

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	77/78	S. 5–22	6 Abb.		Freiburg 1989
-----------------------------------	-------	---------	--------	--	---------------

# Bio- und Lithostratigraphie des Unter-Aalenium (Opalinumton) in der Tongrube von Feldberg bei Müllheim/Südbaden

von

**Martin Ernst, Freiburg i. Br.**

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt erstmals Auskunft über die Gesteinsausbildung und Biostratigraphie der Tongrube von Feldberg bei Müllheim/Südbaden. Nach einem Gesamtüberblick über die Geologie und Tektonik der nördlichen Kanderner Vorbergzone wird hier nur der Opalinumton im Unter-Aalenium seinen Biozonen nach beschrieben. Dabei ist eine eindeutige Zuordnung der Feldberger Tongrube in die *comptum*-Zone anhand von Ammoniten und Ostracoden möglich. Die Bildungsbedingungen eines darin befindlichen Aufarbeitungshorizontes werden schematisch zu erklären versucht, wobei eine kurze Sedimentationsunterbrechung mit relativ schneller postsedimentärer bis frühdiagenetischer Pyritbildung diskutiert wird.

## Inhalt

1. Einleitung . . . . .	6
1.1 Geologisch-Tektonischer Überblick der nördlichen Kanderner Vorbergzone . . . . .	6
2. Verbreitung und Mächtigkeit des Opalinumton . . . . .	9
3. Biostratigraphie und Gesteinsausbildung . . . . .	10
3.1 <i>torulosum</i> -Zone . . . . .	10
3.2 <i>opalinum</i> -Zone . . . . .	11
3.3 <i>comptum</i> -Zone . . . . .	12
4. Profil der <i>comptum</i> -Zone in der Feldberger Tongrube . . . . .	12
5. Bildungsbedingungen und Sedimentationsablauf . . . . .	14
5.1 Ansprache der Aufarbeitungslage . . . . .	14
5.2 Mögliche Entstehung . . . . .	16
Angeführte Schriften . . . . .	20

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geol. MARTIN ERNST, Oberrieder Straße 21, D-7800 Freiburg i. Br.

## 1. Einleitung

Die Sedimente der Trias und des Mittleren Jura um Feldberg/Südbaden wurden in meiner Diplomarbeit (1985) ausführlich bearbeitet und beschrieben, wobei auch u. a. die Feldberger Tongrube untersucht wurde. Herr Prof. Dr. H. Genser hat diese Arbeit betreut. Ihm möchte ich meinen besonderen Dank für seine Hilfsbereitschaft bei der Arbeit und der Drucklegung aussprechen. Mein herzlicher Dank gilt auch dem in der Zwischenzeit leider verstorbenen Herrn Dipl.-Geol. R. MATTES, der durch entscheidende Hinweise im Gelände und bei der Bestimmung von Fossilien zum Abschluß der Arbeit beigetragen hat. Weiter danke ich Herrn Dr. H. KNITTER für die Bestimmung der im Arbeitsgebiet von mir geschlammten Ostracoden, Herrn Dr. A. HAGEMEISTER, Herrn Dipl.-Biol. F. ZIMBELMANN für wertvolle Diskussionsbeiträge und Herrn H. EHRET für die Dünnschliffherstellung. Folgende Ausführungen basieren auf weiteren Untersuchungen in der Tongrube von Feldberg, womit sich der Kenntnisstand seit 1985 verbessert hat.

Im südlichen Oberrheingraben liegt zwischen Freiburg und Basel, rechtsrheinisch, 5 km südöstlich von Müllheim (Südbaden) die Feldberger Tongrube (Abb. 2 TK 25: 8211 Kandern; r: 33 98 150 h: 52 93 500). Sie befindet sich im Herzen des Markgräfler Hügellandes, in der sogenannten Kanderner Vorbergzone, zwischen dem eigentlichen Rheingraben und dem Schwarzwaldkristallin (Abb. 1 + 2).

### 1.1 Geologisch-Tektonischer Überblick der nördlichen Kanderner Vorbergzone

Von der äußeren Randverwerfung bauen vom Schwarzwaldkristallin an stufenförmig zerbrochene, verstellte und zum Rheingraben hin geneigte triasische und jurassische Sedimentschollen die Hügelketten der randlichen Vorbergzone auf (ERNST et al. 1986; ERNST & WIDEMANN 1986).

Durch steiles Einfallen der Sedimente sowie Quer- und Längsstörungen ist, insbesondere in den weichen, tonig-mergeligen Sedimenten, auch wegen stellenweiser Abquetschung ganzer Schichtglieder, die gesamte Schichtenfolge vom Buntsandstein bis ins Ober-Bajocium auf weniger als 1 km zu verfolgen. Unmittelbar an der Randverwerfung fallen die verkieselten Bereiche des Buntsandsteins und Muschelkalks, des „Quarzirfs“, mit ca. 40–60° steil nach W ein. Ungefähr 300 m westlich davon ist eine deutlich flachere Lagerung um 30° W zu beobachten, die sich weiter nach Westen in die Juraschichten hinein bis zu minimal 3° verflachen kann (Abb. 3).

Generell streichen die Schichten im Raum Feldberg zwischen NNE und NE. Die verwitterungsresistenteren Sedimente des Buntsandsteins und Muschelkalks bilden in ca. 600–680 m üNN den morphologischen Übergang zu den

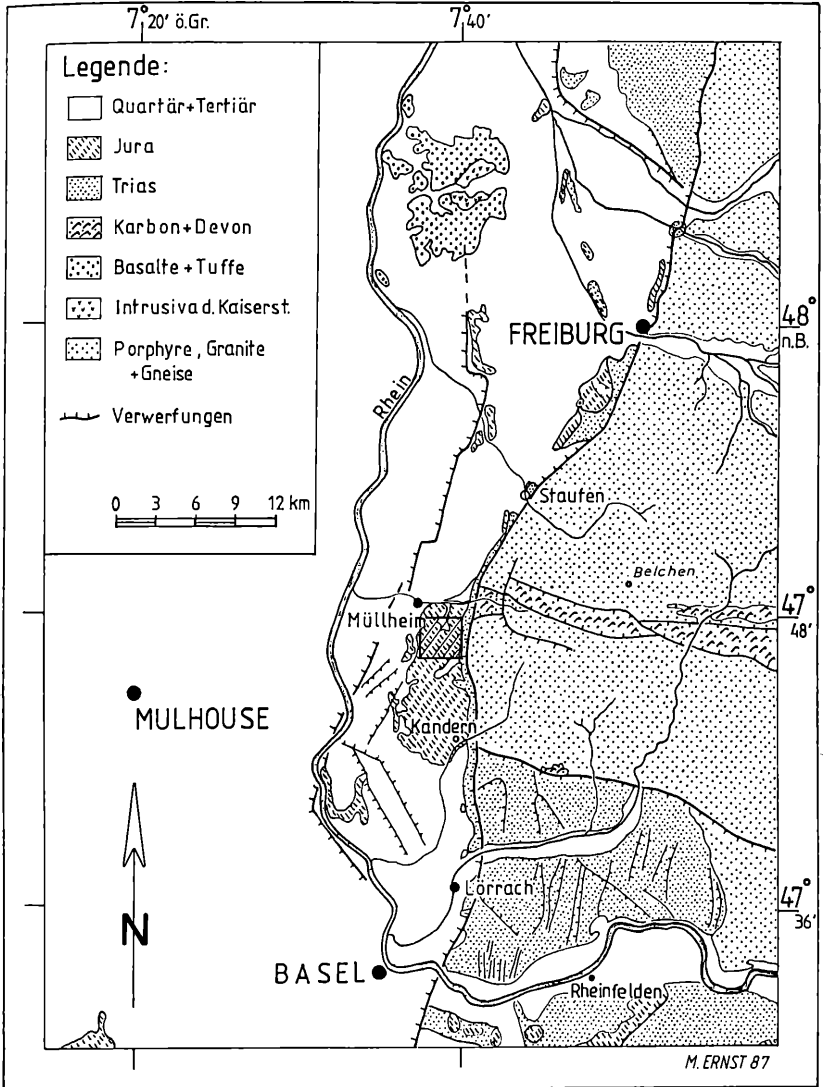


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte im Westen des südlichen Oberrheingrabens, vereinfacht nach WEIDENBACH & VOLLRATH (1954). Das schraffiert umrandete Gebiet ist in Abb. 2 vergrößert dargestellt und zeigt die genaue Lage der Feldberger Tongrube.

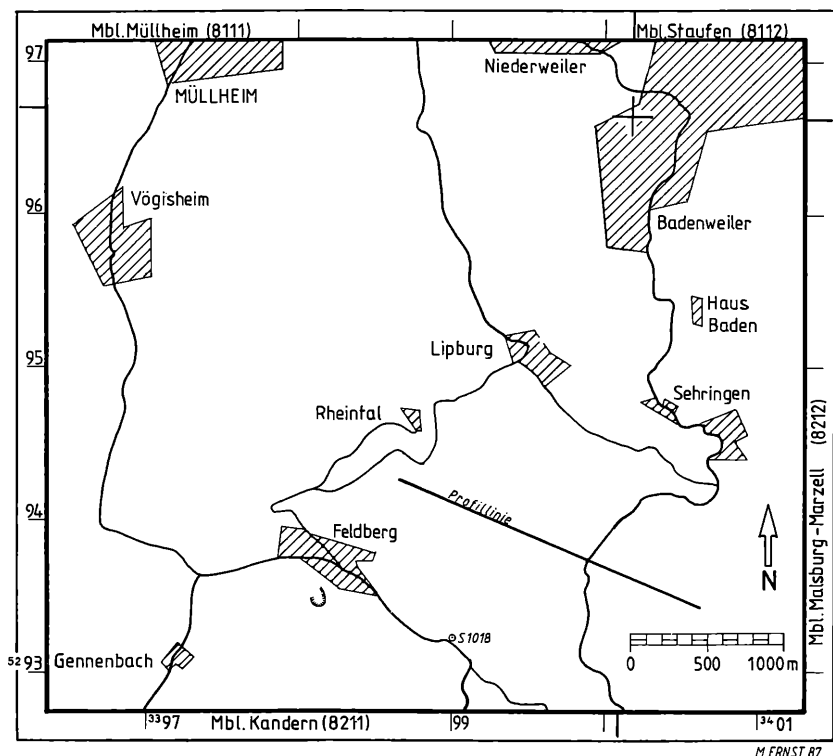


Abb. 2: Geographische Lage der Tongrube von Feldberg, der Bohrung Schliengen 1018 und des geologischen Querprofils in Abb. 3; nach angegebenen topographischen Karten vereinfacht hochgezeichnet.

nach Osten höher werdenden Kuppen des Blauen Kristallins. Die tonig-mergeligen, stärker abgetragenen Keupersedimente bedingen eine allmähliche Verflachung des Geländes (um 520–560 m üNN) zu den im Westen folgenden Juraschichten, die durch ihren sanften Anstieg die eigentliche Vorbergzone aufbauen. Typisch für die Schichten des Mittel-Ober-Bajocium sind die aus der mächtigen, flachlagernden Kalkserie des Haupttrogensteins gebildeten Berg Rücken, die im Osten beim Hörnle mit über 600 m Höhe, nach Westen hin zum Neuenberg bei Vögisheim unter 300 m üNN ausstreichen. Die Hohlformen und sanften Hänge, bestehend aus den weniger widerstandsfähigen Gesteinen der Keupersedimente, des Unteren Jura und des Aalenium prägen ein unruhiges, welliges und teils feuchtes Wiesengelände, das stellenweise durch eine mächtige Lößdecke mit Schuttmaterial überdeckt ist. Über den weichen und schlüpfrigen

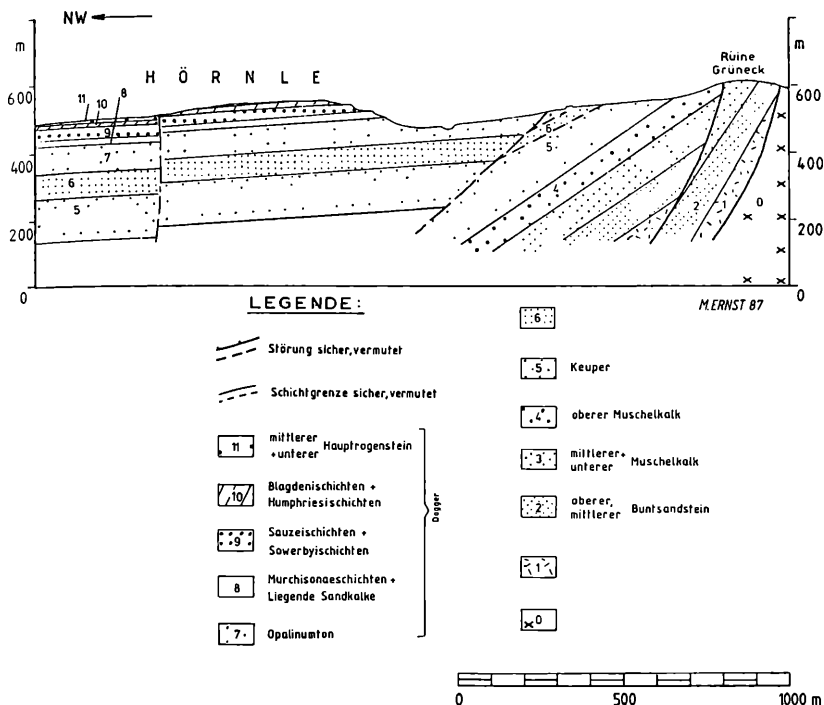


Abb. 3: Schematischer geologischer Schnitt entsprechend der Profilinie in Abb. 2 von der äußeren Grabenrandverwerfung südlich der Ruine Grüneck durch die nach Westen angrenzende Kanderner Vorbergzone.

Talböden um Feldberg, Rheintal und Lipburg bilden die zahlreichen Mergelagen des Bajocium an S-SW-exponierten Hängen den für den Weinbau genutzten günstigen Boden. Durch die bewaldeten Kuppen des Hauptrogensteins wird er gegen Abtragung geschützt. Ansonsten nutzt man den tonig-mergeligen Untergrund für intensiven Obstbau.

## 2. Verbreitung und Mächtigkeit des Opalinumton

Das Unter-Aalenium in Südbaden und Schwaben ist relativ gut korrelierbar und in ähnlicher Fazies ausgeprägt, im Gegensatz zum Bajocium, wo in Südbaden eine kalkig-oolithische Fazies mit dem Hauptrogenstein besser mit der rauracischen Fazies als mit den Parkinsonien-Schichten der Schwäbischen Alb zu vergleichen ist (vgl. GENSER 1966).

Den petrographisch ähnlich ausgebildeten Jurensismergel des Ober-Toarcium lagern fließend die etwa 80–90 m mächtigen Opalinumtone auf. In der Literatur wird die Tonserie als Opalinuston bezeichnet, was eigentlich im Widerspruch zu dem namengebenden Leitfossil *Leioceras opalinum* (REINECKE) steht, weshalb hier der Begriff Opalinumton gebraucht wird. Als größter Flächenbildner ist er an Wiesenhängen und in Tälern weit verbreitet, aber wenig aufgeschlossen. Dies ist einerseits durch die Fließbewegungen der mächtigen Tonmassen bedingt und andererseits durch die oft dicke Auflagerung von Gehängeschutt, meist Lößlehm mit Gesteinsbruch aus den hangenden rotgefärbten Murchisonaeschichten.

### 3. Biostratigraphie und Gesteinsausbildung

#### 3.1 *torulosum*-Zone

Die *torulosum*-Zone mit *Pachylotoceras torulosum* (ZIETEN), ausgebildet als graue, schwach feinglimmrige, schillfreie Tonsteine (CaCO<sub>3</sub>-Gehalt 4–5 Gew. %), wechsellagernd mit grauen Schillagen (CaCO<sub>3</sub>-Gehalt 11–14 Gew. % nach KLÖCKER 1966 : 213), ist um Feldberg wohl sicher vorhanden, kann aber mangels Aufschlüssen nicht eindeutig durch Fossilien belegt werden.

Nördlich Badenweiler an der Schwärze wurde die *torulosum*-Zone durch SANDBERGER (1858), ECK (1887 : 74), STEINMANN & GRAEFF (1890 : 59) und GENSER (1959 : 81) beschrieben. 1982 konnte durch Erweiterungsbauten der Rheumaklinik ein vollständiges Profil (über 50 m) vom Ober-Pliensbachium bis ins tiefste Aalenium von KNITTER & OHMERT (1983) aufgenommen, beschrieben und diskutiert werden. Es zeigt sich u. a. (KNITTER & OHMERT 1983 : 258), daß die *torulosum*-Zone nicht mit der *opalinum*-Zone zusammenfällt, sondern daß sie wenig kondensiert übereinanderfolgen, und die *torulosum*-Zone i. S. v. OPPEL (1856–58 : 299) und die *buckmanni*-Zone in etwa „synonym“ sind. Folgt man der Priorität von OPPELS Grenzziehung entgegen der Empfehlung des Jura Colloquiums von Luxemburg (Colloque du Jurassique 1964 : 81), so bleibt die *torulosum*-Zone die basale Zone des Aaleniums. Der Vorteil dieser Grenzziehung besteht insbesondere darin, daß sie mikropaläontologisch mit Ostracoden, nämlich mit dem Einsetzen von *Aphelocythere kuhni* (TRIEBEL & KLINGLER, 1959) nachzuvollziehen ist. Entsprechend dieser Ansicht wurde auch diese Abfolge geologisch aufgenommen, kartiert und beschrieben (ERNST 1985, ERNST et al. 1986, ERNST & WIDEMANN 1986). Das Vorhandensein der *torulosum*-Zone in der Umgebung von Feldberg läßt auch ältere Funde (vgl. BERG 1961 : 26) wahrscheinlich erschienen. Die Mächtigkeit der *torulosum*-Zone kann demnach mit Grenzziehung durch erstes Auftreten von *Aphelocythere kuhni* (TRIEBEL & KLINGLER 1959) und *Leioceras opalinum* (REINECKE) mit etwa 16 m angegeben werden.

OHMERT (1981 : 118; 1984 : 49) beschreibt, daß sich Pyritkonkretionen, Laibsteinlagen und Tutenmergel auf diesen unteren Abschnitt beschränken, und im höheren Teil, ab etwa 35 m die Feinschillagen ganz zurücktreten und zunehmend Kalkkonkretionen eingelagert sind, gleichzeitig läßt sich dies am Aussetzen der Gastropoden vor allem von *Coelodiscus minutus* (ZIETEN) erkennen.

### 3.2 *opalinum*-Zone

In den schiefrigen, oft mit Konkretionen versetzten mittelgrauen bis blaugrauen Tönen der *opalinum*-Zone lassen sich Bruchstücke von *Leioceras opalinum* (REINECKE), *Trochus* sp. und *Posidonia* sp. beobachten. In dem stellenweise deutlich feinsandigen und feinglimmigen Tonmergelstein beschreibt SÖLL (1965 : 174) aus der Bohrung Schliengen 1018 (vgl. Abb. 2; r: 33 99 000, h: 52 93 225) 1 cm große Kalkknöllchen, breite Grabgänge, selten Pyritfukoiden. Vereinzelte Schalengrusionester in dem dünnplattigen Tonstein, sowie kleine Muscheln und Gastropoden konnte ich am Straßenaufschluß der Straße Kandern-Badenweiler, etwa 1750 m östlich der Feldberger Tongrube beobachten (ERNST 1985 : Abb. 6, Profil 1/41). Am Straßeneinschnitt der Straße von Feldberg nach Obereggenen am Lettenbuck (r: 33 98 960, h: 52 93 205), ca. 250 m östlich der Feldberger Tongrube waren sie auf Grund dortiger Bauarbeiten im Frühjahr 1983 gut aufzunehmen: Hell-dunkelgraue, plattige, schwach kalkige Tone mit hellbraunen Zwischenlagen, stellenweise mit hellrotgefärbten Fe-Konkretionen und sehr sandigen Horizonten liegen vor; Grabgänge von Sedimentfressern (? *Rhizophyllum*), Muschelschalenreste und Tonlinsen sind zu sehen. Um diesen Aufschluß evtl. an andere bekannte einhängen zu können, wurden die von mir geschlammten Ostracoden freundlicherweise von Herrn Dr. H. KNITTER, Geologisches Institut Freiburg bestimmt (vgl. KNITTER 1983, 1984).

- *Praeschuleridea* aff. *ventriosa* (FISCHER in PLUMHOFF, 1963)
- *Polycope discus* (FISCHER, 1961 a + b)
- *Aphelocythere kuhni* (fem., rechte Klappe) TRIEBEL & KLINGLER, 1959

Nach seiner mündlichen Mitteilung sind diese Arten für das Unter-Aalenium charakteristisch und lassen sich auf Grund des geringen Profilausschnitts nicht zu anderen bekannten Profilen in Beziehung setzen. Da aber Kollege R. MATTES bei einer gemeinsamen Geländebegehung in unmittelbarer Nähe ein Bruchstück eines *Leioceras opalinum* (REINECKE) gefunden hat, befinden wir uns, wie auch SCHNARRENBERGER (1915 : 18) bestätigt, in der *opalinum*-Zone.

Da der Anschluß zur *comptum*- und *torulosum*-Zone fehlt, kann die Mächtigkeit der *opalinum*-Zone mit 40–50 m geschätzt werden.

### 3.3 *comptum*-Zone

Den besten Einblick in die Opalinumtone bietet derzeit die Feldberger Tongrube. Sie schließt den mittleren und oberen Teil der Tonfolge auf und ermöglicht einen Einblick in die *comptum*-Zone. Da die Tone einen relativ hohen Pyrit- und Kalkgehalt aufweisen, werden sie hier nur als Zuschlag von der Kanderner Tonwarenindustrie abgebaut, um vermutlich nur die fetteren Calloviumtone aus Kandern abzumagern. Da die Grube bisher nicht näher bearbeitet worden war, wurde sie besonders biostratigraphisch untersucht, wobei Dr. H. KNITTER die Ostracoden und Kollege R. MATTES die Ammoniten bestimmte.

## 4. Profil der *comptum*-Zone in der Feldberger Tongrube (r: 33 98 150; h: 52 93 500)

Profilaufnahme mit Fossilinhalt (vgl. Abb. 5)

Liegendes

- 0–21 m: Graublauer, dunkler, dünnplattiger Ton mit Konkretionen und kleinen Posidonien, Belemniten, Ammonitenresten und sonstigem Bioklast liegt vor. Zu beobachten sind rost-gelbgrüne Verwitterungsfarben und scherbiger Bruch.

Ammonoidea:

- *Leioceras comptum* (REINECKE); bei ca. 10 m.

Ostracoda:

- *Aphelocythere kuhni* (TRIEBEL & KLINGLER, 1959)
- *Cytheropterina cribra* (FISCHER, 1962)
- *Cytherella toarcensis* (BIZON, 1960)
- *Praeschuleridea ventriosa* (FISCHER in PLUMHOFF, 1963)
- *Praeschuleridea angulata* (PLUMHOFF, 1963)
- *Praeschuleridea punctulata* (PLUMHOFF, 1963)

- bei 21 m: Ca. 8 cm mächtige harte, knauernartige, mergelig-kalzitische Aufarbeitungslage (Abb. 4) mit kondensierten Ammoniten und Ammonitresten sowie bis 5 cm großen Kalkknollen, massenhaft Crinoidenresten, Krebsresten, Polychaeten, Filamenten und feinverteiltem Bioklast. Auffallend ist die starke Pyritanreicherung, was diese Knauern merklich schwerer als normale Kalksteinknollen macht. Der Bioklast ist stellenweise bewachsen, ansonsten dichtgepackt und nicht sortiert.



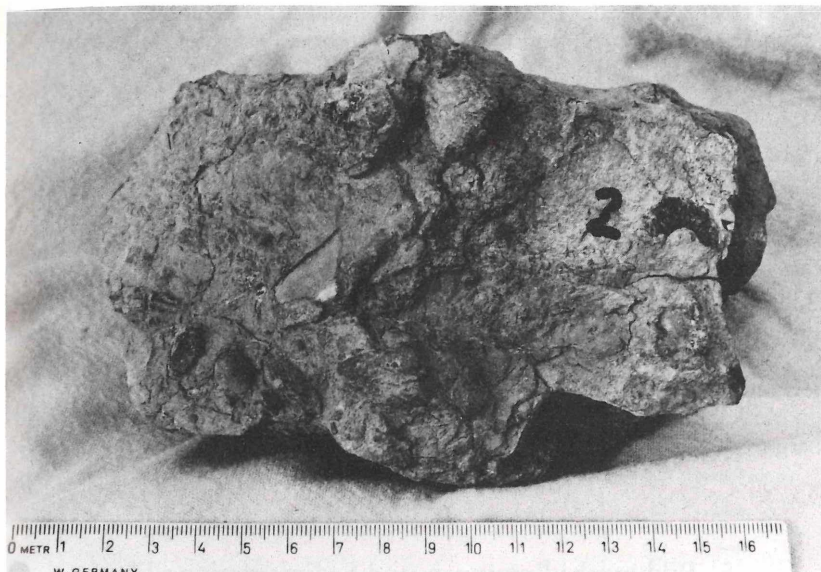


Abb. 4: Handstück aus der etwa 10 cm mächtigen harten, knolligen, mergelig-kalzitischen Aufarbeitungslage in der *comptum*-Zone (Abb. 5/2). Profilbeschreibung siehe unter 4. – Nr. 2 zeigt einen *Leioceras* cf. *plicatellum* (S. BUCKMANN) = *Leioceras* (*Cypholeioceras*) *comptum bifidatum* BUCKMANN.

#### Ammonoidea:

- *Leioceras comptum* (REINECKE)
- *Leioceras* cf. *plicatellum* (BUCKMANN)  
= *Leioceras* (*Cypholeioceras*) *comptum bifidatum* BUCKMANN (Abb. 4)
- *Leioceras* (*Cyclicoceras*) sp. (= *uncinatum* oder *crassicot*)
- zahlreiche *Leioceras* (*Cypholeioceras*) sp. cf. *lineatum* BUCKMANN

3. Grauer, dünnplattiger Ton mit vielen kleinen Lamellibranchiata, wie bei Nr.1; auffallend sind viele große Belemniten und Grabgangfüllungen. Neben der dünnplattigen Spaltbarkeit ist ein eigenartiger, zu kleinen Mergelkalkknollen herausbrechender Bruch zu beobachten. Lagerung: 20/13 WNW

#### Ostracoda:

- *Aphelocythere kuhni* (TRIEBEL & KLINGLER, 1959)
- *Cytheropterina cribra* (FISCHER, 1962)
- *Praeschuleridea ventriosa* (FISCHER in PLUMHOFF, 1963)
- *Praeschuleridea punctulata* (PLUMHOFF, 1963)

4. Bei etwa 25 m ist der Übergang zu dem, hauptsächlich durch Bohnerze und untergeordnet auch Hangschutt intensiv rotbraun gefärbten, lößlehmartigen Boden zu sehen.

### Hangendes

Die Murchisonaeschichten lassen sich bei etwa 400–410 m üNN in SSW-Richtung, von der Feldberger Tongrube aus gesehen, neben weiteren Bohnerzvorkommen beobachten, so daß die *comptum*-Zone wohl über 30 m mächtig ist. Genaue Mächtigkeitsangaben lassen sich jedoch nicht angeben, da starkes Bodenfließen und möglicherweise gestörte Lagerung innerhalb der Opalinumtone absolute Mächtigkeitsangaben nicht zulassen. Die Bemerkung von OHMERT (1981 : 118), daß Belemniten nur in den unteren 15 m der Opalinumtone im Breisgau verbreitet sind, trifft allerdings für die Kanderner Vorbergzone im Markgräflerland nicht mehr zu, wie die Belemnitenfunde (Abb. 5) aus Feldberg in der *comptum*-Zone zeigen.

## 5. Bildungsbedingungen und Sedimentationsablauf (vgl. Abb. 4, 5, 6)

### 5.1 Ansprache der Aufarbeitungslage

Der interessanten Aufarbeitungslage in Abb. 4, 5/2 galt besondere Aufmerksamkeit bei der Ansprache:

Die darin enthaltenen einzelnen, wohl marin entstandenen unregelmäßig umrandeten Kalkknollen sind oft dicht nebeneinander sedimentiert und dazwischen mit mergelig-kalzitischem Material verfestigt, so daß dadurch ein Hartgrund nach der mächtigen, tonig marinen Sedimentation entstehen konnte. Das Zwischenmittel zeichnet sich durch dünnchaligen Bioklast, hauptsächlich Filamente und feinverteilter Pyrit aus, wodurch die Textur oft blättrig und abbröckelnd ist. An der Oberfläche sind häufig kleine Glimmerfitter zu beobachten. Die Matrix der Knollen, die oft einen Pyritmantel aufweisen, ist im Dünnschliff nicht zu unterscheiden von dem Sedimentmaterial, in dem die überwiegend pyritisierten Bioklasten zwischen den Knollen eingelagert sind. In den Kalkknollen selbst findet sich in mikritischer Grundmasse detritischer, feinverteilter Quarz (0,1 mm-Bereich) und wenig Bioklast (hauptsächlich Filamente), so daß die Knollen selbst als Mudstone (nach DUNHAM 1962), beziehungsweise als Mikrit (nach FOLK 1959, 1962) anzusprechen sind. Die ca. 1–2 mm dicke Pyritschicht um die Knolle führt ebenfalls dieselben Quarzkörnchen, wie im Inneren der Knolle, wo nur noch vereinzelt Pyritfitter mit max. 0,3 mm Größe im Mikrit zu beobachten sind (ca. 3 % Häufigkeit geschätzt). Eine etwa 0,5–1

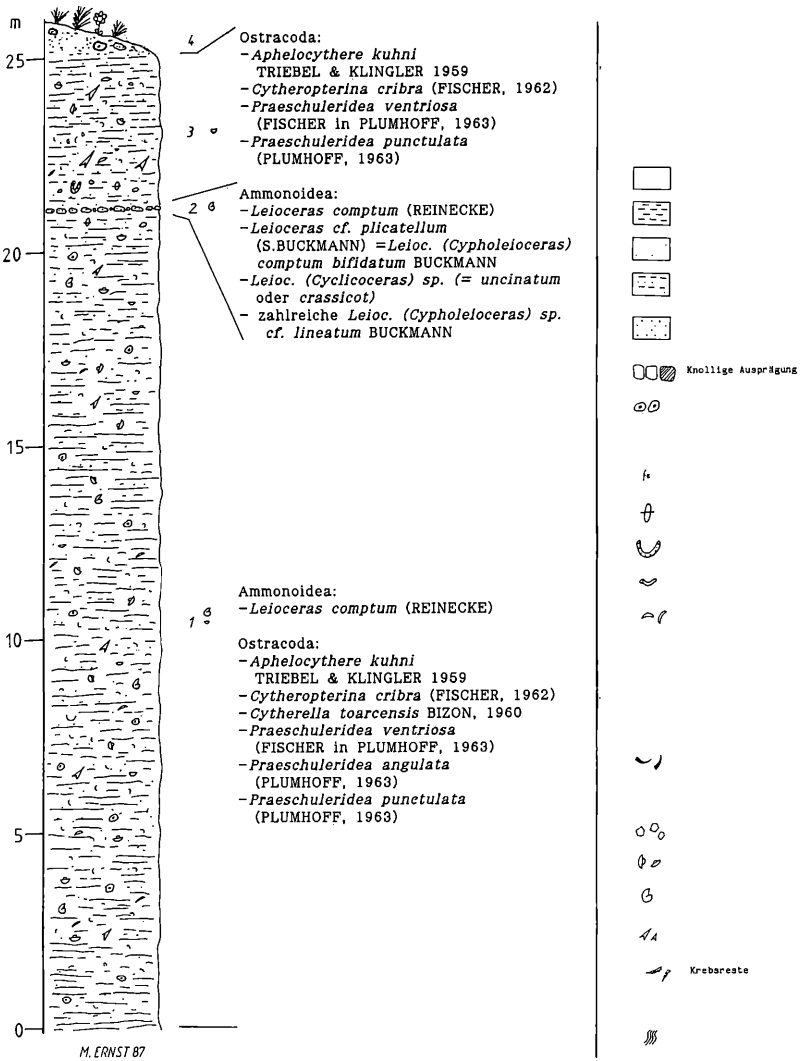


Abb. 5: Säulenprofil der Feldberger Tongrube in der *comptum*-Zone mit Legende

mm starke Übergangszone zwischen dem äußeren Pyritmantel um die Knollen und dem ursprünglichen Sediment im Kern der Knolle zeichnet sich durch einen ungefähr gleichgroßen Anteil von Pyrit zu Mikrit aus; dabei sind die Pyritfitter „nebulös“ verteilt.

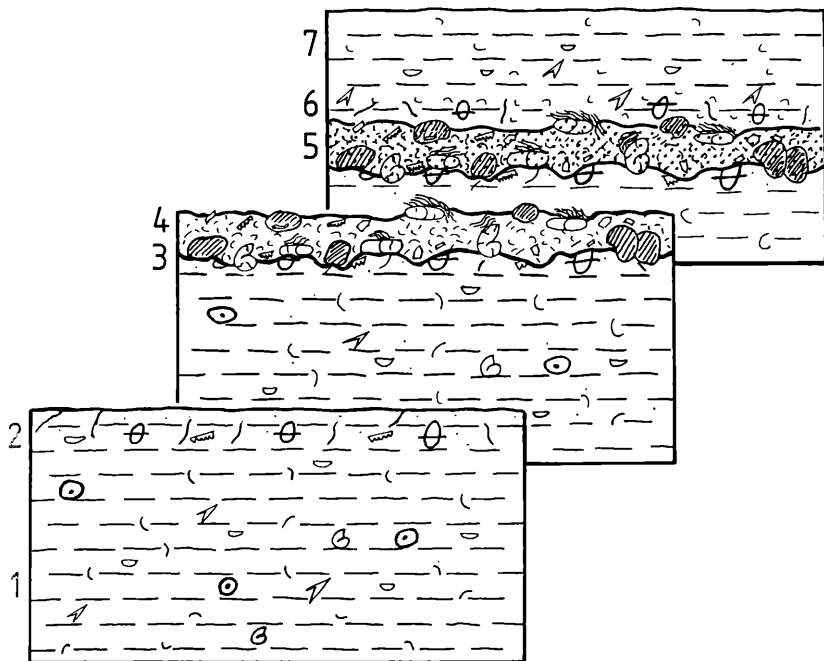
Die eingebetteten Kalkknollen selbst sind meist „rounded bis wellrounded“ (Klassifikation nach MÜLLER 1964 : 108) und weisen an der Oberfläche eine eigenartige niedrige Struktur auf. Im Querschnitt ist keine Zonierung zu beobachten, lediglich vereinzelte Rißfüllungen mit Kalzit oder Pyrit und feinverteilte Glimmerschüppchen lassen sich erkennen. Daher ist eine konkretionäre Bildung ausgeschlossen. Die pyritisierten Risse der Knollen und der sie nicht immer vollständig umgebende Pyritmantel stehen in Verbindung und sind als zeitgleich anzusehen. Ebenso sind die meisten Schalenbestandteile, die fast ausschließlich zerbrochen sind, nahezu ganz pyritisiert. Die z. T. von anderen Organismen besiedelten Schalentile sind wohl nach dem Tode der Organismen verhältnismäßig schnell zerbrochen, verfrachtet und sedimentiert worden, was einen ansonsten natürlichen Zerfall verhindert hat.

Da keine gerichtete Einregelung der Bestandteile zu beobachten ist, sind Strömungsrichtungen schlecht zu rekonstruieren. Die Knollen wurden entweder oberflächlich von Polychaeten oder Bohrmuscheln angebohrt und von Serpeln und wohl auch Algen besiedelt, waren damit also synsedimentär, z. B. bei Sedimentaufarbeitung durch Erosion, gebildet worden; oder sie stellen Hohlräumfüllungen von Organismen dar, deren Schale weggelöst wurde. Damit wäre aber der Bewuchs der Polychaeten und der Bohrlöcher endogen, im ehemaligen Organismus erfolgt. Wahrscheinlich erscheint jedoch beides, wobei ein lokales katastrophales Ereignis, z. B. eine Sturmflut, die zum Teil besiedelten Bioklasten und Komponenten geschüttet hat und gleichzeitig die überwiegend synsedimentär durch Aufarbeitung gebildeten Kalkknollen zum Absatz kamen. Danach gab es wohl eine kurze Sedimentationspause, die eine Besiedlung des Hartgrundes zur Folge hatte. Daneben sind besonders die massenhaft kondensierten Ammoniten auffällig, die gleichzeitig mit einsedimentiert wurden. Die Pyritisierung läßt sich bei den Cephalopoden bis in die Kammern verfolgen. Auch hier ist es möglich, daß die Besiedlung durch Organismen auf Ammonitenschalen noch zu Lebzeiten, oder aber auch während einer Sedimentationsunterbrechung auf dem Hartgrund erfolgt ist.

## 5.2 Mögliche Entstehung

Auf Grund dieser Beobachtungen kann man sich folgenden Sedimentationsablauf vorstellen:

Die liegenden eintönigen, wenig fossilführenden Tonfolgen lassen sich auf Zeiten gleichbleibender mariner Sedimentation zurückführen. Dagegen stellt die kondensierte Aufarbeitungslage (Abb. 5/2, 6) Zeiten geringerer Sedimentation, Sedimentationsunterbrechungen oder stärkere Erosion dar.



M.ERNST 87

Abb. 6: Schematische Übersicht über Sedimentationsablauf und Entstehung der Aufarbeitungslage (Abb. 4, 5/2); ausführliche Beschreibung siehe Punkt 5.

Folgende Phasen lassen sich rekonstruieren:

Liegendes

1. Die kontinuierliche fossilarme Sedimentation in größerer Wassertiefe kommt durch Meeresspiegelschwankungen oder Regression langsam zum Erliegen.
2. In dem ruhig sedimentierten Weichboden setzt die Wühltätigkeit von Endobenthonten (Krebsen, Polychaeten) ein, dies bedeutet eine deutliche Verflachung des Meeresgrundes (flacherer Schelfbereich).
3. Die Verflachung führt zur Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit; dabei wird erodiert und kondensiert, wobei die eingeschwemmten, noch nicht völlig verfestigten Kalkknollen, die beschädigten Ammoniten und der übrige Bioklast (bereits besiedelt oder nicht) im unverfestigten Sediment liegen blei-

ben. So wird die noch weiche Oberfläche der Kalkknollen angegriffen und erhält ihr nieres Aussehen.

4. Bessere Lebensbedingungen durch vermehrtes Nahrungsangebot und ausreichende Durchlüftung ermöglicht die Besiedlung des Hartgrundes durch Serpeln und Bohrorganismen, sofern sie nicht bereits vorher die Komponenten besiedelt hatten. Eine vorhandene Ruhepause war jedenfalls von nur kurzer Dauer.
5. Die Pyritisierung, die die Konservierung des Aufarbeitungshorizontes ermöglicht hat, kann man sich aufgrund verschiedener Bedingungen vorstellen:

Eine vermehrte Herabsetzung des Redoxpotentials, wahrscheinlich durch fehlende Meerwasserturbulenz, tritt im Sediment ein; es entstehen reduzierende Bedingungen, wodurch die Lage des eH-Null-Wertes über die Sedimentoberfläche wandert (nach FÜCHTBAUER et al. 1977: 159). Dies ist durch den völligen Verbrauch des im Sediment noch vorhandenen Sauerstoffs durch aerobe Bakterien zu erklären. Anaerobe, insbesondere sulfatreduzierende Bakterien, die ihren Sauerstoffbedarf aus dem Sauerstoff des Sulfations (aus noch vorhandener organischer Substanz) zu decken vermögen, lösen nun die Tätigkeit der aeroben Bakterien ab. Damit wird das Sulfat zu Sulfid reduziert und ein Milieu mit hohem pH-Wert erreicht. Das noch in Poren vorhandene  $\text{CO}_2$  ist verbraucht und in  $\text{CaCO}_3$  eingebaut, so daß  $\text{H}_2\text{S}$  die einzige Gasphase ist, womit die Voraussetzung für die FeS- und  $\text{FeS}_2$ -Reaktion gegeben ist.

Die Pyritisierung der Komponenten gleicht einem Eintauchen in ein Lösungsbad nach der Sedimentation, wobei die Bioklasten meistens nahezu vollständig pyritisiert sind und die Pyritkruste um die Kalkknollen mit ihren unregelmäßigen Umrandungen eine Ausfällungsschicht darstellt, die auch die kleinen syn-postsedimentären Risse durchzogen hat. Arbeiten von RIETSCHEL (1968), STÜRMER (1968, 1969) haben mit röntgenographischen Methoden pyritisierte Weichteile von Cephalopoden beschrieben. Nach SCHÄFER (1962: 192) sind beispielsweise pyritisierte Weichteilabdrücke fossiler Tintenfische auf „bewahrende Sedimente küstennaher Schlamme mit vermutlich periodischem Trockenfallen“ zurückzuführen. Er führt vorher aus (1962: 192): „... die Tintenfischleichen halten sich je nach der Wassertemperatur etwa 3–4 Tage schwimmend an der Wasseroberfläche und zerfallen hier schließlich ganz, ehe die Teile niedersinken.“ RIETSCHEL (1968: 412) diskutiert daher ein katastrophales Ereignis, was er allerdings in seinem Fall als nicht relevant ansieht. STÜRMER (1986: 80) hat in dem Tintenfisch *Eoteuthis elfridae* aus dem Hunsrückschiefer, der dem heute lebenden *Alloteuthis africana* auffallend ähnlich ist, pyritisierte Weichteile beobachtet und den Vorgang der Pyritbildung experimentell verfolgt. Bereits nach vier Jahren ließen sich radiographisch ähnliche Verhältnisse wie im Fossil nachweisen.

REINECK (1984: 164) beschreibt in eutrophen Gytia-Seen und in den Sapropel-Seen unter hohem C-Gehalt einen raschen Sauerstoffverbrauch im Porenraum bei reicher organischer Substanz. „Es entsteht Schwefelwasserstoff und das schwarze Eisenmonosulfid  $\text{FeS} \cdot n \text{H}_2\text{O}$  (Hydrotroilit) das zur frühdiagenetischen Bildung von Pyrit führt, wobei die lichtgraue Pyritzone unter der schwarzen Hydrotroilitzone liegt. Die Ausbildung der Pyritzone im Watt dauert im Minimum nach VAN STRAATEN (1954) 50 Jahre, meist aber 1 bis 2 Jahrhunderte.“ RAMDOHR & STRUNZ (1978: 446, 458) beschreiben, daß sich Hydrotroilit unter Mitwirkung von Mikroorganismen auf dem Boden mancher Binnenseen, im Wattenmeer und im Faulschlamm als kolloidaler Schlamm noch rezent niederschlagen kann. Er kann sich schnell in Melikovitpyrit und weiter zu kristallinem Pyrit umwandeln.

Neueste Untersuchungen von POULICEK et al. (1987: 205–206) von Skelettresten im marinen Milieu bei der frühen Diagenese im Versuchsmodell zeigen unter bestimmten anaeroben Bedingungen, daß die frühe Diagenese schneller vonstatten geht, als man bisher angenommen hat. Dabei kann die Lösung von  $\text{CaCO}_3$  leicht durch bio- und physiomechanische Veränderungen hervorgerufen werden. Im Unteren Lias von Dorset bearbeitete HALLAM (1969) einen in einem relativ ruhigen Flachwassermilieu gebildeten Kalkknollenhorizont, der in einem turbulenten Milieu am Meeresboden freigelegt, inkrustiert und von Bohrorganismen besiedelt wurde. Der endgültigen Einbettung folgte eine umfassende Pyritisierung. Die Ereignisse fanden in weniger als zwei Ammonitenzonen statt. Die ähnliche Ausbildung seiner nur wesentlich größeren Knollen, lassen durchaus parallele Erklärungsversuche mit den von mir beobachteten Kalkknollen in Feldberg zu. Wobei sich die Bildung der Feldberger Aufarbeitungslage sogar innerhalb einer Ammonitenzone abschließend vollzogen hat. (S. 3)

6. Lebensfreundlichere Bedingungen mit neuer Sauerstoffzufuhr, wohl durch frisches Meerwasser ermöglichen Sedimentwühlern und Mollusken ein neues Biotop im flacheren Schelf.
- 7 Absenkungstendenzen oder transgressive Vorstöße leiten die hangende, tiefer marine, fossilhaltige, mehr mergelige und glimmerreiche Sedimentation ein. Diese repräsentiert dann mehr oder weniger die gesamte Ablagerungszeit, genauso wie Nr. 1.

Hangendes

Eingang des Manuskripts am 20. Mai 1987

## Angeführte Schriften

- BERG, D. (1961): Geologie des Schwarzwaldrandes zwischen Badenweiler und Kandern. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **51**, H. 1: 5–40, Freiburg i. Br.
- BIZON, J. J. (1959): Sur quelques Ostracodes du Lias du Bassin Parisienne. – Revue Micropal., **2**: 203–211, Paris.
- Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962 (1964): Empfehlungen. – Vol. C. R. et Mem. Inst. Grand-Ducal, Sect. Sc. nat., phys., math.: 81–83, Luxembourg.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – In: Classification of carbonate rocks. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Memoir **1**: 108–121, Tulsa.
- ECK, H. (1887): Beobachtungen in der Gegend von Badenweiler. – N. Jb. f. Min. usw., **II**: 72–75, Stuttgart.
- ERNST, M. (1985): Stratigraphie und Tektonik der nördlichen Kanderner Vorbergzone in der Umgebung von Feldberg/Südbaden. – Diplomarbeit (Geologie): 140 S., Freiburg i. Br.
- ERNST, M., GENSER, H., HAGEMEISTER, A., KELLER, J., MAASS, R. & STENGER, R. (1986): Regio-Exkursion 1986: Schwarzwald, Kaiserstuhl, Vorbergzone: A1–A9, B1–B2, C1–C14, D1–D7 S., Freiburg i. Br.
- ERNST, M. & WIDEMANN, N. (Hrsg.) (1986): Geologie der Umgebung von Merzhausen bei Freiburg i. Br. – 51 S., Merzhausen (Rathaus Merzhausen).
- ERNST, M.: Bio- und Lithostratigraphie der Tongrube von Feldberg (Südbaden). Bd. 77/78 Naturf. Ges. Freiburg i. Br.
- FISCHER, W. (1961a): Über die Lias/Dogger-Grenze in Süddeutschland. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1961/8**: 394–400, Stuttgart.
- (1961b): Neue Arten der Ostracoden-Gattung *Polycope* SARS 1865. Aus dem oberen Lias (Württemberg). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **125**: 497–501, Stuttgart.
- (1962): Ostracoden der Gattung *Monoceratina* ROTH 1928, *Cyteropteron* G. O. SARS 1865 und andere im Lias Zeta Schwabens. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **114**: 333–345, Stuttgart.
- FOLK, R. L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. – Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., **43**: 1–38, Tulsa.
- (1962): Spectral subdivision of limestone types. – In: Classification of carbonate rocks. – Amer. Assoc. Petrol. Geol., Memoir **1**: 62–84, Tulsa.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. (1977): Sediment-Petrologie Teil 2, Sedimente und Sedimentgesteine. – 784 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- GASSMANN, G., GENSER, H., KNITTER, H., MATTES, R. & OHMERT, W. (1984): Der Jura im Breisgau und Markgräflerland. – Exkursionsführer, Jahrestagung, DUGW-Stratigraphische Kommission, Subkommission für Jura-Stratigraphie: 92 S., Freiburg i. Br.



- GENSER, H. (1959): Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **49**: 59–112, Freiburg i. Br.
- (1966): Schichtenfolge und Stratigraphie des Doggers in den drei Faziesbereichen der Umrandung des Südschwarzwaldes (Bad. Oberrheingebiet — Schweizer Tafeljura — Klettgau — Wutachgebiet). — Oberrh. Geol. Abh., **15**: 1–60, Karlsruhe.
- GROSCHOFF, R., KESSLER, G., LEIBER, J., MAUS, H., OHMERT, W., SCHREINER, A., WIMMENAUER, W., mit Beiträgen von ALBIEZ, G., HÜTTNER, R. & WENDT, O. (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Freiburg i. Br. und Umgebung 1 : 50.000, 2. Aufl.: 354 S., herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart (Landesvermessungsamt Baden-Württemberg).
- HALLAM, A. (1969): Apyritized Limestone hardground in the lower Jurassic of Dorset (England). — In: FÜCHTBAUER, H. (Editor): Lithification of Carbonate Sediments, 2. — *Sedimentology* **12**, 3/4: 231–240, Amsterdam (Elsevier).
- KLÖCKER, P. (1966): Faunistische und feinstratigraphische Untersuchungen an der Lias-Dogger-Grenze am Schönberg bei Freiburg i. Br., 1. Teil: Profil und Fauna (Lamelli-branchiata und Gastropoda). — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **56**: 209–248, Freiburg i. Br.
- KNITTER, H. (1983): Biostratigraphische Untersuchungen mit Ostracoden im Toarcien Süddeutschlands. — *Fazies*, **8**: 213–262, Erlangen.
- (1984): Nomenklatorische Bemerkungen zu einigen Ostracodenarten aus dem oberen Lias Süddeutschlands. — *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **26**: 49–55, Freiburg i. Br.
- KNITTER, H. & OHMERT, W. (1983): Das Toarcium an der Schwärze bei Badenweiler (Oberrheingebiet S. Freiburg). — *Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **25**: 233–281, Freiburg i. Br.
- MÜLLER, G. (1964): Sediment-Petrologie Teil 1, Methoden der Sediment-Untersuchung. — 303 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- OHMERT, W. (1981): Jura. — In: GROSCHOFF, R. et al. (s. o.).
- (1984): In: GASSMANN, G. et al. (s. o.).
- OPPEL, A. (1856–58): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg*, **12**: 857 S., Stuttgart (in 3 Fortsetzungen erschienen).
- PLUMHOFF, F. (1963): Die Ostracoden des Oberaalenum und tiefen Unterbajocium (Jura) des Gifhorner Troges, Nordwestdeutschland. — *Abh. Senckenb. Naturf. Ges.*, **503**: 1–99, Frankfurt a.M.
- POULICEK, M., VOSS-FOUCART, M. F. & GOFFINET (1987): Early diagenesis of skeletal remains in marine sediments. — *Terra cognita* Vol. 7 Nr. 2–3, spring-summer 1987, Abstracts, S 17.03: 205–206, Cambridge, England (published by the European Union of Geosciences).

- RAMDOHR, P. & STRUNZ, H. (1978): KLOCKMANNs Lehrbuch der Mineralogie. — 371 S., Stuttgart (Enke).
- REINECK, H. E. (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente. — 348 S., Frankfurt a.M. (Waldemar Krause).
- RIETSCHEL, S. (1968): Bedeutung, Muttergestein und Fundstätte der Weichkörper Wissenbacher Cephalopoden. — Natur und Museum, **98**: 409–412, Frankfurt a.M.
- SANDBERGER, F. (1858): Geologische Beschreibung der Umgebung von Badenweiler. — Beitr. Statist. Verw. Baden, H. 7: 20 S., Karlsruhe.
- SCHÄFER, W. (1962): Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee. — 666 S., Frankfurt a.M. (Waldemar Krause).
- SCHNARRENBERGER, K. (1915): Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden, Blatt Kandern (Nr. 139, TK 8211) mit Erläuterungen. — 131 S., Heidelberg (Winter).
- SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C. H. (1983): Carbonate depositional environments. — Amer. Assoc. Petr. Geol., Memoir, **33**: 708 p., Tulsa.
- SÖLL, H. (1965): Der Lias in zwei Schürfböhrungen im Markgräflerland (Südbaden). — Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, **7**: 149–180, Freiburg i. Br.
- STEINMANN, G. & GRAEFF, F. (1890): Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg — 141 S., Freiburg i. Br. (Mohr).
- STÜRMER, W. (1968): Einige Beobachtungen an devonischen Fossilien mit Röntgenstrahlen. — Natur und Museum, **98**: 413–417, Frankfurt a.M.
- (1969): Pyrit-Erhaltung von Weichteilen bei devonischen Cephalopoden. — Paläont. Z., **43** 1/2: 10–12, Stuttgart.
- (1986): In: hhv (1986): Steinalter Tintenfisch. — KOSMOS, **7/1986**: 80, Stuttgart.
- SWANSON, R. G. (1981): Sample Examination Manual. — Methods in Exploration Series, Shell Oil Company Exploration Training: 188 p., Tulsa (AAPG).
- TRIEBEL, E. & KLINGLER, W. (1959): Neue Ostracoden-Gattungen aus dem deutschen Lias. — Geol. Jb., **76**: 335–372, Hannover.
- WEIDENBACH, F. & VOLLRATH, A. (1954): Geologische Übersichtskarte von SW-Deutschland (1 : 600 000). — Hrsg.: Geol. Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart (Landesvermessungsamt Baden-Württemberg).
- WILSON, J. L. & JORDAN, C. (1983): Middle Shelf. — In: SCHOLLE, P. A. et al. (s. o.).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1987-1988

Band/Volume: [77-78](#)

Autor(en)/Author(s): Ernst Martin

Artikel/Article: [Bio- und Lithostratigraphie des Unter-Aalenium \(Opalinumton\) in der Tongrube von Feldberg bei Müllheim/Südbaden 5-22](#)