

# **Stratigraphie der Branderfleck-Schichten (Untercenoman–Untercampan) in den Bayerischen Kalkalpen**

## **Stratigraphy of the Branderfleck Formation (Lower Cenomanian to Lower Campanian) in the Bavarian Calcareous Alps**

Von K. F. WEIDICH\*)

Mit 13 Abbildungen und 4 Tafeln

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. D. Herm, zum 50. Geburtstag gewidmet.

**Zusammenfassung.** In ehemals als „Cenoman“-Mulden bezeichneten Vorkommen tieferer Oberkreide auf der Lechtal-Decke in den Bayerischen Kalkalpen, die heute zu den Branderfleck-Schichten (GAUPP, 1980, 1982) gestellt werden, konnte durch mikropaläontologische Untersuchungen eine Feinstratigraphie aus 10 planktonischen Foraminiferen-Zonen: *brotzeni-*, *reicheli-*, (untere und obere) *cushmani-*, *archaeocretacea-*, *helvetica-*, *schneegansi-*, *primitiva-*, *concovata-*, *asymetrica-* und *elevata-*Zone aufgestellt werden. Sie umfassen den Zeitraum Untercenoman bis Untercampan.

Die Alterseinstufung wurde zusätzlich durch benthonische Foraminiferen abgesichert, deren stratigraphischer Wert sich aus anderen Profilen und Regionen ergeben hatte.

Sechs Profileile werden lithologisch und mikropaläontologisch dargestellt. Sie sind die Kurzfassung einer umfangreicheren Arbeit (WEIDICH, 1982c), in der von Pfronten/Allgäu bis Ruhpolding/Oberbayern in 10 Profilen Coniac, in 4 (?5) Profilen Santon und in 1 Profil Untercampan nachgewiesen werden konnte.

Die Mittelkreide-Transgression hat die nördliche Lechtal-Decke im Untercenoman erreicht. Sie schritt langsam nach Süden vor, so daß die Südmulde des Synklinoriums erst im Mittelcenoman erfaßt wurde. Noch weiter im Süden, im Bereich des heutigen Wamberger Sattels und der Gosau, sind Sedimente des Cenomans und Turons nicht erhalten geblieben. Auf eindeutige Flachwassersedimente folgt eine Serie, deren Charakter als „Turbiditfazies“ oder „flyschoid“ bezeichnet wurde.

---

\*) Adresse: Konrad F. Weidich, c/o Institut für Paläontologie und historische Geologie, Richard-Wagner-Straße 10/II, D-8000 München 2.

Die ersten hemipelagischen roten Tone treten im Oberturon auf und zeigen sedimentologisch und mikrofaunistisch eine weitere Eintiefung des Sedimentationsraumes an. Die Mikrofauna läßt auf eine Wassertiefe schließen, die die Foraminiferen-Lysocline unterschritten hat, aber wohl noch über der CCD lag.

Eine Regression des Meeres ist zu keiner Zeit und in keinem Profil anhand der Sedimentation oder der Mikrofauna abzulesen. Die bisher jüngste Probe wurde mit Untercampan (*elevata*-Zone) datiert.

Das N/S-Profil Regau—Oberaudorf—Brandenberger Gosau (Lechtal-Decke) besitzt sowohl im Norden (Regau) als auch im Süden (Südfazies der Brandenberger Gosau) zur Zeit des Santons bathyale bis abyssale Sedimentationsräume, die durch einen altersgleichen Schwellenbereich flachen Wassers („Oberaudorfer Schwelle“) getrennt waren. Die sich daraus ergebende paläogeographische Folgerung ist, daß die exotischen Gerölle der Brandenberger Gosau nicht aus Norden stammen können. Es muß also ein südliches Liefergebiet angenommen werden, dessen tektonische Stellung allerdings noch unbekannt ist.

Summary. A detailed stratigraphy based on micropaleontological investigations was established for the Upper Cretaceous (Lower Cenomanian to Lower Campanian) Branderfleck Beds (GAUPP, 1980, 1982) of the Lechtal-Decke. The 10 planktonic foraminiferal zones are: *brotneni*, *reicheli*, (lower and upper) *cushmani*, *archaeocretacea*, *helvetica*, *schneegansi*, *primitiva*, *con-cavata*, *asymetrica*, and *elevata* zones.

The determination of the age was also accomplished with benthonic foraminifera. Their stratigraphic value was known from other sections and regions.

Six parts of sections are presented lithologically and micropaleontologically in detail in this abridged version of a comprehensive work (WEIDICH, 1982c), in which sediments of Coniacian age have been described from 10 sections, of Santonian age from 4 (?5) sections, and of Lower Campanian age from 1 section in the area between Pfronten (Allgäu) and Ruhpolding (Upper Bavaria).

The Mid-Cretaceous transgression reached the northern part of the Lechtal-Decke in the Lower Cenomanian. Moving slowly southwards the transgression reached the southern syncline of the Synklinorium in the Middle Cenomanian. Although further to the south, in the region of the Wamberg anticline and the Gosau basin, sediments of Cenomanian and Turonian age are not preserved, the Wamberg anticline was probably covered by such sediments.

Shallow water sediments are followed by a series, which has been called “turbiditic facies” or “flysch-like”.

Hemipelagic red clays appear first in the Upper Turonian. Their sedimentology and microfauna indicate a further deepening of the basin. From the microfauna a water depth lower than the foraminiferal lysocline, but probably higher than the CCD, may be concluded.

Neither sediments nor microfaunas give any indication of a regression. The youngest sample is of Lower Campanian age (*elevata* zone).

A profile from the Regau area in the north, over Oberaudorf to Brandenburg in the south indicates that a shallow ridge, the Oberaudorfer Schwelle was subdividing a basin with a bathyal to abyssal depth in its north and south.

A palaeogeographical conclusion is that “exotic pebbles” found in the Brandenburg Gosau have not come from the north as generally believed. There must have been a source area in the south, but its tectonical position is unknown.

Danksagung. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. D. HERM, danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit, für sein reges Interesse an ihrem Fortgang und für seine überaus großzügige Förderung meiner Untersuchungen in der Süddeutschen Kreide.

Mit den Herren Prof. Dr. H. HAGN, Dr. H. IMMEL, München, und Dr. R. GAUPP, Hannover, verbinden mich der intensive Gedankenaustausch, die Unterstützung mit Literatur und Vergleichsmaterial sowie gemeinsame Geländebegehungen, die mir eine große Hilfe waren.

Für die mit Sorgfalt ausgeführten Foto- und Zeichenarbeiten danke ich den Herren F. Höck und K. Dossow recht herzlich.

## 1. Einleitung

Im Zeitbereich Alb—Cenoman—Turon sollen im Kalkalpin bedeutende tektonische Bewegungen stattgefunden haben:

- a) Präcenomane Phase (Austrische Phasen nach TOLLMANN, 1964) an der Wende Alb/Cenoman,
- b) Prägosauische Phase (Mediterrane Phase nach TOLLMANN, 1964) an der Wende Turon/Coniac.

Der feinstratigraphischen Gliederung der mittleren Kreide in den Nördlichen Kalkalpen kommt daher eine entscheidende Bedeutung zu. Nachdem fast alle Schichtlücken zu den postulierten Faltungsphasen durch den Nachweis zumindest lokaler kontinuierlicher Sedimentation geschlossen werden konnten (Wende Cenoman/Turon: HAGN & ZEIL, 1954; Mittelalb: FAHLBUSCH, 1964; Neocom/höhere Unterkreide: RISCH, 1969 bzw. 1971), verblieb zuletzt noch die Schichtlücke im obersten Turon/tiefsten Coniac, d. h. zwischen dem „Cenoman“ und der „Gosau“ der alten Nomenklatur.

In der folgenden Arbeit wird in sechs ausgewählten Profiltteilen aus den Bayerischen Kalkalpen (Abb. 1) eine lückenlose Sedimentation vom Untercenoman bis in das Untercampan nachgewiesen. Sie entstammen den ehemals unter „Cenoman“ zusammengefaßten Oberkreide-Mulden der Lechtal-Decke (Hochbajuvarikum).

Die Ablagerungen wurden sedimentologisch von GAUPP (1980, 1982) untersucht und mit dem Namen Branderfleck-Schichten belegt. Weitere Profilbeschreibungen finden sich bei GAUPP (1980) und WEIDICH (1982c).

## 2. Planktonische Foraminiferen-Zonen in der kalkalpinen Oberkreide

Die erarbeitete Feinstratigraphie stützt sich im wesentlichen auf planktonische Foraminiferen. Doch blieben ausgesuchte benthonische Foraminiferen, deren stratigraphische Brauchbarkeit sich in anderen Profilen und Regionen bewährt hat, nicht unbeachtet.

Von den benthonischen Foraminiferen treten erstmals auf im Turon:

*Gaudryina angustata* AKIMEZ

*Gaudryina carinata* FRANKE

*Gaudryina laevigata* FRANKE (Taf. 1, Fig. 3, 4)

*Gaudryina pyramidata* CUSHMAN

*Gaudryinella pseudoserrata* CUSHMAN (Taf. 1, Fig. 12, 13)

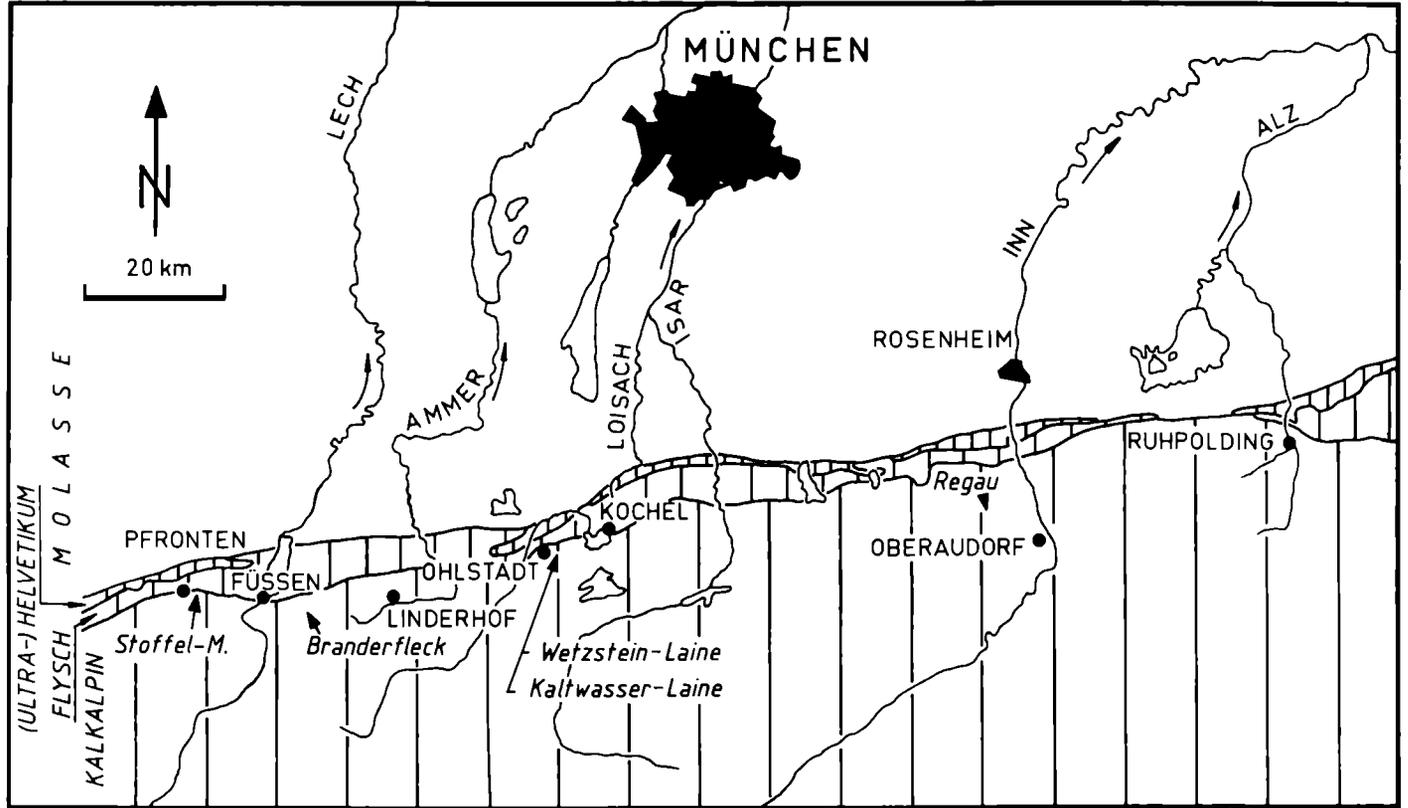


Abb. 1 Tektonische Skizze der Bayerischen Alpen und Lage der beschriebenen Profile.  
 Fig. 1 Tectonical sketch-map of the Bavarian Alps and location of the described sections.

*Spiroplectammina jaekeli* (FRANKE)

*Stensioeina* div. sp.,

im Coniac:

*Dorothia trochoides* (MARSSON) (Taf. 1, Fig. 8, 9)

*Gaudryina rugosa* d'ORBIGNY

*Pseudospiroplectinata compressiuscula* (CHAPMAN) (Taf. 2, Fig. 7)

*Verneuilina cretosa* CUSHMAN

*Epistomina favosoides* (EGGER)

*Eponides concinna* BROTZEN

*Gavelinella costata* BROTZEN (Taf. 2, Fig. 4, 5, 6)

*Gavelinella lorneiiana* (d'ORBIGNY)

*Gavelinella tumida* BROTZEN (Taf. 2, Fig. 1, 2, 3)

*Loxostomum eleyi* (CUSHMAN) (Taf. 2, Fig. 10, 11)

*Neoflabellina* div. sp. (Taf. 2, Fig. 9)

*Reussella cushmani* BROTZEN,

im Santon:

*Tritaxia trilatera* (CUSHMAN) (Taf. 1, Fig. 7)

*Bolivinooides strigillatus* (CHAPMAN)

*Reussella szajnochae* (GRZYBOWSKI).

Es wurden nur solche benthonische Foraminiferen aufgenommen, die auch in den hier oder bei WEIDICH (1982c) beschriebenen Profilen gefunden wurden.

Die genannten Foraminiferen-Arten wurden in Nordamerika (CUSHMAN, 1946), in der nord- und mitteldeutschen Kreide (FRANKE, 1925, 1928; HOFKER, 1957; HILTERMANN & KOCH, 1962), in NW- und Zentralpolen (GAWOR-BIEDOWA, 1972), in Böhmen (HERCOGOVA, 1977) und in den Karpaten (NEAGU, 1970; HANZLIKOVA, 1972) mit gutem Erfolg in der Stratigraphie benutzt.

In den „Cenoman“-Mulden der Bayerischen Kalkalpen sind weder stratigraphisch weitreichende und ungestörte Profile zu finden, noch ist mangels ausreichender Fossilfunde eine Korrelation mit der grundlegenden Ammoniten-Stratigraphie möglich.

Die zehn planktonischen Foraminiferen-Zonen in der kalkalpinen Oberkreide: Branderfleck-Schichten, wie sie in Abb. 2 dargestellt sind, ergaben sich aus dem Aufeinanderfolgen der verschiedenen planktonischen Foraminiferen-Arten in sich überlappenden Profilteilen der Bayerischen Kalkalpen (Arbeitsgrundlage über 300 Schlämmpfoten) und aus der Zonenfolge planktonischer Foraminiferen im Tethysraum (SIGAL, 1977; Atlas . . . 1 (1979)).

Die Zonen sind meistens partial range zones (PRZ) (*brotzeni*-, *reicheli*-, *primitiva*-, *concovata*-, *asymetrica*-, *elevata*-Zone), deren Untergrenzen durch Ersteinsetzen der Leitform definiert sind. Durch Erstauftreten und Aussterben der namengebenden Foraminifere (total range zone, TRZ) sind die *cushmani*- und die *helvetica*-Zone festgelegt.

Die *archaeocretacea*- und die *schneegansi*-Zone werden begrenzt von der letzten *Rotalipora*/ersten *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI) bzw. von der letzten *P. helveti-*

100		92		86		82		78		70		Mio. J.	
ALB	CENOMAN			TURON			CONIAC	SANTON	CAMPAN			MA.	Stufe
<i>R. appenninica</i>	<i>R. brotzeni</i>	<i>R. reicheli</i>	<i>R. cushmani</i>	<i>W. archaeocretacea</i>	<i>P. helvetica</i>	<i>M. schneegansi</i>	<i>D. primitiva</i>	<i>D. concavata</i>	<i>D. asymetrica</i>	<i>G. elevata</i>			Planktonische Foraminiferen
	↑ <i>brotzeni</i>				↑ <i>helvetica</i>		↑ <i>primitiva</i>		↑ <i>asymetrica</i>		↑ <i>calcarata</i>		datum levels
	↑ <i>reicheli</i>			↑ <i>schneegansi</i>		↑ <i>concovata</i>		↑ <i>elevata</i>					
	↑ <i>cushmani</i>		↑ <i>sigali</i>		↑ <i>paraconcavata</i>								
	↑ <i>greenhornensis</i>	↑ <i>imbricata</i>	↑ <i>coronata</i>	↑ <i>pseudolinneiana</i>	↑ <i>cretacea</i>	↑ <i>SIGALIA</i>							
	↑ <i>deেকে</i>	↑ <i>hagni</i>	↑ <i>angusticarin.</i>	↑ <i>tarca</i>	↑ <i>fornicata</i>								
		↑ <i>archaeocretacea</i>	↑ <i>tarfayensis</i>										

Abb. 2 Planktonische Foraminiferen-Zonen für die Oberkreide der Bayerischen Kalkalpen nach WEIDICH (1982c: Abb. 5).

Fig. 2 Planktonic foraminiferal zonation of the Upper Cretaceous of the Bavarian Alps after WEIDICH (1982c: Fig. 5).

ca (BOLLI)/ersten *Dicarinella primitiva* (DALBIEZ), und sie sind damit partial current range zones (PCRZ) (betr. PRZ, TRZ, PCRZ vgl. HINTE, 1969; GEYER, 1973).

Die Hauptunterschiede zur Zonenfolge im Atlas . . . 1: 30, Tab. 1 betreffen die *reicheli*- und die neu eingeführte *primitiva*-Zone. Da *Rotalipora reicheli* MORNOD bis in das Obercenoman reicht, kann die *reicheli*-Zone keine TRZ mehr sein, und sie wird zur PRZ (zum taxonomischen Problem *R. reicheli* MORNOD/*R. deecke*i (FRANKE) vgl. WEIDICH, 1982c: 19–20, 143–144, 146–147).

Die Einführung einer *primitiva*-Zone ergab sich aus dem Einsetzen von *Dicarinella primitiva* (DALBIEZ) vor *D. concavata* (BROTZEN) im Profil.

Zudem läßt die beobachtete Abfolge der planktonischen Foraminiferen in den Kalkalpin-Profilen eine Zweiteilung der *cushmani*-Zone in eine untere und obere *cushmani*-Zone zu.

Die untere *cushmani*-Zone enthält noch zahlreiche *Rotalipora appenninica* (RENZ) und *R. brotzeni* (SIGAL). Der Bau des Kieles bei den Praeglobotruncanen ist noch einfach: Eine dicht beieinander liegende zweifache Pustelreihe oder ein Doppelkiel. Die Trennung in zwei Kiele mit einem sehr schmalen imperforierten Kielband erfolgt erst in der oberen *cushmani*-Zone und leitet über zur Gattung *Dicarinella* mit den Arten *Dicarinella algeriana* (CARON) [auct.] und *D. imbricata* (MORNOD). Arten der Gattung *Whiteinella* fehlen noch oder sind extrem selten.

Die obere *cushmani*-Zone ist charakterisiert durch das Auftreten von *Whiteinellen* (*Whiteinella aprica* (LOEBLICH & TAPPAN), *W. baltica* DOUGLAS & RANKIN, *W. brittonensis* (LOEBLICH & TAPPAN); im obersten Teil auch schon *W. archaeocretacea* PESSAGNO), durch das Einsetzen von *Praeglobotruncana praelhelvetica* (TRUJILLO), *Dicarinella imbricata* (MORNOD) (einschließlich *D. algeriana* (CARON) auct.) und hoch trochospiraler Formen von *Praeglobotruncana turbinata* (REICHEL). Die genannten Foraminiferen erscheinen sicherlich nicht gleichzeitig im Obercenoman und sind zudem recht selten anzutreffen.

Die in dieser Arbeit angeführten planktonischen Foraminiferen entsprechen weitgehend den Beschreibungen im Atlas . . . 1 und Atlas . . . 2, sind aber insbesondere bei anderer Artauffassung in WEIDICH (1982c) beschrieben.

Eine für neu gehaltene Unterart von *Marginotruncana paraconcavata* PORTHAULT wird in offener Nomenklatur als „*Marginotruncana paraconcavata* n. ssp.“ geführt, im Anhang (S. 247) beschrieben und auf Taf. 3, Fig. 4–6 abgebildet. Es wäre für mich interessant, zu erfahren, ob diese morphologische Form auch aus anderen Oberkreide-Profilen bekannt ist.

### 3. Beschreibung der sechs ausgewählten Profileile

Die hier beschriebenen Profileile sind ein Auszug aus der umfangreicheren und detaillierten Darstellung in WEIDICH (1982c: 32–110, Abb. 6–27, Tab. 1–9). Dort konnte von Pfronten/Allgäu bis Ruhpolding/Oberbayern in 10 Profilen Coniac, in 4 (?5) Profilen Santon und in 1 Profil Unter campan nachgewiesen werden.

Doch auch in der hier vorgelegten Kurzfassung der sechs Profileile ergibt sich der zur Zeit bekannte stratigraphische Umfang der Branderfleck-Schichten: Unter cenoman (*brotzeni*-Zone) bis Unter campan (*elevata*-Zone) (Abb. 3).

Millionen Jahre	Stufen	Planktonische Foraminiferen-Zonen	Stoffel-Mühle Branderfleck Kaltwasser-Laine Wetzstein-Laine Regau
78	CAMPAN	<i>Globotruncana elevata</i>	
	SANTON	<i>Dicarinella asymetrica</i>	
82	CONIAC	<i>Dicarinella concavata</i>	?
		<i>D. primitiva</i>	
86	TURON	<i>Marginotruncana schneegansi</i>	
		<i>Praeglobotruncana helvetica</i>	
92	CENOMAN	<i>W. archaeocretacea</i>	
		<i>Rotalipora cushmani</i>	
100	ALB	<i>R. reicheli</i>	
		<i>Rotalipora brotzeni</i>	
		<i>R. appenninica</i>	

Abb. 3 Stratigraphische Reichweite der sechs beschriebenen Profileile.  
Fig. 3 Stratigraphical range of the six described sections.

### 3.1. Stoffel-Mühle (Oberturon-Untercampan) (Abb. 4–5)

Die Oberkreide-Profile E' Stoffel-Mühle bei Pfronten/Allgäu (Abb. 4) gehören zur tektonischen Einheit des Falkensteinzuges, einer Deckenklippe der Lechtal-Decke (KOCKEL et al., 1936; GAUPP, 1980).

In sechs Profileteilen des Süd- und Nordflügels der Kreide-Mulde sind Mergel und Blockbreccien des Cenomans bis Turons (Abb. 4, Profile A–D) und eine Wechselfolge rotbrauner und blaugrauer Mergel mit einzelnen Breccienbänken des Oberturons bis Untercampan aufgeschlossen (Abb. 4, Profile E, F).

Diese ca. 70 m mächtige Wechselfolge, Profil Stoffel-Mühle F (Abb. 5), gehört dem Mulden-Nordflügel an und ist in einem Bach vollständig aufgeschlossen.

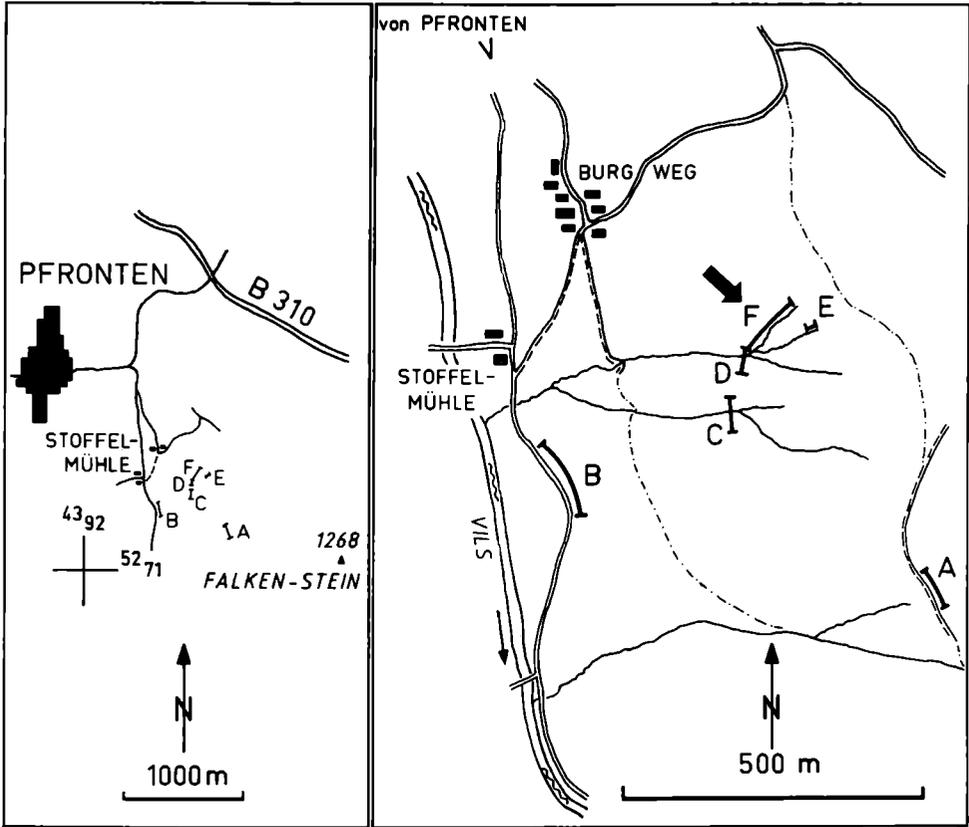


Abb. 4 Lage des Profils F östlich Stoffel-Mühle bei Pfronten/Allgäu. Muldenkern im Süden des Profils F: R 4392880, H 5271730, TK 25 Bl. 8429 Pfronten.

Fig. 4 Location of the section F east of Stoffel-Mühle near Pfronten (Allgäu).

Sie beginnt im Norden mit rotbraunen Tonen, in die eckige Breccienkomponenten eingestreut und Feinsandsteinbänkchen eingeschaltet sind (Oberturon). Es folgen blaugraue Mergel mit einer Breccienbank (10–15 cm) (Coniac) und eine Wechselfolge rotbrauner und blaugrauer Tone und Mergel; nach einer weiteren Breccienbank (12 cm) rotbraune Tone, die von einer dritten Breccienbank abgeschlossen werden. Die sich anschließende ca. 22 m mächtige Wechselfolge rotbrauner, grauer, graubrauner und blaugrauer Tone und Mergel wird etwa in der Mitte von grünlichgrauen, sandigen und harten Mergeln unterbrochen (höheres Santon), die sich wie ein Riegel in den Bach vorschieben. Die letzten 10 m bis zum gestörten Muldenkern bilden graubraune und blaugraue Mergel mit Feinsand- und Siltlagen, die in blaugraue Mergel und rotbraune Tone übergehen (Untercampan).

Um die Mikrofauna möglichst vollständig zu erfassen, wurde aus stratigraphischen Gründen ziemlich dicht beprobt und dabei für die palökologische Fragestellung



jeder Sedimenttyp berücksichtigt. Die ganze Sedimentfolge des Profils F (Abb. 5) stellt sich danach als monotone Folge roter Tiefsetone dar, in die immer wieder sandige Mergel, Feinsande und Breccien aus flachmarinen Gebieten geschüttet wurden.

Die Foraminiferenfauna dieser hemipelagischen roten Tone ist eine Vergesellschaftung von Flysch-Sandschalern, zu denen sich von Probe zu Probe unterschiedliche Mengen planktonischer und kalkschaliger benthonischer Foraminiferen gesellen. Sämtliche Kalkschaler sind meist  $\pm$  stark angelöst, wobei die großen Globotruncanen am stärksten betroffen sind (Flysch-Sandschaler-*Eponides-Osangularia*-Vergesellschaftung).

Solche Foraminiferen-Vergesellschaftungen in der beschriebenen Erhaltung und mit einem hohen Radiolarien-Anteil an der Gesamtmikrofauna können in Übereinstimmung mit der Literatur (BROUWER, 1965; SLITER & BAKER, 1972; OLSSON, 1977; SLITER, 1977; BUTT, 1981) in das tiefe Bathyal oder Abyssal gestellt werden.

So dürften die roten Tone den gesamten Bereich von knapp über der Foraminiferen-Lysocline (BERGER, 1968, 1970) bis zur CCD einnehmen.

Die Bedeutung des Gesamtprofils Stoffel-Mühle für die Stratigraphie der Oberkreide in den Nördlichen Kalkalpen ergibt sich aus der lückenlosen Sedimentation vom Untercenoman bis in das Untercampan. Das Profil enthält damit auch die bisher einzige Probe mit einem Untercampan-Alter außerhalb der Gosau-Becken.

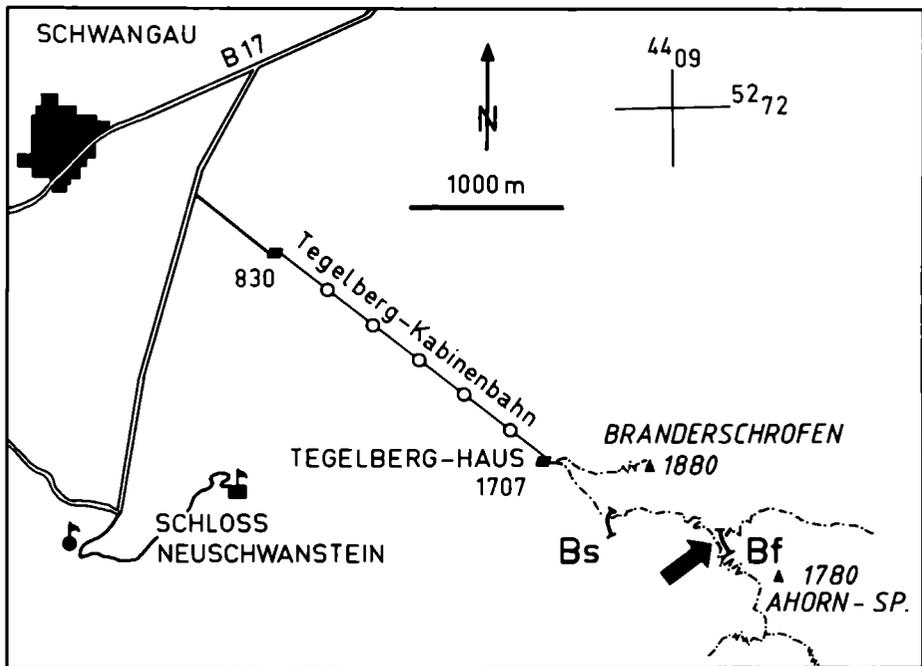


Abb. 6 Lage des Profils Branderfleck Bf östlich Schloß Neuschwanstein (Typprofil der Branderfleck-Schichten). Branderfleck-Sattel: R 4409240, H 5269240, TK 25 Bl. 8430 Füssen.  
 Fig. 6 Location of the section Branderfleck Bf east of the Neuschwanstein Castle (Type section of the Branderfleck Beds).

Die Sedimente und die Mikrofauna dokumentieren eine Tiefsee-Entwicklung für den Zeitraum Oberturon-Untercampan.

### 3.2. Branderfleck (Cenoman, Coniac, ?Santon) (Abb. 6–7)

Das Oberkreide-Profil am Branderfleck-Sattel E' Schloß Neuschwanstein in den Hohenschwangauer Alpen wurde von GAUPP (1980, 1982) als Typprofil der Branderfleck-Schichten ausgewählt (Abb. 6). Der Hang östlich des Branderfleck-Sattels schließt den Südflügel der Kreide-Mulde auf (= Typprofil) (Abb. 7). Der Nordflügel an den Steilhängen zum Branderschrofen ist schwer zugänglich.

Branderfleck-Sattel/Hohenschwangauer Alpen, Lechtal-Decke, Bayern (Cenoman, Coniac, ?Untersanton)

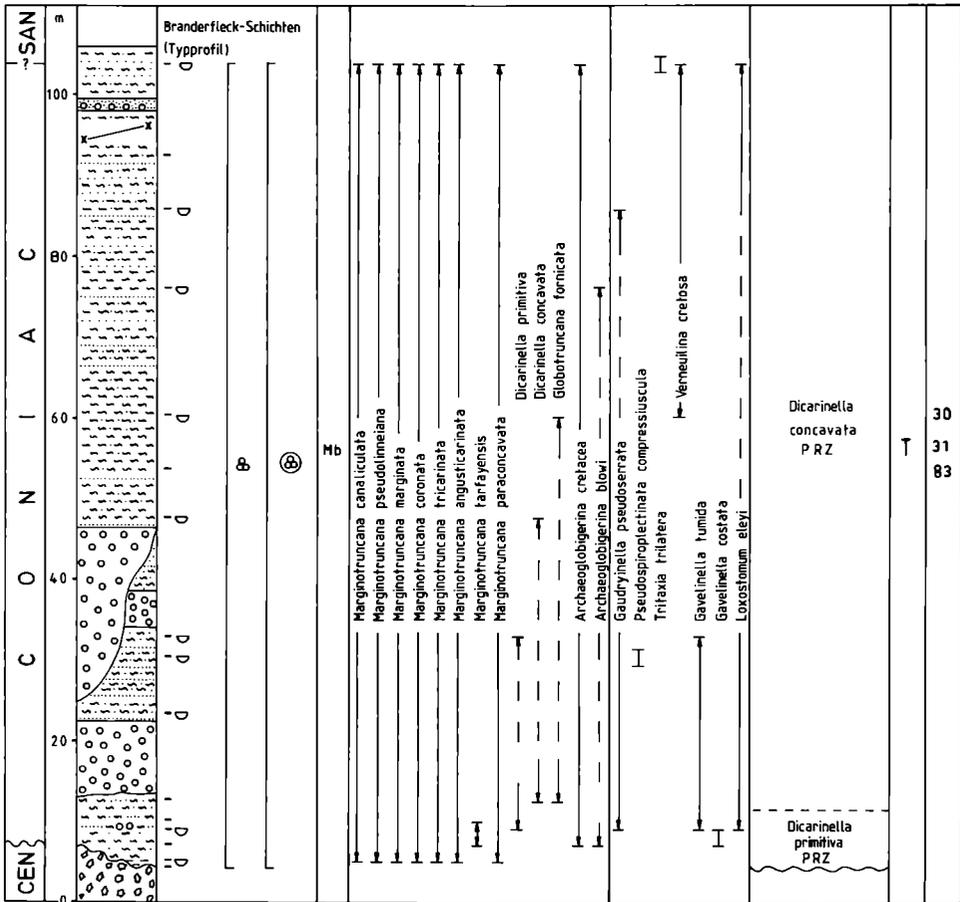


Abb. 7 Lithologisch-stratigraphisches Profil Branderfleck (Typprofil der Branderfleck-Schichten) nach GAUPP (1980) und WEIDICH (1982c).

Fig. 7 Lithological and stratigraphical section Branderfleck (Type section of the Branderfleck Beds) after GAUPP (1980) and WEIDICH (1982c).

Das Typprofil der Branderfleck-Schichten beginnt mit groben Blockbreccien, die weiter im Süden auf Hauptdolomit transgredieren bzw. diesen überlagern. In benachbarten Profilen (Branderfleck-Nordflügel; Branderschrofen SW-Hang, Abb. 6 „Bs“) haben Mergel direkt über den basalen Breccien ein Unter- bis Mittelcenoman-Alter, so daß für die Breccien ein Untercenoman-Alter angenommen werden darf.

Im Typprofil selbst konnte aber anhand der Mikrofauna ein Coniac-Alter für die überlagernden Mergel und Tone nachgewiesen werden. Die ehemals sicherlich vorhandenen Ablagerungen des höheren Cenomans und des Turons wurden also vor dem Coniac erodiert und lieferten Material für die Olisthostrome der Nachbarprofile.

Der folgende tiefere Teil des Typprofiles setzt sich aus Olisthostromen und Turbiditbänken mit zwischengeschalteten sandigen Mergeln zusammen. Die Komponenten der Olisthostrome sind bei GAUPP (1980: 166–173) kurz beschrieben und teilweise auch abgebildet.

Der höhere Profiltail besteht aus einer eintönigen Serie grauer Mergel und Turbiditbänke. Ich habe das Typprofil GAUPPS in diesem Bereich nach eigener Aufnahme etwas verändert und erweitert.

Die jüngste Probe enthält mit *Tritaxia trilatera* (CUSHMAN) eine Foraminifere, die bisher nur aus dem Santon oder jüngeren Ablagerungen bekannt ist, so daß der höchste Profiltail den Untersanton-Anteil der *concovata*-Zone repräsentieren kann. Die entsprechenden planktonischen Foraminiferen, z. B. *Sigalia decoratissima* (KLASZ), fehlen aber.

Die Alterseinstufung des Typprofiles der Branderfleck-Schichten (GAUPP, 1980: 202, Abb. 89: „Obere Branderfleck-Schichten“, „Turon“) muß nach den dargestellten mikropaläontologischen Befunden in Cenoman, Coniac, ?Santon geändert werden.

### 3.3. Kaltwasser-Laine (Turon-Coniac) (Abb. 8–9)

Im Gebiet E' Ohlstadt/Obb. sind zwei Oberkreide-Mulden als jüngste Füllung eines Teils des Großen Muldenzuges (Lechtal-Decke) entlang der Bachläufe gut aufgeschlossen (Abb. 8).

Besonders die Orbitolinen-Sandsteine (GÜMBEL, 1861), aber auch die Mergel (EGGER, 1899; KNAUER, 1907) zogen schon früh das Interesse der Geologen auf sich. ZEIL (1954) fand hier zum ersten Male für eine „Cenoman“-Mulde, daß sich die Sedimentation vom Cenoman bis in das Unterturon hinein fortsetzt. Jüngst konnte eine Feinstratigraphie nach lithologischen Merkmalen aufgestellt werden, deren Alters-einstufung mit planktonischen Foraminiferen erfolgte und eine lückenlose Sedimentation vom Untercenoman bis Mittel-, ?Oberturon belegt (WEIDICH, 1982a). Aufgrund neuerer Untersuchungen reicht die Sedimentfolge mindestens bis in das Coniac.

Das Profil A an der Kaltwasser-Laine (Abb. 9) beginnt über invers liegender Oberkreide (Abb. 8, Profil B: Coniac-Oberturon; Oberturon als rote Tone) mit blaugrauen Mergeln: tiefste *helvetica*-Zone (noch ohne *Marginotruncana pseudolinneiana* PESSAGNO).

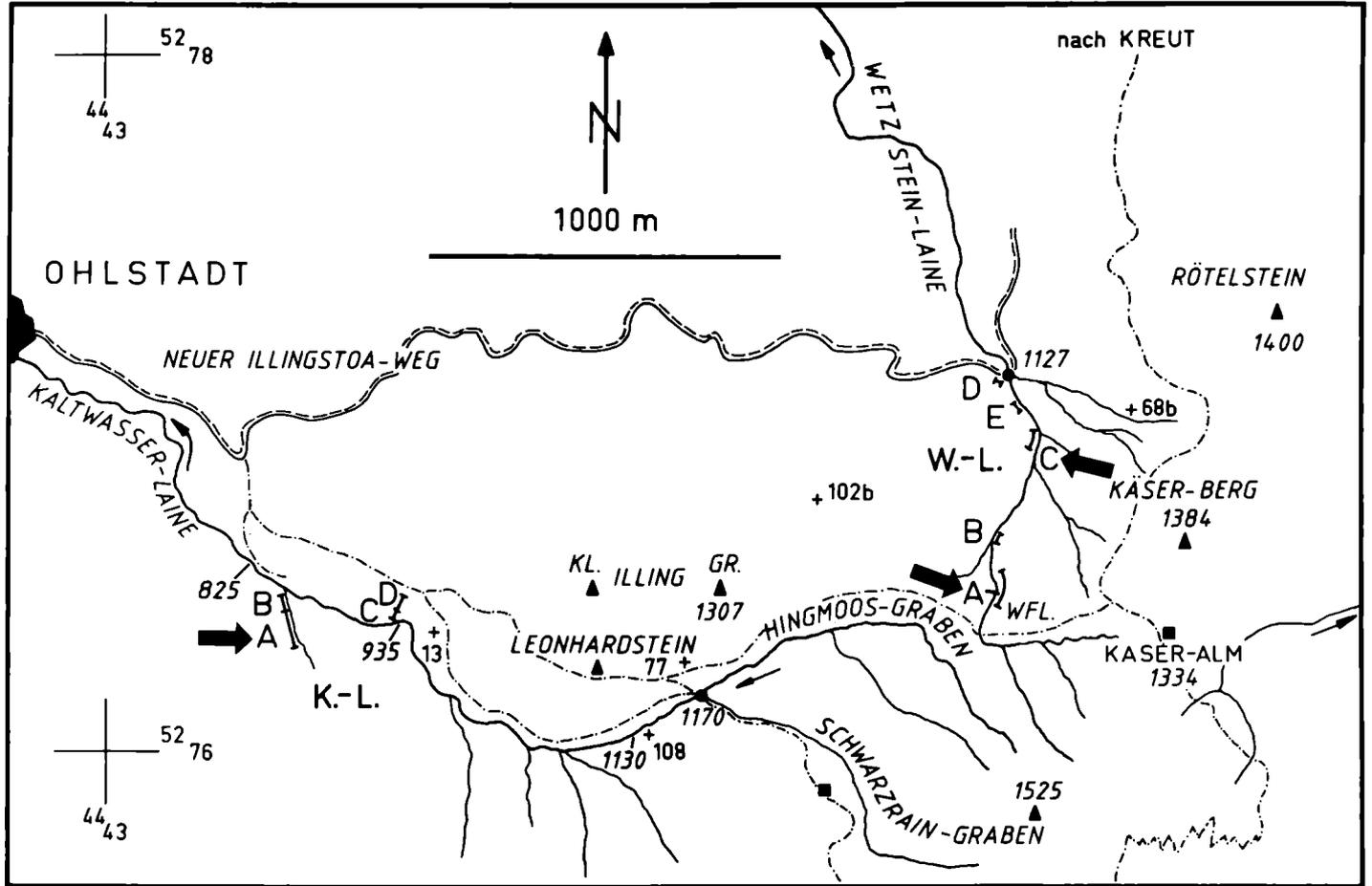


Abb. 8 Lage der Profile Kaltwasser-Laine A und Wetzstein-Laine A und C östlich Ohlstadt/Obb. TK 25 Bl. 8333 Murnau.  
 Fig. 8 Location of the sections Kaltwasser-Laine A and Wetzstein-Laine A and C east of Ohlstadt (Upper Bavaria).

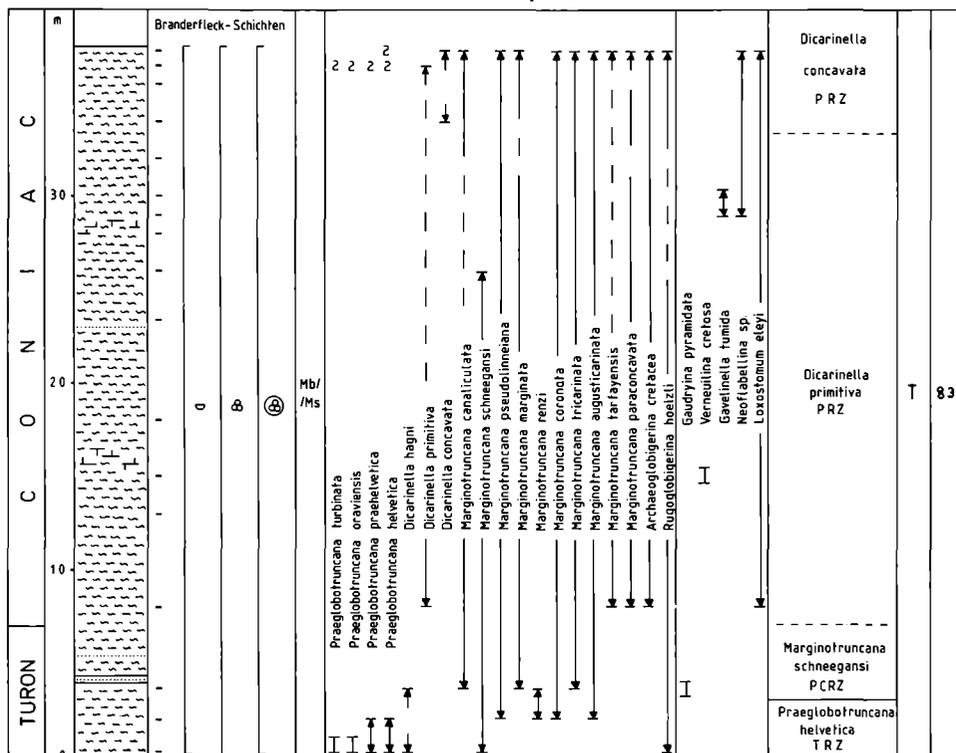


Abb. 9 Lithologisch-stratigraphisches Profil Kaltwasser-Laine A. — lückenhafter Nachweis, ~ umgelagert.

Fig. 9 Lithological and stratigraphical section Kaltwasser-Laine A. — incomplete proof, ~ reworked.

Darüber folgen weitere Mergel, denen gelegentlich Sandsteinbänke eingeschaltet sind und die abschnittsweise kalkreicher werden können: *helvetica*-, *schneggansi*-, *primitiva*-, *concovata*-Zone.

Die Turon/Coniac-Grenze läßt sich lithologisch nicht festlegen. Mikropaläontologisch ist sie durch das erste Auftreten von *Archaeoglobigerina cretacea* (d'ORBIGNY), *Dicarinetella primitiva* (DALBIEZ) und *Loxostomum eleyi* (CUSHMAN) gekennzeichnet.

Das insgesamt ca. 40 m mächtige Profil wird von einer pleistozänen Grundmoräne abgeschlossen.

Die kalkalpine Oberkreide E' Ohlstadt, die der Ausgangspunkt für meine Suche nach Sedimenten jünger als Oberturon waren (WEIDICH, 1982a: 386), enthält in der kontinuierlichen Sedimentfolge des Profils Kaltwasser-Laine A (Abb. 9) die Turon/Coniac-Grenze.

Die mikropaläontologische Untersuchung der planktonischen Foraminiferen erbrachte die Zonenfolge mit einer zwischen der *schneegansi*- und der *concovata*-Zone gelegenen *primitiva*-Zone. In Verbindung mit anderen Profilen und Einzelproben, in denen die Leitform *Dicarinella primitiva* (DALBIEZ) ohne *D. concavata* (BROTZEN) auftrat, ergab sich so die Notwendigkeit der Einführung einer *primitiva*-Zone. Dies schlug sich auch in der Zonenfolge für die kalkalpine Oberkreide der gesamten Bayerischen Alpen nieder (Abb. 2).

### 3.4. Wetzstein-Laine (Untercenoman-Unterturon) (Abb. 8, 10–11)

Die Oberkreide-Mulde, die von der Wetzstein-Laine annähernd senkrecht zum Streichen durchflossen wird, besitzt einen stark asymmetrischen Bau. Während der Südflügel ziemlich vollständig von der Transgression auf Oberrhät-Kalk über Orbitolinen-Sandsteine und Mergel bis in die roten Tone des Oberturons und in die blaugrauen Mergel des Coniacs (Abb. 8, Profile D, E) entwickelt ist, ist der Nordflügel tektonisch unterdrückt. Der Muldenkern liegt an seiner Stelle nahe der Stirn der Lechtal-Decke aus Hauptdolomit, Raibl-Schichten und Wetterstein-Kalk.

Ein Teil des Profils wurde bereits veröffentlicht (WEIDICH, 1982a), doch stand die mikropaläontologische Bearbeitung des Cenoman/Turon-Grenzprofils noch aus.

Die erweiterte Beprobung in der Wetzstein-Laine brachte nun auch Sedimente des Coniacs hervor, die hier allerdings unberücksichtigt bleiben.

#### 3.4.1. Wetzstein-Laine Profil A (Unter- bis Mittelcenoman) (Abb. 8, 10)

Das Cenoman transgrediert in Form eines Konglomerates auf Oberrhät-Kalk. Darüber folgen 15–20 m mächtige Orbitolinen-Sandsteine in massiger Ausbildung, die als morphologische Härtlinge den Wasserfall in der Wetzstein-Laine bilden.

Aus Dünnschliffen des Orbitolinen-Sandsteins konnte ich folgende Foraminiferen bestimmen:

*Orbitolina (Mesorbitolina) aperta* (ERMAN)

*Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK)

*Orbitolina (Conicorbitolina) cf. paeneconica* VIAL (Taf. 4, Fig. 6)

*Orbitolina* sp.

*Dorothia cf. gradata* (BERTHELIN)

*Glomospira charoides* (JONES & PARKER)

*Marssonella trochus* (d'ORBIGNY) (Taf. 4, Fig. 3)

*Nummoloculina* ? sp. (Taf. 3, Fig. 8)

*Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN) (Taf. 4, Fig. 2)

*Tritaxia* sp.

*Trochammia* sp.

*Bullopora* sp.

*Gavelinella intermedia* (BERTHELIN) (Taf. 3, Fig. 7)

*Gyroidina* sp.

Alter: Unter- bis ?Mittelcenoman (*brotzeni*-, ?*reicheli*-Zone).

Wetzstein-Laine E'Ohlstadt/Obb., Lechtal-Decke, Bayern (Cenoman)

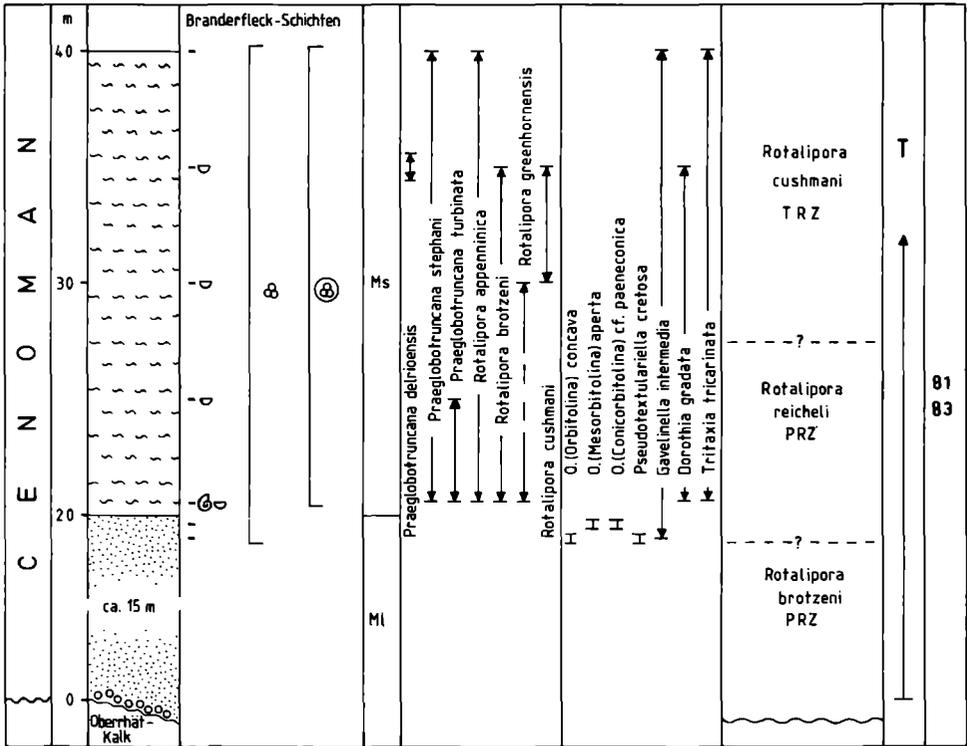


Abb. 10 Lithologisch-stratigraphisches Profil Wetzstein-Laine A.  
 Fig. 10 Lithological and stratigraphical section Wetzstein-Laine A.

Auf die Orbitolinen-Sandsteine folgen ca. 25 m mächtige blaugraue Mergel (?reicheli-, cushmani-Zone), bevor eine Störung diese Serie von der nächsten Schuppe trennt.

Weiteren Teilprofilen der Wetzstein-Laine (Abb. 8, Profil B) ist zu entnehmen, daß sich in der cushmani-Zone vereinzelt Sandsteinbänke einschalten, die im tieferen Teil rasch auskeilen können und im höheren Profiltail aber zahlreicher und mächtiger werden (Profil C).

3.4.2. Wetzstein-Laine Profil C (Obercenoman-Unterturon) (Abb. 8, II)

Am linken Prallhang der Wetzstein-Laine bei 1160 m ist in Form einer Sandstein/Mergel-Wechselfolge ein lückenloses Cenoman/Turon-Profil abgeschlossen (Abb. 11). Wegen seiner Bedeutung in der Stratigraphie mit planktonischen Foraminiferen (cushmani-, archaeocretacea-, helvetica-Zone) wurde es im Detail aufgenommen.

Die bis in das Unterturon (helvetica-Zone) umgelagerten Rotaliporen erschweren die Grenzziehung zwischen der cushmani- und der archaeocretacea-Zone (Abb. 2).

## Wetzstein-Laine E'Ohlstadt/Obb., Lechtal-Decke, Bayern (Cenoman-Turon)

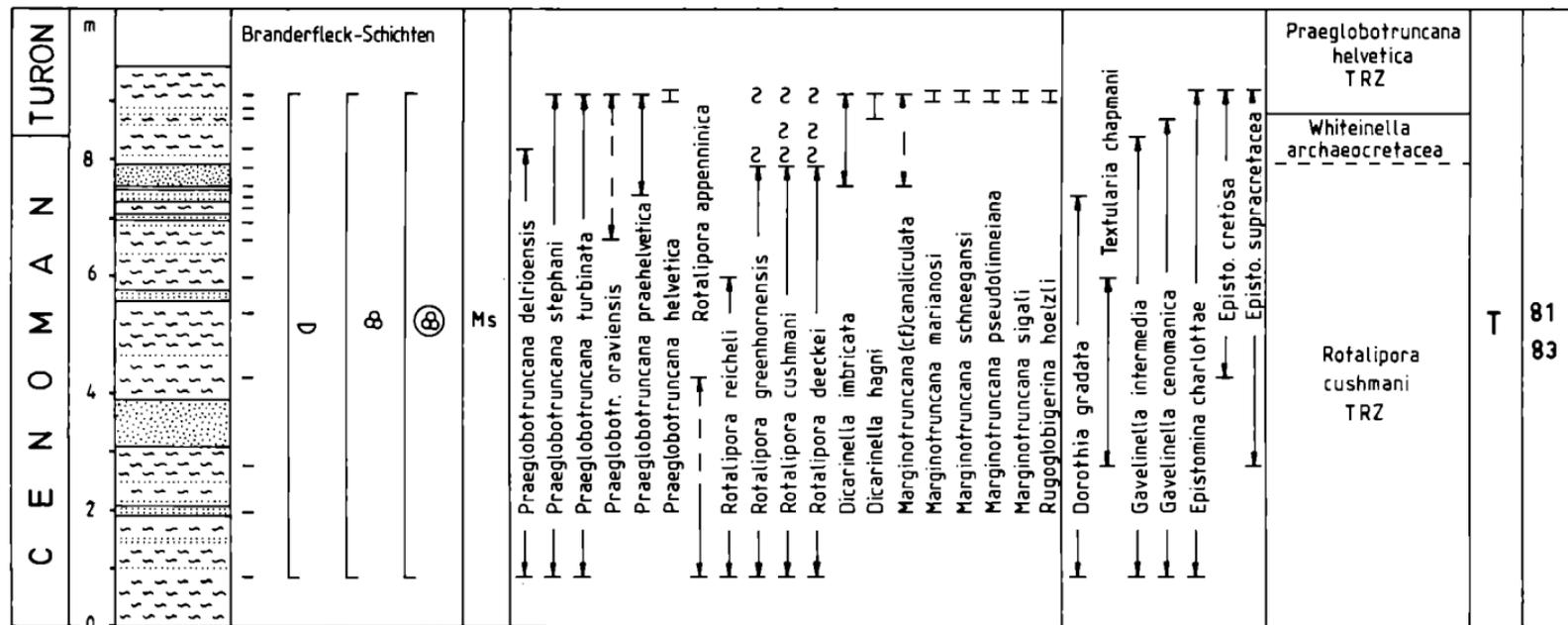


Abb. 11 Lithologisch-stratigraphisches Profil Wetzstein-Laine C. -- lückenhafter Nachweis, ~ umgelagert.

Fig. 11 Lithological and stratigraphical section Wetzstein-Laine C. -- incomplete proof, ~ reworked.

Die Grenze wurde dort gezogen, wo *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO, *Praeglobotruncana praehelvetica* (TRUJILLO), *Dicarinella imbricata* (MORNOD) und *Marginotruncana canaliculata* (REUSS) gemeinsam vorkommen. Die danach noch vorhandenen Rotaliporen werden als umgelagert angesehen.

Das aus anderen Tethysprofilen bekannte Aussterben der Rotaliporen tritt dabei nicht klar hervor, doch besitze ich einige Einzelproben der *archaeocretacea*-Zone, in denen Rotaliporen gänzlich fehlen. Der Übergang zur *helvetica*-Zone ist dann wieder scharf, da das Zonenleitfossil *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI) plötzlich und massenhaft auftritt.

Die Cenoman/Turon-Grenze wird in Übereinstimmung mit dem Atlas . . . 1 und anderen Autoren in die Mitte der *archaeocretacea*-Zone gelegt (Abb. 2).

Für feinstratigraphische und paläobiogeographische Fragestellungen ist es interessant, daß für vier Sedimentationsbereiche der „Süddeutschen Kreide“ (HERM, 1979) eine *archaeocretacea*-Zone ausgeschieden werden konnte:

Kreide des Molasse-Untergrundes (RISCH, 1982)

Helvetikum im Steinbruch „An der Schanz“ bei Burgberg/Allgäu

(WEIDICH, SCHWERD & IMMEL, 1983)

Ultrahelvetikum von Liebenstein/Allgäu (WEIDICH, 1982b: B 42)

Bayerische Kalkalpen (WEIDICH, 1982c bzw. diese Arbeit).

Auch in der Typregion des Turons konnten ROBASZYNSKI et al. (1982: Abb. 10) eine *archaeocretacea*-Zone ausscheiden und das Zonenleitfossil bereits im Obercenoman auffinden.

### 3.5. Regau (Cenoman) (Abb. 12–13)

Die Oberkreide-Mulde der Regau E' Wendelstein ist ein Teil der sich dem Synklinorium im Norden anschließenden Muldenstruktur und gehört damit zum nördlichen Teil der Lechtal-Decke.

Im westlichen Teil der Regauer Kreide-Mulde, aufgeschlossen im Weiderer und Mühlberg-Graben (Abb. 12), treten nur Orbitolinen-Sandsteine und -Mergel (Mittel- bis tiefes Obercenoman) auf.

Der Wirtsalp-Graben östlich des Regauer Forsthauses fließt im Muldenkern; seine Seitenbäche schließen die tiefere Oberkreide auf. Auf basale Grobbreccien und Orbitolinen führende Feinbreccien und Sandsteine, in überkippter Lagerung (Abb. 12, Profil A), folgt in einem Graben das Profil B (Abb. 12 B, „Wf.“ Wasserfall).

Das Profil B (Abb. 13) beginnt mit ziemlich harten und sandigen, Orbitolinen führenden Kalkmergel, die den obersten Teil des Wasserfalls bilden.

Unterhalb des Wasserfalls werden die Orbitolinen-Mergel weicher und tonreicher; gleichzeitig nehmen der Sand- und Kalkgehalt ab, und auch die Orbitolinen werden seltener (Untercenoman: *brotzeni*-Zone).

Blaugraue, hellgraubraun verwitternde, kalkige Mergel mit einem geringen Sandgehalt, die folgen, führen in einer geringmächtigen Lage eine kleine Makrofauna, von der die folgenden Fossilien erwähnenswert erscheinen:

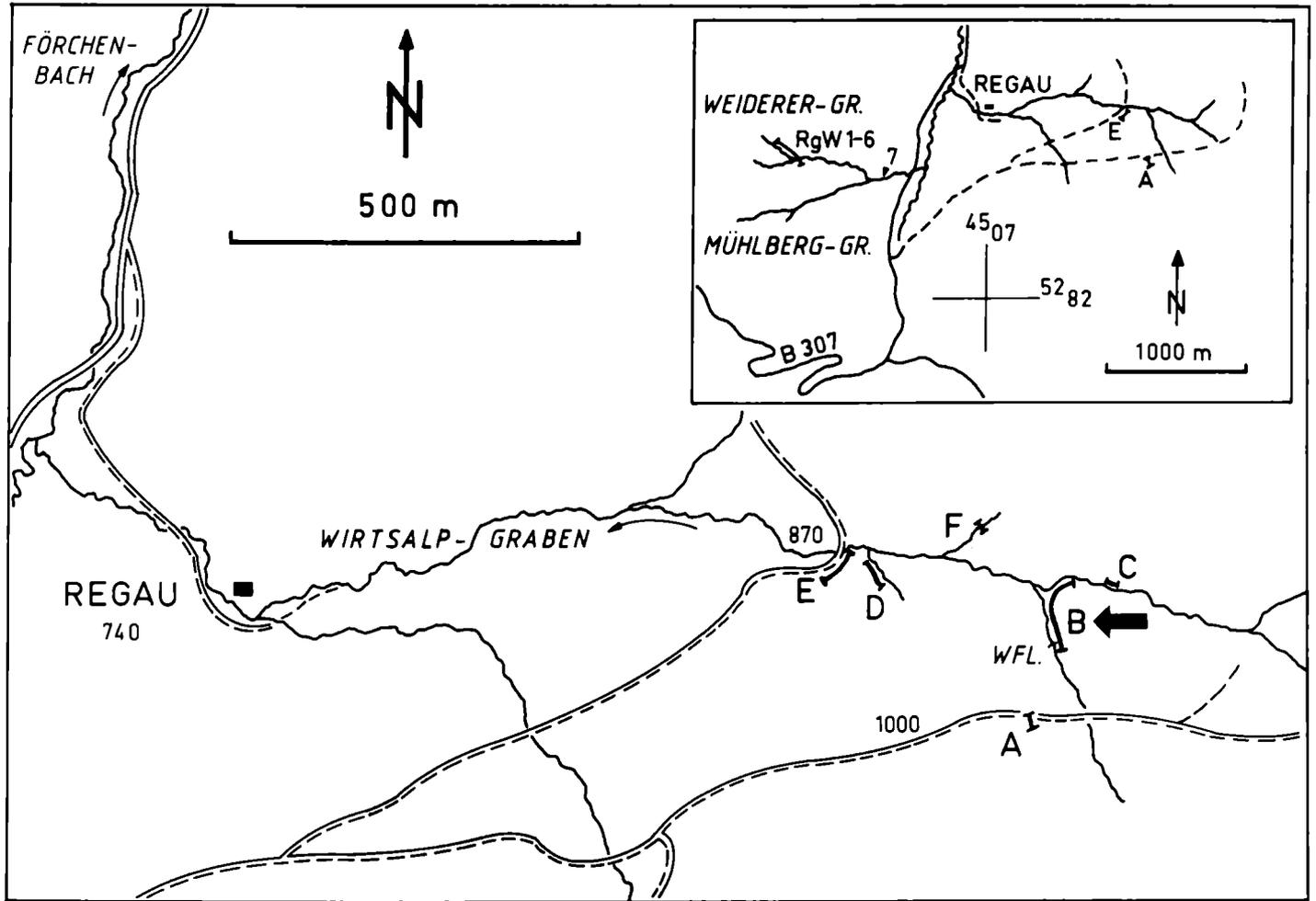


Abb. 12 Lage des Profils B in der Regau östlich Wendelstein. R 4508160, H 5283300, TK 25 Bl. 8338 Bayrischzell.

Fig. 12 Location of the section B in the Regau area east of the Wendelstein.

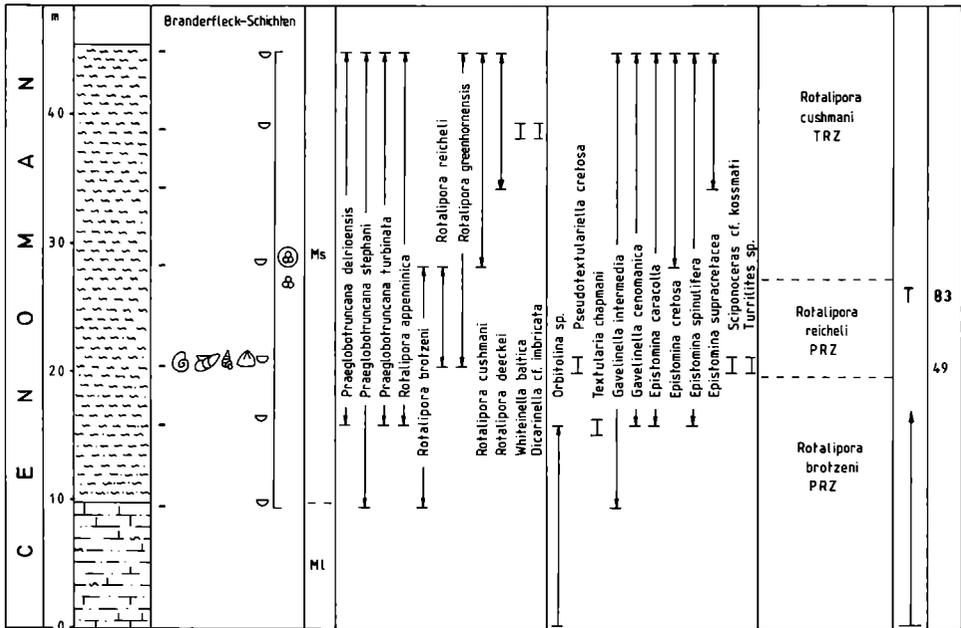


Abb. 13 Lithologisch-stratigraphisches Profil B in der Regau.  
 Fig. 13 Lithological and stratigraphical section B in the Regau area.

- Sciponoceras cf. kossmati* (NOWAK)
  - Turrilites* sp.
  - Puzosia* sp.
  - Inoceramus* sp.
- (IMMEL, 1979 und mdl. Mitt.).

Aufgrund der Mikrofauna stelle ich die Schlammprobe zu dieser Makrofauna in das Mittelcenoman (*reicheli*-Zone).

Es schließen sich noch 20–25 m graubraun verwitternde Mergel mit einer reichen Mikrofossilführung an (*cushmani*-Zone), bis mächtiger Bachschutt alles verhüllt.

Die Profile C, E und F (Abb. 12) erschließen die jüngsten Schichten der Regauer Kreide-Mulde:

Olisthostrom (Coniac) mit größeren Mergelschollen (*archaeocretacea*-Zone) und mit Komponenten eines Actaeonellen- und Exogyren-Sandsteins (Cenoman),

Rote und grünlichgraue Tone bis Tonmergel, braune, sandige Mergel und Mürbsandsteine (Santon).

Im Regauer Gebiet konnte Turon im Anstehenden nicht gefunden werden. Es wurde offenbar im Olisthostrom aufgearbeitet, denn die Mikrofauna der Grundmasse des Olisthostroms enthielt eine Cenoman-Turon-Coniac-Mischfauna.

#### **4. Zur Fazies, Paläobathymetrie und Paläogeographie der kalkalpinen tieferen Oberkreide in den Nördlichen Kalkalpen**

Nachdem die Mittelkreide-Transgression die nördliche Lechtal-Decke im Untercenoman erreicht hatte, schritt sie langsam nach Süden vor (Südmulde des Synklinoriums: Mittelcenoman-Transgression im Profil Roßstein-Almen; STEINBERG, 1980; WEIDICH, 1982c). Noch weiter im Süden, im Bereich des heutigen Wamberger Sattels und der Gosau, sind Sedimente des Cenomans und Turons nicht erhalten geblieben. Eine Ablagerung wenigstens auf dem Wamberger Sattel ist anzunehmen.

Es handelt sich meist um eindeutige Flachwassersedimente: Transgressiver Verband mit dem Untergrund, von Bohrmuscheln und Bohrschwämmen angebohrte Unterlage, basale Konglomerate und Grobbreccien, Orbitolinen-Sandsteine und -Mergel mit einer Fauna des Flachwassers. Orbitolinen und andere Foraminiferen des Flachwassers, das sehr niedrige Plankton/Benthos-Verhältnis sowie die Gastropoden-Fauna (RAHMAN, 1966) und Stockkorallen (STEINBERG, 1980) sprechen ebenfalls dafür.

Allerdings ist der autochthone Charakter der Makrofauna in den Mergeln nicht immer gesichert (GAUPP, 1980: 224), was Dr. IMMEL, München, und ich durch unsere gezielten Grabungen nach Makrofaunen nur bestätigen können.

Die Wassertiefe wird um 50 m gelegen haben.

Nach den basalen Transgressionsbildungen, deren Komponentenbestand von dem jeweiligen geologischen Untergrund abhing, vertiefte sich das Sedimentationsbecken sehr rasch. Erst wurden die Mulden verfüllt, dann ging spätestens ab dem Obercenoman die Sedimentation über diese präcenoman angelegten Mulden und Sättel hinweg und war nun vom Untergrund unabhängig (GAUPP, 1980, z.T.; WEIDICH, 1982a).

Eine Lücke im Mittelcenoman oder an der Wende Cenoman/Turon besteht nicht.

Den kontinuierlichen Übergang aus den sandigen Mergeln in die folgende Sedimentserie weisen Turbiditbänke und eine tieferes Wasser anzeigende Mikrofauna aus (hohes Plankton/Benthos-Verhältnis; charakteristische Vergesellschaftungen benthonischer Foraminiferen).

Der Charakter der Sedimente wurde als „Turbiditfazies“ (GAUPP, 1980: 214) oder „flyschoid“ (WEIDICH, 1982a: 385) bezeichnet.

Mit dem Einsetzen mächtiger Turbiditbänke, Blockbreccien und olisthostromatischer Sedimentmassen im Obercenoman (z. B. Stoffel-Mühle) hat das Meer eine beachtliche Tiefe erreicht. Dieselben Sedimente folgen nun bis in das Oberturon bzw. Coniac.

Die ersten hemipelagischen roten Tone treten im Oberturon auf (E' Ohlstadt) und zeigen sedimentologisch und mikrofaunistisch eine weitere Eintiefung des Sedimentationsbeckens an.

Die Flysch-Sandschaler, die wenigen stark angelösten planktonischen und kalkschaligen benthonischen Foraminiferen lassen auf eine Wassertiefe schließen, die die Foraminiferen-Lysocline (BERGER, 1968, 1970) unterschritten hat, aber wohl noch über der CCD lag. SLITER (1977) hat ähnliche Sedimente und Mikrofaunen in abysale Tiefen verwiesen (tiefer als 2500 m).

Das Profil Stoffel-Mühle zeigt diese Tiefe für den Zeitraum Oberturon bis Untercampan an.

Die Mikrofauna der roten Tone und grünlichgrauen Tonmergel (Oberturon-Untercampan) ist von Probe zu Probe verschieden. Sie umfaßt einmal zahlreiche kalkschalige Foraminiferen mit Flysch-Sandschalern und verarmt bis zu dem Extrem, daß die Mikrofauna nur noch aus Radiolarien und Schwammspicula besteht. So dürften die einzelnen Vorkommen hemipelagischer Tone den Tiefenbereich von nahe der Foraminiferen-Lysocline bis nahe der CCD einnehmen.

Sind einer überwiegend aus roten Tonen bestehenden Sedimentfolge abschnittsweise Breccien- und Sandsteinbänke sowie blaugraue Mergel zwischengeschaltet, so handelt es sich um eingerutschte Massen. Die Foraminiferenfauna dieser Proben beinhaltet dann zeitlich (Rotaliporen im Coniac) und räumlich (Dictyopsellen als Flachwasser-Foraminiferen) umgelagerte Elemente (z. B. Stoffel-Mühle).

Eine Regression des Meeres ist zu keiner Zeit und in keinem Profil anhand der Sedimentation oder Mikrofauna abzulesen. Die jüngste Probe wurde mit Untercampan datiert.

Damit stehen wir zeitlich schon tief in der „Gosau“, auch wenn der Name für Ablagerungen des im Coniac (? Turon) neu beginnenden Sedimentationszyklus auf den südlichen tektonischen Einheiten der Nördlichen Kalkalpen beschränkt bleiben soll. Auch räumlich sind die jüngsten Branderfleck-Schichten nicht weit von der nördlichsten Gosau entfernt.

Als Beispiel sei das N/S-Profil Regau—Oberaudorf—Brandenberger Gosau kurz besprochen (Abb. 1).

Nahe dem Nordrand der Lechtal-Decke bestehen die Sedimente der Regauer „Cenoman“-Mulde im Coniac aus einem Olisthostrom (mit Geröllen aus flachmarinem Milieu: Exogyren-, Actaeonellen-Sandsteine und Korallen-Kalke des Cenomans; Milioliden reiche siltige Mergelsteine des ?Cenomans oder ?Turons; Foraminiferen des Flachwassers, z. B. *Dictyopsella*) und im Santon aus roten und grünlichgrauen Tonen: Ablagerungstiefe bathyal bis abyssal.

Nur ca. 8 km weiter im Süden transgrediert die „Gosau“ auf Hauptdolomit in Form von Breccien: Gosau von Oberaudorf. Ihr Alter soll Coniac/Santon sein (SCHLOSSER, 1909; VÖLK, 1960).

Weitere 15 km im Süden liegt das Gosau-Becken von Brandenburg, dessen Transgressionssedimente ein Unterconiac-Alter haben sollen (HERM et al., 1979; HERM, 1982: C 36). Im Profil Mösl-Brandenberger Ache-Mühlbach (Südfazies) gehen die Sedimente von knolligen Kalksandsteinen mit einzelnen Geröllen über graue Kalkmergel (Ablagerungen im Bereich des äußeren Schelfes) rasch in eine Turbidit-

Folge über (graue und rötliche Mergel mit gradierten Sandsteinen), deren Alter mit höherem Santon zu bestimmen war (HERM et al., 1979; HERM, 1982: C 53–C 57): Wassertiefe bathyal bis abyssal.

Die drei genannten Oberkreide-Vorkommen liegen auf der tektonischen Großeinheit Lechtal-Decke. Doch trat durch eine starke Raumverengung (Sattel- und Muldenbau; zahlreiche Aufschiebungen, z. B. in der Regau) eine geographische Annäherung der Vorkommen ein. Die tektonische Verkürzung des N/S-Profiles ist schwer abzuschätzen, dürfte aber einige km ausmachen.

Zur Zeit des höheren Santons lag zwischen dem bathyalen bis abyssalen Ablagerungsraum im Norden (Regau) und Süden (Südfazies der Brandenberger Gosau) ein altersgleicher, trennender Schwellenbereich flachen Wassers („Oberaudorfer Schwelle“: Oberaudorf, Wamberger Sattel). Dieser Schwellenbereich, der sicherlich von der Cenoman-Transgression erreicht wurde und vielleicht auch noch Sedimente des Turons trug, kann im Coniac einen Teil des olisthostromatischen Materials (Flachwasser-Komponenten) der Regau geliefert haben.

Auch die Riffschutt-Kalke mit Stockkorallen und Rudisten (GAUPP, 1980: 166–167) könnten von einem südlichen Liefergebiet stammen.

Cenoman- und Turon-Gerölle sind aus der Gosau der Lechtal-Decke bisher (!) nicht bekannt, doch stellt sich die Frage nach dem Verbleib der Mittelkreide-Sedimente, die mit Sicherheit einst die „Oberaudorfer Schwelle“ bedeckt haben. Wo ist der Abtragungsschutt geblieben? Nachdem im Norden nur eine geringe Menge aufgearbeiteter Mittelkreide angetroffen wird, müßte die Suche in den basalen Gosau-Sedimenten lohnend sein.

Die Brandenberger Gosau führt im Gegensatz zu den altersgleichen Branderfleck-Schichten der Regau exotische Gerölle (rote Porphyre u. a.), die seit langer Zeit bekannt sind (AMPFERER & OHNESORGE, 1909; SCHULZ, 1952; DIETRICH & FRANZ, 1976). Sie wurden entsprechend den exotischen Geröllen der Losenstein-Schichten der Cenoman-Randschuppe und der Allgäu-Decke aus Norden bezogen. Nach der dargelegten paläogeographischen Situation ist dies nicht mehr möglich (Tiefsee der Regau).

Es muß also ein südliches Liefergebiet angenommen werden, dessen tektonische Stellung aber unbekannt ist.

### Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse werden nicht ohne Einfluß auf die weitere Erforschung der kalkalpinen Kreide bleiben.

Insbesondere scheint die Untersuchung der basalen Gosau-Sedimente, ihr Komponentenbestand und ihr Alter, das bisher mit „Coniac“ weitgehend definiert als wirklich nachgewiesen wurde, dringend erforderlich zu sein. Sollte sich dabei lokal ein Turon-Alter ergeben, so würde dies in Verbindung mit der stratigraphischen Reichweite der Branderfleck-Schichten (Untercenoman-Untercampan) einen weiteren Schlag gegen den allzu festen Glauben an die Phasenlehre (STILLE, 1924; TOLLMANN, 1964, 1966) zumindest für die Kreide-Zeit bedeuten.

Die exotischen Gerölle der Brandenberger Gosau müssen von einem südlichen Liefergebiet bezogen werden, nachdem die Branderfleck-Schichten im Norden dieser Gosau „Tiefwasser“ anzeigen. Die tektonische Stellung dieses Liefergebietes ist aber noch unbekannt.

Nach 118 Jahren Arbeit in der kalkalpinen Kreide (EMMRICH, 1865) stehen wir, wie aus den neueren Untersuchungen über die Makrofauna (HERM, et al. 1979; IMMEL et al., 1982), die Sedimentologie (GAUPP, 1980, 1982), die Mikrofazies (HAGN, 1982a, 1982b) und die Feinstratigraphie (WEIDICH, 1982c bzw. diese Arbeit) hervorgeht, eher an einem Neuanfang denn am Ende der Kreide-Forschung in den Alpen.

#### Nachtrag während der 1. Korrektur:

Das Manuskript dieser Arbeit wurde am 29. 11. 1982 zum Druck eingereicht. Die Arbeit gibt daher den Kenntnisstand des Jahres 1982 wieder. Inzwischen sind einige Teilprobleme weiter ausgearbeitet worden und zum Teil schon erschienen:

WEIDICH, K. F. (1984): Über die Beziehungen des „Cenomans“ zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen und ihre Auswirkungen auf die paläogeographischen und tektonischen Vorstellungen. — Geol. Rdsch., 73/2: 517–566, 11 Abb.; Stuttgart.

München, den 26. 11. 1984

### Anhang: Systematik

(in der Reihenfolge der Tafelabbildungen)

#### *Gaudryina austinana* CUSHMAN, 1936

Taf. 1, Fig. 1, 2

1936 *Gaudryina (Siphogaudryina) austinana* CUSHMAN, n.sp. —  
CUSHMAN: 10–11; Taf. 2, Fig. 6a, b.

1977 *Gaudryina austinana* CUSHMAN, 1936. —  
CARTER & HART: 11–12; Taf. 2, Fig. 10.

#### *Gaudryina laevigata* FRANKE, 1914

Taf. 1, Fig. 3, 4

1914 *Gaudryina laevigata* n.sp. —  
FRANKE: 431–432; Taf. 27, Fig. 1, 2

1946 *Gaudryina laevigata* FRANKE. —  
CUSHMAN: 33; Taf. 8, Fig. 4a, b.

#### *Dorothia gradata* (BERTHELIN, 1880)

Taf. 1, Fig. 5, 6

1880 *Gaudryina gradata*, n.sp. —  
BERTHELIN: 24; Taf. 1, Fig. 6a–c.

1972 *Dorothia gradata* (BERTHELIN, 1880). —  
GAWOR-BIEDOWA: 29–30; Taf. 2, Fig. 7a, b.

*Tritaxia trilatera* (CUSHMAN, 1926)

Taf. 1, Fig. 7

1926 *Clavulina trilatera* CUSHMAN, 1926. —  
CUSHMAN: 588; Taf. 17, Fig. 2 [fide Foraminiferenkatalog].

1972 *Tritaxia trilatera* (CUSHMAN, 1926). —  
HANZLIKOVA: 55; Taf. 12, Fig. 1, 3.

*Dorothia trochoides* (MARSSON, 1878)

Taf. 1, Fig. 8, 9

1878 *G. [audryina] crassa* MARSS. *trochoides*. —  
MARSSON: 158–159; Taf. 3, Fig. 27a–f.

1972 *Dorothia trochoides* (MARSSON, 1878). —  
HANZLIKOVA: 58; Taf. 13, Fig. 9.

*Spiroplectammia dentata* (ALTH, 1850)

Taf. 1, Fig. 10

1850 *Textularia dentata* ALTH, 1850. —  
ALTH: 262; Taf. 13, Fig. 13 [fide Foraminiferenkatalog].

1946 *Spiroplectammia dentata* ALTH. —  
CUSHMAN: 27; Taf. 5, Fig. 11.

*Rzehakina epigona* (RZEHAK, 1895)

Taf. 1, Fig. 11

1895 *Silicina epigona* n.f. —  
RZEHAK: 214–216; Taf. 6, Fig. 1a–c.

1974 *Rzehakina epigona* (RZEHAK, 1895). —  
HILTERMANN: 40–41, (Unterarten: 42–45); Taf. 5, Fig. 1–33, 37–44; Taf. 6, Fig. 1–34,  
39–41.

*Gaudryinella pseudoserrata* CUSHMAN, 1932

Taf. 1, Fig. 12–13

1932b *Gaudryinella pseudoserrata* CUSHMAN, n.sp. —  
CUSHMAN: 99; Taf. 11, Fig. 20–21.

*Gavelinella tumida* BROTZEN, 1942

Taf. 2, Fig. 1, 2, 3

1936 *Anomalina lorneiana* d'ORB. —  
BROTZEN: 178–181, Abb. 64; Taf. 12, Fig. 1, 2.

1942 *Gavelinella tumida* nov.nom. —  
BROTZEN: 47–48, Abb. 15.

*Gavelinella costata* BROTZEN, 1942

Taf. 2, Fig. 4, 5, 6

1942 *Gavelinella costata* n.sp. —

BROTZEN: 43–45; Taf. 1, Fig. 3.

*Pseudospiroplectinata compressiuscula* (CHAPMAN, 1917)

Taf. 2, Fig. 7

1917 *Bigenerina compressiuscula*, sp.nov. —

CHAPMAN: 19; Taf. 2, Fig. 13, 14.

1972 *Pseudospiroplectinata compressiuscula* (CHAPMAN, 1917). —

HANZLIKOVA: 53; Taf. 11, Fig. 7a, b.

*Ellipsoglandulina obesa* HANZLIKOVA, 1969

Taf. 2, Fig. 8

1969. *Ellipsoglandulina obesa* n.sp. —

HANZLIKOVA: 54; Taf. 14, Fig. 10–11.

1972 *Ellipsoglandulina obesa* HANZLIKOVA, 1969. —

HANZLIKOVA: 118; Taf. 34, Fig. 10–11.

*Loxostomum eleyi* (CUSHMAN, 1927)

Taf. 2, Fig. 10, 11

1927 *Bolivinita eleyi* CUSHMAN, new species. —

CUSHMAN: 91; Taf. 12, Fig. 11a, b.

1972 *Loxostomum eleyi* (CUSHMAN, 1927). —

HANZLIKOVA: 121; Taf. 35, Fig. 8a–c.

*Marginotruncana paraconcevata* PORTHAULT, 1970

Taf. 3, Fig. 1–3

1970 *Marginotruncana paraconcevata* nov.sp. —

PORTHAULT: 77–78; Taf. 10, Fig. 21–23.

1982c *Marginotruncana paraconcevata* PORTHAULT, 1970. —

WEIDICH: 167–168; Taf. 14, Fig. 4–6.

*Marginotruncana* cf. *paraconcevata* PORTHAULT

Taf. 3, Fig. 4–6

1982c *Marginotruncana paraconcevata* n.ssp. —

WEIDICH: 168–169; Taf. 14, Fig. 7–9, 10–12:

## Beschreibung:

Spiralseite: 6–11 (!) Kammern im letzten Umgang; Umriß sehr schwach gelappt bis rund; Kammern blattförmig, aber zunehmend halbmondförmig werdend; Kammern zwischen den Kielen und den erhabenen Suturen eingesenkt; Suturen erhaben, gebogen und schräg gestellt.

Umbilikalseite: Kammern trapezoedrisch und stark bis sehr stark hervorgewölbt; Suturen leicht eingesenkt, aber durch Überlappung der V-förmig verlaufenden Suturen erhaben aussehend; Umbilikus eng bis sehr eng; Mündung extraumbilikal-umbilikal.

Lateralseite: Profil plankonvex bis konkav-konvex; im letzten Falle liegen die beiden Kiele, die nur durch ein sehr schmales Kielband getrennt werden, zur Hälfte auf der Spiralseite.

#### Bemerkungen:

Die Form ist nicht allzuhäufig und durch Übergangsformen mit *M. paraconcovata* Porthault verbunden. Sie hat durch die schuppenartige Überlagerung einer großen Anzahl von Kammern im letzten Umgang (bis 11) ein kronenartiges Aussehen, wenn man auf die Umbilikalseite blickt. Da die Stückzahl noch nicht sehr groß ist und die Verbreitung erst in wenigen Profilen nachgewiesen werden konnte, wird die Form in offener Nomenklatur als cf. *paraconcovata* geführt, soll aber bei Vorliegen eines entsprechenden Materials als neue Unterart beschrieben werden.

Vorkommen: Sehr selten in der *primitiva*- und in der *concovata*-Zone.

#### *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN, 1880)

Taf. 3, Fig. 7

1880 *Anomalina intermedia*, n.sp. —

BERTHELIN: 67–68; Taf. 4, Fig. 14a–c.

1966 *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN, 1880). —

MICHAEL: 432–434; Taf. 50, Fig. 4–13.

#### *Marginotruncana coronata* (BOLLI, 1945)

Taf. 3, Fig. 9, 10

1945 *Globotruncana lapparenti* BROTZEN subsp. *coronata* nom.nov. —

BOLLI: 233, Abb. 1/21, 22; Taf. 9, Fig. 14.

#### *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI, 1945)

Taf. 3, Fig. 11

1945 *Globotruncana helvetica* n.sp. —

BOLLI: 226–227, Abb. 1/9–12; Taf. 9, Fig. 6.

#### *Marginotruncana marginata* (REUSS, 1845)/*Globotruncana bulloides* VOGLER, 1941

Taf. 3, Fig. 12

[*M. marginata* läßt sich im Dünnschliff nicht von *G. bulloides* unterscheiden, da der Verlauf der Suturen auf der Umbilikalseite nicht zu erkennen ist.]

1845 *R. [osalina] marginata* REUSS. —

REUSS: 36; Taf. 8, Fig. 54, 74; Taf. 13, Fig. 68.

1954 *Globotruncana marginata* (REUSS) 1845. —

HAGN & ZEIL: 46–47; Taf. 2, Fig. 4; Taf. 7, Fig. 5–6.

- 1941 *Globotruncana linnei bulloides* nom.nov. —  
VOGLER: 287; Taf. 23, Fig. 32–39.
- 1954 *Globotruncana lapparenti* BROTZEN *bulloides* VOGLER, 1941. —  
HAGN & ZEIL: 45–46; Taf. 2, Fig. 5; Taf. 7, Fig. 4.
- Marginotruncana tricarinata* (QUEREAU, 1893)  
Taf. 3, Fig. 13
- 1893 *Pulvinulina tricarinata* n.sp. —  
QUEREAU: 89; Taf. 5, Fig. 3a.
- 1954 *Globotruncana lapparenti* BROTZEN *tricarinata* (QUEREAU), 1893. —  
HAGN & ZEIL: 42–43; Taf. 6, Fig. 6–7.
- Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK, 1816)  
Taf. 4, Fig. 1, 4
- 1816 *Orbulites concava* LAMARCK. —  
[fide SCHROEDER, 1962: 185].
- 1962 *Orbitolina (Orbitolina) concava concava* (LAMARCK, 1816). —  
SCHROEDER: 185–189; Taf. 20, Fig. 3–6, 8, 9, 10; Taf. 21, Fig. 6.
- Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN, 1932)  
Taf. 4, Fig. 2
- 1932a *Textulariella cretosa* CUSHMAN, n.sp. —  
CUSHMAN: 97–98; Taf. 11, Fig. 17–19.
- 1966 *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN). —  
GRÖNHAGEN & LUTERBACHER: 235–239, Abb. 1, 2.
- Marssonella trochus* (d'ORBIGNY, 1840)  
Taf. 4, Fig. 3
- 1840 *Textularia trochus*, d'ORBIGNY. —  
d'ORBIGNY: 45–46; Taf. 4, Fig. 25–26.
- 1972 *Dorothia trochus* (d'ORBIGNY, 1840). —  
GAWOR-BIEDOWA: 30–31; Taf. 2, Fig. 4a–c.
- Orbitolina (Conicorbitolina) cf. paeneconica* VIAL  
Taf. 4, Fig. 6
- 1981 *Orbitolina (Conicorbitolina) cf. paeneconica* VIAL. —  
SCHROEDER: 393; Taf. 2, Fig. 4–6.

## Literatur

- [1] ALTH, A. (1850): Geognostisch-paläontologische Beschreibung der nächsten Umgebung von Lemberg. — Naturw. Abh., 3, Wien.
- [2] AMPFERER, O., & OHNESORGE, T. (1909): Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandten Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. — Jb. geol. R.-A. Wien, 59: 289–332, 27 Abb.; Wien.

- [3] Atlas . . . 1 (1979): Atlas des foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer boréale et tethys). Première partie. — Cahiers de Micropaléont., 1979/1: 1–185, 6 Abb., 1 Tab., Taf. 1–39; Paris.
- [4] Atlas . . . 2 (1979): Atlas des foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer boréale et tethys). Deuxième partie. — Cahiers de Micropaléont., 1979/2: 1–181, Taf. 40–80; Paris.
- [5] BERGER, W. H. (1968): Planktonic Foraminifera: selective solution and paleoclimatic interpretation. — Deep-Sea Res., 15/1: 31–43; Oxford.
- [6] — (1970): Planktonic Foraminifera: selective solution and the lysocline. — Marine Geol., 8: 111–138, 5 Abb., 9 Tab.; Amsterdam.
- [7] BERTHELIN, M. (1880): Mémoire sur les Foraminifères fossiles de l'Étage albien de Monclay (Doubs). — Mém. Soc. géol. France, (3) 1/5: 1–84, 3 Tab., Taf. 24–27; Paris.
- [8] BOLLI, H. M. (1945): Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken. — Eclogae geol. Helv., 37/2: 217–328, 6 Abb., 3 Tab., Taf. 9; Basel.
- [9] BROTZEN, F. (1936): Foraminiferen aus dem schwedischen untersten Senon von Eriksdal in Schonen. — Sver. geol. unders., Ser. C, No. 396: 1–206, 69 Abb., 14 Taf.; Stockholm.
- [10] — (1942): Die Foraminiferengattung *Gavelinella* nov. gen. und die Systematik der Rotaliiformes. — Sver. geol. unders., Arsbok 36, No. 8: 1–60, 18 Abb., 1 Taf.; Stockholm.
- [11] BROUWER, J. (1965): Agglutinated foraminiferal faunas from some turbidity sequences. — Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., B 68: 309–334, 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Amsterdam.
- [12] BUTT, A. A. (1981): Depositional environments of the Upper Cretaceous rocks in the Northern part of the Eastern Alps. — Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ. 20: 5–121, 33 Abb., 20 Taf.; Lawrence.
- [13] CARTER, D. J., & HART, M. B. (1977): Aspects of mid-Cretaceous stratigraphical micropalaeontology. — Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol. ser., 29/1: 1–135, 53 Abb., 4 Taf.; London.
- [14] CHAPMAN, F. (1917): Monograph of the Foraminifera and Ostracoda of the Gingsin Chalk. — Bull. West. Austral. geol. Surv., 72: 9–87, Taf. 1–14, 1 Frontispiz; Perth.
- [15] CUSHMAN, J. A. (1926): The foraminifera of the Velasco shale of Tampico embayment. — Bull. AAPG, 10: 581–612, Taf. 15–21; Tulsa.
- [16] — (1927): American Upper Cretaceous species of *Bolivina* and related species. — Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 2: 85–91, Taf. 12; Sharon.
- [17] — (1932a): The relationship of *Textulariella* and description of a new species. — Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 8: 97–98, Taf. 11, Fig. 17–19; Sharon.
- [18] — (1932b): *Textularia* and related forms from the Cretaceous. — Contr. Cushman Lab. Foram. Res., 8: 86–97, Taf. 11; Sharon.
- [19] — (1936): New genera and species of the families Verneulinidae and Valvulinidae and of the subfamily Virgulininae. — Cushman Lab. Foram. Res., Spec. publ., 6: 1–71, 8 Taf.; Sharon.
- [20] — (1946): Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal Region of the United States and adjacent areas. — U.S. Geol. Surv., Prof. Pap., 206: 1–160, Taf. 1–66; Washington, D.C.
- [21] DIETRICH, V. J., & FRANZ, U. (1976): Ophiolith-Detritus in den santonen Gosau-Schichten (Nördliche Kalkalpen). — Geotekton. Forsch., 50: 85–109, 7 Abb., 2 Tab., 1 Profiltaf.; Stuttgart.
- [22] d'ORBIGNY, A. (1840): Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du bassin de Paris. — Mém. Soc. géol. France, (1) 4/1: 1–51, Taf. 1–4; Paris.
- [23] EGGER, J. G. (1899): Foraminiferen und Ostracoden aus den Kreidemergeln der Oberbayerischen Alpen. — Abh. k. bayer. Akad. Wiss., II. Cl., 1. Abt., 21: 1–230, Taf. 1–27; München.
- [24] ELLIS, B. F., & MESSINA, A. R. (1940 ff.): Catalogue of Foraminifera. — Zahlreiche Bände mit Ergänzungen; New York 1940 ff.
- [25] EMMERICH, H. (1865): Die cenomane Kreide im bayrischen Gebirge. — 1–12; Meiningen.

- [26] FAHLBUSCH, V. (1964): Die höhere Unterkreide des Kampenwand-Vorlandes (Chiemgauer Alpen). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 4: 107–125, 2 Abb.; München.
- [27] FRANKE, A. (1914): Die Foraminiferen und Ostracoden des Emschers, besonders von Oberaving und Derne nördlich Dortmund. – Z. dt. geol. Ges., 66: 428–443, 1 Tab., Taf. 27; Berlin.
- [28] – (1925): Die Foraminiferen der pommerschen Kreide. – Abh. geol.-paläont. Inst. Univ. Greifswald, 4: 1–96, 8 Taf.; Greifswald.
- [29] – (1928): Die Foraminiferen der Oberen Kreide Nord- und Mitteldeutschlands. – Abh. Preuß. Geol. L.-A., N. F. 111: 1–208, 2 Abb., 18 Taf.; Berlin.
- [30] GAUPP, R. H. (1980): Sedimentpetrographische und stratigraphische Untersuchungen in den oberostalpinen Mittelkreide-Serien des West-Teils der Nördlichen Kalkalpen. – 1–282, 100 Abb., 7 Tab.; Diss. TU München.
- [31] – (1982): Sedimentationsgeschichte und Paläotektonik der kalkalpinen Mittelkreide (Allgäu, Tirol, Vorarlberg). – Zitteliana, 8: 33–72, 14 Abb., 3 Tab., Taf. 12–14, 1 Falttaf.; München.
- [32] GAWOR-BIEDOWA, E. (1972): The Albian, Cenomanian and Turonian foraminifers of Poland and their stratigraphic importance. – Acta Palaeont. Polon., 17/1: 1–155, 14 Abb., 4 Tab., 20 Taf.; Warschau.
- [33] GEYER, O. F. (1973): Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde. 1. Paläontologische Grundlagen I. Das geologische Profil. Stratigraphie und Geochronologie. – I–VIII, 1–279, 166 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- [34] GRÖNHAGEN, D., & LUTERBACHER, H. (1966): Beobachtungen an den Foraminiferen-Gattungen *Pseudotextulariella* und *Textulariella* sowie verwandten Formen. – Eclogae geol. Helv., 59: 235–246, 7 Abb.; Basel.
- [35] GÜMBEL, C. W. (1861): Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. – 1–952, 25 Abb., 42 Taf.; Gotha (Perthes).
- [36] HAGN, H. (1982a): Nachweis von allodapischen Seichtwasserkalken des Barrême in der Thierseer Kreidemulde SE Landl (Tirol). – In: 2. Symposium Kreide, München 1982: Abstracts: 32–33; München.
- [37] – (1982b): Neue Beobachtungen in der Unterkreide der Nördlichen Kalkalpen (Thierseer Kreidemulde SE Landl, Tirol; Kalkalpine Randschuppe SW Tegernsee). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 22: 117–135, 4 Abb., Taf. 13–15; München.
- [38] HAGN, H., & ZEIL, W. (1954): Globotruncanen aus dem Ober-Cenoman und Unter-Turon der Bayerischen Alpen. – Eclogae geol. Helv., 47: 1–60, 3 Abb., 7 Taf.; Basel.
- [39] HANZLIKOVÁ, E. (1969): The Foraminifera of the Frydek Formation (Senonian). – Sborn. Geol. ved, paleont., 11: 7–84, 3 Abb., Taf. 1–20; Prag.
- [40] – (1972): Carpathian Upper Cretaceous Foraminiferida of Moravia (Turonian-Maastrichtian). – Roz. Ust. ust. geol., 39: 1–160, 5 Abb., 40 Taf.; Prag.
- [41] HERCOGOVA, J. (1977): The foraminifera: their significance for the stratigraphy of the Cretaceous of Bohemia. – Actes VIe Coll. Micropaléont., Tunis 1974: 401–443, 3 Abb., 12 Taf.; Tunis.
- [42] HERM, D. (1979): Die süddeutsche Kreide – Ein Überblick. – In: WIEDMANN, J. (Hrsg.) Aspekte der Kreide: 85–106, 2 Abb.; Stuttgart.
- [43] – (1982): Hölzelsau C23–27, Obere Kreide der Nördlichen Kalkalpen (Gosau) C36–57. – In: 2. Symposium Kreide, München 1982: Exkursionsführer; München.
- [44] HERM, D., KAUFFMAN, E., & WIEDMANN, J. (1979): The age and depositional environment of the "Gosau"-Group (Coniacian-Santonian), Brandenburg/Tirol, Austria. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 19: 27–92, 11 Abb., 1 Tab., Taf. 5–11; München.
- [45] HILTERMANN, H. (1974): *Rzehakina epigona* und Unterarten dieser Foraminifere. – Paläont. Z., 48: 36–56, 1 Abb., Taf. 5–6, 1 Beil.; Stuttgart.

- [46] HILTERMANN, H., & KOCH, W. (1962): Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. — In: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen (Hrsg.) Leitfossilien der Mikropaläontologie: 299–338, Abb. 25, Tab. 19, Taf. 42–51; Berlin.
- [47] HINTE, J. E. (1969): The nature of biostratigraphic zones. — Proc. 1st Conf. plankton. Microfoss., Geneva 1967: 267–272, 4 Abb.; Leiden (Brill).
- [48] HOFKER, J. (1957): Foraminiferen der Oberkreide von Nordwestdeutschland und Holland. — Beih. Geol. Jb., 27: 1–464, 495 Abb.; Hannover.
- [49] IMMEL, H. (1979): Cenoman-Ammoniten aus den Losensteiner Schichten der Bayerischen Alpen. — In: WIEDMANN, J. (Hrsg.): Aspekte der Kreide: 607–644, 1 Abb., 5 Tab., 4 Taf.; Stuttgart.
- [50] IMMEL, H., KLINGER, H. C., & WIEDMANN, J. (1982): Die Cephalopoden des Unteren Santon der Gosau von Brandenburg/Tirol, Österreich. — Zitteliana, 8: 3–32, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 1–11; München.
- [51] KNAUER, J. (1907): Geologische Monographie des Herzogstand-Heimgarten-Gebietes. — Geognost. Jh., 13: 73–112, 4 Abb., 2 Kt. i. Text, 2 Beil. (1 Kt., 1 Profiltaf.); München.
- [52] KOCKEL, C. W., SCHMIDT-THOMÉ, P., & CUSTODIS, A. (1936): Der Falkensteinzug im östlichen Allgäu. — N. Jb. Min. Geol. Paläont., Beil.-Bd. B76: 161–191, 6 Abb., 1 Beil.; Stuttgart.
- [53] MARSSON, T. (1878): Die Foraminiferen der weißen Schreibkreide der Insel Rügen. — Mitt. naturwiss. Ver. Neuvorpommern Rügen, 10: 115–196, Taf. 1–5; Greifswald.
- [54] MICHAEL, E. (1966): Die Evolution der Gavelinelliden (Foram.) in der NW-deutschen Unterkreide. — Senck. leth., 47: 411–459, 16 Abb., 1 Taf.; Frankfurt a. M.
- [55] NEAGU, T. (1970): Micropaleontological and stratigraphical study of the Upper Cretaceous deposits between the upper valleys of the Bazau and Riul Negru Rivers (Eastern Carpathians). — Mem. Inst. Geol., 12: 1–109, 5 Abb., 44 Taf.; Bukarest.
- [56] OLSSON, R. K. (1977): Mesozoic Foraminifera — Western Atlantic. — In: SWAIN, F. M. (Hrsg.): Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic Basin and Borderland: 205–230, 8 Abb., 4 Taf.; Amsterdam.
- [57] PORTHAULT, B. (1970): Etude de la microfauna. — In: DONZE, P., PORTHAULT, B., THOMEL, G., & VILLOUTREYS, O. de: Le Sénonien inférieur de Puget-Théniers (Alpes Maritimes) et sa microfaune. — Geobios, 3/2: 50–91, Taf. 8–13; Lyon.
- [58] QUEREAU, E. C. (1893): Die Klippenregion von Iberg (Sihlthal). — Beitr. Geol. Kt. Schweiz, N. F., 33: 1–158, 13 Abb., 4 Taf., 1 geol. Kt.; Bern.
- [59] RAHMAN, A. (1966): Die Gastropoden der Oberkreide von Hölzelsau bei Niederndorf in Tirol. — 1–184, 15 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Diss. Univ. München.
- [60] REUSS, A. E. (1845): Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Abth. 1, Teil 2: 1–148, Taf. 14–51; Stuttgart (Schweizerbart).
- [61] RISCH, H. (1969): Stratigraphie der höheren Unterkreide der bayerischen Kalkalpen mit Hilfe von Mikrofossilien. — I–IV, 1–180, 7 Abb., 18 Taf.; Diss. Univ. München.
- [62] — (1971): Stratigraphie der höheren Unterkreide der bayerischen Kalkalpen mit Hilfe von Mikrofossilien. — Palaeontographica, A 138: 1–80, 8 Abb., 4 Tab., Taf. 1–8; Stuttgart (Schweizerbart).
- [63] — (1982): Zur Mikrobiostratigraphie der Regensburger Kreide. — In: 2. Symposium Kreide, München 1982: Abstracts: 67; München.
- [64] ROBASZYNSKI, F., ALCAYDÉ, G., AMÉDRO, F., BADILLET, G., DAMOTTE, R., FOUCHER, J.-C., JARDINÉ, S., LEGOUX, O., MANIVIT, H., MONCIARDINI, C., & SORNAY, J. (1982): Le Turonien de la régiontype: Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. — Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 6/1: 119–225, 24 Abb., 18 Taf.; Pau.
- [65] RZEHA, A. (1895): Ueber einige merkwürdige Foraminiferen aus dem österreichischen Tertiär. — Ann. k.k. nat. hist. Hofmus., 10: 213–230, Taf. 6–7; Wien.

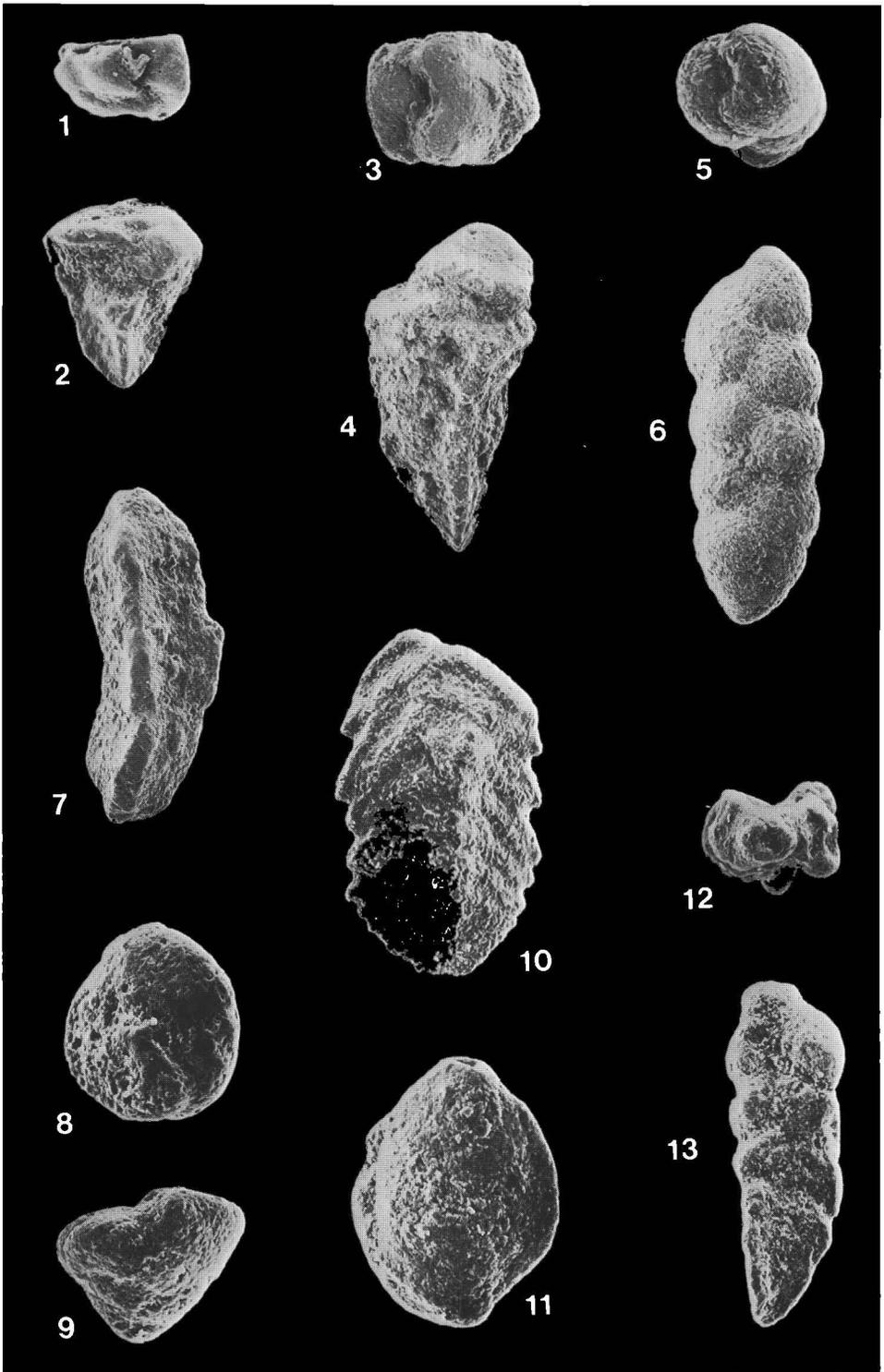
- [66] SCHLOSSER, M. (1909): Zur Geologie des Unterinntals. — Jb. Geol. R.-A. Wien, 59/3–4: 525–574; Wien.
- [67] SCHROEDER, R. (1962): Orbitolinen des Cenomans Südwesteuropas. — Paläont. Z., 36: 171–202, 7 Abb., Taf. 20–21; Stuttgart.
- [68] — (1981): Mikrofossilien aus dem Schrattenkalk (Oberes Barrême) westlich des Tegernsees und dem Unter-Cenoman südwestlich Ruhpolding (Oberbayern). — Geol. Bavar., 82: 389–398, 2 Taf.; München.
- [69] SCHULZ, O. (1952): Neue Beiträge zur Geologie der Gosau-Schichten des Brandenberger Tales (Tirol). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 95/1: 1–98, 10 Abb., 2 Tab., 1 Beil., 5 Taf.; Stuttgart.
- [70] SIGAL, J. (1977): Essai de zonation du Crétacé méditerranéen à l'aide des foraminifères planctoniques. — Géol. Méditerran., 4/2: 99–108, 1 Tab.; Marseille.
- [71] SLITER, W. V. (1977): Cretaceous benthonic foraminiferids from the Western South Atlantic Leg 39, Deep Sea Drilling Project. — Initial Reports DSDP, 39: 657–697, 13 Abb., 13 Taf.; Washington, D.C.
- [72] SLITER, W. V., & BAKER, R. A. (1972): Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifers. — J. Foram. Res., 2: 167–183; Lawrence.
- [73] STEINBERG, V. (1980): Geologische Kartierung im Roß- und Buchstein-Schönberg-Gebiet, Bayer. Alpen, unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofazies und Feinstratigraphie des Jura und der Kreide. — I–III, 1–140, 35 Abb., 14 Taf., 4 Beil. (1 geol. Kt.); Unveröff. Dipl. arb. Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ. München.
- [74] STILLE, H. (1924): Grundfragen der vergleichenden Tektonik. — I–VIII, 1–443, 14 Abb.; Berlin (Borntraeger).
- [75] 2. Symposium Kreide, München 1982: Abstracts. — 1–96; München.
- [76] 2. Symposium Kreide, München 1982: Exkursionsführer. — 1–292, 78 Abb.; München.
- [77] TOLLMANN, A. (1964): Übersicht über die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 14: 81–88, Taf. 8; Wien.
- [78] — (1966): Die alpidischen Gebirgsbildungs-Phasen in den Ostalpen und Westkarpaten. — Geotekton. Forsch., 21: 1–156, 20 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- [79] VÖLK, H. (1960): Geologie des westlichen Unterinntales zwischen Oberaudorf und Kiefersfelden. — 1–98, 16 Abb., 5 Beil., 1 geol. Kt., 1 Profiltaf.; Unveröff. Dipl. arb. Inst. f. Paläont. hist. Geol. Univ. München.
- [80] VÖGLER, J. (1941): Oberer Jura und Kreide in Misol (Niederländisch Ostindien). — Palaeontographica, Suppl.-Bd. 4: 245–293, 13 Abb., 2 Tab., Taf. 19–24; Stuttgart.
- [81] WEIDICH, K. F. (1982a): Über die mittlere Kreide der Bayerischen Kalkalpen (Ohlstadt, Obb.). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 162/3: 373–387, 3 Abb.; Stuttgart.
- [82] — (1982b): Steinbruch „An der Schanz“ B46–52, Liebenstein B39–46, Regau C18–23. — In: 2. Symposium Kreide, München 1982: Exkursionsführer; München.
- [83] — (1982c): Feinstratigraphie, Taxonomie planktonischer Foraminiferen und Palökologie der Foraminiferengesamtf fauna der kalkalpinen tieferen Oberkreide (Untercenoman-Untercampan) der Bayerischen Kalkalpen. — I–V, 1–275, 54 Abb., 10 Tab., 22 Taf.; Diss. Univ. München [geringfügig gekürzt erschienen als Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., N.F., 162: 1–151, 51 Abb., 21 Taf.; München 1984].
- [84] WEIDICH, K. F., SCHWERD, K., & IMMEL, H. (1983): Das Helvetikum-Profil im Steinbruch „An der Schanz“ bei Burgberg/Allgäu. Lithologie, Stratigraphie und Makrofauna. — Zitteliana, 10: 555–573, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; München.
- [85] ZEIL, W. (1954): Geologie der Alpenrandzone bei Murnau in Oberbayern. — Geol. Bavar., 20: 1–85, 5 Abb., 9 Taf., 1 geol. Kt., 1 Profiltaf.; München.

## Tafel 1

- Fig. 1, 2 *Gaudryina austinana* CUSHMAN. —  
Obercenoman: *cushmani*-Zone. Wetzstein-Laine. 75×.
- Fig. 3, 4 *Gaudryina laevigata* FRANKE. —  
Unterturon: *helvetica*-Zone. Wetzstein-Laine. 75×.
- Fig. 5, 6 *Dorothia gradata* (BERTHELIN). —  
Mittel- bis Obercenoman: *cushmani*-Zone. Wetzstein-Laine 75×.
- Fig. 7 *Tritaxia trilatera* (CUSHMAN). —  
Coniac, ?Santon: *concovata*-Zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 8, 9 *Dorothia trochoides* (MARSSON). —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 170×.
- Fig. 10 *Spiroplectammia dentata* (ALTH). —  
Untercampan: *elevata*-Zone. Stoffel-Mühle. 60×.
- Fig. 11 *Rzehakina epigona* (RZEHAK). —  
Höheres Santon: *asymetrica*-Zone. Stoffel-Mühle. 160×.
- Fig. 12, 13 *Gaudryinella pseudoserrata* CUSHMAN. —  
Coniac: *concovata*-Zone. Kaltwasser-Laine. 90×.

## Plate 1

- Fig. 1, 2 *Gaudryina austinana* CUSHMAN. —  
Upper Cenomanian: *cushmani* zone. Wetzstein-Laine. 75×.
- Fig. 3, 4 *Gaudryina laevigata* FRANKE. —  
Lower Turonian: *helvetica* zone. Wetzstein-Laine. 75×.
- Fig. 5, 6 *Dorothia gradata* (BERTHELIN). —  
Middle to Upper Cenomanian: *cushmani* zone. Wetzstein-Laine 75×.
- Fig. 7 *Tritaxia trilatera* (CUSHMAN). —  
Coniacian, ?Santonian: *concovata* zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 8, 9 *Dorothia trochoides* (MARSSON). —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 170×.
- Fig. 10 *Spiroplectammia dentata* (ALTH). —  
Lower Campanian: *elevata* zone. Stoffel-Mühle. 60×.
- Fig. 11 *Rzehakina epigona* (RZEHAK). —  
Upper Santonian: *asymetrica* zone. Stoffel-Mühle. 160×.
- Fig. 12, 13 *Gaudryinella pseudoserrata* CUSHMAN. —  
Coniacian: *concovata* zone. Kaltwasser-Laine. 90×.

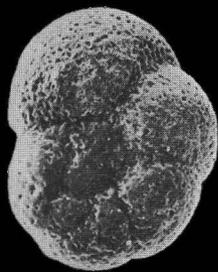


## Tafel 2

- Fig. 1, 2, 3 *Gavelinella tumida* BROTZEN. —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Kaltwasser-Laine. 75×.
- Fig. 4, 5, 6 *Gavelinella costata* BROTZEN. —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 130×.
- Fig. 7 *Pseudospiroplectinata compressiuscula* (CHAPMAN). —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 8 *Ellipsoglandulina obesa* HANZLIKOVA. —  
Coniac: *concovata*-Zone. Kaltwasser-Laine. 130×.
- Fig. 9 *Neoflabellina* sp. —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 10, 11 *Loxostomum eleyi* (CUSHMAN). —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 130×.

## Plate 2

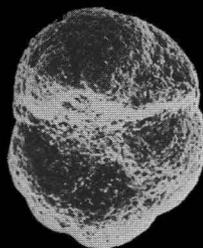
- Fig. 1, 2, 3 *Gavelinella tumida* BROTZEN. —  
Coniacian: *primitiva* zone. Kaltwasser-Laine. 75×.
- Fig. 4, 5, 6 *Gavelinella costata* BROTZEN. —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 130×.
- Fig. 7 *Pseudospiroplectinata compressiuscula* (CHAPMAN). —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 8 *Ellipsoglandulina obesa* HANZLIKOVA. —  
Coniacian: *concovata* zone. Kaltwasser-Laine. 130×.
- Fig. 9 *Neoflabellina* sp. —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 60×.
- Fig. 10, 11 *Loxostomum eleyi* (CUSHMAN). —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 130×.



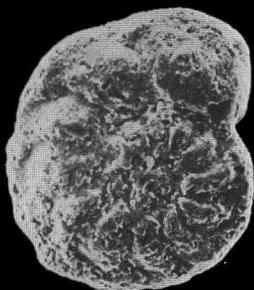
1



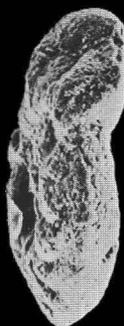
2



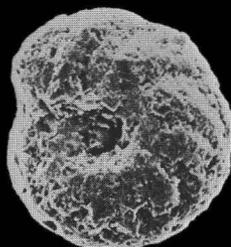
3



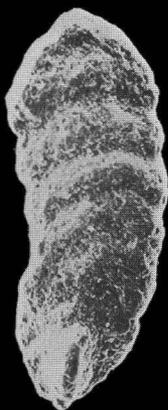
4



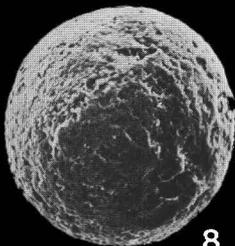
5



6

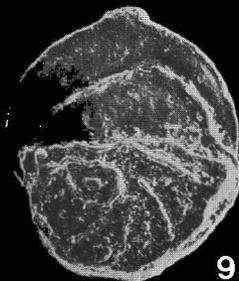
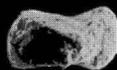


7



8

10



9



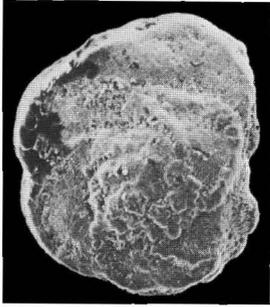
11

### Tafel 3

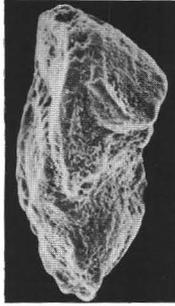
- Fig. 1–3 *Marginotruncana paraconcovata* PORTHAULT. —  
Coniac: *primitiva*-Zone. Branderfleck. 80×.
- Fig. 4–6 *Marginotruncana* cf. *paraconcovata* PORTHAULT. —  
Untersanton: *concovata*-Zone. Branderschrofen SW-Hang. 80×.
- Fig. 7 *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN). —  
Unter- bis ?Mittelcenoman: *brotzeni* bis ?*reicheli*-Zone. Orbitolinen-Sandstein. Wetzstein-Laine. 160×.
- Fig. 8 *Nummoloculina* ? sp. —  
Unter- bis ?Mittelcenoman: *brotzeni* bis ?*reicheli*-Zone. Orbitolinen-Sandstein. Wetzstein-Laine. 62×.
- Fig. 9, 10 *Marginotruncana coronata* (BOLLI). —  
Coniac: *concovata*-Zone. Turbiditbank. Branderfleck. 62×.
- Fig. 11 *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI). —  
Umgelagertes Unterturon in einer Turbiditbank des Coniacs. Branderfleck. 62×.
- Fig. 12 *Marginotruncana marginata* (REUSS)/*Globotruncana bulloides* VÖGLER. —  
Coniac: *concovata*-Zone. Turbiditbank. Branderfleck. 62×.
- Fig. 13 *Marginotruncana tricarinata* (QUEREAU). —  
Coniac: *concovata*-Zone. Turbiditbank. Branderfleck. 62×.

### Plate 3

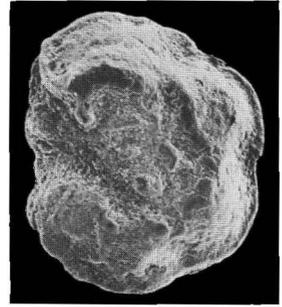
- Fig. 1–3 *Marginotruncana paraconcovata* PORTHAULT. —  
Coniacian: *primitiva* zone. Branderfleck. 80×.
- Fig. 4–6 *Marginotruncana* cf. *paraconcovata* PORTHAULT. —  
Lower Santonian: *concovata* zone. Branderschrofen SW slope. 80×.
- Fig. 7 *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN). —  
Lower to ?Middle Cenomanian: *brotzeni* to ?*reicheli* zone. Orbitolina sandstone. Wetzstein-Laine. 160×.
- Fig. 8 *Nummoloculina* ? sp. —  
Lower to ?Middle Cenomanian: *brotzeni* to ?*reicheli* zone. Orbitolina sandstone. Wetzstein-Laine. 62×.
- Fig. 9, 10 *Marginotruncana coronata* (BOLLI). —  
Coniacian: *concovata* zone. Turbiditic layer. Branderfleck. 62×.
- Fig. 11 *Praeglobotruncana helvetica* (BOLLI). —  
Reworked lower Turonian in a turbiditic layer of Coniacian age. Branderfleck. 62×.
- Fig. 12 *Marginotruncana marginata* (REUSS)/*Globotruncana bulloides* VÖGLER. —  
Coniacian: *concovata* zone. Turbiditic layer. Branderfleck. 62×.
- Fig. 13 *Marginotruncana tricarinata* (QUEREAU). —  
Coniacian: *concovata* zone. Turbiditic layer. Branderfleck. 62×.



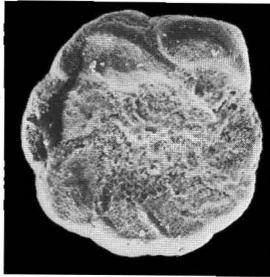
1



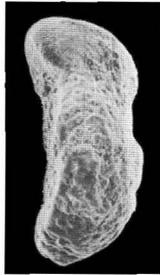
2



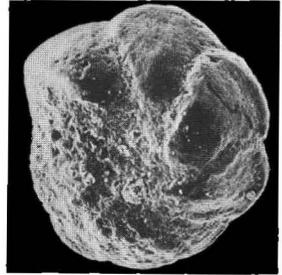
3



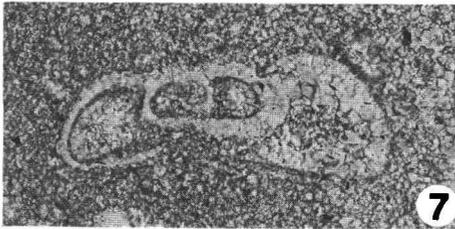
4



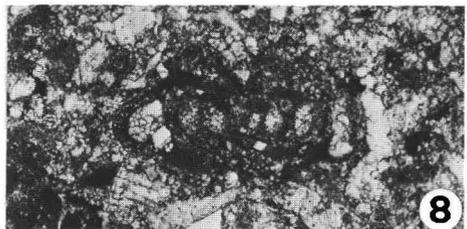
5



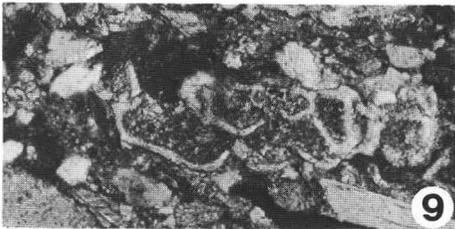
6



7



8



9



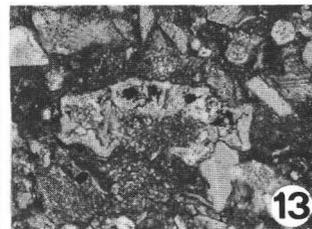
10



11



12



13

## Tafel 4

- Fig. 1 *Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK). —  
Axialer Schnitt. 25×.  
Umgelagerter Cenoman-Sandstein im Olisthostrom (Coniac) der Regau.
- Fig. 2 *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN). —  
Annähernd axialer Schnitt. 150×.  
Orbitolinen-Sandstein. Wetzstein-Laine.
- Fig. 3 *Marssonella trochus* (d'ORBIGNY). —  
Axialer Schnitt. 60×.  
Unter- bis ?Mittelenoman: *brotzeni* bis ?*reicheli*-Zone. Orbitolinen-Sandstein. Wetzstein-Laine.
- Fig. 4 *Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK). —  
Axialer Schnitt. 60×.  
Umgelagerter Cenoman-Sandstein in turonen Mergeln der Kaltwasser-Laine.
- Fig. 5 *Orbitolina (Orbitolina)* sp. —  
Tangentialer Schnitt durch den Proloculus, die Marginal- und die Radialzone. 25×.  
Umgelagerter Cenoman-Sandstein im Olisthostrom (Coniac) der Regau.
- Fig. 6 *Orbitolina (Conicorbitolina)* cf. *paeneconica* VIAL. —  
Axialer Schnitt. 60×.  
Unter- bis ?Mittelenoman: *brotzeni* bis ?*reicheli*-Zone. Orbitolinen-Sandstein. Wetzstein-Laine.

## Plate 4

- Fig. 1 *Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK). —  
Axial section. 25×.  
Reworked sandstone (Cenomanian) in an olistostrome (Coniacian) of the Regau area.
- Fig. 2 *Pseudotextulariella cretosa* (CUSHMAN). —  
Approximate axial section. 150×.  
Orbitolina sandstone. Wetzstein-Laine.
- Fig. 3 *Marssonella trochus* (d'ORBIGNY). —  
Axial section. 60×.  
Lower to ?Middle Cenomanian: *brotzeni* to ?*reicheli* zone. Orbitolina sandstone. Wetzstein-Laine.
- Fig. 4 *Orbitolina (Orbitolina) concava* (LAMARCK). —  
Axial section. 60×.  
Reworked sandstone (Cenomanian) in marls (Turonian) of a section at the Kaltwasser-Laine.
- Fig. 5 *Orbitolina (Orbitolina)* sp. —  
Tangential section through the proloculus, the marginal, and the radial zone. 25×.  
Reworked sandstone (Cenomanian) in an olistostrome (Coniacian) of the Regau area.
- Fig. 6 *Orbitolina (Conicorbitolina)* cf. *paeneconica* VIAL. —  
Axial section. 60×.  
Lower to ?Middle Cenomanian: *brotzeni* to ?*reicheli* zone. Orbitolina sandstone. Wetzstein-Laine.

