Makrofauna qualitativ und quantitativ erfaßt, um einen Überblick über die beteiligten Organismen und ihre Funktion zu erhalten.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind die Dermaptera, welche im Untersuchungsgebiet nur durch eine Art, den Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia* (GÉNÉ, 1832), vertreten sind. Nach HARZ (1960) findet beim Waldohrwurm die Paarung im zeitigen Frühjahr statt. Ende März bis April werden vom Weibchen etwa 50 bis 60 Eier in den Boden abgelegt und während der 5- bis 6wöchigen Embryonalzeit von diesem gepflegt. Die Brutpflege dauert etwa bis zum 2. Larvenstadium der Jungtiere, während dessen das Muttertier stirbt und von der Brut gefressen wird. Die Larvalentwicklung umfaßt vier Stadien und dauert bis in den Herbst. In der Regel überwintern die Imagines.

Der Waldohrwurm lebt vorwiegend in der Bodenstreu, deren Fauna wir mit verschiedenen Methoden seit Anfang 1977 untersuchen. Im Folgenden werden die Fangergebnisse von 1977–82 dargestellt.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Der untersuchte Sauerhumus- oder Moder-Buchenwald, ein Luzulo-Fagetum, befindet sich 15 km südlich von Karlsruhe am Fuße des Nordschwarzwaldes und gehört zum Ettlinger Stadtwald. Kraut- und Strauchschicht fehlen fast vollständig. Der Untergrund besteht aus Buntsandstein, der pH des Bodens liegt zwischen 3,8 und 4,7. Die mittlere Jahreslufttemperatur beträgt 8,3° C, in den Jahren 1977–1984 fielen durchschnittlich 1040 mm Niederschläge pro Jahr. Weitere Angaben sind bei BECK & MITTMANN (1982) nachzulesen.

Zur Erfassung der Makrofauna, zu welcher der Waldohrwurm zählt, haben wir im wesentlichen drei Methoden eingesetzt: Handauslese aus Quadratproben, Barberfallen und Bodenfotoelektoren; sie sind bei FRIEBE (1983) eingehend beschrieben. Für die Handauslese werden monatlich an drei adäquaten Stellen des Untersuchungsgebietes mit dem Stechrahmen je 1/9 m² des Bodens abgegrenzt und die organische Bodenauffage getrennt nach L-, F- und H-Schicht ins Labor genommen; so erhält man von jeder Schicht Flächenmischproben von 1/3 m². Diese



Abbildung 1. Männchen des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia*, forma *spinigera*. Foto: V. GRIENER.

werden im Labor von Hand ausgelesen, die Tiere in 75%igem Alkohol fixiert und ausgewertet.

Ebenfalls monatlich werden 12 Barberfallen eine Woche lang exponiert. Diese Fallen besitzen einen Öffnungsdurchmesser von 7 cm und werden mit etwa 4%igem Formol beschickt und überdacht. Angaben zur Effektivität und Repräsentanz der angewandten Handauslese und Barberfallen sind bei FRANKE & FRIEBE (1983) zu finden.

Zwei Typen von Bodenfotoelektoren, deren Effektivitätsvergleich noch aussteht, wurden aufgestellt: Umgekehrte, innen aufgerauhte Plastiktrichter mit einer Standfläche von 0,2 m² und quadratische Fotoelektoren mit 1 m² Grundfläche; beide Typen entsprechen den von FUNKE, Ulm, und Mitarbeitern verwendeten Fotoelektoren. Die Elektoren fingen 1982 und 1983 kontinuierlich und wurden monatlich geleert.

Das Frischgewicht wurde an lebendem Material bestimmt, das Trockengewicht von Blattmaterial nach 48stündiger Trocknung bei 105° C.

3. Fangergebnisse

Mit Barberfallen wurden insgesamt 652 Individuen gefangen, in den Quadratproben 289 Tiere und mit den Bodenfotoelektoren in 2 Jahren lediglich 16 Individuen (Tabelle 1). Die Waldohrwürmer führen offenbar keinen intensiven Stratenwechsel durch. Dagegen spricht jedoch folgende Beobachtung: Zur quantitativen Erfassung der jährlich anfallenden Laubstreu haben wir 1/2 m² große Laubsammler aufgestellt, die monatlich, im Herbst sogar wöchentlich, geleert werden. Zur Zeit des

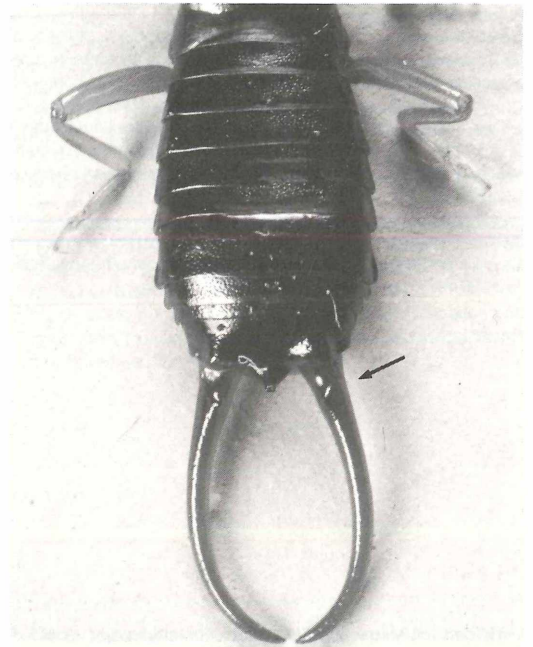


Abbildung 2: Abdomen des Männchens der forma *spinigera* mit den charakteristischen Höckern an der Zangenbasis (Pfeil). Foto: V. GRIENER.

stärksten Laubfalles befinden sich in diesen Laubsammlern auch Waldohrwürmer in stattlicher Anzahl. Sollten diese mit dem Laub von den Bäumen gefallen sein und wie sind sie dann in die Baumkrone gelangt, da sie doch flugunfähig sind? In jüngster Zeit angebrachte Stammeklektoren sollen dieses Problem lösen helfen. Die kleine Fotoeklektorausbeute wird in den folgenden Ausführungen nicht weiter berücksichtigt.

Die Alterszusammensetzung der Fänge mit Barberfallen und Quadratproben unterscheidet sich erheblich. In den Barberfallen sind 86 %, in den Quadratproben nur 28 % aller Individuen Imagines. Die Verteilung der Entwicklungsstadien auf die L-, F- und H-Schicht in den Quadratproben zeigt deutlich, weshalb mit den Barberfallen relativ wenige Larven gefangen wurden: Die Larven leben nur zu einem kleinen Teil (36 %) in der Laubschicht, die meisten (63 %) dagegen in den tieferen Horizonten (Abb. 3). Deshalb sind Barberfallen zum Fang von Larvenstadien des Waldohrwurms ungeeignet, zum Fang seiner oberflächenaktiven Imagines jedoch sehr gut brauchbar, denn mehr als die Hälfte aller erwachsenen Tiere ist stets in der L-Schicht anzutreffen.

Die beiden ersten Larvenstadien sind in der Handauslese der Quadratproben unterrepräsentiert; hierfür ist die geringe Körpergröße der Junglarven sicher nur zu einem Teil verantwortlich zu machen; Tiere von mehr als 4 mm Körpergröße werden einigermaßen zuverlässig erfaßt. Wichtiger dürfte die Tatsache sein, daß die Erstlarven (L₁) zunächst noch im Brutpflegeverband leben und damit eine cluster-artige Verteilung aufweisen, für die unsere Probengröße von 3 x 1/9 m² wahrscheinlich zu klein ist (FRANKE, FRIEBE & BECK, in Vorb.). Wenn sich diese Jungstadien aus der Brutpflege lösen, ist ihr Aktivitätsradius sicherlich noch gering, weshalb sie nicht nur in kleiner Zahl in den Quadratproben, sondern noch seltener in den Barberfallen gefangen wurden.

Tabelle 1. Anzahl der im Untersuchungszeitraum gefangenen Waldohrwürmer getrennt nach Methoden (QH = Handauslese von Quadratproben, BF = Barberfallen, FE = Bodenfotoeklektoren) und Entwicklungsstadien. In Klammern ♂ der forma *spinigera*.

	QH (1977-82)		BF (1977-82)		FE (1982-83)	
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
L ₁	4	1	1	0,2	0	0
L ₂	46	16	21	3	1	6
L ₃	127	43	48	7	0	0
L ₄	26	9	20	3	1	6
♂♂	36 (5)	12	154 (15)	24	10	63
♀♀	50	17	408	63	4	25
∑ L ₁ -L ₄	203	70	90	14	2	13
∑ Imag.	86	30	562	86	14	87
Gesamt	289	100	652	100	16	100

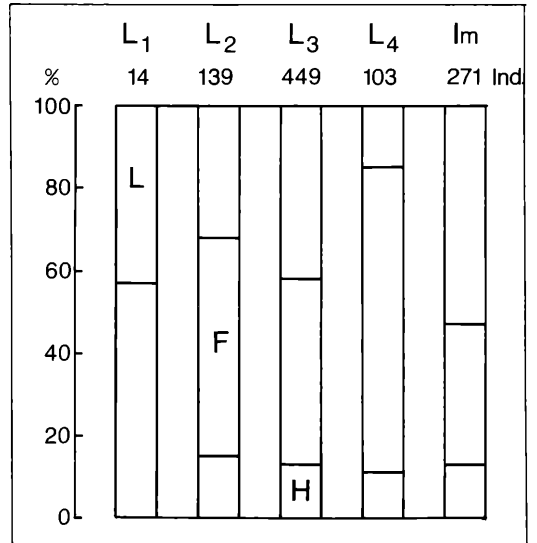


Abbildung 3. Prozentuale Verteilung der einzelnen Stadien des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia* auf die L-, F- und H-Schicht des untersuchten Buchenwaldbodens. Oben: Gesamtzahl der gefangenen Individuen der einzelnen Stadien.

4. Entwicklung des Waldohrwurms

Die Individualentwicklung des Waldohrwurms vollzieht sich nach dem Schlüpfen der ersten Larve aus dem Ei in weiteren vier Häutungen, so daß sie insgesamt vier Larvenstadien (L₁ bis L₄) bis zur Imago durchläuft. Die einzelnen Larvenstadien lassen sich anhand einer Reihe von Merkmalen wie Kopfkapselbreite (KKB), Körperlänge ohne Cerci (KL), Zangenlänge (ZL) und Zahl der Fühlerglieder abgrenzen, wobei sich die einzelnen Stadien durch Kombination solcher Merkmale sicher unterscheiden lassen (Abb. 4). Imaginale Männchen sind von den Weibchen durch die dorsalwärts gekrümmte Supraanalplatte der Männchen zu unterscheiden (HARZ, 1960). Etwa 10 % der gefangenen Männchen besitzen übergroße, beidseitig an der Basis mit einem Höcker bewehrte Zangen. Diese Exemplare gehören zur forma *spinigera* (AZAM).

Das Ergebnis der Untersuchung der Entwicklungsstadien an unserem Tiermaterial stimmt mit den Angaben von LHOSTE (1943) überein und ist in Tabelle 2 zusammengefaßt. Die Kopfkapselbreite variiert mit 2,2 bis 5,3 % am geringsten von den gemessenen Parametern, so daß sich Exemplare mit defekten Fühlern mit Hilfe der Kopfkapselbreite am sichersten bestimmten Larvenstadien zuordnen lassen.

Das Wachstum ist stark temperaturabhängig (Abb. 5). Bis Juni ist das Wachstum zur L₂ relativ langsam. In den Sommermonaten Juli bis September, in denen die höchsten Temperaturen im Boden erreicht werden, ist

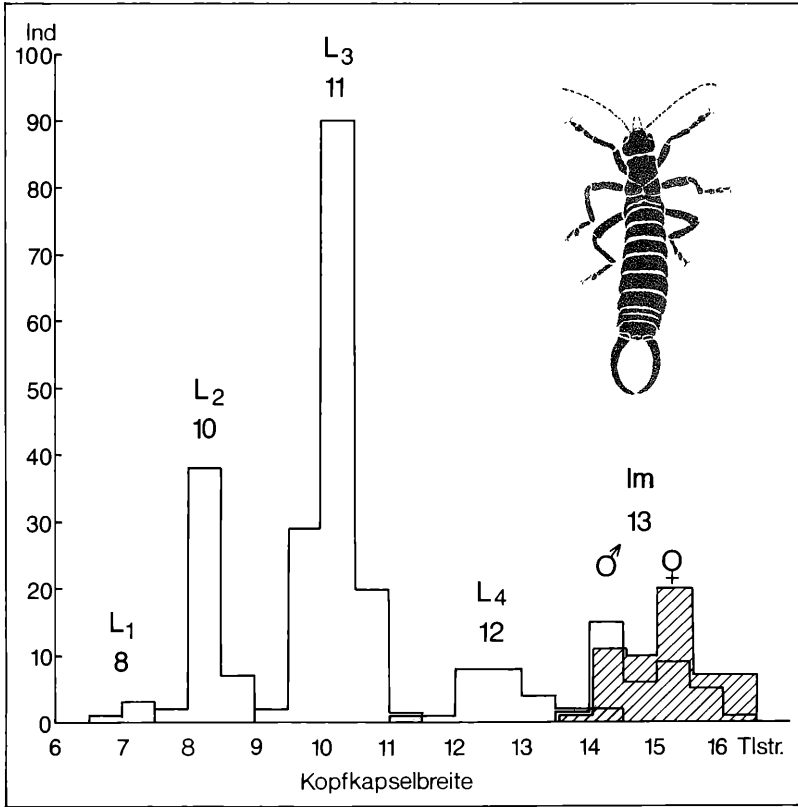


Abbildung 4. Anzahl der gefangenen Individuen des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia* getrennt nach Kopfkapselbreite, Fühlergliederzahl und Entwicklungsstadium. Die Kopfkapselbreite ist in Okularteilstrichen angegeben; 1 Tlstr. = 0,131 mm.

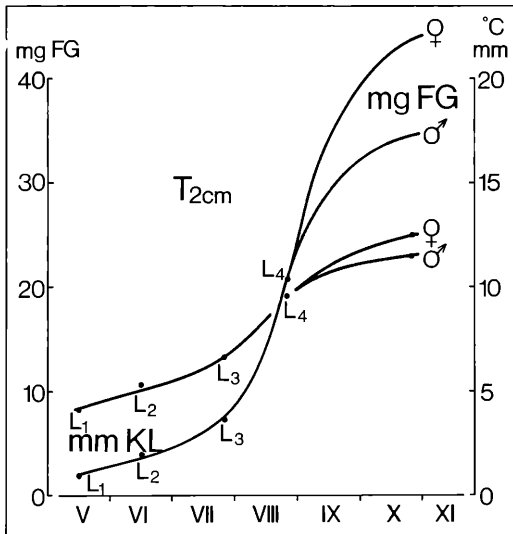


Abbildung 5. Längen- und Gewichtszunahme des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia* im Laufe seiner Individualentwicklung. Gerastert: Temperaturbereich in 2 cm Bodentiefe, etwa an der Grenze zwischen L- und F-Schicht.

das Wachstum über L₃ und L₄ zur Imago stark beschleunigt. Ist der Sommer zu kalt wie in den Jahren 1978–80, erreicht ein beachtlicher Teil der Larven im selben Jahr nicht mehr das Imaginalstadium und überwintert als L₃, welche sich dann erst im nächsten Jahr weiterentwickelt.

Beim Waldohrwurm eilt das Wachstum der Körperlänge dem der Kopfkapselbreite voraus; die Körperlänge wächst also positiv allometrisch gegenüber der Kopfkapselbreite (Abb. 6). Demgegenüber wächst die Zangenlänge der Larven gegenüber der Kopfkapselbreite fast isometrisch und wechselt erst beim Übergang zu den Imaginalstadien zu allometrischem Wachstum; dabei eilt bei den Männchen das Wachstum der Zange dem der Kopfkapsel voraus, beim Weibchen bleibt es hinter diesem zurück. Die relativ große Standardabweichung der Zangenlänge beim letzten Larvenstadium (L₄) könnte ein Hinweis dafür sein, daß der Wechsel vom fast isometrischen Wachstum der Zangenlänge zur Kopfkapsel zum allometrischen schon von L₃ nach L₄ begonnen hat, und bei L₄ die oberen Werte mehr den künftigen Männchen und die unteren den Weibchen zuzuordnen sind.

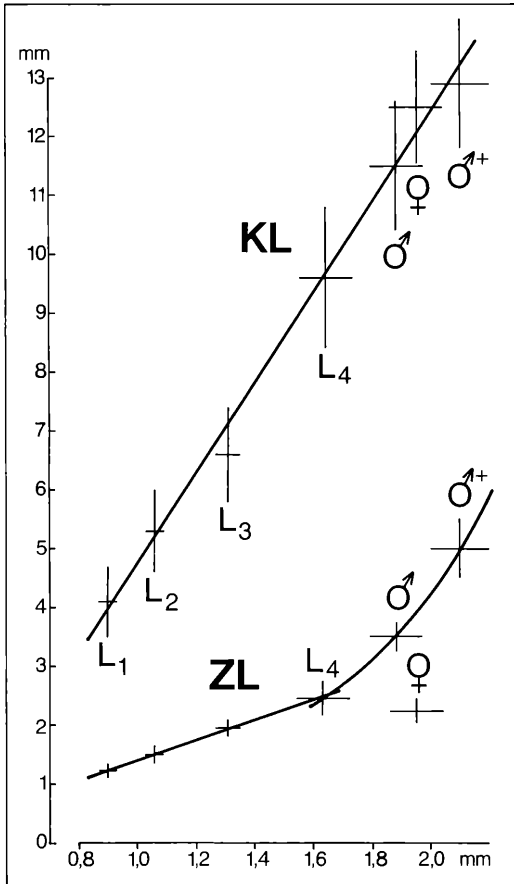


Abbildung 6. Abhängigkeit der Körperlänge (KL, oben) und der Zangenlänge (ZL, unten) von der Kopfkapselbreite beim Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia*. Abszisse: Kopfkapselbreite, Ordinate: Körperlänge bzw. Zangenlänge. Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Entwicklungsstadien. ♂⁺ = *forma spinigera*.

Tabelle 2. Kopfkapselbreite (KKB), Körperlänge ohne Cerci (KL), Zangenlänge (ZL), Anzahl der Fühlerglieder (Flgl.) sowie Frischgewicht (FG) der einzelnen Stadien des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia*; ♂⁺ = *forma spinigera*.

	KKB (mm)	KL (mm)	ZL (mm)	Flgl.	FG (mg)
L ₁	0,90 ± 0,03 (2,2 %)	4,1 ± 0,6 (15,7 %)	1,23 ± 0,07 (5,1 %)	8	4 1,88
L ₂	1,06 ± 0,03 (2,7 %)	5,3 ± 0,7 (14,2 %)	1,52 ± 0,13 (8,3 %)	10	47 3,89
L ₃	1,31 ± 0,04 (3,3 %)	6,6 ± 0,8 (11,5 %)	1,91 ± 0,13 (7,1 %)	11	141 7,22
L ₄	1,63 ± 0,09 (5,3 %)	9,6 ± 1,2 (12,6 %)	2,46 ± 0,31 (12,6 %)	12	25 20,80
♂	1,88 ± 0,09 (5,1 %)	11,5 ± 1,1 (9,3 %)	3,52 ± 0,25 (7,0 %)	13	34 34,63
♂ ⁺	2,10 ± 0,10 (4,3 %)	12,9 ± 1,1 (8,3 %)	5,00 ± 0,50 (10,8 %)	13	32 -
♀	1,95 ± 0,09 (4,5 %)	12,5 ± 1,0 (7,6 %)	2,22 ± 0,21 (9,3 %)	13	56 43,83

5. Phaenologie

Im Winter 1977/78 waren über 90 % aller gefangenen Individuen Imagines, was dem „Normalverlauf“ der Entwicklung des Waldohrwurms entspricht. Im nächsten Winter 1978/79 dagegen gehörten wenigstens in der Handauslese der Quadratproben mehr als die Hälfte aller erbeuteten Individuen zum L₃-Stadium. Dieser „Überhang“ an L₃-Stadien ist auch noch in den Wintern 1979/80 und 80/81 zu erkennen, wohingegen in den Wintern 81/82 und 82/83 sich der Normalrhythmus wieder eingependelt hat, bei dem nur Imagines überwintern (Abb. 7). Wie läßt sich das starke Vorkommen des dritten Larvenstadiums besonders im Winter 1978/79 erklären?

Wie in Kapitel 4 dargestellt, sind postembryonale Entwicklung und Wachstum von der Temperatur abhängig; sie werden durch Wärme und zusätzlich durch hohe relative Luftfeuchtigkeit beschleunigt. Betrachtet man die in 50 cm über dem Boden gemessenen Lufttemperaturen in der Versuchsfläche¹⁾ während der Hauptwachstumsphase des L₃-Stadiums in den Monaten Juli und August (Tab. 3), dann ergeben sich in den Jahren 1977 bis 1982 deutliche Unterschiede. Der Mittelwert der Juli- und August-Temperatur weicht in den Jahren 1977 sowie 1981–82 nach oben vom Mittelwert der 6 Jahre ab, in den Jahren 1978–80 dagegen nach unten. Dem entspricht der vollständige Entwicklungszyklus bis zur Imago in den Jahren 1977, 1981 und 1982, während in den Jahren 1978–80 ein Teil der Tiere im L₃-Stadium überwintern mußte. Am höchsten war der Prozentsatz von L₃-Stadien an der Gesamtzahl überwinternder Tiere im Winter 1978/79, der auf das Jahr mit der stärksten negativen Abweichung der Juli/August-Temperatur folgte. Offenbar reichen geringe Temperaturabweichungen

¹⁾ Die Bodentemperaturen in 2, 5 und 10 cm Tiefe werden in der Versuchsfläche erst seit Ende 1979 gemessen. Sie sind jedoch zumindest in den obersten 5 cm sehr eng mit der Lufttemperatur in 50 cm Höhe korreliert, so daß hier die von Anfang unserer Untersuchungen an gemessene Lufttemperatur als Vergleichsmaß dienen kann.

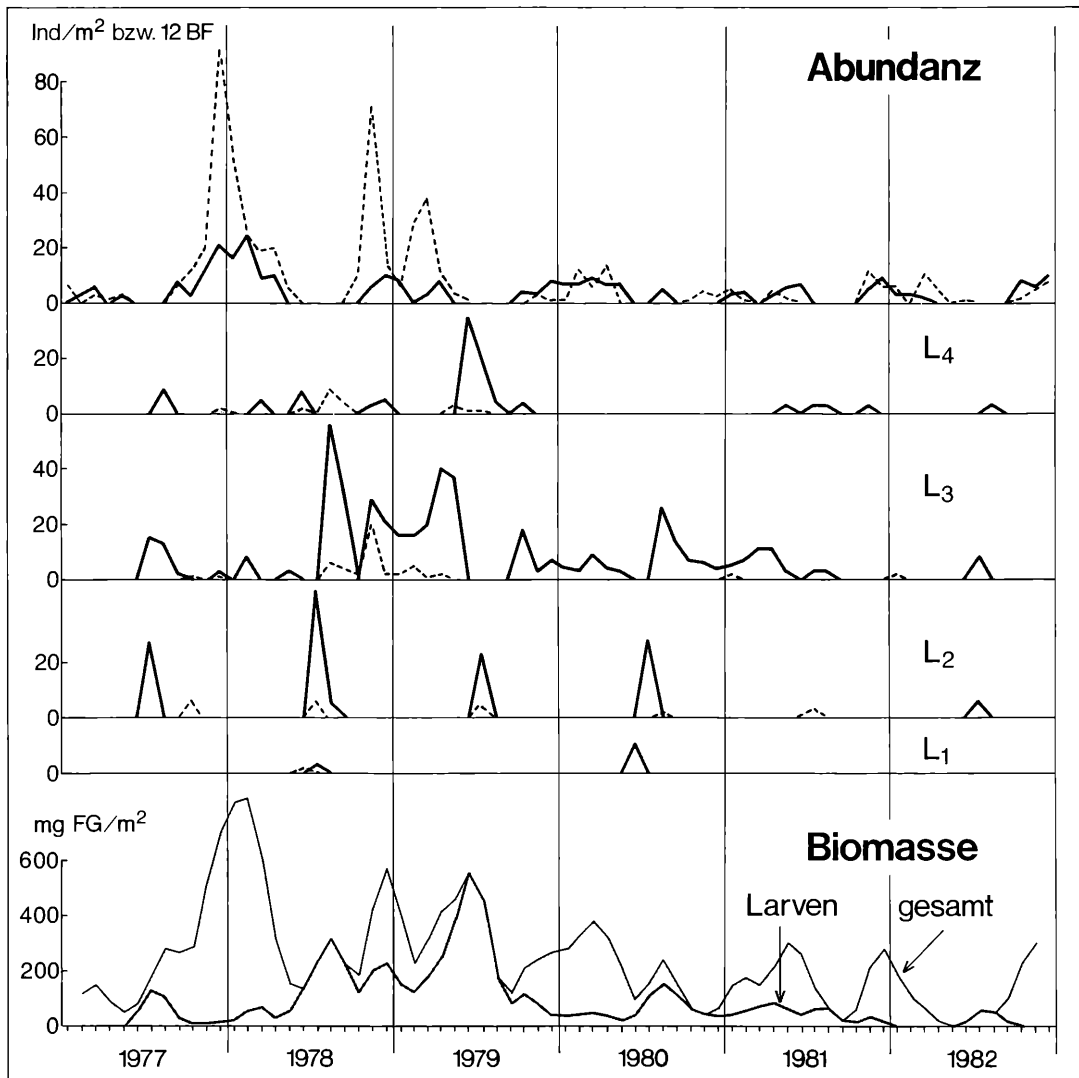


Abbildung 7 Phaenologie des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia* im Moder-Buchenwald des Stadtwaldes Ettlingen in den Jahren 1977–82. Oben: Monatliche Abundanz in Quadratproben (durchgezogene Linie) und Barberfallen (unterbrochene Linie). Unten: Monatliche Biomasse, ermittelt aus den Quadratprobenfängen; angegeben ist ein „Gewichtetes gleitendes Mittel“, bei dem der mittlere von jeweils 3 Werten doppelt gerechnet und die Summe jeweils durch 4 dividiert wird.

von weniger als 1° C aus, darüber zu entscheiden, ob die Entwicklung des Waldohrwurms uni- oder semivoltin ist. In diesem Zusammenhang drängt sich die Frage auf, ob etwa beim Waldohrwurm an seinen klimatischen Verbreitungsgrenzen in Nordeuropa und in den Gebirgen eine zweijährige Entwicklungsdauer die Regel ist. Die Instabilität des Entwicklungsmodus, gekennzeichnet durch die Umschaltung von der uni- zur semivoltinen Entwicklung bei ungünstigen Klimabedingungen, deutet darauf hin, daß unser Untersuchungsgebiet vom Ver-

breitungskerngebiet des Waldohrwurms zum Randgebiet seiner Verbreitung überleitet.

Tabelle 3. Monatsmittel der Lufttemperatur (°C) im Buchenbestand der Untersuchungsfläche im Sommerhalbjahr der Jahre 1977–82, gemessen 50 cm über der Bodenoberfläche. Getrennt aufgeführt ist unten der gemeinsame Mittelwert der Monate Juli/August und dessen jeweilige Abweichung vom Mittelwert der aufgeführten 6 Jahre.

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Ø 1977–82
Mai	11,7	11,2	12,0	11,2	12,5	12,7	11,9
Juni	15,0	14,2	16,4	14,0	14,9	16,3	15,1
Juli	17,1	15,9	16,6	14,6	16,0	19,5	16,6
August	16,2	15,1	15,3	17,3	17,0	16,3	16,2
September	12,4	13,1	14,2	14,5	14,7	16,3	14,2
Oktober	10,0	8,8	10,4	8,4	8,4	8,8	9,1
Ø Juli/Aug.	16,7	15,5	16,0	16,0	16,5	17,9	16,4
Δ°C	+0,3	-0,9	-0,4	-0,4	+0,1	+1,5	

6. Ernährung

Über die Ernährung des Waldohrwurms ist noch wenig bekannt. HARZ (1960) erwähnt für die Dermapteren allgemein tierische und pflanzliche Stoffe als Nahrung. Um diese Angaben für den Waldohrwurm etwas zu präzisieren und vor allem einen Begriff davon zu erhalten, wie weit die Omnivorie fakultativ ist, haben wir einige einfache Fraßversuche durchgeführt. Larven und Imagines wurden im Labor bei 15–18°C gehalten und mit pflanzlicher oder tierischer Nahrung gefüttert.

In den Versuchen mit der pflanzlichen Nahrung wurden die Tiere in Tongefäßen gehalten, welche in feuchtem Sand standen. Vier dieser Gefäße wurden mit je einem Männchen und 6 Gefäße mit je 2 L₃-Stadien besetzt. Als Nahrung diente gleichzeitig dargebotenes Blattmaterial aus der L- und der F-Schicht in Form von ausgestanzten, kreisrunden Blattscheiben. Die Expositions-dauer betrug 14 Tage. Gemessen wurde der Flächenverlust der Blattscheiben und nach dem Versuch das Trockengewicht der Restscheibe. Aus beiden Werten wurde dann die konsumierte Trockensubstanz in mgTS/Ind·d berechnet. In der Versuchsserie mit tierischer Nahrung wurden die Ohrwürmer in Petrischalen gehalten, welche mit feuchtem Fließpapier ausgelegt waren. In 8 Schalen befanden sich je ein adultes Individuum und in 7 Schalen je 2 L₃-Stadien. Ihnen wurde eine Mischung lebender poduromorpher Collembolen (*Onychiurus* sp.), Milben, Enchytraeiden, kleiner Spinnen und Insektenlarven angeboten. Die Expositionszeit betrug fünf Tage, wobei mehrmals das Futter ergänzt wurde. Bei der Auswertung werden die Ansätze gleicher Stadien zusammengefaßt.

Die sapro-phytophage Nahrungsaufnahme betrug durchschnittlich 0,035 mgTS/♂ d. Davon entfallen 75 % auf F- und 25 % auf L-Schicht-Material. Die Tiere des L₃-Stadiums haben nur während der ersten drei Tage gefressen (0,013 mgTS/L₃ d; 88 % F- und 12 % L-Schicht), danach keine Nahrung mehr aufgenommen. Wesentlich freßfreudiger zeigten sich die Ohrwürmer bei lebendem tierischem Nahrungsangebot. Alle vorgelegten Tiergruppen wurden angenommen. Die wenigen kleinen Spinnen wurden zu einem sehr hohen (> 75 %), die hartsklerotisierten Milben zu einem relativ niedrigen Prozentsatz (< 30 %) aufgenommen (Abb. 8). Diese vorläufigen Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß *Chelidurella acanthopygia* zwar omnivor ist, aber tierische Nahrung bevorzugt.

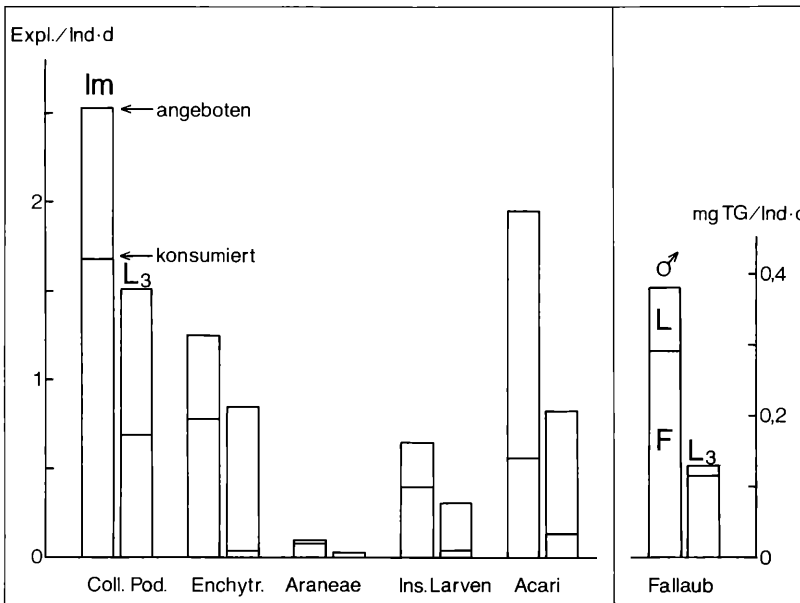


Abbildung 8. Zur Ernährung des Waldohrwurms *Chelidurella acanthopygia*: Ergebnis von Nahrungswahl- und Fütterungsversuchen mit tierischer Nahrung und Fallaub aus der L- und F-Schicht. Gefüttert wurde mit poduromorphen Collembolen, Enchytraeiden, Spinnen, Insektenlarven, Milben und mit ein- bis zweijährigem Fallaub. Bei der zoophagen Ernährungsweise ist die durchschnittliche Anzahl angebotener und konsumierter Futtertiere angegeben, berechnet auf je ein Individuum des Ohrwurms und Tag; bei der saprophytophagen Ernährungsweise ist die Menge an konsumiertem Fallaub pro Individuum und Tag aufgeführt.

7. Literatur

- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolinea*, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- FRANKE, U. & FRIEBE, B. (1983): Erfassung der Makrofauna eines Buchenwaldbodens mittels Handauslese und Barberfallen. – *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1983: 216; Stuttgart.
- FRANKE, U., FRIEBE, B. & BECK, L. (in Vorb.): Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen.
- FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – *Carolinea*, **41**: 45–81; Karlsruhe.
- HARZ, K. (1960): Die Tierwelt Deutschlands. 46. Teil: Geradflügler oder Orthopteren. – 232 S., Jena (Gustav Fischer).
- LHOSTE, J. (1942): Les stades larvaires et la division des articles antennaires chez *Forficula auricularia* L. (Dermapt.). – *Bull. Soc. ent. France*, **47**: 35–38; Paris.

RALF ANGST

Beitrag zur Kenntnis des Hirnschädelvolumens bei Tupaiiden und der Variabilität der Schädelmaße von *Tupaia glis* (Mammalia: Scandentia)

Abstract

Contribution to the knowledge of the cranial capacity in tupaiids.

The endocranial volume is determined in several tupaiid species. It averages 4,1 cm³ in 16 specimens of *Urogale everetti* and 3,1 cm³ in 35 specimens of *Tupaia glis*. In addition measurements of the skull of *Tupaia glis* are listed to show the variability.

Autor

Dr. R. ANGST, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe 1.

Die viel diskutierte Problematik der verwandtschaftlichen Stellung der Tupaiiden wird durch SIMPSON (1945) charakterisiert. Er bezeichnete die Spitzhörnchen als die primatenähnlichsten Insektenfresser oder als die inaktivorenähnlichsten Primaten. Seine Entscheidung, die Tupaiiden in die Unterordnung Lemuriformes einzugliedern, blieb umstritten (REMANE 1961). Sie wurde in erster Linie getragen durch die gefolgerte Erkenntnis, daß sich die Spitzhörnchen von derselben Stammeslinie ableiten, die auch zu den Primaten führt (LE GROS CLARK 1925). Gestützt wurde sie durch zahlreiche Ähnlichkeiten der Tupaiiden mit Primaten, die CARLSSON (1922) und LE GROS CLARK (1925, 1934) herausgestellt hatten. Das Interesse, das die Primatologie in der Folgezeit den Tupaiidae entgegenbrachte, wurde hierdurch wesentlich gefördert.

Eine grundlegende kritische Diskussion über die Bewertung der Merkmale aus primatologischer Sicht verdanken wir FIEDLER (1956). Inzwischen sind jedoch alle gemeinsamen Ähnlichkeiten nachuntersucht worden und VAN VALEN (1965) unterstreicht, daß es zur Einschätzung der phylogenetischen Verwandtschaft der Spitzhörnchen notwendig ist, vielseitige weiterreichende Eutheria-Formen über die Primaten hinaus einzubeziehen. Er kommt zum Ergebnis, daß die meisten Ähnlichkeiten am Schädel und Gebiß zwischen Tupaiiden und lebenden Primaten als Folge beibehaltener Primitivmerkmale oder konvergenter Entwicklung aufzufassen sind. Dies bekräftigt auch die Analyse zahlreicher Bereiche der Weichteil-anatomie (LUCKETT 1980). Wichtige Unterschiede im Bau der Fetalmembranen, der Plazentation und der Embryogenese sowie auch im Verhalten verbieten eine Zuordnung zu den Primaten (THENIUS 1979, vgl. STRAUSS 1942). Die Tupaiiden sind offenbar

durch charakteristische Merkmale gekennzeichnet, die sie weder mit den Primates noch mit den Dermoptera, Chiroptera oder Insectivora und Macroscelidea teilen. Es erscheint nach den vorliegenden Befunden berechtigt, daß die Tupaias in einer gesonderten Ordnung geführt werden, wie es REMANE (1961) schon in der Vergangenheit vorschlug. So fand die Empfehlung BUTLERS (1972), den Spitzhörnchen die von WAGNER (1855) zunächst als Familie aufgestellte Ordnung Scandentia einzuräumen, bei vielen Autoren Anerkennung (vgl. LUCKETT 1980, STARCK 1978, 1979, THENIUS 1979). Es gibt jedoch keine rezente Säugergruppe, die den Ahnen der Primaten ähnlicher ist als die Tupaiidae, und die Primates können in ihrer Evolution an Insectivora und Scandentia angeschlossen werden (STARCK 1978). Dies rechtfertigt den bedeutenden Rang, den die Tupaiidae im Bereich der primatologischen Forschung einnehmen. Die Primatenkunde wiederum erstrebt als zentrale Aufgabe die Klärung der Sonderstellung von *Homo* durch die Analyse der rezenten Nachkommen seiner Tierahnen.

Am menschlichen Schädel ist die Entfaltung des Neurocraniums eines der wichtigsten, wenn nicht das bedeutendste Merkmal (SALLER 1959). Sie kann am besten durch die Volumenmessung des Cavum cranii beurteilt werden. Für die unterschiedlichen *Homo*-Rassen wie auch für Pongiden (ANGST 1976) liegen zahlreiche Angaben über die Kapazität des Hirnschädels vor. Zu Vergleichen notwendig, aber spärlicher bekannt, sind dagegen Messungen bei den übrigen simischen Primaten. Von den basalen Gruppen hat man kaum Maßangaben aus Schädelserien. Deshalb sollen hier einige Werte des Hirnschädelvolumens von Tupaiiden bekanntgegeben werden. Der Endocranialraum wurde in jeweils mehreren Meßvorgängen mit feinem Sand ausgefüllt und dessen Volumen mit Hilfe eines Meßzylinders ermittelt.

Urogale everetti

Eine kleine Serie von *Urogale everetti* (THOMAS, 1892) wird in den Sammlungen des Naturmuseums und Forschungsinstituts Senckenberg in Frankfurt aufbewahrt. Alle Tiere wurden in der Zeit von September bis November 1965 bei den Katanglad Mountains in der Provinz Bukidnon auf Mindanao, Philippinen,

Tabelle 1. Schädelmaße von *Tupaia glis* ♂♂

	adult					jungadult					
	Anzahl der Individuen	Mittelwert	Minimum	Maximum	Streuung	Anzahl der Individuen	Mittelwert	Minimum	Maximum	Streuung	
Hirnschädelkapazität	12	3,11	3,0	3,3	0,10	9	3,14	2,8	3,4	0,18	
Größte Schädellänge (pr – i)	16	50,38	46,4	53,0	1,81	11	48,60	47,5	51,3	1,19	
Condylobasallänge	18	47,48	45,4	50,4	1,74	11	46,16	44,6	49,3	1,33	
Prosthion – Basion (pr – ba)	18	44,08	40,6	46,7	1,54	11	42,82	41,3	45,8	1,23	
Größte Rostrumbreite über Molaren	19	16,38	15,1	17,4	0,61	12	15,82	15,2	17,0	0,57	
Kleinste Rostrumbreite zwischen I ₂ und C	19	7,15	6,6	7,7	0,36	12	6,92	6,2	7,6	0,42	
Größte Hirnschädelbreite	19	19,02	17,7	19,6	0,46	9	18,65	17,4	19,6	0,59	
Kleinste Interorbitalbreite	19	14,16	12,6	15,1	0,75	11	13,39	13,0	14,0	0,34	
Jochbogenbreite	19	26,40	24,4	28,7	1,17	12	24,61	21,8	26,4	1,34	
Orbitadurchmesser Höhe	links	19	9,86	9,6	10,5	0,23	11	9,62	9,4	9,8	0,15
	rechts	18	9,88	9,6	10,6	0,25	11	9,60	9,4	9,8	0,15
Orbitadurchmesser Breite	links	19	10,55	10,0	11,4	0,35	11	10,30	10,0	10,5	0,18
	rechts	18	10,60	10,0	11,4	0,35	11	10,29	9,9	10,5	0,19
Mastoidbreite	19	18,03	16,6	19,3	0,62	11	17,81	16,9	18,9	0,55	
Länge Foramen magnum	15	6,38	6,1	6,8	0,21	11	6,34	5,9	6,7	0,23	
Breite Foramen magnum	17	7,05	6,6	7,5	0,26	11	7,04	6,8	7,5	0,22	
Gesamte Zahnreihenlänge OK	links	18	26,07	24,2	28,6	1,29	10	24,88	24,0	26,4	0,74
	rechts	17	26,02	24,1	28,6	1,25	10	24,77	23,7	26,3	0,82
P ₂ – M ₃ OK	links	17	15,41	14,5	16,4	0,53	3	15,63	15,3	16,0	0,35
	rechts	16	15,28	14,5	16,4	0,47	3	15,60	15,2	16,2	0,52
M ₁ – M ₃ OK	links	18	8,78	8,3	9,5	0,32	11	8,54	8,1	9,4	0,44
	rechts	17	8,72	8,2	9,5	0,35	11	8,60	8,1	9,4	0,40
Infradentale – Gelenkfortsatz UK	links	19	34,16	31,3	36,0	1,43	11	32,80	30,2	34,8	1,20
	rechts	19	34,19	31,3	36,0	1,42	12	32,71	30,2	34,8	1,15
Proc. muscularis – Proc. angularis UK	links	20	13,75	12,1	15,3	0,80	10	13,30	12,1	14,5	0,81
	rechts	20	13,71	11,9	15,5	0,92	11	13,41	12,2	14,6	0,67
M ₁ – M ₃ UK	links	19	9,56	8,9	10,1	0,35	11	9,51	8,8	10,1	0,39
	rechts	18	9,55	8,8	10,2	0,47	11	9,55	8,8	10,2	0,40

durch H. BREGULLA gesammelt. Schädel- und Körpermaße der Serie und deren Variabilität wurden von ANGST & MANN (1971) mitgeteilt.

Das arithmetische Mittel des Hirnschädelvolumens für 10 adulte ♂♂ beträgt 4,22 cm³. Die Einzelmessungen lauten 3,8; 3,9; 4,0; 4,2; dreimal 4,3; 4,4 und zweimal 4,5 cm³. Bei zwei gerade erwachsenen ♀♀ faßt das Cavum cranii 4,1 und 4,2 cm³. Vier männliche Jungtiere haben noch Milchzähne. Bis auf einen Fall sind bei ihnen jedoch die Dauermolaren schon vorhanden. Ihre Kapazitätswerte liegen im Mittel bei 3,85 cm³, im einzel-

nen: 3,7; zweimal 3,8 und 4,1 cm³.

Demnach besitzen die vier Jungtiere von *Urogale* im Gegensatz zu der mir zur Verfügung stehenden Serie von *Tupaia glis* absolut im Mittel niedrigere Werte als die Erwachsenen. Wenn man jedoch relative Maße betrachtet und die dritte Wurzel der Hirnschädelkapazität in Prozent eines die Körpergröße des Tieres kennzeichnenden Maßes – im vorliegenden Falle der Kopf-Rumpf-Länge – ausdrückt, so liegt der relative Wert mit 9,02 über den adulten ♂♂ (Index 8,09) und ♀♀ (Index 8,07).

Tabelle 2. Schädelmaße von *Tupaia glis* ♀♀

	Anzahl der Individuen	adult				jungadult					
		Mittelwert	Minimum	Maximum	Streuung	Mittelwert	Minimum	Maximum	Streuung		
Hirnschädelkapazität	8	3,16	2,8	3,5	0,22	6	3,08	2,9	3,3	0,17	
Größte Schädelhöhe (pr – i)	15	49,42	44,7	51,8	2,22	6	48,55	46,4	50,3	1,64	
Condylbasallänge	16	46,97	44,1	49,1	2,03	6	46,11	43,9	47,6	1,49	
Prosthion – Basion (pr – ba)	16	43,49	40,2	45,2	1,81	6	42,66	41,0	44,1	1,30	
Größte Rostrumbreite über Molaren	21	16,36	15,0	17,3	0,76	6	15,98	15,4	16,6	0,53	
Kleinste Rostrumbreite zwischen I ₂ und C	21	6,68	6,2	7,3	0,37	6	6,78	6,3	7,4	0,42	
Größte Hirnschädelbreite	17	19,09	17,6	20,0	0,67	6	18,71	18,0	19,2	0,43	
Kleinste Interorbitalbreite	17	13,37	12,0	14,1	0,60	6	12,93	12,4	13,4	0,43	
Jochbogenbreite	19	25,52	23,1	26,9	1,33	6	23,75	22,7	24,8	0,80	
Orbitadurchmesser Höhe	links	16	9,90	9,2	10,3	0,28	6	9,80	9,6	10,0	0,18
	rechts	18	9,91	9,2	10,3	0,29	6	9,83	9,6	10,1	0,20
Orbitadurchmesser Breite	links	17	10,39	9,7	10,9	0,35	6	10,36	10,0	10,8	0,25
	rechts	18	10,40	9,7	10,8	0,32	6	10,36	9,9	10,7	0,26
Mastoidbreite	19	18,07	16,7	19,2	0,73	6	17,73	17,2	18,2	0,41	
Länge Foramen magnum	15	6,49	6,0	7,2	0,33	6	6,48	6,0	6,9	0,38	
Breite Foramen magnum	17	7,27	6,7	7,8	0,31	6	7,11	6,7	7,4	0,24	
Gesamte Zahnreihenlänge OK	links	20	25,97	23,7	28,1	1,32	5	24,52	22,4	25,5	1,33
	rechts	19	26,03	23,6	28,0	1,34	5	24,56	22,5	25,5	1,28
P ₂ – M ₃ OK	links	20	15,32	14,1	16,2	0,69	3	15,43	15,4	15,5	0,05
	rechts	18	15,31	14,1	16,2	0,71	3	15,43	15,4	15,5	0,05
M ₁ – M ₃ OK	links	20	8,73	8,0	9,4	0,45	4	8,60	8,4	8,8	0,18
	rechts	19	8,74	8,0	9,4	0,46	4	8,65	8,4	8,8	0,18
Infradentale – Gelenkfortsatz UK	links	21	33,68	31,0	35,8	1,46	6	32,48	30,4	34,0	1,44
	rechts	21	33,69	31,0	35,8	1,44	6	32,45	30,5	33,9	1,35
Proc. muscularis – Proc. angularis UK	links	20	13,60	10,8	14,7	1,14	6	13,23	12,0	14,1	0,70
	rechts	20	13,71	11,9	14,8	0,98	6	13,36	12,4	13,9	0,54
M ₁ – M ₃ UK	links	21	9,58	8,7	10,1	0,38	6	9,60	9,2	10,1	0,28
	rechts	21	9,59	8,7	10,1	0,39	6	9,63	9,2	10,2	0,33

Tupaia glis

Das Material entstammt den von Dr. W. SPATZ und Prof. Dr. H. SPRANKEL ehemals im Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt gesammelten Serien. Es geht auf Importe aus Thailand vor allem in den sechziger Jahren zurück.

Die Bestimmung der Artzugehörigkeit der Schädel ist nicht problemlos, unterschiedlich doch noch LYON (1913) über 30 Arten innerhalb der Gattung *Tupaia*, die von NAPIER & NAPIER (1967) auf 10 Spezies mit 71 Subspezies, von denen allein 49 der Art *Tupaia glis* zufallen, reduziert wurden. Schon bei den ersten 1956 eingeführten

Tieren (SPRANKEL 1961) war die Artbestimmung nicht ganz sicher (HOFER 1957), wurde aber mit *Tupaia glis* (DIARD 1820) angegeben. Bei der Veröffentlichung von Material gleicher Herkunft spricht STARCK (1978, 1979) von *Tupaia belangeri*. Im Anschluß an ELLERMAN & MORRISON-SCOTT (1966) und NAPIER & NAPIER (1967) wird in der vorliegenden Studie jedoch *Tupaia belangeri* als Subspezies der Art *Tupaia glis* aufgefaßt.

Die Hirnschädelkapazität konnte an 35 Individuen gemessen werden, für die sich ein Mittelwert von 3,12 cm³ errechnen läßt. Dieses Schädelmaterial gliedert sich in 21 männliche und 14 weibliche Tiere. 9 der männlichen

und 6 der weiblichen Cranien sind noch nicht voll erwachsen. Sie besitzen im Gebißbereich der Incisiven und Prämolaren noch Milchzähne oder eruptierende permanente Zähne. Die Molaren sind jedoch durchgebrochen. Die Messungen zeigen, daß in diesem Alter absolut das Endocranialvolumen der erwachsenen *Tupaia*s erreicht ist. Auch bei adulten Tieren unterscheiden sich die Meßwerte beider Geschlechter nicht wesentlich.

In Tabelle I sind die Volumenwerte der ♂♂ und in Tabelle II der ♀♀ in jeweils zwei Altersgruppen zusammengefaßt. Zusätzlich werden zur Kennzeichnung der Variabilität bei *Tupaia glis* die wichtigsten Streckenmaße des Schädels von Tieren der gleichen Serien angegeben. Deren Messung erfolgte nach der bei ANGST & MANN (1971) beschriebenen Methode. Auch hier zeigen sich keine bedeutenden Abweichungen von Maßen erwachsener ♂♂ und ♀♀.

Aus der Monographie LYONS dürften die Maße „condylo-basal-length“, „zygomatic width“ und „width of braincase“ den entsprechenden Maßen aus Tabelle I und II vergleichbar sein. LYON begnügt sich mit geringer Meßgenauigkeit, doch bewegen sich die Meßwerte meiner Tabellen im wesentlichen innerhalb der von ihm aufgezeigten Variabilität verschiedener Unterarten von *Tupaia glis* bzw. *Tupaia belangeri*.

Tupaia javanica* und *Tupaia palawanensis

Ein erwachsener männlicher Schädel von *Tupaia javanica* HORSFIELD 1821 im Forschungsinstitut Senckenberg (SMF No. 12 506), gesammelt 1927 auf Bali von R. MERTENS, hat ein Hirnschädelsvolumen von 2,3 cm³

Zwei Cranien von *Tupaia palawanensis* THOMAS 1894 im gleichen Institut wurden 1965 auf Palawan, Philippinen, durch H. BREGULLA erbeutet. Beide Schädel tragen im Frontgebiß noch Milchzähne, doch sind die permanenten Molaren eruptiert. Die Schädelkapazität beträgt bei einem ♂ (SMF No. 25 978) 2,7 cm³ und bei einem mutmaßlichen ♀ (SMF No. 25 977) 3,1 cm³

Mein Dank für Unterstützung mit Schädelmaterial gilt den Herren Dr. H. FELTEN, Frankfurt, Dr. W. SPATZ, Freiburg, und Prof. Dr. H. SPRANKEL, Gießen.

Literatur

- ANGST, R. (1976): Das Endocranialvolumen der Pongiden (Mammalia: Primates). – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **35**: 181–188; Karlsruhe.
- ANGST, R. & MANN, P. (1971): Zur Variabilität von *Urogale everetti*. – Folia primat., **15**: 148–158; Basel, München, Paris, London, New York, Sydney.
- BUTLER, P. M. (1972): The problem of insectivore classification. (In:) JOYSEY, K. A. & KEMP, T. S. (Edit.) Studies in vertebrate evolution: 253–265; Edinburgh.
- CARLSSON, A. (1922): Über die Tupaiidae und ihre Beziehungen zu den Insectivora und den Prosimiae. – Acta zool., **3**: 227–270; Stockholm.
- ELLERMAN, J. R. & MORRISON-SCOTT, T. C. S. (1966): Checklist of palearctic and Indian mammals 1758–1946. – 2nd Edition, 810 S.; London.
- FIEDLER, W. (1956): Übersicht über das System der Primates. (In:) HOFER, H., SCHULTZ, A. H. & STARCK, D. (Edit.) Primatologia Bd. 1: 1–266; Basel/New York.
- HOFER, H. (1957): Über das Spitzhörnchen. – Natur und Volk, **87**: 145–155; Frankfurt.
- LE GROS CLARK, W. E. (1925): On the skull of *Tupaia*. – Proc. zool. Soc.: 559–567; London.
- LE GROS CLARK, W. E. (1934): Early forerunners of man. A morphological study of the evolutionary origin of the primates: xvi + 296 S.; London.
- LUCKETT, W. P. (1980): The suggested evolutionary relationships and classification of tree shrews. (In:) LUCKETT, W. P. (Edit.) Comparative biology and evolutionary relationships of tree shrews: 3–31; New York/London.
- LYON, M. W. (1913): Tree shrews: An account of the mammalian family Tupaiidae. – Proc. U. S. nat. Mus. **45**, No. 1976: 1–188; Washington.
- MARTIN, R. & SALLER, K. (1959): Lehrbuch der Anthropologie, Bd. II, 1574 S.; Stuttgart.
- NAPIER, J. R. & NAPIER, P. H. (1967): A handbook of living primates. – 456 S.; London/New York.
- REMANE, A. (1961): Probleme der Systematik der Primaten. – Z. wiss. Zool., **165**: 1–34; Leipzig.
- SIMPSON, G. G. (1945): The principle of classification and a classification of mammals. – Bull. Americ. Mus. nat. Hist., **85**: 1–350; New York.
- SPRANKEL, H. (1961): Über Verhaltensweisen und Zucht von *Tupaia glis* (DIARD, 1820) in Gefangenschaft. – Z. wiss. Zool., **165**: 186–220; Leipzig.
- STARCK, D. (1978 und 1979): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere auf evolutionsbiologischer Grundlage. Bd. 1, 274 S., Bd. 2, 776 S.; Berlin/Heidelberg/New York.
- STRAUSS, F. (1942): Vergleichende Beurteilung der Placentation bei den Insektivoren. – Rev. Suisse Zool. **49**: 269–282; Genève.
- THENIUS, E. (1979): Die Evolution der Säugetiere. – Uni-Taschenbücher 865, 294 S.; Stuttgart/New York.
- VALEN, L. VAN (1965): Treeshrews, primates and fossils. – Evolution, **19**: 137–151; Los Angeles.
- WAGNER, J. A. (1855): Die Säugetiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. – Supplementband, 5. Abt., 810 S.; Leipzig.

Wissenschaftliche Mitteilungen

HERMANN NEUBERT

Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland, II. Erstfund von *Trichia erecta* REX

Kurzfassung

Trichia erecta REX wurde erstmals am Wildsee beim Ruhestein im Nordschwarzwald gefunden. Die Art wird abgebildet, die Mikromerkmale werden in rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen vorgestellt. Eine Beschreibung erfolgt auf der Grundlage mehrerer Kollektionen unter Einschluß eines zweiten Fundes aus Ostwürttemberg. Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Arten werden aufgezeigt.

Abstract

Trichia erecta REX was found for the first time in the northern Black Forest at Wildsee near Ruhestein (SW-Germany). The species is figured, the microscopic characters are shown by scanning electron microscopic photographs. It is described by using the collections of the author including a second finding in the eastern part of Württemberg. The possibilities of mixing up with other species are shown.

Die Verarmung der Natur durch Einwirkungen des Menschen erfüllt den naturwissenschaftlich Interessierten mit zunehmender Besorgnis. Die seit geraumer Zeit geführten Roten Listen geben beredtes Zeugnis über die Folgen des Fortschritts für unseren natürlichen Lebensraum. Es sei deshalb auch einmal als erfreulich vermerkt, daß trotz dieser bedrückenden Entwicklung die Entdeckung bislang in der Bundesrepublik noch nicht nachgewiesener Pflanzen möglich ist. Die Myxomyceten sind hier besonders dankbare Objekte, da das Interesse an diesen zum Teil eigenartig schönen Formen pflanzlichen (?) Lebens bei uns noch recht unterentwickelt ist.

Die Gattung *Trichia* HALLER umfaßt heute weltweit etwa 25 Arten, wovon bislang 14 aus der Bundesrepublik Deutschland bekannt sind. Zu ihnen zählen die auffallendsten und einige der häufigsten Vertreter der Schleimpilze, so die insbesondere in den Wintermonaten auf Laubholz zu findenden *Trichia favoginea*, *Trichia persimilis*, *Trichia scabra* und die neben *Ceratiomyxa fruticulosa* und *Fuligo septica* häufigste Art: *Trichia varia*.

Ein nicht nur bei uns recht seltener Vertreter dieser Gattung ist nunmehr erstmals für die Bundesrepublik Deutschland aus dem nördlichen Schwarzwald nachgewiesen. Bei Beobachtungen zwischen 1974 und 1980 war die Art am Wildsee beim Ruhestein im 920 m über NN von März bis Oktober standorttreu. Der Fundort liegt

10 m über dem Seespiegel am Fuße der Karwand in Ostexposition im Mittleren Buntsandstein (SMB). Der Bereich weist mit mehr als 2200 mm Niederschlag im Jahr die höchste Niederschlagsmenge des gesamten Schwarzwaldes auf. Der Baumbestand setzt sich überwiegend aus Fichte, Tanne und Buche zusammen, daneben finden sich vereinzelt Birke und Eberesche. *Trichia erecta* fruktifiziert hier überwiegend auf der Innenseite loser Rinde bereits abgestorbener liegender Weißtannen unmittelbar über dem Boden. Ein zweiter Fundort liegt gleichfalls in Baden-Württemberg im Gebiet Steinhäusle/Kaisersbach, Ostwürttemberg, leg. H. NEUBERT, L. KRIEGLSTEINER & al., im November 1979. Die Aufsammlung vom Wildsee war in einem Falle mit *Lamproderma laxa* vergesellschaftet.

In Europa sind, meist vereinzelt, Funde aus Rumänien, Polen, den Niederlanden, Großbritannien und Schweden bekannt, darüber hinaus kommt die Art in Nordamerika, Japan, Australien und Neuseeland vor.

Trichia erecta ist makroskopisch *Trichia botrytis* sehr ähnlich, die Netzzeichnung der Peridie ist bei *Trichia botrytis* jedoch nie leuchtend gelb, sondern braungelb bis braunoliv. Mikroskopisch sind beide Arten durch die lang zugespitzten Elateren und die kleineren Sporen bei *Trichia botrytis* deutlich geschieden. *Metatrichia floriformis* besitzt bei geschlossenen Sporangien nicht die leuchtende Netzzeichnung und hat eine mehr rostbraune bis rotbraune Farbe der Capillitium- und Sporenmasse, die Elateren sind, lang auslaufend, gleichfalls deutliches Unterscheidungsmerkmal.

Untersucht man die Sporenskulptur von Aufnahmen im Rasterelektronenmikroskop, so wird der Unterschied zu den genannten Arten besonders offenkundig. RAMMELOO (1975) hat bei seinem Vergleich der Sporenelemente der Familie Trichiaceae sieben verschiedene Typen gefunden und vermutet, *Trichia erecta*, die ihm offenbar nicht zur Verfügung stand, besitze stabförmige Warzen, die ähnlich bei *Perichaena depressa* und *Perichaena corticalis* zu erkennen sind. Die Warzen der Sporen von *Trichia erecta* (Abb. 1) sind im Rasterelektronenmikroskop deutlich stabförmig, im oberen Bereich vielfach etwas verbreitert, ohne hutförmige Gestalt anzunehmen. Hier sind klare Unterschiede zu *Trichia botrytis* und *Metatrichia floriformis*, deren Sporenzeichnung hutförmig ausgestaltet ist (Abb. 2).

Die Beschreibung erfolgt nach dem Herbarmaterial des Verfassers (M 188, 346, 447, 455, 472, 605, 795b, 797a, 801, 1551, 1666, 2164, 2766, 2898, 3267), beobachtet unter dem Lichtmikroskop (vgl. Abb. 1 der Farbtafel):

Sporangien gestielt, kugelig, in Gruppen, einzeln oder

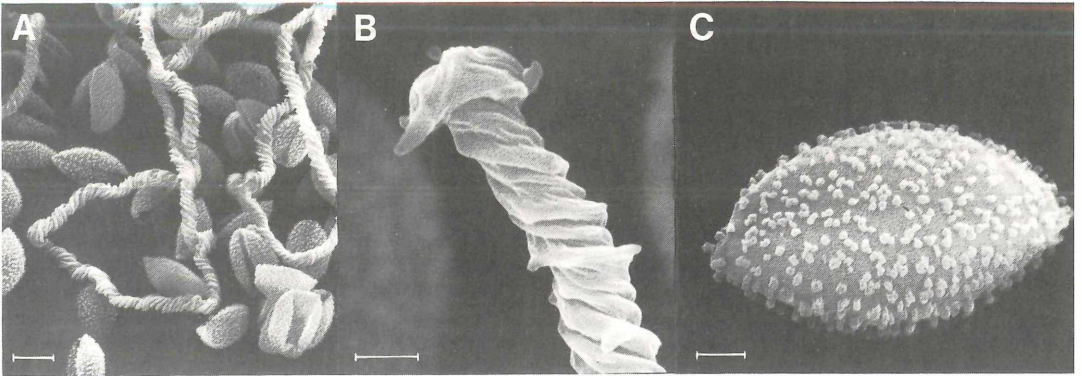


Abbildung 1. *Trichia erecta* REX, rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen. A = Capillitium mit Sporen; B = Elatere mit kurz gebogenem Ende; C = Spore. Größe der Teilstriche in A 10 μm , in B und C 2 μm .

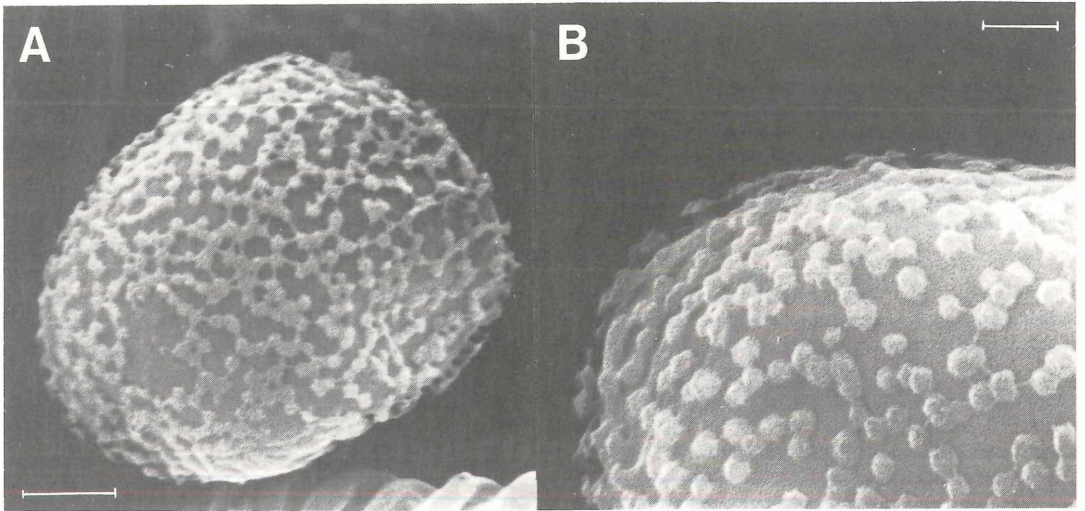


Abbildung 2. Sporen von *Trichia botrytis* (J. F. GMEL.) PERS. (A) und von *Metatrichia floriformis* (SCHW.) (B). Größe der Teilstriche in A 2 μm , in B 1 μm .

bis zu drei Sporangien auf gemeinsamem Stiel, braun, in der oberen Hälfte oft mit leuchtend gelber Netzzeichnung, Gesamthöhe 1–3 mm, 0,4–1 mm Durchmesser. – Hypothallus braun, in der Farbe des Stiels, auf die unmittelbare Umgebung der Stielbasis begrenzt, im durchfallenden Licht hell gelbbraun, mit feinen, dunkelbraunen, unregelmäßigen Körnchen durchsetzt. – Stiel zimtbraun bis schwarzbraun, 0,5–2 mm lang, 0,2–0,4 mm dick, längsrunzelig, im durchfallenden Licht undurchsichtig rotbraun. – Peridie doppelt, fest verbunden, innerer Teil farblos bis blaßgelb, äußerer Teil dunkelbraun, im durchfallenden Licht mit dunkel rotbraunen, im Umriß unregelmäßigen, eckigen, bis 4 μm im Durchmesser starken Elementen durchsetzt, im unteren Teil pokalähnlich, dauerhaft, im oberen Bereich fleckig aufrei-

ßend, die innere Peridie netzartig freigebend und hier leuchtend gelb, flüchtig. – Capillitium aus in Masse leuchtend goldgelben Elateren mit 3–4 grob gewickelten Spiralleisten, bisweilen mit bis zu 1,5 μm langen Stacheln besetzt, selten verzweigt, 3–5 μm im Durchmesser, mit zahlreichen, kurz zugespitzten, 3–6 μm langen, bisweilen hakenförmig gekrümmten Enden. – Sporen in Masse goldgelb, im durchfallenden Licht hellgelb, dicht mit feinen Warzen besetzt, 11–15 μm im Durchmesser. – Plasmodium weiß.

Herrn KARLHEINZ BAUMANN, Gomaringen, bin ich für die Farbaufnahme, Herrn Professor Dr. OBERWINKLER, Tübingen, und seinen Mitarbeitern für die Aufnahmen des Rasterelektronenmikroskops zu außerordentlichem Dank verpflichtet.

Literatur

- BRANDZA, M. (1928): Les Myxomycètes de Neamtz (Moldavie). – Bull. Soc. Mycol. Fr., **44**: 249–300, pl. XIV–XVII; Paris.
- ELIASSON, U. (1975): Myxomycetes in the Nature Reserve of the Gothenburg Botanical Garden. – Svensk Botanisk Tidskrift, **69**: 105–112; Stockholm.
- EMOTO, Y. (1977): The Myxomycetes of Japan. – Tokyo, XIV u. 263 S.
- ING, B. (1968): A census catalogue of British Myxomycetes. – Foray Committee Brit. Mycol. Soc., Surrey, 24 S.
- KRZEMIENIEWSKA, H. (1960): Śluzowce Polski. – Warschau, 313 S.
- MARTIN, G. W. & ALEXOPOULOS, C. J. (1969): The Myxomycetes. – Iowa City, IX u. 561 S.
- METZ, R. (1971): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald, besonders in dessen alten Bergbau-revieren. – 20. Sonderheft zur Zeitschrift „Der Aufschluß“, 516 S.; Heidelberg.
- NANNENGA – BREMEKAMP, N. E. (1974): De Nederlandse Myxomyceten. – Zutphen, 440 S.
- NEUBERT, H. (1980): Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland – I. Ein neuer Myxomycet aus dem nördlichen Schwarzwald. – Z. Mycol., **46** (2): 217–220; Schwäbisch Gmünd.
- RAMMELOO, J. (1975): Structure of the epispore in the Trichia-ceae (Trichiales, Myxomycetes), as seen with the scanning electron microscope. – Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **107**: 353–359; Bruxelles.
- REX, G. A. (1890): Descriptions of three new species of Myxomycetes, with notes on other forms in Century XXV, of Ellis and Everhart's North American Fungi. – Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., 192–196; Philadelphia.

Autor

Dr. HERMANN NEUBERT, Tullastr. 9, 7580 Bühl 21.

HELMUT SCHWÖBEL

Entoloma (Rhodophyllus) scabiosum (FRIES) QUÉL. erstmals in der Bundesrepublik Deutschland gefunden

Kurzfassung

Es wird ein sehr seltener und für Deutschland neuer Blätterpilz, *Entoloma scabiosum* (FRIES), beschrieben und abgebildet. Er wurde 1984 im Mooswald bei Freiburg gefunden.

Abstract

A tres rare Agaric, *Entoloma scabiosum* (FRIES), new for the Federal Republic of Germany, is described and illustrated. It was found in 1984 in the Mooswald near Freiburg/Baden-Württemberg.

Am 10. Juni 1984 fand Herr MANFRED MATZKE im südlichen Mooswald bei Freiburg mehrere Fruchtkörper eines Lamellen- bzw. Blätterpilzes, die er aufgrund makroskopischer und mikroskopischer Merkmale unschwer der großen Gattung der Rötlinge, *Entoloma*, zuzuordnen konnte. Da aber die Bestimmung der Art nicht gelingen wollte, schickte er mir Exsikkat, Dia und Beschreibung mit der Bitte um Bestimmungshilfe. Aber auch mir kam dieser Rötling unbekannt vor. Schließlich erinnerte ich mich an den Fund eines einzigen, schon in Fäulnis übergegangenen Fruchtkörpers, den ich vor etwa 20 Jahren im Weiherwald bei Karlsruhe machte. Damals zog ich *Entoloma scabiosum* in Erwägung, verfolgte diese Spur jedoch wegen des völlig unzulänglichen Materials nicht weiter. Eine Überprüfung des Freiburger Mooswaldpilzes in dieser Richtung führte dann rasch zu dem Ergebnis, daß es sich nur um *Entoloma scabiosum* handeln konnte. ADALBERT RICKEN, der Altmeister der deutschen Mykologen, hat in seinem berühmten Werk „Die Blätterpilze“ *Entoloma scabiosum* aufgeführt und kurz beschrieben. Er hat dieser Art – in Anlehnung an das Epitheton *scabiosum* – den treffenden deutschen Namen „Gründiger Rötling“ gegeben. Doch hat RICKEN, wie sich leicht nachweisen läßt, *Entoloma scabiosum* nicht gekannt. Seine Beschreibung, viel zu kurz für Arten, welche er selber gefunden hat, ist wörtlich E. M. FRIES entliehen (mit Ausnahme der Sporenabmessung, welche er aus irgendeiner, möglicherweise nicht mehr feststellbaren Quelle hinzugefügt haben muß). ELIAS MAGNUS FRIES, der große schwedische Mykologe, hat diese in ganz Europa extrem seltene Art offenbar nur einmal gefunden und im Jahr 1836 als *Agaricus scabiosus* zum ersten Mal beschrieben. Volle 140 Jahre sollten vergehen, bis eine zweite, ausführlichere, dem heutigen Standard entsprechende Beschreibung durch den niederländischen Mykologen KITS VAN WEVEREN erfolgte, aufgrund von einigen Exemplaren, welche



Zu Beitrag H. NEUBERT, S. 117–119: *Trichia erecta* REX, ca. 20mal natürliche Größe. – Foto KH. BAUMANN.



Zu Beitrag H. SCHWÖBEL, S. 119–122: *Entoloma scabiosum* (FRIES) QUÉL. (Grindiger Rötling), ca. 0,9mal natürliche Größe. Mooswald bei Freiburg, 10. 6. 1984. – Foto M. MATZKE.

1975 in den Niederlanden gefunden worden waren. Zwischenzeitlich verschwand *Entoloma scabiosum* mehr und mehr aus der Literatur. In der bekannten „Kleinen Kryptogamenflora“ von M. MOSER fehlt sie. KÜHNER & ROMAGNESI (1953) erwähnen für Frankreich *Entoloma scabiosum* nur in einer Fußnote als sehr seltene Art des moosigen Waldes, welche sie selber nicht kennen. Der niederländische *Entoloma*-Spezialist M. E. NOORDELOOS stellte *Entoloma scabiosum* in die Untergattung *Trichopilus* (ROMAGN.) NOORD.: Meistens mittelgroße Arten mit Ritterlingshabitus, mit nicht hygrophanem, haarig- bis schuppigfaserigem Hut. Cheilocystiden meistens vorhanden, so auch bei unserer Art. Die 7 europäischen, zu dieser Untergattung zählenden Arten sind alle mehr oder weniger selten, darunter *Entoloma jubatum* und *Entoloma porphyrophaeum* als die vielleicht noch bekanntesten.

Einige Monate später, im Oktober 1984, entdeckte Frau Dr. URSULA STAHL ein zweites Vorkommen im nördlichen Mooswald. Es waren annähernd 30 Stück. Kurz darauf fand Herr JOHANN SCHWEGLER in der Schweiz einige Fruchtkörper. Nach Auskunft von Herrn GERMAN KRIEGLSTEINER ist das Vorkommen im Mooswald bei Freiburg das einzige bislang bekannt gewordene in der Bundesrepublik. Das diesem kleinen Artikel beigegebene Farbbild dürfte das erste sein, welches jemals von diesem Pilz veröffentlicht worden ist. BRESADOLAs Farbtabelle 550, *Entoloma scabiosum* FR., muß wegen der abweichenden Sporengroße und Sporenform als eine Fehlbestimmung angesehen werden. KITS VAN WAVEREN vermutet, daß dieses Bild *Entoloma jubatum* darstellt.

Noch am 4. November 1984 konnte ich zusammen mit der Freiburger Pilzfrendegruppe am zuerst entdeckten Standort, östlich von Freiburg–Tiengen (ca. 210 m), 3 Fruchtkörper finden. Es ist ein feuchter bis frischer Laubmischwald mit stark gemischtem Baumbestand auf kalkarmem, etwas sandigem Lehm; die Waldgesellschaft vermittelt zwischen feuchten Ausbildungen des Eichen-Hainbuchenwaldes (Stellario-Carpinetum) und einem Erlen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum). Auch die anscheinend kleinere, weiter nördlich, östlich von Hochdorf gelegene Fundstelle (ca. 210 m) ist feucht und dem Pruno-Fraxinetum zuzurechnen. Erle, Esche, Traubeneiche sind die vorherrschenden Baumarten. Hinzu kommen wenige Flatterulmen und starke Stieleichen. In der Krautschicht sind Zittergras-Segge, Sauerklee und Frauenfarn reichlich vertreten. In den Niederlanden wurde *Entoloma scabiosum* auf sandig-humoser Erde unter Eschen und Eichen gefunden. SCHWEGLER nennt den Rand einer Fichtenjungpflanzung, welche im natürlichen Laubwald angelegt worden war, als Fundstelle. Man darf davon ausgehen, daß *Entoloma scabiosum* – in überschaubaren Zeiträumen gedacht – schon immer im Freiburger Mooswald vorhanden war, aber erst jetzt entdeckt worden ist. Die Standorte, es mögen noch weitere hinzukommen, können nur erhalten bleiben, wenn eine weitere Grundwasserabsenkung verhindert wird und forstlicherseits Laubholzmischbestände nicht wei-

ter reduziert werden.

Da es außer der sehr kurzen im großen „Ricken“ nur noch die ausführliche, aber englisch abgefaßte Beschreibung durch KITS VAN WAVEREN gibt, fügen wir eine nach den Funden im Mooswald an. Zu dieser haben, was die makroskopischen wie die mikroskopischen Details betrifft, Frau Dr. STAHL und Herr MATZKE maßgeblich beigetragen (vgl. Abb. 2 der Farbtabelle).

Hut 2,8–5 cm breit, jung ± kegelig gewölbt, ausgewachsen flach oder fast so, immer mit kleinem, stumpflichen, bisweilen papillenförmigem Buckelchen; seine Oberfläche auffallend radial haarig – bis kurzschuppig; Schüppchenfasern liegend, an ihrer Spitze jedoch ± stark abgehoben, am Scheitel sehr dicht liegend und dadurch fast samtig-rauh, gegen den Hutrand mehr und mehr auflockernd, so daß das darunterliegende weiße Fleisch sichtbar wird. Der Hutscheitel ist ziemlich dunkel und geschlossen rußigbraun, nach dem Rand zunehmend aufhellend durch die weniger dicht liegenden Faserschüppchen, oft mit schwacher lila Eintrübung (von oben betrachtet an ein kleines *Tricholoma atosquamosum* erinnernd, Formen mit stärker aufliegenden Fasern auch an *Tricholoma terreum*), völlig trocken, nicht hygrophan, nicht durchscheinend gerieft, im Alter aber oft aufspaltend und die Oberfläche faserig auflösend (wie das Exemplar vorn rechts im Bild).

Lamellen ziemlich gedrängt, alt etwas entfernter, schwach bauchig, 3–6 mm breit, gegen den Stiel am breitesten, queraderig, am Stiel verschmälert angewachsen, zuletzt von diesem fast frei; jung weißlich, bald graurosa, zuletzt rosabraun mit gleichfarbiger oder etwas hellerer Schneide.

Stiel 3–7 cm lang, oben 0,3–0,7 cm dick, selten regelmäßig zylindrisch, häufiger ± spiralig verdreht, oft schwach breitgedrückt, nach der Basis meistens ein wenig keulig verdickt und dann nicht selten 1 cm in der Breite überschreitend; wie der Hut gefärbt, etwas heller rußigbraun, auffallend faserig gestreift oder verdreht – riefig durch aufliegende Faserbündel, zwischen denen vereinzelt das weißliche Fleisch sichtbar wird, zuletzt ± röhrig hohl werdend. Die Stielspitze ist vergänglich faserflockig überkleidet, die Basis des Stieles fein weißfilzig.

Fleisch weiß bis weißlich, alt etwas graulich getönt, im Hut dünnfleischig (1–3 mm dick). Geruch und Geschmack wenig auffallend, nicht mehligartig.

Sporen 5–6eckig, ± isodiametrisch, im Umriß breitelliptisch bis fast rund, 7–8,5 (–9) X 5,5–6,8 (–7,4) µm, sehr hell, fast farblos unter dem Mikroskop. Basidien viersporig. Cheilocystiden zahlreich, farblos, dünnwandig, 22–60 X 2,0–16 µm; sehr variabel in der Form, typisch aus bauchig bis keulig verdickter Basis in eine mehr oder weniger lange, spindelig verschmälerte Spitze auslaufend, welche häufig an ihrem Ende ein kugeliges bis keileiförmiges Köpfchen trägt. Pleurozystiden fehlen. Hutbedeckung aus 8–25 (–30 µmbreiten, septierten, schnallenlosen Hyphen. Ihre Endzellen sind häufig bis zu langelliptisch verkürzt, dafür aber breiter. Sie füh-

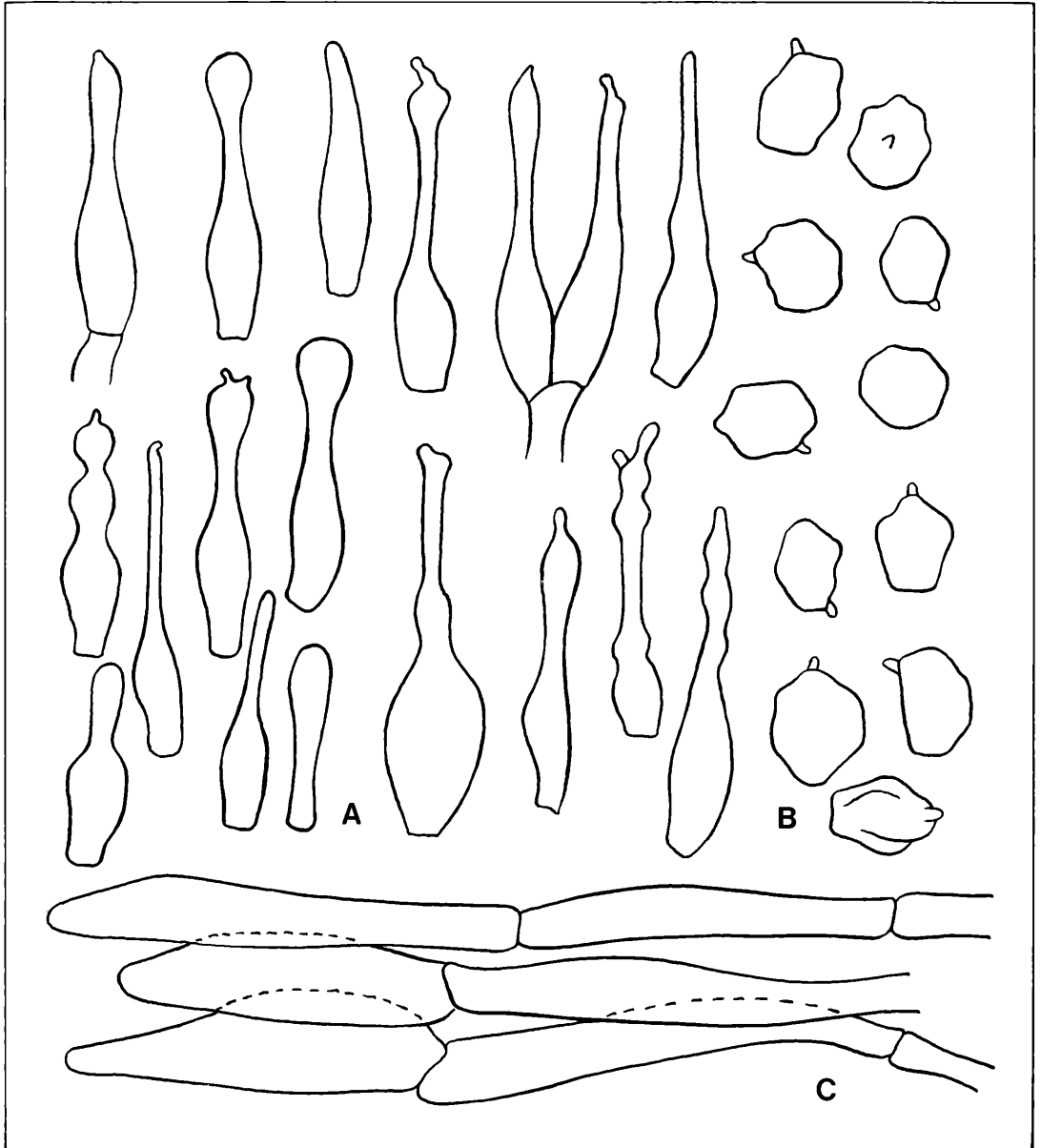


Abbildung 1. *Entoloma scabiosum*. A = Cheilocystiden (X 1000); B = Sporen (X 2000); C = Hyphen der Hutdeckschicht (X 500).

ren ein dunkelbraunes, vakuoläres, z. T. körnig verdichtetes Pigment. Meistens sind auch noch die beiden nachfolgenden Zellen ± braun gefärbt.
 Vorkommen: einzeln bis gesellig auf humosem Laubwaldboden (Eiche, Esche, Erle), selten auf morschen, bemoosten Laubholzstümpfen, Juni bis Anfang November.

Frau Dr. URSULA STAHL und Herrn MANFRED MATZKE (beide Freiburg) danke ich für ihr großes Engagement, welches diese Veröffentlichung erst ermöglicht hat.

Literatur

- BRESADOLA, G. (1927–1933): *Iconographia mycologica* Milano.
- FRIES, E. M. (1874): *Hymenomycetes Europaei – Upsaliae*.
- HÜGIN, G. (1982): Die Mooswälder der Freiburger Bucht. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege in Bad.-Württ., **29**: 85 S. + 11 Ktn.; Karlsruhe.
- KITS VAN WAVEREN, E. (1976): Redescription of *Rhodophyllum scabiosus* (FR.) QUÉL. – *Persoonia*, **8**: 459–467; Leiden.
- KÜHNER, R. & ROMAGNESI, H. (1953): Flore analytique des champignons supérieurs. – Paris, 556 S.
- NOORDELOOS, M. E. (1981): Introduction to the taxonomy of the genus *Entoloma* sensu lato (Agaricales). – *Persoonia*, **11**: 121–263; Leiden.
- RICKEN, A. (1915): Die Blätterpilze (Agaricales) Deutschlands. – Leipzig.
- SCHWEGLER, J. (1985): Seltene Agaricales in der Schweiz. – Unveröff. Ms.

Autor

HELMUT SCHWÖBEL, Winterstr. 17, D-7507 Pfinztal–Wöschbach.

WULFARD WINTERHOFF,
URSULA FABER & ELISABETH HENGE

Der Schwarzpurpure Lauch (*Allium atropurpureum* WALDST. & KIT.), ein für die Bundesrepublik Deutschland neuer Neophyt

Kurzfassung

Allium atropurpureum wurde im Robinienwald auf einer Sanddüne bei Viernheim in der Oberrheinebene gefunden.

Abstract

Allium atropurpureum is found in a locust-tree wood on a sand dune near Viernheim, upper Rhine area (SW Germany).

Im Frühjahr 1983 fanden wir im „Viehwäldchen“ bei Viernheim einen auffälligen Lauch, der sich mit den Schlüsseln der gebräuchlichen Florenwerke (GARCKE, 1972, HEGI, 1939, OBERDORFER, 1979, ROTHMALER, 1982, SCHMEIL & FITSCHEN, 1982) nicht bestimmen ließ. Im HEGI stießen wir außerhalb des Schlüssels auf eine kurze Beschreibung von *Allium atropurpureum*, die gut zu unserem Fund paßt. Die sichere Bestimmung gelang schließlich mit ASCHERSON & GRAEBNER (1905–1907), STEARN (1980) und HERRMANN (1956). Gute Zeichnungen der ganzen Pflanze und einer Einzelblüte fanden wir in JÁVORKA & CSAPODY (1979). In BRAUWER & STAHLIN (1975) sind die Samen genau beschrieben und abgebildet.

Beschreibung der Pflanzen bei Viernheim:

Zwiebel 25–30 cm tief im Boden, 2 cm breit, weiß, am Grunde mit zahlreichen kleinen Nebenzwiebeln. Grundblätter 2–3, ca. 30–40 cm lang, 1,7 cm breit, ungestielt, flach, ungekielt, nicht hohl, fleischig, kahl, geruchlos, süß schmeckend. Stengel blattlos, 80–100 cm hoch, unten 6–8 mm, oben 3–3,5 mm dick. Blütenstand doldig, halbkugelig, mit 2 spitzen häutigen Hüllblättern, die ca. 1,8 cm lang sind, etwa 70blütig, ohne Brutzwiebeln. Blüten 3–4 cm lang gestielt, wohlriechend. Perigonblätter ca. 7 mm lang, bis 2 mm breit, spitz, an der Spitze etwas eingekrümmt, waagrecht ausgebreitet, dunkelpurpurrot, mit grünem Mittelnerv. Staubblätter 6, dunkelpurpurrot; Staubfäden an der Basis zu einem Ring verwachsen, 6 mm lang; Staubbeutel 1,5 mm lang. Fruchtknoten 3teilig, grünpurpurn oder schwarz, mit 8 Samenanlagen in jedem Fach. Griffel 4 mm lang, dunkelpurpurrot. Blütezeit: erste Junihälfte, Samenreife: September.

Der Schwarzpurpure Lauch ist eine dekorative Pflanze, die durch ihre langen breiten Blätter, den hohen Schaft, großen Blütenstand und vor allem durch die ei-

gentümliche dunkelpurpurne Blütenfarbe auffällt. Der Fundort „Viehwäldchen“ liegt in der nordbadischen Rheinebene, 107 m über NN, im Bereich der Topographischen Karte 1:25 000 (Meßtischblatt) 6417, nahe der hessischen Grenze. Es handelt sich um eine mit Robinien bepflanzte Kalksanddüne, die sich 5–7 m über die Umgebung erhebt. Vermutlich wurde der Hügel wie der benachbarte „Wingertsbuckel“ früher als Weinberg genutzt; hierüber konnten wir jedoch nichts Sicheres erfahren.

Der Boden ist als Pararendsina zu bezeichnen. Sein 15 cm mächtiger Humushorizont reagiert neutral (p_H 7,0). Die Vegetation (vgl. die Vegetationsaufnahme) ist ein ca. 20 m hoher Robinienforst, dessen Krautschicht sehr üppig entwickelt ist und fast nur aus nitrophilen Arten besteht. Nach ELLENBERG (1974) berechnet sich eine mittlere N-Zahl von 7,4. Offenbar ist der Boden durch die Knöllchenbakterien der Robinienwurzeln sehr gut mit Stickstoff versorgt. Bemerkenswert ist das Vorkommen der submediterranen Schopf-Traubenhyazinthe (*Muscari comosum*) und von zwei seltenen Erdsternen (*Geastrum recolligens* und *Geastrum striatum*).

Vegetationsaufnahme am 15. 6. 1983
100 m², ca. 7° Ost
Baumschicht: 75 % Deckung, ca. 20 m Höhe
Robinia pseudacacia 4
Strauchschicht: 2 % Deckung
Robinia pseudacacia 1
Sambucus nigra 1
Krautschicht: 100 % Deckung
Galium aparine 5
Poa trivialis 3
Stellaria media 3
Urtica dioica 2
Impatiens parviflora 2
Glechoma hederacea 2
Allium atropurpureum 1
Muscari comosum 1
Chelidonium majus 1
Viola odorata 1
Dactylis glomerata +
Bromus sterilis +
Arrhenatherum elatius +
Melandrium album +
Moehringia trinervia +
Chaerophyllum bulbosum +
Geum urbanum +

Das ursprüngliche Areal von *Allium atropurpureum* reicht nach ASCHERSON & GRAEBNER (1905–1907) und HERRMANN (1956) von Jugoslawien und der Ungarischen Tiefebene über Rumänien, Bulgarien und Südrußland bis Sibirien, zur Dsungarei, Afghanistan und zum Himalaja. Als Standorte werden ziemlich allgemein Äcker, Wegränder, Hänge und Gebüsch angegeben. Verwildert wurde die Pflanze in Niederösterreich, auf Wiesen an der Sauer in Luxemburg und auf Dünen in den Niederlanden (OOSTSTROOM & REICHGELT, 1964)

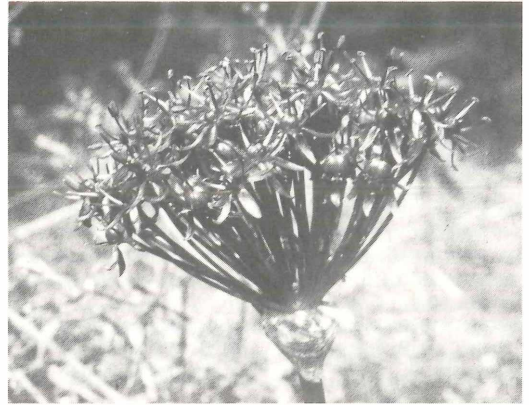


Abbildung 1. *Allium atropurpureum*, Viernheim.

gefunden.

Es erscheint merkwürdig, daß eine Pflanze, die in Gebieten mit trocken-warmem Steppenklimate in ± offener Vegetation beheimatet ist, bei uns im Walde gedeiht. Bei genauer Betrachtung sind die Wuchsbedingungen für den Schwarzpurpurnen Lauch im Viehwäldchen aber wohl doch nicht so ungünstig: *Allium atropurpureum* vergilbt als Frühjahrsgeophyt bereits im Juni. Bis dahin erhält die Pflanze jedoch reichlich Licht, da die Robinien sich sehr spät belauben und ihre lockeren Kronen danach immer noch recht viel Licht durchlassen (relative Beleuchtungsstärke am Wuchsort des Lauchs etwa 10 %). Das trockenwarme Klima der Oberrheinebene und der lockere, nährstoffreiche, neutrale Boden dürften weitere günstige Faktoren sein.

Allium atropurpureum ist anscheinend erst in den letzten Jahren ins Viehwäldchen gelangt. Die Herren Dr. G. PHILIPPI und W. STIEGLITZ, die im Viehwäldchen das gleichzeitig mit *Allium atropurpureum* blühende *Muscari comosum* beobachteten (vgl. PHILIPPI, 1971 und BUTTLER & STIEGLITZ, 1976), haben unseren Lauch nicht gesehen, wie sie uns freundlicherweise mitteilten. Über das Einwanderungsmittel ist nichts bekannt. *Allium atropurpureum* könnte mit Fasanenfutter ins Viehwäldchen gelangt sein, wie es OOSTSTROOM & REICHGELT, 1964, für die niederländischen Vorkommen vermuten. Zu denken wäre auch an die Einschleppung mit abgelaugerten Gartenabfällen; denn *Allium atropurpureum* wird gelegentlich als Gartenblume gepflanzt (vgl. ENCKE, 1958 und MOORE, 1955); in Viernheimer Gärten haben wir den Lauch jedoch nicht gesehen. *Allium atropurpureum* scheint sich im Viehwäldchen einzubürgern. 1983 zählten wir 46 blühende Exemplare, die zerstreut auf dem Hügel standen.

Literatur

ASCHERSON, P. & GRAEBNER, P. (1905–1907): Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Bd. 3, V + 934 + 124 S.; Leipzig.

- BROUWER, W. & STÄHLIN, A. (1975): Handbuch der Samenkunde. – 2. Aufl., 655 S.; Frankfurt a. M.
- BUTTLER, K. P. & STIEGLITZ, W. (1976): Floristische Untersuchungen im Meßtschblatt 6417 (Mannheim-Nordost). – Beitr. naturkund. Forsch. SüdwDtl., **35**: 9–51; Karlsruhe.
- ELLENBERG, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Scripta Geobotanica, **9**: 97 S.; Göttingen.
- ENCKE, F. (Hrsg.) (1958/1961): Pareys Blumengärtnerei, Bd. 1, 2. Aufl.; Berlin u. Hamburg.
- GARCKE, A. (1972): Illustrierte Flora. – 23. Aufl., herausgeg. von v. WEIHE K., 1607 S.; Berlin u. Hamburg.
- HAYEK, A. & MARKGRAF, F. (1933): Prodrum Florae peninsulae Balcanicae, **3**. – Rep. spec. nov. regn. veg. Beih., **30** (3), 472 S.; Berlin-Dahlem.
- HEGI, G. (1939): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, **2**. – 2. Aufl., bearb. von SUESSENGUTH, K.; 532 S.; München u. Berlin.
- HERRMANN, F. (1956): Flora von Nord- und Mitteleuropa. – XII + 1154 S.; Stuttgart.
- JÁVORKA, S. & CSAPODY, V. (1979): Ikonographie der Flora des südöstlichen Mitteleuropa. – 704 + 80 S.; Stuttgart.
- MOORE, H. E. (1954/1955): The cultivated Alliums. – Bailey, **2**: 103–113, 117–123, **3**: 137–149, 156–167; Ithaca, New York.
- OBENDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 4. Aufl., 997 S.; Stuttgart.
- OOSTSTROOM, S. J. VAN. & REICHEL, TH. J. (1964): Lili – Flora Neerlandica, **1** (6): 97–146; Amsterdam.
- PHILIPPI, G. (1971): Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **30**: 9–47; Karlsruhe.
- ROTHMALER, W. (Hrsg.) (1982): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD., Bd. 2. – 11. Aufl.; Berlin.
- SCHMEIL, O. & FITSCHEN, J. (1982): Flora von Deutschland – 87. Aufl., bearb. von RAUH, W. & SENGHAS, K., 606 S.; Heidelberg.
- STEARNS, W. T. (1980): 38. *Allium*. In: TUTIN, T. G. et al. (Eds.): Flora Europaea, **5**: 49–69; Cambridge.

Autor

Prof. Dr. WULFARD WINTERHOFF, Keplerstr. 14, D-6902 Sandhausen.

ARTHUR LINGENHÖLE

Zucht und Flugverhalten von *Lemonia taraxaci* DENIS & SCHIFFERMÜLLER (Lepidoptera)

Der „Löwenzahnspinner“ *Lemonia taraxaci* DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775, ist eine von den Alpen ostwärts bis zu den Steppengebieten um Omsk verbreitete Art, die in Baden-Württemberg nur im Bereich der Schwäbischen Alb vorkommt. Etwa ein Dutzend Fundorte sind hier bekannt geworden. Nur drei von ihnen sind nach 1970 noch durch Fundmeldungen belegt. Die hier geschilderten Beobachtungen beziehen sich auf Tiere einer Population der Hohen Schwabenalb südlich Balingen. Die Art ist in der Roten Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Schmetterlingsarten unter A 1.2 „Vom Aussterben bedroht“ eingestuft.

Im August 1983 gelang mir der Fang eines Weibchens von *Lemonia taraxaci*, das noch 58 Eier ablegte. Die Eier wurden unter natürlichen Verhältnissen überwintert. Die Raupen schlüpften am 17. 4. 1984 während der ersten wärmeren Frühjahrstage. Die Eier verfärbten sich vor dem Schlüpfen der Raupen nicht.

Die frisch geschlüpfen Jungraupen halten sich die ersten Tage gemeinsam auf dem Gelege oder in unmittelbarer Nähe auf. Schon bei der geringsten Störung, sei es durch eine kleine Erschütterung oder durch einen plötzlichen Schatten, lassen sich die Raupen sofort fallen. Auf dem Boden versuchen sie sich einzugraben oder in Ritzen und Spalten zu verstecken. Ans Futter gehen sie nur zögernd, sie nehmen bevorzugt Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) an, Habichtskraut (*Hieracium spec.*) nur, wenn kein Löwenzahn dazugegeben wird.

Bis zur 1. Häutung leben sie meist gemeinsam. Sie sitzen mit Vorliebe auf trockenen, umgeknickten Grashalmen in der Sonne. Als Jungraupen fressen sie ganztägig die obersten Spitzen von Löwenzahn. Nach der 2. Häutung beginnen die Raupen, sich versteckter zu halten. Sie benagen größtenteils das Blatt auf halber Höhe und beißen den Stengel an, so daß dieser nach unten abknickt; erst später fressen sie das Blatt von der Spitze her. Es läßt sich daraus schließen, daß die Raupen leicht angewelktes Futter bevorzugen.

Nach der letzten Häutung nehmen sie fast ausnahmslos größere, ältere Blätter. Schon einige Tage vor der Verpuppung wandern die Raupen unruhig umher, fressen aber hin und wieder. – Kurz vor der Verpuppung laufen sie stark, aber wenn genügend Einschlußmöglichkeiten vorhanden sind, graben sie sich schnell ein. – Mehrere Puppen wurden in extrem nassen Käfigen gehalten; die Nässe wurde gut vertragen. Lediglich die Schlupfzeit verzögerte sich um über 2 Wochen. – Die Puppenruhe

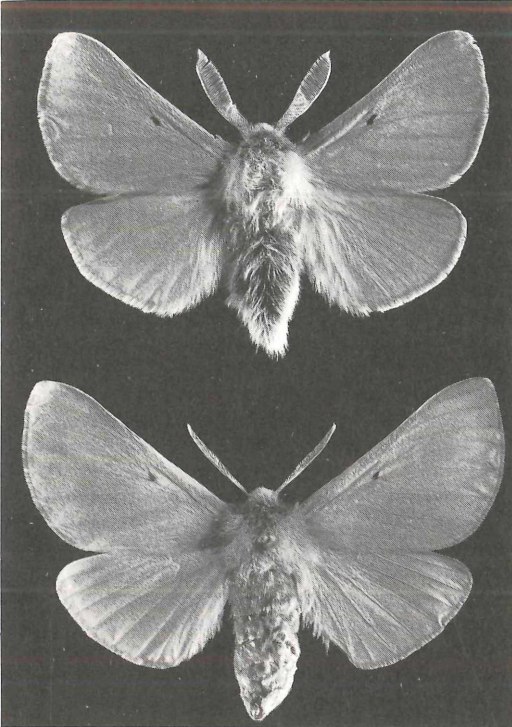


Abbildung 1. Der Löwenzahnschwärmer (*Leomonía taraxaci*) fliegt im Gegensatz zu seinem nächsten Verwandten (Habichtskrautspinnler, *Leomonía dumí*) nur nachts, außerdem schon im Sommer, statt im Herbst. Die Abbildung zeigt zwei Belegtiere aus der Schwäbischen Alb (Männchen oben, Weibchen unten). Ca. 1,5mal natürliche Größe. – Foto: V. GRIENER.

beträgt ungefähr 7–8 Wochen. Von einem Gelege schlüpfen $\frac{1}{3}$ Männchen und $\frac{2}{3}$ Weibchen. Die Falter schlüpfen je nach Temperatur. Wenn das Wetter kühl oder kalt ist, schlüpfen die Männchen bis zu 3 Stunden vor der Dämmerung, die Weibchen 1 bis 2 Stunden vor der Dämmerung.

Flügelentfaltung: Weibchen 15–20 Minuten, Männchen 30–40 Minuten.

Bei wärmeren Temperaturen und Sonnenschein schlüpfen die Männchen kurz vor Sonnenuntergang, die Weibchen in der Dämmerung, sehr selten auch während der ganzen Nacht.

Daß *Leomonía taraxaci* sehr stark temperaturabhängig ist, beweist die Tatsache, daß die Männchen erst ab einer Temperatur von ungefähr 12° C fliegen, egal ob die Temperatur kurz nach der Dämmerung oder spät in der Nacht erreicht wird. Auf jeden Fall fliegen die Männchen, bevor die Weibchen zu locken beginnen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Männchen wohl durch den Duftstrom der Weibchen angelockt werden. Wenn ein Licht in der Nähe ist, sind sie jedoch so irritiert, daß sie zum Licht fliegen. Selbst wenn ein Weib-

chen in einem vom Licht gerade noch angestrahlten Käfig (auch in großer Entfernung) lockend sitzt und ein Männchen in diesen dazugegeben wird, kommt es zu keiner Kopula. Erst wenn der Käfig abgedunkelt wird, geht das Männchen sofort in Kopula.

Kommt es nicht gleich zu einer Paarung, so versucht das Weibchen an Grashalmen immer höher emporzuklettern, um dadurch einen für die Anlockung des Männchens möglichst günstigen Ausgangspunkt zu gewinnen. Nach erfolgter Paarung beginnt das Weibchen sofort mit der Eiablage, fast immer am selben Halm, an dem die Paarung stattfand, aber immer in Bodennähe. Zuerst werden ca. 50–70 Eier abgelegt. Danach, oft nur wenige Zentimeter davon entfernt, ein zweites Gelege mit ungefähr derselben Anzahl von Eiern. Erst dann versucht das Weibchen davonzufliegen, wobei, begleitet von heftigem Flügelschlagen, nochmals ungefähr 40–50 Eier am Boden abgelegt werden. Damit ist zugleich ein Körpergewicht erreicht, das ein längeres Fliegen ermöglicht. Ein letztes Gelege von 30–50 Eiern wird dann noch einmal kurz vor der Morgendämmerung abgesetzt. Die Weibchen versuchen sich dann zu verstecken, indem sie in Ritzen, Mäuselöcher oder Grasbüschel schlüpfen (sogar in lockeren Boden). Sie erleben den darauffolgenden Mittag nicht mehr.

Leider werden in den Lebensräumen von *Leomonía taraxaci* seit einiger Zeit die kargen Trockenwiesen stärker gedüngt. In einem Gebiet ist seit 1984 eine so starke Abweidung erfolgt, daß die Vegetation erheblich geschädigt wurde. Es ist ein starker Rückgang aller auf diesem Biotop lebenden Schmetterlinge festzustellen.

Autor

ARTHUR LINGENHÖLE, Haldenberg 10, D-7950 Biberach 1.

MONIKA BRAUN

Zum Vorkommen der Breitflügel- fledermaus *Eptesicus serotinus* SCHREBER, 1774 (Mammalia: Chiroptera) in Nordbaden

Nach ROER (1977) konzentriert sich das Vorkommen der Breitflügelfledermaus in Deutschland auf die norddeutsche Tiefebene. Aber auch von dort beschreibt HAVKOST (vgl. ROER & KRZANOWSKI, 1976) die Art als im Oldenburger Land stark rückläufig (Untersuchungszeitraum 1953–1966). VIERHAUS (1983–1984) konnte *Eptesicus serotinus* regelmäßig im Münsterland sowie im Norden und Osten Westfalens beobachten, wobei sich die größeren Kolonien im Norden Westfalens befinden. In einer Kolonie an der Grenze Westfalen/Niedersachsen konnten bis zu 114 Exemplare gezählt werden (vgl. HILDENHAGEN & TAAKE, 1982).

Aus den übrigen deutschen Ländern liegen nur Einzelnachweise vor. ROER (1971, 1977) kennt im Rheinland seit 1945 nur 4 Fundorte; Wochenstuben-Nachweise fehlen. Auch aus dem Süden Deutschlands gibt es nur wenige Nachweise. ANTONI (1980) nennt einige Daten für den bayerischen Raum. NAGEL, FRANK & WEIGOLD (1983–1984) finden die Breitflügelfledermaus selten bei den Winterquartierüberprüfungen auf der Schwäbi-

schen Alb. GUTSCHERA (1979) hat nach 1945 keinerlei Nachweise der Art in Südbaden.

Aus dem nordbadischen Bereich liegen vom Zeitraum von 1900–1978 nur wenige Museumsfunde vor (Nordbaden entspricht dem Reg.-Bezirk Karlsruhe und bildet zusammen mit den Reg.-Bezirken Stuttgart, Tübingen und Freiburg das Bundesland Baden-Württemberg). Vom Zeitraum 1978–1982 liegen 5 mumifizierte Breitflügelfledermäuse aus der Umgebung von Bruchsal vor (vgl. BRAUN 1982).

Der erste Lebendnachweis einer Breitflügelfledermaus gelang am 18. 9. 1984 in Ubstadt bei Bruchsal. Das Tier wies am Unterarm und Handgelenk große eitrig Wunden auf und wurde flugunfähig auf dem Boden liegend gefunden. Die Unterarmlänge betrug 51,7 mm; das Geschlecht war männlich. (Hiermit möchte ich Frau URSEL HAUSSLER, Tübingen, und Herrn Dr. ALFRED NAGEL, Frankfurt, für die Pflege des Tieres recht herzlich danken.)

Eine zweite lebende Breitflügelfledermaus wurde am 7. 2. 1985 in einer Kirche bei Bad Herrenalb gefunden. Es handelte sich ebenfalls um ein Männchen. Die Unterarmlänge betrug 49,4 mm, das Gewicht war 15,5 g. Dieses Tier konnte überwintert werden und wurde am 4. 4. 1985 freigelassen (vgl. BRAUN, 1985).

Leider gelangen bisher noch keine Weibchen-Nachweise oder Wochenstubenfunde in Nordbaden. Vermutlich dürfte sich der Trend bewahrheiten, daß größere Vorkommen von *Eptesicus serotinus* nur im nördlichen Teil Deutschlands zu finden sind.



Abbildung 1. Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). – Foto: A. NAGEL.

Literatur

- BRAUN, M. (1982): Fledermausschutz-Programm Nordbaden. – Unveröff. Abschlußbericht, Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ.; 180 S.; Karlsruhe.
- BRAUN, M. (1985): Fledermäuse als Überwinterungsgäste im Museum am Friedrichsplatz. – *Carolinea*, **43**: —; Karlsruhe.
- ANTONI, W. (1980): Die Fledermäuse in Bayern. Verbreitung, Gefährdung und Schutz. – Unveröff. Abschlußbericht Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz: 138 S.; München.
- HILDENHAGEN, U. & TAAKE, K.-H. (1982): Westfalens größte derzeit bekannte Fledermauswinterquartiere an der Westfälischen Pforte. – *Natur u. Heimat*, **41**: 59–62; Münster (Westf.).
- NAGEL, A., FRANK, H. & WEIGOLD, H. (1983–1984): Distribution of hibernating bats in Württemberg (South Germany). – *Myotis*, **21–22**: 116–121; Bonn.
- ROER, H. (1971): Zwei wiederentdeckte rheinische Fledermäuse. – *Rheinische Heimatpflege*, **4**: 343–344; Bonn.
- ROER, H. (1977): Zur Populationsentwicklung der Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Situation im Rheinland. *Z. Säugetierkunde*, **42**: 265–278; Hamburg.
- ROER, H. & KRZANOWSKI, A. (1976): Zur Verbreitung der Fledermäuse Norddeutschlands (Niedersachsen, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein) von 1945–1975. – *Myotis*, **13**: 3–43; Bonn.
- VIERHAUS, H. (1983–1984): Verbreitungsmuster einiger Fledermausarten in Westfalen. – *Myotis*, **21–22**: 102–108; Bonn.

Autor

MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, c/o Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe.

MONIKA BRAUN

Erstnachweis einer Nordfledermaus *Eptesicus nilssoni* KEYSERLING & BLASIUS, 1839 (Mammalia: Chiroptera) in Nordbaden

Nach ISSEL & MARSTALLER (1977) ist die Nordfledermaus *Eptesicus nilssoni* aus dem Alpenvorland Bayerns und den Alpen bekannt. VIERHAUS (1983–1984) weist seit 1972/1973 regelmäßig Nordfledermäuse in einem Winterquartier im Sauerland nach (vgl. VIERHAUS & FELDMANN 1980). OHLENDORF (1980) beschreibt 5 Winterquartiere und 1 Zwischenquartier im Harz mit Vorkommen von *Eptesicus nilssoni* im Anschluß an die Nachweise von HANDTKE (1964), HANDTKE & OHLENDORF (1975). Weitere Nordfledermausfunde auf dem Gebiet der DDR berichtet SCHÖBER (1971).

Abgesehen von wenigen Funden, die Wandertiere betreffen dürften, ist die Region zwischen der Ostsee und der Mittelgebirgsschwelle nach KRAUS & GAUCKLER (1965–1966) frei von Nordfledermäusen. JÄCKEL (1960) wies ein Tier in Memmingen nach. KLAWITTER (1977) fand ein subadultes Tier in Bayern. Im Bereich der Schwäbischen Alb konnten bei Winterquartierüberprüfungen einige wenige Daten gesammelt werden (NAGEL, FRANKE & WEIGOLD 1983/1984), VOGEL (1941) schreibt: „Da sie in Höhlen des Fränkischen Juras und von BÜHLER (1862) in Memmingen festgestellt wurde, darf sie auch bei uns (Baden) erwartet werden.“ Bisher lagen aus dem südbadischen Raum zur Nordfledermaus keine Daten vor. Ihr Vorkommen wird auch dort vermutet (GUTSCHERA 1979). Auch aus Nordbaden gab es bisher noch keinerlei Funddaten (BRAUN 1982).

Erst 1985 gelang durch Zufall der Fund einer männlichen Nordfledermaus in Bermersbach bei Gernsbach. Das Tier wurde ohne Anzeichen einer äußeren Verletzung in einem Hof matt auf dem Boden liegend aufgefunden. Es verstarb nach kurzer Zeit. Eine Rückstandsanalyse des frischtoten Tieres ergab einen auffällig hohen PCB-Wert. PCB ist das Kürzel für eine Gruppe chemischer Verbindungen, chlorierte Kohlenwasserstoffe, die vielfältig in Pestiziden Verwendung finden und die sich im Körper von Tier und Mensch anreichern können. Möglicherweise ist das in Bermersbach gefundene Tier an dem hohen PCB-Gehalt gestorben (vgl. BRAUN 1986). Die Tatsache, daß diese Nordfledermaus im Sommer gefunden wurde, läßt vermuten, daß es sich nicht um ein Wandertier handelt.

Die Abmessungen des Tieres waren: Kopf-Rumpf-Länge 54 mm, Unterarmlänge 38,2 mm, Gewicht 6,2 g (abgemagertes Tier), Geschlecht: männlich, Funddatum 29. 6. 1985, Fundort Bermersbach (Reg.-Bezirk Karls-

ruhe, Baden-Württemberg). Schädel und Balg verbleiben in den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe. Für die Nachbestimmung des Tieres möchte ich Herrn Dr. ALFRED NAGEL recht herzlich danken.

Es bleibt zu hoffen, daß weitere Funde, vor allem auch Nachweise von Weibchen, mehr Informationen über das Vorkommen und die Lebensweise dieser bei uns recht seltenen Fledermausart bringen.

Literatur

- BRAUN, M. (1982): Fledermausschutz-Programm Nordbaden. – Unveröff. Abschlußbericht, Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ.: 1–180; Karlsruhe.
- BRAUN, M. (1986): Rückstandsanalysen bei Fledermäusen. – (Im Druck.)
- GUTSCHERA, B. (1979): Bestandsaufnahme und Bestandsentwicklung der Fledermäuse im Reg.-Bezirk Freiburg. – Staatsexamensarbeit Univ. Freiburg.
- HANDTKE, K. (1964): Ein neuer Fund der Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii* (KEYSERLING & BLASIUS 1839) aus dem Harzgebiet. – Abh. Ber. Staatl. Mus. Tierk. Dresden, **26**: 299–301.
- HANDTKE, K. & OHLENDORF, B. (1975): Weitere Nachweise und ein merkwürdiger Winterschlafplatz der Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii* (KEYSERLING & BLASIUS) im Harz – Naturkd. Jber. Mus. Heineanum, **3**: 95–96; Halberstadt.
- JAECKEL, A. (1860): Die bayrischen Chiropteren. Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise und der geogr. Verbreitung der

deutschen Fledermäuse. – Abh. Zool. Min. Ver. Regensburg. KRAUS, M. & GAUCKLER, A. (1965–1966): Zwei wiederentdeckte bayerische Fledermausarten. – Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg I: 1–5.

ISSEL W. & MARSTALLER, M. (1977): Zur Verbreitung und Lebensweise der Fledermäuse in Bayern. – *Myotis*, **15**: 19–98; Bonn.

NAGEL, A., FRANK, H. & WEIGOLD, H. (1983/1984): Distribution of hibernating bats in Württemberg (South Germany): – *Myotis*, **21–22**: 116–121; Bonn.

OHLENDORF, B. (1980): Zur Verbreitung der Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii* (KEYSERLING & BLASIUS 1839) im Harz nebst Bemerkungen über Schutz, Überwinterungsverhalten und Vergleiche zu anderen Fledermausarten. – *Nyctalus* (N. F.), **1**: 253–262; Berlin.

VIERHAUS, H. (1983–1984): Verbreitungsmuster einiger Fledermausarten in Westfalen. – *Myotis*, **21–22**: 102–108; Bonn.

VIERHAUS, H. & FELDMANN, R. (1980): Ein sauerländischer Nachweis der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) aus dem Winter 1972/1973. – *Natur u. Heimat*, **40**: 97–99; Münster (Westf.).

SCHOBER, W. (1971): Zur Verbreitung der Fledermäuse in der DDR (1945–1970). – *Nyctalus*, **3**: 1–50; Berlin.

Autor

MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, c/o Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe 1.



Abbildung 1. Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*). Man erkennt diese Art an den goldfarbenen Haarspitzen auf dem Rücken; die Rückenhaare der Breitflügel-Fledermaus *Eptesicus serotinus* sind dagegen einheitlich braun gefärbt. – Foto: Dr. E. GRIMMBERGER.

Museum am Friedrichsplatz

MONIKA BRAUN

Fledermäuse als Überwinterungsgäste im Museum am Friedrichsplatz

Der Winter 1984/85 brachte im Süden Deutschlands vor allem für die Tierwelt außergewöhnlich harte Bedingungen. Lange Kälteperioden mit bis zu -25°C wechselten mit kürzeren, etwas wärmeren Phasen. Vermutlich lag in diesen besonderen klimatischen Verhältnissen auch die Ursache für die relativ zahlreichen Funde von lebenden und frischtoten Fledermäusen außerhalb der Überwinterungsquartiere.

So wurden im Zeitraum vom 1. 1. 1985–1. 4. 1985 insgesamt 28 Fledermäuse aufgefunden und bei der Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden im Museum am Friedrichsplatz Karlsruhe abgegeben. Davon waren 4 Tiere Totfunde und 24 Lebendfunde, von denen 11 am Leben erhalten und wieder ausgesetzt werden konnten. Mehrere Personen berichteten von weiteren Fledermausfunden, wobei die Tiere aber nicht zur Koordinationsstelle gelangten und deshalb nicht bestimmt werden konnten.

Von den 24 lebend abgegebenen Fledermäusen waren 4 Tiere so stark verletzt, daß sie nur noch wenige Tage im Museum überlebten. So mußte bei einer Zwergfleder-

dermaus aus Gernsbach, die in einem Neubau hängend aufgefunden wurde, festgestellt werden, daß das Tier nur noch Fußstummel hatte und beide Beine nicht mehr bewegen konnte. Wie sich das Tier in dem Neubau hängen konnte bzw. wie es überhaupt in diesem Zustand dorthin kam, ist unerklärlich. Eine andere Fledermaus, ein Langohr aus Zaisenhausen, wurde mit starken Verletzungen an den Flughäuten, Fingerknochen und den Ohren auf der Straße liegend gefunden und starb nach kurzer Zeit. Andere Fledermäuse kamen leider erst nach einigen Tagen Aufenthalt beim „Finder“ zur Koordinationsstelle, weil der „Finder“ „sein“ Tier nicht weggeben wollte und sich nicht gemeldet hatte. Mehrfach wurde mir berichtet, daß man versucht hatte, die aufgefundenen Fledermäuse mit Apfelstückchen und Hackfleisch zu ernähren, was die insektenfressenden Fledermäuse natürlich nicht annahmen.

Diese Beispiele mögen zeigen, wie wichtig die Aufklärung und Informierung der Bevölkerung speziell im Fledermausschutz immer noch ist. Auch nach Beendigung des Fledermausschutz-Programms Nordbaden (HÖHNE 1981) bleibt die Öffentlichkeitsarbeit genauso wie die Pflege verletzter oder ermattet aufgefundener Fledermäuse ein wichtiger Teil der Aufgaben im Fledermausschutz. Daß alle 22 einheimischen Fledermausarten auf der „Roten Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland – Rote Liste der Säugetiere“ (BLAB et al. 1977) stehen, sollte bekannt sein, desgleichen, daß in Deutschland alle Fledermausarten



Abbildung 1. Eine Langohrfledermaus im halbawachen Zustand. Die von Blutadern durchzogenen Ohren stellen sich im wachen Zustand hoch. – Alle Fotos R. BASLER.

Tabelle 1. Auflistung der Fledermäuse, die vom 1. 1.–1. 4. 1985 im Museum am Friedrichsplatz abgegeben wurden.

Nr.	Art	Fundort	Datum	Geschlecht	Gewicht (g)	UA (mm)	5. Fi. (mm)	†
1.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Karlsruhe	7. 1.	w	4,5	31,7	41,5	
2.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Karlsruhe	9. 1.	m	3,9	31,1	39,6	
3.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Heidelberg	11. 1.	w	5,3	31,1	40,4	
4.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Heidelberg	11. 1.	m	3,5	31,9	38,5	13. 1.
5.	Gr. Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Karlsruhe	12. 1.	w	25,0	51,7	–	
6.	Zweifarbfl. (<i>Vespertilio murinus</i>)	Mannheim	13. 1.	w	14,0	42,3	–	–
7.	Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>)	Zaberfeld	14. 1.	w	7,7	39,6	–	4. 2.
8.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Heidelberg	14. 1.	w	3,2	30,0	40,1	9. 3.
9.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Ettlingen	14. 1.	m	5,3	33,6	44,0	31. 1.
10.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Neibsheim	18. 1.	w	5,6	33,0	44,4	13. 2.
11.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Karlsruhe	22. 1.	w	4,9	32,3	40,5	
12.	Gr. Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Weingarten	22. 1.	m	18,0	51,7	–	
13.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Eschelbronn	23. 1.	m	4,1	30,9	39,0	12. 3.
14.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Karlsruhe	24. 1.	w	5,0	30,5	40,5	4. 2.
15.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Grötzingen	29. 1.†	m	–	34,1	44,9	
16.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Bruchsal	2. 2.	w	5,0	34,4	46,2	10. 3.
17.	Breitflügelflederm. (<i>Eptesicus serot.</i>)	Conweiler	7. 2.	m	15,5	49,4	–	
18.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Gernsbach	9. 2.	w	5,0	30,4	40,5	2. 3.
19.	Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>)	Zaisenhausen	9. 2.	m	5,0	39,1		16. 2.
20.	Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pip.</i>)	Heidelberg	15. 2.†	m	–	39,5	31,6	
21.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Karlsruhe	16. 2.	w	6,0	33,0	43,0	–
22.	Graues Langohr (<i>Plecotus austr.</i>)	Bühl/Balzh.	16. 2.	w	6,5	41,6	–	19. 2.
23.	Rauhhaufledermaus (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Mannheim	24. 2.	w	7,0	34,8	47,8	–
24.	Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>)	Horb	25. 2.	m	5,0	38,8	–	2. 3.
25.	Gr. Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Rastatt/lff.	8. 3.†	w	–	48,8	–	–
26.	Gr. Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Heidelb.-E.	12. 3.	w	20,0	52,0		16. 3.
27.	Rauhhauflederm. (<i>Pipistrellus nath.</i>)	Karlsruhe	18. 3.	m	6,5	33,8	46,0	–
28.	Gr. Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	Karlsruhe	20. 3.†	w	–	54,5		

Abkürzungen:

w = weiblich
m = männlich
† = tot aufgefunden

Gew. = Gewicht [g]

UA = Unterarmlänge [mm]

5. Fi. = Länge des 5. Fingers (zur Unterscheidung von Rauhhauf- und Zwergfledermäusen) [mm]

gesetzlich geschützt sind. Neben der Sicherung der Quartiere dieser fliegenden Säugetiere ist nun der Erhalt der Biotope als Lebensraum und Nahrungsgrundlage dringend notwendig. Auch die Pflege jeder einzelnen Fledermaus ist wichtig.

Die Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden führt solche Schutzmaßnahmen durch bzw. initiiert sie. Sie hat auch die Pflege von verletzten Fledermäusen übernommen. Daneben werden in der Koordinationsstelle auch Informationen über Fledermaus-Beob-

achtungen und Vorkommen aus dem gesamten Reg.-Bezirk Karlsruhe gesammelt und ausgewertet.

Durch die Pflegeaktion im Winter 1984/85 konnten insgesamt 7 Fledermausarten nachgewiesen werden: Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, SCHREBER, 1774), Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*, KEYSERLING & BLASIUS, 1839), Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*, SCHREBER, 1774), Graues Langohr (*Plecotus austriacus*, FISCHER, 1829), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*, LINNÉ, 1758), Breitflügelfledermaus (*Ep-*

tesicus serotinus, SCHREBER, 1774), Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*, LINNÉ, 1758). Damit gelang ein weiterer Nachweis von *Vespertilio murinus* (vgl. BRAUN 1985 a, b) und ein neuer Nachweis von *Eptesicus serotinus* (bisher nur 1 unveröffentlichter Nachweis aus Nordbaden im Jahr 1984).

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Fledermausfunde dem Funddatum nach aufgelistet:

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß es sich bei den aufgefundenen Fledermäusen um Arten handelt, die ihren Winterschlaf vorwiegend in Baumhöhlen, Mauerritzen oder relativ kalten Winterquartieren verbringen (vgl. BLAB 1980, GEBHARD 1982). Also weniger in frostsicheren Höhlen, die von äußeren Witterungsverhältnissen unabhängiger sind, als in wind- und wetterexponierten Mauerspalt und Holzstapeln. Vermutlich sind die Fledermäuse bei den anfangs erwähnten Klimaschwankungen in ihren Quartieren aufgewacht. Beim Wechsel der Quartiere haben sie wohl viel Energie verbraucht und sind deshalb dann meist ermattet im Schnee liegend aufgefunden worden.

Die Pflege, Ernährung und Haltung der Fledermäuse war nicht einfach. Die Tiere sollten in Ruhe ihren Winterschlaf fortsetzen können, sie sollten aber auch unter Kontrolle bleiben, damit sie bei Gewichtsverlust gefüttert werden konnten. Die Fledermäuse den ganzen Winter über wachzuhalten und durchzufüttern erschien nicht sinnvoll, da damit der Rhythmus der Winterschläfer durcheinander gebracht wird. Die Tiere wurden deshalb in einem entsprechenden Kellerraum des Museums aufbewahrt.

Zunächst wurde jede Fledermaus gewogen, vermessen, Art und Geschlecht bestimmt. War das Tier abgemagert, wurde es bei Zimmertemperatur gehalten und gefüttert, bis es ein entsprechendes Gewicht hatte. Fledermäuse mit Hautwunden wurden ebenso bei Zimmertemperatur gehalten. Die offenen Wunden wurden mit Desinfektionsmittel behandelt. Alle anderen Fledermäuse wurden in kleineren Gruppen nach Art und Fundort getrennt in sog. Insektenaufzuchtkästen, mit Fliegendraht bespannte Holzkästen, gehängt.

Problemlos konnten Raauhaut- und Zwergfledermäuse im selben Kasten untergebracht werden. Auch Fledermäuse der gleichen Art, aber verschiedener Herkunft, zeigten keinerlei Anzeichen von Unverträglichkeit. Sofern jedoch von äußeren Merkmalen her keine eindeutige Identifikation möglich war, wurden die Tiere nach Art und Fundort getrennt überwintert, um eine Verwechslung zu verhindern. Die Fledermäuse sollten später an ihrem Fundort wieder freigelassen werden.

Die Luftfeuchtigkeit im Kellerraum betrug 50–60 % und wurde mit feuchten Tüchern, die um die Kästen gehängt wurden, erhöht. Die Raumtemperatur änderte sich von 7° C zu Beginn der Haltung auf 15° C kurz vor der Freilassung der Tiere.

Ernährt wurden die Tiere mit Mehlkäfer-Larven (*Tenebrio molitor*), die wiederum mit Salat, Möhren, Brot und Weizenkleie gefüttert wurden. Vor dem Verfüttern wur-



Abbildung 2. Mehlwürmer werden von der Zweifarbfledermaus gerne gefressen.

den die Köpfe der Mehlwürmer wegen der harten Mundwerkzeuge der Larven abgetrennt. Vitamine und Mineralsalze wurden in Pulverform zugesetzt (vgl. DITTRICH 1958, DUNGER 1931, RACEY 1970, RAHN 1980, RUEMLER 1980).

Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist es nicht immer möglich, unterernährte und teils verletzte Fledermäuse den Winter über zu halten. Dies gilt insbesondere für ältere Tiere, die wegen der Gebißabnutzung die Mehlwürmer nicht selbständig fressen konnten.

Insgesamt ist zur Haltung der Fledermäuse folgendes zu bemerken: relativ einfach konnten die Abendsegler, die Zweifarbfledermaus und die Breitflügelfledermaus gehalten werden. Diese Tiere fielen im Keller des Museums sofort wieder in den Winterschlaf, der nur dann unterbrochen wurde, wenn die Tiere gelegentlich zur Kontrolle und zum Füttern gewogen bzw. gefüttert wurden. Schwieriger verhielt es sich mit den Raauhautfle-



Abbildung 3. Wassertropfen werden von den Zwergfledermäusen von der Pipette mit der Zunge abgeleckt.



Abbildung 4. Charakteristisch für die Zweifarbfledermaus ist ihre Fellfärbung. Die weißliche Unterseite grenzt sich gegen den Rücken mit den dunkelbraunen Haaren ab, die weiße Spitzen haben. Dadurch wirkt der Rücken silbrig.

dermäusen, die zwar selbständig die im Napf angebotenen toten Mehlwürmer fressen konnten, zur Wasseraufnahme und zum Wiegen aber wöchentlich geweckt wurden. Die meiste Zeit benötigte die Pflege der Zwergfledermäuse. Sie mußten 2–3mal in der Woche einzeln mit Mehlwürmern gefüttert werden, da die meisten Tiere nur das breiartige Innere der Mehlwürmer auflecken konnten. (Hier möchte ich Frau TAKÁCS, Frau WUNDERLE und meinem Mann für die bereitwillige Mithilfe bei der Pflege der Tiere herzlich danken.)

Leider nahmen einige der abgemagert aufgefundenen Fledermäuse trotz intensiver Fütterungsversuche nur wenig Nahrung zu sich und starben nach einigen Tagen. Vermutlich waren diese Tiere so stark abgemagert, daß sie die angebotene Nahrung nicht mehr zu sich nehmen konnten.

Insgesamt konnten 11 Fledermäuse gesund überwintert werden. Die Tiere wurden am 3. 4. und 4. 4. 1985 (kurz vor Ostern) nach 3–4monatiger Pflege im Museum bei warmem Wetter in der Nähe der jeweiligen Fundorte wieder freigelassen.

Literatur

- BLAB, J. et al (1977): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell, **1**: 1–67; Greven (Kilda).
- BLAB, J. (1980): Grundlagen für ein Fledermaus-Hilfsprogramm. – Themen der Zeit, H. 5: 1–74; Greven (Kilda).
- BRAUN, M. (1985a): Funde der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*, LINNAEUS 1758. Mammalia: Chiroptera) in Nordbaden. – Myotis (im Druck); Bonn.
- BRAUN, M. (1985b): Zur Fledermausfauna in Nordbaden. – Myotis (im Druck); Bonn.
- DITTRICH, L. (1958): Haltung und Aufzucht von *Nyctalus noctula*. – Z. f. Säugetierkunde, **23**: 100–107; Berlin, Hamburg.
- DUNKER, G. (1931): Gefangenschaftsbeobachtungen an *Myotis nattereri*, KUHL. – Der Zool. Garten, N. F. **4**: 17–27.
- GEBHARD, J. (1982): Unsere Fledermäuse. – Veröff. Naturhist.

Museum Basel, H. 10: 1–56; Basel.

HÖHNE, M. (1981): Zwischenbericht zum Fledermausschutzprogramm Nordbaden. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **53/54**: 245–273; Karlsruhe.

RACEY, P. (1970): The breeding, care and management of vespertilionid bats in the laboratory. – Laboratory Animals, **4**: 170–183.

RAHN, P. (1980): Einige Erfahrungen über die Haltung von Fledermäusen in Gefangenschaft. – Bongo, **4**: 63–72; Berlin.

RUEMPLER, G. (1980): Handaufzucht und Jugendentwicklung einer Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*). – Z. d. Kölner Zoos, **23**: 25–30; Köln.

Autor

Dipl.-Biol. MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

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., 37 Tab.; Karlsruhe 1981 DM 34,—
2. Vegetationskunde und Lichenologie. – 64 S., 17 Abb., 23 Tab.; Karlsruhe 1983 DM 28,—
3. Morphologie und Taxonomie von Insekten. – 104 S., 172 Abb., 3 Tab.; Karlsruhe 1983 DM 40,—
4. Fossilfundstelle Messel. – 171 S., 49 Abb., 17 Taf.; Karlsruhe 1985 DM 60,—

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.; Karlsruhe 1982 DM 43,—
Band 41: 152 S., 96 Abb., 24 Tab., 1 Taf.; Karlsruhe 1983 DM 48,—
Band 42: 148 S., 67 Abb., 24 Tab., 2 Taf.; Karlsruhe 1985 DM 48,—
Band 43: 132 S., 105 Abb., 15 Tab., 1 Farbtaf.; Karlsruhe 1985 DM 48,—

Beihefte

der Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland. Monografische Arbeiten, in unregelmäßiger Folge.

1. H. HÖLZEL: Die Neuropteren Vorderasiens, 4, Myrmeleonidae. – 103 S., 197 Abb.; Karlsruhe 1972 DM 30,—
2. G. FUCHS: Das Unterdevon am Ostrand der Eifeler Nordsüd-Zone. – 163 S., 18 Abb., 9 Taf., 2 Karten; Karlsruhe 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.; Karlsruhe 1979. DM 48,—
4. R. U. ROESLER & P. V. KÜPPERS: Die Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae) von Sumatra; Taxonomie Teil B, Ökologie und Geobiologie. – 282 S., 4 Abb., 42 Taf.; Karlsruhe 1981 DM 48,—

Führer zu Ausstellungen

1. Das Vivarium (L. BECK) – 3. Aufl., 46 S., 65 Abb., 8 Farbaufnahmen; Karlsruhe 1983 DM 3,—
3. Ursprung des Menschen (R. ANGST) – 3. Aufl., 56 S., 100 Abb.; Karlsruhe 1982 DM 3,—
4. Drachen (Sonderausstellung gemeinsam mit der Badischen Landesbibliothek und der Staatlichen Kunsthalle Karlsruhe) – 143 S., 120 Abb. (davon 11 farbige); Karlsruhe 1980 DM 5,—
5. Waldsterben (L. TRUNKÓ & B. GALL) – 47 S., 47 Abb.; Karlsruhe 1984 DM 2,50
6. Südbadische Fossilfunde (S. RIETSCHEL, L. TRUNKÓ & W. WEISSBRODT) – 46 S., 76 Abb.; Karlsruhe 1985 DM 7,50

Bestellungen erbeten 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 %.