

Die Tetrapoden-Lokalitäten des saarpfälzischen Rotliegenden (? Ober-Karbon–Unter-Perm; SW-Deutschland) und die Biostratigraphie der Rotliegend-Tetrapoden

JÜRGEN A. BOY

Kurzfassung: Die Tetrapoden des saarpfälzischen Rotliegenden sind mit wenigen Ausnahmen auf folgende, aquatisch-amphibisch lebende Amphibien-Familien beschränkt: Branchiosauridae, Micromelerpetontidae, Actinodontidae, Archegosauridae, Discosauriscidae. Deren Fundhorizonte werden in stratigraphischer Reihenfolge vorgestellt und nach palökologischen Gesichtspunkten gegliedert in:

- Lagerstätten großer Seen: Typ Odernheim, Typ Rehborn, Typ Heimkirchen, Typ Rockenhausen, Typ Lebach, Typ Humberg, Typ Jakobsweiler,
- Lagerstätten kleinerer Seen: Typ Ruthweiler, Typ Sobernheim,
- Lagerstätten des Delta-Topset-Bereiches: Typ St. Wendel.

Für das Saar-Nahe-Gebiet läßt sich folgende biostratigraphische Abfolge (von oben nach unten) aufstellen:

- *Sclerocephalus latirostris*-*Archegosaurus decheni*-Assoziation,
- *Leptorophus humbergensis*-*Apateon caducus*-Assoziation,
- *Apateon pedestris*-*Sclerocephalus haeuseri*-Assoziation,
- *Apateon pedestris*-*Sclerocephalus bavaricus*-Assoziation.

Mit Hilfe der Branchiosauridae ergibt sich für das mitteleuropäische Rotliegende folgende biostratigraphische Zonengliederung:

- Zone der *Apateon pusillus*-Gruppe,
- Zone der *Apateon caducus*-Gruppe,
- *Apateon pedestris*-Zone.

Eine Korrelation des Rotliegenden mit dem nordamerikanischen, tetrapodenführenden Permokarbon wird versucht.

Abstract: The tetrapods of the Saar-Pfalz Rotliegend are, with few exceptions, limited to the following aquatic-amphibious amphibian families: Branchiosauridae, Micromelerpetontidae, Actinodontidae, Archegosauridae, Discosauriscidae.

The fossiliferous horizons concerned are discussed in stratigraphic order and paleoecologically are classified into:

- large lake Fossilagerstätten such as Odernheim, Rehborn, Heimkirchen, Rockenhausen, Lebach, Humberg, Jakobsweiler,
- small lake Fossilagerstätten such as Ruthweiler, Sobernheim,
- delta topset Fossilagerstätten such as St. Wendel.

The following biostratigraphic sequence can be established for the Saar-Nahe region from youngest to oldest:

- *Sclerocephalus latirostris*-*Archegosaurus decheni* association,
- *Leptorophus humbergensis*-*Apateon caducus* association,
- *Apateon pedestris*-*Sclerocephalus haeuseri* association,
- *Apateon pedestris*-*Sclerocephalus bavaricus* association.

Based on Branchiosauridae, the following biostratigraphic zonation for the middle European Rotliegend is obtained:

- zone of *Apateon pusillus* group,
- zone of *Apateon caducus* group,
- *Apateon pedestris* zone.

A tentative biostratigraphic correlation of the Rotliegend with the North American tetrapod-bearing Permocarbiniferous is given.

Inhalt

1. Einleitung	32
2. Systematische Übersicht über die Tetrapoden	33
3. Bemerkungen zur stratigraphischen Gliederung des saarpfälzischen Rotliegenden	35
4. Überblick über die Tetrapoden-Lokalitäten	37
4.1. Altenglan- und Quirnbach-Schichten	37
4.2. Tiefere Lauterecken-Odernheim-Schichten	38
4.3. Höhere Lauterecken-Odernheim-Schichten	40
4.4. Nahe-Gruppe	47
5. Palökologie der Tetrapoden-Lagerstätten	49
6. Biostratigraphie der Rotliegend-Tetrapoden	55
Schriften	62

1. Einleitung

Die Entdeckung und Beschreibung paläozoischer Tetrapoden setzte erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts zögernd ein. Viele dieser ersten Fundstücke stammen aus dem Rotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes. Als ersten Fund meldete MEYER (1844) einen kleinen Branchiosaurier *Apateon pedestris* aus dem mittleren Unterrotliegenden von Münsterappel. Es folgten: Mitteilungen von GOLDFUSS (1847) über *Archegosaurus decheni* und *Sclerocephalus haeuseri*, Ergänzungen von JORDAN (1849) zu *Archegosaurus decheni* und über „*Archegosaurus*“ *latirostris* sowie die damals wegweisenden Monographien über *Archegosaurus* von BURMEISTER (1850) und MEYER (1857). Das gesamte Material stammte aus dem mittleren Unterrotliegenden, überwiegend aus der Lebach-Region und untergeordnet von Heimkirchen. Weitere neue Arten wurden in der Folgezeit nur sehr spärlich gemeldet: „*Weissia*“ *bavarica* aus dem tiefen Unterrotliegenden von Ohmbach (BRANCO 1887) und „*Branchiosaurus*“ *caducus* aus Heimkirchen (AMMON 1889). Erst mit der Entdeckung eines reichen Fossilvorkommens im mittleren Unterrotliegenden bei Odernheim wurde die Dokumentation etwas reichhaltiger (u. a. BULMAN & WHITTARD 1926), riß dann aber weitgehend ab.

Bis vor ungefähr zehn Jahren waren etwa 25 Lokalitäten, verteilt auf neun verschiedene Horizonte des Unterrotliegenden und einen des Oberrotliegenden, bekannt. Ab 1975 erfolgte im Rahmen zweier DFG-Projekte eine gezielte Suche nach weiteren Lokalitäten durch eine Arbeitsgruppe am Geowissenschaftlichen Institut der Universität Mainz. Deren Ergebnis ist:

Die Zahl der Lokalitäten ist auf etwa 75 angewachsen, es sind aber nur sehr wenige neue Tetrapodenarten zutage gekommen. Die zur Zeit bekannten Fundhorizonte werden im folgenden mit ihrem Fossilinhalt vorgestellt und kurz diskutiert. Damit soll die Basis geschaffen werden für eine erste biostratigraphische Auswertung der Tetrapoden.

Am Zustandekommen dieser Übersicht waren sehr viele Personen, die aus Platzgründen nicht alle genannt werden können, beteiligt: Studenten und Fachkollegen des Geowissenschaftlichen Instituts der Universität Mainz und des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz sowie Privatsammler und Kustoden deutscher und ausländischer Museen. Stellvertretend für diese Vielzahl möchte ich erwähnen: O. ATZBACH (Mainz), G. DREYER (†), J. FICHTER (Kassel), W. FICKEIS (ehemals Odernheim), B. GRAUMANN (Mehlingen), M. GÜNTHER (Mainz), J. HAGENBUCH (Wiesbaden), O. HAMPE (Mainz), C. HARTKOPF (Krefeld), U. HEIDTKE (Bad Dürkheim), K. KRÄTSCHMER (Odernheim), R. KRUPP (ehemals Mainz), V. LORENZ (Mainz), S. OPPERMANN (Mainz), G. REHKOPF (Saarbrücken), H. REMY (Bonn), S. RIETSCHEL (Karlsruhe), K. SCHUCHMANN (Mainz), K. SCHULTHEISS (Kusel), J. STAPELMANN (Mainz), A. und H. STAPF (Nierstein), K. STAPF (Mainz), P. WELLNHOFER (München), H. J. WILHELM (Mainz), M. WUTTKE (Darmstadt), schließlich Frau I. HOLLER, die das Manuskript schrieb, und R. LEINFELDER, der die Kurzfassung übersetzte. Ihnen allen danke ich sehr herzlich. Besonderer Dank gebührt der DFG für die großzügige Unterstützung im Rahmen der Projekte „Rotliegend-Tetrapoden“ und „Rotliegend-Biostratigraphie“.

2. Systematische Übersicht über die Tetrapoden

Bis auf wenige Ausnahmen stammen alle Tetrapodenreste von Amphibien und ganz überwiegend von den Temnospondyli. Mengenmäßig dominieren bei weitem die Branchiosauridae vor den Actinodontidae sowie den Micromelerpetontidae und Archegosauridae. Im einzelnen kennen wir:

Klasse: Amphibia

Ordnung: Temnospondyli

Überfamilie: Dissorophoidea

Familie: Branchiosauridae

Kleine, im Habitus molch- oder salamanderähnliche Arten mit deutlich larvalen Kennzeichen; eventuell permanente Wasserbewohner. Zur systematischen Revision dieser Familie s. BOY (1986b).

Apateon pedestris MEYER, 1844

syn.: *Branchiosaurus amblystomus*. – AMMON 1889, BULMAN & WHITTARD 1926, WHITTARD 1930, MALZ 1967.

Branchiosaurus credneri, partim. – WATSON 1963.

Branchiosaurus cf. *petrolei*. – BOY 1971, 1972, 1976, 1978.

Apateon caducus (AMMON, 1889)

syn.: *Branchiosaurus caducus*. – BOY 1972, 1976, 1978.

Leptorophus humbergensis (BOY, 1978)

syn.: *Branchiosaurus humbergensis*. – BOY 1978.

Familie: Micromelerpetontidae

Im Habitus den Branchiosauridae ähnlich, nur im Durchschnitt etwas großwüchsiger und mit geringeren larvalen Anpassungen.

Micromelerpeton credneri BULMAN & WHITTARD, 1926. – BULMAN & WHITTARD 1926, BULMAN 1928, MALZ 1967 u. 1970, BOY 1971, 1972, 1976.

syn.: *Pelosaurus laticeps*, partim. – BULMAN & WHITTARD 1926.

Branchiosaurus credneri, partim. – WATSON 1963.

Familie: incertae sedis

„*Tersomius*“ *graumanni* BOY, 1980

Diese Form gehört nicht zu *Tersomius* i. e. S. Für sie wird wahrscheinlich in Zukunft eine neue Gattung (vorgesehen ist: *Eimerosaurus*) errichtet werden. Sie ist dem *Micromelerpeton* ähnlich, lebte aber wohl amphibisch bis terrestrisch in der Uferregion der Seen.

Überfamilie: Eryopoidea

Familie: Actinodontidae

Im Habitus etwa krokodilartige, bis zu 1 m lange Formen. Ihre Larven und Jungtiere lebten rein aquatisch, die Erwachsenen wohl mehr oder weniger amphibisch. Zur systematischen Charakterisierung der Familie s. MILNER (1978).

Sclerocephalus bavaricus (BRANCO, 1887)

syn.: *Weissia bavarica*. – BRANCO 1887.

? *Macromerion gümbeli*. – AMMON 1889.

Sclerocephalus haeuseri GOLDFUSS, 1847. – GOLDFUSS 1847, AMMON 1889, BROILI 1929, BOY 1976.

syn.: *Pelosaurus laticeps*, partim. – BULMAN & WHITTARD 1926.

Leptorophus levis. – BULMAN 1928.

Branchiosaurus levis. – WATSON 1963.

Pelosaurus longiscutatus. – THEOBALD 1958.

Sclerocephalus sp. – BOY 1972.

Sclerocephalus latirostris (JORDAN, 1849)

syn.: *Archegosaurus latirostris*. – JORDAN 1849, BURMEISTER 1850, MEYER 1857.

Actinodon latirostris. – LYDEKKER 1890, BOY 1971b, 1976.

Familie: Archegosauridae

Im Habitus etwa gavialartige, bis zu 1 m lange Formen. Als Fischjäger lebten sie wohl mehr oder weniger aquatisch. Eine moderne Revision steht noch aus.

Archegosaurus decheni GOLDFUSS, 1847. – GOLDFUSS 1847, BURMEISTER 1850, MEYER 1857, JAEKEL 1896, HOFKER 1927, WHITTARD 1928, BOY 1976.

Überfamilie: incertae sedis

Familie: incertae sedis

„*Pelosaurus*“ *gümbeli* REIS, 1913

Der Holotypus ist verschollen. Außerdem existiert noch ein weiteres Stück. Solange kein zusätzliches Material vorliegt, kann das Taxon nicht definiert werden (BOY 1972, S. 78; 1976, Abb. 26b). Eventuell gehört es zu *Leptorophus* (S. 47).

Ordnung: Batrachosauria

Unterordnung: Anthracosauria

Infraordnung: Seymouriamorpha

Familie: Discosauriscidae

Sämtliche Vertreter dieser Familie sind im Habitus den Micromelerpetontidae ähnlich, durchschnittlich aber etwas größer.

gen. et sp. indet.

Bisher liegen erst wenige Reste dieser in anderen Rotliegend-Becken (Thüringer Wald, Döhlener Becken, Niederschlesisches Becken, Boskovicer Furche) gut dokumentierten Familie vor:

– Wenige Skelette einer auffallend kleinwüchsigen Art aus der Humberg-Bank des Unterrotliegenden.

– Wenige, disartikulierte Skelettreste einer größerwüchsigen Art aus dem Oberrotliegenden von Sobernheim.

Eine Bearbeitung ist für die nächsten Jahre vorgesehen.

Ordnung: ?Microsauria

Diese im Permokarbon sehr vielgestaltige Ordnung, die von CARROLL & GASKILL (1978) revidiert wurde, ist eventuell mit zwei sehr fraglichen Resten vertreten. Der eine, ein schlecht erhaltenes Skelett aus dem tiefen Unterrotliegenden (SCHRÖDER 1939) ist z. Zt. noch unbestimmbar. Der zweite, ein von KUHN (1959) als *Paramicrobrachis fritschi* KUHN aus den Lebacher Toneisenstein-Geoden beschriebener Schädel ist nicht mehr auffindbar. Da seine einzige Abbildung, eine grobe Zeichenskizze, sehr fragwürdig ist, wird dieses TAXON von CARROLL & GASKILL (1978) unberücksichtigt gelassen.

Klasse: Reptilia

Ordnung: Cotylosauria

Unterordnung: Captorhinomorpha

Familie: indet.

Batropetes sp. (s. BOY 1976)

Diese im Habitus einer kleinwüchsigen, schwerfälligen Eidechse ähnliche Form ist nur mit drei Skelettresten bekannt. Sie lebte wahrscheinlich verborgen in der Ufervegetation der Seen.

3. Bemerkungen zur stratigraphischen Gliederung des saarpfälzischen Rotliegenden

Lithostratigraphisch wird zwischen Unterrotliegendem und Oberrotliegendem unterschieden. Das überwiegend grau gefärbte Unterrotliegende besitzt die Masse der Tetrapoden-Lokalitäten, das überwiegend rotgefärbte Oberrotliegende dagegen nur sehr wenige. Das Unterrotliegende wurde ursprünglich sehr unterschiedlich gegliedert: Zum Beispiel in Kuseler und Lebacher Schichten oder in Kuseler, Lebacher und Tholeyer Schichten. FALKE (1954) schaffte schließlich die Synthese. Er unterschied drei, jeweils noch einmal dreigeteilte Gruppen: Kuseler Gruppe, Lebacher Gruppe und Tholeyer Gruppe. Später (ATZBACH & SCHWAB 1971) wurde die obere Tholeyer Gruppe dem Oberrotliegenden zugeschlagen, und die Untereinheiten der Gruppen wurden als Schichten mit teilweise schon länger gebräuchlichen Lokalnamen belegt, z. B. anstelle Untere Kuseler Gruppe = Remigiusberger und Altenglaner Schichten, anstelle Obere Kuseler Gruppe = Lautereckener Schichten.

Schließlich stellten BOY & FICHTER (1982) diese Gruppengliederung in Frage. Basierend auf modernen, lithostratigraphischen Kriterien unterteilten sie das Unterrotliegende ausschließlich in Schichten (im Range von Formationen der stratigraphischen Nomenklatur). Dabei vereinigten sie die Lauterecken-, Jeckenbach- und Odernheim-Schichten, d. h. Obere Kuseler-Gruppe bis Mittlere Lebach-Gruppe älterer Nomenklatur, zu einer provisorischen Großeinheit den Lauterecken-Odernheim-Schichten. Diese wiederum untergliederten sie mit Hilfe verschiedener Bänke in zehn informale, lithostratigraphische Untereinheiten L-O1 bis L-O10. Für die Zusammenfassung der Schichten zu Gruppen boten sie verschiedene Modelle an, bevorzugten sie aber die Regelung, sämtliche Schichten des Unterrotliegenden zu einer Gruppe (Vorschlag: Glan-Gruppe) zu vereinigen. Im folgenden wird dieses Gliederungs-schema übernommen (Abb. 1).

Die Lithostratigraphie des Oberrotliegenden ist problematischer als die des Unterrotliegenden, weil sich hier die Fazies in weit stärkerem Maße lateral ändert. FALKE vertrat ursprünglich eine Dreigliederung in Grenzlager-Gruppe, Waderner Gruppe und Kreuznacher Gruppe. Später (ab 1974) favorisierte er die heute allgemein akzeptierte Regelung, das gesamte Oberrotliegende als Nahe-Gruppe zusammenzufassen und innerhalb der Nahe-Gruppe einzelne Schichten als Fazieskörper auszuhalten. Für die mittlere und obere Nahe-Gruppe werden zur Zeit die sich lateral teilweise vertretenden Einheiten Wadern-Schichten, Sponheim-Schichten, Kreuznach-Schichten und Standenbühl-Schichten benutzt. Einige von ihnen sind bereits gut, andere nur schlecht definiert. Für die untere Nahe-Gruppe existiert

Lithostratigraphie			Tetrapoden - Lokalitäten		
Gruppe/ group	Schichten / formation	informale Unter- teilung			
Nahe - Gruppe		N 8	Nierstein 1		
		N 7			
		N 6	Sobernheim 1		
		N 5			
		N 4			
		N 3	Jakobsweiler - Bank		
		N 2			
		N 1			
		Glan - Gruppe	Thal-Gr.	T	
				Ob	
Lebach - Gr.	D 2				
	D 1				
	L-O 10		Humberg - Bank, Lebach - Toneisensteinlager, Heimkirchen 1 Kappeln 1, Ruthweiler 1 & 2, Odernheim 9 Odernheim - Bank, ?Albessen 2, Callbach 1 & 2, Rehborn 1 Callbach 4, Jeckenbach 4, Kappeln 4, Desloch 1 Jeckenbach - Bank, Raumbach 1		
	L-O 9				
	L-O 8				
	L-O 7				
	L-O 6				
	L-O 5				
	bis		L-O 4	Callbach 6, Meisenheim 2, ?Ulmet 1	
	Lauterecken - Sch.		L-O 3		
			L-O 2		
	L-O 1	Rothselberg 1			
Kusel - Gruppe	Quirnbach - Sch.	Q 2	Quirnbach 1		
		Q 1	St.Wendel 1, Urexweiler 1		
	Wahnwegen - Sch.	W			
	Altenglan - Sch.	A	Altenglan 1, Reckweilerhof 1, Ohmbach 1, ?Werschweiler 1		
	Remigiusberg - S.	R			

Abb. 1: Lithostratigraphische Gliederung des saarpfälzischen Rotliegenden (abgeändert nach Boy & FICHTER 1982) und Position der Tetrapoden-Lokalitäten; die Lokalitäten mit unsicherer stratigraphischer Einstufung (z. B. St. Wendel S2, Rockenhausen S1 u. a.) sind nicht eingetragen.

noch keine verbindliche Regelung. BOY & FICHTER (1982) benutzten provisorisch den alten Begriff „Sötern“-Schichten. Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist es besser, stattdessen einen informalen Begriff – nach Übereinkunft innerhalb des Geowissenschaftlichen Instituts Mainz: „Vulkanit-Sediment-Wechselfolge“ – zu verwenden. Dieser Regelung wird hier gefolgt. Detailliertere lithostratigraphische Korrelationen sind bisher nur in der unteren Hälfte der Nahe-Gruppe, in der auch die wenigen Tetrapoden-Lokalitäten liegen, möglich (HANEKE et al. 1979). Darauf basierend haben BOY & FICHTER diesen Abschnitt in die informalen, lithostratigraphischen Unter-Einheiten N1 bis N4 unterteilt.

Eine biostratigraphische Korrelation des saarpfälzischen Rotliegenden mit dem anderer Gebiete ist nun in beschränktem Umfang möglich (BOY & FICHTER 1982, 1987), ist aber noch sehr verbesserungsbedürftig. Für eine chronostratigraphische Gliederung existieren die leider in der Vergangenheit häufig falsch interpretierten Stufen Stephanium (für den traditionell dem Karbon zugerechneten Anteil der kontinentalen Abfolge), Autunium (für den unteren Abschnitt des Rotliegenden) und Saxonium (für den oberen Abschnitt des Rotliegenden unterhalb des Zechsteins). Alle drei Stufen sind noch verbindlich zu definieren. Ich benutze hier die Stufen in provisorischer Form mit folgenden informalen Grenzen: „Stephanium C“/ „Autunium“: Gegeben durch die Einwanderung der Pflanze *Callipteris conferta* in die Ablagerungsbecken (= Stephanium C/D mancher französischer Autoren). „Autunium“/ „Saxonium“: Verhältnismäßig gut zu ziehen mit dem ersten Erscheinen der Tetrapodenfährte *Varanopus microdactylus* (s. BOY & FICHTER 1987).

4. Überblick über die Tetrapoden-Lokalitäten

Im folgenden werden die Tetrapoden-Vorkommen nach ihrer stratigraphischen Verbreitung gegliedert und vorgestellt. Lithologie und Begleitfauna wie -flora werden nur summarisch erfaßt.

4.1. Altenglan- und Quirnbach-Schichten

Dieser stratigraphische Abschnitt ist noch sehr arm an Tetrapoden. Das gilt insbesondere für die Altenglan-Schichten, aus denen wir lediglich vier Einzelreste, aus vier verschiedenen Lokalitäten stammend, kennen.

Von Ohmbach S1, einem längst verfallenen Kalksteinabbau, kommt der einzige bekannte Rest des *Sclerocephalus bavaricus*, der prächtig erhaltene Schädel eines ausgewachsenen Exemplares (BRANCO 1887; AMMON 1889, S. 92). Er liegt auf einer Kalksteinplatte, die der Hauptkalkbank entstammen dürfte.

Sehr fraglich ist der Fundhorizont eines unbestimmten (?) Microsaurier-Skelettes, das von SCHRÖDER (1939, S. 812 ff.) beschrieben wurde. Es wurde in der Umgebung von Werschweiler, wahrscheinlich in den Altenglan-Schichten, gefunden.

Schließlich kennen wir noch zwei kleine *Apateon pedestris*-Skelette, das eine von Altenglan S1, das andere von Reckweilerhof S1. Beide Skelette liegen in einem dunklen, bituminösen, carbonathaltigen Tonstein in der Hauptkalkbank. In einzelnen Lagen dieses wenige dm dicken Horizontes sind Synaerese-Risse und in einem Fall (Altenglan S1) auch unbestimmte Lebensspuren zu beobachten. Die Begleitfauna besteht aus selten kompletten Paläonisciden (Rhabdolepiden) und wenigen Xenacanthiden-Zähnen.

Die Quirnbach-Schichten enthalten nicht mehr Lokalitäten als die Altenglan-Schichten, jedoch sind sie fossilreicher.

In zwei Fällen (Quirnbach S1, Urexweiler S1) sind wieder nur wenige, kleine Skelette des *Apateon pedestris* überliefert. Sie stammen aus ± laminierten, z. B. carbonathaltigen Tonsteinen und werden begleitet von kompletten Paläonisciden (Paramblypteriden) und sehr seltenen Xenacanthiden-Zähnen.

Eine Ausnahme stellt die Lokalität St. Wendel S 1 dar, die heute nicht mehr zugänglich ist. In ihr waren aufgeschlossen (Abb. 2):

- Eine fluviatil-deltaische Abfolge, bestehend aus Siltsteinen und geringmächtigen Mittelsandsteinen, die mit einer 2,5 m mächtigen Grobsandsteinbank endet. Von der Basis einer der dünnen Sandsteinlagen sind Tetrapodenfährten (*Saurichnites*, *Ichniotherium*) bekannt. Aus den Kolkausfüllungen (scour-and-fill structures) einer anderen Sandsteinlage (= St. Wendel S 1 a) stammen zwei Tetrapodenreste: Das Ilium eines sehr großen (?) *Sclerocephalus* und das Schädelfragment eines noch unbestimmten Reptils. Im Top der hangenden Sandsteinbank kommen außerdem unbestimmbare Knochenfragmente, teilweise zusammen mit Carbonatgeröllen, vor.
- Eine lakustrische Abfolge, die im scharfen Wechsel dem Sandstein direkt aufliegt, und die aus einem basalen Stromatolithen-Rasen und einem dunklen, bituminösen Tonsteinpaket mit rötlichen Carbonatlagen besteht. Fossilführend ist das Carbonat. Es enthält neben zahlreichen kompletten Paramblypteriden wenige Exemplare des *Apateon pedestris* sowie sehr wenige Skelette des *Sclerocephalus haeuseri*. Letzterer wurde bereits von BROILI (1926) mit einem halberwachsenen Individuum gemeldet.

4.2. Tiefere Lauterecken-Odernheim-Schichten

Der untere Teil der Lauterecken-Odernheim-Schichten (sensu BOY & FICHTER 1982) enthält gegenüber dem fossilreichen oberen Abschnitt nur wenige, kleine Tetrapoden-Lokalitäten, in denen die Tetrapoden meist eine untergeordnete Rolle spielen.

Aus dem lithostratigraphischen Bereich L-O 1 stammt das Vorkommen Rothselberg S 1. Es führt in einer dünnen, bituminösen Tonsteinlage (sog. „Papierschiefer“) neben kompletten, kleinwüchsigen Paramblypteriden ebenfalls auffallend kleinwüchsige Skelette des *Apateon pedestris*. Nach oben geht der „Papierschiefer“ in bitumenarmen, feinlaminierten Tonstein mit sehr fragmentären Pflanzenresten (Walchien, *Odontopteris*) über.

Die Lokalität Meisenheim S 2 liegt in dem lithostratigraphischen Abschnitt L-O 3. Sie zeigt folgenden Aufbau: Über einem laminierten Tonstein mit Pflanzenresten (Calamiten, Pecopteriden; extrem selten: *Sphenophyllum*) folgt ein carbonathaltiger „Papierschiefer“ mit kompletten Paramblypteriden, \pm disartikulierten *Acanthodes*-Resten und wenigen Xenacanthiden-Zähnen. Selten sind darin komplette Skelette des *Apateon pedestris*.

Ebenfalls aus dem Abschnitt L-O 3 stammen zwei weitere Lokalitäten (Ulmet S 1, Callbach S 6), die jeweils nur einen teilarthikulierten Skelettrest (Becken und Hinterextremitäten) wahrscheinlich eines großwüchsigen Branchiosauriers (? *Leptorophus*) geliefert haben. In beiden Fällen besteht das konservierende Gestein aus einem schlecht geschichteten, tonigen Siltstein. Außerdem kommen selten teilarthulierte bis \pm artikuliertete Fischreste (Paramblypteriden, *Acanthodes*) vor.

Von sehr unsicherer stratigraphischer Stellung ist die Lokalität St. Wendel S 2. Sie könnte die laterale Fortsetzung der Lokalität St. Wendel S 1 bilden und damit in die Quirnbach-Schichten gehören, oder sie könnte, wie im Schrifttum meist angenommen, merklich jünger sein, d. h. dem Bereich L-O 1 bis L-O 4 angehören. Wie bei St. Wendel S 1 folgt direkt über einem dickbankigen Sandstein ein Paket dunkler, teils carbonathaltiger „Papierschiefer“, denen jedoch Carbonatbänke fehlen. Diese sind reich an kompletten Paramblypteriden und enthalten seltener *Apateon pedestris* sowie sehr selten *Sclerocephalus haeuseri*. Die Tetrapoden wurden von THÉOBALD (1958) als *Branchiosaurus amblystomus*, *Pelosaurus longiscutatus* und *Sclerocephalus* sp. beschrieben. Der „Papierschiefer“ geht nach oben in helleren, bitumenarmen Tonstein, der vereinzelt Pflanzenreste (Pecopteriden, Walchien, Samen) führt, über.

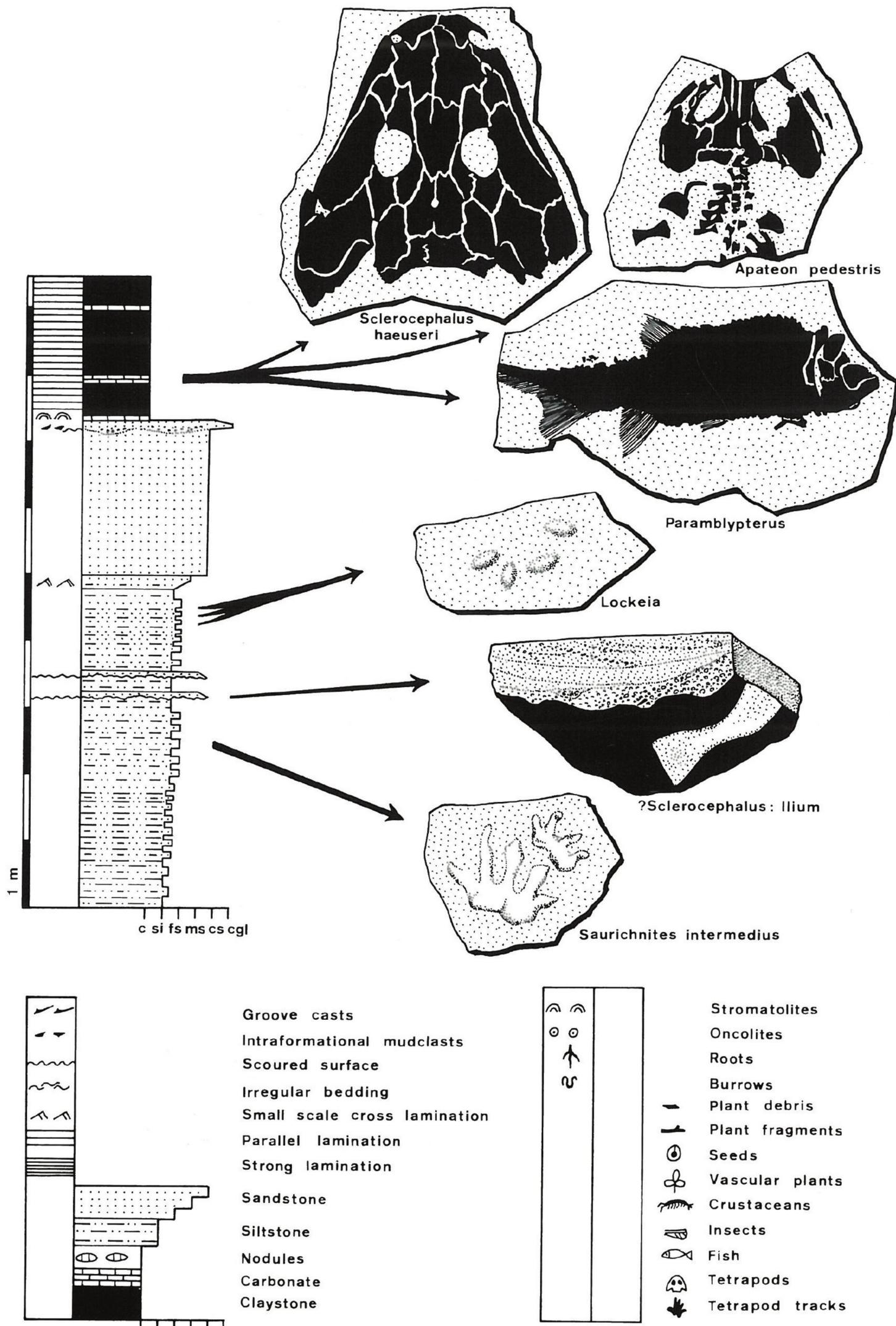


Abb. 2: Stark schematisiertes lithologisches Profil und Fossilführung der Lokalität St. Wendel S1.

4.3. Höhere Lauterecken-Odernheim-Schichten

- Die lithostratigraphischen Untereinheiten L-O 6 bis L-O10 enthalten bei weitem die meisten und die bekanntesten Tetrapoden-Lagerstätten des saarpfälzischen Rotliegenden. Diese werden im folgenden nicht nach ihrer stratigraphischen Abfolge, sondern nach ihrer lateralen Ausdehnung und ihrer Fossilführung gruppiert. Ich beginne mit den verschiedenen kleinen Vorkommen und gehe dann über zu den weit durchhaltenden Fossilhorizonten.

Zuerst zu einigen, den bisher behandelten Lokalitäten ähnlichen Fundstellen. Bei Raumbach S1 (L-O 6) liegt im Top eines fossilarmen Schwarzschiefer-Paketes eine dünne, papierschieferartige Tonsteinlage mit vereinzelt *Acanthodes*-Stacheln und wenigen Skeletten des *Apateon pedestris*. Bei Rehborn S1 (L-O 8) existieren innerhalb einer Tonsteinabfolge mehrere Fossilniveaus. Zuunterst befinden sich dünne Carbonatbänke mit wenigen gut erhaltenen Pflanzenresten (Walchien, *Odontopteris*, selten Calamiten). In dem darauffolgenden, feinlaminierten Tonstein gibt es einzelne Lagen mit seltenen Fischresten (komplette Paramblypteriden, Xenacanthiden-Zähne), eine Lage mit auffallend kleinen Skeletten des *Apateon pedestris* und eine andere Lage mit ungewöhnlich großen Individuen des *Apateon pedestris*. Die Lokalität Desloch S1 (L-O 7) besitzt zwei Fossilhorizonte: einen schwarzen, kontaktmetamorph beeinflussten Tonstein mit kompletten, kleinwüchsigen Paramblypteriden und einzelnen *Apateon pedestris*-Skeletten und einen helleren, bitumenarmen Tonstein mit schlecht erhaltenen Skeletten des *Leptorophus humbergensis* und vielen sehr kleinen Larven (wohl auch des *Leptorophus humbergensis*).

Der letzte Horizont leitet über zur nächsten Gruppe von Lokalitäten, die durch mittelgraue, bitumenarme, z. T. feinlaminierte Tonsteine und das Fehlen von Fischen gekennzeichnet sind. Bei den Lokalitäten Kappeln S4 (L-O 7) und Ruthweiler S1 (L-O 9) sind nur sehr kleine Branchiosaurier-Larven nachgewiesen. Bei Kappeln S4 folgt darüber noch ein Niveau mit fragmentären Pflanzenresten (*Schizopteris*, *Weissites*, Walchien, Samen). Bei den Lokalitäten Odernheim S9 (L-O 9) sowie Callbach S1 und S2 (L-O 8) werden die kleinen Larven begleitet von meist schlecht erhaltenen (teilartikulierten) Skeletten des *Leptorophus humbergensis*. Bei Callbach S2 kommen zusammen mit den Tetrapoden auch fragmentäre Pflanzenreste (Walchien, *Weissites*, Samen) vor. Die Lokalität Albessen S2 (L-O ?8) enthält nur juvenile *Apateon pedestris*-Skelette, die von Boy (1974) zur Rekonstruktion der ontogenetischen Verknöcherungsabfolge benutzt wurden.

Am fossilreichsten sind die Lokalitäten Jeckenbach S4 (L-O 7, Abb. 3) und Ruthweiler S2 (L-O 9). Ihr Gestein zeigt teilweise Rhythmit-Charakter, nämlich eine feine Wechsellagerung toniger und stärker silthaltiger Laminae. Überliefert sind *Leptorophus humbergensis* und *Apateon caducus*, selten *Apateon pedestris*. Bei Ruthweiler S2 kommt noch ein larvaler (?) *Sclerocephalus* hinzu. Nicht selten, meist aber aus anderen Lagen stammend, sind gut erhaltene Pflanzenreste: Calamiten, Pecopteriden, *Weissites* oder *Dicksonites*, Walchien, Samen; dazu bei Ruthweiler S2 noch *Odontopteris* und *Sphenophyllum*.

Die lateral weit aushaltenden Fossilhorizonte sind sehr unterschiedlich aufgebaut, die ich in ihrer stratigraphischen Reihenfolge abhandele. Noch wenig erforscht ist ein Niveau, das sich in der Pfälzer Mulde im Raum Mannweiler-Rockenhausen nachweisen läßt, und das wegen seiner reichen Fossilführung von Privatsammlern intensiv ausgebeutet wurde. Wichtigste Lokalitäten sind Morsbacher Hof S1, Hofer Hof V1 und Rockenhausen S2. Bisher ist noch nicht geklärt, ob es sich überall um denselben Horizont handelt. Auch ist die lithostratigraphische Position noch nicht gesichert (möglicherweise Bereich L-O 6). Das fossilführende Gestein ist ein kontaktmetamorph veränderter Tonstein. Am häufigsten sind mehr oder weniger komplette Fische: Rhabdolepiden, Acanthodier und Xenacanthiden, extrem selten auch Lungenfische und Crossopterygier (HEIDTKE, mündl. Mitt. 1985). Hinzu kommt der kleine Krebs *Uronectes*, lokal Conchostraken und äußerst selten eingeschwemmte

Insektenreste. An Tetrapoden wurden nur sehr wenige, winzige Skelette des *Apateon pedestris* gefunden.

Inzwischen ist eine weitere Lokalität in ähnlicher Fazies bei Niederkirchen entdeckt worden. Konkrete Daten liegen allerdings noch nicht vor. Neben den Fischen (*Acanthodes*, Xenacanthiden, Aeduelliden) sind dort die Tetrapoden häufiger. Bisher kamen zutage: *Apateon*

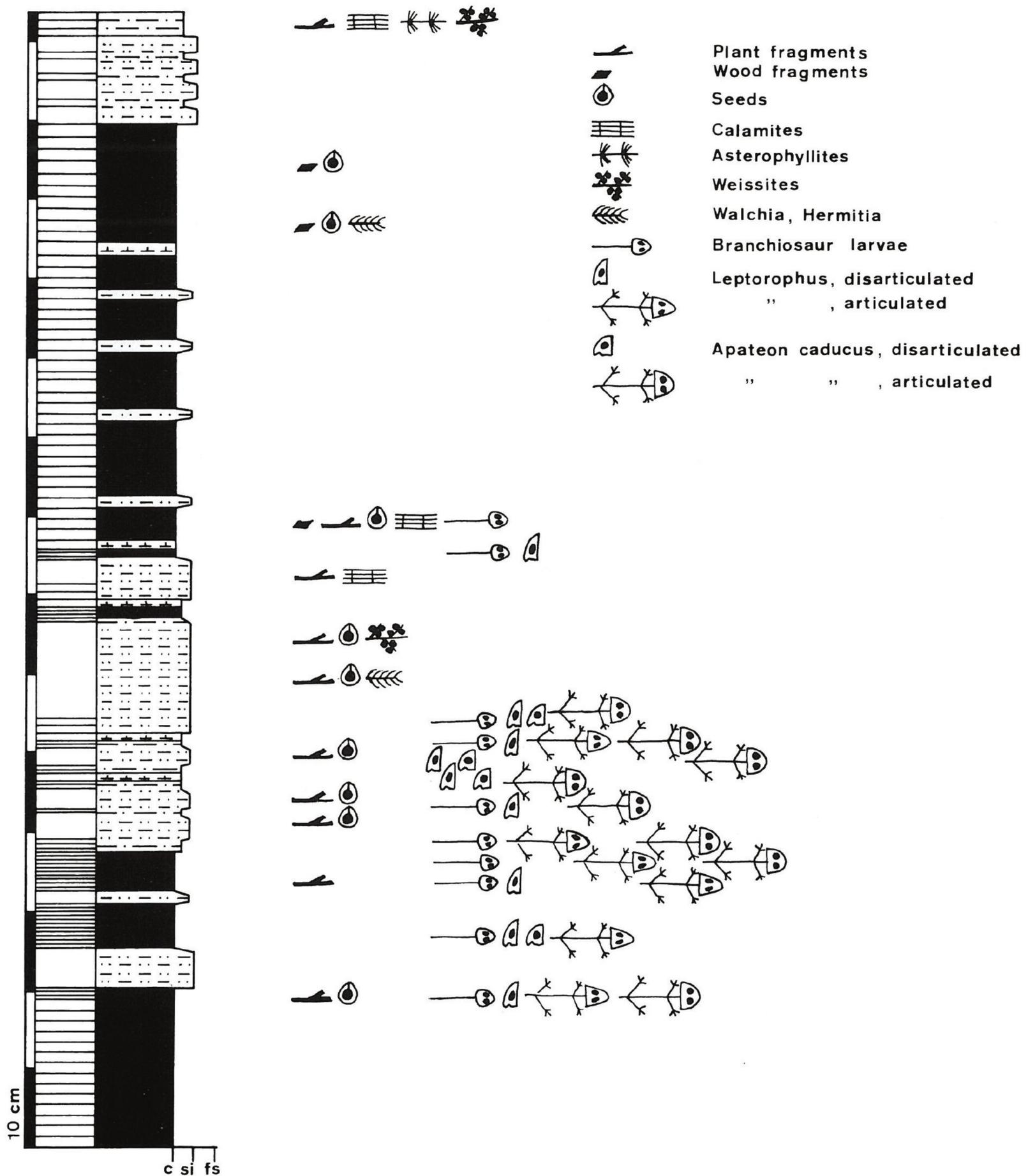


Abb. 3: Lithologisches Profil und Fossilführung der Lokalität Jeckenbach S4. Legende s. Abb. 2.

pedestris und *Leptorophus humbergensis*, wenige ungewöhnlich großwüchsige Individuen des *Micromelerpeton* sowie ein *Sclerocephalus*-Skelett.

Der tiefste, gut einzustufende Tetrapoden-Horizont ist die Jeckenbach-Bank (L-O6), die am besten in den Lokalitäten Jeckenbach S1 und S2 aufgeschlossen ist. In Jeckenbach S1 haben wir ein 5,3 m mächtiges Profil mit fünf verschiedenen Fossilniveaus ergraben (Abb. 4). Der unterste Profilabschnitt entstammt einer Delta-Topset-Fazies. Er enthält innerhalb einer dünnbankigen Wechselfolge aus Siltsteinen und kleinrippelgeschichteten Feinsandsteinen mehrere, dicht übereinanderliegende Schichtflächen mit Tetrapodenfährten (*Saurichnites*, *Hyloidichnus*, *Jacobiichnus*, *Gilmoreichnus*). Wenig höher folgt eine Siltsteinlage mit Massenansammlungen kaum transportierter Calamitenreste (vom Typ *Annularia spicata*). Dann folgt der rasche Übergang zu einer typischen See-Fazies, bestehend aus dunklen, teils bituminösen Tonsteinen. Darin liegen drei weitere Fossilniveaus.

Das untere Niveau ist 50 cm mächtig und umfaßt eine Carbonatbank sowie mehrere Lagen mit Carbonatkonkretionen. Dieses Niveau entspricht der Jeckenbach-Bank im engeren Sinne. Die Fossilien sind recht gleichmäßig verteilt. Es dominieren komplette Paramblypteriden; selten ist der Krebs *Uronectes*, sehr selten sind komplette Individuen einer Eintagsfliege (*Misthodotes*). Von den Tetrapoden ist *Apateon pedestris* verhältnismäßig häufig, *Sclerocephalus haeuseri* (z. T. mit großen, ausgewachsenen Individuen) relativ selten. Die Erhaltung der Tetrapoden ist teilweise sehr gut (speziell in den Konkretionen).

Das mittlere Fossilniveau der See-Fazies besteht aus einem warvenähnlichen Rhythmit, der relativ gut erhaltene Skelette des *Leptorophus humbergensis* führt. Nur mit einem Schädelrest ist auch *Apateon caducus* belegt. Von hier beschrieb BOY (1978, S. 49 ff.) das Typusmaterial des *Leptorophus humbergensis*. Zusammen mit den Tetrapoden kommen kleinere und größere Pflanzenbruchstücke vor: *Schizopteris*, Calamiten, *Sphenophyllum*, *Dicksonites*, *Weissites*, *Odontopteris*, Walchien, Samen). Das obere Fossilniveau, eine dünne Carbonatbank, enthält nur noch Pflanzen, nämlich sehr fragmentäre Walchien, die wahrscheinlich aus einem näher rückenden Delta eingeschwemmt wurden.

Lediglich die karbonatführende Jeckenbach-Bank i.e.S. hält lateral durch. Mit gleicher Fazies und Fauna wurde sie noch in den Lokalitäten Kappeln S2 und S5 sowie Grumbach S1 nachgewiesen. Von Kappeln S2 („Windhof“, heute nicht mehr auffindbar) beschrieb AMMON (1889, S. 41 ff.) *Apateon pedestris* und den Skelettrest eines großen *Sclerocephalus haeuseri*.

Zu den klassischen Fossilhorizonten gehört die Odernheim-Bank (L-O8), die sich über einen großen Teil des Saar-Nahe-Beckens verfolgen läßt. Am besten untersucht ist sie im Raum Odernheim (Odernheim S1 bis S7, Abb. 5), von wo auch das von BULMAN & WHITTARD (1926), BULMAN (1928) sowie WHITTARD (1930) beschriebene Material stammt. Dort besteht sie aus feinlaminiertem, bitumenhaltigem, \pm carbonatischem Tonstein und zwei oder drei ähnlich ausgebildeten Dolomitbänken. Die Fossilien kommen im Dolomit wie im Tonstein vor. Es dominiert *Apateon pedestris*; seltener ist *Micromelerpeton credneri*, noch seltener *Sclerocephalus haeuseri* (in der Regel nur mit larvalen bis halberwachsenen Individuen). Als Rarität wurden noch drei Skelette des kleinen, landlebenden Reptils *Batropetes* sp. gefunden. Die Fische, nur mit einem Paramblypteriden belegt, treten an Häufigkeit deutlich hinter den Branchiosauriern zurück. Die Erhaltung ist sehr gut. Bei den Tetrapoden sind oft auch Hautschatten überliefert. Zu den Seltenheiten gehören weiterhin erstaunlich vollständig erhaltene Pflanzenreste. Aufgrund der sehr umfangreichen Aufsammlungen läßt sich beobachten, daß die Florenzusammensetzung lokal schwankt. So herrschen in den Lokalitäten Odernheim S7 und S2 die hygrophilen Elemente (Calamiten, *Weissites*, *Dicksonites*, selten *Odontopteris*), bei der Lokalität Odernheim S3 dagegen die eher mesophilen Elemente (Walchien, *Callipteris*) vor.

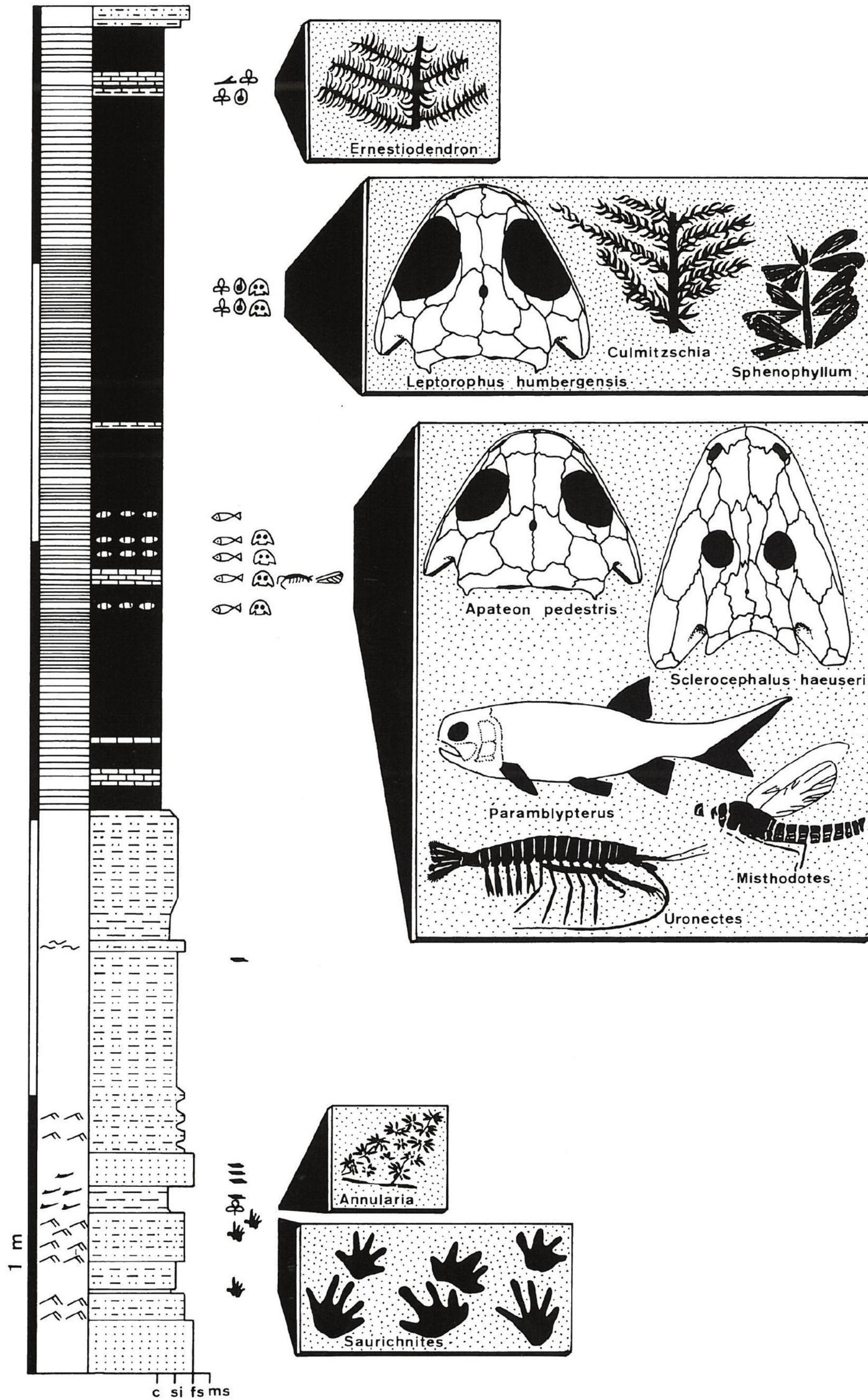


Abb. 4: Lithologisches Profil und Fossilführung der Lokalität Jeckenbach S1. Legende s. Abb. 2.

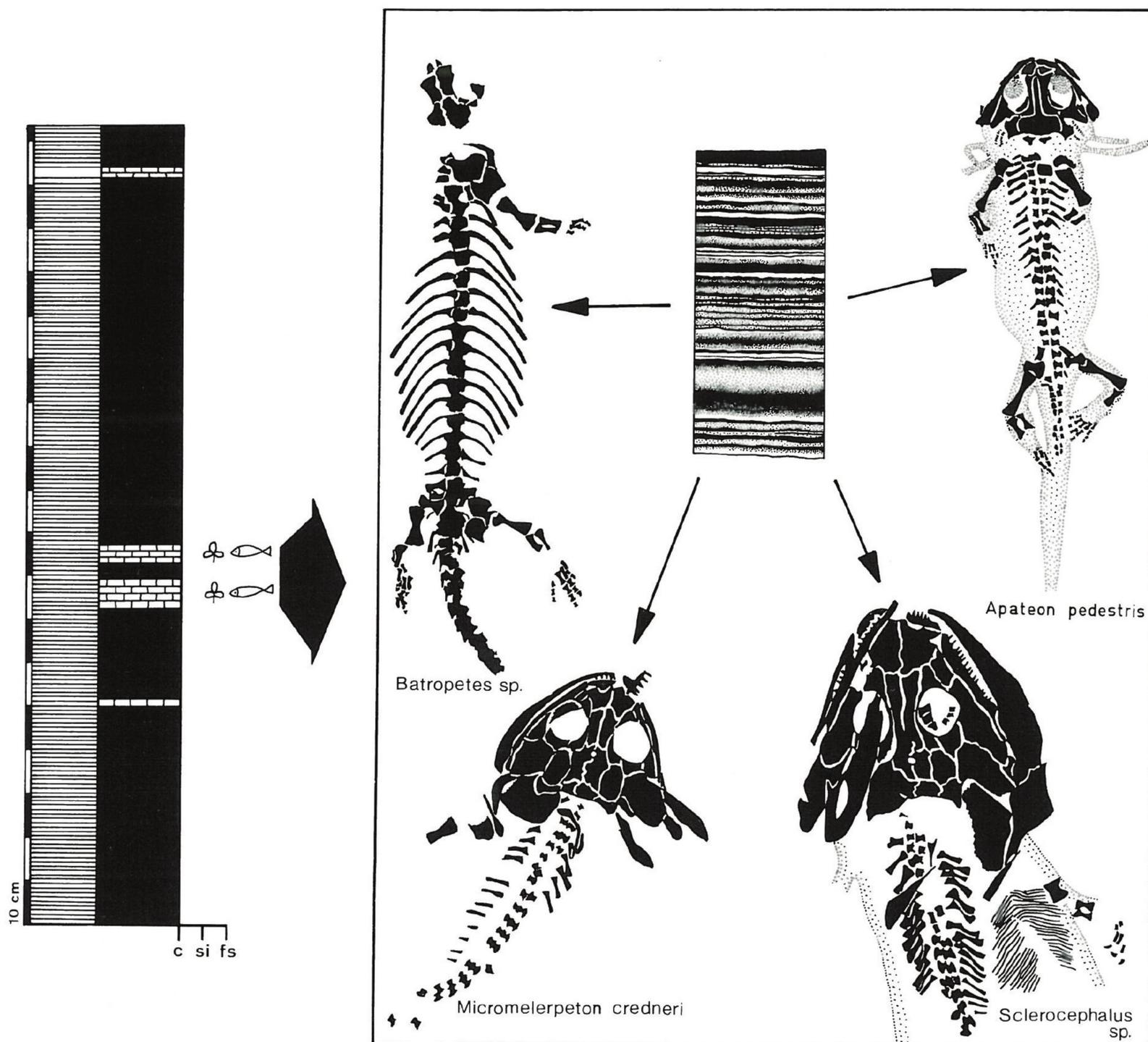


Abb. 5: Lithologisches Profil und Fossilführung der Odernheim-Bank in der Lokalität Odernheim S1. Legende s. Abb. 2.

Verfolgt man die Odernheim-Bank innerhalb der beckenzentralen Fazies der Nahe-Mulde nach SW über Rehborn S3, Abtweiler S1, Jeckenbach S3, Grumbach S2, Kirrweilér S3 bis Albessen S1, so stellt man fest: Der Horizont verliert zuerst die typischen Carbonatbänke. Später läßt auch die ausgeprägte Feinlaminierung etwas nach. Der Fossilgehalt, soweit er die \pm autochthonen Elemente (Fische, Tetrapoden) betrifft, bleibt dagegen unverändert; nur werden die Fossilien insgesamt seltener. Ab Jeckenbach verschwinden aber völlig die allochthonen Elemente (Pflanzen).

Ähnlich verändert sich der Horizont in der Pfälzer Mulde. Kartiert man ihn von Odernheim aus über den Pfälzer Sattel (Callbach S3 und S5) in die nordöstliche Pfälzer Mulde nach Niederhausen S1 und Münsterappel S2, so ergibt sich: Die Carbonatbänke verlieren sich im Raum Münsterappel. Die Pflanzenreste werden seltener und beschränken sich auf Samen und fragmentäre Walchien. Innerhalb der Pfälzer Mulde verschwindet dann von NE nach SW über Ruppertsecken S1, Rockenhausen S1 und Imsweiler S2 bis Messersbacherhof S1 und S2 der Florengehalt, während die Tetrapoden- und Fischfauna unverändert bleibt.

Anders zeigt sich dagegen die Entwicklung dieses Horizontes von Odernheim aus nach NW durch die Nahe-Mulde (Waldböckelheim S1) bis in die randliche Fazies des Saar-Nahe-Beckens bei Langenthal S1: Lithofazies und Fossilzusammensetzung bleiben im wesentlichen gleich; nur die unter- bzw. überlagernde Abfolge ändert sich durch Einschaltung gröberklastischer Lagen.

Der nächsthöhere Tetrapoden-führende Horizont, die Kappeln-Bank (L-O9), ist zwar weit verbreitet, aber relativ arm an Tetrapoden. Er besteht aus mehr oder weniger carbonathaltigem, bituminösem Tonstein („Papierschiefer“) und ist reich an kompletten Paramblypteriden. Nur untergeordnet treten *Apateon pedestris* und sehr selten *Sclerocephalus haeuseri* auf.

Der oberste Tetrapoden-führende Horizont, die Humberg-Bank sensu BOY & FICHTER (1982), bildet den Top der Lauterecken-Odernheim-Schichten (L-O10). Er ist meist mehrere Meter mächtig und zeigt einen komplexen, lateral wechselnden Aufbau.

In der beckenzentralen Fazies der nordöstlichen Nahe-Mulde besitzt er ein oder mehrere Schwarzschiefer-Lagen. In der Regel befindet sich im unteren Teil einer solchen Schwarzschiefer-Einheit ein Paket vom Charakter des „Papierschiefers“, während der übrige Tonstein fast schwarz, kaum laminiert und relativ bitumenarm ist. Die „Papierschiefer“ bzw. papierschieferähnliche Fazies ist reich an \pm kompletten Fischen (Paramblypteriden, *Acanthodes*, Xenacanthiden). Nur untergeordnet kommen *Apateon pedestris* und *Sclerocephalus haeuseri* (selten eventuell auch *Sclerocephalus latirostris*) vor. Die bitumenärmere Schwarzschiefer-Fazies verrät bessere Durchlüftung des Gewässers. Sie enthält vereinzelt Conchostraken und den Krebs *Uronectes*. Als Raritäten werden auch Insektenflügel bzw. deren Fragmente gefunden. Die Fischreste (meist juvenile Paramblypteriden, *Acanthodes*, Xenacanthiden) sind disartikuliert oder selten teilartikuliert. Ähnliches gilt für die Tetrapoden, die fast nur mit *Sclerocephalus latirostris* vertreten sind.

Mehr oder weniger in dieser Ausprägung läßt sich der Horizont von Odernheim S8 über Rehborn S2, Kappeln S3, Kirrweiler S1 und S2 bis Erdesbach S1 und S2 verfolgen. In der Lokalität Odernheim S8, die im großen Stil von Privatsammlern abgebaut wird, kamen außerdem noch an der Basis des Horizontes aus einem relativ hellen, schwach laminierten Tonstein wenige Skelette eines ungewöhnlich kleinwüchsigen Discosaurisciden zutage. Von der Lokalität Erdesbach S1 beschrieb AMMON (in: AMMON et al. 1910) einen *Sclerocephalus latirostris*-Schädel. In diesem Raum schaltet sich oberhalb des Schwarzschiefers ein siltiger Tonstein mit vereinzelt, kleinen Toneisenstein-Konkretionen ein. Die Konkretionen enthalten in der Regel Koprolithen; außerdem wurde noch ein schlecht erhaltener *Archegosaurus*-Rest gefunden.

Die beckenrandliche Ausbildung der Humberg-Bank stellt das sog. Toneisensteinlager dar. Dieses war im 19. Jahrhundert in dem Gebiet zwischen Lebach und Otzenhausen durch Tagebaue gut erschlossen. Heute, da sämtliche Aufschlüsse nicht mehr existieren, ist eine Lokalisierung der in den Sammlungen befindlichen Fossilien, die meist unter der Fundortangabe „Lebach“ katalogisiert sind, nicht mehr möglich. Wie wenige temporäre Aufschlüsse erkennen ließen, ist die bei Erdesbach geringmächtige Toneisenstein-Fazies in diesem Raum viele Meter mächtig und enthält verschiedene Toneisensteinbänke bzw. Lagen mit Toneisenstein-Konkretionen. Die Schwarzschiefer-Fazies (mit „Papierschiefer“) der Humberg-Bank kommt untergeordnet auch noch vor.

Die typische „Lebach-Fauna“, wie sie u. a. von GOLDFUSS (1847), JORDAN (1849), BURMEISTER (1850), MEYER (1857) und HOFKER (1927) beschrieben wurde, stammt ausschließlich aus den Toneisensteingeoden und verteilt sich wahrscheinlich auf verschiedene Fundlagen. An Tetrapoden umfaßt sie larvale bis ausgewachsene Individuen des *Archegosaurus decheni* sowie den sehr seltenen, meist auch schlechter erhaltenen (da wohl eingedrirteten) *Sclerocephalus latirostris* (Abb. 6). Zahlenmäßig treten die Tetrapoden deutlich hinter der erstaunlich arten-

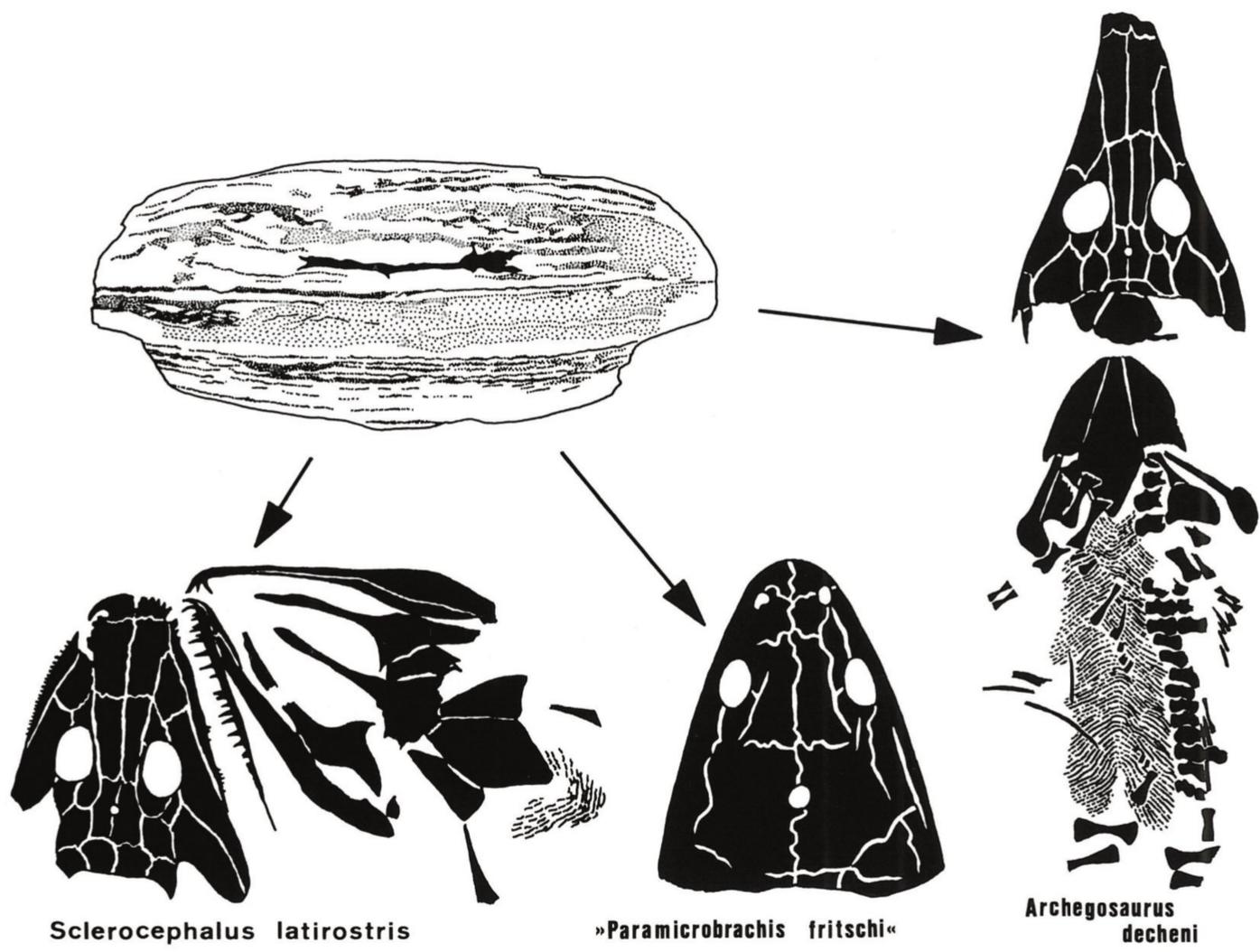


Abb. 6: Unteres Toneisenstein-Lager der Lebach-Region: Schnitt durch eine fossilführende Toneisenstein-Konkretion und bisher nachgewiesene Tetrapoden.

reichen Fischfauna (*Acanthodes*, Paramblypteriden, Rhabdolepiden, Xenacanthiden, sehr selten der Lungenfisch *Conchopoma*) zurück (Boy 1982). Außerdem treten auf: Conchostraken, der Krebs *Uronectes*, eingeschwemmte oder eingewehte Insekten-, Myriapoden- und Pflanzenreste. Bei den letzteren dominieren mesophile Elemente (Walchien, *Callipteris*); seltener sind die \pm hygrophilen Calamiten und Pecopteriden.

In der Pfälzer Mulde ist die Ausbildung und Verbreitung der Humberg-Bank noch wenig untersucht. Nur von zwei Lokalitäten, Gundersweiler S1 und S2 sind Tetrapodenreste (*Sclerocephalus*, *Archegosaurus decheni*) bekannt. Sie entstammen einem papierschieferartigen Tonstein, der reich an Paramblypteriden ist. Die wichtigste Lokalität der Pfälzer Mulde, Heimkirchen S1, ist nicht eindeutig der Humberg-Bank zuzuordnen. Von dort beschrieben schon GOLDFUSS (1847) und AMMON (1889) die Typusexemplare des *Paramblypterus gelberti*, des *Sclerocephalus haeuseri* und des *Apateon caducus*. Fossilführend ist ein teilweise feinlaminiertes, \pm bituminöser Tonstein, der eine Carbonatbank enthält. Zahlenmäßig dominiert *Paramblypterus*. In einzelnen Lagen ist *Apateon pedestris* relativ häufig, *Apateon caducus* dagegen selten. Noch seltener ist *Sclerocephalus haeuseri*, dessen Skelette oft etwas zerfallen sind. Höher im Profil führt der Tonstein einige eingeschwemmte Pflanzenreste (Walchien, Samen).

4.4. Nahe-Gruppe

Die Nahe-Gruppe besitzt nur zwei Tetrapoden-führende Fossilniveaus: Die Jakobsweiler-Bank und die Sobernheim-Linse.

Die Jakobsweiler-Bank ist der einzige, lateral ausgedehnte, lakustrische Horizont der Nahe-Gruppe und liegt im oberen Teil (N3) der „Vulkanit-Sediment-Wechselfolge“ (= „Sötern“-Schichten, sensu BOY & FICHTER 1982). Sie baut sich aus einer Wechsellagerung grauer, carbonathaltiger Tonsteine, unreiner Carbonate und feinkörniger Tuffite auf. Lagenweise kommen darin Ostracoden, sehr schlecht erhaltene Conchostraken und disartikulierte Fischreste (*Acanthodes*, selten Paläonisciden und Xenacanthiden) vor. Tetrapoden sind äußerst selten und auch nur \pm disartikuliert. Nicht näher bestimmbare Einzelknochen wurden in Eulenbis S1 und Hirschhorn S1 gefunden. Das meiste Material stammt von Jakobsweiler S1. Von dort beschrieb REIS (1913, S. 245) den mittlerweile verschollenen, halbzerfallenen Schädel des „*Pelosaurus*“ *gümbeli*. Unterdessen liegt ein weiterer Schädelrest (leg. KRÄTSCHMER) vor, der aber nur wenige Knochen erkennen läßt. Er könnte zu einem *Leptorophus* gehören. Ein isoliertes Parasphenoid zeigt dagegen Ähnlichkeiten mit *Sclerocephalus*.

Die Sobernheim-Linse befindet sich in den mittleren Wadern-Schichten (Top von N4). Sie stellt ein geringmächtiges, lokales Seevorkommen, eingebettet zwischen Schwemmfächer- (alluvial fan-) Ablagerungen, dar (BOY & HARTKOPF 1983, S. 53 ff.). Wahrscheinlich war dieser See nie größer als 1000 m im Durchmesser. In seinem Zentrum akkumulierten ca. 8 m Sediment, von denen die unteren 3 m graugrün gefärbt und fossilführend sind (Abb. 7). Sie zeigen einen häufigen, vertikalen Fazieswechsel. Folgende Entwicklungsstufen sind zu erkennen:

- Auf eine kurze Phase siltig-feinsandiger, pflanzenführender Einschüttungen in den noch kleinen See folgte eine Phase der Stabilisierung, die durch einen dunklen, kohlenstoffreichen, carbonathaltigen Tonstein mit dünnen Carbonatbänken (Sobernheim S1a) gekennzeichnet ist. Der Nachweis von Stromatolithen und von Conchostraken-Massenvorkommen läßt vermuten, daß der ruhige, nährstoffreiche See relativ flach und verhältnismäßig gut belüftet war. Die Vertebraten sind nur mit Einzelresten belegt. An Fischen existierten kleine, nicht näher bestimmte Paläonisciden und *Acanthodes*. Die Tetrapoden sind durch relativ großwüchsige Discosaurisciden vertreten.
- In der Folgezeit kam es erneut zu Silt-Einschüttungen und schließlich zu kurzfristiger Verlandung.

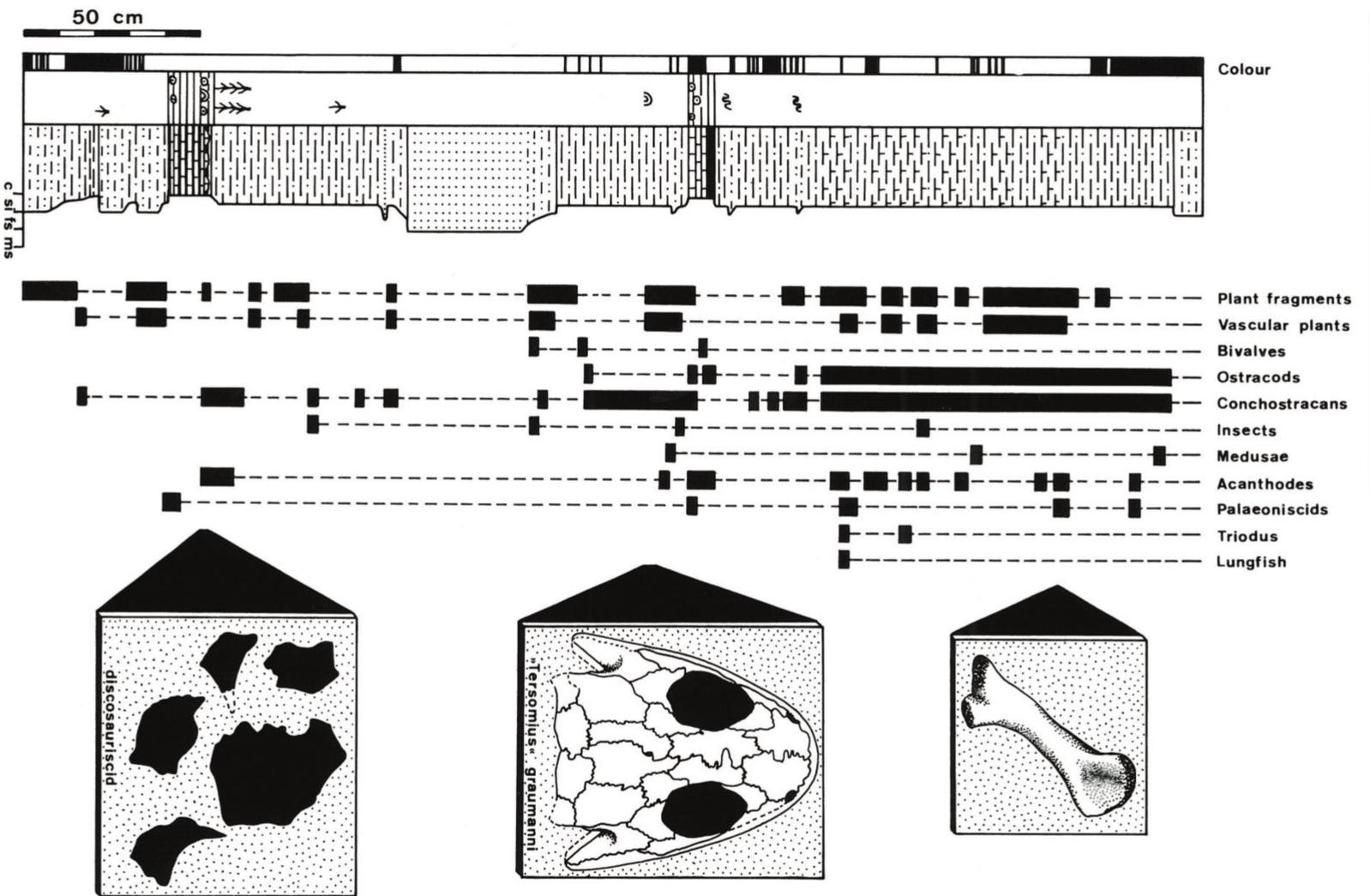


Abb. 7: Lithologisches Profil und Fossilführung der Lokalität Sobernheim S1 (Ziegeleigrube Eimer in Sobernheim); vereinfacht nach Boy & Hartkopf & Kerp 1987. Legende s. Abb. 2.

- Danach dehnte sich der See etwas aus, und in verschiedenen Phasen wurden Silte, einmal auch Feinsande, eingeschüttet. Innerhalb dieser Gesteinsabfolge befinden sich mehrere Niveaus mit wechselnden, vom Ufer eingeschwemmten Pflanzenanreicherungen. Eine dieser Pflanzenlagen, überwiegend Pecopteriden enthaltend, hat das teilartikulierte Skelett des „*Tersomius*“ *graumanni*, der zusammen mit den Pflanzen aus der Uferregion eingeschpült wurde, hervorgebracht (Sobernheim S1b).
- Es folgte eine Phase mit ruhigen Ablagerungsbedingungen in dem größer gewordenen See. Sedimentiert wurde ein Carbonat, das neben Ostracoden, wenigen Conchostraken und Bivalven auch Fischreste (*Acanthodes*-Stacheln, selten Paläonisciden-Schuppen) führt.
- Nach einer Zwischenphase stärkerer Silt-Einschüttung stellten sich dann wieder ruhigere Sedimentationsbedingungen in dem weiterhin relativ großen See ein. Diese Verhältnisse dauerten über einen längeren Zeitraum an und führten zeitweilig zu guten Lebensbedingungen, kenntlich daran, daß auch Xenacanthiden und Dipnoer den See bevölkerten. Zu solchen Zeiten wurden aus der Uferregion Pflanzenreste (*Cordaiten*, *Callipteris*, *Odontopteris*, seltener Pecopteriden) sowie sehr selten Insektenflügel eingeschwemmt oder eingeweht. Mit diesen allochthonen Resten gelangte auch das Femur eines größeren Tetrapoden in den See (Sobernheim S1c).

Aus der höheren Nahe-Gruppe sind zwar viele Tetrapodenfährten, aber leider keine Skelette bekannt. Zu erwähnen ist nur das Vorkommen unbestimmbarer Knochenfragmente in den Kolkausfüllungen (scour-and-fill structures) einer dünnen Feinsandsteinbank (Nierstein S1). Diese Lage entstand wahrscheinlich in dem „sandflat“-Bereich eines playaähnlichen Ablagerungsraumes (vgl. BOY & HARTKOPF 1983, S. 72 ff.).

5. Palökologie der Tetrapoden-Lagerstätten

Versucht man die Tetrapoden-Lagerstätten zu klassifizieren, so kann man sich von verschiedenen Kriterien leiten lassen. Eine Möglichkeit ist die palökologisch orientierte Gliederung nach Lebens- und Fossilisationsort (z. B. TOBIEN 1968, RAYNER 1971). Eine andere Möglichkeit basiert auf den biostratinomischen (taphonomischen) Kriterien, die zur Lagerstättenbildung führen (z. B. SEILACHER 1970, BOY 1977).

Arbeitet man im vorliegenden Fall nach dem ersten Prinzip, so lassen sich drei Kategorien unterscheiden, wobei noch Unterteilungen in verschiedene Typen möglich sind (Abb. 8):

- Tetrapoden-Lagerstätten der großen Seen,
- Tetrapoden-Lagerstätten der kleineren Seen,
- Tetrapoden-Lagerstätten des Delta-Topset-Bereiches.

Die Lagerstätten der großen Seen stellen die Masse der saarpfälzischen Tetrapoden-Lokalitäten. Ihre Tetrapodenfauna besteht zu 99-100% aus aquatischen und sehr selten amphibi-schen Vertretern. Unter diesem Oberbegriff fasse ich sieben, z. T. nur wenig verschiedene Typen zusammen (Abb. 9). Übergänge zwischen den Typen sind denkbar und existieren teilweise auch.

Der Typ Odernheim ist repräsentiert durch die zahlreichen Lokalitäten der Odernheim-Bank. Er ist charakterisiert durch bitumenhaltige, mehr oder weniger carbonatische Rhythmite, denen eine Bodenfauna (und damit auch Bioturbation) fehlt. Die rein nektonische Fauna wird von den kleinwüchsigen Amphibien (*Apateon pedestris*, *Micromelerpeton credneri*, larvaler bis juveniler *Sclerocephalus haeuseri*) beherrscht. Fische treten zahlenmäßig zurück und sind auf eine *Paramblypterus*-Art beschränkt. Als Lebens- und Ablagerungsraum wird vermutet: Ein weit ausgedehnter, gleichmäßig flacher, Nährstoff(Plankton)-reicher See mit lebensfeindlicher Bodenzone (Hypolimnion) und schwankenden, zeitweilig ungünstigen Lebensbedingungen in den oberen Wasserzonen (Epilimnion), was für die Fische ungünstig

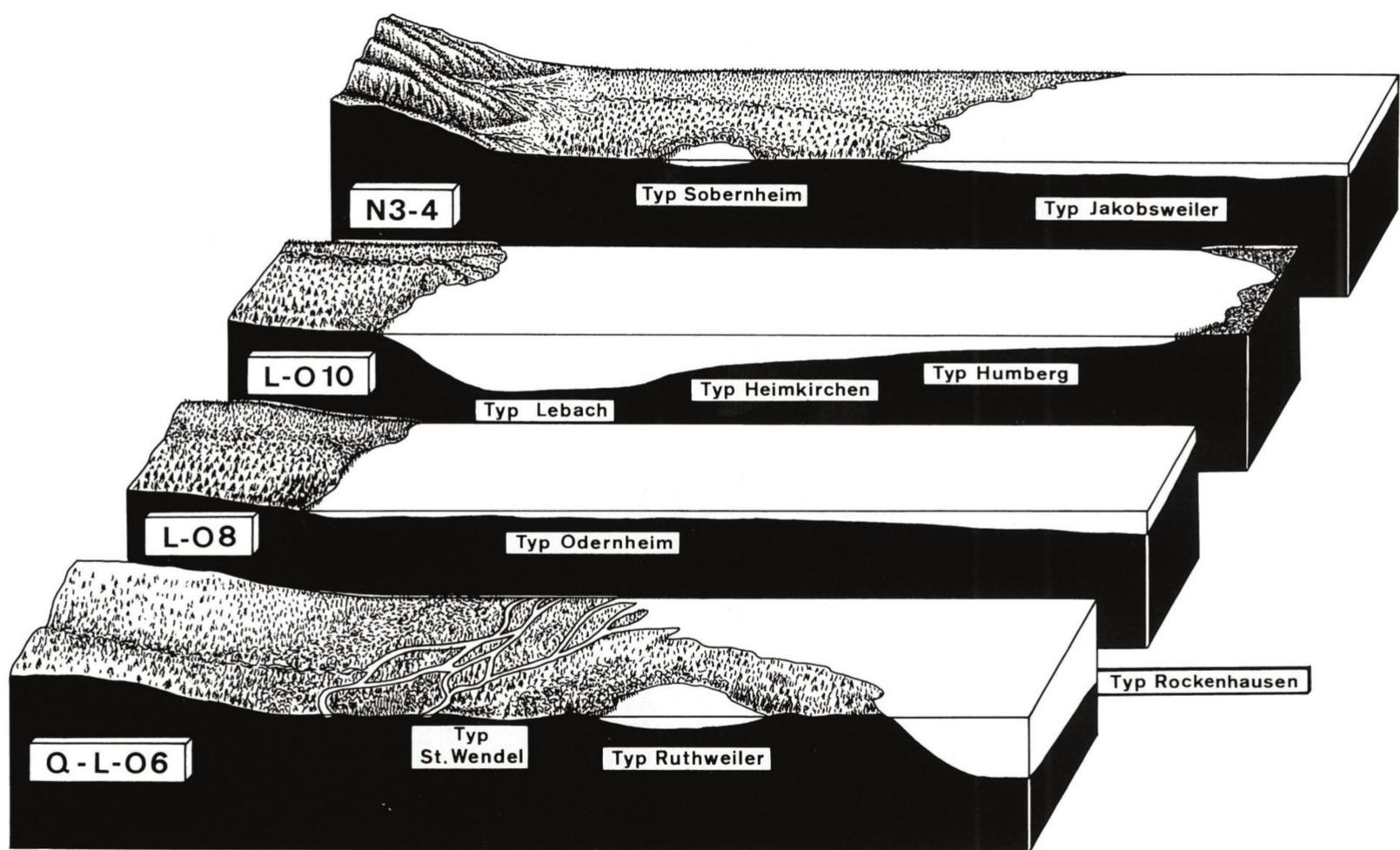


Abb. 8: Bildungsräume der verschiedenen Lagerstätten-Typen (schematisiert und stark überhöht) in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge:
 Q-L-O6: im Zeitraum von den Quirnbach-Schichten bis zu den mittleren Lauterecken-Odernheim-Schichten
 L-O8: zur Zeit der Odernheim-Bank
 L-O10: zur Zeit der Humberg-Bank
 N3-4: zur Zeit der mittleren Nahe-Gruppe

war (Boy 1972, S. 50, 1977, S. 137; Boy & Hartkopf 1983, S. 49 ff.). Da der See trotz seiner weiten Ausdehnung und geringen Wassertiefe gegen windbedingten Wellengang geschützt war, muß entweder mit einer sehr stabilen (salinaren) Stratifizierung (Willems & Wuttke 1987) oder mit einem schützenden Algent Teppich (am Seeboden oder an der Wasseroberfläche; Boy 1977) gerechnet werden. Die Ursachen für das zeitweilige Massensterben der Nektonten sind nicht näher bekannt. Man vermutet:

- Periodische Algenblüten und als deren Folge starke Erhöhung des pH-Wertes, CO₂-Entzug, O₂-Übersättigung und Überproduktion von Abbauprodukten des Phytoplankton (z. B. Boy 1977).
- Vorübergehend starke Zunahme der Salinität (Willems & Wuttke 1987).

Allochthone Fossilelemente sind selten. Sie umfassen verschiedene mesophile, seltener hygrophile Pflanzen und das kleine Reptil *Batropetes*. Da stärkere Wasserzuflüsse fehlen, sind sie wohl eingeweht oder aus der Uferregion eingedrifft worden.

Noch wenig untersucht ist der Typ Rehborn, der durch die Lokalitäten Rehborn S1 und Rothselberg S1 dokumentiert wird. Sein Sediment ist in einzelnen Partien ähnlich feinklamiert, aber bitumenärmer als beim Typ Odernheim. Fische (nur Paramblypteriden) sind relativ selten. Am häufigsten sind die Tetrapoden, die aber nur durch *Apateon pedestris* repräsentiert sind. Dieser ist in der Regel ungewöhnlich kleinwüchsig, was auf schlechte Lebensbedingungen schließen läßt. In einer einzigen Lage der Lokalität Rehborn S1 tritt er jedoch mit außergewöhnlich großwüchsigen Individuen auf, möglicherweise ein Zeichen für vorübergehend optimale Lebensbedingungen. Eventuell entstammt dieser Typ einem See, der ähnlich flach und geschützt war wie der Odernheim-See, dessen Nährstoffgehalt und Lebensbedingungen (? Chemismus, ? Planktonblüten) jedoch stärker schwankten, so daß es nur dem ökologisch flexibelsten Tetrapoden *Apateon pedestris* gelang, sich dort zeitweise anzusiedeln.

Der Typ Heimkirchen ist besonders vielfältig vertreten. In charakteristischer Form kennen wir ihn von Heimkirchen S1, St. Wendel S1b und S2 sowie von den Lokalitäten der Jeckenbach-Bank i. e. S. Verglichen mit dem Typ Odernheim, ist sein Sediment zwar noch bitumenhaltig, aber nicht mehr so ausgeprägt rhythmisch. Carbonate kommen vor, zeigen jedoch kaum Feinlaminierung. Wenn man von dem seltenen Nektobenthonten *Uronectes* in Jeckenbach S1a absieht, sind, wie beim Odernheim-Typ, nur Nektonten überliefert. Allerdings dominieren nun die Fische (auch nur mit einer *Paramblypterus*-Art vertreten) gegenüber den aquatischen Tetrapoden. Letztere umfassen *Apateon pedestris*, *Sclerocephalus haeuseri* und in einem Fall (Heimkirchen S1) auch *Apateon caducus*. Wahrscheinlich war dieser See-Typ ähnlich nährstoffreich und im Hypolimnion meist lebensfeindlich wie der Odernheim-See. Innerhalb der im Epilimnion beheimateten Nektonten waren nun die Lebensbedingungen für die an flaches Wasser angepaßten Tetrapoden ungünstiger als für die Fische. Vielleicht war dieser See-Typ etwas tiefer und/oder in seinem Chemismus ein wenig stabiler. Allochthone Pflanzen- oder Tierreste fehlen oder sind sehr selten (einzige Ausnahme: die wohl eingewehten Eintagsfliegen von Jeckenbach S2). Geht man von ähnlichen Rahmenbedingungen aus und nimmt man verbesserte Lebensbedingungen (? infolge eines konstanteren Chemismus) in den höheren Wasserzonen, aber nicht im Hypolimnion an, so ist mit einer größeren Diversität der Fische zu rechnen. Ein Beispiel dafür ist die „Papierschiefer“- und papierschieferartige Fazies der Humberg-Bank, in der neben *Paramblypterus* auch *Acanthodes* und kleinere Xenacanthiden (*Triodus*, ?*Xenacanthus*) vorkommen, während *Apateon pedestris* und *Sclerocephalus haeuseri* selten sind.

Werden die Lebensbedingungen für die aquatischen Tetrapoden schlechter, d. h. wahrscheinlich: ist der See tiefer, so verschwindet *Sclerocephalus*, und nur noch *Apateon pedestris* bleibt mit wenigen (aus Uferregionen eingedriffteten?) Individuen übrig (z. B. Quirnbach S1, Meisenheim S2). Die begleitende Fischfauna schwankt in ihrer Zusammensetzung je nach

den Lebensbedingungen im Epilimnion: Nur *Paramblypterus* in Quirnbach S 1; *Paramblypterus*, *Acanthodes* und (?) *Xenacanthus* in Meisenheim S 2. Allochthone Pflanzenreste fehlen in den Tetrapoden-führenden Lagen, treten aber unter Umständen in begleitenden Lagen auf. Das läßt dann möglicherweise auf Einschwemmungen aus einem näher gelegenen Delta schließen. Aus dem zuletzt beschriebenen Modell kann durch weitere Vertiefung des Sees der Typ Rockenhausen abgeleitet werden. Er ist vertreten durch die Lokalitäten Rockenhausen S 2, Morsbacher Hof S 1 und mit Einschränkungen auch durch Altenglan S 1 und Reckweilerhof S 1. In diesen Lagerstätten sind die Tetrapoden auf sehr wenige, wahrscheinlich aus flacheren Uferzonen eingedriftete *Apateon pedestris*-Skelette beschränkt. Dafür ist die Fischfauna, zumindest bei Rockenhausen S 2 und Morsbacher Hof S 1, recht vielgestaltig. Die Friedfische, die bei den bisher geschilderten Lagerstätten mit den Paramblypteriden dominieren, sind durch die möglicherweise mehrere Arten umfassenden Acanthodier repräsentiert. Ungewöhnlich zahlreich sind die Raubfische: Unterschiedlich große Rhabdolepiden, seltener kleine Xenacanthodier (? *Xenacanthus*) und dazu ein sehr großer Xenacanthodier (*Orthacanthus*). Das gelegentliche Vorkommen von Nektobenthonten, nämlich Conchostraken und *Uronectes*, deutet auf eine zeitweilig verbesserte Durchlüftung auch der bodennahen Wasserzone in dem relativ tiefen, nährstoffreichen See hin.

Noch bessere Lebensbedingungen zeigt der Typ Lebach auf (Boy 1972, S. 52 ff.; 1977, S. 132 ff.). Auch er verkörpert einen ausgedehnten, relativ tiefen, nährstoffreichen See, der allerdings kontinuierliche Wasserzuflüsse hatte. Infolgedessen entstand eine verhältnismäßig mächtige, tonig-siltige Abfolge, in der ausgeprägte Feinlaminierung fehlt und in der zahlreiche Toneisensteinbänke und -konkretionen existieren. Der häufige Nachweis von Nektobenthonten (Ostracoden, Conchostraken, *Uronectes*) läßt vermuten, daß das Bodenwasser zumindest zeitweise gut belüftet war. Wahrscheinlich waren die höheren Wasserzonen in ihrem Chemismus über lange Zeit stabil, denn die Fischfauna ist besonders artenreich. An Friedfischen treten *Acanthodes*, *Paramblypterus*, *Amblypterus* und sehr selten der Lungenfisch *Conchopoma*, an Raubfischen *Rhabdolepis*, *Triodus*, (?) *Xenacanthus* und sehr selten der große *Orthacanthus* auf. Nach dem vorstehend Gesagten wäre anzunehmen, daß in einem solchen Lebensraum die Tetrapoden fehlen, es sei denn, es wurden einige wenige *Apateon pedestris*-Exemplare eingeschwemmt. *Apateon* wurde bisher nicht gefunden. Allerdings wird er ersetzt durch wenige, wahrscheinlich eingedriftete Exemplare des *Sclerocephalus latirostris*. Wie läßt sich das erklären? Vielleicht war die flache Uferzone des Sees nicht so planktonreich, wie es für eine optimale Entwicklung des *Apateon pedestris* nötig wäre. Offensichtlich war das Ufer nicht weit vom Sedimentationsort entfernt, denn eingeschwemmte Reste der hygrophilen wie mesophilen Uferflora sind nicht selten. Überraschenderweise ist aber ein anderer Tetrapode verhältnismäßig häufig: der bis zu einen Meter lange, auf die Fischjagd spezialisierte *Archegosaurus decheni*. In anderen Ablagerungen tieferer Seen (z. B. des Typs Rockenhausen) fehlt er. Eventuell hängt es damit zusammen, daß in diesen Seen der andere Großräuber und gefährliche Gegner des *Archegosaurus*, der Xenacanthide *Orthacanthus* verbreitet ist, während er im Lebach-See selten ist.

In lateraler Verknüpfung mit dem Lebach-Typ tritt der Typ Humberg auf. Er ist auf einen Teil der Humberg-Bank beschränkt. Sein Sediment ist ein schwarzer, bitumenarmer, kaum laminierter Tonstein; seine Vertebratenreste sind weitgehend disartikuliert bzw. teilartikuliert. Gut vertreten sind Nektobenthonten, nämlich Conchostraken und *Uronectes*. Die Fischfauna beschränkt sich auf kleinwüchsige Vertreter des *Paramblypterus*/*Amblypterus*, *Acanthodes* und *Triodus*. Allochthone Elemente sind selten; am ehesten sind sie durch Insektenreste repräsentiert. An Tetrapoden wird vereinzelt *Sclerocephalus latirostris* gefunden. Die aufgezählten Daten sprechen dafür, daß ein ausgedehnter, relativ flacher, eutropher See vorlag, dessen Hypolimnion relativ gut durchlüftet war. Er hat sich durch Zunahme des Sauerstoff-

gehaltenes im Bodenwasser (wohl infolge instabiler Stratifizierung) aus dem Heimkirchen-Typ der unteren Humberg-Bank entwickelt.

Kaum noch als Fossil-Lagerstätte anzusehen ist der Typ Jakobsweiler, in dem Tetrapoden- wie Fischreste selten sind und nur disartikuliert, höchstens teilartikuliert vorliegen. Die Vorkommen der Jakobsweiler-Bank entstammen einem weit ausgedehnten, ruhigen, nicht sehr tiefen See mit tonig-carbonatischer Sedimentation und kurzfristigen Tuffit-Absätzen. Aufgrund guter Durchlüftung der bodennahen Wasserzonen siedelten sich verschiedene Nektobenthonten (Ostracoden, Conchostraken), eventuell auch Endobenthonten (Bivalven) an. Die Nektonten (*Acanthodes*, unbestimmte Paläonisciden, *Triodus*) wurden nicht durch Katastrophen angereichert; ihre Skelette zerfielen. Die wenigen überlieferten Tetrapoden-Reste gehören überwiegend zu kleinwüchsigen, aquatischen Formen, vergleichbar *Leptorophus* oder dem juvenilen *Sclerocephalus*. Bei den Vorkommen Ulmet S1 und Callbach S6 treten die Tetrapoden-Reste möglicherweise allochthon, aus einem Delta eingeschwemmt, in einer Prodelta-Fazies auf.

Als Lagerstätten der kleinen Seen sind hier zwei Typen aufgelistet, von denen der erste Typ möglicherweise auch aus größeren Seen stammt. Dieser Typ Ruthweiler umfaßt mehrere, stärker variierende Lagerstätten. Sie sind charakterisiert durch tonige bis schwach siltige, teils warvenähnliche, bitumenarme Sedimentation sowie durch das Fehlen von Benthonten, Nektobenthonten und von Fischen. An Tetrapoden treten nur wenige Branchiosaurier auf. Häufig sind aus der Uferregion eingeschwemmte oder eingedriftete Pflanzenreste.

Bei den Lokalitäten Ruthweiler S2 und Jeckenbach S4 ist die Tetrapodenfauna am vielfältigsten. Es dominieren die größerwüchsigen Arten *Leptorophus humbergensis* und *Apateon caducus*, während der kleinwüchsige *Apateon pedestris* selten ist. Bei den Lokalitäten Jeckenbach S1b, Desloch S1, Odernheim S9, Callbach S1 und S2 kommt nur *Leptorophus humbergensis* mit winzigen Larven bis zu ausgewachsenen Individuen vor. Bei Ruthweiler S1 und Kappeln S4 sind dagegen nur die kleinen Larven dokumentiert.

In allen Fällen handelt es sich wohl um kleinere, flache, geschützte, nicht so planktonreiche Seen (eventuell mit stabiler, ?salinärer Stratifizierung), in denen der auf Plankton-Nahrung spezialisierte *Apateon pedestris* gegenüber den anderen Arten zurücktritt. Das Fehlen der Fische läßt sich möglicherweise durch starke Schwankungen des Chemismus, in Einzelfällen vielleicht auch durch die kurze Existenzdauer der Seen erklären. Es ist allerdings kaum abzuschätzen, inwieweit der Chemismus des Gewässers und/oder das Nahrungsangebot für das Vorkommen bzw. das Fehlen einzelner Arten verantwortlich zu machen ist. Eventuell war unter diesen speziellen Bedingungen *Leptorophus humbergensis* von allen Arten der widerstandsfähigste.

Der Typ Sobernheim repräsentiert sicherlich einen kleinen See, dessen Durchmesser möglicherweise niemals mehr als 1000 m betragen hat. Wir kennen ihn nur von Sobernheim S1. Dort besteht das eigentliche Tetrapoden-führende Niveau (Sobernheim S1a) aus einem kohlenstoffreichen Tonstein mit Carbonatlagen und Algenstromatolithen. Es stellt ein sehr kurzlebiges Seestadium dar, ein Stadium, in dem der See nährstoffreich war, keine nennenswerten Wasserzuflüsse hatte und so flach bzw. soweit durchlichtet war, daß sich am Seeboden Algenstromatolithen entwickeln konnten. Auch andere Bodenwasser-Bewohner, nämlich Conchostraken, sind nachzuweisen. Die Durchlüftung des Bodenwassers und dadurch der Abbau der organischen Substanz waren so gut, daß die Leichen der Nektonten (Paläonisciden, *Acanthodes*, aquatische Tetrapoden) zersetzt wurden und nur mit Einzelknochen übrigblieben. Leider sind infolgedessen die Tetrapoden nicht näher zu bestimmen. Interessanterweise sind hier die zur Zeit des Unterrotliegenden in derartiger Fazies dominierenden Branchiosaurier durch großwüchsige Discosaurisciden ersetzt. In anderen Lagen des Sobernheim-Profiles sind die Tetrapoden extrem selten. Zu erwähnen ist der Einzelfund des klein-

wüchsigen „*Tersomius*“ *graumanni* (Sobernheim S1b). Dieses Amphib lebte wahrscheinlich amphibisch oder verborgen in der Ufervegetation. Es wurde wohl bei einer Überschwemmung der Uferregion getötet und zusammen mit zahlreichen Farnwedeln in den See verschwemmt, wo es infolge rascher, siltiger Sedimentation \pm artikuliert eingebettet wurde (Boy 1980, S. 18).

Nur ein Vorkommen läßt sich als Lagerstätte des Delta-Topset-Bereichs deuten. Gemeint ist St. Wendel S1a, wo wenige weit verfrachtete und deshalb stark zerfallene Skelettelemente an der Basis einer dünnen Mittelsandlage in kleinen Kolkausfüllungen (scour-and-fill structures) gefunden wurden. Dazu gehören das Ilium eines sehr großen (?) *Sclerocephalus* und der Schädelrest eines noch unbestimmten Reptils. Diese Reste kamen wahrscheinlich aus unterschiedlichen Lebensräumen, eventuell der Uferregion eines kleinen Deltasees oder eines Flußlaufes bzw. dem angrenzenden trockeneren Gelände. Die ihnen zugehörigen Tiere wurden wahrscheinlich bei einer starken Überflutung des Delta-Topset getötet, verfrachtet, abgesetzt und eventuell wieder umgelagert. Schließlich wurden die übriggebliebenen Skelettelemente über einen Uferdammdurchbruch(?) in die angrenzende Überschwemmungsebene eingespült und endgültig abgelagert.

Das auf biostratinomischen Kriterien basierende Gliederungsschema hat Boy (1977) auf die jungpaläozoischen Tetrapoden-Lagerstätten angewandt. Dabei werden unterschieden:

- Typ A1: Anreicherung von Tetrapodenresten durch sedimentäre Frachtsonderung,
- Typ A2: Anreicherung durch Fleisch- und Aasfresser,
- Typ B1: Anreicherung infolge von Massensterben am Sedimentationsort oder in dessen unmittelbarer Nähe,
- Typ B2: Anreicherung in Tierfallen.

Die meisten der hier behandelten Lokalitäten gehören dem Typ B1 an. Als Ursachen für die Fossilkonzentrierungen werden kurzfristige Katastrophen in den von Nektonten bewohnten Wasserschichten angenommen. Am ehesten wurden sie wohl ausgelöst durch Vergiftungen in Verbindung mit Algenblüten oder mit längerfristigen Änderungen des Chemismus in eutrophen Seen, in Einzelfällen eventuell auch infolge rascher siltiger Sedimentzufuhr. Je nachdem, wie schnell sich wieder normale Bedingungen – insbesondere eine gewisse Durchlüftung des Bodenwassers als Folge von Wasserzirkulationen – einstellen konnten, ist die Erhaltung der Nektonten komplett, teilartikuliert oder in Einzelknochen zerfallen.

Nur wenige Lokalitäten lassen sich dem Typ A1 zuordnen. Bei St. Wendel S1a wurden z. B. einige Tetrapodenknochen durch Strömungen im Einflußbereich eines Uferdammdurchbruches(?) angereichert. Bei Nierstein S1 wurden Knochenfragmente durch kurzfristige, weitflächige Überflutungen im Vorland eines Schwemmfächer(alluvial fan)-Areal lokal angehäuft.

Andere Lokalitäten können nicht als Fossil-Lagerstätten i. e. S. angesehen werden, da es zu keiner nennenswerten Konzentrierung von Fisch- oder Tetrapodenresten kam. Dazu gehören Ulmet S1, Callbach S6, die Lokalitäten der Jakobsweiler-Bank sowie Sobernheim S1b und S1c.

6. Biostratigraphie der Rotliegend-Tetrapoden

Zuerst möchte ich mich auf die Tetrapoden des Saar-Nahe-Gebietes und ihre stratigraphische Verbreitung konzentrieren. Dabei fällt die unterschiedliche Fossildokumentation auf. Sie ist im mittleren Unterrotliegenden sehr gut, im unteren Unterrotliegenden mager, im höheren Unterrotliegenden und Oberrotliegenden ausgesprochen arm. Die Ursachen sind biostratinomischer Natur. Infolge der sedimentären Entwicklung des Saar-Nahe-Gebietes waren die Fossilisationsbedingungen für terrestrische Tetrapoden extrem schlecht, für aquatische Tetrapoden sehr schwankend, ab dem oberen Unterrotliegenden aber auch sehr schlecht, da sich

kaum noch eutrophe Seen entwickelten. Immerhin läßt sich für das Unterrotliegende eine gewisse Zonierung in der vertikalen Verbreitung der Tetrapoden erkennen. Die daraus resultierenden vier biostratigraphischen Einheiten bezeichne ich informal als Assoziationen (Abb. 10). Definiert sind sie jeweils mit ihrer Untergrenze, die durch das Erscheinen einer oder mehrerer neuer Arten gekennzeichnet ist. Ihre Obergrenze ergibt sich aus der Untergrenze der folgenden Assoziation.

Apateon pedestris-Sclerocephalus bavaricus-Assoziation

Untergrenze: Durch Einsetzen des *Apateon pedestris* und des *Sclerocephalus bavaricus*.

Nachgewiesen: Nur in den Altenglan-Schichten.

Bemerkungen: Die Untergrenze ist noch sehr unsicher, da die unterlagernde Abfolge (Remigiusberg-Schichten, „Stephanium“) bisher keine Tetrapoden geliefert hat. Die Grenze könnte also auch tiefer liegen. Wahrscheinlich ist sie oberhalb des Stephanium B anzusetzen, weil wir aus dem Stephanium B des Beckens von Commentry eine mögliche Vorläuferform des *Apateon pedestris*, den *Branchiosaurus? fayoli*, kennen (Boy 1986b).

Apateon pedestris-Sclerocephalus haeuseri-Assoziation

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Sclerocephalus haeuseri*, der den *Sclerocephalus bavaricus* ablöst.

Nachgewiesen: Von den unteren Quirnbach-Schichten bis zum Bereich L-O3.

Bemerkungen: *Sclerocephalus haeuseri* könnte sich aus *Sclerocephalus bavaricus* entwickelt haben. Sein Erscheinen ist also möglicherweise eine gute stratigraphische Marke. Da die \pm fluviatilen Wahnwegen-Schichten kaum eine Überlieferung aquatischer Tetrapoden erlauben, wird sich nicht klären lassen, ob *Sclerocephalus haeuseri* schon vor Ablagerung der Quirnbach-Schichten entstanden ist.

Leptorophus humbergensis-Apateon caducus-Assoziation

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Leptorophus humbergensis*, der selten von *Apateon caducus* begleitet wird.

Nachgewiesen: Von L-O6 bis L-O9.

Bemerkungen: Die Vergesellschaftung der *Apateon pedestris-Sclerocephalus haeuseri*-Assoziation besteht weiterhin fort. Die neuen Tetrapoden treten in einer anderen Fazies (kleinere Seen) auf. Es ist denkbar, daß ihr Erscheinen ökologisch-sedimentär bedingt ist. Vielleicht existierte die entsprechende Fazies kleinerer Seen zeitlich vor dem Bereich L-O6 nicht. Das läßt sich zur Zeit nicht belegen. In den Quirnbach- und Lauterecken-Schichten könnten sich möglicherweise auch Ablagerungen kleinerer Seen verbergen, nur sind die bisher nicht untersucht.

Sclerocephalus latirostris-Archegosaurus decheni-Assoziation

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Sclerocephalus latirostris* und seltener des *Archegosaurus decheni*.

Nachgewiesen: Nur im Bereich L-O10.

Bemerkungen: Auch neben dieser Assoziation bestehen die Vorläufer-Assoziationen noch mehr oder weniger fort. Insbesondere gilt dies für *Apateon pedestris* und *Apateon caducus*. *Sclerocephalus haeuseri* tritt mit einer auffällig schmalschädigen Variante (eventuell einer neuen Unterart) auf. *Leptorophus humbergensis* ist, möglicherweise aus ökologischen Gründen, nicht mehr nachzuweisen. Die neuerscheinenden Arten sind an zwei bestimmte Typen großer Seen (Typ Humberg, Typ Lebach), die wir nur aus dem Bereich L-O10 kennen, gebunden, könnten also möglicherweise schon früher existiert haben. Die von *Archegosaurus*

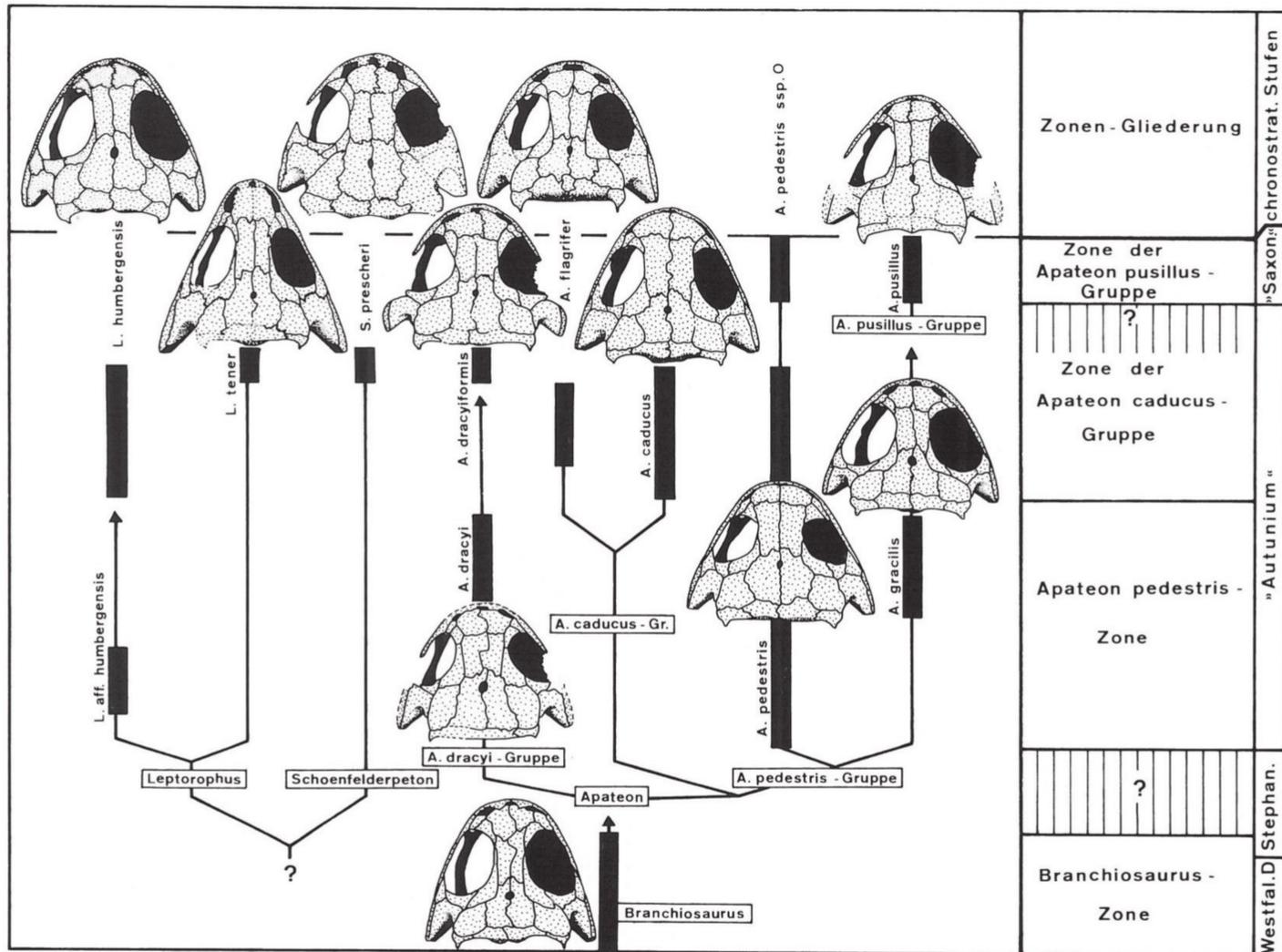


Abb. 11: Vermutete Evolution der Tetrapoden-Familie Branchiosauridae während des obersten Karbons und tiefen Perms und daraus abgeleitete, für Mitteleuropa gültige, biostratigraphische Zonengliederung. Schädelrekonstruktionen nach BOY (1986b) und WERNEBURG (1986: *A. flagrifer*).

decheni bevorzugten großen relativ tiefen Seen gab es seit den Quirnbach-Schichten. Dort war allerdings der schärfste Konkurrent des *Archegosaurus*, der Hai *Orthacanthus*, noch weit verbreitet (Typ Rockenhausen). *Sclerocephalus latirostris* könnte sich aus der schmalschädlichen Variante des *Sclerocephalus haeuseri* entwickelt haben. Sollte sich dies bestätigen, wäre ein Vorkommen des *Sclerocephalus latirostris* unterhalb L-O9/10 unwahrscheinlich.

Micromelerpeton credneri-Niveau

Nachweis und Abgrenzung: In der Einheit L-O8 ist mit der Odernheim-Bank ein besonderes Niveau auszuhalten, das durch das Vorkommen des *Micromelerpeton credneri* gekennzeichnet ist. Allerdings ist noch fraglich, ob diese Art nur auf diese Bank beschränkt ist. Die neue, lithostratigraphisch leider noch nicht einzustufende Lokalität Niederkirchen S1 könnte nämlich eine stärkere vertikale Verbreitung des *Micromelerpeton credneri* andeuten.

Oberhalb der Einheit L-O10 ist die Dokumentation der Tetrapoden so schlecht, daß stratigraphische Rückschlüsse nicht mehr möglich sind.

Aus der gesamten Fossildokumentation ergibt sich folgender Eindruck. Die aquatische Tetrapodenfauna war zu Beginn des Rotliegenden sehr arm und wurde später nach und nach um einige neue Elemente bereichert. Für dieses Phänomen kann man verschiedene Erklärungen geben:

- Es könnte auf eine im Laufe der Zeit zunehmende Differenzierung des sehr weitflächigen Sedimentationsraumes, d. h. auf eine zunehmende ökologische Differenzierung des aquatischen Lebensraumes, zurückgehen. Interessanterweise ist dieses Phänomen in ähnlicher Form auch bei einigen anderen Fossilgruppen (z. B. den Conchostraken, MARTENS 1984) oder den mesophilen Floren (KERP & FICHTER 1985) zu beobachten. Besonders auffallend ist es bei den Tetrapodenfährten (BOY & FICHTER 1982). Diese wurden größtenteils nicht von den mit Skelettresten belegten, aquatischen Tetrapoden, sondern von amphibischen bis terrestrischen Arten erzeugt. Bei ihnen ist die ökologische Bindung gering, denn dieselben Fährtenarten treten in Delta-, Fluß-, Schwemmfächer- und playaähnlichen Ablagerungen auf.
- Eventuell prägt sich hiermit eine überregionale Erscheinung durch. Es fällt nämlich auf, daß weltweit die Tetrapodenfauna im oberen Oberkarbon (Stephanium) drastisch reduziert wurde, und daß dann, mit dem höchsten Karbon einsetzend, sich langsam eine neue Fauna entwickelte und entfaltete. Die Ursachen für dieses einschneidende Ereignis werden in der Regel in einem Klimawandel, d. h. in dem Umschwung zu einer im Laufe des Perm zunehmenden Aridisierung, gesehen (HAUBOLD & BARTHEL 1982, S. 222 ff.). Dieses Modell ist aber bei weitem noch nicht befriedigend und müßte durch palökologische Analysen der stephanischen und unterpermischen Fossilabfolgen weiter untermauert werden. Andere Ursachen für diesen Faunenschnitt wären denkbar.

Für eine überregionale Zonengliederung der Tetrapoden liegen zusätzliche Daten aus dem Becken von Autun, dem Thüringer Wald, dem Döhlener, dem Podkrkonoši- und dem Niederschlesischen Becken vor. In keinem dieser Ablagerungsräume sind allerdings die Tetrapoden bisher so gut in ihrer vertikalen Erstreckung erfaßt wie im Saar-Nahe-Becken. Dies könnte sich in Zukunft durch die zu erwartenden Beschreibungen aus dem Thüringer Wald ändern.

Nur die Branchiosauridae und Eryopoidea sind bisher für überregionale Korrelationen zu gebrauchen. Vielleicht werden später einmal die Discosauriscidae hinzukommen. Voraussetzung ist allerdings, daß die Evolution dieser Gruppen einigermaßen gut bekannt ist. Zur Zeit sind die Branchiosauridae am besten untersucht (BOY 1972, 1978, 1986a, 1986b; WERNEBURG 1983, 1986a, 1986b). In Abb. 11 ist ihre Evolution, bezogen auf den derzeitigen Kenntnisstand, dargestellt. Leider ist die stratigraphische Aussagekraft dieses Evolutionsschemas dadurch eingeschränkt, daß die Branchiosauridae offensichtlich zu endemischen Entwicklungen neigten.

Die weiteste geographische Verbreitung hat *Apateon pedestris*, der wahrscheinlich zu Beginn der Rotliegend-Zeit oder während des Stephanium C entstanden ist und sich wohl über Gesamt-Mittel- und Westeuropa ausbreitete. Innerhalb der einzelnen Sedimentations-tröge entwickelten sich lokale Unterarten: *Apateon pedestris petrolei* im Becken von Autun, *Apateon pedestris pedestris* im Saar-Nahe-Becken, *Apateon pedestris brachyrhynchus* im Thüringer Wald. *Apateon pedestris* bzw. nahe verwandte Arten (*Apateon gracilis* im Döhlener Becken) kennzeichnen also die erste Branchiosaurier-Zone.

Die zweite Zone ist viel schwerer zu fassen. Am ehesten wird sie durch das Auftauchen der *Apateon caducus*-Gruppe markiert: mit *Apateon caducus* im Saar-Nahe-Gebiet und *Apateon flagrifer* im Thüringer Wald (WERNEBURG 1986 a). *Apateon caducus* wird begleitet von *Leptorophus humbergensis*, der im Thüringer Wald durch eine noch zu beschreibende Art vertreten wird (WERNEBURG, mündl. Mitt. 1985). Interessanterweise wurde im tiefen Unterrotliegenden (Manebach-Schichten) des Thüringer Waldes eine mögliche Vorläufer-Art des *Leptorophus humbergensis* nachgewiesen (BOY 1986 b).

Die dritte Zone ist im Saar-Nahe-Gebiet noch nicht belegt. Sie wäre in der unteren Nahe-Gruppe zu vermuten. Charakterisiert wird sie durch *Apateon pusillus* bzw. nahe verwandte Arten. Wir kennen diese bisher aus den oberen Oberhof-Schichten des Thüringer Waldes (WERNEBURG 1983) sowie aus der Olivětín-Formation des Niederschlesischen Beckens und eventuell aus dem Kalná-Horizont (oberste Libštát-Formation) des Podkrkonoši-Beckens.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Gliederung:

Apateon pedestris-Zone

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Apateon pedestris* bzw. nahe verwandter Arten.

Nachweise: Saar-Nahe-Gebiet: Altenglan-Schichten bis untere Lauterecken-Odernheim-Schichten (L-O3).

Becken von Autun: Ab Faisceau d'Igornay (nach HEYLER 1969).

?Thüringer Wald: Hier sind noch die Fundmeldungen aus den Gehren-, Manebach- und Unteren Goldlauter-Schichten (HAUBOLD 1985) zu überprüfen.

Zone der *Apateon caducus*-Gruppe

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Apateon caducus* oder des *Apateon flagrifer*.

Nachweise: Saar-Nahe-Gebiet: Höhere Lauterecken-Odernheim-Schichten (L-O6-10).

Thüringer Wald: Obere Goldlauter-Schichten.

Zone der *Apateon pusillus*-Gruppe

Untergrenze: Durch Erscheinen des *Apateon pusillus* bzw. nahe verwandter Formen, eventuell begleitet von bestimmten Unterarten oder Arten der *Apateon pedestris*-Gruppe.

Nachweise: Thüringer Wald: Obere Oberhof-Schichten.

Niederschlesisches Becken: Olivětín-Formation.

?Podkrkonoši-Becken: Kalná-Horizont der oberen Libštát-Formation.

Unter den Eryopoidea treten nur die Actinodontidae häufig genug auf, um für überregionale Korrelationen geeignet zu sein. Leider neigen sie aber noch mehr zum Endemismus als die Branchiosauridae. Auf das Becken von Autun ist *Actinodon* beschränkt, auf das Döhlener Becken *Onchiodon*, auf das Niederschlesische Becken *Chelyderpeton*. Nur *Sclerocephalus* kommt in zwei Gebieten, dem Saar-Nahe-Becken (BOY 1976) und dem Thüringer Wald (WERNEBURG 1983) vor. Nach seiner vertikalen Verbreitung im Saar-Nahe-Gebiet wäre er biostratigraphisch gut zu verwerten. Zur Untermauerung dieser Abfolge *Sclerocephalus bavaricus*-Zone, *Sclerocephalus haeuseri*-Zone, *Sclerocephalus latirostris*-Zone fehlen aber

noch konkrete Daten aus dem Thüringer Wald. Von dort liegen unterdessen verschiedene Neufunde vor, die z. Zt. von WERNEBURG bearbeitet werden. Besser als die genannten \pm aquatischen Tetrapoden-Gruppen wären sicherlich die \pm terrestrischen Tetrapoden für eine Korrelation geeignet, zumal über sie auch mit dem nordamerikanischen Permokarbon verglichen werden kann. Leider sind sie aber im europäischen Rotliegenden äußerst selten.

Die weiteste Verbreitung hat der Pelycosaurier *Haptodus baylei* (vgl. CURRIE 1979). Wir kennen ihn aus dem tiefen „Autunium“ des Döhlener Beckens (Döhlen-Sch., s. REICHEL 1970) und des Niederschlesischen Beckens, aus dem mittleren „Autunium“ des Döhlener Beckens (Niederhäßlich-Sch., s. REICHEL 1970) und aus dem mittleren bis höheren „Autunium“ des Beckens von Autun (Les Télots, Margenne, s. HEYLER 1969). In Nordamerika ist die Gattung *Haptodus* zweimal nachgewiesen: Im Top des Missourian (obere Lansing group von Kansas, CURRIE 1977) und im tiefen Unterperm (Cutler formation = ?Sakmarium) von Colorado (LEWIS & VAUGHN 1965). Mit Hilfe der Insekten läßt sich das basale Virgilian (Lawrence Shale, Stranger formation), das in Kansas die Lansing group überlagert, etwa mit dem Stephanium C Europas (= Gzhelium) korrelieren (SCHNEIDER 1982). Ab der texanischen Putnam formation (= Sakmarium nach KOZUR 1980, Abb. 13) wird *Haptodus* von moderneren Sphenacodontiden abgelöst, die aus Mittel- und Westeuropa noch nicht belegt sind. Für *Haptodus* ist also mit einer vertikalen Verbreitung etwa vom unteren Gzhelium bis zum Sakmarium zu rechnen.

Die reichhaltigste Tetrapoden-Fauna liegt aus den Niederhäßlich-Schichten des Döhlener Beckens vor (vgl. BOY 1977, S. 138). Nach Floren entspricht dieses Niveau etwa dem mittleren „Autunium“ (BARTHEL 1976). An \pm terrestrischen Tetrapoden kennen wir neben *Haptodus* noch *Phanerosaurus*, *Edaphosaurus* und *Kadaliosaurus*. *Kadaliosaurus* ist nicht näher bestimmbar. Entweder ist er ein Araeoscelide (in den USA seit dem unteren Sakmarium belegt) oder ein Petrolacosauride (in den USA seit dem unteren Gzhelium belegt, REISZ et al. 1984, S. 67). Der Pelycosaurier *Edaphosaurus* kommt in Nordamerika seit dem Missourian (\pm basales Gzhelium) vor. Der Diadectide *Phanerosaurus* ist noch zu revidieren (BOY, in Vorber.). Nach VAUGHN (1972, S. 28) nimmt er eine Zwischenstellung zwischen *Desmatodon* (unt. Gzhelium) und *Diadectes* (ab Sakmarium) ein, steht dem *Desmatodon* aber näher. Interessanterweise ist in Niederhäßlich noch eine \pm aquatische Familie, die Zatracheidae, mit der Gattung *Acanthostomatops* vertreten (BOY, in Vorber.). Diese Familie ist in den USA mit der nahe verwandten Gattung *Zatrachys* sicher erst ab dem Sakmarium (in Texas), eventuell auch schon ab dem Asselium (in New Mexico) überliefert. Nach diesem groben Vergleich wäre also das mittlere „Autunium“ von Niederhäßlich etwa mit dem Asselium (d. h. dem post-Virgilian) zu korrelieren.

Für das „Saxonium“ sind die Daten noch magerer. Bisher ist nur *Casea rutena* aus sicherem „Saxonium“ des Beckens von Rodez beschrieben worden (SIGOGNEAU-RUSSEL & RUSSEL 1974). Leider ist jedoch dieser Fundhorizont nicht mit der mitteleuropäischen „Saxonium“-Abfolge (BOY & FICHTER 1987) zu parallelisieren. Andererseits bringt ein Vergleich mit Nordamerika sehr viel. Dort ist nämlich die Gattung *Casea* ganz auf das mittlere bis obere Leonardium beschränkt. Da sich die Gruppe der Caseidae rasch entwickelte, ist eine Korrelation des höheren „Saxonium“ im Becken von Rodez mit dem Leonardium wahrscheinlich. Damit ließe sich das „Saxonium“, und somit auch das Rotliegende, wenigstens bis hinauf zum Leonardium nachweisen. Es bleibt aber immer noch eine große Zeitlücke bis zur Zechstein-Basis (O.-Kazanium oder U.-Tatarium), die biostratigraphisch zu belegen ist.

Schriften

- AMMON, L. VON (1889): Die permischen Amphibien der Rheinpfalz. 119 S., 5 Taf., München (Straub).
- (1910): Erläuterungen zu dem Blatte Kusel (Nr. XX) der Geognostischen Karte des Königreiches Bayern (1 : 100000). 186 S., 50 Abb., München.
- ATZBACH, O. & SCHWAB, K. (1971): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Rheinland-Pfalz 1 : 25000. Blatt Nr. 6410 Kusel. 96 S., 8 Abb., 16 Tab., Mainz.
- BARTHEL, M. (1976): Die Rotliegend-Flora Sachsens. – Abh. staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **24**, S. 1-190, 48 Taf., Dresden.
- BOY, J. A. (1971 a): Zur Problematik der Branchiosaurier (Amphibia, Karbon-Perm). – Paläont. Z., **45**, S. 107-119, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- (1971 b): Ein bemerkenswerter Schädelrest eines unterpermischen Labyrinthodontiers (Amphibia) aus dem Saargebiet. – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **60**, S. 31-43, 5 Abb., Wiesbaden.
- (1972 a): Die Branchiosaurier (Amphibia) des saarpfälzischen Rotliegenden (Perm, SW-Deutschland). – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **65**, S. 1-137, 70 Abb., 2 Tab., 2 Taf., Wiesbaden.
- (1972 b): Palökologischer Vergleich zweier berühmter Fossilagerstätten des deutschen Rotliegenden (Unterperm, Saar-Nahe-Gebiet). – Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch., **100**, S. 46-59, 2 Abb., Wiesbaden.
- (1974): Die Larven der rhachitomen Amphibien (Amphibia: Temnospondyli; Karbon-Trias). – Paläont. Z., **48**, S. 236-268, 14 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- (1976): Überblick über die Fauna des saarpfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm). – Mainzer geowiss. Mitt., **5**, S. 13-85, 41 Abb., Mainz.
- (1977): Typen und Genese jungpaläozoischer Tetrapoden-Lagerstätten. – Palaeontographica, **A 156**, S. 111-167, 17 Abb., Stuttgart.
- (1978): Die Tetrapodenfauna (Amphibia, Reptilia) des saarpfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm; SW-Deutschland). 1. *Branchiosaurus*. – Mainzer geowiss. Mitt., **7**, S. 27-76, 28 Abb., Mainz.
- (1980): Die Tetrapodenfauna (Amphibia, Reptilia) des saarpfälzischen Rotliegenden (Unter-Perm; SW-Deutschland). 2. *Tersomius graumanni* n. sp. – Mainzer geowiss. Mitt., **8**, S. 17-30, 5 Abb., Mainz.
- (1982): Der Fossil-Inhalt der Lebacher Toneisenstein-Geoden. – In: MÜLLER, G. (Edit.): Saarland-VFMG-Sommertagung, S. 147-159, 7 Taf., Heidelberg.
- (1986 a): Studien über die Branchiosauridae (Amphibia: Temnospondyli). 1. Neue und wenig bekannte Arten aus dem mitteleuropäischen Rotliegenden (? oberstes Karbon bis unteres Perm). – Paläont. Z., **60**, S. 131-166, 20 Abb., Stuttgart.
- (1986 b): Studien über die Branchiosauridae (Amphibia: Temnospondyli; Ober-Karbon-Unter-Perm). 2. Systematische Übersicht. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh. – [im Druck].
- BOY, J. A. & FICHTER, J. (1982): Zur Stratigraphie des saarpfälzischen Rotliegenden (? Ober-Karbon-Unter-Perm; SW-Deutschland). – Z. deutsch geol. Ges., **133**, S. 607-642, 7 Abb., Hannover.
- (1987): Zur Stratigraphie des höheren Rotliegenden (Unter-Perm) des Saar-Nahe-Gebietes (SW-Deutschland) und seiner Korrelation mit anderen Gebieten. – [in Vorber.].
- BOY, J. A. & HARTKOPF, C. (1983): Paläontologie des saarpfälzischen Rotliegenden. – Exk. C, Paläont. Ges., 53. Jahresversamml. Mainz, S. 1-85, 17 Abb., Mainz.
- BRANCO, W. (1887): *Weissia bavarica* g. n. sp. n., ein neuer Stegocephale aus dem Unteren Rothliegenden. – Jb. königl. preuß. geol. Landesanst. Bergakad., S. 22-39, Taf. 1, Berlin.

- BROILI, F. (1926): Über *Sclerocephalus Häuseri* GOLDFUSS. – Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Abt., S. 199-222, 9 Abb., 2 Taf., München.
- BULMAN, O. M. B. (1928): Additional notes on some branchiosaurs from Odernheim. – Ann. Mag. natur. Hist., **10**, S. 250-255, 4 Abb., Taf. 12, London.
- BULMAN, O. M. B. & WHITTARD, W. F. (1926): *Branchiosaurus* and allied genera (Amphibia). – Proc. zool. Soc., S. 533-579, 15 Abb., 4 Taf., London.
- BURMEISTER, H. (1850): Die Labyrinthodonten aus dem Saarbrücker Steinkohlengebirge. 74 S., 4 Taf., Berlin (Reimer).
- CARROLL, R. L. & GASKILL, P. (1978): The order Microsauria. – Mem. amer. philos. Soc., **126**, S. 1-211, 135 Abb., 5 Tab., 3 Ktn., Philadelphia/Pa.
- CURRIE, P. J. (1977): A new haptodontine sphenacodont (Reptilia: Pelycosauria) from the Upper Pennsylvanian of North America. – J. Paleont., **51**, S. 927-942, 9 Abb., Tulsa/Okla.
- (1979): The osteology of haptodontine sphenacodonts (Reptilia: Pelycosauria). – Palaeontographica, **A 163**, S. 130-168, 18 Abb., 4 Tab., Stuttgart.
- FALKE, H. (1954): Leithorizonte, Leitfolgen und Leitgruppen im pfälzischen Unterrotliegenden. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **99**, S. 298-354, 2 Abb., 2 Tab., 1 Prof., Stuttgart.
- GOLDFUSS, G. A. (1847): Beiträge zur vorweltlichen Fauna des Steinkohlengebirges. 27 S., 5 Taf., Bonn (Henry & Cohen).
- HANEKE, J. & GÄDE, C.-W. & LORENZ, V. (1979): Zur stratigraphischen Stellung der rhyolithischen Tuffe im Oberrotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes und der Urangehalt des Kohlentuff-Horizontes an der Kornkiste bei Schallodenbach/Pfalz. – Z. deutsch. geol. Ges., **130**, S. 535-560, 9 Abb., 3 Tab., Hannover.
- HAUBOLD, H. (1985): Stratigraphische Grundlagen des Stephan C und Rotliegenden im Thüringer Wald. – Schriftenr. geol. Wiss., **23**, S. 1-110, 15 Abb., 7 Tab., Berlin.
- HAUBOLD, H. & BARTHEL, M. (1982): Zur Evolutionsstufe der Pflanzen- und Tierwelt im Rotliegenden. – In: HAUBOLD, H. (Edit.): Die Lebewelt des Rotliegenden, S. 222-225, Wittenberg.
- HEYLER, D. (1969): Vertébrés de l'Autunien de France. – Cah. Paléont., 259 S., 166 Abb., 2 Tab., 52 Taf., Paris.
- HOFKER, J. (1927): *Archegosaurus Decheni*, Untersuchung des Schädelbaues. – Palaeont. hungar., **2**, S. 109-130, 16 Abb., Budapest.
- JAEKEL, O. (1896): Die Organisation von *Archegosaurus*. – Z. deutsch. geol. Ges., **58**, S. 505-521, 10 Abb., Berlin.
- JORDAN, H. (1849): Ergänzende Beobachtungen zu der Abhandlung von GOLDFUSS über *Archegosaurus*. – Verh. naturhist. Ver. Rheinl. Westfalen, **6**, S. 76-81, Taf. 4, Fig. 1, Bonn.
- KERP, H. & FICHTER, J. (1985): Die Makroflora des saarpfälzischen Rotliegenden (?Ober-Karbon–Unter-Perm; SW-Deutschland). – Mainzer geowiss. Mitt., **14**, S. 159-286, 3 Abb., 19 Tab., 42 Taf., Mainz.
- KOZUR, H. (1980): Beiträge zur Stratigraphie des Perms. Teil III (2): Zur Korrelation der überwiegend kontinentalen Ablagerungen des obersten Karbons und Perms von Mittel- und Westeuropa. – Freiburger Forsch.-H., **C 348**, S. 69-172, 13 Abb., Leipzig.
- KUHN, O. (1959): Ein neuer Microsaurier aus dem deutschen Rotliegenden. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., S. 424-426, 1 Abb., Stuttgart.
- LEWIS, G. E. & VAUGHN, P. P. (1965): Early Permian Vertebrates from the Cutler Formation of the Placerville Area Colorado. – Geol. Survey, Prof. Pap., **503**, S. C1-C46, 13 Abb., 1 Tab., Washington/D.C.
- LYDEKKER, R. (1890): Catalogue of the fossil reptilia and amphibia in the British Museum (Natural History). Part IV. 259 S., 66 Abb., London (Brit. Mus.).
- MALZ, H. (1967): „*Branchiosaurus*“, ein problematisches Ur-Amphib aus dem Perm. – Natur u. Mus., **97**, S. 397-406, 8 Abb., Frankfurt am Main.

- MALZ, H. (1970): Zur Deutung permischer Ur-Amphibien. – Natur u. Mus., **100**, S. 430-434, 2 Abb., Frankfurt am Main.
- MARTENS, T. (1984): Zur Taxonomie und Biostratigraphie der Conchostraca (Phyllopoda, Crustacea) des Rotliegenden (oberstes Karbon bis Perm) im Saar-Nahe-Gebiet (BRD). – Freiburger Forsch.-H., **C391**, S. 35-57, 7 Abb., 6 Tab., 8 Taf., Leipzig.
- MEYER, H. VON (1844): Briefliche Mitteilung an Prof. BRONN. – N. Jb. Geogn. Geol. Petrefacten-Kde., S. 336-337, Stuttgart.
- (1858): Reptilien aus der Steinkohlen-Formation in Deutschland. – Palaeontographica, **6**, S. 59-220, 1 Abb., Taf. 8-23, Kassel.
- MILNER, A. R. (1978): A reappraisal of the early Permian amphibians *Memonomenos dyscriton* and *Cricotillus brachydens*. – Palaeontology, **21**, S. 667-686, 6 Abb., London.
- RAYNER, D. H. (1971): Data on the environment and preservation of late Palaeozoic tetrapods. – Proc. Yorkshire geol. Soc., **38**, S. 437-495, 5 Tab., Taf. 35-37, Leeds.
- REICHEL, W. (1970): Abriß des Rotliegenden im Döhlener Becken. – Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, Geol. Paläont., **15**, S. 67-74, Berlin.
- REIS, O. M. (1913): Über einige im Unter- und Oberrotliegenden des östlichen Pfälzer Sattels gefundene Tierreste. – Geogn. Jh., **25**, S. 237-254, 1 Abb., Taf. 3-4, München.
- REISZ, R. R. & BERMAN, D. S. & SCOTT, D. (1984): The anatomy and relationships of the Lower Permian reptile *Araeoscelis*. – J. Vert. Paleont., **4**, S. 57-67, 6 Abb., 1 Tab., Lawrence/Kans.
- SCHNEIDER, J. (1982): Entwurf einer biostratigraphischen Zonengliederung mittels der Spiloblattidae (Blattoidea, Insecta) für das kontinentale euramerische Permokarbon. – Freiburger Forsch.-H., **C375**, S. 27-47, 5 Taf., 1 Abb., Leipzig.
- SCHRÖDER, E. (1939): Ein neuartiger Amphibienrest (? *Microbrachis*) aus dem saarländischen Rotliegenden. – Z. deutsch. geol. Ges., **91**, S. 812-815, Taf. 18, Berlin.
- SEILACHER, A. (1970): Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., S. 34-39, Stuttgart.
- SIGOGNEAU-RUSSELL, D. & RUSSELL, D. E. (1974): Étude du premier Caséidé (Reptilia, Pelycosauria) d'Europe occidentale. – Bull. Mus. nat. Hist. natur., 3^e sér., **230**, S. 145-215, 19 Abb., 5 Taf., Paris.
- THÉOBALD, N. (1958): Contribution à l'étude des stégocephales du Permien inférieur de la Sarre. – Ann. Univ. saraviensis, Sci., **7**, S. 192-210, 3 Abb., 4 Taf., Saarbrücken.
- TOBIEN, H. (1968): Typen und Genese tertiärer Säugerlagerstätten. – Eclogae geol. Helvet., **61**, S. 549-575, 2 Abb., Basel.
- VAUGHN, P. P. (1972): More vertebrates, including a new microsauro, from the Upper Pennsylvanian of central Colorado. – Contrib. Sci. natur. Hist. Mus. Los Angeles Co., **223**, S. 1-30, 6 Abb., Los Angeles/Calif.
- WATSON, D. M. S. (1963): On growth stages in branchiosaurs. – Palaeontology, **6**, S. 540-553, 4 Abb., London.
- WERNEBURG, R. (1983): Stegocephalen (Rhachitomi, Amphibia) aus dem hohen Unterrotliegenden (Oberhöfer Schichten) des Thüringer Waldes. – Freiburger Forsch.-H., **C384**, S. 111-129, 8 Taf., 6 Tab., Leipzig.
- (1986a): Die Stegocephalen (Amphibia) der Goldlauterer Schichten (Unterrotliegendes, Perm) des Thüringer Waldes. Teil 1: *Apateon flagrifer* (WHITTARD). – Freiburger Forsch.-H. – [im Druck].
- (1986b): Dissorophiden (Amphibia, Rhachitomi) aus dem Westfal D (Oberkarbon) der CSSR. Teil 1: *Branchiosaurus* FRITSCH, 1876. – Z. geol. Wiss. – [im Druck].
- WHITTARD, W. F. (1928): On the structure of the palate and mandible of *Archegosaurus decheni*, GOLDFUSS. – Ann. Mag. natur. Hist., **10**, S. 255-264, 3 Abb., Taf. 13, London.

- (1930): The structure of *Branchiosaurus flagrifer*, sp. n., and further notes on *Branchiosaurus amblystomus*, CREDNER. – Ann. Mag. natur. Hist., **10**, S. 500-513, 5 Abb., Taf. 19-20, London.
- WILLEMS, H. & WUTTKE, M. (1987): Lithogenese lakustriner Dolomite und mikrobiell induzierte „Weichteilerhaltung“ bei Tetrapoden des Unter-Rotliegenden (Saar-Nahe-Becken, SW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. – [im Druck].

Anschrift des Autors: Prof. Dr. JÜRGEN A. BOY, Institut für Geowissenschaften,
Johannes Gutenberg-Universität, Postfach 3980, D-6500 Mainz 1.

Manuskript eingegangen am 26. 6. 1986