Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg

Band 18

mit 26 Abbildungen, 7 Tafeln und 1 Karte

Herausgegeben vom
Geologischen Landesamt Baden-Württemberg
Schriftleiter: K. MÜNZING

Freiburg i. Br. 1976

Im Vertrieb beim Kommissionsverlag Herder KG, Freiburg i. Br.

Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg	18	1-178	26 Abb.	7 Tafeln 1 Karte	Freiburg im Breisgau 1. Dezember 1976

Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg	18	79-103	2 Abb. Tafeln 5-7	Freiburg im Breisgau 1. Dezember 1976

Das Toarcium-Profil von Ballrechten (Oberrheingebiet südlich Freiburg)

Von

WOLF OHMERT, Freiburg i. Br.*

Mit 2 Abbildungen und Tafeln 5—7

Zusammenfassung: Ein 22 m mächtiges Profil, das vom Unter-Toarcium bis zur *levesquei*-Zone des Ober-Toarciums reicht, wird beschrieben und nach seinen Ammonitenfaunen gegliedert. Das Ober-Toarcium beginnt nach einer Schichtlücke mit einer fossilreichen Aufarbeitungslage in der höheren *variabilis*-Zone. Neben Ammoniten, Pelecypoden, Brachiopoden und Crinoiden sind darin vor allem zahlreiche inkrustierende Kalkschwämme eingebettet, die eine Entstehung im flachen, stark bewegten Wasser dokumentieren. Das übrige Ober-Toarcium ist in Tonmergel-Fazies ohne Kalkbänke ausgebildet.

Abstract: There is described a Toarcian section from the southern Oberrhein-area, comprising the *bifrons*-zone up to the *levesquei*-zone. After an initial hiatus the Upper Toarcian beginns with the higher *variabilis*-zone. In a basal layer incrusting massive Calcispongea were found growing on pieces of reworked Lower Toarcian. Therein brachiopods, pelecypods, crinoids, attached bryozoans and serpulids, and plenty of crushed belemnits indicate shallow water of high energy level. For the rest of the Upper Toarcian there were deposited marls and clays comparable to adjacent areas in the South-West.

Inhalt

Seite

Einführung 80
Das Profil 81
Der Knollenhorizont an der Basis des Ober-Toarciums (bei 1,10–1,25 m) 85
Bildungsbedingungen des Knollenhorizontes 88
Biostratigraphie und Ammonitenfauna 89
Unter-Toarcium: *bifrons*-Zone 89
Ober-Toarcium: *variabilis*-Zone 89
thouarsense-Zone 91
insigne-Zone 91
levesquei-Zone 92
Vergleich mit nächstgelegenen Toarcium-Profilen 92
Schriften 94

* Anschrift des Verfassers: Obergeologierat Dr. WOLF OHMERT, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 7800 Freiburg i. Br., Albertstraße 5.

Einführung

Ballrechten liegt ca. 18 km südwestlich Freiburgs auf TK 25 8112 Staufen. Der Lias wird hier von einem kleinen Bach, dem Wurm- oder Häcklerbach, oberhalb des Ziegelhofs durchschnitten (r = 34 03 610, h = 53 02 840, 365 m NN). Da die Hauptverwerfung zum Schwarzwald nur 75 m entfernt ist, stehen die Schichten steil und sind überkippt (Str. 38—45°, Fa. 60–70° E), jedenfalls im oberflächennahen Bereich bis 2—3 m unter Gelände. Es ist bekannt, daß hier der Lias vom Sinemurium bis Toarcium trotz der tektonischen Verstellung ohne nennenswerte Störungen aufgeschlossen ist (PRATJE 1922, GENSER 1959). Ober-Toarcium konnte aber bisher hier nicht sicher identifiziert werden. GENSER (1959, S. 75) beobachtete anschließend an verrutschtes Unter-Toarcium helle Mergel, die er für wahrscheinlich tektonisch gestörtes Ober-Toarcium ansah. 1974 konnten nun fast 20 m dieser Mergel im Anschluß an das Unter-Toarcium aufgegraben werden. Relativ reiche Ammonitenfaunen und Mikroproben ließen erkennen, daß es sich um ein durchgehendes Profil handelt.

Diese Schichten sind im Oberrheingebiet in dieser Vollständigkeit noch in keinem Tagesaufschluß erschlossen gewesen, und es gibt auch keine horizontierten Aufsammlungen. 1898 hatte STEINMANN (S. 658f.) Teile des Ober-Toarciums in einem Wasserleitungsgraben am östlichen Schönberg gesehen. PRATJE (1922, S. 297) traf S Obereggenen nur etwa 10 m des höheren Ober-Toarciums an. 1935 konnte GUENTHER von der Röthe in Freiburg-Zähringen den oberen Abschnitt dieser Schichten beschreiben, und 1966/67 gelang KLÖCKER die detaillierte Aufnahme der Grenzschichten zum hangenden Aalenium in der Tongrube Wittnau. Das einzige vollständige Profil, das auch den Anschluß an das Unter-Toarcium enthält, war bislang das Bohrprofil von Schliengen 1017, das SÖLL 1965 veröffentlichte. Es zeigte eine zuvor unbekannte große Mächtigkeit des Ober-Toarciums, die zusammen mit einzelnen Ammonitenfunden vermuten ließ, daß keine größeren Schichtlücken vorhanden sind.

Da in Ballrechten etwa dieselben Mächtigkeitsverhältnisse angetroffen wurden, war nun die Möglichkeit gegeben, an der stark gedehnten Abfolge die neuen feinstratigraphischen Ergebnisse — vor allem französischer Autoren — auf unser Gebiet zu übertragen und zu überprüfen.

Das Material wird in der Sammlung des Geologischen Landesamtes in Freiburg i. Br. aufbewahrt.

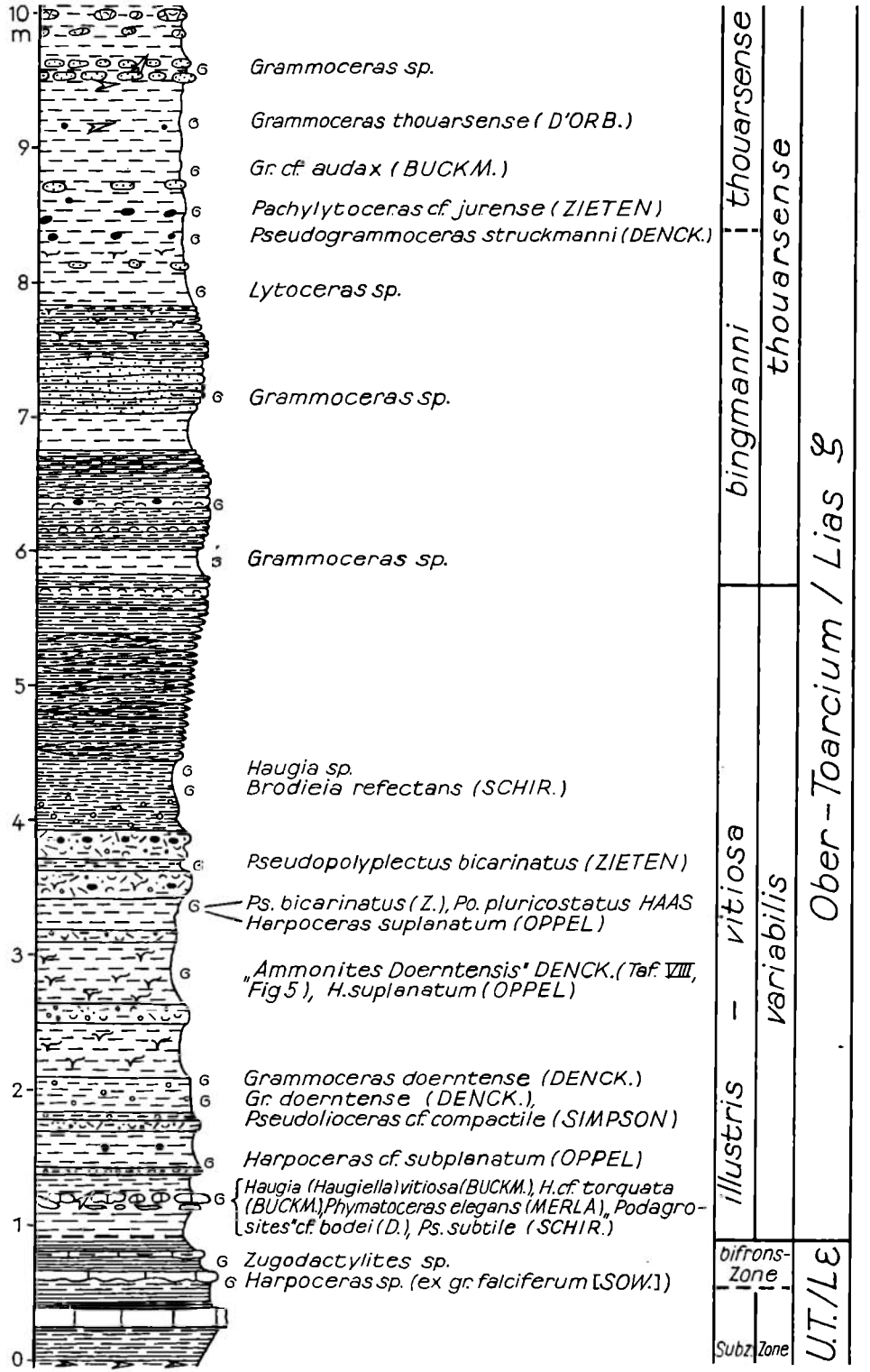
Für Literaturhinweise, Beschaffung von Literatur oder sonstige Anregungen möchte ich mich bei R. FISCHER (Marburg), R. FÖRSTER (München), A. v. HILLEBRANDT (Berlin), J. LEIBER (Freiburg) und W. WEITSCHAT (Hamburg) bedanken. W. WEITSCHAT hat freundlicherweise auch einige Ammoniten der *variabilis*-Zone begutachtet.

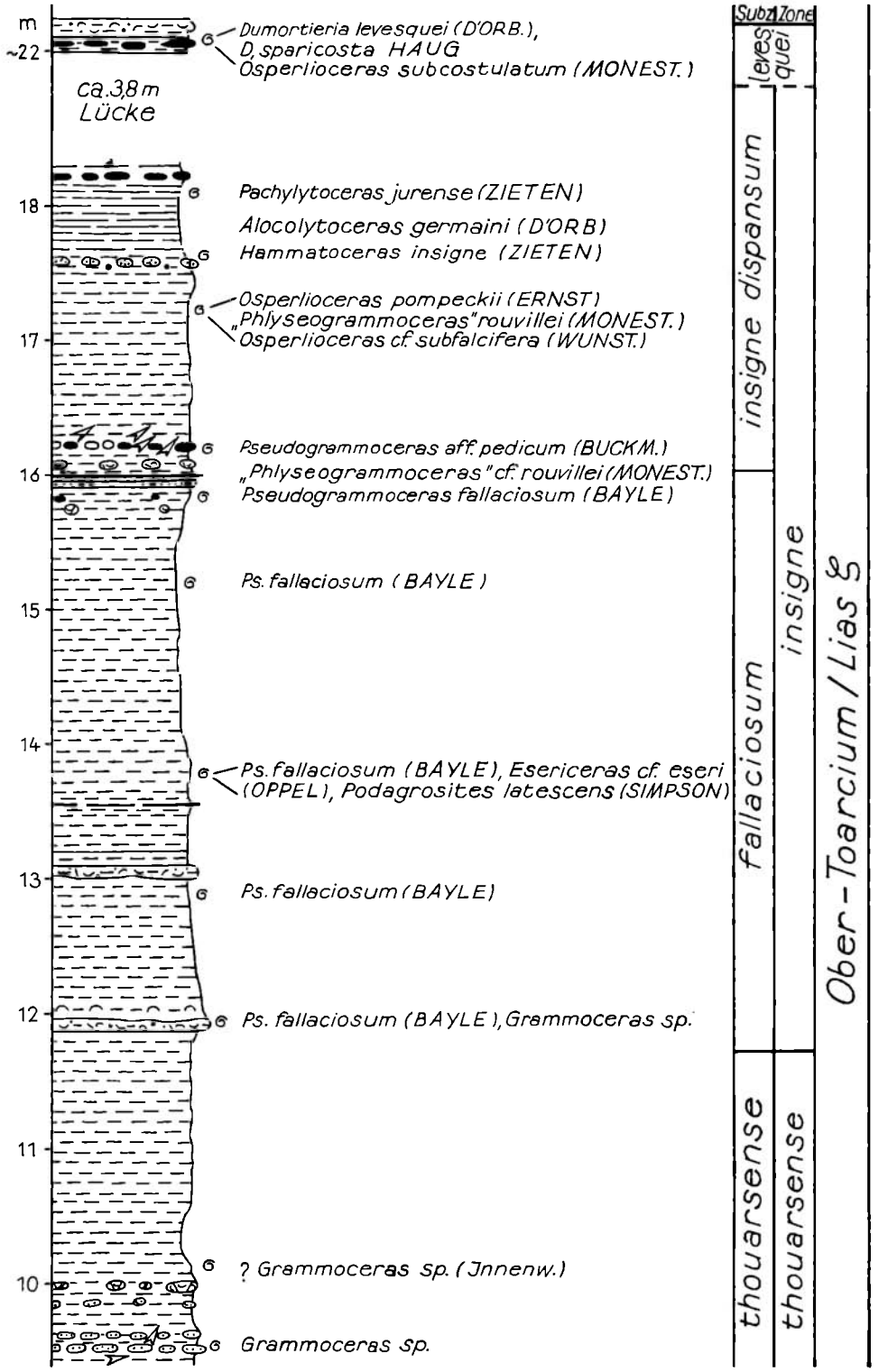
Das Profil

Vom Liegenden zum Hangenden (vgl. Abb. 1—2):

Liegendes (ca. 20 cm): Tonmergel, hellbeige-grau, mit zahlreichen großen Belemniten
0 — 0,07 m (7 cm): Papierschiefer, schwarzbraun
— 0,25 m (18 cm): Tonmergel, hellbraun, feingeschichtet
— 0,41 m (16 cm): Stinkkalkstein, hellbraun-grau, feingeschichtet, oben und unten in Kalkmergelstein übergehend
— 0,50 m (9 cm): Mergelschiefer, hellbraun bis schwarzbraun, fest
— 0,58 m (8 cm): Mergel, sattbraun, bituminös, relativ weich
— 0,63 m (5 cm): Stinkkalkstein, blaugrau, hellgrau anwitternd, hart, mit unebener Unter- und Oberseite. Unterseite mit großen flachgedrückten Ammoniten, obere Hälfte mit Kalzitkernen kleinerer Ammoniten. Auf der Oberseite zahlreiche kleine, stark angewitterte, rote Limonitknollen (wohl umgewandelter Pyrit)
— 0,74 m (11 cm): Papierschiefer, braun, fest, bituminös
— 0,78 m (4 cm): Mergelkalk, braun, hart, fast schon Stinkkalk, bituminös, feingeschichtet
— 0,88 m (10 cm): Papierschiefer, dunkelbraun, weniger fest, feingeschichtet, aufblätternd, mit kleinen Posidonien, großen Inoceramen, Aptychen, Fischresten und großen Dactylioceraten. Auf einer Schichtfläche an der Basis 2—4 mm breite, gerade, hellgelbliche Fucoiden (hier Schichtwiederholung bereits weggelassen)
— 0,91 m (1–3 cm): Tonmergel, rostrot, weich, stark verwittert
— 0,98 m (4–7 cm): Tonmergel, hellbräunlich bis fahlgrau, sehr weich
— 1,10 m (12 cm): Tonmergel, blaugrau, weich, mit einzelnen Belemniten
— 1,15 m (2–5 cm): Tonmergel, blaugrau, mit aufgearbeiteten Stinkkalkstückchen (3—4 mm dick) und vielen angelösten und zerbrochenen Belemniten (s. S. 85)
— 1,25 m (5–10 cm): Bis 15 cm große (größter Durchmesser), bräunlich anwitternde, graublaue bis graugrüne biogene Kalkknollen, dicht beieinander liegend in dunkelblaugrauem Tonmergel mit zahlreichen Belemniten
— 1,39 m (14 cm): Tonmergel, blauschwarz, mild mit einzelnen Belemniten
— 1,45 m (6 cm): Kalkmergelbank, dunkelblaugrau, gelblich anwitternd, fest, rauh durch reichlich feinen Schalengrus
— 1,70 m (25 cm): Tonmergel, blaugrau, mit einzelnen Pyritbutzen
— 1,81 m (11 cm): Kalkmergelbank, blaugrau, fest, rauh durch feinen Schill
— 2,01 m (20 cm): Tonmergel, blaugrau, mit Schill
— 2,11 m (10 cm): Tonmergel, blaugrau, gelblich anwitternd, mit kleinen Phosphoritknollen, Schillagen, Belemniten und Pyritkernen von Ammoniten
— 2,51 m (40 cm): Tonmergel, blaugrau, mild, mit feinen Fucoiden
— 2,66 m (15 cm): Kalkmergel, blaugrau, gelblich anwitternd, fest, schillreich
— 3,11 m (45 cm): Tonmergel, blaugrau, mild, mit zahlreichen, feinen, hellen Fucoiden und mit Ammoniten

Abb. 1 (S. 82): Das Toarcium-Profil von Ballrechten; Unterer Teil: Unter-Toarcium bis *thouarsense*-Zone (nähere Erklärung s. Text S. 81, 84).


10 m
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Grammoceras sp.
Grammoceras thouarsense (D'ORB.)
Gr. cf. audax (BUCKM.)
Pachylytoceras cf. jurense (ZIETEN)
Pseudogrammoceras struckmanni (DENCK.)
Lytoceras sp.
Grammoceras sp.
Grammoceras sp.
Haugia sp.
Brodieia refectans (SCHIR.)
Pseudopolyplectus bicarinatus (ZIETEN)
Ps. bicarinatus (Z.), Po. pluricostatus HAAS
Harpoceras suplanatum (OPPEL)
„Ammonites Doerntensis" DENCK. (Taf. VIII, Fig 5), H. suplanatum (OPPEL)
Grammoceras doerntense (DENCK.)
Gr. doerntense (DENCK.),
Pseudolioceras cf. compactile (SIMPSON)
Harpoceras cf. subplanatum (OPPEL)
Haugia (Haugiella) vitiosa (BUCKM.), H. cf. torquata (BUCKM.), Phymatoceras elegans (MERLA), „Podagrosites" cf. bodei (D.), Ps. subtile (SCHIR.)
Zugodactylites sp.
Harpoceras sp. (ex gr. falciferum [SOW.])
illustris – vitiosa
variabilis
bingmanni
thouarsense
thouarsense
bifrons-Zone
Subz.
Zone
U.T./L.ε
Ober-Toarcium / Lias ε


m
~22
ca.3,8 m
Lücke
Dumortieria levesquei (D'ORB.),
D. sparicosta HAUG
Osperlioceras subcostulatum (MONEST.)
18
Pachylytoceras jurense (ZIETEN)
Alocolytoceras germaini (D'ORB)
Hammatoceras insigne (ZIETEN)
17
Osperlioceras pompeckii (ERNST)
„Phlyseogrammoceras" rouvillei (MONEST.)
Osperlioceras cf. subfalcifera (WUNST.)
16
Pseudogrammoceras aff. pedicum (BUCKM.)
„Phlyseogrammoceras" cf. rouvillei (MONEST.)
Pseudogrammoceras fallaciosum (BAYLE)
15
Ps. fallaciosum (BAYLE)
14
Ps. fallaciosum (BAYLE), Esericeras cf. eseri
(OPPEL), Podagrosites latescens (SIMPSON)
13
Ps. fallaciosum (BAYLE)
12
Ps. fallaciosum (BAYLE), Grammoceras sp.
11
10
? Grammoceras Sp. (Jnnenw.)
Grammoceras Sp.
Subz.
Zone
levesquei
insigne dispansum
fallaciosum
insigne
thouarsense
thouarsense
Ober-Toarcium / Lias ζ

— 3,20 m (9 cm): Kalkmergel, blaugrau, bräunlich anwitternd, schillreich
— 3,45 m (25 cm): Tonmergel, bleigrau, mild, mit Belemniten
— 3,65 m (20 cm): Kalkmergel, blaugrau, bräunlich anwitternd, schillreich, mit Pyritkonkretionen, Pyritkernen von Gastropoden und Ammoniten und mit Grabgängen
— 4,00 m (35 cm): Tonmergel und Mergel mit Schillagen, blaugrau, bräunlich anwitternd, mit Lagen von Pyritkonkretionen, mit kleinen Ammoniten und Belemniten
— 4,45 m (45 cm): Tonmergel, dunkelblaugrau, weich, mit kleinen Phosphoritknollen, Belemniten und Pyritkernen von kleinwüchsigen Ammoniten
— 5,65 m (120 cm): Tonmergel, sehr dunkel, schwarzgrau, schiefrig-knollig, fest, mit Belemniten
— 5,85 m (20 cm): Tonmergel, schwarz, fest, schiefrig-plattig, mit kleinen Posidonien
— 6,05 m (20 cm): Tonmergel, mittelgrau, weich, mit flachgedrückten Grammoceraten
— 6,45 m (40 cm): Tonmergel, dunkelgrau-schwarz, fest, plattig-bankig (10 cm), mit Pyritkonkretionen, Schillagen, Grabgängen, Belemniten und flachgedrückten Grammoceraten
— 6,75 m (30 cm): Tonmergel, schwarzgrau, dünnplattig
— 7,05 m (30 cm): Tonmergel, mittelgrau, weich, ungeschichtet
— 7,45 m (40 cm): Mergel, braungrau, feinsandig, plattig, mit Posidonien und flachgedrückten Ammoniten
— 7,85 m (40 cm): Tonmergel, schwarzgrau, hart, dünnplattig, reich an kleinen hellen Fucoiden, mit Posidonien und flachgedrückten Ammoniten
— 8,30 m (45 cm): Tonmergel, mittelgrau, mild, mit Fucoiden und einer Lage (?) aufgearbeiteter Sandmergelknollen
— 8,70 m (40 cm): Tonmergel, hell- bis mittelgrau, mild, knollig absondernd, mit großen Pyritknollen und Belemniten
— 8,80 m (10 cm): Tonmergel, hellgrau, mild, mit Sandmergelknollen und größeren Posidonien
— 9,50 m (70 cm): Tonmergel, hellgrau, weich, Lagen von kleinen Pyritknollen, Belemniten und zahlreiche Ammoniten
— 10,00 m (50 cm): Tonmergel, hell- bis mittelgrau, weich, mit mehreren Lagen von teilweise schillreichen Kalkmergelknollen, mit Belemniten und Ammoniten
— 11,85 m (185 cm): Tonmergel, hellblau-grau, gelblich anwitternd, weich mit einzelnen Pectiniden, Belemniten und an der Basis mit Ammonitennucleoli
— 12,10 m (25 cm): Mergel, grau, fest, schillreich, mit kleinen Kalkmergelgeröllchen zuoberst; zahlreiche Posidonien, Belemniten und Ammoniten
— 13,00 m (90 cm): Tonmergel, hellblau-grau, mild, mit Pyritkernen von Ammoniten
— 13,07 m (7 cm): Mergel, grau, fest, schillreich
— 15,77 m (270 cm): Tonmergel, hellblau-grau, gelblich anwitternd, mild, zuoberst umgelagerte Mergelknollen, selten Belemniten und Ammoniten

Abb. 2 (S. 83): Das Toarcium-Profil von Ballrechten; Oberer Teil: *thouarsense*- bis *levesquei*-Zone (nähere Erklärung s. Text S. 84f.).

— 15,95 m (18 cm): Mergel, grau, fester, mit Brauneisenkonkretionen und einer Schillage zuoberst (2 cm), mit Ostreeen, Belemniten und Ammoniten
— 16,25 m (30 cm): Tonmergel, gelbgrau, weich, mit einer Mergelknollenlage, einer Lage flacher Pyritkonkretionen (2—3 cm), mit zahlreichen Belemniten und einzelnen Gastropoden und Ammoniten
— 17,55 m (130 cm): Tonmergel, grau, gelblich verwitternd, weich, mit Belemniten, kleinen Gastropoden und Pelecypoden und mit kleinwüchsigen Ammoniten zuoberst
— 17,60 m (5 cm): Tonmergel mit schillreichen Mergelknollen, Pyritkonkretionen und vielen Ammoniten
— 18,20 m (60 cm): Tonmergel, blaugrau, weich, mit kleinen Phosphoritknollen, mit Pyritkernen von kleinen Gastropoden, Pelecypoden und Ammoniten
— 18,25 m (5 cm): Lage flacher Pyritkonkretionen
— 22,05 m (380 cm): Aufschlußunterbrechung
— 22,35 m (30 cm): Tonmergel, hellblau-grau, mild, mit kleinen Phosphoritknollen und einer Lage flacher Pyritkonkretionen (1—2 cm), darüber schillreiche Mergelknollen. Belemniten und kleine Phosphorit- und Pyritkerne von Dumortierien

Der Knollenhorizont an der Basis des Ober-Toarciums

(bei 1,10—1,25 m)

Der untere Teil des Knollenhorizontes (1,10—1,15 m) besteht vor allem aus Bruchstücken eines dünnen (3—4 mm dicken) Stinkkalkbänkchens, das meist nur einseitig von Benthonten umkrustet wird. Die dunklere Unterseite ist gewöhnlich rauh angelöst und teilweise von Bohrorganismen angebohrt. Selten sind darauf Bryozoen, in den Randbereichen gelegentlich Serpeln und einzelne Kalkalgenflekken aufgewachsen. Zuweilen wird sie auch von einer Calcitrinde bedeckt.

Die Oberseite ist glatter und nur selten frei von Bewuchs. Sie wird zunächst von mehreren Lagen (1—4 mm dick) fraglicher Kalkalgen bewachsen. Diese sind hellgelblich, feinschichtig und haben eine unregelmäßig knollige Oberfläche, zeigen aber keine Feinstruktur mehr. Immer wieder schließen sie Hohlräume und uneben-wulstige, bis zu 3,5 mm dicke, faserige Calcitlagen ein, die voneinander wieder durch dünne, dichte Kalklamellen getrennt werden. Diese Calcitlagen dürften am ehesten Ausfüllungen von Hohlräumen sein, die nach dem Absterben anderer, nicht erhaltungsfähiger Algen oder flächenhaft wachsender Organismen entstanden, welche wiederholt von den Kalkalgen überwachsen wurden. Auf der Oberfläche siedeln nicht selten Anomiiden, Bryozoenkolonien von *Oncousoecia jacquoti* (HAIME) und verschiedene Serpeln: *Serpula (Cycloserpula) circinnalis* MÜNSTER, *S. (Cycloserpula) flaccida* GOLDFUSS, *S. (Tetraserpula) deshayesi* MÜNSTER, *S. (Tetraserpula) tricarinata* GOLDFUSS, *S. (Dorsoserpula) lumbricalis* (SCHLOTHEIM).

Auf diesen Krusten oder auch direkt auf dem Substrat setzen sich vielfach zu-

nächst sehr kleine, unregelmäßig buckelige (max. 7 mm Basisdurchmesser und 4 mm Höhe) oder inkrustierende (bis 1 mm starke Krusten), feinmaschige Schwämme fest. Im Unterschied zu den übrigen Schwämmen des Vorkommens sind sie weißlich gelblich erhalten. An Stellen, wo noch die Skelettelemente im Schnitt (Anschliff) erkennbar sind, zeigen sich kleine (bis 0,25 mm lange und 0,03 mm dicke), schwach verästelte Clone. In unregelmäßigen Abständen (0,5 bis mehrere mm) werden 0,2—0,4 mm weite Oscula, teilweise mit undeutlichem Randwulst, angeschnitten, manchmal auch ein Paragaster. Mit gewissem Vorbehalt können sie als lithistide Kieselschwämme der Gattung *Sontheimia* (ex gr. *parasitica* KOLB) angesehen werden. Diese kleinen Schwammkörper werden, ebenso wie weitere Ansätze beginnenden Schwammwachstums, häufig wieder von dünnen Calcit- oder Kalkrinden überzogen.

Schließlich gelingt es offenbar schnell wachsenden Kalkschwämmen (Pharetronen) in den meisten Fällen am Rande des festen Substrats einen 1—2 cm breiten und bis 1 cm hohen Wulst aufzubauen, indem mehrere Individuen zusammenwachsen (Taf. 6, Fig. 3—4). Auf der Oberfläche des Wulstes liegen die Oscula in relativ großen, oftmals sternförmig angeordneten oder unregelmäßig verzweigten, flachen, rinnenförmigen Vertiefungen. Auf der meist von einer Hüllschicht bedeckten Außenseite des Wulstes (Taf. 6, Fig. 3a) verlaufen radial senkrechte Furchen, die gewöhnlich nicht mit den Furchen der Oberseite korrespondieren. Im Schnitt sind keine tieferen Paragaster zu finden. Die Kalkfasern des Stützskeletts sind etwa 0,15 mm breit, an manchen Stellen aber bedeutend dicker. Nach diesen Merkmalen und den Größenverhältnissen sind sie mit *Enaulofungia sulcata* (HINDE) zu vergleichen, auch wenn unter dieser Art bislang nur Einzelindividuen bekannt geworden sind (siehe hohe Variabilität der Pharetronen: ZIEGLER 1965).

Über dieses wulstförmige Stadium, das zu schüsselförmigen Gebilden führen konnte, kam das Schwammwachstum im unteren Teil der Knollenlage nicht hinaus. In den Hohlräumen der Schwammoberfläche liegen häufig Fischzähnchen, Crinoidenreste, Ostracoden und Foraminiferen (Nodosariidae).

Im oberen Bereich des Knollenhorizontes (1,15—1,25 m) entstanden um diese plattigen bis schüsselförmigen Gebilde große, bis zu 15 cm Durchmesser erreichende, unregelmäßige Knollen von Kalkschwämmen. Oft werden dabei mehrere Stinkkalkstücke durch die Schwämme miteinander verbacken. Aber auch Muschelschalen, Ammonitengehäuse (Taf. 5, Fig. 6) oder flach-ohrförmige Schwämme (*Diaplectia* und *Elasmostoma*) erfüllen nun vielfach denselben Zweck. Manchmal sitzen sie auch einfach auf mehreren Calcitlagen, und einige rundliche Formen (Taf. 6, Fig. 2) scheinen auch ohne festes Substrat oder allenfalls mit ein paar Belemnitenrostren als Basis auszukommen. Am häufigsten aber setzen die großen Kalkschwämme auf den oben beschriebenen kleineren Schwämmen am Rand der Stinkkalkplatten an. Von hier aus überwuchern sie deren ganze Oberfläche und ersticken alle dort aufgewachsenen kleineren Organismen, wie Algen, Bryozoen, Serpeln und Schwammkrusten (Taf. 5, Fig. 7). In einigen Fällen breitet sich der Schwamm aber auch nach außen aus, wo dann die seitliche, vertikal durch Furchen gegliederte Hüllschicht zu stufenweisem Übereinanderwachsen einzel-

ner Schwammlagen zwingt. Da auf einer Basisplatte meist mehrere Schwammindividuen gleichzeitig wachsen, kommt es bei größeren Stücken rasch zu einem fladenförmigen Überlappen (Taf. 6, Fig. 1). Die Oberfläche ist unregelmäßig buckelig oder nahezu flach, manchmal mit seichten rundlichen oder auch furchenartigen Einsenkungen, in denen aber keine größeren Oscula münden. Die ganze Oberfläche ist durch hervortretende Kalkfasern rauh. Diese sind im Normalfall 0,02 bis 0,15 mm, im Extremfall bis 0,5 mm dick, und die Hohlräume dazwischen messen etwa 0,2—0,35 mm Durchmesser. Im Schnitt (Taf. 5, Fig. 7) zeigen diese großen Schwämme mehr oder minder feine (innen 0,1—0,6 mm, außen 1—2 mm dicke), konzentrische Wachstumszonen, die im cm-Abstand durch unregelmäßige, vertikale Pfeiler verdickter, strukturloser Kalkfasern unterbrochen werden, an denen sie etwas zurückbleiben. Im peripheren Bereich können ähnliche stark verdickte Kalkbildungen bis zu 2—3 mm stark werden und außer zahlreichen Schwammnadeln und -rhaxen auch oft Foraminiferen und Pelecypodenreste enthalten. Es dürfte sich dabei um cortikale Kalkabscheidungen handeln (ZIEGLER 1964, S. 812f.). Starke Kalkzementbildung wird aber auch im Inneren des Schwammkörpers an Stellen beobachtet, wo Fremdkörper (größere Pelecypodenfragmente, Gastropoden, Brachiopoden, Belemniten etc.) von dem Schwamm umwachsen wurden. Das ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß hier das Schwammwachstum lokal zum Stillstand kam (vgl. ZIEGLER 1964, S. 806, 813). Erkennbare längere oder gar röhrenförmige Paragaster (wie bei *Limnorea)* sind nicht vorhanden. Diese Pharetronen können deshalb am besten zu *Inobolia* gestellt und mit der Art *inclusa* HINDE verglichen werden.

Wahrscheinlich sind außer den oben genannten Sontheimien noch einige weitere Kieselschwämme anwesend: So ist auf einer algenüberzogenen Schwammoberseite auf einer Fläche von ca. 3,5 × 1,5 cm die unregelmäßig mäandrierende, teilweise röhrenartige Basis einer ? *Plocoscyphia* (Hyalospongea) erhalten, und in der Mikroprobe direkt über dem Knollenhorizont findet man nicht selten kleine Sphaeroclone von Lithistiden. Der Zahl nach sind sie aber neben den Calcispongea ohne Bedeutung (auf ca. 1 m² fast 90 Kalkschwämme).

Alle Schwämme sind rein kalkig erhalten. An keiner Stelle konnten kieselige Skeletteile nachgewiesen werden. Die Innenhohlräume sind zuweilen noch offen, überwiegend aber mit Calcit gefüllt, der oft durch Glaukonit grünlich gefärbt, seltener klar und in größeren Hohlräumen faserig ausgebildet ist. Feinmaschige Exemplare sind fast immer mit Pyrit imprägniert und im frischen Anschnitt dann dunkelblau-schwarz.

Zwischen den Schwammknollen liegen zahlreiche, zer- oder angebrochene, auch verbogene oder verdrückte, stark korrodierte, zerfressene und angebohrte Belemniten, die mit *Bullopora* (Foraminiferen), *Placunopsis* (Pelecypoden) und verschiedenen Serpeln bewachsen sind. Außerdem findet man zum Teil verdrückte Brachiopoden (Rhynchonellida und Terebratulida), Crinoiden und Ammoniten, die meist einseitig angelöst und mit Schwammgewebe ausgefüllt, seltener als Kalksteinkerne erhalten sind.

Bildungsbedingungen des Knollenhorizontes

Zunächst sind starke Umlagerungsvorgänge festzustellen; so stark, daß dabei nur die widerstandsfähigen Stinkkalke übrigblieben, aber auch diese nur mit max. 10 cm großen, stark korrodierten Scherben. Beim Absinken des Energieniveaus lagerte sich dieser Schutt, vielleicht nur ganz lokal, ab, und dank äußerst geringer Sedimentzufuhr konnten darauf zahlreiche Benthonten siedeln. Zeitweilig herrschten kalklösende Verhältnisse (Subsolution), wie an Lösungsmarken auf Stinkkalkplatten, Belemniten und Ammoniten abgelesen werden kann. Kleinere Ammonitengehäuse (bis ca. 3 cm Durchmesser) wurden offenbar mehrfach umgebettet, da auch ihre Unterseite starke Lösungserscheinungen aufweist, die von der Auflösung der Oberflächenskulptur (Taf. 5, Fig. 5) bis zur stellenweisen Auflösung der ganzen Schale reicht. Größere Stücke (Taf. 5, Fig. 1—4) weisen proportional zu ihrer Größe zunehmend besser erhaltene Unterseiten auf, sind also schneller eingelagert worden. Die Oberseiten sind stark an-, meist völlig weggelöst. Schiefe Lösungsebenen (vgl. Taf. 5, Fig. 2b) geben zu erkennen, daß sie nicht horizontal, sondern unter ca. 10—20 °, also in bewegtem Wasser, sedimentiert wurden. Die Strömungsgeschwindigkeit scheint noch beachtlich gewesen zu sein: Aus der Richtung des Schwammwachstums läßt sich ersehen, daß die schon bewachsenen Platten wiederholt umgestürzt oder aufeinander geworfen wurden. Zu demselben Schluß führt die hier fast ausschließlich knollig-krustige Wuchsform der Schwämme: Nach DE LAUBENELS (1955, S. E 24) tendieren die Schwämme bei Strömungsgeschwindigkeiten von 3 km/h oder mehr allgemein zu kugeligem oder inkrustierendem Wachstum, ungeachtet ihrer sonstigen Symmetrie. Vergleichbare Ansammlungen von Kalkalgen und Kalkschwämmen in anderen jurassischen Ablagerungen lassen auf sehr flaches, stark bewegtes und gut durchlüftetes Wasser schließen [vgl. die Pea Grit Series des Unterbajociums der südenglischen Cotswold Hills, die dem Riffschuttbereich entstammen (ARKELL 1933, S. 204); die Oolith-Korallenfazies des tieferen Rauracien des Solothurner und Berner Juras (OPPLIGER 1929, S. 2f.) oder eine entsprechende Riffschuttfazies im unter-tithonen Riff von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau (WAGNER 1963, S. 18f.)]. Riffschutt ist gleichwohl in dem Schwammknollenhorizont von Ballrechten nicht enthalten. Auch fehlen Indizien für die Nähe einer Küste, die nach derzeitigen Vorstellungen (RIEBER 1973, S. 663f.) erst etwa 50 km SE zu erwarten ist. Man wird also an einen jener kurzlebigen Schwellenbereiche denken müssen, die das flache Schelfmeer Südwestdeutschlands und der angrenzenden Gebiete im tieferen Ober-Toarcium stark untergliederten (s. u.a. BROCKERT 1959).

Biostratigraphie und Ammonitenfauna

Unter-Toarcium: *bifrons*-**Zone** (0,6 m—0,9 m = 30 cm)

Das Unter-Toarcium war zuoberst gestört und zeigte Schichtwiederholungen, die aber anhand der charakteristischen Stinkkalkbänkchen berichtigt werden konnten. Nicht ganz so sicher ist dagegen, ob nicht über dem Stinkkalk noch eine etwas größere Tonmergelfolge des Unter-Toarciums vorhanden war (wie in Schliengen 1077: vgl. S. 93). Dagegen scheint mir zu sprechen, daß an der Basis des Ober-Toarciums Stinkkalk-Bänkchen aufgearbeitet wurden, die also zu Beginn des Ober-Toarciums freigelegen haben dürften und nicht von einer größeren Mergelserie bedeckt gewesen sein können.

Die Ammoniten des Unter-Toarciums sind sehr dürftig erhalten: An der Unterseite der Stinkkalkbank bei 0,6 m ein schwacher Abdruck eines flachgedrückten *Harpoceras* sp. von ca. 16 cm Durchmesser. Aufrollung und stark gebogene und geknickte, breite Sichelrippen sind gerade noch erkennbar, eine starke Nabelkante ist wahrscheinlich, ebenso ein relativ hoher Kiel. Damit dürfte es am ehesten in die Nähe von *H. falciferum* (SOWERBY) zu stellen sein.

In der oberen Hälfte derselben Bank und vor allem dicht unter ihrer Oberfläche sind relativ häufig Querschnitte von calcitgefüllten und mit einer Pyrithaut umgebenen kleineren Ammoniten (?Harpoceraten oder Hildoceraten) zu sehen. Auf der unregelmäßigen Bankoberseite liegen zahlreiche, meist sehr kleine (um 1 cm Durchmesser), bis 3,5 cm große Dactylioceraten in derselben Erhaltung, wobei die Pyrithaut in Brauneisen umgewandelt ist. Mit Vorbehalt können sie zu *Zugodactylites* gerechnet werden. Zu dieser Gattung dürften auch die flachgedrückten Dactylioceraten (10—12 cm Durchmesser) in den folgenden Papierschiefern (bis 0,88 m im Profil) gehören.

Nach MOUTERDE et al. (1971, S. 82f.) und GUEX (1972, Taf. 13) reicht *H. falciferum* bis in die unterste *bifrons*-Zone (= *sublevisoni*- bzw. *commune*-Subzone), nach WEITSCHAT (1973, Abb. 4, S. 22ff.) bis an deren Basis. *Zugodactylites* ist dagegen eine Form der oberen *bifrons*-Zone (= *braunianus*- bzw. *semipolitum*-Subzone nach MOUTERDE et al. 1971). Bis zur weiteren Klärung wäre also anzunehmen, daß bei Ballrechten zwischen 0,6 und 0,9 m die ganze *bifrons*-Zone kondensiert ist.

Ober-Toarcium: *variabilis*-**Zone** (0,9 m—ca. 5,75 m = ca. 5,85 m)

Das Ober-Toarcium beginnt bei Ballrechten wie vielerorts (vgl. JANENSCH 1902, S. 8f.: Unterelsaß; RIEBER 1973, S. 659: Aargau, S. 663: Schwäbische Alb) mit einem rostroten Horizont (bei 0,9 m), der aber nicht an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau gebunden ist. Die ersten Ammoniten treten erst in der Schwammknollenlage bei 1,2 m auf und gehören in der Mehrzahl etwa der mittleren *variabilis*-Zone (= *illustris*-Subzone nach MOUTERDE et al. 1971) an. Die untere *variabilis*-Zone (= *variabilis*-Subzone bei MOUTERDE et al.) könnte also allenfalls in den liegenden knapp 20 cm Tonmergeln (0,9—1,1 m) stecken, was aber

bei dem gewöhnlich reichen Fossilgehalt dieses Niveaus wenig wahrscheinlich ist. Vermutlich fehlt sie. In der kondensierten Lage der Schwammknollen sind jedenfalls unter den acht aufgefundenen Ammoniten keine Vertreter dieser Subzone, vor allem keine Dactylioceraten mehr, die darin häufig zu erwarten wären. Die Gattung *Pseudogrammoceras* (hier mit *Ps.* cf. *pachu* BUCKMAN) beginnt dagegen nach MOUTERDE et. al. (1971, S. 83) und GUEX (1975, Fig. 3—4) erst in der *illustris*-Subzone. Nach diesen Autoren ist in dieser Subzone *Denckmannia* häufig, die hier, vertreten mit *Ph. elegans* (MERLA), aber nach PELOSIO (1968, S. 155 f.) unter *Phymatoceras* gezählt wird. „*Podagrosites*" cf. *bodei* (DENCKMANN)[1] wurde von DENCKMANN (1887) ebenso wie von GUEX (1975, S. 105) zusammen mit *illustris* gefunden. Auch *Pseudopolyplectus subtile* (SCHIRARDIN) wurde u.a. aus diesem Horizont genannt (GABILLY et al. 1973, S. 611). Die vorgefundenen Haugien, *H.* cf. *torquata* (BUCKMAN)[2] und *H. (Haugiella) vitiosa* (BUCKMAN), sind ausgesprochen flexiradiat, was nach GABILLY et al. (1973, S. 611) erst ab der *illustris*-Subzone auftritt, während ältere Haugien mehr oder weniger rectiradiat sind. *H. (Haugiella) vitiosa* (BUCKMAN) gilt sogar schon als Leitform der oberen *variabilis*-Zone (= *vitiosa*-Subzone bei MOUTERDE et al. 1971, S. 83), so daß die oberste Subzone auch schon in dem Schwammknollenhorizont beginnt.

Während an der Basis des Ober-Toarciums also ein größerer Zeitabschnitt kondensiert ist, erscheint die weitere Abfolge eher gedehnt.

Etwa bei 1,9—2,1 m des Profils liegt ein Horizont mit *Grammoceras doerntense* (DENCKMANN)[3], das höher nicht mehr vorkommt. Es tritt also deutlich tiefer auf als bei GABILLY et al. (1973, S. 610, 629), die es in der *thouarsense*-Zone anführen (vgl. MOUTERDE et al. 1971, S. 83), aber bereits darauf hinweisen, daß ERNST (1923/24, S. 9) an der Typlokalität eine wesentlich tiefere Position angibt, über der noch Haugien folgen.

Bei 2,9 m treten recht häufig Formen auf, die dem „*Ammonites Doerntensis*" der Taf. VIII, Fig. 5 bei DENCKMANN (1887) gleichen. Sie weisen bereits auf den Innenwindungen eine grobe, bipartite Berippung mit auffallender lateraler Gabelung auf, die nicht ganz regelmäßig ist. Darin sind sie mit *Maconiceras* zu vergleichen, haben im Unterschied zu dieser Gattung aber keine Ventralfurchen. Da sie hier in einem eigenen Horizont vorkommen, in sich ziemlich einheitlich sind und keinerlei Übergänge zu *doerntense* aufweisen, ist eine Zugehörigkeit zu dieser Art kaum vorstellbar.

---

[1] *Podagrosites*, von GUEX (1973) für bifurcate Pseudogrammoceraten mit subquadratischem Querschnitt in höherem stratigraphischem Niveau eingeführt, ist für die vorliegende Form nicht ganz zutreffend. Es handelt sich vielmehr um einen fast knotenlosen Phymatoceraten mit nicht sehr deutlichen Einschnürungen, wie sie vielfach (z.B. von MERLA 1932) als *Lillia* bezeichnet wurden. Im Unterschied zu *bodei* bleiben hier die ventralen Furchen sehr lange deutlich.

[2] *torquata* scheint nach BUCKMAN's Darstellung (1907, Taf. III, S. XXI) der Ventralseite eher eine *Haugia* zu sein, jedenfalls keine *Denckmannia* oder *Chartronia*.

[3] Die Bestimmung orientiert sich, außer am Lectotyp (Taf. VIII, Fig. 4 bei DENCKMANN 1887), vor allem an LEHMANN 1969, dem DENCKMANN's Material vorlag.

Im selben Niveau tritt (wie auch schon bei etwa 1,5 m und dann nochmal bei 3,4 m) ein *Harpoceras* auf, der auch von W. WEITSCHAT als *subplanatum* (OPPEL) angesprochen wurde[4]. Während noch HAUG (1885, S. 40) der Meinung war, daß es überall in die *jurense*-Zone gehöre, stuft es die neuere französische Literatur (MOUTERDE et al. 1971, GUEX 1975) in die höhere *bifrons*-Zone ein und führt in der *variabilis*-Zone nur noch *H, subexaratum* BONARELLI als *Pseudopolyplectus* an (vgl. MATTEI 1969). Eine Umlagerung erscheint nach der Erhaltungsweise ausgeschlossen.

Bei 3,4 m kommt dazu außerdem *Polyplectus pluricostatus* HAAS und *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIETEN), der bis 3,75 m häufig bleibt.

Danach wird die Fauna in dem pyritreichen Sediment kleinwüchsig. Innenwindungen von *Pseudopolyplectus*, wahrscheinlich *bicarinatus*, von *Brodieia refectans* (SCHIRARDIN) und von Grammoceraten sind ziemlich häufig. Noch bei 4,4 m wurde ein verdrücktes Bruchstück einer kleinen *Haugia* sp. gefunden, womit die *variabilis*-Zone jedenfalls noch bis dahin reicht. Die folgenden schwarzen Tonmergel bis ca. 5,75 m werden, da ohne Ammoniten, vorläufig ebenfalls dazugerechnet.

thouarsense-**Zone** (~ 5,75 m—11,8 m = ca. 6,05 m)

Etwa ab 5,75 m im Profil treten immer wieder flachgedrückte Exemplare von *Grammoceras* sp. aus der *radians*- oder *thouarsense*-Gruppe auf, die in die *thouarsense*-Zone zu stellen sind.

Bei 8,3 m wurde *Pseudogrammoceras struckmanni* (DENCKMANN) gefunden. Nach GABILLY et al. (1973, S. 610, 623, 628) und MOUTERDE et al. (1971, S. 83) kommt *struckmanni* nur in der neuen *bingmanni*-Subzone dieser Autoren vor, nicht mehr jedoch zusammen mit *thouarsense*. Hier hat es seine Position zumindest sehr hoch in der *thouarsense*-Zone. Die mit ihm zusammen vorkommenden Grammoceraten sind leider nicht eindeutig zu identifizieren.

Bereits bei 8,5 m folgt eine relativ reiche Ammonitenfauna mit *Pachylytoceras* cf. *jurense* (ZIETEN) und *Grammoceras* cf. *audax* (BUCKMAN), zu denen sich bei 9,2 m nicht selten *Grammoceras thouarsense* (D'ORBIGNY) gesellt, dessen Berippungsdichte in einem weiten Spielraum schwankt (vgl. FISCHER 1965, S. 82). *Struckmanni* oder *bingmanni* fanden sich in diesen reichen Faunen nicht mehr, so daß möglicherweise auch hier eine *thouarsense*-Subzone von einer liegenden *bingmanni*-Subzone getrennt werden kann. Oberhalb 10 m kommen nur noch Innenwindungen von *Grammoceras* sp. vor.

insigne-**Zone** (11,8 m—18,3 + x m = mindestens 6,5 m)

Bei 11,85 m erscheint erstmals *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE); dazu Innenwindungen von *Grammoceras* sp., die nicht mehr zu *thouarsense* gehören.

[4] Herrn Dr. W. WEITSCHAT (Hamburg) sei für seine Bestimmung bestens gedankt.

Bei 13,75 m kommen, zusammen mit *Ps. fallaciosum, Esericeras* cf. *eseri* (OPPEL) und *Podagrosites latescens* (SIMPSON) vor, letzterer nur mit einer Innenwindung, die eine Unterarttrennung nach GUEX (1975) nicht erlaubt.

Ps. fallaciosum reicht bis 15,95 m hinauf, wo es in mehreren Stücken mit vielen Belemniten in einem Fossilhorizont zusammengeschwemmt ist. Bis hierhin reicht also die *fallaciosum*-Subzone.

Unmittelbar über diesem Horizont, bei ca. 16 m, wurde „*Phlyseogrammoceras*" cf. *rouvillei* (MONESTIER) festgestellt, bei 16,2 m ein relativ weitnabeliger, breitrippiger ? *Pseudogrammoceras* aus der Verwandtschaft von *pedicum* (BUCKMAN). Damit beginnt die *insigne*- bzw. *dispansum*-Subzone. Die Fauna wird anschließend, abgesehen von einem großen *Pachylytoceras jurense* (ZIETEN), relativ kleinwüchsig. *Osperlioceras pompeckii* (ERNST), *O.* cf. *subfalciferum* (WUNSTORF) und „*Phlyseogranmoceras*" *rouvillei* (MONESTIER) bei 17,3 m erreichen nur bis zu 2 cm Durchmesser. Auch die meisten Exemplare der von 17,3—17,6 m sehr häufigen Arten *Alocolytoceras germaini* (D'ORBIGNY) und *Hammatoceras insigne* (ZIETEN) sind nur Innenwindungen und werden kaum einmal viel größer. Dumortierien kommen in diesem Niveau noch nicht vor. Die *insigne*-Zone reicht also in die Aufschlußlücke über 18,3 m hinein.

levesquei-**Zone** (= *pseudoradiosa*-Zone)

Nach 3,8 m Aufschlußunterbrechung folgen oberhalb von 22 m im Profil *Dumortieria levesquei* (D'ORBIGNY), *D. sparsicosta* HAUG und *Osperlioceras subcostulatum* (MONESTIER) in sehr zahlreichen, aber kleinen Phosphoritsteinkernen. Dieser oberste Profilabschnitt gehört also nach MOUTERDE et al. (1971, S. 84) in die *levesquei*-Subzone dieser Autoren, was etwa der mittleren *levesquei*-Zone englischer und norddeutscher Autoren entspricht (vgl. DEAN et al. 1961, S. 490f.).

Da KLÖCKER (1966/67) am Schönberg S Freiburg noch über 6 m mit *Dumortieria costula* (REINECKE) und Pleydellien im Liegenden der Dogger-Grenze feststellte, muß die Gesamtmächtigkeit des Ober-Toarciums auf mindestens 29 m eingeschätzt werden.

Vergleich mit nächstgelegenen Toarcium-Profilen

Vergleicht man die 3,75 bzw. 2,58 m Unter-Toarcium der Kernbohrungen Schliengen 1017 und 1018 (SÖLL 1965) mit dem nur etwa 11 km NE gelegenen Profil von Ballrechten, so findet man hier auf wenig mehr als 1 m alle charakteristischen Bänke und Horizonte von Schliengen wieder: Den hellen Belemnitenmergel in der Nähe der Untergrenze, dann 3 Stinkkalkbänkchen und darüber einen Horizont mit *Zugodactylites* und einen mit auffallenden, breiten, hellen Fucoiden. Nur ist in Ballrechten alles weniger mächtig und folgt in geringeren Abständen aufeinander. Das Profil scheint also vollständig zu sein.

18 km SW von Schliengen wurden in der Bohrung Sierenz im Oberelsaß (WERVEKE 1923, S. 397) etwa 6 m Posidonienschiefer mit 5 Kalkbänken und darüber 3,75 m Inoceramenmergel gekernt, die WERVEKE zum Unter-Toarcium rechnet. In der Bohrung Hirtzbach bei Altkirch sind es nach VONDERSCHMITT (1942, S. 74) bereits über 12 m und in der Gegend von Vesoul (Haute Saône) nach THÉOBALD & DUC (1959, S. 28) an die 20 m. S des Rheins ist das Unter-Toarcium nur sehr geringmächtig: 1,35 m im Basler Tafeljura (BUXTORF 1901, S. 13, 20) und sogar nur 0,25 m im Weißenstein-Tunnel (BUXTORF 1907, S. 25f.). Im Aargau sind es etwas mehr als 1,3 m (nach RIEBER 1973, S. 658) und erst weiter im E steigt die Mächtigkeit wieder (11,4 m im Wutachgebiet nach HAHN et al. 1971, S. 123).

Im N von Ballrechten scheint die geringe Mächtigkeit des Unter-Toarciums noch bis in den Freiburger Raum anzuhalten, weshalb es STEINMANN (1898, S. 659) vermutlich am Schönberg „unter den Jurensisschichten nur auf eine ganz kurze Strecke, ein zweites Mal auch nur unvollkommen" antraf. Das Vorkommen im Bahneinschnitt Uffhausen war (nach Taf. III bei PFANNENSTIEL 1933) ebenfalls höchstens 2—3 m mächtig. Aus der Bohrung „Wyhl 1" N vom Kaiserstuhl werden dagegen bereits 17 m Posidonienschiefer und aus dem Raum Lahr-Offenburg (WIRTH 1962, S. 689) 18 m angegeben. Demgegenüber sind es N Colmar nach HIRLEMANN (in BLANALT et al. 1972, S. 15) nur 6—8 m.

Im Ober-Toarcium von Schliengen (1017) gibt SÖLL (1965, S. 168) 50 cm über der Basis eine harte, hellgraue Kalkbank mit feinverteiltem Pyrit an, die dem Kalkknollenhorizont von Ballrechten möglicherweise entsprechen könnte. Auch die folgenden 2,8 m von Schliengen (1017) sind in Ballrechten (1,4—4,0 m im Profil), mit ihren Fucoiden und Grabgängen und mit den großen pyritisierten Ammoniten im oberen Teil, recht gut wiederzuerkennen. Die „Mergelkalkbänke" stellen sich freilich im Tagesaufschluß als wesentlich tonreicher und weicher heraus und wirken nur durch feinsten Schalen- und Echinodermengrus „leicht sandig" (SÖLL 1965, S. 168). Der Fund von „wahrscheinlich *Haugia* sp." (SÖLL 1965, S. 163) in diesem Bereich stimmt mit den Befunden von Ballrechten überein, sagt jedoch nichts über eine mögliche Schichtlücke an der Ober-Toarcium-Basis von Schliengen aus. Die hangende *thouarsense*-Zone ist in Schliengen nicht erkennbar, aber *Pseudogrammoceras fallaciosum* setzt dort mehr als 3 m tiefer ein als in Ballrechten, und ebenso liegt das erste Auftreten von Dumortierien in Schliengen mindestens 2—3 m tiefer als in Ballrechten. Die Gesamtmächtigkeit ist in beiden Profilen nicht genau zu bestimmen, da die Obergrenze fehlt, errechnet sich aber in beiden Fällen auf mindestens 28—29 m (SÖLL 1965, S. 163). Diese Mächtigkeit wird ziemlich konstant bis in den Raum von Offenburg (WIRTH 1962, S. 689) angegeben.

Auf der gegenüberliegenden Rheinseite sind es in Bohrung Illhaeusern 1 und bei Ribeauvillé nach HIRLEMANN (in BLANALT et al. 1972, S. 15f.) etwa 24 m Ober-Toarcium, von denen aber allein 20 m auf die *aalensis*-Zone entfallen. *Variabilis*- mit einschließlich *dispansum*-Zone machen zusammen nur 3—4 m aus, und die *levesquei*-Zone fehlt nach SCHIRARDIN (1961, S. 117f.) in diesem Bereich der „Elsässischen Schwelle" ganz.

Nach SE steigt die Mächtigkeit des tonig-mergeligen Ober-Toarciums weiter an (bis auf 60 m im Gebiet von Vesoul: THÉOBALD & DUC 1959, S. 28), während es im Basler Tafeljura nur 2,5 m (BUXTORF 1901, S. 13), am Weißenstein sogar nur noch 1,5 m (BUXTORF 1907, S. 26) schiefrige Tonmergel mit Kalkknauerlagen des höheren Ober-Toarciums sind. Im Aargau hat RIEBER (1973, S. 662f.) dagegen auch tiefstes Ober-Toarcium in einer Kalkknollenlage mit Stinkkalkstücken nachgewiesen, die mit (u.a.) Kalkalgen, einem Kieselschwamm, Brachiopoden und Echinodermen eine ähnliche Biofazies darstellt wie die Schwammknollenlage von Ballrechten.

Im Wutachgebiet gibt es in dem knapp 8 m mächtigen Ober-Toarcium nach FISCHER (1964, S. 85) keine Schichtlücken und wahrscheinlich keine Aufarbeitungserscheinungen an der Basis.

Es sieht also so aus, als ob unser Gebiet, das im Unter-Toarcium noch zum Sedimentationsraum des Juras der Nordschweiz mit geringen Sedimentmächtigkeiten gehörte, sich spätestens ab der höheren *variabilis*-Zone an den südwestlich angrenzenden Faziesraum mit mächtiger Tonmergelsedimention ohne Kalkbänke anschloß, der in einer schmalen Zone nach NE vordrang. Der Flachwassercharakter blieb dabei erhalten (Phosphoritbildung, Schillagen und -knollen).

Schriften

ARKELL, W. J. (1933): The Jurassic System in Great Britain. — 681 S., 97 Abb., 41 Taf. (Clarendon Press) London

BLANALT, J. G. et al. (1972): Carte géologique à 1:50000: Colmar-Artolsheim, XXXVIII—18, Notice explicative. — 55 S., 2 Abb., 4 Tab., B.R.G.M., Orléans

BROCKERT, M. (1959): Ammoniten-Fauna und Stratigraphie des Lias in Baden-Württemberg. — Diss. (Ms.), 155 S., 20 Abb., 25 Taf., 17 Prof., Tübingen

BUCKMAN, S. (1887—1907): A monograph of the Ammonites of the Inferior Oolite Series. — Palaeontogr. Soc. London, **40—61**, S. 1—456, I—CCLXII, Taf. 1—103, I—XXIV, London

BUXTORF, A. (1901): Beiträge zur Kenntnis der Sedimente im Basler Tafeljura. — 65 S., 12 Profiltab., 1 Profiltaf., (Stämpfli & Cie.) Basel

— (1907): Geologische Beschreibung des Weissenstein-Tunnels und seiner Umgebung. — Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., **21**, X + 125 S., 11 Abb., 4 Taf., Bern

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The liassic ammonite zones and subzones of the North-West European Province. — Bull.Brit.Mus. (nat. Hist.), Geology, **4**, 10, S. 435—505, Taf. 63—75, London

DENCKMANN, A. (1887): Über die geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Dörnten nördlich Goslar, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des oberen Lias. — Abh.-geol. Specialkt. Preuss. usw., **8**, 2, 108 S., Atlas m. 10 Taf., Berlin

ERNST, W. (1923/24): Zur Stratigraphie und Fauna des Lias ζ im nordwestlichen Deutschland. Teil I. — Palaeontographica, **65**, 96 S., 6 Taf., Stuttgart

FISCHER, R. (1965): Der Wert der Berippung als Art-Charakteristikum bei Grammoceraten (Ammonoidea; Toarcien). — Mitt.bayer. Staatssamml. Pal. hist. Geol., **5**, S. 69–82, 8 Abb., 2 Tab., München

FISCHER, W. (1964): Die *jurensis*-Schichten (Oberes Toarcien) im Vorland der Schwäbischen Alb. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **120**, 1, S. 81—106, 2 Beil., Stuttgart

GABILLY, J. et al. (1973): L'étage Toarcien, zones et souszones d'ammonites. — Mém. B.R.G.M. Fr., **75**, 1971, Colloque Jur. Luxembourg 1967, S. 605—634, 1 Tab., Paris

GENSER, H. (1959): Stratigraphie und Tektonik der Vorbergzone am südwestlichen Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. — Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., **49**, S. 59—112, 2 Abb., 1 Karte, Freiburg i. Br.

GUENTHER, E. (1935): Der geologische Aufbau der Freiburger Bucht. — Bad.geol.Abh., **7**, 1/2, S. 10—64, 3 Kartensk., 2 Profile, Karlsruhe

GUEX, J. (1972): Répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien moyen de la bordure sud des Causses (France) et révision des ammonites décrites et figurées par Monestier (1931). — Eclogae geol. Helv., **65**, 3, S. 611—645, 2 Abb., 13 Taf., Basel

— (1973): Observations sur la répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien supérieur de l'Aveyron (France). — Bull.Lab.Géol.Min.Géophys.Mus.géol.Univ. Lausanne, **207**, 14 S., 1 Abb., 2 Taf. (aus Bull. Soc. vaud.sci.nat., **71**, 9), Lausanne

— (1975): Description biostratigraphique du Toarcien supérieur de la bordure sud des Causses (France). — Eclogae geol.Helv., **68**, 1, S. 97—129, 4 Abb., 12 Taf., Basel

HAHN, W. et al. (1971): Erd- und Landschaftsgeschichte des Wutachgebietes. — In: SAUER, F. J. & SCHNETTER, M.: Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft. — Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, **6**, S. 31—194, 40 Abb., 10 Taf., Freiburg i. Br.

HAUG, E. (1885): Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung *Harpoceras*. — N. Jb. Min. etc., Beil. Bd. **3**, S. 1—142, Taf. 11—12, Stuttgart

JANENSCH, W. (1902): Die Jurensisschichten des Elsass. — 151 S., 13 Abb., 12 Taf., (Straßburger Druckerei und Verlagsanst.), Straßburg

KLÖCKER, P. (1966): Faunistische und feinstratigraphische Untersuchungen an der Lias-Dogger-Grenze am Schönberg bei Freiburg i. Br. 1. Teil: Profil und Fauna (Lamellibranchiata und Gastropoda). — Ber.naturf.Ges. Freiburg i. Br., **56**, S. 209—248, 10 Abb., 5 Tab., 1 Prof., Freiburg i. Br.

— (1967): 2. Teil: Fauna (Ammonoidea) und Stratigraphie. — Ebenda, **57**, S. 69–118, 18 Abb., 8 Tab., Freiburg i. Br.

LAUBENFELS, M. W. DE (1955): Porifera. — In: MOORE, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part E, Archaeocyatha and Porifera, S. 21—122, Abb. 14—88, Lawrence

LEHMANN, U. (1969): Dimorphismus und Apophysen-Ausbildung bei *Grammoceras doerntense* (DENCKMANN) (Ammonoidea, Oberes Toarcium). — Pal.Z., **43**, 3/4, S. 169–176, 2 Abb., Taf. 20, Stuttgart

MATTEI, J. (1969): Définition et interprétation de *Pseudopolyplectus*, nov.gen. (Harpoceratinae, Ammonoidea) du Toarcien d'après un matérial des Causses et du Bas-Languedoc. Application de la notion d'ensembles à l'étude de populations fossiles. — Geobios, **2**, S. 7—80, 25 Abb., 5 Tab., Taf. 1—3, Lyon

MERLA, G. (1933): Ammoniti giuresi dell'Appennino centrale. II. Hammatoceratinae BUCKM. — Palaeontographia Italica, N.Ser., **4**, S. 1—29, 5 Abb., 4 Taf., Siena

MOUTERDE, R. et al. (1971): Les zones du Jurassique en France. — C.R.S. Soc.Géol. France, **1971**, 2, S. 76–102, Paris

OPPLIGER, F. (1929): Die Kalkschwämme des schweizerischen Jura. — Abh.schweiz.palaeont.Ges., **48**, 31 S., 4 Taf., Basel

PELOSIO, G. (1968): Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Parte IV ed ultima: generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella* — Conclusioni generali. — Mem.Soc.Ital.Sci.Nat.Mus.Civ.Stor.Nat. Milano, **17**, 3, S. 145—204, 2 Abb., 2 Tab., Taf. 18—23, Mailand

PFANNENSTIEL, M. (1933): Die Tektonik des Eisenbahneinschnittes von Uffhausen bei Freiburg i. Br. Ein Beitrag zur Tektonik des Rheintalgrabens. — Geol. Rdsch., **23a**, Salomon-Calvi-Festschrift, S. 111–118, Taf. 3, Berlin

PRATJE, O. (1922): Lias und Rhät im Breisgau. (Erster Teil). — Mitt.bad.geol.L.A., **9**, 1, S. 275—352, Heidelberg

RIEBER, H. (1973): Fauna und Stratigraphie einer oolithischen Kalkbank aus dem Toarcium von Gipf (Kanton Aargau, Schweiz). — Eclogae geol. Helv., **66**, 3, S. 657—665, 1 Abb., 2 Taf., Basel

SCHIRARDIN, J. (1961): Sur la limite du Toarcien et de l'Aalénien en Alsace. — Bull.Serv.Carte Géol.Als.Lorr., **13**, 3, S. 96—125, 1 Profil, Straßbourg

STEINMANN, G. (1898): Über neue Aufschlüsse im Jura am Schönberge bei Freiburg. — Mitt.großh.bad.geol.L.A., **3**, 4, S. 653—663, 1 Kartensk., Heidelberg

SÖLL, H. (1965): Der Lias in zwei Schürfbohrungen im Markgräflerland (Südbaden). — Jh.geol.Landesamt Baden-Württ., **7**, S. 149—180, Abb. 11—13, Freiburg

THÉOBALD, N. & DUC, M. (1959): Les couches à *Coeloceras crassum* PHILLIPS du Jura franc-comptois. — Ann.Scient.Univ.Besançon, 2. Ser., Geologie, 9, S. 3—41, 9 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Besançon

VONDERSCHMITT, L. (1942): Die geologischen Ergebnisse der Bohrungen von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsass). — Eclogae geol.Helv., **35**, 1, S. 67—99, 4 Abb., 1 Taf., Basel

WAGNER, W. (1963): Kieselschwämme und Schwamm-Ökologie im Korallenkalk des oberen Malm von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — Mitt. bayer. Staatssamml.Paläont.hist.Geol., **3**, S. 1—20, Taf. 1—2, München

WEITSCHAT, W. (1973): Stratigraphie und Ammonitenfauna des höheren Untertoarcium (oberer Lias ε) von NW-Deutschland. — Geol.Jb., A, **8**, S. 3—81, 21 Abb., 5 Taf., Hannover

WERVEKE, L. VAN (1923): Schichtenfolge in einer Tiefbohrung bei Sierenz im Oberelsaß (Tertiär, Jura und Keuper). — Mitt.bad.geol.Landesanst., **9**, S. 391—405, Heidelberg

WIRTH, E. (1962): Die geologischen Ergebnisse der Erdölexploration in der Rheinebene zwischen Offenburg und Lahr. — Erdöl Kohle Erdgas Petrochemie, **15**, (1962), S. 684—692, 4 Abb., Hamburg

ZIEGLER, B. (1964): Die Cortex der fossilen Pharetronen (Kalkschwämme). — Eclogae geol.Helv., **57**, 2, S. 803—822, 9 Abb., 3 Taf., Basel

— (1965): Die Variabilität bei Pharetronen (Kalkschwämme). — Paläont.Z., **39**, 1/2, S. 106–110, Taf. 16—18, Stuttgart.

(Am 12. März 1976 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Nachtrag

Nach Abschluß der Arbeit wurde mir die wichtige Arbeit von J. GABILLY (1976) zugänglich: Évolution et systématique des Phymatoceratinae et des Grammoceratinae (Hildocerataceae Ammonitina) de la région de Thouars, stratotype du Toarcien. — Mém.Soc.Géol.France, **124**, 196 S., 133 Abb., 36 Taf., Paris.

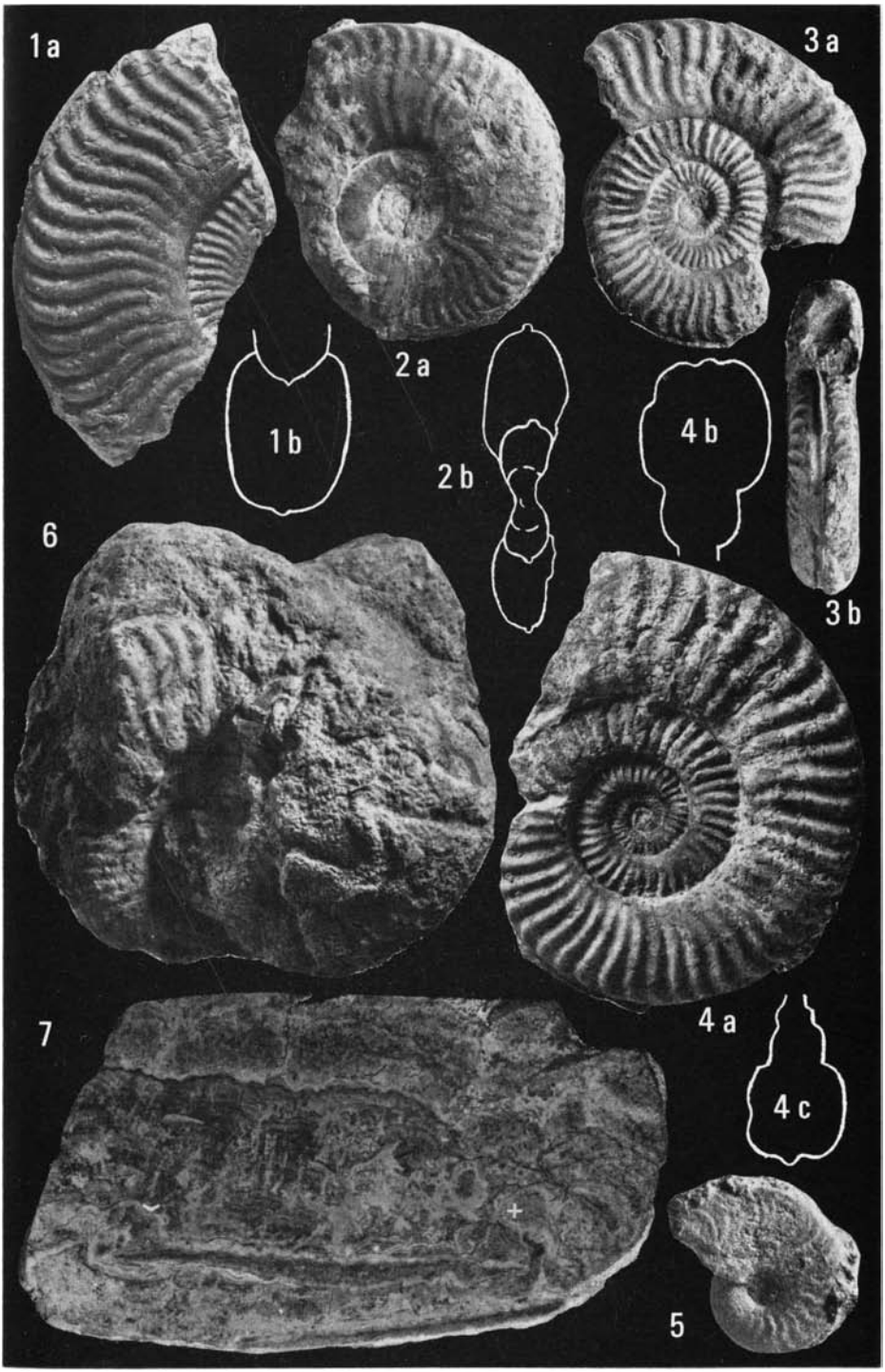
Darin führt GABILLY noch aus der *fallaciosum*-Subzone weitnabelige Plymatoceraten mit wenigen Knoten und vorwiegend einfachen, leicht retrocostaten Rippen an. Seine genaue Beschreibung (S. 73) von *Denckmannia?* aff. *erbaensis* (HAUER) läßt keinen Zweifel an der Zugehörigkeit der beiden Phymatoceraten „*elegans*" und „cf.*bodei*" aus der oberen *variabilis*-Zone von Ballrechten zu diesen Spätformen. M.E. gehören dazu auch einige der von GABILLY (1976, Taf. 23, Fig. 1—2 und 9—10) abgebildeten *Pseudogrammoceras latescens* (SIMPSON), die GUEX (1975, S. 105f.) zu *Podagrosites* zählt. *Podagrosites* wäre demnach als späte Gattung der Phymatoceraten zu verstehen, mit zunehmenden Konvergenzen zu *Pseudogrammoceras* (vgl. auch GABILLY 1976, S. 125).

Tafel 5

Fig. 1—7: Schwammknollenhorizont, höhere *variabilis*-Zone
Fig. 1a—b: *Pseudogrammoceras* cf. *pachu* BUCKMAN
Fig. 2a—b: *Haugia (Haugiella) vitiosa* (BUCKMAN)
a: Unterseite
b: Querschnitt; rechts: schräg angelöste Oberseite
Fig. 3a—b: *Phymatoceras (Phymatoceras) elegans* (MERLA)
Fig. 4a—c: *„Podagrosites"* cf. *bodei* (DENCKMANN)
a: Unterseite
b: Querschnitt des letzten Windungsviertels, links angelöste Oberseite
c: gegenüberliegender Querschnitt
Fig. 5: *Pseudopolyplectus subtile* (SCHIRARDIN)
Fig. 6: *Haugia* cf. *torquata* (BUCKMAN) (links), überwachsen von *Inobolia* cf. *inclusa* (HINDE)
Fig. 7: Querschnitt (Anschliff) einer Schwammknolle, aufgewachsen auf 2 Stinkkalkstückchen (im unteren Drittel); das obere von Algen- und Kalzitrinden umkrustet, mit randlichen Wülsten kleiner, einander überlagernder (+) Kalk- und Kieselschwämme (?Sontheimien, links angeschnittenem Paragaster unterhalb v). Darüber massige Lagen des Kalkschwamms *Inobolia* cf. *inclusa* HINDE, mit scharfer Trennfläche zwischen einem älteren und einem jüngeren Exemplar. (Weitere Erklärung s. S. 87.)

Alle Figuren in natürlicher Größe.

Aufnahmen: G. OWSIANOWKI


1a
2a
3a
1b
2b
4b
3b
6
4a
4c
7
5

Tafel 6

Fig. 1—5: Schwammknollenhorizont, höhere *variabilis*-Zone

Fig. 1: *Inobolia* cf. *inclusa* HINDE, fladen- und ringförmig wachsend; von oben

Fig. 2a—b: *Enaulofungia* sp.

a: Oberseite mit radialen Furchen, in denen kleine, rundliche Oscula liegen

b: Querschnitt (Anschliff), mit nur schmalen, kurzen Vertikalkanälen; links: vom Schwamm eingeschlossener Belemnit und Brachiopode

Fig. 3a—b: *Enaulofungia* cf. *sulcata* (HINDE) in wulstiger Wuchsform (vgl. S. 86)

a: Außenseite

b: Oberseite (Vergrößerung × 1,5)

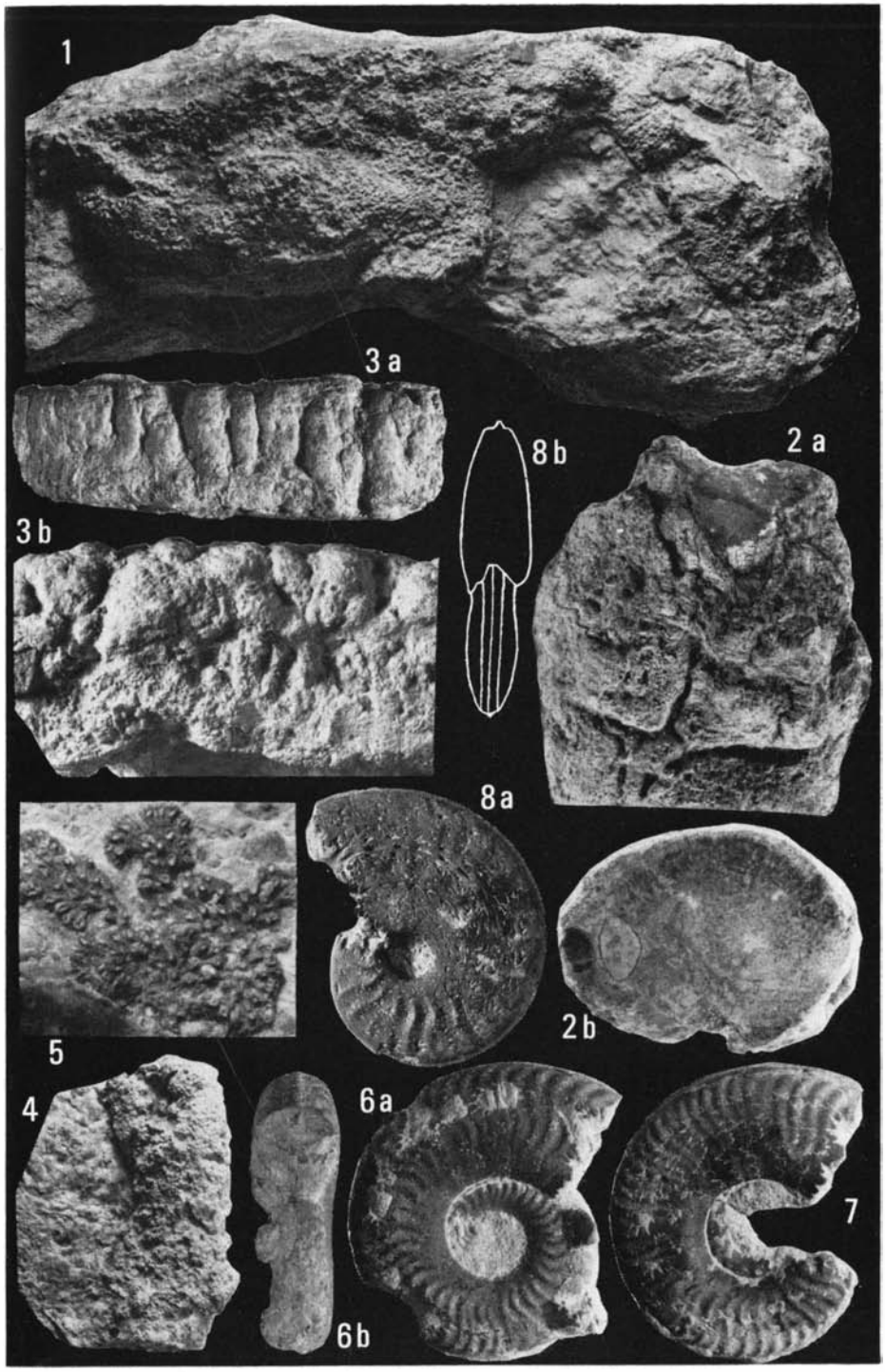
Fig. 4: Stinkkalkplättchen mit Kalkalgenkruste (links) und Pharetronen in Form eines randlichen Wulstes; von oben

Fig. 5: *Oncousoecia jacquoti* (HAIME) (Vergrößerung × 4,5)

Fig. 6a, b—7: *Grammoceras doerntense* (DENCKMANN), obere *variabilis*-Zone (bei 2,1 m im Profil)

Fig. 8a—b: *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIETEN), obere *variabilis*-Zone (bei 3,4 m im Profil)

Soweit nicht anders angegeben, alle Figuren in natürlicher Größe.


1
3 a
3 b
8 b
2 a
8 a
5
2 b
4
6 a
6 b
7

Tafel 7

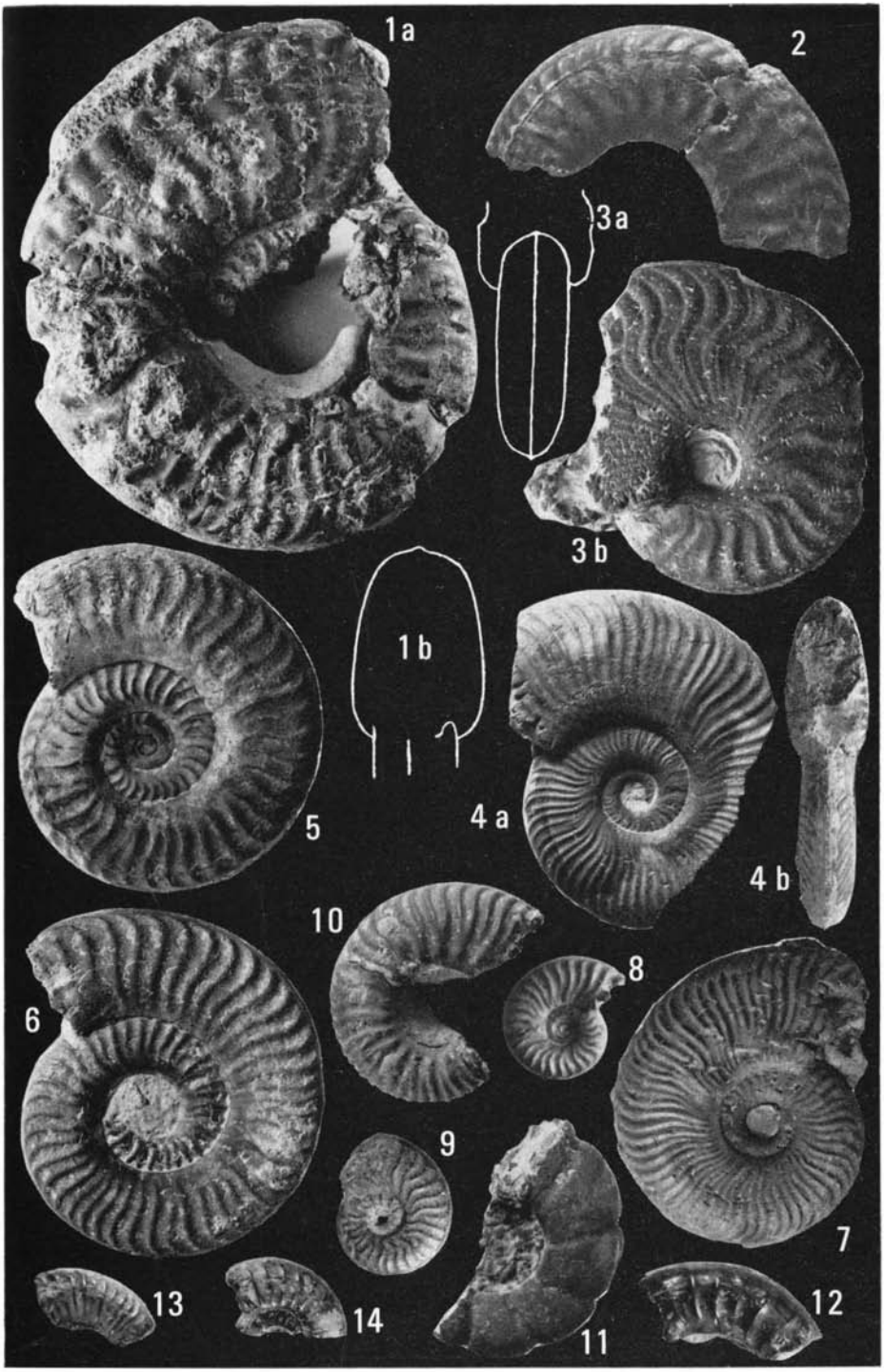
Fig. 1—3: obere *variabilis*-Zone
Fig. 1a, b—2: „*Ammonites Doerntensis*" DENCKMANN 1887, Taf. VIII, Fig. 5; (bei 2,9 m im Profil, vgl. S. 91)
Fig. 3a—b: *Harpoceras subplanatum* (OPPEL); (bei 3,4 m im Profil)

Fig. 4—6: *thouarsense*-Zone
Fig. 4a—b: *Pseudogrammoceras struckmanni* (DENCKMANN); bei 8,3 m im Profil)
Fig. 5: *Grammoceras* cf. *audax* (BUCKMAN); (bei 8,8 m im Profil)
Fig. 6: *Grammoceras thouarsense* (D'ORBIGNY); (bei 9,2 m im Profil)

Fig. 7—11: *insigne*-Zone
Fig. 7: *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE); (bei 14,9 m im Profil)
Fig. 8: „*Phlyseogrammoceras*" *rouvillei* (MONESTIER); (bei 17,3 m im Profil)
Fig. 9: *Osperlioceras* cf. *subfalciferum* (WUNSTORF); (bei 17,3 m im Profil)
Fig. 10: *Hammatoceras insigne* (ZIETEN); (bei 17,45 m im Profil)
Fig. 11: *Alocolytoceras germaini* (D'ORBIGNY); (bei 17,65 m im Profil)

Fig. 12—14: *levesquei*-Zone (bei 22,2 m im Profil)
Fig. 12: *Dumortieria sparsicosta* HAUG
Fig. 13—14: *Dumortieria levesquei* (D'ORBIGNY)

Alle Figuren in natürlicher Größe.


1a
2
3a
3b
1b
5
4a
4b
10
8
6
9
7
13
14
11
12