

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	52 (1959)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Zur Stratigraphie des Callovian im zentralen Schweizer Jura
<b>Autor:</b>	Stäuble, Albert J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-162566">https://doi.org/10.5169/seals-162566</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zur Stratigraphie des Callovian im zentralen Schweizer Jura

Von Albert J. Stäuble, Zürich

Mit 16 Textfiguren

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort . . . . .	59
Einleitung . . . . .	59
A. Geographische Lage . . . . .	59
B. Historisches . . . . .	59
C. Problemstellung . . . . .	61
D. Arbeitsmethoden . . . . .	61
E. Lithologisch-stratigraphische Gliederung des Callovian im Untersuchungsgebiet	63
I. Das Callovian zwischen der Blauen- und der Weissenstein-Antiklinale . . . . .	64
A. Das Unter-Callovian . . . . .	64
B. Das Mittel- und Ober-Callovian . . . . .	69
C. Literaturhinweis . . . . .	74
D. Detailprofile . . . . .	76
II. Das Callovian zwischen Delsberger Becken und Montoz . . . . .	86
A. Die Vellerat-Antiklinale . . . . .	86
B. Die Montagnes de Moutier (W Raimeux-Antiklinale) . . . . .	88
C. Die Montoz-Antiklinale . . . . .	89
D. Literaturhinweis . . . . .	90
E. Detailprofile . . . . .	91
III. Das Callovian in der Chasseral-Mont-d'Amin- und La Tourne-Antiklinale . . . . .	93
A. Das Callovian des Grenchenberges . . . . .	94
B. Das Callovian der östlichen Chasseral-Antiklinale . . . . .	94
C. Das Callovian der zentralen Chasseral-Antiklinale . . . . .	98
D. Das Callovian der Mont-d'Amin-Antiklinale . . . . .	99
E. Das Callovian der Antiklinale von La Tourne . . . . .	101
F. Literaturhinweis . . . . .	103
G. Detailprofile . . . . .	104
IV. Das Callovian der Freiberge . . . . .	116
A. Der Calcaire roux sableux . . . . .	116
B. Die Callovian-Tone . . . . .	117
C. Die Dalle nacrée . . . . .	117
D. Die eisenoolithischen «Anceps-Athleta»-Schichten . . . . .	121
E. Detailprofile . . . . .	123

V. Das Callovian im nördlichen Untersuchungsgebiet . . . . .	130
A. Der Calcaire roux sableux . . . . .	130
B. Die Callovian-Tone . . . . .	131
C. Die Dalle nacrée . . . . .	131
D. Die eisenoolithischen Gesteine des Mittel- und Ober-Callovian . . . . .	132
E. Detailprofile . . . . .	133
VI. Fossilgehalt und Alter der Schichten . . . . .	140
A. Die Macrocephalenkalke . . . . .	140
B. Callovian-Tone und Hauptmasse der Dalle nacrée . . . . .	141
C. Die Lumachellenbank . . . . .	142
D. Die eisenoolithischen Anceps-Schichten . . . . .	142
E. Das eisenoolithische Ober-Callovian . . . . .	143
VII. Fazielle Zusammensetzung und Paläogeographie des Callovian . . . . .	143
A. Das Unter-Callovian . . . . .	143
B. Das Mittel- und Ober-Callovian . . . . .	151
C. Das Callovian in den angrenzenden Gebieten . . . . .	153
VIII. Zur Petrographie einzelner Gesteinstypen . . . . .	154
A. Die Dalle nacrée . . . . .	154
B. Die Silexbildungen . . . . .	159
C. Die Eisenoolithe des Mittel- und Ober-Callovian . . . . .	165
Literaturverzeichnis . . . . .	169
Résumé des principaux résultats . . . . .	175

### VERZEICHNIS DER TEXTFIGUREN

	Seite
Figur 1 Topographische Lage der aufgenommenen Profile . . . . .	62
Figur 2 Schematische Darstellung der lithologisch-stratigraphischen Entwicklung des Callovian . . . . .	63
Figur 3 Detailprofile des Mittel- und Ober-Callovian zwischen Blauen-Antiklinale und Weissenstein und General-Legende zu den stratigraphischen Profilen 3–10 . .	65
Figur 4 Callovian-Profil zwischen Blauen und Hasenmatt (E-Rand des untersuchten Gebietes) . . . . .	66
Figur 5 N–S-gerichtete Profilserie des Callovian zwischen Undervelier und der Montoz-Antiklinale . . . . .	87
Figur 6 Detailprofile des Mittel- und Ober-Callovian der Raimeux- und der Moron-Antiklinale . . . . .	88
Figur 7 W–E-gerichtete Profilserie zwischen Val de Travers und Weissenstein . . .	96
Figur 8 Detailprofile der Grenzzone Callovian–Oxfordian zwischen Val de Travers und Rondchâtel . . . . .	98
Figur 9 SW–NE-gerichtete Profilserie des Callovian zwischen La Chaux-de-Fonds und Courfaivre . . . . .	118
Figur 10 Profilserie des Callovian zwischen Vallée du Dessoubre und Blauen-Antiklinale	128
Figur 11 Isopachenkarte der Callovian-Ton-Dalle nacrée-Sedimente . . . . .	144
Figur 12 Isopachenkarte der Dalle nacrée . . . . .	149
Figur 13 Verbreitung der Silexbildungen im Callovian des zentralen Schweizer Jura .	159
Figur 14 Unvollständig verkieselte Silex von Gruppe 3a . . . . .	161
Figur 15 Geschichteter Silex von Typ 4b . . . . .	163
Figur 16 Ooid mit mehreren Bildungszyklen . . . . .	168

## VORWORT

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. A. JEANNET habe ich diese Arbeit im Sommer 1953 begonnen. Die Feldaufnahmen erstreckten sich auf die Sommermonate 1953–1955 mit abschliessenden Begehungen im Sommer 1956.

Die Auswertung der Aufnahmen erfolgte am geologischen Institut der ETH und der Universität Zürich, wo auch die Belegsammlung deponiert ist.

Die Arbeit wurde unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. R. TRÜMPY ausgeführt. Für seine ständige Anteilnahme und für die Ratschläge, die er mir am Institut und im Feld erteilte, möchte ich ihm hier herzlich danken.

Zu besonderem Dank bin ich auch Herrn Prof. Dr. R. STAUB für seine Einführung in die Geologie und in die Tektonik der Alpen verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. A. JEANNET und Herrn Prof. Dr. W. LEUPOLD verdanke ich die Einführung und Schulung in Stratigraphie und Mikropaläontologie.

Grossen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. H. SUTER, der mir auf gemeinsamen Exkursionen manche wichtige Hinweise gab.

Herzlich danke ich auch meinem Terrainkameraden Dr. P. ZIEGLER, der mich mit den Arbeitsmethoden im Felde vertraut machte, Dr. P. ECKARDT, der die photographischen Arbeiten ausführte sowie W. FISCH und M. ZIEGLER für ihre Mithilfe.

Besonders aber danke ich meinen Eltern, deren Güte und Grosszügigkeit mir das Studium ermöglichen, und meiner Frau für ihre verständnisvolle Hilfe.

## Einleitung

### A. GEOGRAPHISCHE LAGE

Das Untersuchungsgebiet liegt im zentralen schweizerischen und im angrenzenden französischen Jura (Plateau de Maïche). Ein Grossteil des Gebietes ist im Blatt «Biel» der Schweizerischen Landeskarte 1:100 000 enthalten. Zwei kleine Abschnitte im N und W liegen auf Blatt «Porrentruy» und «Colombier» sowie auf Blatt «Ornans» (Nº 127, Carte géologique détaillée de la France).

Es wird durch folgende Ortschaften begrenzt: Solothurn–Beinwil–Zwingen–Kleinlützel–Lützel–St-Ursanne–St-Hippolyte (Fr.)–Orgeans (Dessoubre, Fr.)–Le Locle–Noiraigue–Neuchâtel–Biel–Solothurn.

Das entspricht einer Fläche von ca. 2400 km<sup>2</sup>.

Die Orts- und Flurnamen entnehme ich der Landeskarte 1:25 000 der Schweiz.

### B. HISTORISCHES

Der Name Callovien wurde von A. D'ORBIGNY im Jahre 1852 in die Literatur eingeführt. Als Typserie bezeichnete er die Kelloways-Rocks (PHILLIPS). Die Typlokalität liegt in Yorkshire.

Im Jahre 1856 veröffentlichte A. OPPEL seine Zonentabelle. Das Callovian wurde in die drei bekannte Zonen gegliedert.

Damit waren die Grundlagen für alle weiteren Untersuchungen geschaffen.

Die Erforschung des zentralen schweizerischen Jura begann schon bedeutend früher. Sie fand einen ersten Niederschlag im Werk J. THURMANNS (1832). Wenn auch bei der späteren stratigraphischen Erforschung seine Gliederung des Jurasystems stark korrigiert wurde und in Vergessenheit geriet, seine ausgezeichneten Faziesbeschreibungen verfehlten ihre Wirkung nicht. Zahlreiche Namen, darunter «Dalle nacrée» und «Calcaire roux sableux» werden heute noch verwendet.

Nach dem Erscheinen der Zonentabelle A. OPPELS wurden die ersten Parallelisierungsversuche unternommen. Die Armut an Fossilien in der Dalle nacrée erschwert diese Arbeit beträchtlich.

E. DESOR und A. GRESSLY (1859) parallelisierten die Dalle nacrée mit den Macrocephalen-Schichten, desgleichen J. B. GREPPIN (1867). Letzterer korrigierte 1870 seine Ansicht und stellte die Dalle nacrée als oberstes Glied des Calcaire roux sableux ins obere Bathonian. Eine nähere Begründung seiner These gab er nicht.

Weiter wurde das Callovian des Berner und Neuenburger Jura von P. CHOFFAT (1878) untersucht und mit den Serien in der Umgebung von Salins und Besançon verglichen. Er stellte fest, dass die Dalle nacrée ins Unter-Callovian zu stellen ist und nahm an, dass die Macrocephalenkalke des östlichen Jura im W lateral in die Dalle nacrée übergehen.

Bedeutende Fortschritte brachten die vergleichenden Arbeiten von M. MÜHLBERG (1900) und L. ROLLIER (1911). MÜHLBERG beobachtete den gleitenden Übergang von den Varians-Schichten zu den Macrocephalenkalken. Er gliedert das Unter-Callovian in die drei Faziestypen: Macrocephalenkalke, Callovian-Tone und Dalle nacrée. Aus dem Mittel- und Ober-Callovian von Önsingen beschreibt er die bekannten Formen der eisenoolithischen Anceps- und Athleta-Zone.

Entgegen den Ansichten aller früheren Autoren hat L. ROLLIER den Calcaire roux sableux ins Unter-Callovian gestellt und vergleicht die Fauna mit derjenigen des Cornbrash. Allerdings scheint der Calcaire roux sableux ungefähr synchron mit dem englischen Cornbrash zu sein; dieses enthält aber in seinem untersten Teil noch *Clydoniceras discus* (Sow.) und ist demnach nur teilweise zum Callovian zu rechnen.

Besonders aber vertrat ROLLIER die Ansicht, dass ein scharfer Fazieswechsel wie derjenige zwischen Pierre blanche und Calcaire roux sableux ein Indiz sei für den Beginn einer neuen Stufe.

H. SCHARDT (1905) hat sich eingehend mit den Verhältnissen im Neuenburger Jura befasst. Es gelang ihm, das Callovian der Vue des Alpes und von Furcil mit den Schichten am Chasseron, Mont-Suchet und Reculet-Vuache zu korrelieren.

A. BUXTORF (1908) veröffentlichte die Resultate der beim Bau des Weissensteintunnels durchgeföhrten geologischen Untersuchung. Dank den ausgezeichneten Aufschlussverhältnissen gelang es ihm, sämtliche Faziesgruppen des Callovian mit Fossilien zu belegen.

Um das Jahr 1910 war die intensive, stratigraphische Untersuchungsperiode abgeschlossen. Das Hauptgewicht der Forschung wurde auf die Tektonik verlegt. Nur noch das stark reduzierte Ober-Callovian wurde immer wieder untersucht. (A. ERNI, 1934; A. JEANNET, 1924, 1925, 1948).

Im übrigen werden wir auf die historische Entwicklung bei der Besprechung der einzelnen Faziesgebiete eingehen.

### C. PROBLEMSTELLUNG

Wie aus dem historischen Überblick ersichtlich ist, war die allgemeine Gliederung des Callovian im Schweizer Jura ums Jahr 1910 geklärt.

Es fehlt aber noch sehr an Angaben über die Entwicklung der Faziesgruppen, über die Lithologie und über die näheren Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gruppen.

Wenig bekannt ist auch die petrographische Zusammensetzung einzelner Gesteinstypen. Von grossem Interesse ist das Verhalten der Silexhorizonte, deren horizontale Verbreitung bis jetzt unbekannt war. Im weiteren mussten die meist generellen Hinweise in den regionaltektonischen Arbeiten der letzten 40 Jahren überprüft werden.

### D. ARBEITSMETHODEN

Die Hauptarbeit im Felde bestand in der Aufnahme möglichst vieler und vollständiger Callovian-Profile. Während die Untersuchung der Dalle nacrée keine Schwierigkeiten bot, wurde die Arbeit im Liegenden und Hangenden der Calcare-nite durch die üppige Vegetation erschwert. Sehr oft musste dann mit Pickel und Schaufel wenigstens ein Teil der Serie erschürft werden.

Die einzelnen Profile wurden, wenn immer möglich, mit dem Messband direkt ausgemessen, sonst wurden die scheinbaren Mächtigkeiten gemessen und mit der Bussole fixiert.

Gut erhaltene Fossilien aus der Dalle nacrée, aber auch die kümmerlichsten Fragmente sind stets aufgesammelt worden.

Ebenso wurden aus jedem guten Aufschluss Gesteinsproben entnommen. Dies ergab im ganzen etwa 800 Handstücke.

In den ersten zwei Terrainsommern habe ich das zu untersuchende Gebiet abgeschritten (Freiberge, Chasseral-, Mont-d'Amin-, La Tourne-Antiklinale und die Umgebung von La Chaux-de-Fonds). Diese zeitraubende Methode musste ich aufgeben. Für das übrige Gebiet beschränkte ich mich auf die am besten aufgeschlossenen Gebiete und legte ein möglichst engmaschiges Netz untersuchter Profile, die hier zum Teil veröffentlicht werden.

Die Auswertung des aufgesammelten Materials erfolgte am Geologischen Institut der ETH und der Universität Zürich.

Zur petrographischen Untersuchung der Gesteine wurden folgende Methoden angewendet:

1. Mikroskopische Untersuchung von ca. 100 Dünnschliffen.
2. Volumetrische Bestimmung des Kalk- und Dolomitgehaltes.
3. Schlämmung von Aufarbeitungsmergeln und Tonen.

Die gesammelten Fossilien konnten nur zum Teil bearbeitet werden (Cephalopoden, Bivalven und Echinodermen). Die Bestimmung der Brachiopoden aus den Varians-Schichten bzw. dem Calcaire roux sableux musste mangels Vergleichsmate-

rial zurückgestellt werden<sup>1)</sup>. Die Fossilien sowie 90 Schliffzeichnungen der Brachialapparate befinden sich in meiner Belegsammlung. Ebenso wird dort das Material aus dem eisenoolithischen Ober-Oxfordian aufbewahrt.

Zur Beschreibung unterteilte ich das Untersuchungsgebiet nach geographischen und stratigraphischen Gesichtspunkten in folgende fünf Zonen (vgl. Figur 1):

- I. Das Callovian zwischen Blauen- und Weissenstein-Antiklinale.
- II. Das Callovian zwischen Delsberger Becken und Montoz-Antiklinale.
- III. Das Callovian der Chasseral-, Mont-d'Amin-, La Tourne-Antiklinale.
- IV. Das Callovian der Freiberge.
- V. Das Callovian im nördlichen Untersuchungsgebiet. (Plateau de Maiche, Clos du Doubs-Antiklinale und Umgebung von St-Ursanne.)

Die Begrenzung der Zonen, die in der Arbeit angeführten Profile und der Verlauf der Profilserien sind auf Figur 1 angeführt.

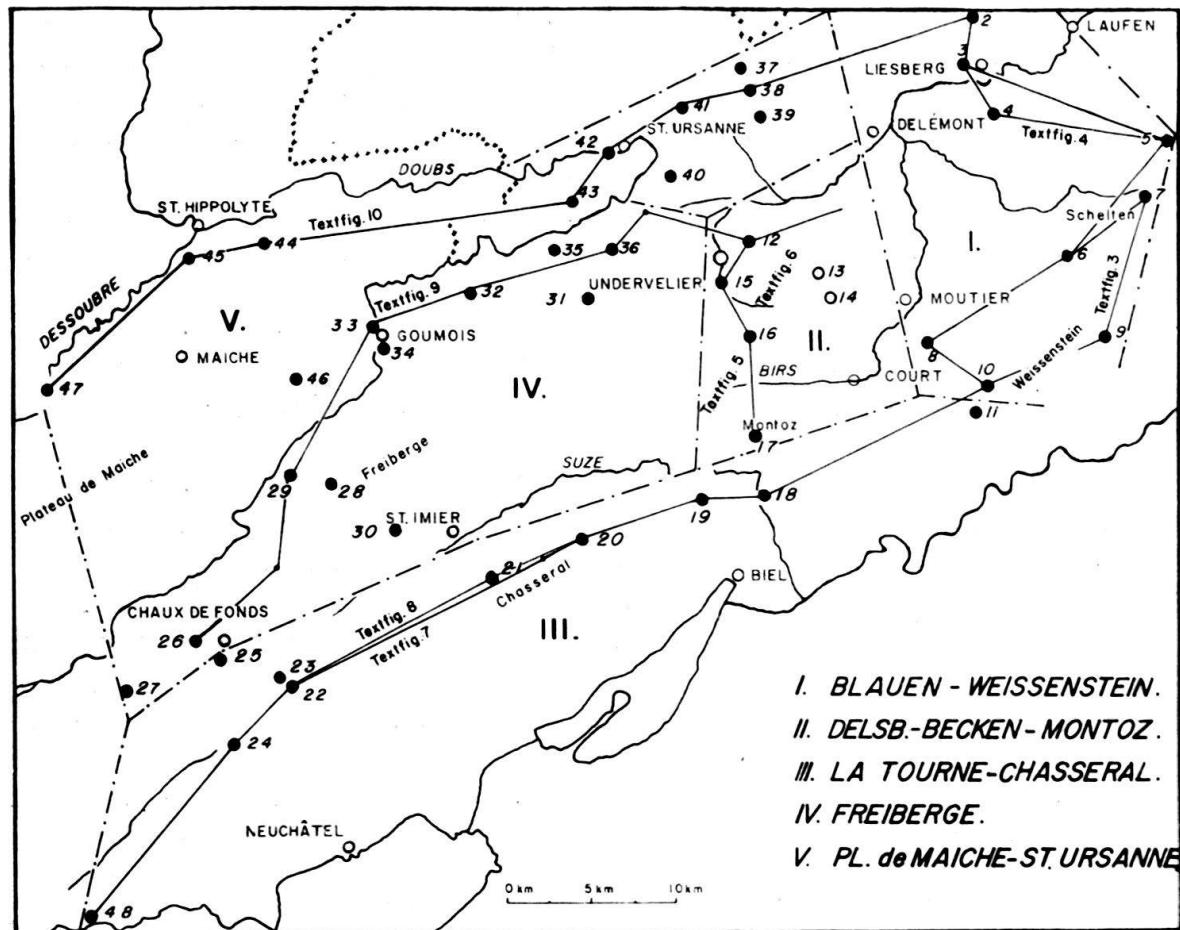


Fig. 1. Topographische Lage der aufgenommenen Profile

<sup>1)</sup> Dem Vernehmen nach hat M. MILLIOUD (z. Z. Algier) mit der Bearbeitung dieser Brachiopodenfauna begonnen, doch ist seine Arbeit offenbar nie abgeschlossen worden.

### E. LITHOLOGISCH-STRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DES CALLOVIAN<sup>2)</sup> IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die Gliederung des Untersuchungsgebietes geht aus dem beigelegten Schema (Figur 2) hervor und soll hier nur kurz besprochen werden.

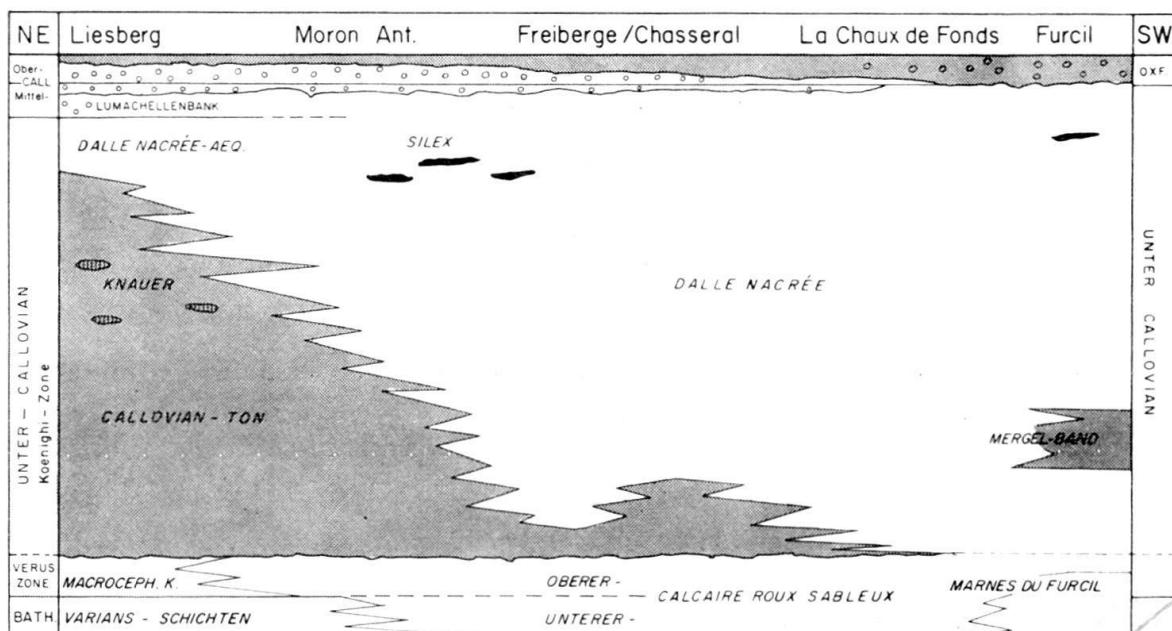


Fig. 2. Schematische Darstellung der lithologisch-stratigraphischen Entwicklung des Callovian

#### 1. Die Macrocephalenkalke bzw. der oberste Calcaire roux sableux

Die fossilreichen Macrocephalenkalke des östlichen Untersuchungsgebietes bestehen aus limonitreichen, plattigen bis knolligen Calcareniten und gelblichen, tonigen Mergeln.

Im W gehen die geringmächtigen Schichten in den obersten Calcaire roux sableux über.

#### 2. Die Callovian-Tone bzw. die Hauptmasse der Dalle nacrée.

Diese bedeutendste Serie des Callovian ist starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen. Im E dominieren die fetten, blaugrauen Callovian-Tone. Diese gehen vertikal, gegen W auch lateral in die Dalle nacrée über.

#### 3. Die Lumachellenbank

Die Lumachellenbank des östlichen Untersuchungsgebietes stellt einen Kondensationshorizont dar, der stellenweise sehr fossilreich ist. Im W gehen die harten, limonitreichen Kalke in die obersten Dalle nacrée-Schichten über.

<sup>2)</sup> In der vorliegenden Arbeit wird für geologische Stufennamen durchwegs die Endung «-ian» verwendet, wie sie auf Anraten von Herrn Prof. R. TRÜMPY am Geologischen Institut der ETH gebräuchlich ist. Herr Prof. TRÜMPY stützt sich dabei auf die Beschlüsse des Geologenkongresses von Bologna 1881, wo für die Stufenbezeichnungen im deutschen Sprachgebiet die Endung «-ian» eingeführt wurde (DEWALQUE, 1881).

#### 4. Die eisenoolithischen Schichten des Mittel- und Ober-Callovian

Der an der Basis und im Dach stellenweise konglomeratische Horizont ist selten mehr als 1 Meter mächtig. An einzelnen Stellen (Chasseral- Mont-d'Amin- LaTourne-Antiklinale und südlich und westlich von La Chaux-de-Fonds) fehlt er; an seine Stelle tritt dort eisenoolithisches und toniges Ober-Oxfordian.

Die Serie ist vielerorts fossilreich.

Abkürzungen:	Calcaire roux sableux	Crs
	Macrocephalenkalke	MK
	Callovian-Ton	CT
	Dalle nacrée	DN
	Lumachellenbank	LB
	Durchmesser	Ø
	Koordinate	Ko.

#### I. Das Callovian zwischen der Blauen- und der Weissenstein-Antiklinale

(Figur 3 mit Detailprof. 2, 3, 5, 6, 7, 9; Figur 4 mit Prof. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10;  
Prof. 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 im Text beschrieben, S. 76-86)

Dieser östlichste Abschnitt des Untersuchungsgebietes erstreckt sich nördlich des Delsberger Beckens über die Blauen-, Movelier- und östliche Vorbburg-Antiklinale. Südlich davon umfasst er die östliche Vellerat-Kette, die Raimeux-, Graity- und Weissenstein-Antiklinale

Das Callovian wird in diesem Raum in die folgenden fünf Schichtgruppen gegliedert:

1. Die Macrocephalenkalke, die faziell mit den Variansschichten, bzw. mit dem Calcaire roux sableux im Liegenden, verbunden sind.
2. Die Callovian-Tone.
3. Die Dalle nacrée, oder ihre mergelig-kalkigen Äquivalente.
4. Die Lumachellenbank.
5. Die Eisenoolithe.

Die Faziestypen 1-3 fallen in die Macrocephalen-Zone. Typ 4 und zum Teil 5 repräsentieren die Anceps-Zone. Die Athleta-Zone (= Zone des Kosmoceras spinosum) umfasst die Eisenoolithe des Typs 5, bzw. deren oberen Teil.

#### A. DAS UNTER-CALLOVIAN

Die Grenze Callovian-Bathonian liegt innerhalb des Calcaire roux sableux, bzw. der Variansschichten. Der Calcaire roux sableux (THURMANN, 1832) besteht aus braunroten, limonitreichen, kalkigen Mergeln, die mit ruppigen bis knauerigen, lumachellösen Calcareniten wechseltlagern. Die Mächtigkeit der Bänke schwankt zwischen 5 und 50 cm. Die Schichtflächen dicker Bänke sind oft ausgewaschen, von Limonitkrusten überzogen, oder mit Austern beplastert. Im frischen Zustand ist das Gestein blaugrau bis schwarzbraun. Sowohl die Mergel als auch die Kalke sind durchsetzt von Crinoiden- und Echinidenträmmern. Bei den Brachiopoden dominiert *Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.). Pectiniden und Austern sind die häufigsten Bivalven, während Trigonien und Myen eher zurücktreten. Die Varians-Schichten

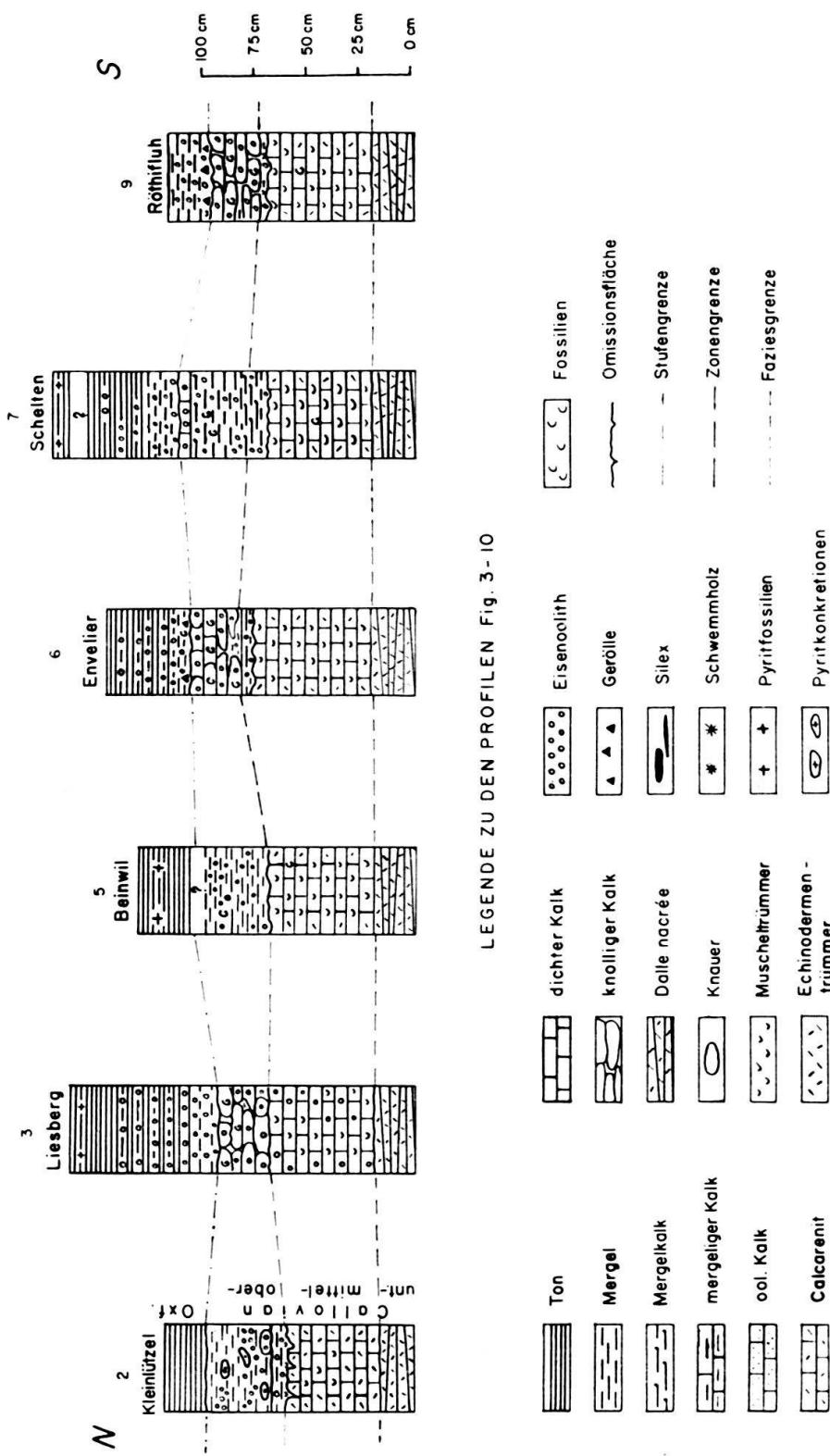


Fig. 3. Detailprofile des Mittel- und Obercallovian zwischen Blauen-Antiklinale und Weissenstein und General-Legende zu den stratigraphischen Profilen 3-10.

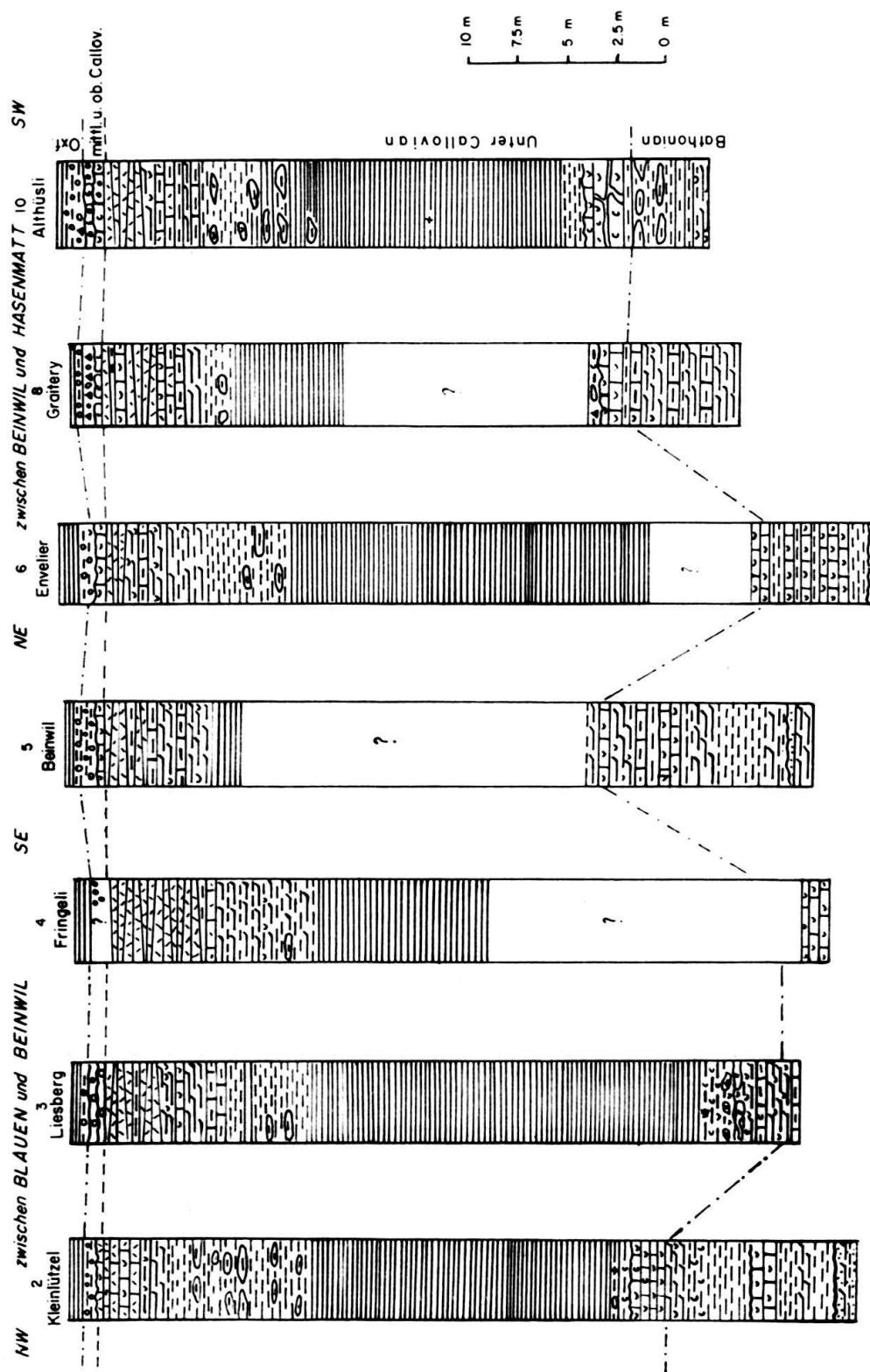


Fig. 4. Callovianprofile zwischen Blauen und Hasenmatt (E-Rand des untersuchten Gebietes)

(MÖSCH, 1867) setzen sich zusammen aus tonigen bis kalkigen, braungrauen Mergeln, die mit knauerigen oder schlecht gebankten, oft porösen Mergelkalken wechsellagern. Charakteristisch für die Fazies ist der ausserordentliche Reichtum an Brachiopoden, wobei besonders *Rhynchonella varians* (non v. SCHL.) auct. = *Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.) hervorsticht. In zweiter Linie treten Pholadomyen, Pleuromyen und Trigonien auf. *Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.), Echiniden und Crinoidentrümmer sind seltener.

Beiden Faziestypen sind «scheinbar» eisenoolithische Schichten eigen. Die nähere Untersuchung zeigte aber, dass es sich um Bänke handelt, in denen der organische Detritus vererzt ist.

Die westliche Calcaire roux sableux-Provinz und die mehr östliche Varians-Provinz überschneiden sich im östlichen Untersuchungsgebiet. Der Übergang ist nicht kontinuierlich. Über der angebohrten Schichtfläche des Ferrugineusoolith stösst die Varians-Fazies weit nach W vor. Sie ist bei Movelier aufgeschlossen (Ko. 590550/250800). In den mittleren Varians-Schichten schalten sich plötzlich ruppige Calcarenite ein, die sich bis weit nach E verfolgen lassen (Prof. 2, Nr. 3; Ko. 609900/257650, SW Rne. Tschöpperli; Ko. 607700/248000, S Büscherach; Ko. 610900/243100, Schelten usw.). Nach dieser ausgeprägten Calcaire roux sableux-Phase dominieren erneut die Variansmergel. Diese werden jedoch nicht wie im Liegenden durch eine plötzlich einsetzende Calcarenit-Phase abgelöst, sondern sie gehen kontinuierlich in limonitreiche Mergel über, die mit dünnbankigen Calcareniten wechsellagern. An der Wende vom Bathonian zum Callovian gleicht sich die Sedimentation in den beiden Faziesgebieten aus. Gleichzeitig fand offenbar ein Milieuwechsel statt, worauf sich an Stelle der Brachiopoden eine reiche Ammonifauna entfaltete.

## 1. Die Macrocephalenkalke

Die wenigen Aufschlüsse dieses geringmächtigen Horizontes liegen bei der Rne. Tschöpperli (Prof. 1), NE Kleinlützel (Prof. 2), in der Tongrube von Liesberg (Prof. 3), S Büscherach (Ko. 607700/248000), an der Passwangstrasse (Prof. 5), SE Envelier (Prof. 6), Vorder Erzberg (Ko. 612000/243500), Graity (Prof. 8), Röthifluh (Prof. 9), Althüsli (Prof. 10). Die Basis der Macrocephalenkalke ist selten aufgeschlossen. Am besten konnte sie am neuen Feldweg NE Kleinlützel studiert werden. Die obersten Variansmergel sind kalkig und wechsellagern mit dunkeln, braungrauen, knolligen Mergelkalken. Vereinzelt schalten sich dünne Calcarenitbänklein ein, die Macrocephaliten enthalten. Ein Sedimentationsunterbruch oder gar eine Erosionsfläche wurde nicht beobachtet. Im Hangenden verschwinden die knolligen Mergelkalke und an ihre Stelle treten spätere, pseudoeisenoolithische Kalke, die mit limonitreichen Mergeln wechsellagern. Die Entwicklung der Macrocephalenkalke ist von Aufschluss zu Aufschluss verschieden. An einer Stelle sind die Kalke plattig, an der andern dickbankig oder knauerig. Stets sind die Schichten limonitreich. Echte Eisenoolithe wurden keine festgestellt. In den Schichten liegen stellenweise massenhaft Bivalven, deren Steinkerne meistens stark aufgelöst und häufig von Limonitkrusten überzogen sind. Die Macrocephaliten sind weniger häufig. Sie wurden jedoch an jedem Aufschluss festgestellt. Die Brachiopoden

treten stark zurück. *Rhynchonelloidella alemanica* und *Acanthothyris spinosa* wurden stets festgestellt. Die Aufschlüsse von Liesberg (Prof. 3) und Kleinlützel (Prof. 2) sind besonders fossilreich.

Die Mächtigkeit des Horizontes schwankt zwischen 1,8 m und 3,5 m.

Eine scharfe Omissionsfläche trennt die Macrocephalenkalke von den Callovian-Tonen im Hangenden. Dieser plötzliche Umschlag von kalkiger zu toniger Fazies liegt also innerhalb des Unter-Callovian.

## 2. Die Callovian-Tone

Die zweite Schichtgruppe des Unter-Callovian ist sehr selten aufgeschlossen. Im allgemeinen bilden sie seichte, wenig sumpfige Comben, die durch eine schmale Dalle nacrée-Rippe von den Oxfordian-Comben getrennt sind. Die besten Aufschlüsse befinden sich gegenwärtig bei Kleinlützel (Prof. 2), in der Tongrube von Liesberg-Dorf (Prof. 3), NW der Röthlifluh (Prof. 8 p. p.) und bei Ko. 604150/241570, SE Hint. Weissenstein (Basis).

Über der ausgewaschenen Oberfläche des Calcaire roux sableux (Macrocephalen-Kalke) liegen dunkle, rötliche bis violette oder olivgrüne, tonige Mergel, die stark abgerollte Macrocephaliten, kleine limonitische Gerölle und bis faustgrosse, unregelmässig schalige Limonitkonkretionen führen. Letztere enthalten ebenfalls Ammonitenfragmente (Prof. 2, Nr. 6; Prof. 3, Nr. 4; SE Hint. Weissenstein). Es folgen graue, pyritreiche Tone mit vereinzelten Macrocephalitenfragmenten. Bei Kleinlützel gehen sie in fette, blauschwarze Tone über, in Liesberg dagegen werden sie von grauem Ton abgelöst, der einige bis kopfgrosse, graue Kalkknauer mit Macrocephaliten enthält. [*Macrocephalites (Indocephalites) sphaericus* (GREIF) JEANNET.] Ein Teil der Ammoniten ist pyritisiert (Prof. 3, Nr. 6). Die folgende Schicht enthält nur noch vereinzelte, pyritisierte Ammoniten und teils pyritisiertes, teils verkohltes Schwemmmholz. Die Basisserie der Callovian-Tone ist bei Kleinlützel 0,7 m mächtig, in Liesberg 1,5 m und SE Hint. Weissenstein 60 cm. Die eigentlichen Callovian-Tone sind fossilarm. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 15 und 25 m. Genaue Angaben sind nicht möglich, da die plastischen Tone durch die tektonischen Bewegungen stark beeinflusst wurden und ausserdem in geneigtem Gelände meistens verrutscht sind. In den obersten Schichten liegen gelblich anwitternde, sehr harte Kalkknauer, die auch in stark bewachsenem Gelände leicht erkennbar sind. Besonders stark ist die Knauerserie in der Weissenstein-Antiklinale entwickelt (Prof. 9, Nr. 6). Beim Durchstich des Weissenstein-Tunnels wurden auch in diesen Schichten Macrocephaliten festgestellt. (BUXTORF, ROLLIER und KUENZLI, 1908; L. ROLLIER, 1910).

## 3. Die Dalle nacrée und ihre Äquivalente

Der Übergang von den Callovian-Tonen zu den Calcareniten im Dach des Unter-Callovian ist gleitend. Die Tone werden gelblich und mergelig. Die grossen Knauer treten zurück. An ihre Stelle treten knauerige, dünne Mergelkalklagen, die mit graugelben Mergeln wechsellagern. Die Mächtigkeit der Mergelschichten nimmt rasch ab. Die dünnen, porösen Mergelkalke werden dichter, leicht spätig und gehen in 5–15 cm mächtige Calcarenite über. Zwischen den harten Platten liegen noch

vereinzelte, nur wenige cm mächtige Mergellinsen. Selbst in den östlichsten Aufschlüssen sind einzelne Calcarenit-Bänke als typische Dalle nacrée entwickelt (Hinterhärd/Platten, Prof. 1, Nr. 7; Liesberg, Prof. 3, Nr. 11; Untere Säge, Prof. 5, Nr. 5). In den übrigen Aufschlüssen des östlichen Untersuchungsgebietes wurden zusammenhängende Dalle nacrée-Pakete von 1,5–3,5 m Mächtigkeit festgestellt. Die Gesamtmächtigkeit des obersten Unter-Callovian beträgt höchstens 10 m. Eine undeutliche Omissionsfläche schliesst das Unter-Callovian ab (Kleinlützel, Liesberg, Röthifluh, SE Hint. Weissenstein).

Gute Aufschlüsse fein- bis grobspätiger Dalle nacrée befinden sich bei Kleinlützel (Prof. 2, Nr. 11); Fringeli (Ko. 603650/246800); SE Envelier (Prof. 6, Nr. 10); SE Hint. Weissenstein (Ko. 604150/241570); und Althüsli (Prof. 10, No. 10).

In den Mergeln, Mergelkalken und Calcareiten sind Fossilien ausserordentlich selten. In Liesberg (Prof. 3) und bei Kleinlützel (Prof. 2) wurden vereinzelte Perisphinctenfragmente beobachtet. L. ROLLIER (1911) erwähnt Macrocephaliten aus dem heute vollständig verwachsenen Aufschluss von Liesberg-Mühle.

## B. DAS MITTEL- UND OBER-CALLOVIAN

(Figur 3, S. 65)

Im Hangenden der 15–35 m mächtigen Macrocephalen-Zone liegen die auf 0,5–1,5 m Mächtigkeit reduzierten Anceps-Athleta-Schichten. Sie werden im östlichen Untersuchungsgebiet durch zwei Fazies-Typen repräsentiert:

1. Die Lumachellenbank<sup>3)</sup>
2. Die eisenoolithischen Mergel und Kalke.

### 1. Die Lumachellenbank

Die Schicht ist 35–50 cm mächtig, ruppig und braunrot anwitternd. Im frischen Bruch ist das Gestein stahlgrau und von gelben Kalzitadern sowie groben, gelben oder braunen Bivalventrämmern durchsetzt. Die Oberfläche der Bank ist stets stark ausgewaschen, von Furchen durchzogen und stellenweise von Limonitkrusten überzogen.

Die Lumachellenbank liegt über den obersten Dalle nacrée-Platten und ist von ihnen durch eine undeutliche Omissionsfläche getrennt.

Die Schicht ist an folgenden Stellen gut aufgeschlossen: NE Kleinlützel (Prof. 2), SSW Liesberg (Prof. 3), SW Untere Säge (Prof. 5), SE Envelier (Prof. 6), ENE Vorder Erzberg (Ko. 612000/243500), Graity (Prof. 8), NW Röthifluh (Prof. 9), SE Hint. Weissenstein (Ko. 604150/241570).

<sup>3</sup> In mehreren Arbeiten (A. BUXTORF, 1908; W. DELHAES und H. GERTH, 1912; A. ERNI, 1934) figuriert die Schicht unter dem Namen «Spatkalk». Dieser Name ist ungeeignet, da die oberen Württembergicusschichten des Aargauer Jura bereits seit längerer Zeit als Spatkalk bezeichnet wurden. Ich schlage daher Lumachellenbank vor. Als neue Typuslokalität wird der Aufschluss SW Untere Säge, Beinwil (Ko. 608850/245670) vorgeschlagen, da die von A. BUXTORF beschriebene Spatkalkbank im Weissensteintunnel nicht mehr zugänglich ist.

Wie aus den angeführten Profilen hervorgeht, erstreckt sich die Lumachellenbank über das ganze östliche Untersuchungsgebiet. Es soll daher an dieser Stelle nur auf zwei besonders interessante Aufschlüsse hingewiesen werden.

L. ROLLIER (1911) hat das Mittel- und Ober-Callovian von Liesberg-Mühle eingehend untersucht und stellte fest, dass die Anceps- und Athleta-Schichten nicht voneinander zu trennen seien. Die Angaben L. ROLLIERS können, der ungünstigen Aufschlussverhältnisse wegen, nicht mehr nachgeprüft werden. Dagegen ist gegenwärtig SSW Liesberg-Dorf ein ausgezeichnetes Profil aufgeschlossen (Prof. 3, Nr. 12–15).

Die calcarenitischen bis mergelkalkigen Äquivalente der Dalle nacrée werden in Liesberg durch eine undeutliche Omissionsfläche, die von dünnen Mergelblättern überzogen ist, abgeschlossen. Darüber liegt, 55 cm mächtig, die Lumachellenbank. Das Gestein wittert gelb bis braun an und ist von zahllosen Bivalven und Ammoniten durchsetzt, die jedoch meistens abgerollt und teilweise zertrümmert sind. Abweichend von der Normalfazies ist die Lumachellenbank von Liesberg schwach eisenoolithisch. Die Ooide sind sehr klein und wolkig ins Gestein gestreut oder in Nestern angereichert. Die Oberfläche der Schicht ist ausgewaschen und mit Bivalven, Gasteropoden und, etwas zurücktretend, Ammoniten beplastert. Trotz dem schlechten Erhaltungszustand der Fossilien stellte ich fest, dass die Schicht weder *Peltoceras*, noch *Erymnoceras*, noch *Collotia* enthält. Ausser schlecht erhaltenen Hecticoceraten wurden *Reineckeia*, *Reineckeites* und Perisphinctiden beobachtet. Diese Tatsache bewog mich, die hier eisenoolitische Lumachellenbank der Anceps-Zone zuzuweisen, die ja von der Athleta-Zone durch einen ausgeprägten «Hard Ground» getrennt ist.

Der zweite, fossilreiche Aufschluss liegt, leicht zugänglich, an der Hauptstrasse Erschwil-Beinwil (Unt. Säge, Prof. 5). Die Lumachellenbank, welche mit den Äquivalenten der Dalle nacrée eine Terrainkante bildet, wurde, wie schon erwähnt, von A. WAIBEL (1925) irrtümlicherweise den Macrocephalenschichten zugewiesen. Die 50 cm mächtige Schicht hebt sich scharf von den dünnplattigen Calcareniten im Liegenden ab. In frischem Zustand ist das Gestein stahlgrau, feinspätig und von groben, gelben bis braunroten Kalzitadern und teilweise limonitisierten Bivalventrümmern durchsetzt. Die Oberfläche der Bank ist höckerig, ausgewaschen und von zahlreichen Bivalven, Gasteropoden und Ammoniten besetzt. Die Ammonitenfauna setzt sich aus niedermündigen Macrocephaliten, Reineckeien, Reineckeiten und Perisphinctiden zusammen (*Macrocephalites [Indocephalites] sphaericus* [GREIF] JEANNET; *Reineckeia anceps* [REIN.]).

Der Vergleich mit der Lumachellenbank von Liesberg ergibt folgende Resultate: Hier wie dort liegt die Schicht über den Dalle nacrée-Äquivalenten und ist von ihnen durch eine mehr oder weniger deutliche Omissionsfläche getrennt. Die Bank wird an jedem Aufschluss durch eine Omissionsfläche oder sogar eine Erosionsfläche abgeschlossen. Sowohl in Liesberg, als auch bei Beinwil liegen abgerollte Ammonitensteinkerne neben wohlerhaltenen Exemplaren. *Reineckeia* und *Reineckeites* treten in beiden Aufschlässen auf. Vertreter der Athleta-Zone fehlen. Die Horizonte unterscheiden sich petrographisch durch das Auftreten von Eisenooiden in Liesberg und paläontologisch durch das Erscheinen von Macrocephaliten in der Lumachellenbank von Beinwil. Der Faziesunterschied zwischen den beiden

Schichten scheint gross zu sein. Die Untersuchung (Prof. 5, Nr. 8) ergab aber, dass ein Grossteil des organischen Materials auch in Beinwil vererzt ist. Von der Vererzung bis zur Bildung von Eisenooiden ist in calcarenitischen Material ein kleiner Schritt. Wahrscheinlich genügt schon ein periodisches Aufwirbeln des Sedimentes, z.B. infolge geringerer Meerestiefe, um die Ooidbildung zu ermöglichen (L. DÉVERIN, 1945). Der scharfe Fazieswechsel im Hangenden der dünnbankigen Calcarenite, die zahlreichen, teils abgerollten, teils wohlerhaltenen Fossilien und das gleichzeitige Auftreten von Ammoniten verschiedener Zonen in der gleichen Schicht beweisen, dass die Lumachellenbank ein Kondensationshorizont ist. Die sehr langsame Sedimentation setzte, nach einem kurzen Unterbruch im obersten Unter-Callovian, an der Wende zum Mittel-Callovian wieder ein und wurde erst wieder im obersten Mittel-Callovian unterbrochen. Dass die Bank auch «echtes» Mittel-Callovian einschliesst, beweist der Fund einer kleinen *Reineckia anceps* (REIN.) in Beinwil. Die Parallelisation des eisenoolithischen Mittel-Callovian von Liesberg mit der ooidfreien Lumachellenbank im übrigen östlichen Untersuchungsgebiet scheint mir damit berechtigt zu sein.

## 2. Die eisenoolithischen Mergel und Kalke

Den Abschluss des Callovian bilden im östlichen Untersuchungsgebiet eisenoolithische Schichten, deren Mächtigkeit starken Schwankungen unterworfen ist.

Die Schichten sind in folgenden Aufschlüssen aufgenommen worden: Hinterhärd/Platten (Profil 1, Nr. 10–13); NE Kleinlützel (Profil 2, Nr. 14–16); SSW Liesberg (Profil 3, Nr. 13–15); SW unter Säge (Profil 5, Nr. 9); SE Envelier (Profil 6, Nr. 12–15); ENE Vorder Erzberg (Ko. 612000/243500); Graity (Profil 8, Nr. 8–11); NW Röthifluh (Profil 9, Nr. 9–12).

Die Serie ist sehr selten aufgeschlossen und meistens tiefgründig verwittert. Von zwölf an verschiedenen Orten angesetzten Schürfungen ergaben nur deren sechs brauchbare Resultate.

Ich beschreibe an dieser Stelle nur 3 Profile. Dies erlaubt, die im ganzen östlichen Untersuchungsgebiet ausgebildete Schicht genügend zu charakterisieren.

Über der ausgewaschenen Oberfläche der eisenoolithischen Lumachellenbank liegt in Liesberg (Profil 3) eine braunrot bis grauviolett anwitternde, 30 cm mächtige, eisenoolithische Knauerbank. Die Schichtflächen sind bauchig. Im frischen Bruch ist das Gestein grau und von wolzig eingestreuten, braungrauen Eisenooiden durchsetzt. Wie die Untersuchung des Dünnschliffes ergab, besteht der Ooidkern aus feinen Quarzsplitterchen und onkoidischen Gerölle. Die Ooide unterscheiden sich also schon genetisch von denjenigen, die in calcarenitischen Milieu (z.B. Dalle nacrée) gebildet worden sind. Der Kern jener Ooide setzt sich aus vererzten Schalentrümmern zusammen (vgl. S. 165).

Auf der angelösten Schichtfläche liegen zahlreiche wohlerhaltene Ammoniten. Nach der Art der Fossilisation lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Die erste Gruppe, umfassend alle Peltoceraten, die seltenen Reineckeiten und einen Teil der Collotien, besitzt hellgraue, pyritreiche und ooidarme, harte Steinkerne, die schwer vom Gestein zu lösen sind. Die zweite Gruppe, mit *Collotia*, *Cosmoceras* und *Hecticoceras*, besitzt weiche, eisenoidreiche, flache oder verbogene Steinkerne, die,

stark angewittert, lose in dünnen Mergellagen zwischen den Knauern liegen. Diese eisenoolithischen Mergel liegen stets in den Mulden der bauchigen Schichtfläche. Es könnte sich um die Relikte einer jüngeren, aber noch in der Athleta-Zone abgelagerten, eisenoolithisch-mergeligen Serie handeln, die während der Erosionsphase im untern Oxfordian aufgearbeitet wurde. Über der Erosionsfläche, die die Athleta-Schicht abschliesst, liegen 60 cm eisenoolithische Mergel, die an der Basis zahlreiche Belemnitrümmer enthalten, in ihrer ganzen Mächtigkeit aber von verbogenen, flachgepressten und zerbrochenen Hecticoceraten (*Campylites* sp.) durchsetzt sind. Der Ooidgehalt der Mergel nimmt gegen oben rasch ab. Sie gehen in fette schwarze Oxfordian-Tone über. An der Übergangszone treten vereinzelte Exemplare von *Quenstedtoceras* auf.

In der Rossmatte, SE Envelier, wurde das Ober-Callovian durch eine Schürfung freigelegt. Die Oberfläche der Lumachellenbank ist stark ausgewaschen und von tiefen Furchen durchzogen. Die Furchen und vereinzelte Bohrlöcher sind von fein-lumachellösen, limonitischen Mergeln ausgefüllt. Die Untersuchung der Schlammrückstände ergab, dass es sich um Reste submarin aufgearbeiteter eisenoolithischer und calcarenitischer Gesteine handelt. Über dem Basisschichtchen wechseln weinrote bis braune, eisenoolithische Mergel und knauerige Mergelkalke. Die Fauna setzt sich aus Peltoceraten, Hecticoceraten, Belemnitrümmern und Gastropoden zusammen. Ein Grossteil der Fossilien ist durch die Verwitterung zerstört worden. *Reineckia* wurden keine festgestellt. Die nur 25 cm mächtige Athleta-Schicht weist in ihrem Dach deutliche Aufarbeitungsspuren auf. Die gelben bis braunroten Tone im Hangenden sind an der Basis noch stark eisenoolithisch und von Belemnitrümmern durchsetzt. Der Ooidgehalt nimmt aber rasch ab und nach ca. 35 cm stellte ich normale, blauschwarze Renggeri-Tone fest.

Das dritte Profil wurde am Weg vom Weissenstein zum Balmberg NW der Röthifluh (Profil 9) erschürft. 100 m tiefer, am oberen Ende des Schafgrabens ist die Schicht in stark verrutschtem Gelände anstehend (vgl. ERNI, 1934).

Die Oberfläche der Lumachellenbank ist angebohrt und stark ausgewaschen. Sie wird von limonitreichen, von lumachellösem, calcarenitischen und eisenoolithischem Aufarbeitungsgrus durchsetzten Mergeln eingedeckt. Darüber folgen, nur 20 cm mächtig, schlecht gebankte, braunrot oder gelbbraun anwitternde, im Bruch graubraune, eisenoolithische Kalke. Das Schichtchen enthält zahlreiche Fossilien von charakteristisch ockergelber Farbe. Besonders häufig sind *Hecticoceras* und *Peltoceras*. *Reineckia* beobachtete ich keine. Die Oberfläche der Athleta-Schicht weist Aufarbeitungsspuren auf. In der folgenden Schicht enthalten gelbbraune eisenoolithische Mergel vereinzelte Gerölle aus der teilweise aufgearbeiteten Athleta-Zone. Die Mergel gehen im Hangenden in graue bis beigegebene, schwach eisenoolithische, mergelige Tone über, die Quenstedtoceraten enthalten. Die Mächtigkeit des Geröllhorizontes beträgt höchstens 10 cm, diejenige des gesamten, in der Weissenstein-Antiklinale reduzierten Oxfordian, 4 m (S-Schenkel) bis 6,5 m (N-Schenkel).

Vergleicht man diese drei Profile, so stellt man fest, dass die Faziesabfolge und die Fauna in diesen Aufschlüssen, wie auch in den anderen Profilen, dieselbe ist.

Im gesamten östlichen Untersuchungsgebiet, von der Blauen-Antiklinale bis zum Weissenstein, sind die eisenoolithischen Athleta-Schichten, mehr oder weniger mächtig, ausgebildet.

Zwischen der Lumachellenbank (Anceps-Zone) im Liegenden und den eisenoolithischen Kalken im Hangenden liegt eine Schichtlücke, die durch die Omissionsfläche im Dach der Lumachellenbank und durch die calcarenitischen-eisenoolithischen Aufarbeitungsmergel gekennzeichnet ist. Es bestehen keine Anzeichen dafür, dass der Sedimentationsunterbruch einer zeitlich begrenzten Emersion zuzuschreiben wäre. Die Schlämmerückstände enthalten oft wohlerhaltene Mikroorganismen. Ich nehme deshalb an, dass starke Meeresströmungen das noch unverfestigte Sediment erodiert haben. Sicher wurden auch schon eisenoolithische Sedimente aufgearbeitet. Der genaue Zeitpunkt für Beginn und Ende der Erosionsphase ist schwer festzustellen. Wahrscheinlich setzte die Erosion in den oberen Anceps-Schichten ein und erlosch an der Wende zum Ober-Callovian. Die Athleta-Zone und möglicherweise sogar ein Teil der obersten Anceps-Schichten wurden von der Erosion nicht mehr erfasst.

Eine zweite Schichtlücke trennt die Athleta-Zone vom Unter-Oxfordian. Die Omissionsfläche ist oft schlecht sichtbar, da stellenweise sowohl die Athleta-Schichten, als auch das Unter-Oxfordian aus eisenoolithischen Mergeln bestehen. In solchen Fällen deuten höchstens Anhäufungen von Belemnitenrostren auf einen Sedimentationsunterbruch hin. Im günstigsten Fall liegen an der Basis des Oxfordian kleine, eisenoolithische Gerölle (SE Envelier, NW Röthifluh). Auch hier nehme ich an, dass es sich um submarine Erosion handelte, die an der Wende Callovian-Oxfordian einen Teil der Athleta-Schichten aufarbeitete. Primär waren also sowohl die Anceps- als auch die Athleta-Schichten mächtiger. Die Strömungen haben wohl nur weiche, wenig oder gar nicht verfestigte Sedimente erodiert, also meistens kalkärmere, eisenoolithische Mergel, während lumachellloses, calcarenitisches Material, da rascher konsolidiert, mehr Widerstand leistete.

Die Intensität der Erosion ist auch von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig, die regional sicher grossen Schwankungen unterworfen war. Damit erklären sich auch die bedeutenden Unterschiede in der Mächtigkeit der Athleta-Schichten. Sie sind nicht durch verschiedene starke Schüttung, bzw. Sedimentation, sondern durch verschiedene, die Erosion fördernde oder hemmende Faktoren verursacht worden (Sedimentart, Konsolidationsgrad und Strömungsintensität).

In sämtlichen Aufschlüssen des östlichen Untersuchungsgebietes wurden *Peltoceras*, *Hecticoceras* und, etwas zurücktretend, *Reineckeites* festgestellt. Das Alter der Schicht, Ober-Callovian, bzw. Athleta-Zone, ist also gesichert. In der Nähe der Basis der Athleta-Schicht treten aber auch noch Vertreter der Anceps-Zone, zusammen mit Peltoceraten, auf. Diese Fossilien, *Reineckeia (Reineckeites) stuebeli* STEINM. (Erzberg) und *Reineckeia anceps* (REIN.) (Weissenstein, in A. ERNI, 1934), liegen in primärer Lagerstätte und sind gut erhalten. Das deutet darauf hin, dass die oben erwähnte Erosionsphase vor Beginn des Ober-Callovian abgeschlossen war. Eisenoolithe sind fast immer geringmächtige Ablagerungen langer Zeiträume und es ist daher nicht verwunderlich, wenn in solchen Kondensationshorizonten Vertreter benachbarter Zonen nebeneinanderliegen.

### C. LITERATURHINWEIS

Die ersten Angaben über das Unter-Callovian finden wir in den schon im historischen Rückblick erwähnten klassischen Arbeiten von J. THURMANN (1832), E. DESOR & A. GRESSLY (1859). Andere Beobachtungen sind niedergelegt bei C. MÖSCH (1867). Wieso J. B. GREPPIN die Dalle nacrée ins Bathonian stellte, geht aus seinen Profilen absolut nicht hervor. Er bemerkt, dass die Macrocephalenlenschichten die Eisenoolithe unterteufen, gibt aber im gleichen Abschnitt eine Profilbeschreibung (1870, p. 54), aus der eindeutig hervorgeht, dass die Macrocephalenkalke im Dach des Calcaire roux sableux stehen. Trotzdem könnte in diesem Profil die Erklärung liegen. Über den Macrocephalenkalken beobachtete er nämlich «Marnes grises et bleues à fossiles pyriteux». Diese Bezeichnung gebraucht J. B. GREPPIN auch für die Renggeri-Zone. Ausserdem erwähnt er mit keinem Wort die im östlichen Untersuchungsgebiet so mächtigen Callovian-Tone, die ebenfalls Pyritfossilien enthalten. Es ist durchaus möglich, dass GREPPIN diese zwei Tonkomplexe als dieselbe Serie betrachtete. In diesem Fall nämlich konnte er beim einen Aufschluss Macrocephaliten im Liegenden der Tone antreffen (Callovian-Tone/Macrocephalenkalke), am anderen Ort konnte er dagegen Macrocephaliten im Hangenden der Dalle nacrée, in der Lumachellenbank, feststellen, die ja im Liegenden der Renggeri-Tone und des «Fer sous-oxfordien» steht. 20 Jahre später hat E. GREPPIN (1894) den Irrtum seines Vaters korrigiert und dabei erstmals die drei Faziestypen des Unter-Callovian im Solothurner-, Basler- und Berner Jura beschrieben. A. TOBLER beobachtete 1899 in der Blauen-Antiklinale ebenfalls die Callovian-Tone und die Dalle nacrée. Über ihre stratigraphische Stellung war er sich nicht im klaren.

Von besonderer Bedeutung ist die Dissertation von M. MÜHLBERG (1900). Wie vor ihm schon C. MÖSCH (1867) im Aargauer Jura, weist auch er auf die Ähnlichkeit in der Gesteinsbeschaffenheit und Fauna zwischen den Macrocephalenkalken und den Variansmergeln hin. Aus der reichen Fauna der Variansschichten hebt er besonders *Clydoniceras discus* (Sow.) und *Oxycerites aspidoides* (Opp.) hervor. Bei der Beschreibung der Callovian-Tone weist er auf ihre Ähnlichkeit mit dem Terrain à Chailles hin und betont die weite Verbreitung der Serie, deren Mächtigkeit er mit 50 m etwas überschätzt. MÜHLBERG erkannte auch den gleitenden Übergang von den Callovian-Tonen zur Dalle nacrée, deren Mächtigkeitszunahme nach Westen und ihre oolithische Beschaffenheit im nördlichen Untersuchungsgebiet ihm ebenfalls bekannt war. Schliesslich beobachtete er im Solothurner Jura *Macrocephalites (Pleurocephalites) tumidus* (REIN.), sowohl in der obersten Dalle nacrée und ihren Äquivalenten, als auch in der Lumachellenbank.

Die auf der Überschätzung von Faziesgrenzen beruhende extreme Ansicht in Bezug auf die Untergrenze des Callovian hat L. ROLLIER (1911) mit Vehemenz verfochten. Wie aus mehreren Bemerkungen hervorgeht, war ihm die Beschränkung der Macrocephaliten auf den oberen Calcaire roux sableux wohlbekannt. Er liess sich aber von seiner vorgefassten Meinung nicht abbringen.

In den Aufschlüssen der Weissenstein- und der Graity-Antiklinale beobachtete L. ROLLIER die Callovian-Tone. Über ihre Verbreitung war er sich nicht im klaren und nahm an, dass sie sich bis «gegen» Liesberg ausdehnten. Leider sind die

von ihm beschriebenen Aufschlüsse von Liesberg-Mühle nicht mehr zugänglich. Seine Resultate stimmen in keiner Weise mit meinen Beobachtungen in der Tongrube von Liesberg-Dorf überein (Profil 3). Für den Calcaire roux sableux gibt er keine Mächtigkeitsangabe. Die Mächtigkeit der Macrocephalenschichten beträgt nach L. ROLLIER 12 m. Sie bestehen aus gleblichen bis grauen Mergeln und Mergelkalken mit vereinzelten Dalle nacrée-ähnlichen Zwischenlagen. Dazu bemerkt er: «Ce développement du Callovien est celui de tout le Jura soleurois.» (L. ROLLIER, 1911, p. 51). Im gleichen Werk publiziert er das Profil vom Althüsli mit einer Mächtigkeit von 30 m (excl. Calcaire roux sableux) und unter Ausscheidung von 15 m Callovian-Ton! Die scharfe Omissionsfläche zwischen Calcaire roux sableux-Fazies und der Callovian-Ton-Fazies ist ihm ebenfalls nicht bekannt. Er schreibt (p. 157): «Les Marnes calloviennes pyriteuses ... passent insensiblement vers la base à des marno-calcaires roux ou foncés en montagne...»

In den letzten Jahrzehnten wurden noch mehrere Arbeiten regionalgeologisch-tektonischer Natur veröffentlicht. Im stratigraphischen Kapitel dieser Dissertationen wird das Callovian meistens nur kurz behandelt. W. T. KELLER (1922) untersuchte das Gebiet nördlich des Delsberger Beckens. Die Stratigraphie des Callovian hat er kritiklos von L. ROLLIER übernommen. Die Blauen-Antiklinale wurde von P. BITTERLI bearbeitet, der auch das Callovian eingehend untersuchte (P. BITTERLI, 1945). Seine Untersuchungen stimmen mit meinen Befunden weitgehend überein.

Nach R. ELBER (1920) bildet das gesamte Callovian der östlichen Raimeux- und Vellerat-Antiklinale eine einförmige Serie von Mergeln und Mergelkalken. Anlässlich einer Schürfung bei Rossmatt (Profil 6) stellte ich fest, dass alle 3 Fazies-typen des Unter-Callovian normal ausgebildet sind.

Aus der Umgebung von Erschwil veröffentlichte A. WAIBEL (1925) folgendes Callovian-Profil: 10 m Varians-Schichten, 8 m Macrocephalenkalke, 3 m Anceps-Athleta-Oolith. Die Dalle nacrée beobachtete er noch in der Gegend von Ober-Fringeli (p. 4). Die Resultate A. WAIBELS beruhen auf einer Fehlinterpretation des Aufschlusses beim Sagengut (= SW untere Säge, Profil 5). Die von ihm den Macrocephalenkalken zugeschriebenen, eine Terrainkante bildenden Schichten sind die mergelkalkigen bis calcarenitischen Äquivalente der Dalle nacrée. Sie werden von der fossilreichen Lumachellenbank des Mittel-Callovian überlagert. Die die Rippe flankierenden Comben werden im Liegenden durch die Callovian-Tone, im Hangenden durch die Renggeri-Tone gebildet.

Das Unter-Callovian der Weissenstein-Antiklinale ist dank dem Tunnelbau sehr gut bekannt geworden (BUXTORF, KÜNZLI & ROLLIER 1908; ROLLIER 1910 und 1911). Leider sind die Befunde aus dem Grenchenberg-Tunnel noch nicht veröffentlicht worden; ich konnte sie leider auch nicht einsehen und bin daher nicht in der Lage, meine Aufnahmen aus der Graity-Antiklinale mit anderen Profilen zu vergleichen (Profil 8). H. VOGEL (1934) hat die Tektonik der Graity und des Grenchenbergs untersucht. Die stratigraphischen Profile wurden in verschiedenen Callovian-Auf-schlüssen der Grenchenberg-Antiklinale aufgenommen und können nicht mit meinen Aufnahmen in der Graity verglichen werden.

L. ROLLIER (1898) hat die Lumachellenbank erstmals beschrieben. A. BUXTORF (1908) hat, wie schon erwähnt, den ungeeigneten Namen Spatkalkbank eingeführt.

In der Folge haben mehrere Autoren die Schicht beschrieben (L. ROLLIER, 1910; W. DELHAES & H. GERTH, 1912; P. STÄHELIN, 1924; A. ERNI, 1934). In seiner ausgezeichneten Arbeit hat A. ERNI auch die stratigraphische Stellung der Luma-chellenbank diskutiert und kommt zu folgendem Schluss: «Die Macrocephaliten, die anscheinend durchwegs niedrigmündigen Formen angehören, gehen bis ins Dach der Spatkalkbank. Es gehört also die Spatkalkbank noch den Macrocephalus-schichten an.» Er schränkt diese etwas rasche Begründung sofort mit dem Hinweis ein, dass Reineckeien sehr häufig vorkommen.

A. ERNI stellt fest (p. 13), dass die Fauna sehr gut mit der Mischfauna im fränkischen Raum übereinstimmt (R. MODEL, 1914). Auch in den in neuerer Zeit aufgenommenen Profilen Frankens wird die Übergangszone stets erwähnt (R. MODEL, 1935; O. KUHN, 1935; R. MODEL & O. KUHN, 1935). Die genannten Autoren weisen darauf hin, dass Macrocephaliten selbst in sicheren Ancepsschichten auftreten und damit noch über die Übergangszone an der Grenze vom Unter- zum Mittel-Callovian hinausreichen.

Die Eisenoolithe wurden schon in den Publikationen des letzten Jahrhunderts eingehend beschrieben (J. THURMANN, 1832; A. GRESSLY, 1841; E. DESOR & A. GRESSLY, 1859; u. a.). J. B. GREPPIN (1867 und 1870) führte den bis in die Neuzeit gebräuchlichen Namen «Fer sous-oxfordien» ein und definierte die Schicht wie folgt: «Cette assise comprend donc la zone à Ammonites athleta, ornatus, et les marnes à fossiles pyriteux.» Der Name sollte nicht mehr verwendet werden, da er irreführend ist. Die eisenoolithischen Gesteine des zentralen Jura sind nicht an eine bestimmte stratigraphische Zone gebunden, können also sowohl Ober-Callovian als auch Ober-Oxfordian sein.

Die ersten, genaueren Profile wurden von A. BUXTORF (1908) und L. ROLLIER (1908 und 1910) aufgenommen. Beim Bau des Weissensteintunnels wurde das Ober-Callovian mehrmals durchfahren. Die von L. ROLLIER damals bestimmten Fossilien wurden von A. BUXTORF (1908) veröffentlicht. Die Liste enthält meistens Vertreter der Athletaschichten. Dazu kommen einige Ammoniten aus dem unteren, stark eisenoolithischen Oxfordian. Reineckeien werden keine erwähnt. Aus der Tongrube von Liesberg-Mühle sind leider keine Detailprofile publiziert worden. L. ROLLIER (1911) äussert sich nur ganz allgemein über die eisenoolithischen Anceps-Athleta-Schichten. In der Weissenstein-Antiklinale hat A. ERNI (1934), wie schon erwähnt, mehrere ausgezeichnete Detailprofile aufgenommen. Seine Befunde stimmen, was die Anthletazone betrifft, vollständig mit meinen Beobachtungen überein.

#### D. DETAILPROFILE

1. Zusammengesetztes Profil des Callovian zw. Rne. Tschöpperli, Ko. 609300/257475 und Hinterhärd/Blatten, Ko. 608000/256475 (Blauen-Antiklinale)
  1. 4,0 m Gelbbraune bis rostrote, kalkige Mergel, wechsellagernd mit vereinzelten, 4–8 cm mächtigen Mergelkalklagen. Im frischen Bruch sind Mergel und Mergelkalke grau bis grauschwarz. Die Schichten sind reich an Brachiopoden und limonitisierten Bivalven.

*Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.)  
*Kallirhynchia platiloba* MUIR-WOOD  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Pleuromya* sp. indet.

- 2,0 m Verschüttet.
2. 2,0 m Limonitreiche, braunrote Mergel bis Mergelkalke.  
*Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.)  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Pholadomya* cf. *texta* AG.  
*Spondylopecten subspinosus* (v. SCHL.)  
*Trigonia (Lyriodon)* sp. indet.  
*Anabacia* sp. indet.  
(1–2 Variansschichten)
3. 3,5 m Beige bis braunrote, limonitreiche Calcarenite, im Bruch grau bis blaugrau und feinspätig. Dazwischen schalten sich einzelne dünne, kalkige Mergelbändchen. Die Schicht ist nur teilweise aufgeschlossen (Macrocephalenkalke).  
*Pholadomya* sp. indet.  
*Modiolus* cf. *tulipaeus* (LAM.)  
*Ctenostreon proboscideum* (Sow.)  
*Macrocephalites* sp. indet.
4. ca. 25 m Callovian-Tone. Der Übergang aus den Macrocephalenkalken ist nicht aufgeschlossen. Im Anriss des Steinbruches von Hinterhärd/Blatten sind die obersten 2 m der Serie sichtbar. Es sind fette, graue bis schwarze Tone mit vereinzelten grauen Kalkknauern.
5. 0,3 m Beige, feinspätig, 3–6 cm mächtige Mergelkalkbänklein, die mit dünnen tonigen Mergelbändchen wechsellagern.
6. 1,8 m Braunrote, im Bruch graublaue, plattige Calcarenite von grobspätig, leicht oolithischer Struktur. In unregelmässigen Abständen schalten sich 2–3 cm mächtige, tonige Mergelschichtchen dazwischen.  
Schlämmung: Die Mergel enthalten reichlich fein zerriebene Bivalven- und Crinoidentrümmer, seltener Bryozoenbruchstücke.
7. 1,4 m Braunroter, grobspätiger Calcarenit in Platten von 5–15 cm Dicke. In frischem Zustand ist das Gestein graublau und pyritreich. Zwischen den Platten liegen noch vereinzelte, nur millimeterdicke Tonlinsen.
8. 2,2 m Beiger bis braunroter, grobspätiger Calcarenit. Plattendicke 5–15 cm. Im Bruch ist das Gestein hell- bis stahlgrau. Vereinzelt wittern verkieselte Bivalven- und Echinidermenträümmer aus. (5–8 DN)
9. 0,3 m Lumachellenbank: Braunroter, feinspätiger Calcarenit, der von groben Bivalventrämmern, die häufig limonitisiert sind, durchsetzt ist. Die sehr harte Bank wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen.
10. 0,07 m Braunrote, eisenoolithische Mergel, die von feinem Schalengrus und calcarenitischem Aufarbeitungsmaterial erfüllt sind.
11. 0,4 m Braunroter, im Bruch grauer, eisenoolithischer Kalk. Die Eisenooide sind häufig in Nestern angereichert. Die Oberfläche der Schicht weist Erosionsspuren auf. Die Fossilien sind meist limonitisiert.  
*Reineckeites* sp. (Fragment)  
*Peltoceras* cf. *athleta* (PHIL.)
12. 0,2 m Gelbe, eisenoolithische Mergel, an der Basis mit eisenoolithischen Gerölle und aufgearbeiteten Belemniten.
13. Abnahme des Ooidgehaltes und Übergang der gelben mergeligen Tone in die fetten, blaugrauen Rengertone.

2. Profil am neuen Waldweg, Ko. 598600/253650, NE Kleinlützel (Figuren 3, 4 und 10).
  1. Ferrugineus-Oolith (ob. HR.) mit stark angebohrter Schichtfläche.
  2. 3,0 m Graue bis graubraune, pyritreiche Mergel mit vereinzelten dünnen, limonitreichen Mergelkalkzwischenlagen. Die Mergelerie (untere Variansschichten) ist an dieser Stelle sehr fossilarm.
  3. 1,2 m Zwei je 35 cm mächtige, harte und limonitreiche Kalkbänke, die durch eine 50 cm dicke, limonitreiche Mergelschicht von einander getrennt sind.  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
  4. 4,0 m Graue bis rostbraune Mergel, die mit rostroten, teils dünnbankigen, teils knauerigen Mergelkalken wechsellagern. Die Schichten sind reich an Brachiopoden:  
*Rhynchonelloidella alemanna* (ROLL.)  
*Kallirhynchia platiloba* MUIR-WOOD  
*Wattonithyris* sp. indet.  
*Pholadomya* cf. *ovulum* AG.  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Pleuromya* sp. indet.  
*Spondylopecten subspinosus* (v. SCHL.)  
*Lyriodon* sp. indet.  
*Modiolus* sp. indet.  
(2–4 Variansschichten)
  5. 1,8 m Beige bis braunrote, an der Basis mergelige, in den höheren Lagen leicht spatige Kalke. Der feine Bivalvendetritus ist durchwegs limonitisiert, wodurch das Gestein das Aussehen eines eisenoolithischen Kalkes erhält. Zwischen die einzelnen Kalkbänke schalten sich in unregelmässigen Abständen dünne Mergellagen, die von limonitisiertem Schalengrus durchsetzt sind. Die oberste Schicht weist deutliche Erosionsspuren auf. Die Serie ist fossilreich:  
*Macrocephalites compressus* (QU.)  
*Macrocephalites* cf. *verus* BUCKM.  
*Macrocephalites* sp. (zahlreiche Fragmente)  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Pholadomya* cf. *ovulum* AG.  
*Pholadomya* cf. *texta* AG.  
*Pleuromya* sp. (schlecht erhaltene Steinkerne)  
*Ceromya* sp.  
*Ctenostreum proboscideum* (SOW.)  
*Modiolus tulipaeus* (LAM.)  
(Macrocephalenkalk)
  6. 0,3 m Bunte, olivgrüne bis schmutzig-weinrote, tonige Mergel, die von Knauern und Bivalentrümmern durchsetzt sind. Die Knauer sind entweder kalkig, von grauer bis beiger Farbe, oder limonitreich, braunrot und konzentrisch geschalt. In beiden Typen wurden Fragmente vom Macrocephaliten festgestellt. Einer der Limonitknauer enthielt einen Pyritkern.
  7. 0,4 m Blaue, fette Tone, in denen noch vereinzelt stark limonitisierte Pyritkonkretionen liegen, die selten unbestimmbare Fragmente von *Macrocephalites* sp. enthalten.
  8. ca. 15 m Graue bis blaugraue, fette Tone. Eine genaue Mächtigkeitsangabe ist nicht möglich.
  9. 5,0 m Graue, schwach geschichtete, fossilleere, mergelige Tone. Sie enthalten graue bis beige Mergelkalkknauer.
  10. 3,0 m Graue bis graubraune fossilleere Mergel, die mit Kalkknauerlagen wechsellagern. Die länglichen Knollen sind beige oder grau und sehr hart. (6–10 CT)
  11. 2,5 m Rostrot anwitternde, im Bruch graue, dünnbankige bis plattige Calcarenite. Durch auswitternde, verkieselte Bivalven- und Echinodermenträümmer aufgerauhte Verwitterungsflächen. Zwischen den Platten liegen noch vereinzelte dünne Mergelschichtchen, die in der oberen Hälfte der Serie vollständig verschwinden (DN).

12. 0,25 m Lumachellenbank: Rostrot anwitternder, im Bruch graublauer, feinspätiger Calcarenit, der von groben Bivalventrämmern durchsetzt ist.

Dünnenschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch und von gelblicher Farbe.

Organischer Detritus: Echinodermenträmmen, deren Gitterstruktur meistens vererzt ist, dominieren. An zweiter Stelle folgen die Schalen von Bivalven und Brachiopoden sowie Spongiennadeln, deren Achsenkanal durch die Umkristallisation erweitert und limonitisch-tonig pigmentiert wurde.

Anorganische Komponenten: Detritischer Quarz ist sehr selten. Die wenigen Körper sind schlecht gerundet und erreichen einen Durchmesser von höchstens 0,06 mm. Limonitkörnchen liegen meistens an den Rändern des teilweise umkristallisierten organischen Detritus. Onkoidische Gerölle von grauer bis brauner Färbung enthalten häufig als Kern vererzte Echinodermenbruchstücke.

«*Cristellaria*» sp. indet.

Milioliden.

13. 0,2 m Gleiche Ausbildung wie Nr. 12. Durch sehr starke Erosion wurde die Bank in einzelne Platten aufgelöst. Bohrlöcher sind selten.

14. 0–0,1 m Feiner, limonitischer Mergel, der von Schalenträmmern und Kalkkörnern durchsetzt ist. Der Mergel erfüllt die Klüfte und Rinnen der obersten Lumachellenbank (Nr. 13). Wichtig ist das Auftreten vereinzelter zertrümmerter oder auch wohlerhaltener Eisenooide.

15. 0,3 m Tektonisch stark beanspruchte Schicht braunroter bis beiger, eisenoolithischer Mergel und Mergelkalke, die schlecht gebankt bis knauerig sind. Der Gehalt an Eisenooiden wie auch an Fossilien ist sehr gering. Die Schicht wird durch eine eisenoolithisch-tonige Schicht abgeschlossen, die abgerollte und zerbrochene Belemniten enthält (Unt. Oxf.).

16. Fette blaue Renggeri-Tone, mit selten Pyritkonkretionen.

### 3. Callovianprofil in der Tongrube, Ko. 598700/250125, SSW Liesberg (Figuren 3 und 4).

1. 8–10 m Variansschichten bzw. Calcaire roux sableux. Die beiden Faziestypen sind in dieser schlecht aufgeschlossenen Serie vermischt. Die Fauna ist reich an Brachiopoden. Harte, rostrot anwitternde Calcareitbänke wechseltlagern mit kalkigen, grauen bis braungrauen Mergeln.

2. 2,5 m Braunrote, im Bruch graue, leicht späte Kalke, die mit limonitreichen kalkigen Mergelschichten wechseltlagern. Das Gestein ist von Limonitschlieren durchzogen und einzelne Bänke sind pseudoeisenoolithisch.\*

Dünnenschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch und klar. Einzelne Flecken sind leicht gelblich verfärbt.

Organischer Detritus: Echinodermenträmmen sind meistens vererzt, wodurch die Gitterstruktur deutlich hervortritt. Brachiopoden-, Bivalven- und Gasteropodenträmmen sind ebenfalls häufig. Die Vererzung erfasst bei ihnen jedoch nur die Randpartien oder sehr feine Bruchstücke.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz in schlecht gerundeter, sehr feiner Fraktion (0,02–0,06 mm Ø). Limonitkörner sind meistens an den Rändern entmischter, umkristallisierter organischer Trümmer angereichert. Im frischen Gestein liegen reichlich sehr feine Pyritkristallchen.

*Cristellaria* sp. indet.

Die Schicht ist reich an Bivalven und Ammoniten, während die Brachiopoden stark zurücktreten. Die Fossilien sind selten gut erhalten.

*Macrocephalites verus* BUCKM. (= *M. macrocephalus* SCHLOTH. ?)

*Macrocephalites* sp. indet. (zahlreiche, stark angelöste Ex.)

Perisphinctiden (Fragmente)

*Pholadomya bucardium* AG. (häufig)

*Pholadomya* cf. *texta* AG.

*Pholadomya* cf. *ovulum* AG.

*Ctenostreon proboscideum* (Sow.) (sehr häufig)

*Spondylopecten subspinosus* (v. SCHL.)

*Modiolus subaequiculus* (ROEMER)

*Modiolus* cf. *tulipaeus* (LAM.)

*Ceromya tenera* (Sow.)

*Pleuromya* sp. indet.

*Entolium spatulatum* (ROEMER)

*Pleurotomaria* sp. indet.

3. 0,3 m Braunrote bis graue, dichtgepackte, brotlaibförmige Knauer, die dichtgepackt eine Schicht mit buckliger stark angelöster Oberfläche bilden. Fossilien sind selten. In stark angewittertem Material wurden Fragmente von *Macrocephalites* sp. und Pleuromyen festgestellt.  
(2-3 Macrocephalenkalke)

4. 0,25 m Bunte, olivgrüne, graue und schmutzig-violette, tonige Mergel. Sie enthalten stark gerollte Fragmente von Macrocephaliten und vereinzelte, bis faustgrosse Limonitkonkretionen.

5. 0,50 m Graue bis blaugraue, mergelige Tone, die von Echinodermenträmmern durchsetzt sind. Daneben treten sehr dünne Mergelkalkblättchen auf, die von feinen Pyritkristallchen besetzt sind.

6. 0,3 m Graue Tone, durchsetzt von ei- bis kopfgrossen, sehr harten Kalkknauern von grauer bis beiger Farbe.

Dünnschliff durch einen Knauer: Grundmasse feinkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Echinodermenträmmen sind fast völlig umkristallisiert und haben ihre Gitterstruktur weitgehend verloren. Bivalventrämmen sind besser erhalten.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz ist in sehr feiner Fraktion vorhanden (0,02 mm Ø).

*Macrocephalites* sp. (mehrere unvollst. pyritis. Ex.)

*Macrocephalites* (*Indocephalites*) cf. *sphaericus* (GREIF) JEANNET

*Pholadomya fabacea* AG.

*Trigonia* (*Lyriodon*) *eningensis* ROLL.

7. 0,5 m Graublaue fette Tone mit vereinzelten, partiell pyritisierten Ammoniten und Rindenstückchen, die zu 40% aus kohlinger Substanz, 35% aus Kalk und 25% aus Pyrit bestehen.

*Macrocephalites* sp. indet.

*Choffatia* cf. *subbakeriae* (D'ORB.) (teilweise pyritisierte Fragmente)

*Choffatia* cf. *patina* (NEUM.)

8. 20-25 m Callovian-Tone, fett, grau bis schwarz. Sie enthalten keine Makrofossilien.

Schlammung: Organischer Detritus: Nur selten treten Trümmer von Echinodermen und Bryozoen auf.

Anorganischer Detritus: Der Anteil an detritischem Quarz (in der Fraktion über 0,02 mm) ist äusserst gering. Die wenigen Körnchen erreichen Durchmesser von höchstens 0,03 mm. Kleine Pyritkristallchen sind häufig.

Mikroorganismen: *Cristellaria tricarinella* REUSS.

*Cristellaria* sp., *Nodosaria* sp., Ostracodenschälchen (sehr häufig), Spongiennadeln (selten).

9. 4,0 m Mergelige, graue Tone. An der Basis liegen vereinzelte dünne Bänder mit braungelb anwitternden Knauern, die, an der Basis klein und schmal, im Hangenden bis kopf-gross werden. (4–9 CT)
10. 2,0 m Beige bis gelbbraun anwitternde, leicht späti ge, limonitreiche Kalke, die mit höchstens 10 cm mächtigen, grauen Mergellagen wechsella gern.
11. 4,2 m Braunrote, im Bruch graue, fein- bis grobspätige Calcaren ite. Wegen der auswitternden kalkigen und verki eselten Bivalven und Echinodermenträmm er ist die Oberfläche der dünnen Platten sandig anzufassen. In unregelmässigen Abständen schalten sich, besonders in der untern Hälfte der Serie, dünne Mergelschichtchen und Linsen tonigen Materials ein. Die Oberfläche des Horizontes ist leicht ausgewaschen.  
Perisphinctiden (zwei stark zersetzte Fragmente).  
(10–11 DN)
12. 0,55 m Beige bis gelbbraune, eisenoolithische Lumachellenbank. Die Eisenooide sind sehr klein und unregelmässig, wolfig im Gestein verstreut. Die auswitternden Fossilien sind im allgemeinen stark angelöst, häufig zerbrochen oder leicht gerollt. Besonders häufig sind Bivalven und Gasteropoden. Eine Omissionsfläche schliesst die Bank ab.  
*Entolium spatulatum* (ROE.)  
*Pecten* sp. indet.  
*Prospondylus pamphilus* (D'ORB.)  
*Pleurotomaria* sp. indet.  
*Reineckeia (Reineckeites) stuebeli* STEINM.  
*Reineckeia (Reineckeites)* sp. indet. (unbestimmbare Fragmente)  
*Hecticoceras* sp. indet. (unbestimmbare Fragmente)
13. 0,3 m Braunrot bis grauviolett anwitternde, eisenoolithische Bank mit stark ausgewascher ner, bauchiger Oberfläche, aus der sehr harte, hellgraue Ammonitensteinkerne her ausgewaschen sind. Im frischen Bruch ist das Gestein dunkelgrau. Die Eisenooide sind in Nestern angereichert, jedoch ohne dass sich die einzelnen Ooide berühren. Die Ammonitensteinkerne sind entweder arm an Ooiden und sehr hart, oder stark eisenoolithisch, weich und meistens flachgedrückt (Ober-Callovian).  
Dünn schliff: Grundmasse feinkristallin, kalzitisch.  
Organischer Detritus: Feiner Echinodermendetritus ( $\varnothing$  bis 0,4 mm) und ver einzelle Bivalventrämm er.  
Anorganischer Detritus: Meistens schlecht gerundete Quarzkörnchen ( $\varnothing$  bis 0,04 mm).  
Haematitooide: Der Kern besteht entweder aus einem oder mehreren Quarz splitterchen, oder aus einem schwarzbraunen, onkoiden Geröll, oder aus einem Bi valvensplitter. Auch suzammengesetzte Kerne sind häufig (Verschiedene Bau- oder Aufarbeitungsperioden). Bei frischen Ooiden ist die Schalung regelmässig und kräftig. Infolge weitgehender Umkristallisation ist sie jedoch häufig verwischt.  
Mikroorganismen: Vereinzelt Cristallarien und Spongiennadeln.  
*Peltoceras athleta* (PHIL.) (sehr häufig)  
*Peltoceras (Metapeltoceras) baylei* PRIESER.  
*Collotia (Collotites) collotiformis* JEANN.  
*Collotia (Collotites) peticerci* JEANN.  
*Reineckeia (Reineckeites) hungarica* TILL.  
*Cosmoceras cf. spinosum* (Sow.) (ein schlecht erh. Fragment)  
Perisphinctiden  
*Hibolites hastatus* (DE BLAINV.)  
*Cyclocrinus macrocephalus* (QU.)
14. 0,6 m Grauer bis braungrauer, eisenoolithischer Mergel mit stets abnehmendem Ooid gehalt. An der Basis liegen häufig stark zertrümmer te Belemniten. Die Ammoniten sind sehr weich, meistens flachgedrückt und von einer feinen Pyrithaut überzogen, die nur im frischen Zustand sichtbar ist.  
*Campylites* sp. indet.  
*Quenstedtoceras* sp. indet.
15. Fette, blauschwarze Oxfordian-Tone mit vereinzelten Pyritfossilien.

5. Profil an der Passwangstrasse, Ko. 608850/245670, SW untere Säge bei Beinwil  
(Figuren 3 und 4).

Die Varians-Schichten liegen unter der Vegetation verborgen.

1. ca. 2,0 m Beige bis braunrote, leicht spätere, limonitreiche Kalke. Fossilien wurden im Anstehenden keine gefunden.

*Ctenostreum proboscideum* (Sow.)  
*Modiolus tulipaeus* (LAM.)  
(Macrocephalenkalke)

2. 15 m Blauschwarze Callovian-Tone, eine Combe bildend.

3. 2,0 m Graue, braungelb anwitternde, tonige Mergel, die längliche bis kopfgrosse, harte Kalkknauer enthalten.  
(2–3 CT)

4. 1,5 m Graue bis gelbe Mergel, die mit limonitreichen, dünnplattigen, mergeligen Kalken wechsellagern.

5. 1,3 m Braungelber, limonitreicher Calcarenit mit vereinzelten gelblichen Tonlinsen.

6. 0,5 m Kreuzgeschichteter, gelbbrauner, im Bruch grauer Calcarenit. Die Verwitterungsfläche ist infolge der auswitternden feinen Echinodermen- und Bivalventräümmer rauh anzufassen.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin und tonig-limonitisch pigmentiert. Durch Umkristallisation parteill grobkristallin und klar.

Organischer Detritus: Sowohl Echinodermen- als auch Bryozentrümmer sind meistens vererzt. Grösster Durchmesser der Komponenten: 1 mm. In zweiter Linie treten Brachiopoden- und Bivalventräümmer auf. Spongiennadeln sind selten, meist umkristallisiert und mit limonitisch pigmentiertem Achsenkanal.

Anorganischer Detritus: Quarz, fein verteilt mit 0,05 mm Ø. Limonitkörnchen sind Entmischungsprodukte umkristallisierten, organischen Detritus. Graubraune, onkoidische Gerölle sind wahrscheinlich koprogenen Ursprungs.

Mikroorganismen: Milioliden und Cristellarien (vererzt).

7. 0,7 m Kreuzgeschichteter, beiger, feinspätiger Calcarenit, in Bänken von 5–20 cm Dicke.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin, teils klar, teils limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Die Echinodermenräümmer sind meistens vererzt. Randlich einsetzende Umkristallisation hat sie teilweise entmischt. Schalengrus von Bivalven und Brachiopoden sowie Spongiennadeln mit erweitertem, limonitisch pigmentiertem Achsenkanal sind häufig (Ø des Detritus bis 1 mm).

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz in feiner, schlecht gerundeter Fraktion, Ø bis 0,04 mm. Limonitkörner liegen an den Rändern umkristallisierter Crinoidentrümmer. Graubraune onkoidische Gerölle erreichen Durchmesser bis 0,8 mm.

Mikroorganismen: Milioliden  
(4–7 DN)

8. 0,5 m Lumachellenbank: Braunroter bis grauer, ruppiger und zäher Kalk, der von zahlreichen, limonitisch verfärbten, groben Schalentrümmer durchsetzt ist. Die Bank wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen, aus welcher zahlreiche Molluskensteinkerne auswittern.

Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin und fleckig, limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Sowohl die groben Bivalventräümmer, als auch die feinen Crinidenbruchstücke sind meistens vererzt, teilweise jedoch schon entmischt. Sel tener sind Trümmer von Bryozoen und umkristallisierte Spongiennadeln.

Anorganischer Detritus: Feine, schlecht gerundete Quarzsplitter, Limonitkörnchen an den Entmischungsranden und in der Grundmasse und onkoidische Gerölle koprogenen Ursprungs von 0,8 mm Ø.

Mikroorganismen: Milioliden (vererzt).

*Reineckia anceps* (REIN.) (kleines Ex.)

*Reineckia (Reineckeites)* sp. indet. (mehrere abger. Ex.)

*Macrocephalites (Indocephalites) sphaericus* (GREIF) JEANNET.

*Macrocephalites* sp. indet. (mehrere Fragmente)

*Pleurotomaria* sp. indet.

*Trigonia (Lyriodon)* sp. indet. (mehrere Abdrücke)

9. 0,4 m Braunrote, stark eisenoolithische Mergel und Mergelkalke. Die Fossilien sind stark zersetzt. Das Dach der Eisenoolithe ist nicht aufgeschlossen.  
*Peltoceras* sp. indet.

6. Profil am Feldweg, Ko. 604350/239400, SE Envelier (Figuren 3 und 4).

1. 1,4 m Violettgraue, kalkige, limonitreiche Mergel.
2. 1,2 m Gelbgrau anwitternder, im Bruch graublauer, zäher feinspätiger Calcarenit. Die Oberfläche der Schicht ist leicht ausgewaschen.
3. 2,2 m Braunrote, ruppige Kalke. Bankdicke bis 40 cm. Sie wechsellagern mit limonitreichen, kalkigen Mergeln von 10–20 cm Mächtigkeit.  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
4. 5,1 m Graue bis rostrote, knauerige bis bankige Kalke und Mergelkalke, die mit dünnen grauen Mergelbändern wechsellagern.  
(1–4 Crs)
5. 1,5–2 m Unvollständig aufgeschlossene Serie gelbbrauner bis beiger, limonitreicher Calcarenite, die mit sehr dünnen Mergellagen durchsetzt sind. Fazies der Macr.-Kalke.  
*Ctenostreum proboscideum* (Sow.) (Schalentrümmer)
6. ca. 20 m Fette, blauschwarze Callovian-Tone. Der Übergang aus den Macrocephalenkalken ist nicht aufgeschlossen. Die Tone bilden eine sumpfige Combe.
7. ca. 5 m Graue Tone mit grossen, braunen Kalkknauern.  
(6–7 CT)
8. 2,0 m Braune, limonitreiche, leicht späte Mergelkalke, die mit gelbbraunen, kalkigen Mergeln wechsellagern.
9. 3,0 m Braunrot anwitternde, dünngebankte, Calcareite. In unregelmässigen Abständen schalten sich noch dünne, gelbbraune, tonige Mergellagen ein, die von feinem Schalengrus durchsetzt sind.
10. 1,2 m Beige bis gelbbraune anwitternder, kreuzgeschichteter Calcarenit. Die Mächtigkeit der Platten schwankt zwischen 5 und 15 cm.  
(8–10–DN)
11. 0,6 m Lumachellenbank: Braunrot anwitternde, zähe, ruppige Kalkbank, die von groben, oft limonitisierten Schalentrümmern durchsetzt ist. Im frischen Bruch ist das Gestein graublau. Die Oberfläche der Bank ist stark ausgewaschen und angebohrt.
12. 0,07 m Die Furchen und Bohrlöcher im Dach der Lumachellenbank werden von limonitreichem Mergel ausgefüllt.  
Schlämmung: Der organische Detritus dominiert. Er besteht zur Hauptsache aus feinem Bivalven- und Echinodermengrus. In zweiter Linie folgen Trümmer calcarenitischen und eisenoolithischen Ursprungs. Mikroorganismen sind selten und meistens limonitisiert. *Nummuliculina* sp., Ostracodenschälchen, kleine Haifischzähnchen.
13. 0,25 m Weinroter bis brauner, stark eisenoolithischer Mergel. Einzelne Partien sind etwas härter und knauerig. Das Dach der Schicht weist Aufarbeitungsspuren auf.  
*Peltoceras* cf. *athleta* (PHIL.) (ein Fragment)  
*Hecticoceras (Putealiceras)* cf. *punctatum* STAHL  
*Pleurotomaria* sp. indet.  
Belemnitrümmer  
(Ober-Callovian)

14. 0,35 m Gelbe, an der Basis stark eisenoolithische, leicht mergelige Tone. Der Ooidgehalt nimmt kontinuierlich ab.

An der Basis liegen stark abgerollte Belemnitrümmer angehäuft.

Schlammung: Die Tone sind durchsetzt von feinem Schalengrus. Foraminiferen und Ostracoden sind selten, meistens abgerollt oder teilweise aufgelöst. *Cristellaria* sp., *Epistomina* sp. indet. (typisch für Renggeri-Tone). Vereinzelte Haifischzähnchen.

15. Fette blaue Renggeri-Tone.

(14–15 Oxf.)

Die Schichten 10–15 wurden in der Wiese, 20 m oberhalb des Weges erschürft.

## 8. Zusammengesetztes Profil der Aufschlüsse in der Graity-Antiklinale, Ko. 598400/234550, 597560/23395, 537950/234050 (Figur 4).

1. Variansschichten: Graue, kalkige Mergel, die mit braunrot anwitternden, harten, limonitreichen Calcareiten wechsellagern.

(Calc. roux sableux)

*Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.)

*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)

*Holectypus depressus* (LESKE)

*Pholadomya bucardium* Ag.

2. 2,0 m Macrocephalenkalke: Braunrote bis gelbbraune, schlecht geschichtete, limonitreiche Kalke, die mit gelbbraunen Mergeln wechsellagern. Die Schicht ist nur dürtig aufgeschlossen.

*Macrocephalites* sp. indet.

*Pholadomya* cf. *texta* Ag.

*Pholadomya bucardium* Ag.

*Modiolus tulipaeus* (LAM.)

*Pleuromya* sp. (stark angelöste Steinkerne)

*Ctenostreon proboscideum* (Sow.)

3. ca. 10 m Callovian-Tone: Sie sind nirgends aufgeschlossen.

4. 3,0 m Callovian-Tone mit grauen bis beigen, harten Kalkknauern.  
(3–4 CT)

5. 2,0 m Limonitreiche, braunrote Mergelkalke, die mit gelben, von organischem Detritus durchsetzten Mergeln wechsellagern.

6. 4,0 m Beige bis braunrot anwitternde Calcareite. An der Basis liegen noch einzelne, dünne Mergelbänder.  
(5–6 DN)

7. 0,4 m Äquivalent der Lumachellenbank: Braunrot anwitternde, durch starke Aufarbeitung in einzelne Platten und Knauer zerlegte Bank. Im frischen Bruch ist das Gestein stahlgrau und von vereinzelten groben Bivalventrämmern durchsetzt.

*Macrocephalites* (*Pleurocephalites*) *tumidus* (REIN.)

*Macrocephalites* sp. ind. (grosse abgerollte Fragmente)

8. 0,05–0,15 m Graue bis rostrote Mergel, die von Bivalventrämmern durchsetzt sind, einzelne Knauer umhüllen und zuoberst vereinzelt Eisenooide enthalten.

9. 0,2 m Rostrote, eisenoolithische, harte Mergelkalke, die eisenoolithische Gerölle, zertrümmerte Belemniten und kugelige Schwämme enthalten.

10. 0,25 m Stark eisenoolithischer, braunrot anwitternder Mergelkalk, der ausser vereinzelten Belemnitenrostren keine Fossilien enthält. Die Oberfläche der Schicht ist ausgewaschen.

11. Blaue, fette Renggeri-Tone, die an der Basis noch sehr wenig Brauneisenooide enthalten.

9. Zusammengesetztes Profil des Callovian am oberen Ende des Schafgrabens, NW der Röthifluh (Weissenstein) (Figur 3).

1. 7,5 m Variansschichten bzw. Calc. roux sableux: Graue bis rostrote, kalkige Mergel, mit eingeschalteten, 5–20 cm mächtigen, leicht späten Mergelkalklagen.

*Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.)  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Spondylopecten subspinosus* (v. SCHL.)  
*Holectypus depresso* (LESKE)

2. 2,2 m Rostbraune, kalkige, limonitreiche Mergel, die mit 10–30 cm mächtigen, ruppigen Calcareniten wechsellagern.

(1–2 Crs)

3. 0,4 m Rostrote, sehr harte, knauerige Calcarenite. Das Gestein ist blaugrau im Bruch. Die Schichtflächen sind bauchig, die Absonderung schieferig bis blätterig.

4. 1,5 m Rostrote, im Bruch graue, limonitreiche Calcarenite. Die Schichtflächen weisen häufig Frasspuren auf. Einzelne Bänke sind pseudoeisenoolithisch.

*Macrocephalites* sp. indet.  
*Choffatia choffati* (PAR. BON.)  
*Ctenostreon proboscideum* (Sow.)  
*Pholadomya bucardium* AG.  
*Modiolus tulipaeus* (LAM.) (häufig)  
(3–4 Macr.-Kalke)

Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen.

5. 18,0 m Fette, graue bis blauschwarze Tone.

6. 4,0 m Graue, fette Tone mit kopfgrossen beige bis braunrot anwitternden Knauern.  
(5–6 CT)

7. 1,2 m Beige bis braunrote, leicht späte, limonitreiche Mergelkalke, die mit gelbbraunen Mergeln wechsellagern. Die Kalkbänke sind an der Basis der Schicht nur wenige Zentimeter dick. Im Dach erreichen sie 15 cm Mächtigkeit, während die Mergellagen sehr dünn erscheinen (Dalle nacrée).

8. 0,4 m Lumachellenbank: Braunrot anwitternde, ruppige Calcarenitbank, die von groben, häufig limonitisierter Bivalventrämmern durchsetzt ist. Die Bank wird durch eine ausgeprägte Omissionsfläche abgeschlossen.

*Ctenostreon* sp. indet.  
*Entolium* sp. indet.

9. 0,22 m Limonitreicher Mergel, der von Schalenträmmern und von einzelnen Eisenooiden durchsetzt ist.

10. 0,15–0,2 m Braunroter bis weinroter, eisenoolithischer Kalk. Er enthält zahlreiche limonisierte Ammoniten. Aufgearbeitete Schichtfläche.

*Peltoceras athleta* (PHIL.) (zahlreiche Fragmente)  
*Hecticoceras* (*Orbignyceras*) cf. *pseudopunctatum* (LAH.)  
*Lunuloceras* sp. indet.  
*Cyclocrinus macrocephalus* (QU.)  
(9–10 Mittel-Ober-Callovian)

11. 0,1 m Gelbbraune, eisenoolithische Mergel mit vereinzelten Gerölle aus der teilweise aufgearbeiteten Athletaschicht.

12. 0,2 m Graue bis beige, tonige Mergel, die noch vereinzelte Eisenooide enthalten.  
(Unt. Oxfordian)

10. Profil beim Althüsli, Ko. 600924/232700, und Mürren, Ko. 600550/232450 W Weissenstein (Figuren 4 und 7, S 66, 97).

Die Oberfläche des Hauptrogensteins ist sehr stark angebohrt.

1. 4,8 m Graue bis gelbliche, kalkige Mergel, die mit etwas härteren, unregelmässig gebankten Mergelkalken wechsellagern.
2. 2,0 m Wechsellagerung rostroter, feinspätiger Calcarenite mit limonitisch-kalkigen Mergeln.  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
3. 1,5 m Rostrote, limonitreiche Mergel, die von Bivalventrämmern und zerdrückten Brachiopoden durchsetzt sind.  
(1–3 Crs)
4. 3,0 m Graubraune bis beige, plattige Calcarenite, die mit limonitreichen, dünnen Mergelschichten wechsellagern.  
*Macrocephalites* sp. indet. (Abdruck)  
(Macrocephalenkalk)
5. 0,4 m Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen. Als erstes folgen darüber violett-graue Mergel, die kleine, braune Knauer enthalten.
6. 15 m Blaue, in Basisnähe gelblich anwitternde Callovian-Tone.
7. 5,0 m Callovian-Tone mit grossen, grauen bis beigen Knauern.  
(5–8 CT)
8. 1,2 m Limonitreiche, plattige Mergelkalke, die mit grau-gelben Mergelschichten wechseln.
9. 1,5 m Kreuzgeschichtete, beige, rauh anwitternde Calcarenite.  
(9–10 DN)
10. 0,45 m Lumachellenbank: Sie enthält nur mehr wenig grobe Bivalventräümmer. Das Gestein ist feinspätig, im Bruch blaugrau und wittert braunrot an. Die Oberfläche der Bank ist stark ausgewaschen. Die Eisenoolithe sind nicht aufgeschlossen.

## II. Das Callovian zwischen Delsberger-Becken und Montoz

(Figur 5 mit Prof. 12, 15, 16, 17; Figur 6 mit Prof. 13, 16; Prof. 12, 14, 16, 17 im Text beschrieben, S. 91–93)

Von N gegen S umfasst dieser Abschnitt folgende tektonische Einheiten: Die Vellerat-Antiklinale, die westliche Raimeux-Antiklinale (Montagnes de Moutier), die Moron-Antiklinale und, südlich der Tertiärmulde von Court, die Montoz-Antiklinale.

Um eine bessere Übersicht zu geben, wird in diesem Abschnitt das Callovian jeder Antiklinale, unter Hinweis auf die bezügliche Literatur, kurz beschrieben.

### A. DIE VELLERAT-ANTIKLINALE

Die besten Aufschlüsse befinden sich bei der Métairie derrière Château (Mét. de Rière Château, in L. ROLLIER, 1893); W des Hofes Frénois, Ko. 588750/240200; und beim Hof La Jacoterie, N Undervelier (Profil 12).

Das Unter-Callovian ist selten aufgeschlossen. Die Macrocephalenkalke sind in der Fazies des Calcaire roux sableux ausgebildet. Ruppige, lumachellöse und limonitreiche Kalke wechsellagern mit braunroten, kalkigen Mergeln. Die Mächtigkeit der Serie beträgt 2,5–3 m. Macrocephaliten wurden keine festgestellt. Besonders häufig scheinen die Stacheln von *Ctenostreon proboscideum* (Sow.) und *Acan-*

*tholothrys spinosa* (v. SCHL.) aufzutreten. Eine scharfe, stark ausgewaschene und verkarstete Erosionsfläche schliesst die Macrocephalenkalke ab (ELBER, 1920).

Die Callovian-Tone sind in den Forges d'Undervelier 3 m mächtig (R. ELBER, 1920), bei La Jacoterie 5 m und S Châtillon ca. 12 m. Die Mächtigkeit der Serie nimmt also von W nach E auf nur 9 km Distanz um das Dreifache zu. An der Basis sind die Tone mergelig und enthalten Macrocephaliten sowie Aufarbeitungsmaterial aus den Macrocephalenkalken. Die Tone sind grau-blau, fett und führen in den obersten 1–2 m kleine, graugelbe Kalkknauer.

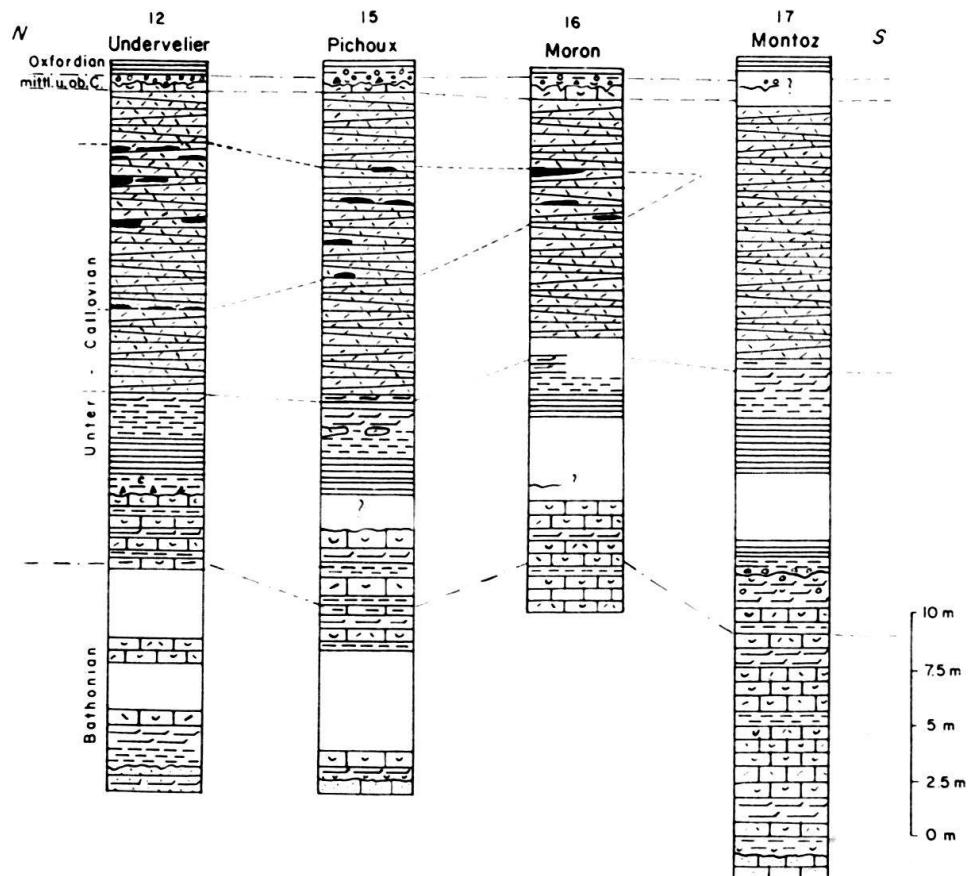


Fig. 5. N-S gerichtete Profilserie des Callovian zwischen Undervelier und der Montoz-Antiklinale

Der Übergang zur Dalle nacrée ist gleitend. Ihre Mächtigkeit beträgt im W (La Jacoterie, Frénois) schon 14 m. Sie nimmt gegen E rasch ab und erreicht in den Comben von Vellerat und Châtillon nur noch 6–8 m. In der Basis der Serie liegen dünnbankige, limonitreiche Mergelkalke, die mit braunroten Mergeln wechsellagern. Darüber folgen braunrote Calcarenite, die rasch in die typische, kreuzgeschichtete, grob bis feinspätige Dalle nacrée übergehen. In der mittleren Dalle nacrée liegen, auf ein Schichtpaket von 7,5 m Mächtigkeit verteilt, 5 Silexhorizonte. Ich habe die Silexhorizonte über 5 km weit nach E verfolgen können und stellte fest, dass sie bei Frénois noch wohlentwickelt sind, in der Umgebung der Mét. derrière Château, Ko. 588750/240200, aber auf wenige, schwach verkieselte Linsen reduziert sind (vgl. Figur 9, S. 119). Die oberste Dalle nacrée ist limonitreich und enthält vereinzelte, grobe Bivalventrümmer. Es handelt sich um die Äquivalente der Lumachellenbank des

östlichen Untersuchungsgebietes (Anceps-Schichten). Ich werde diese Behauptung weiter unten näher begründen. Die Dalle nacrée wird durch eine scharfe Omissionsfläche abgeschlossen. Auf dieser Erosionsfläche liegen braunrote Mergel, die von Aufarbeitungs-Rückständen calcarenitischer und eisenoolithischer Gesteine durchsetzt sind.

Das eisenoolithische Ober-Callovian ist nicht aufgeschlossen, ist aber, wie aus Lesesteinen bei La Jacoterie hervorgeht, sicher ausgebildet.

#### B. DIE MONTAGNES DE MOUTIER (W RAIMEUX-ANTIKLINALE)

Sie sind der westlichste Abschnitt der durch die Klusen der Birs und der Gabiare in drei Segmente geteilten Raimeux-Antiklinale. Die besten Aufschlüsse liegen bei Le Cerneutat (Ko. 590700/237750; Figur 6, Profil 13), im Bachbett der Noire Combe (Profil 14) und in der Pichoux-Schlucht (Ko. 583750/237750; Figur 5, Profil 15).

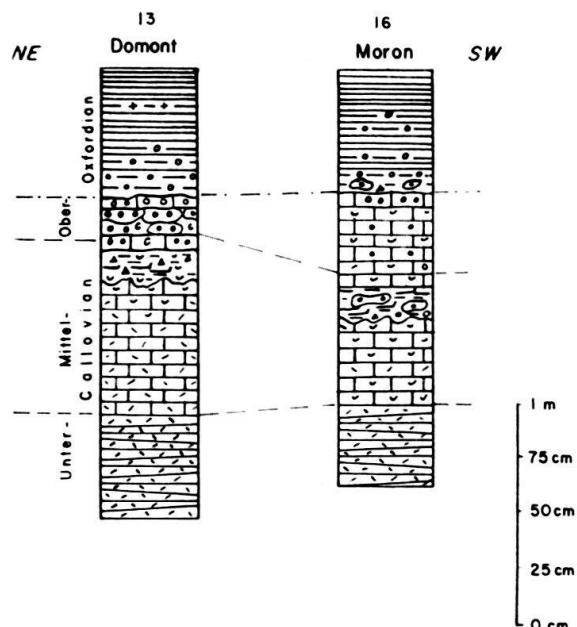


Fig. 6. Detailprofile des Mittel- und Ober-Callovian der Raimeux- und der Moron-Antiklinale

Die Macrocephalenkalke sind selten aufgeschlossen. Dickbankige, ruppige, lumachellöse Kalke wechsellsiegern mit dünnen kalkigen Mergellagen. In der Noire Combe wurde in einer von Terebrateln und Pectiniden erfüllten Bank der Steinernen eines Macrocephaliten beobachtet. Die Mächtigkeit des Kalkes beträgt ca. 3 m.

Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen. Die grauen bis blauschwarzen Tone bilden Comben und sind nur selten in kleinen AnrisSEN aufgeschlossen (Noire Combe, Profil 14; Pichoux-Schlucht). In den obersten Lagen enthalten sie kleine, graugelbe Kalknauer. Ich schätze die Mächtigkeit der Schicht auf 6–10 m.

Im Hangenden gehen die Tone ohne Sedimentationsunterbruch in die Dalle nacrée über. An der Basis wechsellsiegern dünne, limonitreiche Mergelkalke mit gelblichen Mergeln. Sie gehen rasch in limonitreiche Calcarenite über, die sich ihrer-

seits nach 1–2 m zur typischen Dalle nacrée entwickeln. In der Mitte des 15 m mächtigen Komplexes liegt eine 5 m dicke Serie aus welcher zahlreiche Silexlinsen auswittern. Sie liegen entweder im Gestein selbst oder auf den Schichtflächen.

Eine typische Lumachellenbank fehlt. Dagegen tritt im obersten Meter eine auffallende Veränderung der Dalle nacrée selbst ein. Die Bänke werden massiger, feinspätig und limonitreich. Im frischen Bruch ist das Gestein blaugrau und enthält vereinzelte, grobe, gelbliche Bivalventräümmer. Von der Lumachellenbank unterscheidet sich die Schicht durch den geringeren Gehalt an Bivalventrämmern und dadurch, dass sie aus mehreren Platten aufgebaut ist. Die Serie bildet in diesem Raum das Bindeglied zwischen der Lumachellenbank im E und den obersten, typischen Dalle nacrée-Platten im W. Schon hier sind die der Ancepszone entsprechenden Schichten etwas mächtiger als weiter im E und ich nehme an, dass sie im W, im Bereich der Dalle nacrée-Fazies, noch weiter wachsen. Die Lumachellenbank im E stellt einen Kondensationshorizont dar, der in einer Zeit entstanden ist, wo im W schon die normalen, flachmeerischen Sedimente, in diesem Falle die oberste Dalle nacrée, abgelagert wurden.

Die Oberfläche der Dalle nacrée ist stark ausgewaschen. Bohrlöcher und Furchen sind von braunroten Mergeln erfüllt. Sie sind von Aufarbeitungsrückständen calcarenitischer und eisenoolithischer Gesteine durchsetzt. Im Hangenden setzt eine 10 cm mächtige, eisenoolithische Mergelkalkbank ein, in der eisenoolithische Gerölle und vereinzelte calcarenitische Komponenten liegen. Die Schicht enthält keine Fossilien. Sie wird von gut gebankten, weinroten, eisenoolithischen Mergelkalken überlagert. Die Fauna besteht aus *Peltoceras*, *Hecticoceras* und *Reineckeites*. Das fossilbelegte Ober-Callovian ist also nur 20 cm mächtig. Der konglomeratische Horizont dürfte an die Wende Mittel-Ober-Callovian zu stellen sein.

Die eisenoolithische Athleta-Schicht und damit das Callovian wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen, über welcher die an der Basis noch eisenoolithischen Renggeri-Tone des Unter-Oxfordian einsetzen.

Die bei der Untersuchung des Callovian der Moron-Antiklinale gewonnenen Erkenntnisse decken sich bis auf wenige Details mit den Befunden aus der westlichen Raimeux-Antiklinale. So ist die Dalle nacrée etwas weniger mächtig als in der nächst nördlichen Antiklinale. Die Silexlinsen, die in der mittleren Dalle nacrée der Raimeux-Antiklinale noch sehr häufig auftreten, sind in der Moron-Antiklinale bis auf wenige, unvollständig verkieselte Linsen verschwunden.

Im übrigen verweise ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das Profil Nr. 16 (Moron-Antiklinale) und auf die Beschreibung des Callovian der Montagnes de Moutier.

### C. DIE MONTOZ-ANTIKLINALE

Die besten Aufschlüsse befinden sich am Waldweg SE La Golatte, Ko. 584220/228820; beim Hof La Brotheiteri, Ko. 584400/228700; bei der Mét. de Werdt, Ko. 583950/228370 (Profil 17).

Das Unter-Callovian wird in die üblichen drei Schichtgruppen, Macrocephalenkalke, Callovian-Tone und Dalle nacrée aufgeteilt. Der Übergang vom Bathonian zum Callovian ist gleitend. Der Calcaire roux sableux der Montoz-Antiklinale besteht aus ruppigen, bis 50 cm dicken, lumachellösen, braunroten Kalkbänken, die

mit dünnen, limonitreichen Mergelschichtchen wechsellagern. Einzelne Bänke sind pseudoeisenoolithisch. In den obersten 2,5 m des Calcaire roux sableux, die ich dem Callovian zuordne, tritt eine auffallende Faziesveränderung ein. Die Kalke werden sehr limonitreich und sind von Limonitschlieren durchzogen. Schon in der nächsten Bank ist sämtlicher feiner, organischer Detritus limonitisirt. Das Gestein wird etwas weicher und dünnbankiger.  $\frac{1}{2}$  m unterhalb der Obergrenze wird das Gestein echt eisenoolitisch. Dies ist die einzige Stelle im ganzen Untersuchungsgebiet, an der ich im Calcaire roux sableux sichere Eisenooide feststellen konnte.

Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen. Die ca. 8 m mächtige Serie bildet kleine Senken und sumpfige Comben. Die Tone sind im mittleren Teil grauschwarz und fett und werden im Dach grau und mergelig. Dann schalten sich dünne limonitreiche Mergelkalkschichtchen ein, die die Dalle nacrée-Sedimentation einleiten.

Die Dalle nacrée der Montoz-Antiklinale ist 12 m mächtig. Sie enthält keine Silexbildungen. Das Mittel- und Ober-Callovian fand ich nirgends anstehend.

#### D. LITERATURHINWEIS

Schon L. ROLLIER (1893 und 1898) hat auf das Dalle nacrée-Gewölbe von La Jacoterie hingewiesen, ohne aber auf die Stratigraphie näher einzutreten. G. KEMMERLING (1911) stellte den Calcaire roux sableux ins Unter-Callovian und gliederte das übrige Callovian in Callovian-Tone, Dalle nacrée und Athletaeisenolith. Die Silexbildungen hat G. KEMMERLING an mehreren Aufschlüssen beobachtet. R. ELBER (1920) hat in Zusammenarbeit mit A. BUXTORF und K. WIEDENMAYER in einem Stollen der Forges d'Undervelier folgendes Callovianprofil aufgenommen:

1. Roter Sandkalk (Calcaire roux sableux)	12,0 m
2. Macrocephalenschicht (oberste Bänke des Calcaire roux sableux)	
3. Erosionsfläche	
4. Callovian-Tone mit Geröllen und Macrocephaliten	3,0 m
5. Limonitreiche Calcarenite und Dalle nacrée	14,0 m
6. Athletaeisenolith	0,5 m

R. ELBER beobachtete auch die rasche Abnahme der Dalle nacrée und schloss daraus, dass die Schichten, ebenso die Eisenoolithe, im E auskeilen: «In der E-Hälfte des Profils scheint nach den Aufschlüssen bei Rossmatt die Stufe aus einer einförmigen Wechsllagerung von Mergeln und Mergelkalken zu bestehen...» (Vgl. Profil 6, SE Envelier, p. 83).

Ein Profil oder eine Beschreibung des Callovian der Moron-Antiklinale sowie der Montagnes de Moutier ist bis jetzt noch nie veröffentlicht worden.

In ihren Dissertationen haben W. SCHÜRER (1928) und P. EPPLER (1947) das Callovian der Montoz-Antiklinale beschrieben. Beide Autoren stellen, der Ansicht L. ROLLIERS folgend, die gesamten Calcaire roux sableux-Schichten ins Callovian. Die Eisenoolithe im Dach der Macrocephalenkalke erwähnen sie nicht. W. SCHÜRER hat die Schichten wahrscheinlich gesehen, verwechselte sie aber mit dem Athletaeisenolith. Er bemerkt p. 10: «In der Montozkette liegen die Sennberge Werdtberg und Brotheitere ebenfalls auf Athletaoolith.» Demgegenüber schreibt P. EPPLER

(1947, p. 37): «Auf dem Montoz stehen die Höfe Brotheiteri und Werdberg auf Calcaire roux sablaux.» Entgegengesetzte Meinungen haben die beiden Autoren auch in Bezug auf die Athleta-Schichten, W. SCHÜRER beschreibt sie, 2 m mächtig, aus der Montoz-Antiklinale und bemerkt, dass sie in der Chasseral-Antiklinale auf 30 cm reduziert seien. Diese Angaben sind mit Vorsicht aufzunehmen. In der Chasseral-Antiklinale gibt es keinen Athleta-Oolith und im E-Teil keinen Eisenoolith. Wahrscheinlich ist die Mächtigkeit stark überschätzt. P. EPPLER glaubt, dass über der Dalle nacrée direkt die Oxfordian-Tone oder sogar die Birmenstorfer-Schichten liegen. Es ist möglich, dass die Eisenoolithe stark reduziert ausgebildet sind, aber durch die Verwitterung weitgehend zerstört wurden.

#### E. DETAILPROFILE

12. Profil beim Hof «La Jacoterie», Ko. 583950/240500, N Undervelier (Figur 5).

Calcaire roux sableux und untere Callovian-Tone sind nicht aufgeschlossen.

1. 6,0 m Callovian-Tone: Nur die obersten 2 m sind aufgeschlossen. Die grauen, leicht mergeligen Tone enthalten vereinzelte, kleine, gelblich anwitternde Kalknauer.
2. 1,2 m Graue, gelbbraun anwitternde Kalke, die mit dünnen Mergelkalkbändchen wechselt.
3. 2,5 m Kreuzgeschichtete, braunrote, im Bruch graue Calcarenite. Die Verwitterungsfläche ist sandig anzufassen. Die Bankmächtigkeiten betragen 5–15 cm.
4. 0–0,1 m Harte, fleckig grauweisse, im Bruch milchweisse bis bläuliche Silexlinsen.
5. 4,0 m Wechsellagerung fein und grobspätiger, kreuzgeschichteter Dalle nacrée. Die Verwitterungsflächen sind rauh, beigefarben, der frische Bruch grau oder blaugrau.
6. 0–0,2 m Schmutzigweisses, dichtes Silexband. Die Linse erstreckt sich über eine Distanz von 2 m.
7. 2,1 m Kreuzgeschichteter, braunrot anwitternder, grobspätiger Calcarenit. Plattenmächtigkeiten von 5–20 cm.
8. 0–0,1 m Grauweiss anwitterndes, im Bruch milchigweisses Silexband.
9. 0,9 m Grobspätige, braunrot bis beige anwitternde Dalle nacrée, kreuzgeschichtet, im Bruch grau.
10. 0–0,3 m Massige, sehr harte Silexlinse von grauweisser Anwitterung.
11. 0,4 m Grobe, hellbraun, rauh anwitternde Dalle nacrée.
12. 0–0,1 m Grau anwitternde, im Bruch milchweisse, sehr harte, muschelig brechende Silexlinsen.
13. 0,65 m Dünngebankter, kreuzgeschichteter, feinspätiger Calcarenit. Die Verwitterungsfarbe ist braungelb, die Oberfläche des Gesteins rauh.
14. 1,4 m Kreuzgeschichteter, braunrot anwitternder, limonitreicher Calcarenit. Die einzelnen Platten des grobspätigen Gesteins erreichen Mächtigkeiten von 10–20 cm.  
(2–4 DN)
15. 1,0 m Kreuzgeschichteter, braunrot anwitternder Calcarenit von grob- bis feinspätiger Struktur. Plattendicke 5–15 cm. Die Oberfläche der Serie ist stark ausgewaschen, sodass die obersten 20 cm in einzelne grosse Platten aufgelöst sind (Lumachellenbank).
16. 0,01–0,04 m Limonitreicher, rostroter Mergel, der von aufgearbeitetem calcarenitischen Material und von vereinzelten Eisenoooiden durchsetzt ist.

Die durch Lesesteine belegten, eisenoolithischen Mergelkalke konnten nicht anstehtend beobachtet werden.

14. Profil im Bachbett der Noire Combe, Ko. 590325/235575, N Plain Fayen  
 (Montagnes de Moutier).

1. ca. 2,0 m Braunrot anwitternder, ruppiger Calcarenit. Die Verwitterungsfläche ist höckerig und von unbestimmbaren Brachiopoden, Bivalven («Pecten» und Ctenostreon) und Ammoniten besetzt. Wahrscheinlich handelt es sich um die oberste Bank der Macrocephalenkalke.
2. ca. 7 m Fette, graue bis schwarze Callovian-Tone, die sehr stark verrutscht und an der Oberfläche von ortsfremdem Material durchsetzt sind.
3. 2,5 m Graue bis braune kalkige Mergel, die mit dünnen, braunrot anwitternden, leicht späten Mergelkalkschichtchen wechsellagern.
4. 2,2 m Kreuzgeschichteter, braunroter Calcarenit. An der Basis schalten sich noch vereinzelte dünne Mergellinsen ein.
5. 1,2 m Dünnpalige, feinspätige, kreuzgesch. Dalle nacrée.
6. 0,4 m Kreuzgeschichtete, braungelb anwitternde Dalle nacrée. Aus dem Gestein wittern selten kleine, unvollständig verwitterte Silexlinsen aus.
7. 1,5 m Sehr feinspätiger, beige anwitternder, im Bruch grauer Calcarenit. Bankmächtigkeiten von 10–25 cm.
8. 0,4 m Sehr grobspätiger, braunrot anwitternder Calcarenit.
9. 0,3 m Feinspätige, beige, splitterig brechende Dalle nacrée.
10. 0,6 m Grobspätige, beige bis braunrot anwitternde Dalle nacrée. In den Platten liegen unvollständig verkieselte Silexlinsen, die nur beim Anschlagen sichtbar werden.
11. 0,8 m Harte, feinspätige Dalle nacrée.
12. 0,4 m Kreuzgeschichteter, limonitreicher, im Bruch blaugrauer Calcarenit.
13. 0,4 m Braungelb anwitternder, sehr dünnplattiger, spätiger Mergelkalk.  
 (3–13 DN)
14. 0,3 m Ruppige, braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue Bank. Im feinspätigen Gestein liegen vereinzelte, gelbe, grobe Bivalventräümmer (Lumachellenbank). Die Schichtfläche ist stark anerodiert.
15. 0,05 m Limonitreiche, von Schalengrus durchsetzte Aufarbeitungsmergel.
16. 0,1 m Braunrote, eisenoolithische Mergel mit eisenoolithischen Geröllen.
17. 0,4 m Braunroter, stark verwitterter Mergelkalk, der limonitiserte Ammoniten, besonders Hecticoceraten enthält. Die Oberfläche der Schicht weist Erosionsspuren auf.  
 (Mittel-Ober-Callovian)
18. ca. 0,3 m Eisenoolithische, von Belemniträümern und an der Basis eisenoolithischen Geröllen durchsetzte, tonige Mergel, die, unter abnehmendem Ooidgehalt, rasch in fette, grauschwarze Renggeri-Tone übergehen.

16. Zusammengesetztes Profil des Callovian der Moron-Antiklinale, zw. Ko. 585520/234875 und 585650/234450, S Souboz (Figuren 5 und 6).

1. 10 m Der Calcaire roux sableux ist aus limonitreichen dünnen Mergelkalkschichtchen und harten ruppigen, rostrot anwitternden Calcarenitbänken zusammengesetzt.
2. 2,0 m Die Macrocephalenkalke gleichen sowohl faziell, als auch faunistisch dem Calcaire roux sableux.  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)  
*Holectypus* sp. indet.  
*Mepygurus* cf. *fungiformis* (AG.)  
*Echinobrissus clunicularis* (LLHWYD)  
*Entolium gingense* (QU.)
3. 7,5 m Blauschwarze, fette Callovian-Tone. Weder Basis noch Dachschichten sind aufgeschlossen. In den obersten 2 m schalten sich vereinzelte, längliche Kalkknauer ein.
4. 5,7 m Die mergelig-kalkigen Basisschichten der Dalle nacrée sind nicht aufgeschlossen. Darüber folgen kreuzgeschichtete, beige bis braunrote Calcarenite. Die Anwitterungsflächen sind wegen der verkieselten Organismenträümmer, sandig anzufühlen.

5. 2,5 m Kreuzgeschichtete, braunrot anwitternde Dalle nacrée, innerhalb deren Platten ver einzelte, unvollständig verkieselte Silexlinsen liegen.
6. 2,8 m Kreuzgeschichtete, silexfreie, fein- bis grobspätige Dalle nacrée von grauer bis rost brauner Anwitterungsfarbe. Im frischen Bruch ist das Gestein hell- bis blaugrau. (4–6 DN)
7. 0,4 m Lumachellenbank: Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, ruppiger Calcarenit, der von oft limonitisierten Bivalentrümmern sowie von Belemniten erfüllt ist. Die Oberfläche der Bank ist stark ausgewaschen und von tiefen Furchen durchzogen.
8. 0,1 m Limonitreiche Aufarbeitungsmergel mit nussgrossen, eisenoolithischen Geröllen und feinen, eher calcarenitischen Komponenten. Die obersten eisenoolithischen Mergel enthalten nur noch wenige Komponenten.
9. 0,4 m Stark verwitterter, rostroter, eisenoolithischer Kalk, der wenige, meist stark verwitterte Fossilien (*Hecticoceras* sp.) enthält. Die Schicht weist im Dach Aufarbeitungsspure auf.  
(Mittel-Ober-Callovian)
10. 0,15 m Eisenoolithische, gelbe, tonige Mergel, die reichlich Belemnitrümmer und selten sehr kleine, eisenoolithische Gerölle enthalten. Die Schicht leitet, unter rasch abnehmendem Ooidgehalt, zu den blauschwarzen Renggeri-Tonen über.

**17. Zusammengesetztes Profil des Callovian der Montoz-Antiklinale. Ko. 584220/228820, SE La Golatte; Ko. 584400/228700, W La Brotheiteri; Ko. 583950/228375, Métairie de Werdt (Figur 5).**

1. 3,0 m Limonitreiche Basismergel des Calcaire roux sableux, die auf der angebohrten Dach bank des oberen Hauptrrogensteins liegen.
2. 5,0 m Braunrot anwitternde, lumachellöse Kalkbänke, die mit dünnen Mergelschichten wechsellagern. Bankdicke bis 50 cm.
3. 2,0 m Grob gebankte, stark limonitische bis pseudoeisenoolithische Kalke, die in den obersten 50 cm der Serie echt eisenoolithisch sind. Zwischen die einzelnen Bänke schalten sich limonitisch-kalkige Mergelschichten von geringer Mächtigkeit ein (Macrocephalenkalke).
  - Entolium gingense* (QU.)
  - Trigonia (Lyriodon)* sp. indet.
  - Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
  - Perisphinctiden
4. ca. 8 m Die Callovian-Tone sind nicht aufgeschlossen. Die fetten Tone bilden sumpfige Mulden.
5. ca. 1,5 m Beige, leicht späte Mergelkalke, die mit dünnen, kalkigen Mergeln wechsellagern.
6. 3,0 m Kreuzgeschichtete, limonitreiche, grobspätige Dalle nacrée, die braunrot und, wegen der auswitternden Schalentrümmer, rauh anwittert.
7. 6,0 m Kreuzgeschichtete, beige, fein- bis grobspätige Dalle nacrée, die kleine Silexbildungen enthält. Im frischen Bruch ist das Gestein grau. Nur sehr wenig organischer Detritus ist verkieselst.
8. ca. 1,5 m Schwach kreuzgeschichteter, sehr grobspätiger Calcarenit, im Bruch grau bis graublau und braunrot anwitternd. Die Dachschicht der Dalle nacrée sowie die eisenoolithischen Kalke sind nicht aufgeschlossen.

### **III. Das Callovian in der Chasseral-, Mont d'Amin- und La Tourne-Antiklinale**

(Figur 7 mit Prof. 9, 10, 11, 18, 19, 20, 22, 24, 48; Figur 8 mit Detailprof. 18, 19, 20, 21, 22, 48; Profile 18, 20, 22, 25, 48 im Text beschrieben, S. 104–116).

In diesem Kapitel möchte ich auf die Entwicklung des Callovian in ost-westlicher Richtung eingehen.

### A. DAS CALLOVIAN DES GRENCHENBERGES

Die Verbindung zwischen dem östlichen Untersuchungsgebiet (Weissenstein) und der Chasseral-Antiklinale ist durch die Aufschlüsse im Grenchenberg (Schauenburgschwang, Ko. 599650/231550; Brügglihof, Ko. 598900/230950; Unt. Grenchenberg, Ko. 595650/230075), die ich kurz beschreiben will, gewährleistet (vgl. Figur 7, Profil 11).

1. Die Macrocephalenkalke (2,5 m) sind in der Fazies des Calcaire roux sableux entwickelt. Braunrot anwitternde, dickbankige, lumachellöse Kalke wechsellagern mit dünnen, limonitreichen Mergellagen. L. ROLLIER (1911) erwähnt Macrocephaliten.

2. Die Callovian-Tone sind nur in kleinen AnrisSEN (Brügglihof) aufgeschlossen. Die 14 m mächtigen, grauschwarzen Tone enthalten sowohl an der Basis wie auch in den obersten Lagen vereinzelte Kalkknauer.

3. Die Dalle nacrée ist beim Brügglihof 4 m, im unteren Grenchenberg 6 m mächtig. Der Übergang aus den Callovian-Tonen ist gleitend.

4. Die Lumachellenbank ist im Schauenburgschwang in 2 Platten aufgeteilt, die reichlich groben Detritus, darunter vereinzelte Ammonitenfragmente (*Hecticoceras*), enthalten. Auch hier kommt der Übergang von der massigen Lumachellenbank im E zu den obersten Dalle nacrée-Schichten im W gut zur Geltung. Er wird auch von L. ROLLIER (1910, p. 178) erwähnt. Die 70 cm mächtige Bank wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen.

5. Das eisenoolithische Ober-Callovian ist nicht aufgeschlossen. Im Schauenburgschwang wurden einige stark verwitterte Gerölle des Athletaoolith beobachtet.

### B. DAS CALLOVIAN DER ÖSTLICHEN CHASSERAL-ANTIKLINALE

Die Schichten sind im Steinbruch von Rondchâtel und an mehreren Stellen in der Umgebung der Mét. de Tscharner aufgeschlossen (Profil 18 und Figuren 7 und 8, Profil 19)

#### 1. Ober-Bathonian und Macrocephalenkalke

Der Calcaire roux sableux setzt sich aus braunroten, lumachellösen, dickbankigen Kalken, die mit limonitreichen Mergelschichtchen wechsellagern, zusammen. Die Grenze Bathonian-Callovian ist weder durch einen Fazieswechsel, noch durch Fossilien gekennzeichnet. Ich habe bei der Beschreibung des östlichen Untersuchungsgebietes dargelegt, dass die Hauptmasse des Calcaire roux sableux, d. h. sein Bathonian-Anteil und die Varians-Schichten gleichaltrige Horizonte verschiedener Fazies sind. Weiter wurde festgestellt, dass nur in den obersten Schichten Callovian-Fossilien auftreten und dass die unteren Varians-Schichten, bzw. der untere Calcaire roux sableux zur Zone des *Clydoniceras discus* (Sow.) gehören. Ich nehme an, dass diese Ergebnisse auch im westlichen Untersuchungsgebiet Gültigkeit haben und weise deshalb die obersten 3 m des Calcaire roux sableux dem Callovian zu.

Die Obergrenze des Calcaire roux sableux ist nicht aufgeschlossen. Die Mächtigkeit der gesamten Serie beträgt 10–12 m.

#### 2. Die Callovian-Tone

Sie liegen meistens unter der Vegetation verborgen. Es sind dunkelgraue, etwas mergelige Tone, die seichte Comben bilden. Die Mächtigkeitsangaben beruhen

auf Schätzungen. Ein Mittelwert von 10 m mag annähernd richtig sein. Im Dach setzen dünne Mergelkalkbänkchen ein, die den Übergang zur Dalle nacrée einleiten.

### 3. Die Dalle nacrée

Die 12 bis 15 m mächtige Schichtgruppe ist normal ausgebildet. Nur in Basisnähe schieben sich vereinzelte, dünne Mergelschichtchen zwischen die Platten. Silexbildungen fehlen vollständig. Auch die Dachschichten der Serie sind in den meisten Aufschlüssen in der Normalfazies ausgebildet. Die Serie wird durch den bekannten Omissionshorizont abgeschlossen. Nur die Untersuchung der Obergrenze bei Rondchâtel ergab, was die oberste Dalle nacrée-Platte anbetrifft, ein anderes Resultat. Die 15 cm mächtige, grobspätige Dachbank enthält in den obersten 3 cm Eisenooide. Wie ich schon früher bemerkte (p. 73), hat die Erosionsphase des Mittel-Callovian erst nach Beginn der Eisenoooid-Bildung eingesetzt. Ich begründete diese Ansicht mit der Feststellung, dass die Aufarbeitungsrückstände in den Vertiefungen der Omissionsfläche im Dach der Lumachellenbank auch Material eisenoolithischen Ursprungs enthalten. Diese Deutung wird nun durch den Fund von Ooiden in der obersten Dalle nacrée von Rondchâtel, so dünn das Schichtchen auch ist, direkt untermauert.

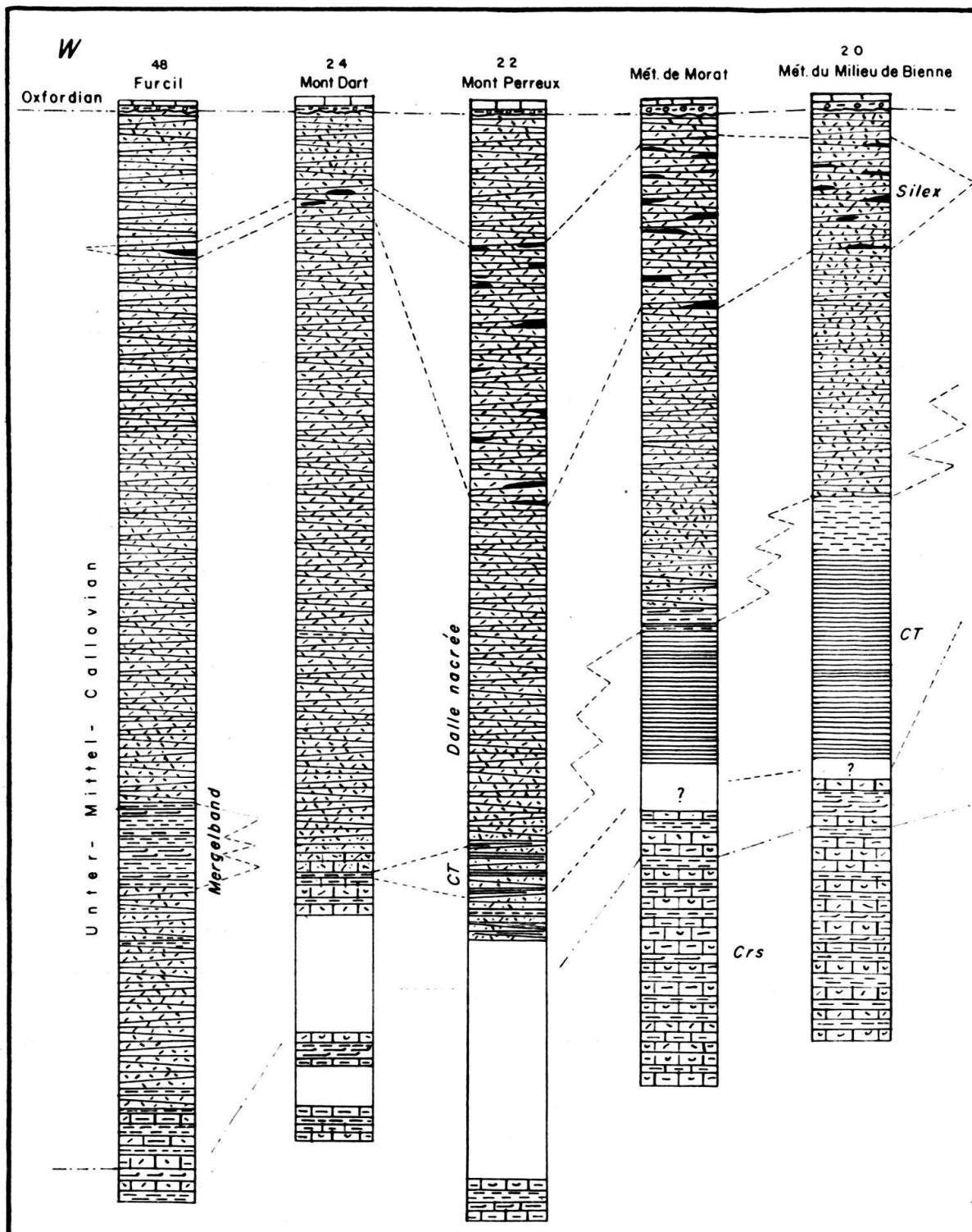
Die obersten Dalle nacrée-Schichten (ca. 1 m) sind die Äquivalente der Lumachellenbank des östlichen Untersuchungsgebietes und repräsentieren das Mittel-Callovian.

### 4. Der Athleta-Oolith

Er ist in der östlichen Chasseral-Antiklinale nicht ausgebildet. Über der Omissionsfläche der Dalle nacrée liegen, einige mm bis cm mächtig, Aufarbeitungsmergel, die noch vereinzelte Eisenooide enthalten (Mét. de Tscharner, Figur 8, Profil 19). Nur in Rondchâtel überzieht ein zentimeterdickes Oolithschichtchen einzelne Partien der Omissionsfläche, von ihr durch ein feines braunrotes Häutchen getrennt. Ob dieser Sedimentrest der Athleta-Zone oder dem eisenoolithischen Oxfordian angehört, kann nicht entschieden werden. Die Relikte beweisen nur, dass nach Erosion der Anceps-Oolithe erneut eisenoolithische Sedimente abgelagert und auch wieder aufgearbeitet wurden.

Das Oxfordian ist in der östlichen Chasseral-Antiklinale auf 0,5 m fette, blau-schwarze Tone reduziert. Sie enthalten Belemnitentrümmer, Pyritkonkretionen und, in den obersten Zentimetern, vereinzelte kleine Kalkknauer.

Profil des Callovian in der östlichen Chasseral-Antiklinale:		
Oxfordian.	Reduziert	0,5 m
Callovian. Z. des <i>Kosmoceras spinosum</i>	Fehlt	—
Z. der <i>Kosmoceras jason</i> und <i>castor</i> und <i>pollux</i>	Oberste DN	1,0 m
Sub. des « <i>Proplanulites könighi</i> »	Dalle nacrée	13,0 m
	Call.-Tone	10,0 m
Z. des <i>Macrocephalites macrocephalus</i>	Calc. roux sabl.	3,0 m
Bathonian. Z. des <i>Clydoniceras discus</i>	Calc. roux sabl.	—
Gesamtmächtigkeit des Callovian		27,0 m



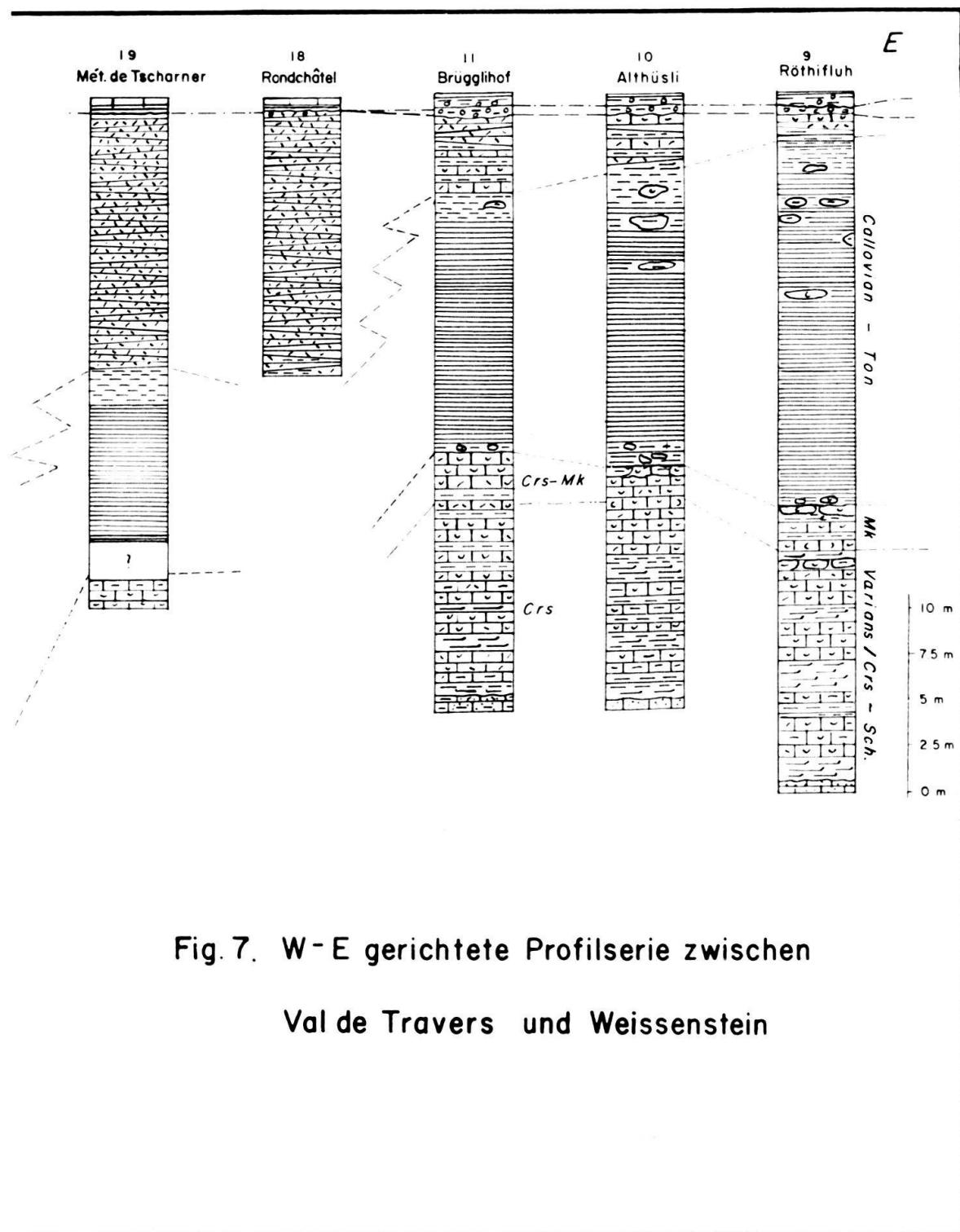


Fig. 7. W-E gerichtete Profilserie zwischen  
Val de Travers und Weissenstein

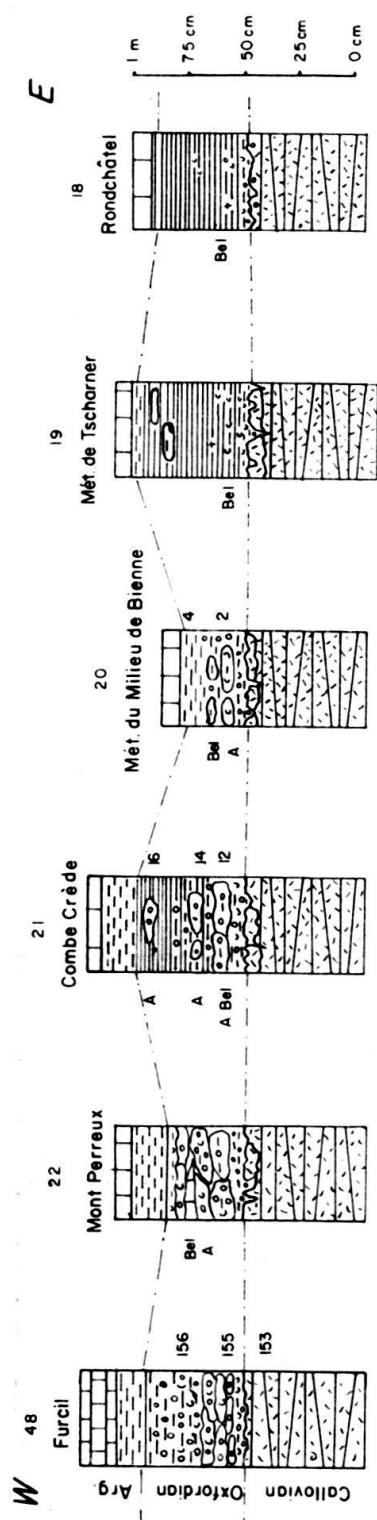


Fig. 8. Detailprofile der Grenzzone Callovian-Oxfordian zwischen Val de Travers und Rondchâtel

### C. DAS CALLOVIAN DER ZENTRALEN CHASSERAL-ANTIKLINALE

Die Serie wurde an folgenden Aufschlüssen untersucht: NW Mét. du Milieu de Bienne (Profil 20), S Mét. de Morat, Ko. 571550/221270; NE Mét. de St-Jean Derrière, Ko. 570200/220270; Combe Grède, Ko. 559000/221800.

#### 1. Ober-Bathonian und Macrocephalenkalke

Sowohl die Fazies als auch die Mächtigkeit haben sich gegenüber dem östlichen Abschnitt wenig verändert. Der Calcaire roux sableux besteht aus harten, braunrot anwitternden Kalken, die mit limonitreichen, dünnen Mergelschichtchen wechseltlagern. In einigen Bänken, in der Mitte der 13–16 m mächtigen Serie, ist der organische Detritus vollständig vererzt. Eine Grenze zwischen Bathonian und Callovian besteht nicht. Ich nehme an, dass auch hier die obersten 2–3 m des Sedimentes, als Äquivalente der Macrocephalenkalke, ins Callovian zu stellen sind.

Die Oberfläche des Calcaire roux sableux ist nicht aufgeschlossen.

#### 2. Die Callovian-Tone

Die Serie liegt meistens unter der Vegetation verborgen. Sie bildet seichte Depressionen oder Terrassen. Bei der Mét. du Milieu de Bienne beträgt die Mächtigkeit des Niveaus 10–12 m, bei der Mét. de Morat nur noch 7–8 m. Ich habe die Callovian-Tone an zwei Punkten erschürft und stellte fest, dass sowohl die mittleren, besonders aber die oberen, leicht mergeligen Tone von feinem Echinodermen- und Bivalvendetritus durchsetzt sind. Dies deutet darauf hin, dass im zentralen Chasseralgebiet nicht nur ein vertikaler, sondern auch ein horizontaler Übergang zur Dalle nacrée stattfindet und dass die Callovian-Tone weiter westlich durch die Dalle nacrée ersetzt werden.

### 3. Die Dalle nacrée

Der Übergang von den Callovian-Tonen zur Dalle nacrée ist gleitend. Die Grenzzone besteht aus dünnplattigen, gelbgrauen Mergelkalken, die mit grauen Mergeln wechseltlagern. Die Dalle nacrée zeigt ihre typische Ausbildung. Die ersten Silexlinsen beobachtete ich in der Umgebung von Pierrefeu, konnte aber ihre Verbreitung der ungünstigen Aufschlussverhältnisse wegen nicht verfolgen. Bei der Mét. du Milieu de Bienne reichen mehrere Silexhorizonte (6), auf ein Schichtpaket von 6,5 m verteilt, bis 2 m unterhalb der Dalle nacrée-Obergrenze. Bei der Mét. de St-Jean Derrière beobachtete ich Silexlinsen von 30 cm Dicke.

Aus den Aufschlüssen von Mét. du Milieu de Bienne (Profil 20, Nr. 21) und Mét. de St-Jean Derrière besitze ich einige Fragmente von *Ostrea* sp. indet., *Ctenostreon* sp. indet. und *Modiolus* sp. indet.

Ich stellte fest, dass die Callovian-Tone in dieser Gegend an den Fazies-Raum der Dalle nacrée grenzen und dass ihre Mächtigkeit von E gegen W abnimmt. Demgegenüber vergrössert sich das Schichtpaket der Dalle nacrée von 12–14 m in der östlichen Chasseral-Antiklinale, auf 20–22 m NW der Métairie du Milieu de Bienne und erreicht in der Umgebung des Petit Chasseral (Mét. de Morat, Figur 7) schon 28 m Mächtigkeit. Dies beweist, dass die Sedimentation calcarenitischen Materials im W bedeutend früher einsetzte als im E, dass sich also der Faziesraum der Dalle nacrée im Laufe des Unter-Callovian sukzessive nach E (und auch in anderen Richtungen) ausdehnte (vgl. p. 147).

Der Übergang zum Mittel-Callovian ist gleitend.

Über der Omissionsfläche im Dach der Dalle nacrée setzen eisenoolithische Kalke und Mergel ein, die das reduzierte Oxfordian repräsentieren (Profil 20 und Figur 8, Profil 21). Der Athleta-Eisenoolith fehlt in der zentralen Chasseral-Antiklinale.

#### Profil des Callovian in der zentralen Chasseral-Antiklinale:

Oxfordian.		Reduziert	0,4 m
Callovian.	Z. des <i>Kosmoceras spinosum</i>	Schichtlücke	—
	Z. <i>Kosmoceras jason</i> und <i>castor</i> und <i>pollux</i>	Oberste DN	1,0 m
	Subzone des « <i>Proplanulites könighi</i> »	Dalle nacrée	27,0 m
	Z. des <i>Macrocephalites macrocephalus</i>	Call. Tone	8,0 m
Bathonian.	Z. des <i>Clydoniceras discus</i>	Calc. roux sabl.	3,0 m
	Gesamtmächtigkeit des Callovian	Calc. roux. sabl.	39,0 m

#### D. DAS CALLOVIAN DER MONT D'AMIN-ANTIKLINALE, DER VUE DES ALPES UND VON LES CROSETTES (S LA CHAUX-DE-FONDS)

Das Callovian ist an folgenden Orten untersucht worden: Mont Perreux (Profil 22); S Stat. Convers. (556400/214600, 556550/214700; Mont Dart, Ko. 554300/211600; Mont Jaques (Profil 25); Petites Crosettes, Ko. 555050/216750; Ko. 555700/217630; Moulin à Vent, Ko. 556000/217870.

Das Callovian der Mont d'Amin-Antiklinale und der angrenzenden Gebiete gliedert sich in folgende zwei Fazies-Typen:

1. Der oberste Calcaire roux sableux.
2. Die Dalle nacrée.

### 1. Der Calcaire roux sableux

Er besteht aus braunroten Mergelkalken bis Calcareniten, die mit limonitreichen Mergelschichtchen wechsellagern. Die Serie ist selten aufgeschlossen. Meistens stossen nur besonders harte Platten durch die Humusschicht. Die Gesamtmächtigkeit des Calcaire roux sableux beträgt 12–14 m. Die obersten 2–3 m gehören wahrscheinlich schon dem Callovian an.

### 2. Die Dalle nacrée

Sie ist sehr gut aufgeschlossen. An der Basis liegen graublaue, oolithische Calcarenite die mit blauschwarzen oder grauen Tonen wechsellagern. Bei diesen Tonenschichten, die von Echinodermen und Bivalventrämmern durchsetzt sind, handelt es sich um die letzten Ausläufer der Callovian-Tone, die zwischen den untersten Calcareniten auskeilen. Besonders gut ist die Schicht im Steinbruch von Mont Jaques (Profil 25) aufgeschlossen. Am Mont Perreux (Profil 22) habe ich sie erschürft. Über dieser Kalk-Ton-Serie liegen die typisch ausgebildeten Calcarenite der Dalle nacrée (36–45 m) vgl. p. 106).

Silexbildungen sind besonders am Mont Perreux häufig. Zahlreiche Horizonte sind auf einen 15 m mächtigen Komplex verteilt, die obersten 7 m der Dalle nacrée sind silexfrei. In den Aufschlüssen des Mont Dart, Mont Jaques und Petites Crosettes dagegen beschränken sich die Silexbildungen auf zwei dünne Horizonte in der oberen Dalle nacrée.

Fossilien sind, wie überall in der Dalle nacrée, sehr selten. Immerhin konnte ich am Mont Perreux einige Bivalven aufsammeln (Profil 22, Nr. 22) (*Trigonia [Clavitrigonia] cf. scarburgensis LYCETT*). Einzelne Terebrateln und Rhynchonellen aus den Steinbrüchen von Mont Jaques und Petites Crosettes sind schlecht erhalten.

Die Dalle nacrée wird durch eine scharfe Omissionsfläche abgeschlossen. Die oberste Platte ist stellenweise durch Eisensilikate grünlich imprägniert.

Die eisenoolithische Athleta-Zone fehlt auch hier. An ihrer Stelle ist, mit gleicher Fazies, ein eisenoolithischer Kalk entwickelt, der Ober-Oxfordian-Fossilien enthält. Sowohl in ihrer Mächtigkeit als auch im Aufbau der einzelnen Schichtchen ist die Serie starken Schwankungen unterworfen. Noch bis in neuester Zeit wurde angenommen, dass die eisenoolithischen Gesteine in der Gegend von Convers auskeilen. A. JEANNET (1948) vermutet, dass in der Mont d'Amin-Antiklinale das Argovian direkt auf der Omissionsfläche der Dalle nacrée liegt. Ich habe das Hangende der Dalle nacrée an mehreren Stellen erschürft und stets eisenoolithische Kalke oder Mergel angetroffen. Das Ober-Oxfordian ist also auch an der südlichsten Ketten des Neuenburger Jura entwickelt (Profil 22, 25, Stat. Convers, Mont Dart, Petites Crosettes, Moulin à Vent).

## Profil des Callovian in der Mont d'Amin-Antiklinale:

Oxfordian.	Z. des <i>Cardioceras cordatum</i>	Fe-ool. Kalk	0,3 m
	Z. des <i>Quenstedtoceras mariae</i>	Schichtlücke	—
	Z. des <i>Quenstedtoceras lamberti</i>		
Callovian.	Z. des <i>Kosmoceras spinosum</i>	Schichtlücke	—
	Z. der <i>Kosmoceras jason</i> und <i>castor</i> und <i>pollux</i>	Oberste DN	ca. 1,0 m
	Subzone des « <i>Proplanulites könighi</i> »	Dalle nacrée	42,0 m
		DN + Tone	2,0 m
	Z. des <i>Macrocephalites macrocephalus</i>	Ob. Calc. r. sabl.	ca. 2,0 m
Bathonian.	Z. des <i>Clydoniceras discus</i>	Calc. r. sabl.	
	Gesamtmächtigkeit des Callovian		47,0 m

## E. DAS CALLOVIAN DER ANTIKLINALE VON LA TOURNE

Das Callovian ist in einem der interessantesten Aufschlüsse des Neuenburger Jura, in den Steinbrüchen von Furcil bei Noirague, sehr gut zugänglich (Profil 48).

Die Stufe wird durch folgende Faziesgruppen repräsentiert:

1. Calcaire roux sableux p.p.
2. Untere Dalle nacrée.
3. Mergelband.
4. Obere Dalle nacrée.

## 1. Der Calcaire roux sableux p.p.

Die Serie ist in Furcil 20 m mächtig. Die braunroten Mergelkalke und Calcare-nite wechsellagern mit grauen, stellenweise limonitreichen Mergeln. Die Schicht ist, soweit aufgeschlossen, fossilleer. Im Liegenden gehen sie in die 70 m mächtigen Marnes de Furcil, graue Mergel und Mergelkalke, über. Der Calcaire roux sableux des oberen Bajocian liegt in der Basis.

Da die Stellung des oberen Calcaire roux sableux als oberstes Bathonian nicht durch den Vergleich mit anderen, benachbarten Profilen bewiesen werden kann, gestatte ich mir einen kurzen Hinweis auf die stratigraphische Stellung der Marnes de Furcil. Das Profil wurde von M. CLERC (1904), L. ROLLIER (1911) und H. SCHARDT (1911) eingehend untersucht. In neuerer Zeit hat sich F. LIEB (1945) mit der Gliederung des Komplexes befasst. Aus dem unteren Calcaire roux sableux erwähnt H. SCHARDT *Parkinsonia parkinsoni* (Sow.), *Parkinsonia depressa* (Qu.) und *Garantiana garanti* d'ORB.). Diese Ammoniten überschreiten die Bajocian/Bathonian-Grenze nicht (F. LIEB, 1945). Aus den unteren Marnes de Furcil zitiert M. CLERC *Oxycerites fuscus* (Qu.). F. LIEB erwähnt *Oxycerites cf. aspidoides* (Opp.). In England liegt *Oxycerites fuscus* zusammen mit *Zigzagiceras zigzag* im Lower Fuller's Earth (Unt. Bathonian), in Würtemberg dagegen mit *Oxycerites aspidoides* und *Parkinsonia würtembergica* in den oberen Würtembergicus-Schichten (Mittl. Bathonian). *Oxycerites aspidoides* kommt auch in den oberen Marnes de Furcil vor (M. CLERC,

F. LIEB). Dieser Ammonit tritt in Deutschland im oberen Bathonian auf (unter der Zone des *Clydoniceras discus*) und erreicht auch in der Schweiz die Variansschichten (M. MÜHLBERG, 1900; A. ERNI, 1941). In der Grenzzone zwischen Mittel- und Ober-Bathonian liegt *Procerites quercinus* (TERQUEM & JOURDY<sup>4</sup>). H. SCHMASSMANN (1945) und J. FAVRE & M. THIEBAUD beschreiben ihn aus den oberen Württembergicus-Schichten, bzw. der Pierre Blanche, die ja lateral in die Marnes de Furcil übergeht. Damit ist die Stellung des Calcaire roux sableux gesichert. Der obere Calcaire roux sableux geht in die Dalle nacrée über. Ich habe die Grenzzone erschürft und festgestellt, dass der unregelmässig gebankte Calcaire roux sableux langsam die typische Struktur der Dalle nacrée annimmt, während gleichzeitig die Mergelschichtchen verschwinden (Profil 46, Nr. 1–40). Die Stufengrenze liegt innerhalb dieser Übergangsserie.

## 2. Die untere Dalle nacrée

Sie ist 11 m mächtig (Profil 48, Nr. 40–58). Die Calcareniten sind meistens sehr grobspätig und enthalten reichlich Bivalventräümmer. Die Verwitterungsflächen sind von zahlreichen, verkiezelten Echinodermen- und Bivalventräummern übersät. Zwischen den 5–20 cm mächtigen Platten liegen häufig dünne Mergellagen.

## 3. Das Mergelband

Die Schichten sind aus grauen bis graubraunen Mergeln und späten Mergelkalken bis Calcareniten zusammengesetzt. Im Steinbruch von Furcil bilden sie eine kleine Terrasse zwischen den beiden Dalle nacrée-Wänden. Sowohl im Liegenden als auch im Hangenden geht der Horizont ohne Sedimentationsunterbruch in die Dalle nacrée über. Die Ausdehnung des Mergelbandes ist nach E sehr beschränkt. Es keilt zwischen der unteren und oberen Dalle nacrée aus und wurde weder bei Les Neigeux (Ko. 554300/210400, W Tête de Rang), noch in der Umgebung von Entre deux Monts (Ko. 548800/210200, S Le Locle) festgestellt. Auch H. SCHARDT (1911) hat auf diese Tatsache hingewiesen. Die Mergel sind ein östlicher Ausläufer des Mergelkomplexes aus der Gegend von St-Sulpice und Dénayriaz (Chasseron-Antiklinale), wo die Mergelfazies auch auf das untere Callovian übergegriffen hat. Eine Verbindung zwischen dem Mergelband und den Callovian-Tonen besteht nicht.

Im Detailprofil Nr. 48 wurden 57 Einzelhorizonte (Nr. 58–115) ausgeschieden.

## 4. Die obere Dalle nacrée

Diese Serie umfasst einen 34 m mächtigen Schichtstoss. Die Ausbildung des Gesteins ist normal (Profil 48, Nr. 115–152). Mergellagen fehlen. Alle untersuchten Proben enthalten 2–4% Quarz, 1–2% Magnesiumkarbonat und 93–96% Kalziumkarbonat. 7,5 m unterhalb der Oberfläche liegt ein 5 cm mächtiges Silexband, das einzige dieser mächtigen Serie (Profil 48, Nr. 144). In die Oberfläche der Dalle nacrée sind tiefe Taschen eingesenkt, die von eisenoolithischen und eisensilikat-

<sup>4</sup>) *Procerites quercinus* (non TERQUEM & JOURDY) in CLERC = *Procerites aff. fullonicus* ARKELL (fide ARKELL, 1956); Mittl. Bathonian.

reichen, graugrünen Mergeln ausgefüllt werden. Die anerodierte Dalle nacrée ist grobspälig und von feinen Drusen und Äderchen durchsetzt, die von einer dünnen Asphalt Haut, welche alle Kalzitkristallchen überzieht, schwarz gefärbt sind.

Über der Erosionsfläche erkennt man eine dünne, graue Kalklage, die Eisenooide enthält (Profil 48, Nr. 153). Schon H. SCHARDT (1910) erkannte das Oxfordianalter der Schicht, deren stratigraphische Stellung von A. JEANNET genauer untersucht wurde (A. JEANNET & CH. D. JUNOT, 1924 & 1925). Er stellte die Eisenoolithe ins Ober-Oxfordian.

#### Profil des Callovian von Furcil (Val de Travers):

Oxfordian.	Z. des <i>Cardioceras cordatum</i>	Fe-ool. Kalk	0,3 m
	Z. des <i>Quenstedtoceras mariae</i>	Schichtlücke	—
	Z. des <i>Quenstedtoceras lamberti</i>	Schichtlücke	—
Callovian.	Z. des <i>Kosmoceras spinosum</i>	Schichtlücke	—
	Z. der <i>Kosmocera jason</i> und <i>castor</i> und <i>pollux</i>	Oberste DN	ca. 1,0 m
	Subzone des « <i>Proplanulites könighi</i> »	Dalle nacrée	33,0 m
		Mergelband	5,0 m
		Dalle nacrée	11,0 m
	Z. des <i>Macrocephalites macrocephalus</i>	Calc. r. sabl.	
Bathonian.	Z. des <i>Clydoniceras discus</i>	Calc. r. sabl. & Marnes du F. p.p.	20,0 m
Gesamtmächtigkeit des Callovian			50–55 m

#### F. LITERATURHINWEIS

Der östliche Teil der Chasseral-Antiklinale wurde von H. SCHÜRER (1929) und P. EPPEL (1947) bearbeitet. Auf ihre Untersuchungen wurde schon bei der Besprechung der Montoz-Antiklinale hingewiesen.

In der zentralen Chasseral-Antiklinale erkannte schon L. ROLLIER (1911) das Oxfordian-Alter der eisenoolithischen Schichten im Dach der Dalle nacrée. W. JENNY (1924) schätzt die Mächtigkeit der Dalle nacrée auf 30, diejenige des Calcaire roux sableux auf 20 m. Die Callovian-Tone erwähnt er nicht. Er weist auf die zahlreichen Silexbildungen hin und vermutet richtig, dass es sich um Spongienüberreste handelt. Seine Dalle nacrée-Analyse enthält folgende Werte:

CaO	52,67%
FeO	1,57%
MgO	0,34%
CO <sub>2</sub>	42,15%
Tonmin.	
+ Quarz	3,32%
Total:	99,05%

E. LÜTHI (1954) führt die normale Gliederung der Dalle nacrée durch. Ausserdem beschreibt er ein Detailprofil der Callovian–Oxfordian-Grenze in der Combe Grède.

Die Verhältnisse in der Mont d'Amin-Antiklinale wurden von L. ROLLIER (1904) und H. SCHARDT (1905 und 1911) untersucht. Gegenstand ihrer Forschung war die Stellung des Calcaire roux sableux und seine Parallelisierung mit den Serien in Furcil. Beide Autoren hatten anfänglich den Calcaire roux sableux den Marnes de Furcil gleichgestellt, revidierten aber später ihre Ansicht auf Grund von Fossilfunden und verglichen die Schichten mit den Mergeln und Kalken im Hangenden der Marnes de Furcil. Bei Convers beobachtete H. SCHARDT (1905) ein dünnes eisenoolithisches Mergelschichtchen, das er als auskeilendes Oxfordian bezeichnete. In den Steinbrüchen von Petites Crosettes hat J. FAVRE (1911) das Oxfordian-Alter der Eisenoolithe festgestellt; aus Convers erwähnt sie H. SUTER (1920) als nur einige Zentimeter mächtig.

Die ungemein mächtige, zweigeteilte Dalle nacrée von Noiraigue wird in der Literatur häufig erwähnt, jedoch wurde nie ein Detailprofil aufgenommen. Dagegen sind einige Fossilfunde vormerkt, die einen Hinweis auf das sichere Callovian-Alter der Schichten geben. H. SCHARDT (1911) erwähnt unbestimmbare Fragmente von *Reineckeia*. A. JEANNET (1948) stellte bei Brot-dessous einen Macrocephaliten fest.

#### G. DETAILPROFILE

##### 18. Profil im Steinbruch von Rondchâtel, Ko. 585500/225100 (Figuren 7 und 8).

Calcaire roux sableux, Macrocephalenkalke und Callovian-Tone sind nicht auf geschlossen.

1. 0,4 m Braungelb anwitternder, schwach kreuzgeschichteter Calcarenit in Platten von 10 bis 20 cm Dicke. Im frischen Bruch ist das Gestein grau und enthält feine Tongallen.
2. 0,04 m Grauschwarzes Mergelschichtchen, das nach wenigen Metern auskeilt.
3. 8,1 m Gelbbraun, rauh anwitternde Dalle nacrée, die keine Silexbildungen enthält.
4. 2,45 m Beige, grobspätige, kreuzgeschichtete Dalle nacrée. Die Verwitterungsfläche ist sandig anzufühlen.
5. 1,3 m Grauer, dickbankiger Calcarenit, der von extrem grobspätem Crinoidendetritus durchsetzt ist. Im frischen Bruch ist das Gestein grau bis blaugrau.
6. 0,03 m Grobspätiger Calcarenit, der vereinzelte, stark zersetzte Eisenooide enthält. Eine kräftige Omissionsfläche schliesst die Dalle nacrée-Bildung ab.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin bis dicht und grossteils tonig-limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Den Hauptanteil haben Crinoiden-, Bivalven- und Bryozoentrümmer. In zweiter Linie folgen Brachiopodentrümmer und Spongiennadeln mit limonitisch pigmentiertem, erweitertem Achsenkanal. Ein Teil des organischen Detritus ist vererzt. Bei einigen Trümmern ist Sammelkristallisation eingetreten, wobei die limonitischen Verunreinigungen an den Rand verdrängt wurden.

Anorganische Komponenten: Die Eisenooide sind diagenetisch stark umgewandelt, doch ist die konzentrische Schalung bei einigen Ooiden erkennbar. (Genauere Beschreibung im petrographischen Kapitel S. 154) Detritischer Quarz ist selten und tritt als feine, schlecht gerundete Körnchen auf ( $\varnothing$  bis 0,02 mm).

7. 0,01 m Eisenoolithische, späte Kruste, die nur noch in einzelnen Flecken sichtbar ist und durch eine feine Limonithaut vom Liegenden getrennt ist.
8. 0,01–0,04 m Braunschwarze Mergel, die von calcarenitischem Detritus durchsetzt sind. Sie füllen die Furchen der Crenierfläche. IM eriegel enthalten vereinzelt zertrümmerte Eisenooide.

9. 0,05 m Graue, tonige Mergel, die vereinzelte Belemnitrümmer enthalten. Die Merge. gehen über in fette, schwarze Tone, die massenhaft Belemnitrümmer enthalten (Reduziertes Oxfordian)

20. Profil N der Métairie du Milieu de Bienne, Ko. 573500/222080, Chasseral-Antiklinale (Figuren 7 und 8).

Oberfläche des oberen Hauptrogensteins von Bohrmuscheln angebohrt und ausgewaschen.

1. 13 m Der Calcaire roux sableux besteht in der Chasseral-Antiklinale aus plattigen bis dickbankigen, rostrot anwitternden, lumachellösen oder pseudoeisenoolithischen Calcareniten, die mit rostbraunen, dünnen Mergelschichten oder Mergelkalken wechselseitig lagern. Die Schichten liegen meistens unter der Vegetation verborgen, nur die harten Calcarenitplatten stechen hervor. Der Calcaire roux sableux repräsentiert das oberste Bathonian = Variansschichten und, in den obersten 2 m, das unterste Callovian = Macrocephalenkalke im E.
2. 10 m Die Callovian-Tone sind grau und leicht mergelig; an der Ober- und Untergrenze gelblich anwitternd. (Schürfung in der Nähe der Untergrenze und in der Mitte.)
3. 1,1 m Graugelbe, dünngelbige Mergelkalke, die mit beigen kalkigen Mergeln wechseln.
4. 0,9 m Mergelige, beige bis braungelbe, späte Kalke mit vereinzelten Tonlinsen und dünnen Mergelbändchen.
5. 1,0 m Kreuzgeschichteter, beiger, im Bruch grauer, sehr feinspätiger Calcarenit.
6. 1,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, grobspätige Dalle nacrée.
7. 2,1 m Braun bis beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée, die vereinzelte graue Tongallen und Tonhäutchen enthält.
8. 6,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue bis graue, grobspätige Dalle nacrée.
9. 2,0 m Grobgebankte, beige, im Bruch hellgraue Dalle nacrée mit auswitternden, verkleinselten Schalentrümmern.
10. 9,8 m Feinspätige, kieselige, beige anwitternde Dalle nacrée.
11. 0,2 m Sehr harter, schmutziggrau anwitternder Silex von muscheligem Bruch. Die Linse lässt sich über mehrere Meter verfolgen.
12. 0,6 m Feinspätige, teilweise auch etwas gröbere, beige anwitternde Dalle nacrée.
13. 0,05–0,1 m Langgezogenes, grau anwitterndes, im Bruch milchweisses Silexband.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist zu 70% verkieselt. Als Mineralien wurden Chalcedon und Quarzin beobachtet, die in feinen Sphaerolithen regellos oder entlang den Rändern organischer Trümmer angeordnet sind. Die limonitisch-tonig pigmentierte primäre Grundmasse ist nur noch in kleinen Nestern enthalten. Echinodermen- und Bivalventräümmer sind ebenfalls weitgehend verkieselt. Hauptmineral ist Quarzin. Unverkieselte Echinodermenträümmer sind meistens entmischt, wobei in einer äussersten Zone der verdrängte Limonit, in der nächst inneren Dolomit in Rhomboedern und im Zentrum Kalzit ausgeschieden wurde. Die vollständig umkristallisierten Spongiennadeln sind erkennbar an ihrem erweiterten, limonitisch pigmentierten Achsenkanal oder an den linear angeordneten Quarzin- bzw. Chalcedonsphaerolithen. Das Gestein war primär ein Calcarenit von feinspätiger Struktur. Ein Teil des organischen Detritus war vererzt.

14. 0,7 m Feinspätige, beige anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée.
15. 0,2 m Fladenförmiger, beige anwitternder, unvollständig verkieselter Silex. Die Verwitterungsfläche ist porös.
16. 1,5 m Grobgebakter, kieseliger, beige anwitternder Calcarenit.
17. 0–0,1 m Grau anwitternder, im muscheligen Bruch weißer, geschichteter Silex.
18. 1,8 m Grobspätige, braunrot anwitternde Dalle nacrée. Die groben Echinodermen- und Bivalventräümmer sind häufig verkieselt und wirken schmutziggrau aus.
19. 0,3 m Feinspätige, kieselige, braun anwitternde Dalle nacrée.
20. 0,1 m Grauer, sehr dichter, muschelig brechender Silex.

21. 1,5 m Graubraune, sehr grobspätige, im Bruch graue Dalle nacrée, die vereinzelte Bivalvensteinkerne enthält.  
*Ctenostreum* sp. indet.  
*Mytilus* sp. indet.
22. 0,2 m Schmutziggrau anwitternder, sehr harter Silex von muscheligem, bläulichem Bruch. Das Gestein enthält gut erhaltene, vollständig verkieselte Austern.  
Dünnschliff: Die Grundmasse ist fast vollständig verkieselst. Der organische Detritus ist ebenfalls weitgehend zu Chalcedon- und Quarzinsphaerolithen umgewandelt. Immerhin sind die limonitischen Relikte des ehemals calcarenitischen Ge steins gut erkennbar. Crinoidentrümmer waren primär vererzt, wurden aber später entmischt, wobei der Limonit an die Ränder der Neubildungen verdrängt wurde. Eine grosse, eingebettete Auster wurde vollständig in Quarzin umgewandelt. An den Rändern einzelner Chalcedon- und Quarzinsphaerolithen sind Neubildungen authigenen Quarzes zu beobachten. Die häufigen Spongiennadeln sind vollständig umkristallisiert. Der Achsenkanal ist erweitert und limonitisier. Charakteristisch ist die lineare Anordnung der Sphärolithe längs des Achsenkanals.
23. 1,5 m Braun bis beige anwitternde, grobspätige Dalle nacrée. Wegen der auswitternden, verkieselten Bivalven- und Crinoidentrümmer ist die Verwitterungsfläche rauh anzufühlen.
24. 0,2 m Grobspätige, braune Dalle nacrée. Durch die starke Erosion wurde die Schicht in einzelne Platten aufgelöst.  
(3-24 DN)
25. 0,05 m Eisenoolithische, braunrote Mergel, die von calcarenitischen Aufarbeitungsmaterial durchsetzt sind.
26. 0,15 m Eisenoolithische, gelbbraune Mergel, die mit knauerigen Mergelkalken wechselt. Die Schicht enthält Cardioceraten und entspricht dem oberen Oxfordian.
27. 0,02 m Eisenoolithische Tone.
28. 0,10 m Ooidfreie, graue Mergel, die vereinzelte Pyritkonkretionen enthalten.  
Nr. 23-28 wurden erschürft.

## 22. Profil am Feldweg zum Mont Perreux, Ko. 557090/214180 E Vue des Alpes (Figuren 7 und 8).

Der Calcaire roux sableux ist nicht aufgeschlossen. Er liegt auf der angebohrten Oberfläche des oberen Hauptrogensteins. Er setzt sich zusammen aus limonitreichen Mergeln und späten Mergelkalk- bis Calcareitbänken.

1. ca. 2 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, oolithischer Calcarenit, der mit blau-schwarzen bis braunroten Tonen wechselt. Die Mächtigkeit der Schichten erreicht höchstens 10 cm (reduzierte Äquivalente der Callovian-Tone).  
Schlammung: In den Tonen liegen reichlich eingeschwemmte Bryozoen- und Crinoidentrümmer sowie vereinzelte Kalkoide. Spongiennadeln und Ostracoden-schälchen sind selten. Detritischer Quarz fehlt. Pyritkristallchen sind häufig.
2. 4,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige bis grobe Dalle nacrée. Einzelne Platten enthalten feine Tonhäute, an der Basis schalten sich noch millimeter- bis zentimeterdicke Tonlagen zwischen den einzelnen Schichten.
3. 14,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige bis graue, grobspätige Dalle nacrée. Wegen der zahlreich auswitternden verkieselten Bivalventräümmer ist die Verwitterungs-fläche sandig anzufühlen. Einzelne Schichtflächen weisen Omissionsspuren auf, die von millimeterdicken, von Schalenträümern durchsetzten Mergeln eingedeckt werden.
4. 0,04 m Graues bis beiges Mergelschichtchen.
5. 1,8 m Extrem grobspätige, braunrot anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée. Mehrere Schichtflächen sind angebohrt, oder von Austern bewachsen. Im Gestein liegen olivgrüne bis graue Tonlinsen sowie Bivalventräümmer, die teilweise limonitisier sind.

6. 0,03 m Braune, tonige Mergel.
7. 0,4 m Grobspätige, braunrote, im Bruch beige bis hellgraue Dalle nacrée mit auswitternden groben Bivalventrämmern.
8. 0,05 m Plattiger, grauweiss anwitternder, im Bruch weisser, dichter Silex.
9. 0,9 m Grobspätige, beige bis braun anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée.
10. 0,2 m Zwei braunrot anwitternde, limonitreiche Dalle-nacrée-Platten, die Silexlinsen enthalten. Je nach der Vollständigkeit der Verkieselung sind die Linsen grau oder weiss. Um die einzelnen Verkieselungen liegt häufig ein limonitischer Hof.
11. 5,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée. Die Plattendicke schwankt zwischen 5 und 15 cm. Nach jeweils 2–3 Calcareenschichten schalten sich flache, fladenförmige Silexlinsen ein.
12. 0,4 m Braunrot anwitternde, 4–8 cm mächtige, grobspätige Dalle-nacrée-Platten, deren Verwitterungsflächen übersät sind von Stielgliedern von Crinoiden und Echinidenstacheln.

*Isocrinus nicoletti* (DESOR)

13. 3,5 m Feinspätige, braunrot anwitternde, im Bruch beige Dalle nacrée. Die Mächtigkeit der einzelnen Platten beträgt 5–15 cm.
14. 1,75 m Sehr harte, dickbankige, beige anwitternde Dalle nacrée. Im frischen Bruch ist das Gestein blaugrau.
15. 0,25 m Grau anwitternder, im Bruch milchweisser bis bläulicher, sehr dichter Silex.
16. 0,5 m Braungelb anwitternder, kieseliger Calcarenit. Die Schichtflächen sind wulstig.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch. Nur einzelne Flecken sind feinkörnig und tonig-limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Er setzt sich zusammen aus Echinodermen-, Bivalven- und Brachiopodenträmmern. Crinoidentrümmer und die selteneren Bryozoen sind meistens vererzt. Die Verkieselung hat hauptsächlich organischen Detritus ergriffen. Ein Teil des Kalzits ist durch Quarzin ersetzt, der in Sphaerolithen angeordnet ist. Viele Crinoidentrümmer sind entmischt, wobei die Gitterstruktur verloren ging. Das limonitische Material ist an den Rändern angereichert.

Anorganischer Detritus: Quarz ist selten und in feiner, schlecht gerundeter Fraktion, Ø bis 0,08 mm, fein verteilt.

Graubraune, onkoide Mikrogerölle, eventuell koprogenen Ursprungs, erreichen Durchmesser bis 0,25 mm.

17. 0,3 m Wechsellagerung sehr feinspätiger, braunrot anwitternder Dalle nacrée mit grauen, 5–8 cm mächtigen Silexlinsen.

Dünnschliff durch die Dalle nacrée: Grundmasse grobkristallin kalzitisch und klar oder leicht limonitisch verfärbt.

Organischer Detritus: Feine Crinoidentrümmer sind meistens vererzt. Molluskentrümmer fehlen.

Anorganischer Detritus: Quarz tritt in sehr feiner Fraktion, Korndurchmesser bis 0,05 mm, auf. Dominierend sind graubraune, onkoidische Gerölle, die als Kern gerollte Cristallarien, Milioliden oder ein anderes dunkles Geröll besitzen (Ø bis 0,8 mm). Konzentrische Schalung wurde nicht festgestellt.

18. 0,7 m Braunrot anwitternder, kreuzgeschichteter Calcarenit. Der organische Detritus ist sehr stark, an einzelnen Stellen sogar vollständig verkieselt.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch und klar bis fleckenweise leicht gelblich verfärbt. Nur an wenigen Stellen hat die Verkieselung in Form von Chalcedonsphärolithen auf die Grundmasse übergegriffen.

Organischer Detritus: Die meisten Trümmer von Bivalven, Echinodermen, Brachiopoden und Gasteropoden sind durch Quarzin verkieselt. Chalcedonsphärolithe sind seltener. Das Zentrum grober, verkieselter Bivalventrämmern ist oft kalzitisch. An den Rändern von Chalcedon- und Quarzinsphaerolithen ist die Neubildung von Quarz zu beobachten.

19. 3,1 m Beige anwitternder, grobspätiger, kreuzgeschichteter Calcarenit mit kieseliger, höckeriger Schichtfläche. Bankmächtigkeit bis 25 cm.

20. 0,9 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige, feinspätige Dalle nacrée.
21. 1,5 m Grobspätige, stark verkieselte, beige Dalle nacrée, auf deren Schichtflächen zahlreiche, schlecht erhaltene, verkieselte Bivalven auswittern.  
*Trigonia (Clavitrigonia) scarburgensis* LYCETT  
*Ctenostreon* sp. indet.  
*Pecten* sp. indet.  
*Entolium* sp. indet.  
*Mytilus* sp. indet.  
*Belemnopsis* sp. indet. (1 Ex.)
22. 0,9 m Dickbankige, braunrot anwitternde, im Bruch graue, sehr feinspätige, kieselige Dalle nacrée.
23. 0,5 m Grobspätiger, braunrot anwitternder, im Bruch beiger Calcarenit.
24. 0,4 m Sehr feinspätiger, kieseliger, braunroter bis beiger Calcarenit. Die Oberfläche der Schicht ist stark ausgewaschen, von tiefen Furchen durchzogen, angebohrt und an einigen Stellen von Eisensilikaten imprägniert.
25. 0,04 m Graugrüner bis braunroter Mergel, der von Trümmern aufgearbeiteter Calcarenite und Eisenoolithe durchsetzt ist.
26. 0,3 m Eisenoolithischer, an der Basis knaueriger, im Dach eher ruppiger Kalk.  
*Perisphinctes (Properisphinctes) bernensis* DE LOR.  
*Perisphinctes* sp. indet. (Fragmente grösserer Ex.)  
Cardioceraten (Fragmente)
27. 0,1 m Limonitreicher, schwach eisenoolithischer Mergel.
28. 0,15 m Graue Mergel mit Pyritkonkretionen.
29. 0,3 m Grauer bis graugrüne, mergelige Kalkbank; Birmenstorferkalke.

## 25. Profil im Steinbruch Mont Jaques, Ko. 553575/215100, S La Chaux-de-Fonds.

Der Calcaire roux sableux ist nicht aufgeschlossen.

1. 0,3 m Dickbankiger, rostrot anwitternder, im Bruch blauschwarzer bis grauer, oolithischer Calcarenit mit schwarzen Tonlinsen. Das Gestein ist durchsetzt von feinen Pyritkristallen.
2. 0,03 m Blauschwarzer, sehr fetter Ton.  
Schlammung: Vereinzelte Bivalven- und Crinoidentrümmer, sehr selten Spongiennadeln und Ostracodenschälchen. Pyrit, *Cristellaria tricarinella* REUSS.
3. 0,06 m Grobspätiiges, pyritreiches, bituminöses Calcarenitschichtchen.
4. 2,0 m Wechsellagerung von 10–20 cm mächtigen, pyritreichen, oolithischen Calcarenen mit nur 1 cm mächtigen, schwarzen Tonlagen.
5. 0,04 m Schwarzer, pyritreicher Ton.
6. 1,2 m Rostrot anwitternder, im Bruch grauschwarzer, oolithischer Calcarenit mit häufigen Kohleschmitzen.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch und klar. Die einzelnen Kristalle sind häufig von einer schwarzen Tonhaut umsäumt, die feinste Pyritkriställchen enthält.

Organischer Detritus: Er besteht hauptsächlich aus teilweise vererzten Echinodermen-, Bryozoen- und Bivalventrämmern. Spongiennadeln sind umkristallisiert. Der Achsenkanal ist erweitert und tonig-limonitisch pigmentiert.

Anorganische Komponenten: Die Ooide besitzen stets einen sehr grossen, dicken, onkoidischen Kern ( $\varnothing$  0,4 mm). Auch Bivalventrämmern können Kerne bilden. Die Schalen sind sehr einfach gebaut. Ihre Dicke übersteigt nicht 0,2 mm. Durch Umkristallisation haben einzelne Ooide Radialstruktur erhalten. Mikrogerölle sind meistens aus Schalenträmmern und Ooiden zusammengesetzt. Die Grundmasse der Gerölle ist dunkelgrau. Ihre Grösse beträgt 1 mm. Die Onkoide sind graubraun, wahrscheinlich koprogenen Ursprungs ( $\varnothing$  bis 0,4 mm). Detritischer Quarz ist sehr selten. Die feinen, schlecht gerundeten Körner erreichen Durchmesser bis 0,03 mm. Pyritkristalle sind häufig. Ihre Kantenlänge beträgt höchstens 1,08 mm.

7. 1,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch hellgraue, grobspätige Dalle nacrée. Zwischen die einzelnen Platten schalten sich in unregelmässigen Abständen dünne Mergelschichten ein.
8. 0,04 m Grauschwarze Mergelschicht mit einzelnen groben Bivalentrümmern.
9. 9,0 m Grobspätige, beige bis braunrot anwitternde, im Bruch graue, kieselige Dalle nacrée. Die Verwitterungsfläche ist wegen der auswitternden, verkieselten Schalentrümmer sandig anzufühlen.
10. 2,5 m Feinspätige, beige anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée mit rauher, feinsandig anzufühlende Verwitterungsfläche.
11. 10,5 m Grobspätige, partiell auch etwas feinere, beige Dalle nacrée. Die Verwitterungsflächen sind rauh.
12. 0,05 m Limonitreicher, poröser Mergelkalk mit groben Bivalentrümmern.
13. 0,9 m Grobspätige, braunrote, im Bruch graue Dalle nacrée. Vereinzelt wittern grobe, verkieselte Bivalentrümmer aus.
14. 0,03 m Gelbe, limonitreiche Mergel.
15. 3,35 m Grobspätige, braungelbe, im Bruch graue Dalle nacrée, mit Steinkernen von Brachiopoden.

*Ornithella cf. digona* (Sow.)

16. 0,8 m Grobspätige, braunrote, im Bruch beige Dalle nacrée, durchsetzt von groben Bivalven- und Brachiopodentrümmern.
17. 0,02–0,2 m Grau anwitterndes, im Bruch kreidig-weisses Silexband mit bläulichen, sehr dichten Partien.
18. 1,5 m Sehr feinspätiger, beiger, im Bruch grauer, kieseliger Calcarenit.
19. 0,15 m In Farbe und Struktur gleich ausgebildet wie Nr. 18, jedoch infolge der tiefgreifenden Erosion in einzelne Platten aufgelöst. Stellenweise ist die Oberfläche durch Eisenlösungen grün gefärbt.
20. 0,04 m Braune bis grün-graue, glaukonitische Mergel, welche die Klüfte der Erosionsfläche erfüllen.

**Schlammung:** Die Mergel sind durchsetzt von calcarenitischen Aufarbeitungs-material. Kalk- und Eisenooide sind meistens zertrümmert. Glaukonit bildet Körnchen von 0,5–1 mm Ø. Der detritische Quarz ist selten. Der Korndurchmesser beträgt 0,3 mm.

«*Cristellaria*» sp., *Textularia* sp.

21. 0,04 m Rostrote, eisenoolithische Mergel. Sie enthalten stark zertrümmerte Ammoniten.  
**Schlammung:** Der organische Detritus setzt sich aus Schalentrümmer aller Art zusammen. Der anorganische Detritus wird aus Limonit-, Glaukonit- und Quarzkörnern gebildet. Mikroorganismen: «*Cristellaria*» sp., *Textularia* sp., Sponginnadeln (selten).

Macrofossilien: Cardioceratentrümmer, *Christolia* sp.

22. 0,05 m Harte, grauschwarze, nur schwach eisenoolithische Kalkknauer mit vereinzelten Perisphinctenfragmenten. Interessant ist ein Belemnitenphragmokon von 3 cm Durchmesser.
23. 0,10 m Schwarze bis braune, eisenoolithische, mergelige Tone.

**Schlammung:** Bivalentrümmern dominieren. Detritischer Quarz und Limonit treten zurück. Die Eisenooide sind häufig zertrümmert.

24. 0,25 m Sehr harte, rostrot anwitternde, im Bruch graue, eisenoolithische Kalkknauer. Die Ooide sind wolzig verteilt. Die Ammonitensteinkerne lösen sich kaum vom zähen Gestein.

**Dünnschliff:** Die Grundmasse ist feinkristallin, klar oder grau pigmentiert.

Grober organischer Detritus fehlt. Bivalentrümmern sind in feiner Fraktion (0,5 mm Ø) im Gestein verteilt.

**Anorganischer Detritus:** Detritischer Quarz ist häufig in feiner Fraktion; Korn-durchmesser bis 0,03 mm. Die Eisenooide sind gut geschalt. Die Kerne bestehen aus onkoidischen Gerölle oder aus Ooidtrümmern einer früheren Aufarbeitungs-periode.

25. 0,15 m Eisenoolithische, weiche Mergelkalke mit Fragmenten grosser Ammoniten.  
**Schlammung:** Die Mergelkalke sind durchsetzt von Bivalentrümmern.  
**Mikroorganismen:** «*Cristellaria*» sp., kleine, weinrote Gasteropoden.  
*Euaspidoceras perarmatum* (Sow.)  
*Pleurotomaria* sp. indet.
26. 0,20 m Gelbe bis graue, eisenoolithische Kalkknauer mit *Cardioceras* sp. indet.
27. 0,08 m Braungelbe, weiche, eisenoolithische Mergelkalkknauer.
28. 0,10 m Braune, eisenoolithische Kalkknauer.
29. 0,09 m Braune, eisenoolithische Mergel.
30. 0,05 m Kleine eisenoolithische Kalkknauer, eingebettet in braune Mergel.
31. 0,10 m Graue, ooidfreie Mergel mit vereinzelten kleinen Pyritkonkretionen.
32. Argovian-Kalke.

48. Detailprofil des Callovian aus dem Steinbruch des alten Zementwerkes von Noiraigue (Furcil) (Figuren. 7 und 8).

Vom Calcaire roux sableux sind nur die obersten Meter aufgeschlossen (Schürfung).

1. 0,3 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit mit vereinzelten, groben Bivalentrümmern.
2. 0,05 m Braunaue, kalkige Mergel.
3. 0,04 m Braunroter, im Bruch grauer, limonitreicher, leicht spätiger Mergelkalk.
4. 0,08 m Graubraune, tonige Mergel, die von Bivalentrümmern durchsetzt sind.
5. 0,24 m Braunroter, im Bruch grauer, lumachellöser Calcarenit.
6. 0,04 m Grauer, kalkiger Mergel.
7. 0,05 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Mergelkalk.
8. 0,25 m Graubraune, kalkige Mergel mit vereinzelten weissen oder gelblichen Kalzitlinsen
9. 0,08 m Braunroter, im Bruch blaugrauer, grobspätiger Calcarenit.
10. 0,08 m Blaugraue bis braungraue, mergelige Tone.
11. 0,1 m Braunrot anwitternder, im Bruch blauschwarzer, pyritreicher Calcarenit.
12. 0,28 m Graubraune, kalkige Mergel mit vereinzelten, dichten Kalkknauern.
13. 0,1 m Brauntor anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger, lumachellöser Calcarenit.
14. 0,02 m Gelbe, mergelige Tone, die von Bivalven- und Bryozentrümmern durchsetzt sind.
15. 0,15 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, grobspätiger Calcarenit (3 Bänke).
16. 0,04 m Graue, blätterige Mergel.
17. 0,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch stahlgrau, limonitreiche Calcarenite.
18. 0,15 m Graublaue, mergelige Tone.
19. 0,1 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.
20. 0,02 m Braunrote, limonitreiche Mergel.
21. 0,32 m Braungrau anwitternde, im Bruch stahlgrau, lumachellöse Calcarenite.
22. 0,15 m Graue bis beige, kalkige Mergel.
23. 0,09 m Braungelb anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.
24. 0,2 m Braune, limonitreiche Mergel.
25. 0,25 m Braunrot anwitternder, im Bruch stahlgrau, grobspätiger Calcarenit mit dünnen, gelblichen Tonlinsen.
26. 0,02 m Graue, mergelige Tone.
27. 0,08 m Braunroter, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.

**Dünnschliff:** Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch.

**Organischer Detritus:** Er besteht hauptsächlich aus Bivalven – und Echinodermenträmmern, die teilweise vererzt sind. Verkieselte Schalentrümmer sind selten. Die Quarzinsphärolithe sind kurzfaserig. Onkoide von grauer bis graubrauner Farbe sind koprogenen Ursprungs.

**Anorganische Komponenten:** Die Kerne der Ooide werden von Schalentrümmern gebildet. Die Schalung ist grau und einfach.

**Detritischer Quarz** ist in feiner, schlechtgerundeter Fraktion sehr selten, Ø um 0,03 mm.

Pyrit liegt als feine Kriställchen in den vererzten Echinodermenträmmern.

**Mikroorganismen:** Vererzte Milioliden und Cristellarien.

28. 0,05 m Graue, tonige Mergel.  
 29. 0,15 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.  
 30. 0,1 m Graue, blätterige, kalkige Mergel.  
 31. 0,3 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, lumachellöser Calcarenit.  
 32. 0,1 m Graue, blätterige, kalkige Mergel.  
 33. 0,4 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobgebankter Calcarenit.

Dünnenschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Er besteht aus Echinodermen – und Molluskentrümmern aller Art. Bryozoenbruchstücke, Spongiennadeln mit erweitertem, limonitisch pigmentiertem Achsenkanal und Brachiopodentrümmer sind selten. Ein Teil des Detritus ist vererzt oder durch Quarzin verkieselt. Onkoidische Koprolithe sind selten.

Anorganische Komponenten: Mikrogerölle erreichen bis 1,5 mm Ø.

Die Ooide, meistens mit hellem organischem Kern und dunkelgrauer, einfacher Schale sind stets kleiner als die Mikrogerölle. Ø bis 0,6 mm.

Detritischer Quarz ist selten. Korndurchmesser um 0,02 mm. Pyrit tritt meistens in vererzten Schalentrümmern auf.

34. 0,2 m Graue bis gelbe Mergel.  
 35. 0,25 m Braungrau anwitternder, im Bruch grauer, sehr dünnbankiger Mergelkalk.  
 36. 0,5 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, auswitternden Bivalventrämmern.  
 37. 0,1 m Braunrote, kalkige Mergel.  
 38. 0,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.  
 39. 0,15 m Graue, kalkige Mergel.  
 40. 0,25 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige, kieselige Dalle nacrée.  
     (1–40 Crs)  
 41. 0,1 m Graue, blätterige, kalkige Mergel.  
 42. 0,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée.  
 43. 0,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.

Dünnenschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch; vereinzelte Quarzinsphärolithe.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Brachiopoden- und Bivalventrämmern. Teilweise vererzt, oft umkristallisiert und entmischt oder durch Quarzin verkieselt. Spongiennadeln und Bryozoentrümmer sind selten (Ø bis 2,0 mm). Kleine onkoidische Koprolithen von grauer bis brauner Farbe.

Anorganische Komponenten: Ooide mit grossen, hellen oder dunklen organischen Kernen und dunkelbrauner, einfacher Schale (Ø 0,5 mm). Onkoidische Gerölle, graubraun mit hellen Schalensplittern (Ø 0,7 mm). Detritischer Quarz, selten und sehr fein (Ø 0,02 mm).

*Cristellaria* sp. indet.

44. 0,45 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, von groben Bivalventrämmern durchsetzte Dalle nacrée.

Dünnenschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden-, Gasteropoden- und Bryozoendetritus. Spongiennadeln mit erweitertem Achsenkanal. Ein Teil des Detritus ist vererzt. Bei der Umkristallisation wird das limonitische Material an den Rändern der Neubildungen, Kalzit oder Quarzin, ausgeschieden. (Ø des Detritus um 2 mm, vereinzelt bis 1,5 cm). Onkoidische Koprolithe sind grau bis graubraun (Ø 0,3 mm).

Anorganische Komponenten: Ooide mit grossen, hellen, organischen Kernen und grauer, einfacher Schale (Ø um 0,5 mm). Detritischer Quarz selten (Ø um 0,01 mm).

45. 0,15 m Beige anwitternder, im Bruch grauer, feinspätiger Calcarenit.  
 46. 0,6 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.  
 47. 0,05 m Graue, tonige Mergel.

48. 1,3 m Beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch mit vereinzelten Quarzinsphärolithen.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden- und Bryozentrümmer. Ein Teil des Detritus ist vererzt. Bei der Umkristallisation wird das Material entmischt. An den Rändern der Neubildungen scheiden sich limonitisches Material und Dolomit aus. Die Spongiennadeln sind meistens umkristallisiert. Der Achsenkanal ist erweitert und limonitisch pigmentiert ( $\varnothing$  des Detritus um 2,0 mm).

Anorganische Komponenten: Die Ooide besitzen meistens einen grossen organischen Kern. Die Schalen sind hellgrau und einfach ( $\varnothing$  0,6 mm). Onkoidische Gerölle sind grau bis braun ( $\varnothing$  1,5 mm).

Detritischer Quarz ist selten ( $\varnothing$  0,02 mm).

49. 0,4 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, lumachellöse, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, feinspätigen Linsen.

50. 0,35 m Beige anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit mit auswitternden, verkieselten Bivalventrämmern.

51. 1,3 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, feinspätige Dalle nacrée.

52. 4,1 m Braungelb bis beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.

Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch. Einzelne Flecken sind durch Limonit gelblich gefärbt.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden-, Gasteropoden- und Bryozentrümmer. Ein Teil des Detritus ist umkristallisiert und durch Quarzin verkieselt.

Anorganische Komponente: Die Kerne der Ooide bestehen entweder aus Bivalventrämmern oder aus Onkoiden. Die Schalung ist einfach.

Detritischer Quarz und Pyrit sind sehr selten.

Limonitkörper liegen meistens an den Rändern umkristallisierter, primär vererzter Echinodermenträmmern.

53. 0,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch stahlgrauer, grobspätiger Calcarenit.

54. 0,45 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.

55. 0,02 m Graue Mergel.

56. 0,25 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, feinspätige Dalle nacrée.

57. 0,05 m Graue, kalkige Mergel, die von Bivalventrämmern durchsetzt sind.

58. 0,25 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.  
(40–58 unt. DN)

59. 0,2 m Graue, kalkige Mergel.

60. 0,2 m Braungrau anwitternder, im Bruch grauer, leicht spätiger Mergelkalk.

61. 0,05 m Graue, kalkige Mergel.

62. 0,2 m Graubraun anwitternder, im Bruch grauer, mergeliger oolithischer und grobspätiger Calcarenit.

63. 0,02 m Graue Mergel.

64. 0,08 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer Calcarenit mit auswitternden, verkieselten Bivalventrämmern.

65. 0,02 m Braungraue, limonitreiche Mergel.

66. 0,25 m Braungrau anwitternder, im Bruch blaugrauer Calcarenit. Das Gestein enthält zahlreiche verkieselte Bivalventrämmen.

67. 0,3 m Graue, kalkige Mergel, die von Bivalvendetritus durchsetzt sind.

68. 0,15 m Graubraun anwitternder, im Bruch dunkelgrauer, grobspätiger und mergeliger Calcarenit.

69. 0,08 m Poröser, grauer, spätiger Mergelkalk.

70. 0,12 m Graue Mergel.

71. 0,06 m Grauer, spätiger Mergelkalk.

72. 0,1 m Graue Mergel, die vereinzelte, grobe Bivalventrämmen enthalten.

73. 0,12 m Graue, leicht spätige, mergelige Kalke.

74. 0,05 m Graue Mergel.

75. 0,25 m Braungrau anwitternder, im Bruch grauer, poröser und körniger Mergelkalk.

76. 0,07 m Graue, kalkige Mergel.  
 77. 0,08 m Graubrauner, blätteriger Mergelkalk.  
 78. 0,06 m Graue Mergel.  
 79. 0,15 m Beige anwitternder, im Bruch grauer, feinspätiger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 95,1%  
 80. 0,05 m Blätteriger, grauer Mergelkalk.  
 81. 0,06 m Graue, kalkige Mergel.  
 82. 0,18 m Grauer, leicht mergeliger, im Bruch blaugrauer Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 90,3%  
 83. 0,06 m Graubraune, braunrot gefleckte, im Bruch graue Mergelkalke.  
 84. 0,04 m Graue Mergel.  
 85. 0,1 m Graubraun anwitternder, im Bruch dunkelgrauer, feinspätiger und poröser Kalk.  
 $\text{CaCO}_3$ : 92,8%;  $\text{MgCO}_3$ : 2,5%.  
 86. 0,04 m Graue Mergel.  
 87. 0,06 m Grauer, feinspätiger bis körniger Kalk.  $\text{CaCO}_3$ : 95,9%.

Dünnenschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Gasteropoden- und Brachiopodentrümmer sind häufig. Seltener sind Bryozoaentrümmer und Spongiennadeln mit erweitertem Achsenkanal. Ein Teil des Detritus war primär vererzt. Im Laufe der Umkristallisation wurden die vererzten Trümmer entmischt ( $\varnothing$  um 0,5 mm).

Onkoide sind meistens grau oder braun. Ein Teil besteht aus gerollten, vererzten Mikroorganismen, ein Teil ist koprogen ( $\varnothing$  um 0,5 mm).

Die Ooide sind meistens grau. Die Schalung ist einfach. Die Kerne bestehen entweder aus Schalentrümmern oder aus Onkoiden ( $\varnothing$  um 0,7 mm).

Detritischer Quarz ist selten. Die Körner sind schlecht gerundet ( $\varnothing$  um 0,09 mm.)

88. 0,15 m Braungelb anwitternde, im Bruch graublaue, grobspätige Dalle nacrée.  
 89. 0,1 m Graue, kalkige Mergel.  
 90. 0,12 m Graubraune, im Bruch graue Mergelkalke.  
 91. 0,25 m Graue, von Bivalven- und Echinodermenträmmern durchsetzte Mergel.  
 92. 0,18 m Graue, körnige und leicht späte Mergel.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 59,95%.  
 93. 0,14 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, feinspätiger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 95,6%.  
 94. 0,03 m Graue Mergel.  
 95. 0,06 m Grauer, körniger Mergelkalk.  
 96. 0,02 m Gelbbraune Mergel.  
 97. 0,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, feinspätige, mergelige Kalkbank.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 87,1%.  
 98. 0,03 m Braunrote, limonitreiche Mergel.  
 99. 0,16 m Braungrauer, im Bruch blaugrauer, feinspätiger mergeliger Calcarenit.  
 100. 0,03 m Beige Mergel.  
 101. 0,2 m Braunrot anwitternder, im Bruch graublauer, grobspätiger, leicht mergeliger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 92,6%.  
 102. 0,03 m Graue Mergel.  
 103. 0,07 m Graue, feinspätige, mergelige Kalke.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 82,8%  
 104. 0,04 m Graubraune Mergel.  
 105. 0,05 m Graue Mergel.  
 106. 0,07 m Beige anwitternde, im Bruch graue Mergelkalke.  
 107. 0,06 m Graue Mergel.  
 108. 0,06 m Graubraune, späte Mergelkalke.  
 109. 0,04 m Graue kalkige Mergel.  
 110. 0,07 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit (3 Schichtchen).  
 111. 0,52 m Wechsellegerung von 2–3 cm mächtigen, grauen Mergeln mit 3 cm mächtigen, grauen Mergelkalklagen.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt der Mergelkalkschichtchen zwischen 60 und 80%.

Dünnenschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven- und Brachiopodendetritus teilweise vererzt, teilweise umkristallisiert und entmischt. Vereinzelte Quarzinsphärolithe. Onkoide grau bis schwarz.

Ooide mit organischem oder onkoidischem Kern und grauschwarzer, einfacher Schalung.

Detritischer Quarz ist selten ( $\varnothing$  bis 0,05 mm).

- 112. 0,05 m Beige bis grau anwitternder, im Bruch stahlgrauer, grobspätiger Calcarenit.
- 113. 0,05 m Graue Mergel.
- 114. 0,06 m Braungelb anwitternder, im Bruch blaugrauer, kieseliger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ : 82,8%;  $\text{MgCO}_3$ : 2,0%; detr. und authig.  $\text{SiO}_2$ : 14,1%; Fe-Verbindungen: 1,1%.

Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch mit vereinzelten Chalzedonspährolithen.

Organischer Detritus: Echinodermenträümmer sind stark vererzt, teilweise jedoch umkristallisiert und entmischt. Bivalven- und Brachiopodenträümmer sind bis 3 mm lang. Verkieselungen durch Quarzin sind häufig.

Onkoide sind häufig miteinander verkittet und bilden bis 2 mm dicke Mikrogerölle. Sie sind grau bis schwarzbraun gefärbt.

Die Ooide ( $\varnothing$  bis 0,5 mm) haben einen dunklen, onkoidischen Kern und eine hellgraue, einfache, oft radial struierte Schale.

(58–115 Mergelbank)

- 115. 0,05 m Beige Mergel.
- 116. 0,65 m Beige anwitternder, im Bruch grauer, feinspätiger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 96,1%.
- 117. 0,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
- 118. 0,3 m Braunroter, im Bruch grauer, mergeliger, grobspätiger Calcarenit.  $\text{CaCO}_3$ : 93,1%;  $\text{MgCO}_3$ : 2,1%.

Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bryozoen-, Bivalven-, Brachiopoden- und Gasteropodenträümmer. Spongiennadeln sind selten. Ein Teil des Detritus ist durch Quarzin verkieselt ( $\varnothing$  bis 1,5 mm).

Ooide meist mit dunklem onkoidischem Kern und einfacher, graubrauner Schalung ( $\varnothing$  um 0,6 mm).

Onkoide von grauer bis schwarzbrauner Farbe.

Detritischer Quarz ist sehr selten ( $\varnothing$  um 0,02 mm).

- 119. 0,95 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.
- 120. 0,4 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
- 121. 0,45 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.
- 122. 0,3 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger, leicht mergeliger Calcarenit.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch mit vereinzelten, limonitisch-tonig pigmentierten Partien.

Organischer Detritus: Echinodermenträümmer sind meist vererzt oder umkristallisiert und entmischt. Bivalven-, Brachiopoden- und Gasteropodenträümmer bis 2 mm  $\varnothing$ .

Anorganische Komponenten: Onkoide und Mikrogerölle, zusammengesetzt aus graubraunen Onkoiden und organischem Detritus. Ooide mit dunklem Kern und grauer, einfacher Schale. Milioliden und Cristallarien.

- 123. 0,35 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
- 124. 0,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, grobspätige Dalle nacrée.
- 125. 1,2 m Beige bis braun anwitternde, im Bruch hellgraue, feinspätige Dalle nacrée.
- 126. 1,1 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.  
 $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 94,1%;  $\text{MgCO}_3$ -Gehalt: 1,2%.
- 127. 0,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, feinspätige Dalle nacrée.
- 128. 4,2 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
- 129. 0,7 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.
- 130. 0,5 m Braunrot, fleckig anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
- 131. 1,0 m Graubraun anwitternde, im Bruch stahlgrau, von Bivalventräümern durchsetzte, grobspätige Dalle nacrée.
- 132. 0,55 m Beige anwitternde, im Bruch hellgraue, kieselige, feinspätige Dalle nacrée.
- 133. 4,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit auswitternden, groben, verkieselten und kalkigen Bivalventräümern.

134. 1,0 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, pyritreicher, grobspätiger Calcarenit.
135. 8,5 m Braungrau anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit mit vereinzelten, auswitternden Bivalven- und Bryozoentrümmern.
136. 1,3 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, grobspätige Dalle nacrée.
137. 1,95 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
138. 1,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige und kieselige Dalle nacrée.
139. 2,1 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue bis beige, feinspätige Dalle nacrée.  
 $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 95,9%.
140. 1,2 m Beige anwitternde, im Bruch graue, von sehr groben Bivalventrämmern durchsetzte Dalle nacrée.  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt: 95,1%;  $\text{MgCO}_3$ -Gehalt: 2,0%.
141. 0,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätige Dalle nacrée.
142. 1,5 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.  
Dünnschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch.  
Organischer Detritus: Echinodermen- und Bivalventräümmer. Sie sind wie die etwas selteneren Bryozoentrümmern, teilweise vererzt ( $\varnothing$  um 0,6 mm).  
Die Onkoide sind kugelig, grau bis braungrau ( $\varnothing$  um 0,3 mm). Die Ooide sind selten, meistens grau bis braungrau, Die Kerne sind gross, die Schalung ist einfach ( $\varnothing$  um 0,4 mm).  
Detritischer, schlecht gerundeter Quarz ist selten ( $\varnothing$  um 0,04 mm).
143. 0,3 m Beige anwitternde, im Bruch hellgraue, feinspätige, kieselige Dalle nacrée.
144. 0,05 m Grauweiss anwitternder, im Bruch milchweisser, harter Silex.  
1. Analyse:  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ : 14,1%;  $\text{SiO}_2$ : 84,4%.  
2. Analyse:  $\text{CaCO}_3$ : 24,1%;  $\text{MgCO}_3$ : 2,1%;  $\text{SiO}_2$ : 72,3%.  
Dünnschliff: Die Grundmasse besteht hauptsächlich aus feinen Chalzedon-sphaerolithen. Relikte der ehemals feinkristallinen, kalzitischen, limonitisch pigmentierten Grundmasse sind selten.  
Organischer Detritus: Meistens durch Quarzin, seltener durch Chalzedon verkieselt. Der Echinodermendetritus war primär vererzt. Durch die Umkristallisation wurden die Trümmer entmischt, und das limonitische Material wurde an den Rändern der Neubildungen, Sphärolithen oder kalzitisch-dolomitischen Relikten, ausgeschieden. Längs den Achsenkanälen von Spongiennadeln sind die Sphaerolithe linear angeordnet. Ooide und Onkoide sind vollständig umkristallisiert.
145. 0,5 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue bis beige, feinspätige Dalle nacrée.
146. 3,1 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer bis beiger, grobspätiger Calcarenit. Der organische Detritus besteht fast ausschliesslich aus Echinodermentrümmern.
147. 0,5 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée, die von Bivalventrämmern durchsetzt ist.  $\text{CaCO}_3$ : 92,5%;  $\text{MgCO}_3$ : 1,5%.  
Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin und gelblich pigmentiert.  
Organischer Detritus: Grobe Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden-, Gasteropoden- und Bryozoentrümmern. Ein Teil des Detritus ist durch Quarzin verkieselt. An den Rändern einzelner Quarzinsphärolithen ist die Neubildung von authigenem Quarz zu beobachten ( $\varnothing$  bis 6 mm).  
Anorganische Komponenten: Die Ooide sind grau bis graubraun. Der Kern ist gross, organisch oder onkoidisch, die Schalung einfach ( $\varnothing$  bis 2 mm).  
Die Onkoide sind dicht, grau bis gelbbraun ( $\varnothing$  bis 1 mm). Mikrogerölle setzen sich meistens aus Ooiden, Onkoiden und feinem detritischen Material zusammen ( $\varnothing$  bis 5 mm).  
Detritischer Quarz ist selten und schlecht gerundet ( $\varnothing$  bis 0,05 mm).
148. 1,8 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue bis blaugraue Dalle nacrée.  
 $\text{CaCO}_3$ : 95,1%;  $\text{MgCO}_3$ : 1,5%.  
Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch mit vereinzelten Chalcedonsphaerolithen.  
Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden- und Bryozoentrümmern. Verkieselungen durch Quarzin sind selten ( $\varnothing$  um 1,2 mm).  
Anorganische Komponenten: Die Ooide sind grau bis graubraun. Sie besitzen einen grossen Kern und sind einfach geschalt ( $\varnothing$  0,8 mm). Mikrogerölle sezten sich

- aus organischem Detritus und onkoidischem Material zusammen ( $\varnothing$  bis 1,2 mm). Pyrit und detritischer Quarz sind selten.
149. 0,3 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.  $\text{CaCO}_3$ : 96,1%.
150. 1,6 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.  $\text{CaCO}_3$ : 96,5%;  $\text{MgCO}_3$ : 1,3%;  $\text{SiO}_2$ : 1,3%; Limonit und toniges Material: 0,9%.
151. 0,55 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätige, drusige Dalle nacrée. Die Drusenwände sind mit einer feinen Asphalthaut überzogen. Die Schicht wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen.  
(115–152 ob. DN)
152. 0,02 m Graue bis graugrüne, glaukonitische Mergel mit vereinzelten Eisenooiden und Bi-valentrümmern.
153. 0,15 m Knollige bis ruppige, eisenoolithische Kalke oder Mergelkalke mit feinen Tonlinsen.  
*Perisphinctes (Properisphinctes) bernensis* DE LOR.  
*Trimarginites cf. villersi* ROLL.  
*Trimarginites* sp. indet.  
Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch und grau bis beige pigmentiert.  
Grober organischer Detritus fehlt.  
Die Eisenooide sind im allgemeinen sehr stark zersetzt, doch ist die konzentrische Schalung gut erkennbar.  
Chamosit: nur in kleinen Körnern von hellgrüner Farbe.
154. 0,25 m Braunrote bis braungraue, eisenoolithische Mergel.
155. 0,3 m Graue Mergel mit vereinzelten Pyritkonkretionen.
156. 0,35 m Graue, ruppige, mergelige Kalke mit unregelmässigen, höckerigen Schichtflächen (Argovian).

#### IV. Das Callovian der Freiberge

Figur 9 mit Prof. 26, 29, 33, 36; Profile 26, 28, 29, 33, 35, 36 im Text beschrieben, (S. 123–129)

Dieser Abschnitt des Untersuchungsgebietes umfasst das ausgedehnte Weidegebiet zwischen der Doubs-Schlucht und dem Vallon de St-Imier. Als westlicher Anhang wird die Pouillerel-Antiklinale angeschlossen. Das Gebiet ist im E durch die Sorne begrenzt.

In den Freibergen sind zusammenhängende Aufschlüsse sehr selten. Ich werde bei der Beschreibung der einzelnen Faziestypen jeweils auf die besten Profile hinweisen.

Wie im Klusengebiet und in der Chasseral-Antiklinale wird das Callovian in vier Faziesgruppen gegliedert:

- A. Der obere Calcaire roux sableux.
- B. Die Callovian-Tone (Pouillerel-Antiklinale ausgenommen).
- C. Die Dalle nacrée.
- D. Das eisenoolithische Mittel-Ober-Callovian («Anceps-Athleta»-Schichten).

##### A. DER CALCAIRE ROUX SABLEUX

Die Schichten sind sehr selten aufgeschlossen. Im allgemeinen stechen die härteren Bänke durch die Grasnarbe, während weichere Serien unter der Vegetation verborgen liegen. Vollständig ist die Serie N Goumois (Profil 33), S Montfavergier (Profil 35) und bei der Station Saulcy (Profil 36) aufgeschlossen.

Die Gesamtmächtigkeit des Calcaire roux sableux beträgt 15 m. Über die angebohrte Oberfläche der Pierre blanche transredieren rostrote Mergel. Die dünne Schicht wird von dickbankigen, lumachellösen Kalken überlagert. Dazwischen schalten sich wiederum Mergelschichtchen und Mergelkalke. Die obersten 5 m werden in St-Brais und bei der Station Saulcy von rostroten Kalken und knolligen Mergelkalken gebildet. Bei Montfavergier und Goumois dominieren eher plattige, leicht spätige Kalke. In den obersten Calcaire roux sableux-Schichten bei der Station Saulcy liegt ein geringmächtiger Fossilhorizont, der zahlreiche, leider sehr schlecht erhaltene Bivalven enthält. Einzelkorallen und Ammoniten (*Hecticoceras* sp.) sind dagegen selten. Nur wenige Kilometer östlich dieses Aufschlusses treten im oberen Calcaire roux sableux von Undervelier Macrocephaliten auf (R. ELBER, 1902). Aus diesem Grunde schliesse ich mich der Ansicht A. GLAUSERS (1936) an, der die obersten Calcaire roux sableux-Schichten in die Basis des Callovian stellt. Die Obergrenze der Serie war nur für kurze Zeit bei Montfavergier (Profil 35) aufgeschlossen. Sie trägt die Spuren einer ziemlich starken Erosion.

#### B. DIE CALLOVIAN-TONE

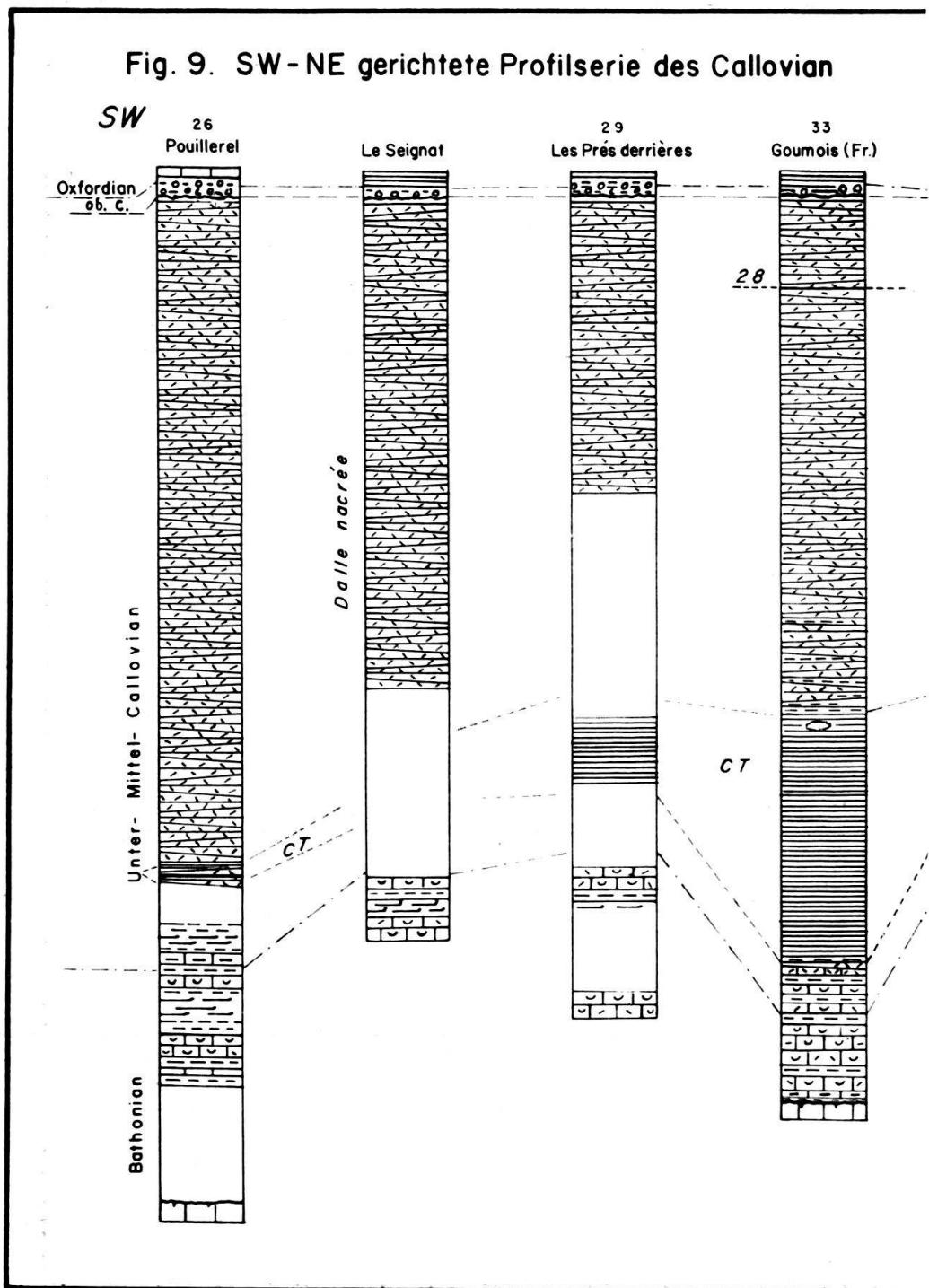
Ihre Mächtigkeit ist starken Schwankungen unterworfen, die aber, wenn es sich um Extremwerte handelt, auf tektonische Aufstauung zurückzuführen sind. Aufschlüsse sind selten und trotzdem können die Tone nicht übersehen werden, da sie meistens durch seichte Mulden (Cerneutat, Ko. 559100/228320; Les Prés derrières, Ko. 558150/227240) gekennzeichnet sind. Noch augenfälliger sind Dolinenreihen. Die Einsturztrichter befinden sich meistens an der Grenze zum Calcaire roux sableux (Prés de la Montagne, Ko., 575500/232200; Les Prés derrières, Ko. 558130/22700). Die untersten Schichten, braune Mergel, sind mit aufgearbeitetem Gesteinsmaterial aus dem Calcaire roux sableux gemischt (Profil 35, Nr. 6 und 7). Darüber folgen blaugraue bis schwarze Tone, die von Echinodermen- und feinem Schalengruss durchsetzt sind. Ein graues Mergelschichtchen leitet den Übergang zur Dalle nacrée ein.

Die Mächtigkeit der Callovian-Tone beträgt bei St-Brais, Station Saulcy und Montfavergier 5 m, N Goumois 15, N Cerneux Godat und Les Prailats 7 m, ebenso im N von Tramelan (Prés de la Montagne), nördlich Lajoux und in der Umgebung von Rouge Terre. W La Ferrière keilen die Tone zwischen der untersten Dalle nacrée aus (Profil 26, Nr. 1–4; Ko. 554570/221900, Corps de Garde).

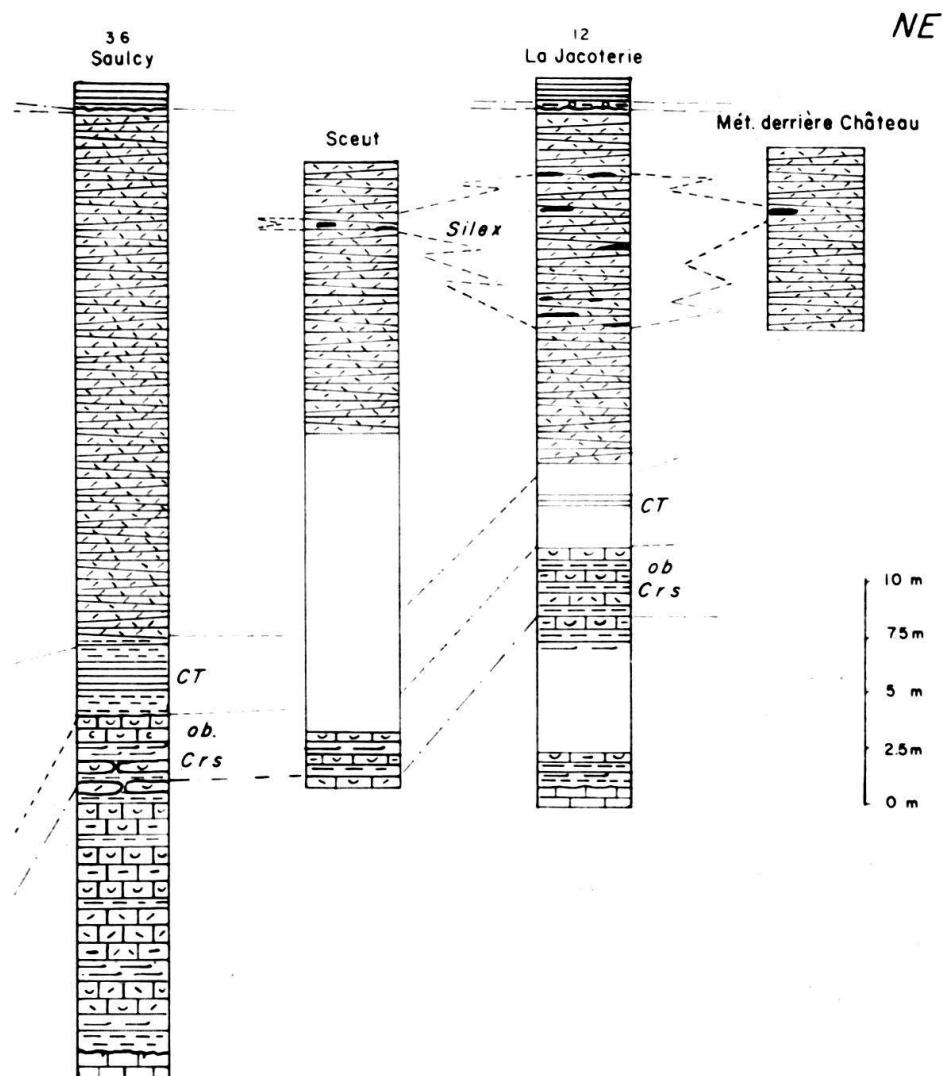
#### C. DIE DALLE NACRÉE

Die Schichten sind im allgemeinen gut aufgeschlossen. Die soliden, plattigen Calcarenite eignen sich besonders gut zum Bau von Weidemauern und Strassen und wurden früher vielerorts in kleinen Steinbrüchen abgebaut. Die Serie ist an folgenden Punkten gut zugänglich: Station Saulcy (Profil 36); in verlassenen Steinbrüchen der Pouillerel-Antiklinale (Profil 26); Les Prés derrières (Profil 29); N Lajoux, Ko. 576510/237680; N Goumois (Profil 33); S Montfavergier (Profil 35); mehrere kleine, verlassene Steinbrüche am Rande von Rouge Terre; Dolinenreihen in Les Prés de la Montagne (N Tramelan), Mont Georget (NW Tramelan) usw.

Fig. 9. SW-NE gerichtete Profilserie des Callovian



## zwischen la Chaux-de-Fonds und Courfaivre



Da die Dalle nacrée für den kartierenden Geologen einen ausgezeichneten Leithorizont bildet, finden sich auch in der Literatur zahlreiche Hinweise allgemeiner Natur (L. ROLLIER, 1893 und 1898; W. ÖRTHEL, 1913; F. SCHUH, 1914; M. BIRKHÄUSER, 1925; E. FORKERT, 1933; W. ROTHPLETZ, 1933; A. GLAUSER, 1936; P. ZIEGLER, 1956).

Auch dort, wo die Dalle nacrée unter der Vegetation verborgen liegt, ist sie leicht zu erkennen. Ihre Verwitterungsprodukte liefern charakteristisch braunrot gefärbte Böden.

Die Mächtigkeit der Serie ist in den Freibergen ausserordentlich konstant. Sie liegt stets um 25 m. Nur in der Pouillerel-Antiklinale, wo die Callovian-Tone fehlen, steigt sie auf über 35 m.

Die Dalle nacrée ist stets in ihrer typischen Fazies, als braunrote, kreuzgeschichtete Calcarenite, ausgebildet. Ich habe versucht die Schüttungsrichtung des Sedimentes festzustellen, erhielt aber keine eindeutigen Resultate. Die Kreuzschichtung ist weniger durch konstante, gerichtete Strömungen entstanden, als vielmehr durch die Wechselwirkungen von Wind, lokalen Strömungen und eventuell sogar durch die Gezeiten.

Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist gleitend, und wie an anderen Orten sind auch in den Freibergen der Mergelkalk und die Mergelschichtchen zwischen den untersten Calcarenitern zu beobachten (Profil 33, Nr. 9 und 10; Profil 35, Nr. 9 und 10).

Wie schon erwähnt, liegen in der Pouillerel-Antiklinale blau-schwarze Tone zwischen Calcarenitern der untersten Dalle nacrée-Schichtchen. Das Gestein ist sehr pyritreich, blauschwarz und enthält helle Kalkooide.

Silexbildungen fehlen mit Ausnahme einer einzigen, unvollständig verkieselten Linse, die ich bei Montfaverger feststellte. Es handelt sich um einen verkümmerten Ausläufer aus der Silexzone der St-Brais-Antiklinale.

Eine leichte Störung macht sich in der oberen Dalle nacrée von Goumois bemerkbar (Profil 33, Nr. 27 und 28). Die Schicht Nr. 27 weist Omissionsspuren auf und ist von braunroten Mergeln und Mergelkalken eingedeckt. Diese enthalten Trichiten und massenhaft Austerntrümmer. Obschon in der nächsten Umgebung, sowohl südlich als nördlich, gute Aufschlüsse der oberen Dalle nacrée liegen, konnte keine Spur des Trichitenhorizontes mehr festgestellt werden (Strasse Goumois/Saignelégier, Profil 34; Strasse Goumois/Vautenaivre, Ko. 563350/235650). Es scheint sich um eine eng begrenzte «Muldenfazies» zu handeln, in der während kurzer Zeit ruhigere Sedimentationsbedingungen herrschten. Die Ablagerung tonigen Materials und der verhältnismässig gute Zustand der Fossilien deuten in dieser Richtung. Ob diese Schicht mit der Austernbank in der oberen Dalle nacrée des Clos du Doubs in Verbindung steht, kann der schlechten Aufschlussverhältnisse wegen nicht entschieden werden.

Die Obergrenze der Dalle nacrée ist selten aufgeschlossen. Die Zone wurde an etwa 20 Stellen, meistens in Dolinen und an Wegrändern erschürft. Im Gegensatz zu den westlich und östlich anschliessenden Gebieten ist die Dalle nacrée bis ins Dach normal grobspätig ausgebildet. Im E nehmen die Dachschichten eine Zwischenstellung zwischen der Lumachellenbank des östlichen Untersuchungsgebietes und der «normalen» Dalle nacrée ein. In der Umgebung von La Chaux-de-Fonds,

in der Pouillerel-Antiklinale und in Petites und Grandes Crosettes ist die oberste Dalle nacrée stets sehr feinkörnig und kieselig ausgebildet. Im südlichen Plateau von Maiche (Damprichard) scheint ebenfalls die kieselige Dachbank vorzuherrschen. Ich war versucht anzunehmen, dass diese 1–2 mächtigen Dachschichten in den Freibergen aufgearbeitet wurden und deshalb fehlen. Gegen diese Vermutung spricht die Zusammensetzung des Konglomerates, das ich an der Bahnlinie Les Bois-Boéchet im Dach der Dalle nacrée erschürfte (Profil 28). Dieses Konglomerat enthält, in eisenoolithische Mergelkalke eingebettet, grobspätige Dalle nacrée-Gerölle. Da nun die feinkieselige Dalle nacrée bedeutend härter ist als die normal-spätige, müsste man sie im Konglomerat ebenfalls finden. Der Einwand, dass nur die zuletzt aufgearbeiteten Schichten Gerölle bilden, ist nicht stichhaltig. Das Konglomerat enthält nämlich auch eisenoolithische Komponenten. Wenn die Erosion in grössere Tiefen der Dalle nacrée vorgedrungen wäre, könnten unmöglich noch weiche, eisenoolithische Gerölle in der Schicht liegen. Die submarine Erosion hat sicher auch in den Freibergen nur gerade die oberste noch nicht eisenoolithische Schicht angenagt und ist nicht in die Tiefe des Gesteins vorgedrungen, da Calcarenite vom Typus der Dalle nacrée sehr rasch verfestigt wurden. Die oberste Dalle nacrée der Freiberge entspricht der Lumachellenbank im E und ist also gleich alt wie die feine, kieselige Dalle nacrée südlich und nördlich von La Chaux-de-Fonds. Wir stellen sie in die Anceps-Schichten.

#### D. DIE EISENOOLITHISCHEN «ANCEPS-ATHLETA»-SCHICHTEN

Gleichzeitig mit den Dachschichten der Dalle nacrée wurden auch stets die selten aufgeschlossenen Eisenooolithe erschürft. Die Obergrenze der Dalle nacrée ist in den Freibergen meistens durch Dolinenreihen gekennzeichnet, in denen verschiedenenorts auch die Eisenooolithe zugänglich sind (Pouillerel-Antiklinale, Profil 26; NW Le Locle, Ko. 548200/213100; Les Bois, Profil 28; Prés derrières, Profil 29; Daxelhofer, Ko. 567830/226390; W Les Enfers, Ko. 569850/237170; Dos le Cras, Ko. 576510/237680; Goumois, Profil 34; Montfavergier, Profil 35; Cerneux Joly, Ko. 562150/227400; Rouges Terres, Ko. 570000/233550; NE La Gruyère, Ko. 571520/233850; NE Tramelan, Ko. 577000/232200).

Die Schichten sind im allgemeinen tiefgründig verwittert, was die genaue Bestimmung von Fossilien verunmöglichte.

Aus dem Gebiet der Freiberge hat erstmals P. ZIEGLER (1956) ein Detailprofil, das wir gemeinsam nördlich St-Imier erschürft hatten, veröffentlicht. Die übrigen Autoren beschränken sich auf Hinweise auf das Vorkommen von Eisenooolithen.

In den karrenartigen Vertiefungen der ausgewaschenen Dalle nacrée-Oberfläche liegen die schon öfters erwähnten braunroten Aufarbeitungsmergel calcarenitischer und eisenoolithischer Herkunft. In den Mergeln wurden wohlerhaltene Cristallarien festgestellt, was darauf hindeutet, dass die Erosion submarin war. Im Hangenden liegen eisenoolithische Mergel und Mergelkalke von wechselnder Mächtigkeit. Sie enthalten stark zersetzte Ammoniten (*Peltoceras*, *Reineckeites* und *Hecticoceras*). Die Schicht umfasst also das Ober-Callovian, eventuell einen Teil des Mittel-Callovian. Im Dach der Serie wurden überall Omissionsspuren festgestellt. Über der Erosionsfläche lagerten sich geringmächtige Oxfordian-Tone ab, die mei-

stens aufgearbeitetes eisenoolithisches Material enthalten und von Belemniten-trümmern durchsetzt sind. Das Profil von Les Bois (Nr. 28) habe ich schon bei der Besprechung der obersten Dalle nacrée erwähnt. Der aus calcarenitischen und eisenoolithischen Komponenten zusammengesetzte Aufarbeitungshorizont weist im Dach ebenfalls Erosionsspuren auf und wird von eisenoolithischen Mergeln eingedeckt. Diese enthalten zahlreiche Belemnitenrostren, die aber besonders in der Übergangszone zu den blauschwarzen Oxfordian-Tonen angereichert sind. Ausser Belemniten-trümmern lieferte die Schicht keine Fossilien. Der Geröllhorizont konnte auch in Les Prés derrières nachgewiesen werden, ist aber an jener Stelle auf ein 4 cm dickes Schichtchen mit nur eisenoolithischen Gerölle reduziert, das von Anceps-Schichten eingedeckt wird.

Bedeutend besser als in den Freibergen sind die Grenzprofile aus der Umgebung von La Chaux-de-Fonds bekannt. Schon E. DESOR & A. GRESSLY (1859) haben aus diesem Gebiet Fossillisten veröffentlicht. Bis in die dreissiger Jahre des jetzigen Jahrhunderts wurden in der Pouillerel-Antiklinale und in Petites- und Grandes Crosettes zahlreiche Steinbrüche betrieben. Sie sind, bis auf einen (Mont Jaques), verlassen worden und werden nun mit Abraum gefüllt. Die von mir aufgenommenen Profile von Les Endroits (Ko. 552575/217225, Profil 26) und Petites Crosettes (Ko. 555650/217675) sind schon nicht mehr zugänglich.

Die ersten Detailprofile veröffentlichte J. FAVRE (1911). Er wies, wie schon vor ihm J. B. GREPPIN (1870) und L. ROLLIER (1893), darauf hin, dass südlich La Chaux-de-Fonds nur Oxfordian, nördlich der Stadt Callovian und Oxfordian ausgebildet sind. J. FAVRE (1911), p. 382, Fig. 3) schloss daraus, dass zur Ablagerungszeit des eisenoolithischen Callovian in der Pouillerel-Antiklinale, das Gebiet südlich der Stadt aufgetaucht war. Er nimmt weiter an, dass sich die Küstenlinie langsam nach S verschob. Dadurch wurde der Faziesraum der Eisenoolithe ebenfalls südwärts verlegt. Das Oxfordian im S der Stadt ist in eisenoolithischer Fazies ausgebildet, im N dagegen in Tonfazies.

Diese These ist nicht mehr haltbar. A. JEANNET hat in mehreren Publikationen auf das Ober-Oxfordian-Alter der Oolithe und Mergel hingewiesen (1924, 1925, 1928, 1948). Zwischen den eisenoolithischen Anceps-Athleta-Schichten und den Oxfordmergeln im N von La Chaux-de-Fonds liegt eine Schichtlücke, die die Lamberti- und Mariae-Zone umfasst. Zwischen den Eisenoolithen südlich und nördlich der Stadt besteht also kein direkter Zusammenhang.

Wie im ganzen Untersuchungsgebiet, konnte ich auch in der Pouillerel-Antiklinale die bekannten Erosionsphasen feststellen. Über der anerodierten Oberfläche der Dalle nacrée liegen die calcarenitisch-eisenoolithischen Aufarbeitungsmergel. Darüber folgt die dünne Anceps-Zone, die von den Athleta-Schichten überlagert wird. Sie werden durch einen typischen Aufarbeitungshorizont abgeschlossen.

Die erste Erosionsphase liegt, wie schon erwähnt, innerhalb der Anceps-Zone. A. JEANNET (1928) beschreibt aus der Pouillerel-Antiklinale eine Winkeldiskordanz von 15–30° zwischen der obersten Dalle nacrée und den Anceps-Oolithen. Ich konnte diese Diskordanz nicht beobachten. Es ist aber möglich, dass sie lokal besteht. Die Erosion hat nicht eine vollständig plane Fläche gebildet, sondern ist wohl auch einzelnen, schrägen Schichtflächen der Dalle nacrée gefolgt und kann so die Diskordanz verursacht haben.

Der Erosionshorizont im Dach der Athleta-Schichten trennt das Ober-Callovian vom Ober-Oxfordian. Es frägt sich nun, ob die Schichtlücke primärstratigraphisch bedingt ist, oder ob das Unter-Oxfordian durch eine Erosionsphase in der Cordatus-Zone aufgearbeitet wurde. A. JEANNET (1925 und 1948) erwähnt einen aufgearbeiteten *Quenstedtoceras lamberti* (Sow.) aus einer Fundstelle bei Frettereules (La Tourne-Antiklinale). Dies beweist, dass das Unter-Oxfordian auch in dieser Gegend ausgebildet war. Die Erosionsphase im Unter-Oxfordian die in anderen Gebieten festgestellt wurde, ist also durch eine zweite im Ober-Oxfordian überprägt worden. Diese hat ebenfalls bis ins Callovian hinunter erodiert. Es besteht also durchaus die Möglichkeit, dass südlich La Chaux-de-Fonds Callovian-Oolith abgelagert wurden. Sie wären erstmals im Unter-Oxfordian teilweise, und durch die Ober-Oxfordian-Erosionsphase noch vollständig aufgearbeitet worden. Die eisenoolithischen Schichten im S und N der Stadt stellen keinen heterochronen Horizont dar. Es sind zwei Schichten ungleichen Alters aber gleicher Fazies, die durch eine ausgeprägte Schichtlücke voneinander getrennt sind.

#### E. DETAIL PROFILE

26. Zusammenges. Profil des Callovian aus den Aufschlüssen bei Ko. 551820/216800, La Recorne; Ko. 522370/217120, Les Endroits. Pouillerel-Antiklinale (Figur 9)

Der Calcaire roux sableux ist nicht aufgeschlossen.

1. 0,1 m Fette, blauschwarze Tone.  
Schlämmung: An organischem Detritus enthalten die Tone vereinzelte Trümmer von Crinoiden, Lamellibranchiaten und Bryozoen. Mikrofossilien fehlen. Dagegen treten reichlich Pyritkristallchen auf.
2. 0,3 m Rostrot anwitternde, im Bruch grauschwarze, 3–5 cm mächtige, späte Mergelkalke, die mit dünnen, schwarzen Tonschichtchen wechseltlagern.  
Schlämmung: Die Tone sind durchsetzt von Bivalven-, Crinoiden- und Bryozentrümmern. Pyrit ist häufig.
3. 1,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, oolithischer und pyritreicher Calcarenit.
4. 0,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, sehr grobspätige Dalle nacrée. Zwischen die einzelnen Platten schalten sich, in unregelmässigen Abständen, feine Mergelschichten, die von organischem Detritus durchsetzt sind.
5. 0,8 m Beige, im Bruch graue, sehr grobspätige Dalle nacrée mit rauher Verwitterungsfläche. Grobe, verkieselte Bivalventräümmer wittern grau aus.
6. 0,65 m Beige anwitternde, im Bruch graue, sehr feinspätige, kieselige Dalle nacrée.
7. 0,55 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige bis graue, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten auswitternden, groben, verkieselten organischen Trümmern.
8. 0,03 m Graugrünes, mergeliges Tonschichtchen, das von organischem Detritus durchsetzt ist.
9. 1,5 m Graubrauner bis beiger, im Bruch beiger, nur schwach kreuzgeschichteter Calcarenit. Vereinzelt wittern grobe, verkieselte Bivalventräümmer aus.
10. 2,4 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätige Dalle nacrée.
11. 18,0 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, normal grobspätige Dalle nacrée. Die Mächtigkeit der einzelnen Platten schwankt zwischen 5 und 20 cm. Silexbildungen fehlen. Die Verkieselungen beschränken sich auf einen geringen Teil des organischen Detritus. Die Verwitterungsflächen der Dalle nacrée sind stets rauh und sandig anzufühlen.

12. 1,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätige, dickbankige Dalle nacrée.
13. 3,5 m Beige anwitternde, im Bruch ebenfalls beige, sehr feinspätige Dalle nacrée.
14. 1,4 m Braunrote, im Bruch graue bis beige, grobspätige, sehr dünnplattige Dalle nacrée.
15. 2,8 m Grau bis braungelb anwitternder, im Bruch beiger Calcarenit. Die Kreuzschichtung ist nur schwach ausgeprägt. Die Dalle nacrée wird im Dach durch eine scharfe Omissionsfläche abgeschlossen.
16. 0,05 m Rostrote, limonitreiche Mergel.  

**Schlammung:** Die Mergel sind durchsetzt vom Aufarbeitungsmaterial calcarenitischer und eisenoolithischer Gesteine. Die Eisenooide sind teils zertrümmert, teils wohlerhalten. Detritischer Quarz wurde in feiner Fraktion ( $\varnothing$  um 0,1 mm) festgestellt.

Die Mikrofauna setzt sich zusammen aus zahlreichen, kleinen, weinroten Gasteropoden und vereinzelten Ostracodenschälchen.
17. 0,03 m Graue bis rostrote, eisenoolithische Mergel.  

**Schlammung:** Neben dem stets vorhandenen, organischen Detritus und den weinroten, kleinen Gasteropoden, wurden zahlreiche kleine Fischzähnchen festgestellt.

Detritischer Quarz und Glaukonit sind selten.
18. 0,1 m Braunrot anwitternde, sehr stark zersetzte, eisenoolithische Knauer mit Kalkzement. Die Ooide sind in Nestern angereichert oder wolkig im Gestein verteilt. Die auswitternden Ammoniten sind stark zersetzt. Hauptsächlich handelt es sich um Fragmente von *Reineckeia* und *Hecticoceras*. Ein Teil der Fossilien ist abgerollt. Die Knauer sind in weiche, gelbbraune Mergel eingebettet.  

**Schlammung:** Wie Nr. 17.
19. 0,05 m Braunrote, tonige, eisenoolithische Mergel mit Fragmenten von *Peltoceras* sp. indet.  

**Schlammung:** Die Mergel sind sehr reich an feinem Schalengrus. Die Eisenooide sind gut erhalten. Detritischer Quarz ist selten.
20. 0,06 m Flache, braunrot anwitternde, im Bruch graue, eisenoolithische Knauer.
21. 0,3 m Graue bis braunrote, eisenoolithische Mergel bis Mergelkalke mit Belemniten und Fragmenten von *Peltoceras*.  

**Schlammung:** An Mikroorganismen enthält die Schicht zahlreiche, weinrote Gasteropoden, *Cristellaria* sp. und Haifischzähnchen.
22. 0,2 m Graue, braungelb anwitternde, eisenoolithische, mergelige Tone, an deren Basis massenhaft zertrümmerte Belemnitenrostren liegen.  

(Basis des red. Oxfordian)
23. 0,03 m Braunrote, eisenoolithische Tone, die von feinem Schalengrus durchsetzt sind.
24. 0,1 m Olivgrüne bis graue, beige anwitternde, nur an der Basis schwach eisenoolithische Tone, die 3–4 cm lange und 1–3 cm dicke Linsen mit Limonit bzw. Pyritkörnern enthalten.
25. 0,2 m Graue, mergelige Tone mit vereinzelten Pyritkonkretionen.
26. Graue Argovian-Kalke.  

(Nr. 16–26 wurden erschürft.)

## 28. Profil der Grenzschichten Callovian–Oxfordian, erschürft an der Strasse Les Bois–Boéchet, Ko. 560630/226800.

1. 1,1 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, auswitternden, verkieselten Bivalventrämmern.
2. 0,9 m Grobspätige, braun anwitternde, im Bruch graue bis beige Dalle nacrée. Eine tief zerfurchte Omissionsfläche schliesst die Schicht ab.
3. 0,05 m Limonitreicher, von calcarenitischem Aufarbeitungsmaterial durchsetzter Mergel, der die Furchen der Omissionsfläche ausfüllt.
4. 0,1 m Rotbraune Konglomeratbank: Grosse Dalle nacrée-Gerölle, zusammen mit eisenoolithischen Geröllen, liegen in braunen, schlierigen, eisenoolithischen Mergelkalken. Ausser zertrümmerten Belemnitenrostren enthält die Schicht keine Fossilien. Die Oberfläche der Bank ist ausgewaschen.

5. 0,03 m Eisenoolithische, tonige Mergel mit kleinen eisenoolithischen Geröllen, Belemniten-trümmer und Bivalvengrus.
6. 0,08 m Eisenoolithische Tone, grau bis gelblich verfärbt. Die Ooide sind in Nestern ange-reichert. Überall im Gestein liegen zertrümmerte Belemnitenrostren.
7. 0,12 m Rostrote bis graue, eisenoolithische Tone.
8. 0,2 m Blaugraue, fette Oxfordian-Tone mit massenhaft Belemnitenrostren.
9. Blauschwarze Oxfordian-Tone.

29. Profil der Grenzschichten Callovian–Oxfordian, erschürft in Les Prés derrières, Ko. 558110/226950, NW Les Bois. (Figur. 9).

Das oberste Bathonian und das untere Callovian liegen meistens unter der Ve-ge-tation verborgen, treten jedoch morphologisch deutlich hervor.

1. 10,0 m Grobspätige, braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige Dalle nacrée. Wegen der auswitternden, verkieselten und kalkigen Echinodermen- und Bivalventräümmer ist die Verwitterungsfläche sandig anzufühlen.
2. 0,9 m Grobspätiger, braunrot anwitternder, im Bruch grauer bis beiger Calcarenit mit rauhen Verwitterungsflächen. Die Schicht wird durch eine deutliche Omissionsfläche abgeschlossen.
3. 0,04 m Braunroter, limonitreicher, schwach eisenoolithischer Mergel, der von aufgearbei-tetem calcarenitischem Material durchsetzt ist. Eigentliche Gerölle sind dagegen sel-ten und erreichen kaum 0,5 cm Durchmesser.
4. 0,1 m Rostrote, limonitreiche, eisenoolithische Mergel, die vereinzelte Fossilien enthalten.  
*Perisphinctes* sp. indet.  
*Perisphinchiden* sp. indet.
5. 0,02 m Braunrote, von aufgearbeiteten Schalentrümmern und eisenoolithischem Aufarbei-tungsmaterial durchsetzte Mergel.
6. 0,1 m Blauschwarze, an der Basis von Belemnitenrostren durchsetzte und sehr schwach eisenoolithische, mergelige Tone.
7. Blauschwarze Oxfordian-Tone. Sie enthalten vereinzelte Pyritkonkretionen, jedoch keine Fossilien.

33. Profil am Doubs, Ko. 562950/235150, N Goumois (Fr.) (Figur 9).

Die Oberfläche der Pierre blanche ist stark ausgewaschen und angebohrt.

1. 0,03 m Braunrote und graue Mergel, die die Furchen und Bohrlöcher ausfüllen.
2. 0,8 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, lumachellöser, feinspätiger Kalk mit höckeriger Oberfläche.
3. 0,9 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, weicher Mergelkalk.
4. 1,4 m Braunrote, lumachellöse Mergel, in welche braunrote, im Bruch graue Kalkknauer eingebettet sind.
5. 0,9 m Wechsllagerung von braungelben Mergeln mit dünnbankigen, braunroten, leicht spätigen Mergelkalken.
6. 0,9 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, leicht spätige Kalke mit höckeriger Oberfläche.  
*Echinobrissus clunicularis* (LLHWYD)  
*Echinobrissus elongatus* (Ag.)
7. ca. 2,0 m Braunrote, leicht spätige Mergelkalke, die mit dünnen, gelbbraunen Mergelschichten wechsellagern.  
(1–7 Crs)
8. 15,0 m Fette, graublaue bis schwarze Callovian-Tone, die in den obersten Lagen wahr-scheinlich Kalkknauer enthalten. Die Serie ist im mittleren Teil durch ein Bächlein aufgeschlossen und stark verrutscht.
9. 3,0 m Braunrot bis beige anwitternde, im Bruch graue, leicht spätige Mergelkalke, die mit dünnen, braunen Mergelschichtchen wechsellagern.

10. 0,1 m Braunrote, frisch graue Mergel, die von Bivalventrämmern erfüllt sind.
11. 0,9 m Grauer bis beiger, kreuzgeschichteter Calcarenit. Zwischen die einzelnen Platten schalten sich dünne Mergellagen ein.
12. 0,06 m Gelbe, tonige Mergel, durchsetzt von feinem Schalengrus.
13. 0,4 m Beige anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée. Zwischen den Platten liegen einzelne, dünne Tonlinsen.
14. 0,04 m Beige, tonige Mergel.
15. 0,35 m Braunrote, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit sehr rauhen Verwitterungsflächen.
16. 0,1 m Graue bis braune Mergel, die vereinzelt grobe Bivalventräümmer enthalten.
17. 2,1 m Braungelb anwitternde, im Bruch blaugraue, grobspätige Dalle nacrée.
18. 0,1 m Graue bis braunrote, tonige Mergel.
19. 2,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch stahlgraue, limonit- bzw. pyritreiche Dalle nacrée.
20. 1,1 m Wechsellagerung von 5–10 cm mächtigen Dalle nacrée-Platten mit 2–5 cm mächtigen Mergelschichtchen.
21. 0,1 m Graue Mergel.
22. 2,2 m Braungelbe, im Bruch graue, grobspätige, oolithische Dalle nacrée. Die Kalkooide wittern beige bis weiss aus dem Gestein.
23. 0,05 m Olivgrünes, toniges Mergelschichtchen.
24. 2,0 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée. Einzelne verkeilte Bivalventräümmer wittern stark aus.
25. 3,2 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.
26. 1,65 m Braunrot anwitternde, im Bruch stahlgraue, grobspätige Dalle nacrée.
27. 4,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée. Die Oberfläche der Serie ist ausgewaschen.
28. 0,25 m Braunrote, poröse, weiche Mergelkalke, die von Austerträmmern und Trichiten durchsetzt ist.
 

*Ctenostreon* sp. indet.  
*Trichites* sp. indet.  
*Entolium* sp. indet.
29. 1,2 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer bis beiger, kieseliger, grobspätiger Calcarenit. Die Bankmächtigkeit beträgt 10–25 cm.
30. 2,8 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée.
31. 0,5 m Braunrot anwitternde, limonitreiche, im Bruch braungelbe Dalle nacrée. Einzelne Platten sind von Limonitschlieren überzogen. Die Serie wird durch eine Erosionsfläche abgeschlossen. Die oberste Bank ist in einzelne Platten aufgelöst.  
 (8–31 DN)  
 Die Oxfordian-Tone sind sehr stark verrutscht. Die eisenoolithischen Kalke des Mittel- bzw. Ober-Callovian sind nicht aufgeschlossen (vgl. Profil 34).

### 2 35. Profil bei Ko. 573410/339450, S Montfavergier.

Oberfläche der Pierre blanche stark ausgewaschen und angebohrt, stellenweise von Limonitkrusten überzogen.

1. 4,5 m Braunrote, weiche, poröse Mergelkalke, die mit graugelben detritusreichen Mergeln wechsellagern.
2. 5,0 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, lumachellöse und feinspätige Calcarenite, die mit dünnen, braunroten Mergelschichtchen wechsellagern.
3. 1,2 m Braunrote, lumachellöse, spätige Mergelkalke, wechselernd mit dünnen Mergelschichtchen.
4. 3,6 m Dickbankige, ruppige, braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, lumachellöse Calcarenite mit dünnen Mergellagen.
5. 3,0 m Braungelbe, spätige Mergelkalke, die mit beigen, detritusreichen Mergeln wechseln. Die Serie wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen.

6. 0,02 m Braunrot anwitterndes, limonitreiches Mergelschichten. Der Horizont trennt die Basismergel der Callovian-Tone von den Mergelkalken des obersten Calcaire roux sableux bzw. der Macrocephalenkalke.  
(1–6 Crs)
7. 0,3 m Beige, mergelige Tone, die von Bivalventrämmern durchsetzt sind und aufgearbeitetes kalzitisches Material enthalten.
8. 4,2 m Graublaue, fossilleere, fette Callovian-Tone.
9. 0,5 m Gelbgraue, mergelige Tone.  
(7–9 CT)
10. 1,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, limonitreiche Calcarenitbänklein, die mit dünnen, limonitreichen Mergelschichtchen wechsellagern.
11. 1,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch blaugraue, pyritreiche Dalle nacrée. Die 10–25 cm mächtigen Platten wechsellagern mit 2–4 cm mächtigen Mergelschichten.
12. 1,4 m Braunrot anwitternde, grobgebankte, im Bruch stahlgraue, feinspätige Dalle nacrée.
13. 6,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée.
15. 0,35 m Braunrot anwitternde, im Bruch dunkelgraue, grobspätige Dalle nacrée. In einer Platte liegen zwei hellgraue, sehr unvollständig verkieselte, 5 cm lange und 2 cm dicke Silexlinsen.
16. 6,5 m Braungelb bis beige anwitternde, im Bruch hellgraue, grobspätige Dalle nacrée.
17. 6,8 m Wechsellagerung sehr grobspätiger, braunrot anwitternder Dalle nacrée mit einer eher feinspätigeren, beigen, im Bruch grauen Varietät.
18. 0,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, sehr grobspätiger Calcarenit. Die Oberfläche der Schicht ist stark ausgewaschen. In die oberste Bank sind seichte Taschen eingesenkt.  
(10–18 DN)
19. 0,05 m Limonitreiche, braunrote Mergel, die von Aufarbeitungsmaterial calcarenitischen und eisenoolithischen Ursprungs durchsetzt sind.
20. 0,8 m Die eisenoolithischen Anceps-Athleta-Schichten sind tiefgründig verwittert. Braune, eisenoolithische Kalke gehen über in knauerige Horizonte, die ihrerseits wieder von eisenoolithischen tonigen Mergeln abgelöst werden. In den Basiskalken wurden Fragmente von Reineckeien festgestellt. Einer höheren Schicht gehören wahrscheinlich Bruchstücke von *Peltoceras* sp. an, die im Aushub eines Wasserleitungstunnels festgestellt wurden. Die nur noch schwach eisenoolithischen Mergel im Hangenden enthalten zahlreiche Belemnitenfragmente und gehören wohl dem untersten Oxfordian an (Aushub).
21. Blauschwarze, fette Renggeri-Tone.

36. Profil bei der Eisenbahnbrücke, Ko. 576200/238650, NE der Station Saulcy  
(Figur 9)

Der obere Hauptrogenstein ist im Dach ausgewaschen und angebohrt.

1. 1,1 m Braunrote, limonitreiche, kalkige Mergel.
2. 6,0 m Wechsellagerung braunroter, kalkiger Mergel mit harten, braunrot anwitternden, im Bruch blaugrauen, ruppigen Calcarenitbänken.
3. 1,1 m Braunrot anwitternde, harte, im Bruch stahlgraue Calcarenite mit dünnen, grauen Tonlinsen.
4. 0,25 m Braunrot anwitternder, im Bruch beiger Mergelkalk. Der organische Detritus ist weitgehend limonitisiert. Das Gestein gleicht einem eisenoolithischen Mergelkalk.
5. 2,1 m Braunrot anwitternder, feinspätiger, im Bruch grauer, Calcarenit.
6. 0,8 m Braunrot anwitternder, im Bruch beiger, lumachellöser Mergelkalk.
7. 0,4 m Braunrot anwitternde, limonitreiche, kalkige Mergel mit stark limonitisierten Fossilien.

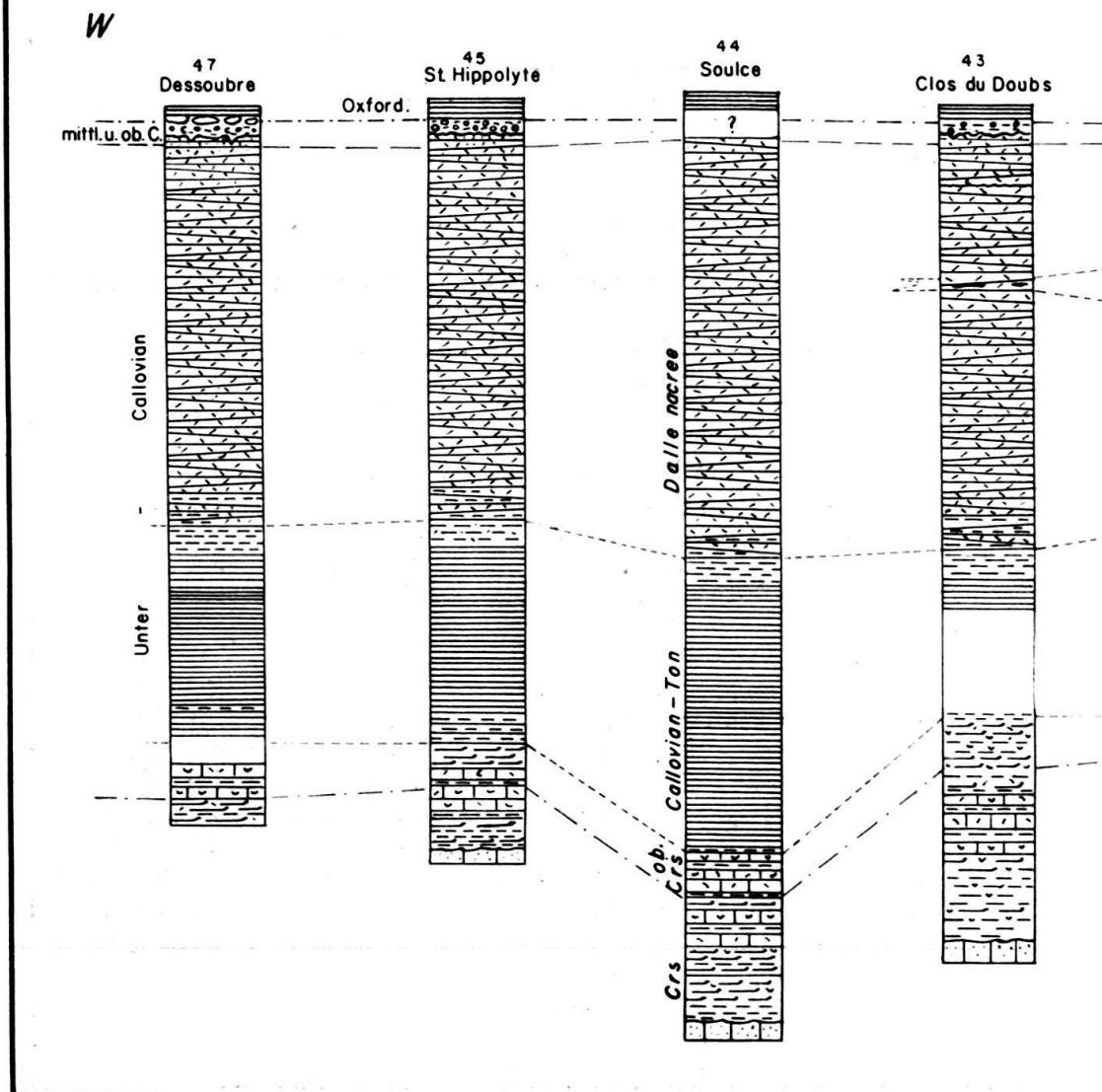
*Pleuromya* sp. indet.

*Anabacia* sp. indet.

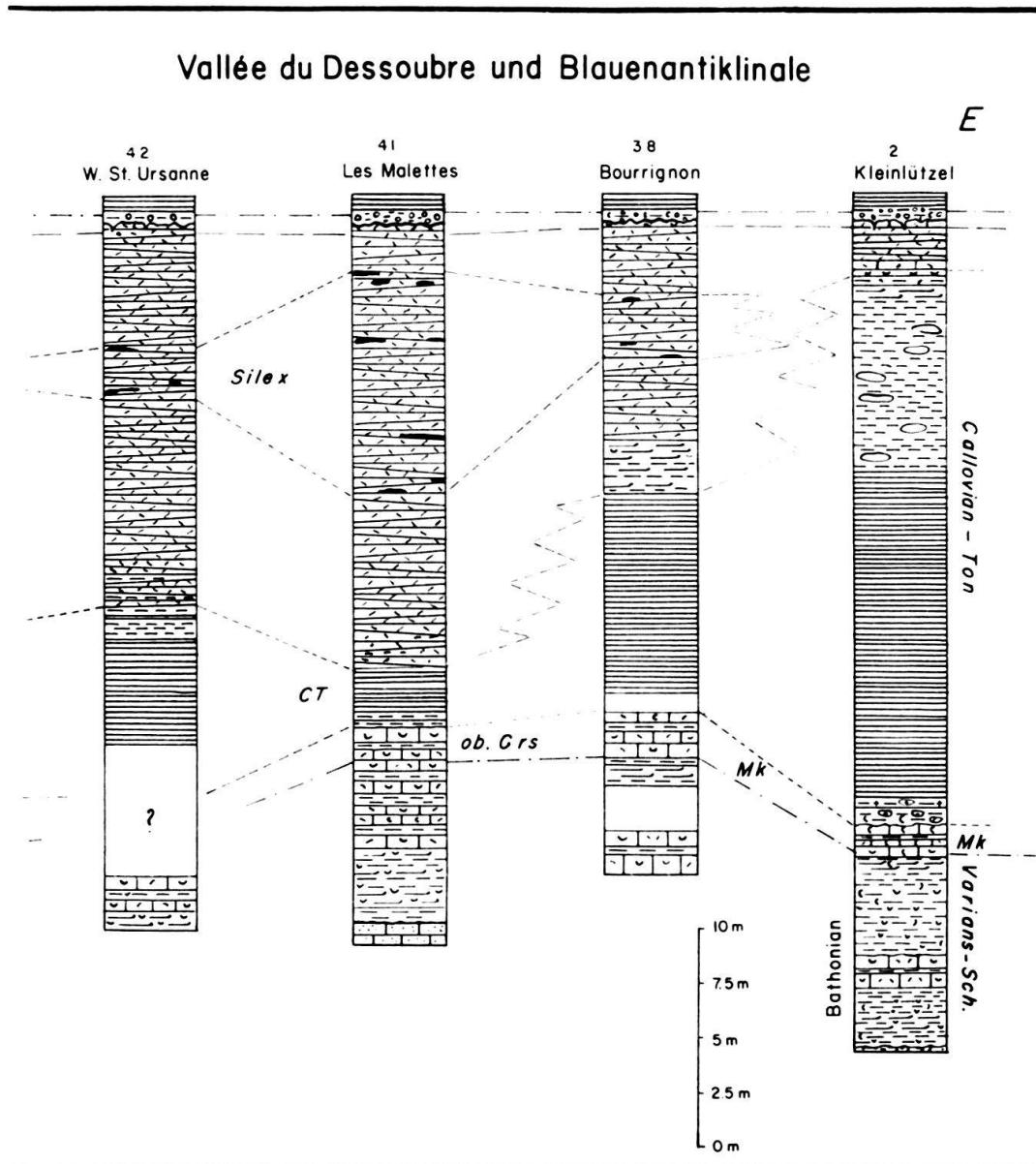
*Holectypus* sp. indet.

*Hecticoceras* sp. indet.

Fig. 10. Profilserie des Callovian zwischen



8. 0,5 m Dickbankiger, rostrot anwitternder, im Bruch grauer, lumachellöser Calcarenit.  
*Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
9. 1,3 m Grobgebankter, braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.  
(1-9 Crs)
10. ca. 4 m Callovian-Tone. Weder die Tone selbst noch ihre Ober- oder Untergrenze sind aufgeschlossen.
11. 2,8 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, dickbankige und feinspätige Dalle nacrée.
12. 7,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée. Grober Bivalventrümmerfehlstollständig.
- 12a. 2,0 m Nicht aufgeschlossen.
13. 1,7 m Braunrot anwitternde, limonitreiche, im Bruch beige Dalle nacrée.
14. 0,7 m Braungelb anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit, der von groben Bivalventrämmern durchsetzt ist.
15. 2,5 m Braungelb anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger, oolithischer Calcarenit.
17. 4,3 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten auswitternden, verkleisten Bivalventrämmern.



18. 1,7 m Braungelb bis beige anwitternde, im Bruch graue, oolithische Dalle nacrée, die von Austerntrümmern durchsetzt ist.
19. 2,3 m Dünngebankte, blätterig anwitternde, beige Dalle nacrée.
20. 0,45 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, limonitreiche, oolithische Dalle nacrée.
21. 0,25 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspärtige, kieselige Dalle nacrée.
22. 1,6 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, grobspärtige, kieselige Dalle nacrée.
23. 1,0 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue, grobspärtige Dalle nacrée.
24. 0,3 m Gelbbraun anwitternde, limonitreiche, im Bruch beige Dalle nacrée.
25. 0,2 m Braunrot anwitternde, limonitreiche Dalle nacrée. Die Oberfläche der Schicht ist stark ausgewaschen. Die oberste Schicht ist in einzelne Platten aufgelöst.  
(11–25 DN)
26. 0,04 m Limonitreicher, braunroter Mergel, der von calcarenitischem und sehr wenig eisenoolithischem Material durchsetzt ist.  
Die eisenoolithischen Mergel und Kalke der Anceps-Athleta-Zone sind nicht aufgeschlossen.

## V. Das Callovian im nördlichen Untersuchungsgebiet

(Figur 10 mit Prof. 38, 41, 42, 43, 44, 45, 47; Profile 37, 38, 40, 41, 44, 45, 47 im Text beschrieben, S. 133–140)

Der Nordabschnitt des Untersuchungsgebietes umfasst das Plateau von Maiche, im N begrenzt durch die Schluchten des Doubs und des Dessoubre, und die Umgebung von St-Ursanne.

Die Gliederung des Callovian bleibt dieselbe wie in den im S anschliessenden Freibergen:

- A. Calcaire roux sableux p.p.
- B. Callovian-Tone.
- C. Die Dalle nacrée.
- D. Die eisenoolithischen Schichten der Anceps-Athleta-Zone.

### A. DER CALCAIRE ROUX SABLEUX

Die wichtigsten Aufschlüsse dieser Serie liegen an folgenden Punkten: SSE Bourrignon (Profil 38); NW Develier (Ko. 586200/247200); Montrueslin (Profil 40); Les Malettes (Profil 41); Clos du Doubs (Profil 43, Textfig. 10); Soulce (Profil 44); St-Hippolyte (Profil 45).

Wie sich mancherorts beobachten lässt, transgrediert der Calcaire roux sableux über der angebohrten Schichtfläche des oberen Hauptrrogensteins bzw. der Pierre blanche (Les Malettes, Profil 41; Montrueslin, Profil 40; St-Hippolyte, Profil 45). An der Basis liegen im allgemeinen gelbbraune, kalkige Mergel, die im Hangenden von dickbankigen, braunrot anwitternden, im Bruch stahlgrauen, lumachellösen Kalken abgelöst werden. Im oberen Teil dominieren wieder mehr plattige Calcarenite und kalkige Mergel (Bourrignon, Profil 38), oder dickbankige lumachellöse Calcarenite (Les Malettes, Profil 41). Besonders in den mittleren Partien der Serie ist häufig der gesamte organische Detrius vererzt, wodurch das Gestein ein eisenoolithisches Aussehen erhält. In den Aufschlüssen in der Umgebung von St-Ursanne ist das Calcaire roux sableux ziemlich fossilreich (Montrueslin, Profil 40). L. ROLLIER (1910) erwähnt den Fossilreichtum des Calcaire roux sableux und weist auf den Fund eines Macrocephaliten hin, den MATHEY bei St-Ursanne machte. In den obersten Schichten dieser Serie fand ich bei Bourrignon (Profil 38) ebenfalls ein zwar stark abgerolltes Exemplar, das aber immerhin beweist, dass auch im W die Callovian-Grenze innerhalb des Calcaire roux sableux liegt.

Die Oberfläche der Dachschicht weist starke Erosionsspuren auf. Die Gesamtstärke des Calcaire roux sableux beträgt in der Umgebung von St-Ursanne 9–10 m. Sie nimmt nach W ab und beträgt bei Soulce noch 7 m (Profil 44) und bei St-Hippolyte gar nur noch 4–5 m. Es scheint, dass der Sedimentationsunterbruch im Dach des oberen Hauptrrogensteins in dieser Gegend länger dauerte, als in den östlich und südlich anschliessenden Gebieten, da die Pierre blanche starke Erosionsspuren aufweist (L. ROLLIER, 1911).

### B. DIE CALLOVIAN-TONE

Auf der Erosionsfläche im Dach des Calcaire roux sableux liegen gelbe, von Bivalentrümmern und Mergelkalkgerölle durchsetzte Mergel. Es handelt sich um aufgearbeitetes Material aus dem Calcaire roux sableux. Die Schicht war nur während kurzer Zeit etwas oberhalb des bei Les Malettes beschriebenen Profiles aufgeschlossen. In Profil 41 liegen graue bis gelbliche Tone scheinbar direkt auf der Erosionsfläche des Calcaire roux sableux. Sonst ist der Übergang zu den Callovian-Tonen nie aufgeschlossen. Im allgemeinen besteht der Komplex aus graublauen bis grauschwarzen Tonen. Sie werden im Dach leicht mergelig und leiten auch hier ohne Sedimentationsunterbruch in die Dalle nacrée über (Bourrignon, Profil 38, Nr. 6–8; NW Develier, Ko. 586200/247200; Soulce, Profil 44, No. 9).

Die Mächtigkeit der Callovian-Tone ist im nördlichen Untersuchungsgebiet auf-fallenden Schwankungen unterworfen; wurden doch in Bourrignon 10 m, in Les Malettes noch 3,5 m und westlich St-Ursanne wieder 7,5 m gemessen. Im Plateau de Maiche liegt die Mächtigkeit stets um 12 m. Dieser plötzliche Mächtigkeitsabfall ist nicht auf diesen einzigen Aufschluss beschränkt; ich erinnere an die Verhältnisse in La Jacoterie (Profil 12, 6 m C T), Montfavergier (Profil 35, 5 m C T) und im Auf-schluss bei der Station Saulcy (Profil 36, 4 m C T). Er kommt hier nur besonders gut zur Geltung (Figur 10) und soll daher auch an dieser Stelle besprochen wer-den. Mit den oben erwähnten Profilen habe ich zugleich die Ausdehnung der Zone stärksten Mächtigkeitsabfalles umgrenzt. Die E-Grenze verläuft von Asuel in NS-Richtung direkt ins Klusengebiet der Sorne und biegt wahrscheinlich, der Unter-suchung nicht zugänglich, in SSW-Richtung ins zentrale Chasseral-Gebiet ab. Die W-Grenze erreicht, NS-streichend, östlich St-Ursanne den Doubs, biegt nach SW ab und verläuft in Richtung Montfavergier–Saignelégier. Im S ist kein Mächtig-keitsabfall zu beobachten, es besteht ein kontinuierlicher Übergang zu etwas grös-seren Mächtigkeiten von 6–9 m, wie sie überall in den Freibergen festgestellt wur-den.

### C. DIE DALLE NACRÉE

Auch die Dalle nacrée ist durch die oben erwähnten Schwankungen beeinflusst worden, allerdings in umgekehrtem Sinn. Ihre Mächtigkeit beträgt in Bourrignon 12–14 m, in Les Malettes 20–22 m und westlich St-Ursanne, sowie im Plateau de Maîche 16–19 m. Dies deutet darauf hin, dass die Dalle nacrée-Sedimentation hier früher einsetzte, als in den östlich und westlich angrenzenden Gebieten. Auf die Schlüsse, die im weiteren aus diesen wichtigen Tatsachen gezogen werden müssen, werde ich bei der Besprechung der paläogeographischen und faziellen Belange des Callovian näher eintreten (vgl. p. 143 und Fig. 11 p. 144 und Figur 12 p. 149).

Wie überall ist der Übergang von den Callovian-Tonen zur Dalle nacrée gleitend und durch braungelbe Mergelkalke und dünne Mergelschichtchen gekennzeichnet. In der Umgebung von St-Ursanne ist die Dalle nacrée in ihrer typischen Fazies ent-wickelt. Nur in Les Malettes sind die untersten 6 m der Serie leicht mergelig und sandig anzufassen. Wie die Dünnenschliffuntersuchung zeigte, enthalten die sehr feinspätigen Calcarenite wenig detritischen Quarz. Die sandigen Oberflächen ent-stehen durch auswitternde, feinste, kalkige oder kieselige Bivalven- und Echino-

dermenträümmer. Die mittlere und obere Dalle nacrée von Les Malettes enthält, auf einen Schichtstoss von 10 m Mächtigkeit verteilt, zahlreiche Silexlinsen. Die Silex-zonen lassen sich südwärts bis in die Gegend von Sceut verfolgen. Nach W und E keilen sie rasch aus. Sowohl bei Bourrignon (Profil 38) als auch im Clos du Doubs und westlich von St-Ursanne (Profil 42 und 43 in Figur 10) wurden nur noch dünne Linsen festgestellt. Die oberste Dalle nacrée in den Aufschlüssen N Bourrignon (Profil 37) und NW Develier ist lumachellös ausgebildet. Diese Bänke stellen das Übergangsgestein zwischen der Lumachellenbank im E und der Dalle nacrée dar, die schon bei Les Malettes in typischer Fazies bis ins Dach der Serie reicht. Bei Ko. 572800/241370 wurde in der Clos du Doubs-Antiklinale ein extrem grob-spätiger Calcarenit festgestellt, der von Bivalventrämmern durchsetzt ist. Die Schichtfläche der Bank weist Omissionsspuren auf und ist mit Austern beplastert. Diese kurzlebige Störungszone kann nur im Südschenkel der Clos du Doubs-Antiklinale beobachtet werden. Sie wird auch von L. ROLLIER (1910) erwähnt. Von der Obergrenze der Dalle nacrée aus gemessen, liegt die Austernschicht im gleichen Niveau wie die Trichitenbank von Goumois (Profil 33, Nr. 27 und 28) und könnte also gleichaltrig sein.

Die Dalle nacrée des Plateau de Maïche ist im allgemeinen etwas oolithischer als diejenige der weiter südlich und östlich anschliessenden Gebiete. Wie in den Freibergen, befinden sich auch hier die besten Aufschlüsse in der Umgebung von Dörfern, wo die Platten beim Häuser- und Strassenbau Verwendung finden (E Maiche, W Montandon, N Courtefontaine, Vacherie, SE Mémont usw.). Vollständige Profile sind an der Strasse Soulce/Courtefontaine (Profil 44), zwischen St-Hippolyte und Maiche (Profil 45) und im Vallée du Dessoubre (Profil 47) aufgeschlossen.

Auch im nördlichen Untersuchungsgebiet wird die Dalle nacrée durch eine scharfe Erosionsfläche abgeschlossen. In die Schichtfläche sind tiefe Furchen und Taschen eingesenkt, so dass vielerorts die oberste Platte in einzelne Komponenten aufgelöst wird (Profil 47); SW St-Ursanne, Ko. 577875/245400; SE Damprichard, Schweiz. Ko. 558450/232250).

#### D. DIE EISENOOLITHISCHEN GESTEINE DES MITTEL- UND OBER-CALLOVIAN

Obwohl die eisenoolithischen Gesteine sehr selten aufgeschlossen sind, konnte ich sie anhand von Lesesteinen im ganzen nördlichen Untersuchungsgebiet feststellen. Zur Bestätigung dieser Beobachtungen wurde die Serie an folgenden Orten erschürft: N Bourrignon (Profil 37); SW St-Ursanne (Ko. 577875/245400); SE Damprichard Fr. (Schweiz. Ko. 558450/232250); Strasse St-Hippolyte-Rosurreux (Profil 47). H. LAUBSCHER (1948) erwähnt einen Aufschluss in der Umgebung von Les Malettes. W. KILIAN & W. DEECKE (1883) sowie L. ROLLIER (1910), die als einzige die Stratigraphie des Callovian im Plateau von Maiche untersuchten, erwähnen einen Aufschluss an der Strasse St-Hippolyte-Maiche (Profil 45), der aber jetzt nicht mehr zugänglich ist. Beide Autoren zitieren *Reineckia anceps* (REIN.).

Wie im gesamten Untersuchungsgebiet treten als unterste Schicht die Aufarbeitsmergel von calcarenitisch-eisenoolithischer Zusammensetzung auf. Sie

füllen die Taschen und Furschen der Dalle nacrée-Oberfläche und umhüllen auch die in einzelne, nur schwach kantengerundete Platten aufgelöste oberste Schicht (SW St-Ursanne, Profil 42). Im Hangenden folgen eisenoolithische Mergel und Mergelkalke, die N Bourrignon (Profil 37, Nr. 7) kleine, calcarenitische und eisenoolithische Gerölle enthält. Neben stark abgerollten Ammoniten wurden auch wohlerhaltene Fragmente von *Reineckeia* sp. festgestellt. Reineckeien sammelte ich auch in der Vallée du Dessoubre (Profil 46). Die Erosionsphase liegt also auch hier innerhalb der Ancepsschichten. Über der 10–20 cm mächtigen Basisschicht liegen wieder Mergel und Mergelkalke (Bourrignon, Profil 37; SW St-Ursanne, Profil 42, Figur 10, Ko. 577875/245400), an anderer Stelle dagegen faust- bis kopfgroße Kalkknauer (Damprichard, Schweiz. Ko. 558450/232250). Die Mergelschichtchen und Mergelkalke enthalten vereinzelte stark abgerollte Ammoniten (Peltoceraten). Im Dach liegen erneut kleine Gerölle, die auf die zweite Erosionsphase zu Ende der Athleta-Zone hindeuten.

Im Tal des Dessoubre sind nur die untersten eisenoolithischen Mergel und Mergelkalke, mit *Reineckeia anceps* (REIN.) erhalten.

#### E. DETAILPROFILE

##### 37. Profil beim Hof La Forge, 585100/250500, N Bourrignon

Ober-Bathonian, Macrocephalenkalke und Callovian-Tone sind unter der Vegetation verborgen.

1. 2,5 m Braunrote, leicht spätere Mergelkalke wechsellaagern mit gelbbraunen, limonitreichen Mergeln.
2. 2,0 m Brauner anwitternde, im Bruch graue bis beige, limonitreiche Dalle nacrée.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch und tonig-limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Bryozoen- und Brachiopodentrümmer sind vielfach vererzt, wobei die Gitterstruktur der Crinoiden hervorgehoben wird. Ein Teil des Detritus ist mehr oder weniger umkristallisiert und entmischt. Spongiennadeln, umkristallisiert und mit erweitertem Achsenkanal, sind selten.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz ist selten und in feiner Fraktion ( $\varnothing$  0,05 mm) im Gestein verteilt.

Graubraune, onkoidische Gerölle sind wahrscheinlich koproogenen Ursprungs.

Mikroorganismen: Vereinzelte, vererzte Milioliden.

3. 2,2 m Etwas gröbere, beige anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée.
4. 3,0 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée mit vereinzelten, größeren, verkieselten Bivalventrämmern.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin-kalzitisch und tonig-limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Stark vererzte Bivalven-, Echinodermen-, Bryozoen- und Gasteropodentrümmer. Stellenweise ist der Detritus umkristallisiert und entmischt.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz in feiner Fraktion ist selten. Onkoidische Gerölle sind braungrau gefärbt.

5. 1,6 m Braungelb anwitternde, im Bruch stahlgraue, limonitreiche Dalle nacrée; im Dach vereinzelte Bivalventrämmern.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch und tonig-limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Er besteht aus leicht vererzten Echinodermen- und Bivalventrämmern, die zum Teil umkristallisiert sind.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz von max. 0,05 mm Durchmesser ist fein verteilt. Onkoidische Mikrogerölle sind teilweise aus mehreren Komponenten zusammengesetzt.

Die Schicht wird durch eine Omissionsfläche abgeschlossen.

6. 0,04 m Braunroter, limonitischer Mergel, der von feinem calcarenitischen und eisenoolithischen Aufarbeitungsmaterial und von kleinen Geröllen erfüllt ist.
7. 0,25 m Eisenoolithischer Mergelkalk, der von eisenoolithischen und sehr kleinen, calcarenitischen Geröllen durchsetzt ist. Die Schicht ist reich an gerollten, in Oberflächennähe auch angewitterten Fossilien.

*Reineckeia* (s. str.)

*Hecticoceras* sp. indet.

8. 0,3 m Rostrote, eisenoolithische Mergel und Mergelkalke. Auch diese Schicht enthält vereinzelte, eisenoolithische Gerölle.

Dünnschliff: Die schon makroskopisch sichtbare, gestörte Sedimentation kommt gut zur Geltung. Die Grundmasse ist feinkristallin kalzitisch, braunrot pigmentiert. Die Schichtchen sind fein gefältelt und schmiegen sich härteren Komponenten an (Fließstruktur).

(7-8 Mi.-Ob.-Call.)

Organischer Detritus: Bivalven- und Brachiopodentrümmer.

Anorganischer Detritus: Kleine, eisenoolithische Gerölle und Quarzkörner.

9. 0,3 m Gelbbraune, eisenoolithische Mergel mit abnehmendem Eisenooidgehalt.
10. Die gelben Mergel gehen ohne Sedimentationsunterbruch in die blauschwarzen Renggeri-Tone über.

(9-10 Oxf.)

### 38. Profil bei Ko. 585750/248750. SSE Bourrignon

(Figur 10).

Der Calcaire roux sableux ist nur selten aufgeschlossen.

1. 5,0 m Braunrote bis gelbliche Mergel, die mit lumachellösen Mergelkalkschichtchen wechsellagern.
2. 3,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch rostrote oder graue, lumachellöse Calcareite, die mit braungelben Mergelschichtchen wechsellagern.
3. 2,0 m Macrocephalenkalke: Braunrote, im Bruch graue, plattige bis ruppige Calcareite mit höckerigen Schichtflächen.  
*Macrocephalites* sp. indet. – (abgerollte Fragmente)  
Perisphinctiden
4. 1,5 m Gelbe, tonige Mergel. Der Kontakt mit den Macrocephalenkalken ist nicht aufgeschlossen.
5. ca. 10 m Blauschwarze Callovian-Tone.  
(4-6 CT)
6. 2,5 m Gelbe, mergelige Tone, evtl. mit Kalkknauern (Lesesteine).
7. 1,5 m Braungelbe, mergelige Tone bis Mergel, die mit braunroten, späten Mergelkalkschichtchen wechsellagern.
8. 1,0 m Plättige, braunrote, mergelige Calcareite mit vereinzelten Mergellagen.
9. 4,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, auswitternden, verkieselten Bivalventrämmern.
10. 3,0 m Gelbbraun bis beige anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée. Im Gestein und zwischen den Platten liegen wenige, kleine Verkieselungen, die grau bis beige anwintern.
11. 2,2 m Beige anwitternde, im Bruch graue, dünngebankte Dalle nacrée.  
(7-11 DN)

Die Obergrenze der Dalle nacrée und die Anceps-Athleta-Schichten sind nicht aufgeschlossen.

40. Profil, aufgenommen längs der Strasse St-Brais–Caquerelle, zwischen Sceut und Montrueslin, Ko. 581500/244400.

Die Oberfläche des oberen Hauptrogensteins ist stark angebohrt.

1. 1,1 m Braungelbe, limonitreiche, von Bivalventrämmern durchsetzte Mergel.
2. 0,1 m Braunroter, blätteriger, kalkiger Mergel.
3. 0,04 m Gelbliche, kalkige Mergel mit zahlreichen Limonitkörnern.
4. 0,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch stahlgrauer, lumachellöser Calcarenit. Die Oberfläche der Bank ist angebohrt und von zertrümmerten Austern beplasterst.
5. 0,08 m Braunroter, von Schalengrus durchsetzter, limonitischer Mergel, der die Bohrlöcher im Liegenden ausfüllt.
6. 0,3 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Calcarenitbank. Die Oberfläche ist von Limonitkrusten überzogen.
7. 0,1 m Beige, limonitreiche Mergel.
8. 0,4 m Braunrot anwitternder, im Bruch stahlgrauer, feinspätiger Calcarenit. Das Gestein ist von braunroten Limonitschlieren und Bohrgängen durchzogen.
9. 0,4 m Beige bis braue, kalkige Mergel, die mit dünnen Mergelkalkschichtchen wechselseitig lagern.
10. 0,45 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, feinspätige und lumachellöse Calcarenite. Das Gestein ist von Bohrgängen durchzogen.
11. 1,4 m Graue bis beige, kalkige Mergel, die von Bivalventrämmern gespickt sind.
12. 0,7 m Braunrot bis beige anwitternder, im Bruch grauer, Calcarenit. Die feinen Bivalventräümmer sind weitgehend vererzt. Das Gestein erhält dadurch das Aussehen eines eisenoolithischen Kalkes.

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin kalzitisch und limonitisch pigmentiert.

Organischer Detritus: Er besteht hauptsächlich aus Bivalven- und Brachiopodenträmmern. Die Echinodermenräümmer sind vollständig vererzt, während die Bivalvenschalen meistens von einer Limonithaut überzogen sind. Bei der Umkristallisation wird der Limonit verdrängt und in Nestern angereichert.

Anorganischer Detritus: Braune, onkoidische Gerölle.

Detritischer Quarz ist selten.

Mikroorganismen: Vererzte Cristallarien und Milioliden.

13. 0,5 m Braunrot anwitternder, dickbankiger Mergelkalk. Der organische Detritus ist vererzt. (pseudoeisenoolithisch)
  - Holectypus cf. depressus* (LESKE)
  - Pygorhytis* sp. indet.
  - Trigonia (Myophorella) suprabathonica* J. B. GREPPIN
  - Acanthothyris spinosa* (v. SCHL.)
14. 0,4 m Braunrot anwitternder, im Bruch blaugrauer, limonitreicher Calcarenit.
15. 0,3 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige bis graue, knauerige Mergelkalkbank.
16. 0,8 m Braunrot anwitternder, im Bruch beiger, schlechtgebankter Mergelkalk.
17. 0,4 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige Mergelkalke.
18. 0,4 m Braungelbe, von Bivalventrämmern durchsetzte Mergel mit vereinzelten Mergelkalkknauern.

Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen.

(1-18 Crs)

19. ca. 4 m Graue bis blaugraue Callovian-Tone.
20. 1,2 m Beige Mergel, die mit dünnen, leicht späten Mergelkalkschichtchen wechselseitig lagern.
21. 2,1 m Grauer bis beiger, im Bruch hellgrauer, feinspätiger, mergeliger Calcarenit.
22. 1,0 m Grauer bis beiger, sehr dünnbankiger Calcarenit.
23. 4,0 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée. Auf die Verwitterungsflächen treten verkieselte Bivalventräümmer aus.
24. 0,6 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.
25. 1,4 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
26. 0,15 m Fleckig grau anwitternder, im muscheligen Bruch weißer bis bläulicher Silex.

27. 1,1 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger Calcarenit.
28. 1,9 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée. Unvollständig verkieselte Silexlinsen wittern grau aus.
29. 3,0 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.  
Die oberste Dalle nacrée und das obere Callovian sind nicht aufgeschlossen.  
(20–29 DN)

41. Profil an der neuen Strasse, Les Malettes–St-Ursanne, Ko. 581650/248320  
(Figur 10).

Die Oberfläche des oberen Hauptrogensteins ist angebohrt.

1. 1,5 m Braungelbe, limonitische Mergel, die von Austertrümmern und vereinzelten Pholadomyensteinkernen durchsetzt sind.
2. 1,8 m Braunrot anwitternde, im Bruch stahlgraue, lumachellöse Calcareite. Die Schichtflächen sind ausgewaschen und von Austern beplastert. Zwischen die einzelnen 20–40 cm mächtigen Bänke schalten sich 3–8 cm dicke Mergelschichtchen.
3. 1,6 m Wechsellegerung gelbbrauner, limonitischer Mergel mit braunrot anwitternden, im Bruch blaugrauen Calcareiten. Die Schichtflächen sind höckerig.  
*Trigonia (Myophorella) suprabathonica* J. B. GREPPIN
4. 0,4 m Graue bis graubraune, leicht späte Mergel.
5. 0,3 m Graubraune, im Bruch graue, von Kriechspuren überzogene Mergelkalkbank.
6. 0,8 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, lumachellöser Calcarenit. Die Schichtflächen sind höckerig bis bauchig.
7. 1,2 m Drei braunrot anwitternde, im Bruch stahlgraue, von gelblichen Bivalventrämmern durchsetzte Calcareitbänke.  
*Trigonia (Myophorella) cf. suprabathonica* J. B. GREPPIN

Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin kalzitisch, klar oder limonitisch verfärbt.

Organischer Detritus: Er setzt sich zusammen aus Echinodermen-, Lamellibranchiaten- und Brachiopodentrümmern. Der Crinoidendetritus ist meistens etwas vererzt, häufig auch umkristallisiert und entmischt.

Anorganischer Detritus: Detritischer Quarz in schlechtgerundeter, feiner Fraktion ( $\varnothing$  bis 0,09 mm). Onkoidische Gerölle von brauner bis schwarzer Farbe sind organischen (koprogenen) und anorganischen Ursprungs.  
(1–8 Crs)

8. ca. 3 m Callovian-Tone von dunkelgrauer Farbe. Die Schicht ist nur unvollständig aufgeschlossen.
9. 1,8 m Beige, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée mit vereinzelten gelblichen Mergellagen.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin kalzitisch und grau bis gelblich pigmentiert.

Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven- und Brachiopodentrümmer dominieren. In zweiter Linie treten Bruchstücke von Bryozoen und umkristallisierte Spongiennadeln mit erweitertem Achsenkanal auf. Ein Teil des Detritus ist vererzt.

Detritischer Quarz: Korndurchmesser bis 0,05 mm.

10. 3,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, mergelige Calcareite. Wegen des auswitternden feinen Schalengrus ist die Verwitterungsfläche sandig anzufühlen.

Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin bis dicht und grau pigmentiert.

Organischer Detritus: Die feinzerriebenen Trümmer von Spongiennadeln und Crinoiden sind meistens vererzt. Die Spongiennadeln sind umkristallisiert, der Achsenkanal ist erweitert und tonig-limonitisch pigmentiert. Braungraue Onkoide sind wahrscheinlich koprogenen Ursprungs.

Detritischer Quarz: Korndurchmesser bis 0,05 mm. Vereinzelte Chalzedonsphärolithe.

11. 0,9 m Beige anwitternde, im Bruch graue, mergelige Kalke. Das Gestein blättert in der Verwitterungszone auf.
12. 1,8 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, feinspätige Dalle nacrée.  
 Dünnschliff: Grundmasse feinkristallin und grau pigmentiert.  
 Organischer Detritus: Hauptsächlich Echinodermenträümmer, die teilweise vererzt sind. Bivalventräümmer sind selten. Spongiennadeln sind stets umkristallisiert. Der Achsenkanal ist erweitert.  
 Detritischer Quarz ist sehr selten ( $\varnothing$  0,02 mm).  
 Quarzinsphärolithe.  
*Cristellarien* und *Milioliden*.
13. 3,5 m Beige bis braun anwitternde, im Bruch graue Dalle nacrée mit zahlreichen, grau auswitternden, unvollständig verkieselten Silexlinsen.
14. 1,2 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätige Dalle nacrée.  
 Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin und klar. Einzelne Flecken sind limonitisch verfärbt.  
 Organischer Detritus: In erster Linie Echinodermenträümmer, die teilweise vererzt, teilweise umkristallisiert sind. Lamellibranchier-, Brachiopoden- und Gasteropodenträümmer treten zurück. Onkoide sind braun bis schwarz gefärbt.  
 Detritischer Quarz ist sehr selten.  
*Cristellaria* sp. indet.
15. 0,3 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer Calcarenit.  
 Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch und klar.  
 Organischer Detritus: Echinodermen-, Bivalven-, Brachiopoden- und Bryozoenträümmer. Ein Teil des Detritus war primär vererzt, wurde aber im Laufe der Umkristallisation entmischt, wobei eisenschüssiges Material (in Form von Limonit vorliegend) an den Rändern ausgeschieden ist.  
 Detritischer Quarz in feiner Fraktion ( $\varnothing$  bis 0,05 mm).
16. 0,3 m Graubraun anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée. Das Gestein enthält unvollständig verkieselte Silexlinsen von grauer Farbe.
17. 1,2 m Graubraun anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée. Grobe, verkieselte Bivalventräümmer wittern aus.  
 Dünnschliff: Grundmasse grobkristallin kalzitisch.  
 Organischer Detritus: Grobe Bivalven- und Bryozenträümmer. Der Echinodermendetritus ist etwas feiner und fast vollständig umkristallisiert. Ein Teil des Kalzites ist durch Quarzin ersetzt. Koprogene Onkoide sind braun bis schwarz gefärbt.  
 Detritischer Quarz ist selten ( $\varnothing$  bis 0,07 mm).  
*Cristellarien* und *Milioliden* sind meistens vererzt oder umkristallisiert.
18. 1,1 m Braungrau anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
19. 0,15 m Grauschwarz anwitterndes, im muscheligen Bruch weisses bis bläuliches Silexband.  
 Die Verwitterungsrinde ist porös.  
 Dünnschliff: Sowohl die Grundmasse, als auch die organischen Komponenten sind fast vollständig verkieselt. Kalzit ist selten. Chalzedon- und Quarzinsphärolithe sind meistens kurzfaserig und sehr dicht gepackt. An den Rändern einzelner Sphärolithe ist die Bildung von authigenem Quarz zubeobachtet.  
 Längs den Achsenkanälen von Spongiennadeln sind die Sphärolithe linear angeordnet.
20. 1,1 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige bis graue, feinspätige Dalle nacrée. Das Gestein enthält zahlreiche, unvollständig verkieselte, grau anwitternde Silexlinsen.  
 Dünnschliff: Die Grundmasse der Dalle nacrée ist grobkristallin kalzitisch und klar.  
 Der organische Detritus, meistens Echinodermenträümmer, ist sehr stark umkristallisiert. Vererzte Partien wurden entmischt und das limonitische Material an den Rändern der Neubildungen in Nestern oder Schlieren ausgeschieden.  
*Chalzedonsphärolithe*.

Detritischer Quarz ist selten; Korndurchmesser 0,03 mm.

Die Onkoide sind braunschwarz gefärbt.

Milioliden und Cristallarien sind meistens vererzt.

21. 0,15 m Grau anwitternder, im Bruch weisser Silex.
22. 0,8 m Beige bis grau anwitternder, im Bruch grauer, grobspätiger und kieseliger Calcarenit mit zahlreichen auswitternden, verkieselten Bivalventrämmern.
23. 0,5 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer bis beiger, feinspätiger Calcarenit mit vereinzelten kleinen, grau anwitternden und unvollständig verkieselten Silexlinsen.  
Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin und grau bis gelblich pigmentiert. Chalzedonsphärolithe sind häufig.  
Der organische Detritus besteht zur Hauptsache aus umkristallisierten, teilweise auch verkieselten Echinodermen- und Bivalventrämmern. Die Spongiennadeln sind meistens umkristallisiert; ihr Achsenkanal ist erweitert und limonitisch pigmentiert.  
Die Onkoide sind braun gefärbt.
24. 1,8 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, grobspätige Dalle nacrée.
25. 0,6 m Braunrot anwitternde, im Bruch stahlgraue bis beige grobspätige Dalle nacrée. Die Oberfläche der Schicht ist leicht verkarstet.  
(9–25 DN)

Die eisenoolithischen Anceps-Athleta-Schichten sind nicht aufgeschlossen. In den stark verrutschten Renggeri-Tonen wurden Bruchstücke der Schicht festgestellt.

#### 44. Profil an der Strasse Soulce–Courtefontaine (Fr.) Ko. 556000/240000.

(Figur 10).

Die Oberfläche der Pierre blanche ist angebohrt.

1. 1,9 m Graubraune, von Bivalventrämmern durchsetzte Mergel mit vereinzelten, harten, graubraunen Mergelkalkknauern.
  2. 0,6 m Dunkelgraue, harte, knauerige und lumachellöse Mergelkalke.
  3. 0,65 m Braunrote, stark limonitische, kalkige Mergel mit limonitisierten Bivalventrämmern.
  4. 1,5 m Graubraun anwitternder, im Bruch grauer, pyritreicher Calcarenit. Zwischen die 30–40 cm mächtigen Bänken schalten sich dünne Mergellagen ein.
  5. 0,85 m Braunrot anwitternder, im Bruch grauer, lumachelloser Mergelkalk.
  6. 1,0 m Braunrot anwitternder, im Bruch graubrauner, feinspätiger Calcarenit.
  7. 1,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige, plattige bis ruppige Calcarenite, die mit dünnen, limonitreichen Mergelschichtchen wechselt.
- (1–7 Crs)  
Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen.

8. ca. 15 m Graue, fette Callovian-Tone.
9. 1,5 m Wechselleagerung braunroter, dünnbankiger Calcarenite mit braungelben Mergeln.
10. 3,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue bis beige, oolithische Dalle nacrée mit auswitternden Bivalven- und Bryozoenträmmern.
11. 5,2 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige bis graue, grobspätige, leicht oolithische Dalle nacrée.
12. 4,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, verkieselten Bivalventrämmern.
13. 4,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch beige, grobspätige Dalle nacrée. Die obersten Schichten enthalten vereinzelte, limonitisierte Bivalventrämmen.  
(9–13 DN)  
Die obersten Dalle nacrée und die Anceps-Athleta-Schichten sind nicht aufgeschlossen.

45. Profil an der Strasse St-Hippolyte–Maiche, Ko. 552200/240000, 1 km SSW  
St-Hippolyte (Dép. Doubs, Fr.) (Figur 10).

Die Oberfläche des oberen Hauprogensteins (Pierre blanche) ist stark ausgewaschen und angebohrt.

1. 1,5 m Braunrote bis graue, limonitreiche, kalkige Mergel bis Mergelkalke.
2. 1,0 m Braunroter, im Bruch grauer, limonitreicher, lumachellöser Mergelkalk.  
*Holectypus* sp. indet.
3. 1,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graublauer, spätiger Calcarenit. Zwischen die 30–50 cm mächtigen Bänke schalten sich dünne Mergelschichtchen ein.  
*Echinobrissus clunicularis* (LLHWYD)
4. 0,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, lumachellöse Mergelkalke. Der Übergang zu den Callovian-Tonen ist nicht aufgeschlossen.
5. 8–10 m Graue, mergelige Callovian-Tone. Die Schicht ist vollständig verwachsen.
6. 1,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch beige Calcarenitbänke, die mit dünnen, gelbbraunen Mergelschichtchen wechselseitig liegen.
7. 5,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, an der Basis mergelige, grobspätierte Dalle nacrée mit auswitternden Bryozoen- und Bivalventrämmern.
8. 3,2 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätierte Dalle nacrée mit vereinzelten, dünnen Mergellagen.
9. 1,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, feinspätierte Dalle nacrée.
10. 3,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätierte Dalle nacrée mit rauen Verwitterungsflächen und wenigen, verkleisten Bivalventrämmern.
11. 1,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätierte Dalle nacrée.
12. 1,8 m Beige anwitternde, im Bruch graue, grobspätierte, oolithische Dalle nacrée.

Die Oberfläche der Serie ist ausgewaschen und angebohrt. Die Anceps-Athleta-Schichten liegen unter der Vegetation verborgen.

47. Profil an der Strasse St-Hippolyte–Rosureux, 1,25 km vor Rosureux. (Vallée du Dessoubre) (Dép. Doubs, Fr.) (Figur 10).

Der Calcaire roux sableux, sehr geringmächtig, ist nicht aufgeschlossen.

1. 10–13 m Grauschwarze Callovian-Tone. Die Schicht ist nur selten an kleinen Anrisse aufgeschlossen.
2. 1,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätierte Dalle nacrée mit vereinzelten Mergellagen.
3. 3,5 m Braunrot anwitternde, im Bruch graue, grobspätierte, leicht oolithische Dalle nacrée.
4. 7,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue bis beige grobspätierte Dalle nacrée.
5. 1,0 m Braungelb anwitternde, im Bruch graue, etwas feinspätierte Dalle nacrée.
6. 3,5 m Beige anwitternde, im Bruch graue bis beige, grobspätierte, oolithische Dalle nacrée.
7. 0,05 m Graubraun anwitternde, in einzelne Platten aufgelöste Dalle nacrée, die sehr stark oolithisch ist.

Dünnenschliff: Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch und klar.

Organischer Detritus: Er besteht hauptsächlich aus Bivalven- und Echinodermenträmmern (6–10%).

Anorganische Gemengteile: Die Ooide sind gross (0,9 mm Ø) und diagenetisch verändert. Vielfach ist die konzentrische Schalung durch die Radialstruktur überprägt. An den Rändern liegen kleine Hämatit- oder Limonitkörnchen. Es sind die während der Umkristallisation der primär wahrscheinlich stark eisenschüssigen Ooide verdrängten und neu ausscheidenden Eisenoxyde. Die Ooide besitzen dunkle, anorganische oder helle, aus Bivalventrämmern bestehende Kerne. Ooidgehalt des Gesteins: 60–65%.

8. 0,04 m Graubraun anwitternde, in einzelne Platten aufgelöste, eisenschüssige Oolithbank  
 Dünnschliff: Die Grundmasse ist feinkristallin kalzitisch und klar. Sie umfasst 21% des Gesteins.  
 Organischer Detritus: Er besteht hauptsächlich aus sehr groben Bivalventrämmern (6%).  
 Anorganische Komponenten: Die Ooide sind gross ( $\varnothing$  0,8 mm) und dunkelgrau. Die konzentrische Schalung ist deutlich, bei einzelnen Körnern ist auch die Radialstruktur sichtbar. Erzkörper sind an den Rändern der Ooide häufig. Die Kerne bestehen aus dunklen, tonigen Gerölle oder aus kleinen Bivalventrämmern. Das Gestein besteht zu 73% aus Ooiden.
9. 0–0,1 m Braunrote Mergel, die von kalkoolithischem, zu einem geringeren Teil von eisenoolithischem Aufarbeitungsmaterial durchsetzt sind. Die Mergel füllen die Fugen zwischen den einzelnen oolithischen Platten.
10. 0,08 m Braungelbe bis beige, eisenoolithische Mergelkalke mit stark zertrümmerten Fossilien.  
*Reineckeia cf. anceps* (REIN.)  
*Reineckeites* sp. indet.  
*Hecticoceras* sp. indet.
11. 0,04 m Braunrote bis graue, eisenoolithische Mergel mit vereinzelten, kleinen, eisenoolithischen Knauern.
12. Verrutschte Tone, an der Basis mit groben Gerölle von Dalle nacrée und Rauracian-Kalken (Quartäre Rutschung).

## VI. Fossilgehalt und Alter der Schichten

### A. DIE MACROCEPHALEN KALKE bzw. DER OBERE CALCAIRE ROUX SABLEUX (Zone des *Macrocephalites macrocephalus*)

Sowohl in England (Yorkshire) als auch auf dem Kontinent (Normandie) ist *Macrocephalites verus* BUCKMAN (= *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH. sp.?; vgl. ARKELL, 1956, p. 119), das Zonenfossil des untersten Unter-Callovian, nur aus den oberen Cornbrash bekannt (vgl. ARKELL, 1956).

Im Untersuchungsgebiet ist diese Zone durch die Macrocephalenkalke (bzw. den oberen Calcaire roux sableux) vertreten, der dem Kornbergsandstein im E entspricht (vgl. JEANNET, 1951).

<i>Macrocephalites verus</i> BUCKM. . . . .	Mk
<i>Macrocephalites cf. verus</i> BUCKM. . . . .	Mk
<i>Macrocephalites compressus</i> (QU.) . . . . .	Mk
<i>Macrocephalites</i> sp. indet. . . . .	Crs Mk
<i>Choffatia choffati</i> (PAR. & BONAR.) . . . . .	Crs
<i>Hecticoceras</i> (s. l.) sp. . . . .	Crs
<i>Pholadomya bucardium</i> AG. . . . .	Mk
<i>Pholadomya cf. texta</i> AG. . . . .	Mk
<i>Pholadomya cf. subdecussata</i> OPP. . . . .	Mk
<i>Pleuromya</i> sp. indet. . . . .	Mk
<i>Ceromya cf. tenera</i> (SOW.) . . . . .	Mk
<i>Modiolus tulipaeus</i> (LAM.) . . . . .	Crs Mk
<i>Modiolus subaequiplicatus</i> (ROEM.) . . . . .	Mk

<i>Trigonia (Myophorella) suprabathonica</i>	
<i>J. B. GREP.</i> . . . . .	Crs
<i>Trigonia (Lyriodon)</i> sp. indet. . . . .	Mk
<i>Ctenostreum proboscideum</i> (SOW.) . . . . .	Crs Mk
<i>Entolium spathulatum</i> (ROEMER) . . . . .	Crs
<i>Spondylopecten subspinosus</i> (v. SCHLOTH.) . . .	Mk
<i>Acanthothyris spinosa</i> (v. SCHLOTH.) . . . .	Crs Mk
<i>Acanthothyris powerstockensis</i>	
BUCKM. & WALKER . . . . .	Crs
<i>Holectypus depressus</i> (LESKE) . . . . .	Crs Mk
<i>Echinobrissus clunicularis</i> (LLHWYD) . . . .	Crs
<i>Pygorhytis</i> sp. indet. . . . .	Crs
<i>Anabacia</i> sp. indet. . . . .	Crs

## B. CALLOVIAN-TONE UND HAUPTMASSE DER DALLE NACRÉE

(Teilzone des *Proplanulites könighi*?)

Die altersmässige Einreihung der Callovian-Tone und der Hauptmasse der Dalle nacrée stösst auf Schwierigkeiten. Die Schichten liegen einerseits über der Zone des *Macrocephalites verus* BUCKMAN (Macrocephalenkalke). Anderseits tritt *Catasigaloceras planicerclus* BUCKMAN, in England dem oberen Unter-Callovian (Subzone des *Catasigaloceras planicerclus* BUCKM.) zugehörig, zusammen mit *Indocephalites sphaericus* (GREIF) JEANNET und *Reineckeia anceps* (REIN.) in der Lumachellenbank, im Hangenden der Serie, auf.

Die fossilarmen Callovian-Tone sind charakterisiert durch *Macrocephalites (Indocephalites) sphaericus* (GREIF) JEANNET – der wie oben erwähnt auch noch in die Lumachellenbank aufsteigt – und *Macrocephalites (Pleurocephalites) tumidus* (REIN.). *Proplanulites könighi* (SOWERBY) fehlt. Das von L. ROLLIER (1910) zitierte Exemplar ist sehr schlecht erhalten und weicht vom Typus, soweit ersichtlich, vor allem durch seinen weiteren Nabel ab.

Die Bezeichnung «Könighi-Zone» ist also nur provisorisch. Es wird sich vielleicht als notwendig erweisen, für Mittel- und Südeuropa, wo die Fauna durch die tethydischen Macrocephaliten repräsentiert wird, ein anderes Indexfossil zu wählen. Gegenwärtig ist die Korrelation des jurassisch/schwäbischen Unter- und Mittel-Callovian mit den Typusserien in England, wie auch ARKELL bemerkt, nur sehr schwer durchzuführen: «Detailed correlation with England bristles with difficulties.» (ARKELL, 1956; p. 118).

<i>Macr. (Pleurocephalites) cf. tumidus</i> (REIN.) . .	Ct
<i>Macr. (Indocephalites) chrysoolithicus</i> WAAGEN .	Ct
<i>Macr. (Indocephalites) cf. transitorius</i> SPATH . .	Ct
<i>Macr. (Indocephalites) cf. sphaericus</i> (GREIF)	
JEANNET . . . . .	Ct
<i>Choffatia subbakeriae</i> (D'ORB.) . . . . .	Ct
<i>Choffatia patina</i> (NEUM.) . . . . .	Ct
<i>Pholadomya fabacea</i> AG. . . . .	Ct

<i>Modiolus tulipaeus</i> (LAM.) . . . . .	Ct
<i>Modiolus subaequiplicatus</i> (ROEM.) . . . . .	Ct
<i>Mytilus</i> sp. indet. . . . .	Dn
<i>Trigonia</i> ( <i>Clavitrigonia</i> ) cf. <i>scarburgensis</i>	
LYCETT. . . . .	Dn
<i>Trigonia</i> ( <i>Lyriodon</i> ) <i>eningensis</i> ROLL. . . . .	Ct
<i>Ctenostreon</i> sp. indet. . . . .	Dn
<i>Ostrea</i> sp. indet. . . . .	Dn
<i>Trichites</i> sp. indet. . . . .	Dn
<i>Pectinidae</i> sp. indet. . . . .	Dn
<i>Ornithella</i> cf. <i>digona</i> (Sow.) . . . . .	Dn
<i>Isocrinus nicoleti</i> (DE LOR.) . . . . .	Dn

#### C. DIE LUMACHELLENBANK

Wie schon oben erwähnt, enthält der stellenweise fossilreiche Kondensationshorizont Vertreter der Calloviensis-Zone (*Catasigaloceras planicerclus* BUCKMAN) und des Mittel-Callovian (*Reineckeia anceps* [REIN.]). Er dürfte einer Übergangszone zwischen Unter- und Mittel-Callovian entsprechen (Zone des *Catasigaloceras planicerclus* und Zone des *Kosmoceras jason* p. p.).

<i>Reineckeia anceps</i> (REIN.) . . . . .	L
<i>Reineckeia</i> ( <i>Reineckeites</i> ) <i>douvillei</i> STEINM. . .	L
<i>Catasigaloceras curvicerclus</i> BUCKM. . . . .	L
<i>Catasigaloceras planicerclus</i> BUCKM. . . . .	L
<i>Kosmoceras gulielmi</i> (Sow.) . . . . .	L
<i>Zugokosmoceras</i> cf. <i>jason</i> (REIN.) . . . . .	L
<i>Macrocephalites</i> ( <i>Indocephalites</i> ) <i>sphaericus</i>	
(GREIF) JEANNET . . . . .	L
<i>Hecticoceras</i> ( <i>Orbignyceras</i> ) <i>paulowi</i> DE TSYT. .	L
<i>Hecticoceras</i> ( <i>Orbignyceras</i> ) cf. <i>pseudopunctatum</i>	
LAH. . . . .	L
<i>Entolium gingense</i> (QU.) . . . . .	L
<i>Trigonia</i> ( <i>Lyriodon</i> ) sp. indet. . . . .	L
<i>Pleurotomaria</i> sp. indet. (vgl. ERNI, 1934) . . .	L

#### D. DIE EISENOOLITHISCHEN ANCEPS-SCHICHTEN

(Zone der *Reineckeia anceps* REIN. sp. = Zonen des *Kosmoceras jason* und der *Kosmoceras castor* und *pollux*)

Die wenige cm- bis dm-mächtigen und kalkigen Schichtchen sind nur schwer von den Ober-Callovian-Oolithen im Hangenden zu trennen. Sie enthalten aber häufig Vertreter der Anceps-Zone. Ihre Zuweisung zum Mittel-Callovian erscheint gesichert (vgl. JEANNET, 1948).

<i>Reineckeia anceps</i> (REIN.)	
<i>Reineckeia</i> ( <i>Reineckeites</i> ) <i>stuebeli</i> STEINM.	
<i>Reineckeia</i> ( <i>Reineckeites</i> ) <i>hungarica</i> TILL.	

*Hecticoceras (Putealiceras) cf. punctatum STAHL*

*Hecticoceras (Orbignyceras) cf. pseudopunctatum LAH.*

#### E. DAS EISENOOLITHISCHE OBER-CALLOVIAN

(Zone des *Kosmoceras spinosum* PHIL. sp.)

Die braunroten Eisenoolithe sind im ganzen Untersuchungsgebiet, die Chasseral-Mont d'Amin-La Tourne-Antiklinale und die Zone S und W von La Chaux-de-Fonds ausgenommen, mehr oder weniger gut entwickelt. Die Schichten enthalten stets zahlreiche Fossilien, darunter insbesondere *Peltoceras athleta* (PHIL.).

Das Zonenfossil des obersten Callovian ist in England *Quenstedtoceras lamberti* (Sow.), das entweder zusammen mit *Peltoceras athleta* oder darüber im Kelloway-Rock liegt. Das Indexfossil des Oxford Clay in Yorkshire ist *Quenstedtoceras mariae* (D'ORB.) (unterstes Unter-Oxfordian, ARKELL, 1946 und 1956). Beide Arten sind in unserem Gebiet in den Oxfordian-Tonen vertreten und schwer voneinander zu trennen. Aus diesem Grunde wird die Obergrenze des Callovian vorläufig ins Dach der Athleta-Oolithe gestellt, wie das auch in den angrenzenden Gebieten üblich ist (JEANNET, 1948 und 1951; SCHIRARDIN, 1954).

*Peltoceras athleta* (PHIL.)

*Peltoceras cf. athleta* (PHIL.)

*Peltoceras (Metapeltoceras) cf. baylei* PRIESER

*Peltoceras* sp. indet.

*Reineckeia (Reineckeites) hungarica* TILL

*Collotia (Collotites) petitclerci* JEANNET

*Collotia (Collotites) collotiformis* JEANNET

*Hecticoceras (Rossiensiceras) metomphalum* BONARELLI

*Hecticoceras (Brightia) brighti* PRATT

*Hecticoceras (Lunuloceras) lunuloide* (KILIAN)

*Kosmoceras cf. spinosum* (Sow.)

*Hibolites hastatus* (DE BLAINV.)

*Cyclocrinus macrocephalus* QU.

*Pleurotomaria* sp. indet.

#### VII. Fazielle Zusammensetzung und Paläogeographie des Callovian

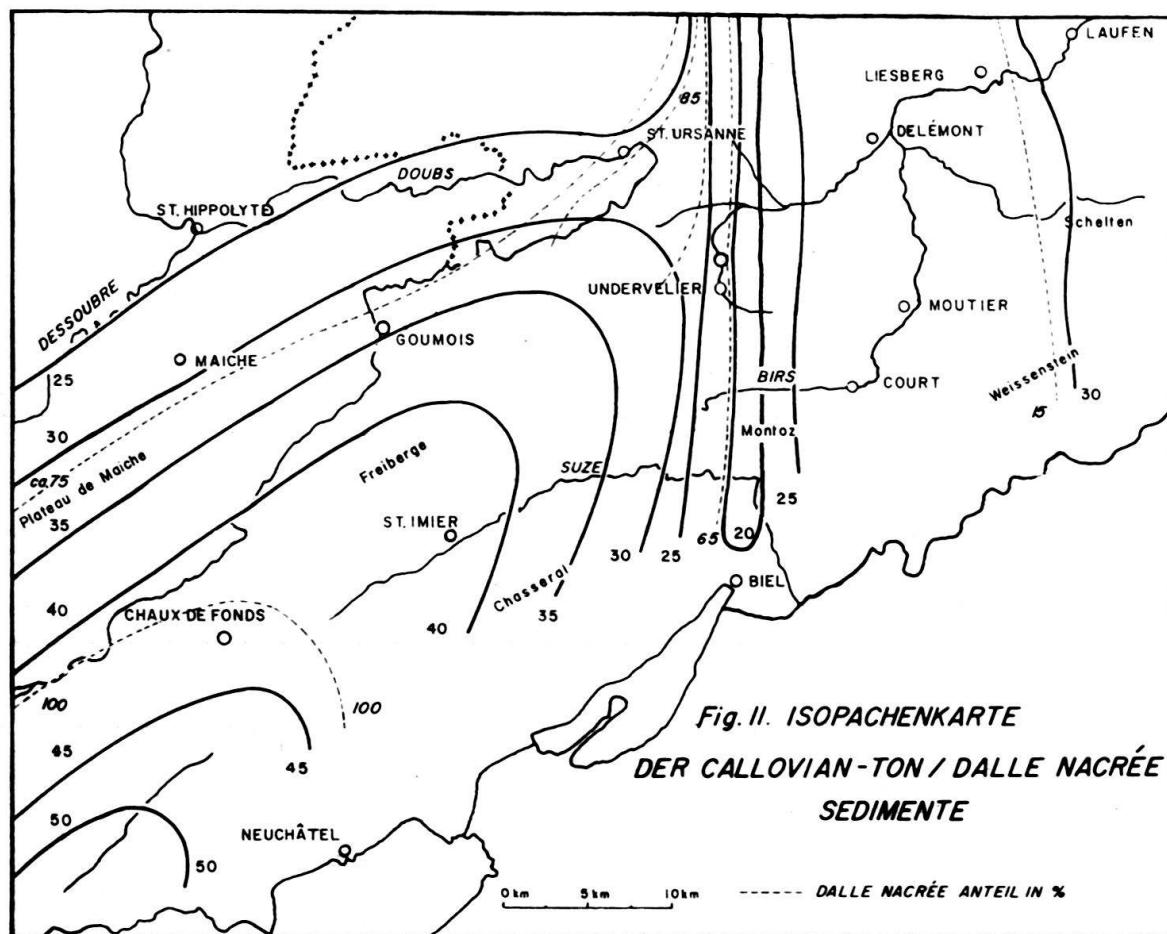
(Figuren 11 und 12)

##### A. DAS UNTER-CALLOVIAN (ZONE DES *MACROCEPHALITES MACROCEPHALUS*)

Die Grenze Ober-Bathonian–Unter-Callovian liegt über den Variansschichten im E und innerhalb des Calcaire roux sableux im W. Beide stellen Ablagerungen des Flachmeeres dar, doch weisen gewisse Unterschiede darauf hin, dass die Sedimentation nicht unter den gleichen Bedingungen erfolgte.

Der Calcaire roux sableux ist charakterisiert durch seinen Kalkreichtum, seine lumachellös-spätige Struktur und den Gehalt an Eisen. Harte ruppige Kalkbänke weisen öfters Omissionsspuren auf.

Aus dieser Zusammensetzung des Gesteins kann geschlossen werden, dass die Schichten in einem warmen,  $\text{CO}_2$ -armen Meer abgelagert wurden. In diesem Wasser von konstanter Temperatur und möglicherweise etwas erhöhtem  $\text{pH}$  wurde reichlich Eisen ausgeschieden. Die Bodenfauna war üppig. Sie bestand zur Hauptsache aus Anisomyarien, was auf härteren Meeresgrund hinweist, und stacheligen Brachiopoden (*Acanthothyris* sp.). Durch die Bewegungen des Meeres wurden die Schalen grossenteils zertrümmert. Immerhin ist nicht anzunehmen, dass sie unter dem direkten Wellenschlag aufgearbeitet wurden, da typische Kreuzschichtung sehr selten angetroffen wird. Die Aufarbeitungsflächen beweisen aber gewisse Bewegungen. Der frische Fels, wie er zum Beispiel beim Bau des Weissensteintunnels durchfahren wurde, ist blauschwarz und sehr pyritreich. Der frische Schlamm des Meeres enthielt reichlich organische Substanz, die zersetzt wurde. Das bewirkte die Auflösung des vorhandenen Eisens durch  $\text{CO}_2$  und zugleich wieder seine Ausfällung als  $\text{FeS}_2$ , das nun, in der Verwitterungszone oxydiert, die typische Braunrot-Färbung des Gesteins bewirkt (vgl. W. DEECKE, 1913, 1916, 1923; W. BARTH etc., 1939; H. & G. TERMIER, 1952).



Die Varians-Schichten sind charakterisiert durch ihre relative Kalkarmut – Mergel und Mergelkalke überwiegen – durch ihren Gehalt an Eisen und durch das Vorkommen einer typischen Fauna von Brachiopoden (z. B. *Rhynchonelloidella alemanica* (ROLLIER)), Schlammbewohnern (Myen) und, seltener, Ammoniten.

Mergelige Sedimente können auf verstärkte Zufuhr tonigen Materials oder auf Behinderung der Kalksedimentation infolge CO<sub>2</sub>-reicherer Wassers (z. B. grössere Meerestiefe) zurückgeführt werden.

Wahrscheinlich haben bei der Sedimentbildung beide Faktoren mitgewirkt. Da die Fossilien im allgemeinen weniger zerschlagen sind als im Calcaire roux sableux, ist eine etwas grössere Tiefe anzunehmen, die ausserhalb der zerstörenden Kraft der Oberflächenbewegungen liegt. Dass aber die Unterschiede nicht gross sind, geht daraus hervor, dass sich die beiden Faziestypen im östlichen Untersuchungsgebiet überschneiden, und zwar im unteren und mittleren Ober-Bathonian durch die Wechsellagerung typischer Vertreter beider Faziesgruppen und, an der Wende zum Callovian, durch die Bildung eines Gesteins von Mittelstellung zwischen Calcaire roux sableux und Varians-Schichten (Macrocephalenkalke des östlichen Untersuchungsgebietes).

Der lithologische Übergang vom Bathonian zum Callovian ist gleitend und nirgends durch einen Sedimentationsunterbruch gekennzeichnet. Er ist von zahlreichen Autoren beobachtet und beschrieben worden (MÖSCH, 1867; MÜHLBERG, 1900; BUXTORF, 1908; DELHAES & GERTH, 1912; BITTERLI, 1945; u. a.).

Westlich der Linie Bourrignon–Weissenstein sind die Macrocephalenkalke in der Fazies des Calcaire roux sableux entwickelt, östlich davon bildete sich das oben erwähnte Mischgestein. Vom Calcaire roux sableux unterscheidet es sich durch eine etwas regelmässigere Schichtung. Im allgemeinen wechsellsiegern dünnplattige, sehr limonitreiche Calcarenite mit gelblichen, lumachellösen Mergeln. Die Macrocephalenkalke sind heller als die meist graubraunen bis braunroten Varians-Schichten. Sie enthalten in allen Aufschlüssen des östlichen Untersuchungsgebietes Macrocephaliten (*Macrocephalites verus* BUCK.) Im Calcaire roux sableux wurden die Funde selten. Unbestimmbare Fragmente von Macrocephaliten stellte ich in Bourrignon (Profil 38) und in den Montagnes de Moutier fest.

Die Macrocephalenkalke werden durch eine Erosionsfläche abgeschlossen, die auf einen Sedimentationsunterbruch vor der Transgression der Callovian-Tone hindeutet. Diese Erosionsfläche ist bis jetzt noch wenig bekannt geworden. Nur ELBER (1920) hat in einem Stollen bei Underveliér einen Aufarbeitungshorizont im Dach des Calcaire roux sableux beschrieben. Die Schichtlücke ist im östlichen Untersuchungsgebiet an mehreren Stellen beobachtet worden, ebenso in der Chasseral-Antiklinale. In Les Malettes und bei Montfavergier (Prof. 41 und 35) kennzeichnen braune, lumachellöse, mergelige Tone und Mergel den Beginn eines neuen Sedimentations-Zyklus.

In der Umgebung von La Chaux-de-Fonds dagegen, im Mont d'Amin – Tête de Ran-Gebiet und in der La Tourne-Antiklinale fehlen jegliche Hinweise auf einen Sedimentationsunterbruch. Das westliche Untersuchungsgebiet steht während der Calcaire roux-sableux-Sedimentation unter dem Einfluss des im W anschliessenden Faziesraumes der Marnes du Furcile. Diese entsprechen in ihren oberen Partien bei Furcile der Pierre blanche (Mittleres Bathonian). Im Waadtländer Jura (Aiguilles de Baulmes) sind nur noch einzelne Bänke in der Fazies des Calcaire roux sableux in die Marnes de Furcile eingeschaltet; in ihrem Liegenden treten wieder Mergel und Mergelkalke mit *Rhynchonelloidella alemanica* (ROLLIER) auf.

In den Basisschichten des Unter-Callovian (Zone des *Macrocephalites verus* BUCKM.) können also drei einander nah verwandte Faziestypen unterschieden werden:

1. Die Macrocephalenkalke des östlichen Untersuchungsgebietes. Sie bestehen aus Mergelschichtchen, die mit plattigen bis knolligen, stark eisenschüssigen Calcareniten und Mergelkalken wechseltlagern. Der geringmächtige Horizont enthält eine typische Unter-Callovian-Fauna.

2. Der Calcaire roux sableux, dessen Ausbreitungsgebiet westlich der Linie Bourrignon–Weissenstein-Antiklinale die Grenchenberg-Antiklinale, die Freiberge, das Plateau de Maiche und die Umgebung von St-Ursanne umfasst. Der Komplex besteht zur Hauptsache aus ruppigen, limonitreichen Calcareniten, Lumachellenbänken und kalkigen Mergeln. Im Dach der Serie wurden in der Montoz-Antiklinale echt eisenoolithische Mergelkalke festgestellt. Nur in Bourrignon und in den Montagnes de Moutier konnte ich Macrocephaliten feststellen.

3. Mergelig-kalkiger, eher dünnbankiger, in den oberen Schichten auch ruppiger Calcarenit kennzeichnet den Calcaire roux sableux des westlichen Untersuchungsgebietes zwischen Val de Travers und La Chaux-de-Fonds. Wegen seines Mergelreichtums neigt er zur Bildung sumpfiger Comben.

Alle drei Gruppen kennzeichnen die allgemeine Verflachung des Meeres gegenüber den Verhältnissen im oberen Bathonian, mit Tendenz zur Bildung eisenoolithischer Gesteine (eigentliche Eisenoolithe sind allerdings nur in der Montoz-Antiklinale entstanden).

Die Macrocephalenkalke, bzw. der obere Calcaire roux sableux, vertreten die abschliessende Phase eines Zyklothem, dessen Mergelphase durch die Varians-Schichten im E und die Marnes de Furcile im W vertreten wird (vgl. KLÜPFEL, 1916). Im zentralen Untersuchungsgebiet wurden dagegen stets mehr kalkige Sedimente, der Calcaire roux sableux, abgelagert.

Das Varians/Calcaire roux-sableux-Zyklothem verdeutlicht schon für das obere Bathonian eine gewisse Tiefengliederung des Sedimentationsraumes. Eine zentrale Sattelzone wird im W und E durch seichte Becken mit Mergelfazies begrenzt.

Die Zyklengrenze, gekennzeichnet durch die Erosionsfläche im Dach des Calcaire roux sableux bzw. der Macrocephalenkalke fällt hier nicht mit der Stufengrenze Bathonian/Callovian zusammen, sondern sie liegt innerhalb des Unter-Callovian.

Ob diese Erosionsfläche eine kurzlebige Emersion anzeigt, kann nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Um eine ausgedehnte Festlandbindung hat es sich jedenfalls nicht gehandelt. Die Bildung einer kleinen Insel, die im Raum St-Brais–Montfaverger–Les Malettes–Undervelier gelegen wäre, ist nicht ausgeschlossen. Die stark aufgearbeiteten Macrocephalenschichten könnten in diesem Sinne ge deutet werden. Ich halte aber eher dafür, dass es sich um submarine Erosion handelte, die im Gefolge epirogenetischer Bewegungen einsetzte.

Diese Bewegungen, es handelt sich um eine plötzliche Absenkung des östlichen und zentralen Untersuchungsgebietes, haben ein neues Zyklothem eingeleitet, das die Callovian-Tone, die Dalle nacrée und, im E, die Lumachellenbank umfasst.

Wie aus der Isopachenkarte (Figur 11) der Gesamtmächtigkeit der Sedimente hervorgeht, grenzen zwei mächtige Schichtpakete im E und W an eine Zone mit mehr oder weniger deutlichem Mächtigkeitsdefizit.

Dies bedeutet, dass im E und W zur gleichen Zeit mehr sedimentiert wurde als in einem Ablagerungsraum, der als schmaler Streifen in NNE/SSW-Richtung von Bourrignon über Undervelier in die Moron-Antiklinale streicht und dort nach SW in die zentrale Chasseral-Antiklinale abbiegt.

Östlich dieser Linie konstatieren wir einen kontinuierlichen Anstieg der Mächtigkeit bis zum östlichen Maximum (30–35 m) zwischen Röthifluh und Blauen.

Im W dagegen ist ein plötzlicher Zuwachs von 20–40% der Gesamtmächtigkeit auf kurze Distanz festzustellen, abgelöst durch eine mehr regelmässige Entwicklung in den Freibergen bis zum westlichen Maximum (50–55 m) in der La Tourne-Antiklinale.

Die Mächtigkeit der Tonserien beträgt auf der Linie Kleinlützel–Liesberg–Envelier/Schelten–Weissenstein stets um 20 m. Sie nimmt gegen W ab und beträgt bei Bourrignon 10 m, östlich Undervelier 6 m, ebenso in den Montagnes de Moutier und im Moron, 7,5 m in der Montoz-Antiklinale und um 10 m in der östlichen Chasseral-Antiklinale. Westlich der Klusen tritt eine Reduktion auf 3–5 m ein, und zwar im Raum Forges d'Undervelier (ELBER, 1920)–Station Saulcy–Montfaverger–St-Brais-Antiklinale–Les Rangiers. In den übrigen Gebieten, Zentrale Chasseral-Antiklinale und östlicher Mont d'Amin sowie im Gebiete der Freiberge messen die Schichten 6–9 m, auf dem Plateau de Maiche wieder etwas mehr, 10 bis 13 m.

Das Zentrum des Beckens mit reichlicher Tonschüttung liegt im östlichen Untersuchungsgebiet und im angrenzenden Basler und Solothurner Jura. Nach W nimmt die Mächtigkeit kontinuierlich ab bis in die Gegend von Bourrignon, worauf eine starke Reduktion eintritt, die sich auch bei Undervelier und im Chasseral-Gebiet zwischen Mét. derrière Bienne und Mét. de Morat bemerkbar macht. In den dazwischenliegenden Gebieten ist die Erscheinung weniger deutlich, da die Aufschlüsse wesentlich weiter auseinander liegen.

Die Mächtigkeitsabnahme vom Beckenzentrum nach W bedeutet nicht nur, dass hier weniger Sedimente abgelagert wurden, sondern dass hier früher andere Sedimentationsbedingungen herrschten als im E. Die Tonfazies wurde lateral durch die calcarenitische Dalle nacrée-Fazies abgelöst. Nur an einer Stelle nehme ich an, dass die Mächtigkeitsreduktion andere Gründe hat. Ich habe schon auf die Aufarbeitungsmergel im Raume Saulcy–Les Malettes hingewiesen. Sie deuten auf einen länger dauernden Sedimentationsunterbruch, entweder infolge Strömungen oder infolge Emersion hin (vgl. p. 128; Figur 10).

Westlich und südwestlich dieser Erosions-Zone traten wieder ruhigere Sedimentationsbedingungen ein, die in der beträchtlichen Mächtigkeitszunahme der Tonserie im Clos du Doubs und Plateau de Maiche einerseits, und in der regelmässigen Serie der Freiberge andererseits zum Ausdruck kommt.

Einen weiteren Hinweis auf die Beschaffenheit des Meeresgrundes liefert der Aufbau des Dalle nacrée-Komplexes. Im Beckenzentrum im E wird die Dalle nacrée durch atypische, mergelige Calcarenite repräsentiert. Bis ins Klusengebiet hat sich schon eine Serie von 12–15 m Mächtigkeit entwickelt. Die nächst westlichen

Aufschlüsse geben ein ganz anderes Bild: Les Malettes 21 m, Saulcy 24 m, Rebevelier ca. 22 m, Tramelan 25 m, Mét. de Morat 28 m (vgl. Figur 12). Schon 2,5 km westlich des Aufschlusses von Les Malettes sinkt die Mächtigkeit auf 17,5 m und bleibt für das ganze Plateau de Maïche mit 15–20 m konstant. Nach SW dagegen ist ein kontinuierliches Wachstum zu verzeichnen.

Zusammenfassend ist festzuhalten: Von E gegen W in den Raum der Sorne-Klusen ist eine kontinuierliche Mächtigkeitszunahme der Dalle nacrée gegenüber einer Abnahme der Callovian-Tone zu verzeichnen.

Einer plötzlichen Reduktion der Callovian-Tone, erkennbar im Raume Saulcy-Undervelier-Les Malettes und weniger ausgeprägt zwischen der Mét. du Milieu und der Mét. de Morat, steht eine starke Mächtigkeits-Zunahme der Dalle nacrée auf der Linie Les Malettes-Saulcy-Tramelan-Petit Chasseral gegenüber.

Im Clos du Doubs und im Plateau de Maïche steht einem starken Anwachsen der Callovian-Tone eine Reduktion der Dalle nacrée gegenüber. In den Freibergen ist ein Anschwellen der Dalle nacrée gegen SW zu verzeichnen.

Bei der Beschreibung der Dalle nacrée (p. 158) wird festgestellt, dass die Calcarenite in warmem, sehr flachem Meer mit  $\text{CaCO}_3$ -Überschuss und wohl etwas erhöhtem  $\text{pH}$  abgelagert wurden. Das Sediment wurde durch die Bewegungen des Windes und durch Strömungen mehrmals aufgewirbelt.

Die Sedimentation der Tone erfolgte in etwas tieferem Meer, das kühleres  $\text{CO}_2$ -reicheres Wasser besass. Vor allem aber enthielt es reichlich toniges Material. Es soll hier betont werden, dass die Callovian-Tone keine tiefmeerischen Sedimente darstellen, aber immerhin unterhalb der Zone mit sehr reicher Bodenfauna abgelagert wurden.

Aus all den nun angeführten Tatsachen können folgende Schlüsse gezogen werden:

Die sicher rasch erfolgte Absenkung der Calcaire roux sableux-Platte erfolgte nicht im Sinne einer einfachen Kippbewegung.

Die am stärksten betroffene Zone liegt im östlichen Untersuchungsgebiet und im angrenzenden Solothurner und Basler Jura, in einem Raum also, der schon während des Ober-Bathonian/Unter-Callovian-Zyklus eine Tiefenzone darstellte (Bildung der tonig-mergeligen Varians-Schichten).

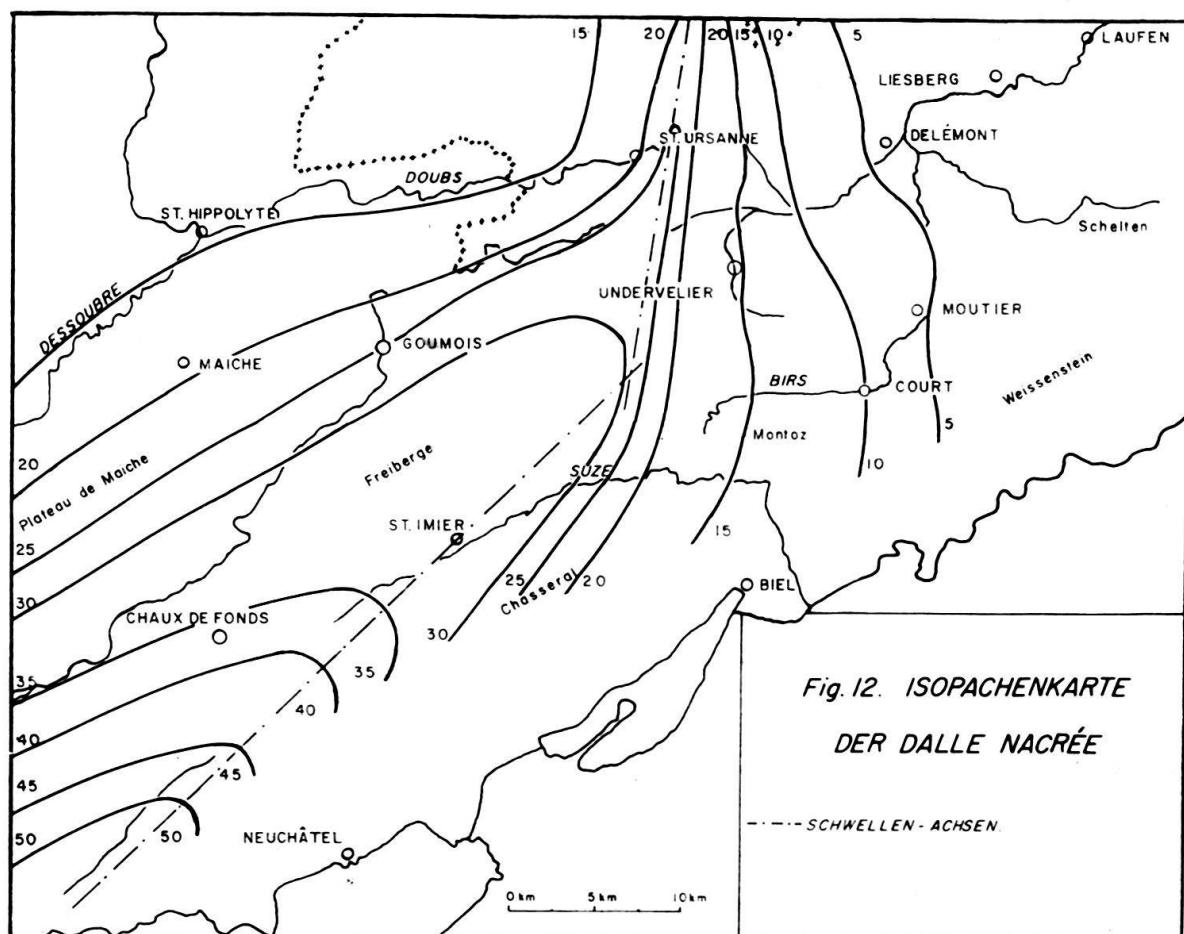
Das Becken wird im W durch eine ausgeprägte Schwelle mit steilem, flexurartigem Ostabfall begrenzt. Die Ostflanke des Sattels streicht in NNE-SSW-Richtung über Les Malettes-Saulcy und in den Raum zwischen Tramelan und Tavannes und biegt dort nach SW in die zentrale Chasseral-Antiklinale ab.

Die W- bzw. NW-Grenze der Schwelle streicht ebenfalls in NNE-SSW-Richtung östlich St-Ursanne in die Clos du Doubs-Antiklinale und biegt in ihrem S-Schenkel nach SW ins Plateau von Maïche ab. Die Schwellenflanke fällt in der Umgebung von St-Ursanne ziemlich steil ab, gleicht sich aber im SW-streichenden Teil aus.

Ausser der SW/NE-verlaufenden Hauptschwelle tritt ein scharf begrenzter Sporn hervor, der zwischen St-Ursanne und Bourrignon in NNE-Richtung ausstreicht (vgl. Figuren 11 und 12).

Die Absenkung und Schwellenbildung kommt in der Fazies deutlich zum Ausdruck. In der La Tourne-Antiklinale, im kaum gesunkenen Schwellenkern, geht der

Calcaire roux sableux kontinuierlich in die Dalle nacrée über. In der Pouillerel- und in der westlichen Mont d'Amin-Antiklinale äussert sich der Einfluss der Trogfazies durch Tonschichtchen, die sich zwischen die untersten, tonigen Calcarenitbänke der Dalle nacrée einschalten. Während der Ablagerung der 6–9 m mächtigen Tonserie in der westlichen und zentralen Chasseral-Antiklinale und in den Freibergen macht sich eine Ausgleichung der Sedimentationsbedingungen bemerkbar. Sie äussert sich zuerst in der Vermergelung der obersten Tonschichten und dann im raschen Übergreifen der Dalle nacrée auf die gesamte Schwellenzone. In dieser Zeit wurden im Plateau von Maiche tonige Mergel ohne Knauer, im östlichen Untersuchungsgebiet dagegen fette Tone mit Chaillen abgelagert.



Die Entwicklung des NNE/SSW-streichenden Ausläufers der Schwelle ist andere Wege gegangen. Der schmale Sporn wurde nur wenig oder gar nicht abgesenkt. Kräftige Strömungen haben die Schwelle überspült, auch an der steilen Ostflanke erosiv gewirkt und eine regelmässige Sedimentation verhindert. Wenn es zu einer kurzen Emersion kam, musste sie in dieser Zeit stattgefunden haben. Kohlige Überreste von Schwemmholtz, wie sie in den Basisschichten der Callovian-Tone an einigen Stellen beobachtet wurden, könnten in dieser Richtung gedeutet werden. Allerdings transgredierten schliesslich auch hier die Callovian-Tone.

Wegen der schon primär geringen Absenkung des Spornes waren die Bedingungen zur Bildung calcarenitischer Gesteine eher erfüllt als in den angrenzenden

Beckenzonen. Im W und E vom Sedimentationsraum der Callovian-Tone begrenzt, konnten sich zuerst keine typischen Dalle nacrée-Gesteine entwickeln. Es wurden gelbliche, mergelige und feinspätige Calcarenite abgelagert. Auch dies ist ein deutlicher Hinweis auf die isolierte Stellung der Schwelle.

Mit dem Übergreifen der Dalle nacrée-Fazies auf das Plateau de Maiche ist die Sonderstellung der schmalen Schwelle von Les Malettes aufgehoben.

Die Beckenzone im E war durch toniges Material und durch die Schüttung calcarenitischen Detritus von W her langsam aufgefüllt worden. Dadurch wurde der Zustrom tonreicherem Wassers erschwert, schliesslich sogar fast ganz unterbunden, und die Dalle nacrée-Fazies dehnte sich auch nach E über das ganze Untersuchungsgebiet aus.

In diese Zeit fällt auch die Bildung der Silexhorizonte, die interessanterweise nur entlang der ehemaligen Schwelengrenze auftreten (vgl. Figur 13, p. 159; p. 164). Diese begrenzte Verbreitung dürfte als Indiz dafür gewertet werden, dass die Callovian-Ton-Fazies bereits im Gebiet der Juraseen über die Dalle nacrée dominiert.

Im oberen Unter-Callovian sind die Sedimentationsbedingungen im ganzen Untersuchungsgebiet weitgehend ausgeglichen. Die Dalle nacrée-Fazies beherrscht das westliche, zentrale und nördliche Untersuchungsgebiet. Im E, entlang der Linie Hinter-Weissenstein-Delémont-Movelier-Lützel, geht sie in ihre mergeligen, calcarenitischen Äquivalente über. Doch stoßen einzelne Ausläufer noch bis in die Gegend von Bärschwil vor.

Die Callovian-Tone bzw. die Hauptmasse der Dalle nacrée umfassen den mächtigsten Schichtkomplex des Callovian im Untersuchungsgebiet. Trotzdem repräsentieren sie zeitlich nur einen sehr kurzen Abschnitt der gesamten Stufe.

Die Macrocephalenkalke bzw. der oberste Calcaire roux sableux vertreten die Zone des *Macrocephalites verus* BUCKMAN (Unterstes Unter-Callovian).

Die Lumachellenbank (bzw. die obersten Dalle nacrée-Schichten) im Hangenden des Komplexes enthält *Catasigaloceras planicerclus* BUCKMAN, *Reineckeia anceps* (REIN.) und *Macrocephalites (Indocephalites) sphaericus* (GREIF) JEANNET. Die Schicht ist wahrscheinlich an die Wende vom Unter- zum Mittel-Callovian zu stellen (oberstes Unter-Callovian/unterstes Mittel-Callovian). Die Hauptmasse der Dalle nacrée und die Callovian-Tone sind also zeitlich sehr eng begrenzt und dürften der Subzone des *Proplanulites koenighi* (Sow.) entsprechen.

Es stellt sich nun die Frage, ob sich diese Trog- und Schwellenbildung, wie wir sie im Untersuchungsgebiet festgestellt haben, auch nach N verfolgen lässt.

Die Achse der Callovian-Tone-Senke weist von der Röthifluh über die Blauenantiklinale in den Raum von Kandern, wo von K. SAUER (1952) folgendes Profil veröffentlicht wurde:

80 cm Braungraue, mergelige Macrocephalenkalke mit zahlreichen Fossilien.

45,00 m Callovian-Tone mit Macrocephalen. Anceps-Oolith. Oxfordian.

Gegenüber den Verhältnissen im Weissenstein oder in Liesberg ist einerseits eine Reduktion der Macrocephalenkalke, andererseits aber eine starke Mächtigkeitszunahme der Tonserie festzustellen. Die Sedimentation der Callovian-Tone von Kandern erfolgte in ruhigem Milieu und wurde bis ins Mittel-Callovian (Zone des *Kosmoceras jason*) nicht gestört. Die durch die calcarenitischen Äquivalente der

Dalle nacrée gekennzeichnete Verflachung des Sedimentationsraumes im oberen Unter-Callovian hat den nördlicheren Sedimentationsraum nicht beeinflusst.

Noch interessanter ist die Frage nach dem weiteren Verlauf des NNE-streichenden Dalle nacrée-Sporns von Les Malettes-St-Ursanne. Es wurde angenommen, dass dieser Ausläufer der SW/NE-streichenden Dalle nacrée-Schwelle während des Unter-Callovian eine besonders ausgeprägte Schwelle bildete.

In der Streichrichtung der Schwelle liegen im N die Aufschlüsse von Winkel/Oberlarg (Fr.) und, etwas östlicher, von Pfirt. In der Zone von Oberlarg und Winkel wird das gesamte Callovian durch einen 2–3 m mächtigen Aufarbeitungshorizont repräsentiert. S. GILLET & D. SCHNEEGANS (1935) und S. GILLET (1937) betrachten die Serie als einen Kondensationshorizont, J. SCHIRARDIN (1954) als ein Küstensediment. Es ist anzunehmen, dass diese reduzierten Schichten ebenfalls der Schwelle von Les Malettes zuzuordnen sind. In der Umgebung von Pfirt ist wieder eine normal-marine Abfolge des Callovian festzustellen (J. SCHIRARDIN, 1954), allerdings in mergelig-kalkiger und eisenoolithischer Fazies (Type rhéno-vosgien, SCHIRARDIN), wie im oberen Elsass.

#### B. DAS MITTEL- UND OBER-CALLOVIAN

Das Mittel- und Ober-Callovian sind im ganzen Untersuchungsgebiet durch lückenhafte, reduzierte Sedimentation charakterisiert. Die Mächtigkeit der Zonen des *Kosmoceras jason* und des *Kosmoceras spinosum* übersteigt selten 1,5 m.

Die allgemeine Tendenz zur Ausgleichung der Fazies hält auch an der Wende vom Unter- zum Mittel-Callovian an.

Ein Sedimentationsunterbruch hat in dieser Zeit nicht stattgefunden. Undeutliche Omissionsspuren im Dach der Dalle nacrée-Äquivalente des östlichen Untersuchungsgebietes sind lokalen Strömungen und der allgemeinen Verlangsamung der Sedimentation zuzuschreiben.

Zwischen Weissenstein- und Blauen-Antiklinale liegt über den mergelig-calcarenitischen Platten des oberen Unter-Callovian eine harte, zähe braungraue Kalkbank, die von Bivalentrümmern durchsetzt ist. Im Gebiete der Birs- und Sorne-Klusen löst sich diese Lumachellenbank in einzelne lumachellös-calcarenitische Platten auf, die in den Freibergen und in den angrenzenden Gebieten in die typische Dalle nacrée übergehen. Im E enthält die Schicht *Reineckeia anceps* (REIN.), *Catasigaloceras curvicerclus* BUCKM., *Catasigaloceras planicerclus* BUCKM. Daneben treten aber auch Macrocephaliten auf (*Macrocephalites [Indocephalites] sphaericus* [GREIF] JEANNET). Diese, schon in normalen Sedimentationsverhältnissen nahe beieinander liegenden Ammoniten, wittern in diesem Kondensationshorizont auf der gleichen Schichtfläche aus. Die einen sind abgerollt, die anderen wieder gut erhalten. Weiter fällt auf, dass im einen Aufschluss die Bivalentrümmer und Steinkerne massenhaft auftreten; an einem anderen Ort ist das Gestein vollständig fossilier. Dies weist darauf hin, dass das Schalenmaterial von Strömungen angehäuft wurde. Im W dagegen wurden die untersten Ancepsschichten «normal» abgelagert. Es ist daher anzunehmen, dass dort der Anteil des Mittel-Callovian an der Bildung der Dalle nacrée um weniges grösser war als die Mächtigkeit der Lumachellenbank.

Die Untersuchung der Aufarbeitungsrückstände im Dach der Dalle nacrée ergab, dass im gesamten Dalle nacrée-Raum die calcarenitische durch die eisen-

oolithische Fazies abgelöst wurde. Durch die Auffindung eisenoolithischer Calcarene wurde diese Ansicht bestätigt (Profil 18, p. 104). Diese Tatsache hat in der Literatur nur wenig Beachtung gefunden. Nur M. PIROUTET (1918) hat in den obersten Dalle nacrée-Platten bei Salins (Jura) die gleiche Erscheinung beobachtet.

Innerhalb des Mittel-Callovian setzte im Untersuchungsgebiet, ebenso im Solothurner und Basler Jura eine kräftige Erosionsphase ein. Diese hat alle schon abgelagerten relativ weichen eisenoolithischen Calcarenite aufgearbeitet; erst die schon weitgehend verfestigte Dalle nacrée hat der Erosion widerstanden. Es handelte sich wahrscheinlich um submarine Erosion; dafür sprechen auch die in den Aufarbeitungsmergeln festgestellten, wohlerhaltenen Fossilien («*Cristellaria*» spp.). J. SCHIRARDIN (1954) spricht dagegen von Oszillationen des Meeresgrundes, die zu Emersion und erneuter Submersion führten. Im südlichen Elsass wurde innerhalb der Anceps-Zone keine Erosionsphase festgestellt, wohl aber in ihrem Dach.

Über der aufgearbeiteten Schichtfläche der Dalle nacrée lagern sich erneut eisenoolithische Mergel und Mergelkalke ab, die sehr selten feine Kohleschmitzen enthalten.

Der Korndurchmesser des detritischen Quarzes beträgt in den eisenoolithischen Mergeln und Kalken im Durchschnitt 0,3 mm gegenüber nur 0,04 mm in der Dalle nacrée und 0,02 mm in den Callovian-Tonen. Es zeigt sich hier die bekannte Erscheinung, dass während eines Emersionszyklus die Korngrösse des detritischen Quarzes von unten nach oben kontinuierlich zunimmt und im Dach der Serie (im Kondensationshorizont) ihr Maximum erreicht (vgl. FICHTER, 1934).

Die Basisschichtchen der Oolithe enthalten Reineckeien und Reineckeiten und gehören noch dem Mittel-Callovian an. Der grösste Teil hat jedoch Ober-Callovian-Alter. Eine Erosionsphase trennt die Athleta-Oolithe von den transgredierenden Oxfordian-Tonen. Anders sind die Verhältnisse in der Chasseral-Mont d'Amin-La Tourne-Antiklinale, ebenso südlich und westlich von La Chaux-de-Fonds. Hier transgrediert Ober-Oxfordian direkt auf Dalle nacrée. Bis jetzt wurde angenommen, dass das Ober-Oxfordian (Zone des *Cardioceras cordatum* = oberes Unter-Oxfordian, ARKELL, 1956) in der Mont d'Amin-Antiklinale ebenfalls auskeilt, und dass dort die Birmenstorfer Schichten direkt auf der limonitüberkrusteten Dalle nacrée liegen. (A. JEANNET, 1948). Es wurde festgestellt, dass auch hier die Eisenoolithe als 30 cm mächtige Bank entwickelt sind.

Wie ich schon erwähnt habe (p. 123), nehme ich an, dass in dieser Zone keine primäre Schichtlücke besteht, sondern dass die Ober-Callovian-Oolithe in einer ersten Erosionsphase im Dach der Athleta-Schichten teilweise und in einer zweiten Phase im Mittel-Oxfordian, zusammen mit Unter- und Mittel-Oxfordian-Oolithen vollständig aufgearbeitet wurden.

Das Ober-Callovian des Elsass wird repräsentiert durch die aus N vorstossenden Ornatentone mit Pyritfossilien. Dies Fazies macht sich bis in die Gegend von Pfirt bemerkbar (SCHIRARDIN, 1954) und geht weiter südlich in die eisenoolithische Fazies des Untersuchungsgebietes über. Aber auch im W, bei Montbéliard, Besançon und Belfort dominiert das oolithische Ober-Callovian.

Mit der Erosionsphase an der Wende zum Unter-Oxfordian wird das Callovian abgeschlossen. Eine langsame Absenkung des Raumes, gekennzeichnet durch die

zunehmende Vermergelung der Unter-Oxfordian-Oolithe, ermöglichte den Vorrückstoss eines kühleren, tonreicherem Meeres. Nur in den südlichen Randketten des Jura bleiben die Verhältnisse teilweise unverändert.

### C. DAS CALLOVIAN IN DEN ANGRENZENDEN GEBIETEN

Nach Osten (Basler-, Solothurner- und Aargauer Jura) setzen sich die Schichtserien des Callovian ohne wesentliche Veränderungen bis in den Raum der «argovischen Schwelle» fort. Über den Macrocephalenkalken (Kornbergsandstein im E) liegen knauerige Tone und Mergel. Die Schichten der *Reineckeia anceps* (REIN.) und des *Peltoceras athleta* (PHIL.) sind eisenoolithisch und oft sehr lückenhaft ausgebildet.

Auf die Verhältnisse im Elsass und am Westrand des Schwarzwaldes wurde schon früher hingewiesen (p. 151).

Nach N und NW lässt sich die Dalle nacrée bis an den Südfuss der Vogesen verfolgen, wo sie bei Belfort und Héricourt silexführend aufgeschlossen ist. Ihre Mächtigkeit beträgt in dieser Zone 10–12 m. Das Mittel- und Ober-Callovian wird durch eine dünne Schicht eisenoolithischer Mergel vertreten.

Analoge Verhältnisse, sowohl im Unter- als auch im Mittel- und Ober-Callovian, treffen wir in der Umgebung von Besançon an (vgl. A. BONTE, 1945 und 1947).

Das Callovian am Ostrand des Pariser Beckens ist im N (Département Meuse) durch die Tonserien des Woëvre charakterisiert. Im S (Département Haute-Marne) bildet ein heller oolithischer Kalk mit Macrocephaliten die Basis des im übrigen mergeligkalkigen bis eisenoolithischen Callovian (Chaumont). In diesem Gebiet hat MAUBEUGE (1953) im Unter- und Ober-Callovian Schichten mit reichlich Schwemmholt festgestellt. Er nimmt an, dass die Vogesen zeitweise aufgetaucht sind.

In den Départements Côte-d'Or und Haute-Saône (Bourgogne und Plateau de Langres) ist ein Teil des Unter-Callovian (Subzone des *Proplanulites koenighi* [Sow.], in ARKELL, 1956) durch typische Dalle nacrée vertreten. Die Zonen des *Kosmoeceras jason* (REIN.) und des *Kosmoceras spinosum* (PHIL.) sind teils eisenoolithisch, teils tonig-mergelig ausgebildet und oft stark reduziert (MAUBEUGE, 1953).

Das Mergelband zwischen der unteren und oberen Dalle nacrée von Furcier kennzeichnet die Entwicklung des Callovian im südwestlichen Jura, wo ein Teil des Unter-Callovian in mergelig-toniger Fazies ausgebildet ist. Die Dalle nacrée ist nur noch geringmächtig. Sie misst 8–12 m (vgl. MÜHLETHALER, 1932 und AUBERT, 1943). Das eisenoolithische Mittel- und Ober-Callovian ist oft auf wenige Zentimeter oder Dezimeter kondensiert.

Im alpinen Raum ist vor allem das vollständige Fehlen der Dalle nacrée hervorzuheben. Im Autochton, von der Dent du Midi westlich der Rhone bis zur Windgälle, liegt lückenhaftes Callovian in eisenoolithischer Fazies vor. Das gleiche gilt auch für die helvetischen Decken. Im Ultrahelvetikum, aber auch in den Westalpen (Zone dauphinoise) nehmen tiefmeerische Sedimente überhand (Terres Noires, Mergel und Tonschiefer).

Es stellt sich nun die Frage, wie das Callovian im schweizerischen Mittelland, zwischen dem autochthon-helvetischen Raum und der südlichen Randkette des Jura, ausgebildet ist.

Es ist anzunehmen, dass sich der Faziesraum der Callovian-Tone südlich der Linie Chasseral-Röthifluh fortsetzt. Das gleiche gilt für die Mergelfazies im Waadtländer Jura. Weiter wurde auf Grund der eng begrenzten Ausdehnung der Silexhorizonte die Vermutung ausgesprochen, dass schon im Gebiete der Juraseen die Callovian-Ton-Fazies über die Dalle nacrée-Fazies dominiert (vgl. p. 150 und Figur 13, p. 159).

Überblickt man nun den Faziesraum der Dalle nacrée, so stellt man fest, dass ihr Hauptausbreitungsgebiet zwischen dem Massif Central und den Vogesen im NW und im südöstlich angrenzenden Juragebirge liegt.

Es besteht durchaus die Möglichkeit, dass, wenigstens im mittleren Unter-Callovian, im Mittelland ein direkter Zusammenhang zwischen den Callovian-Tonen im östlichen Untersuchungsgebiet und den Marnes de Furcile im Waadtländer Jura einerseits und der westalpin/ultrahelvetischen Tiefsee andererseits bestand. Damit wäre im Solothurner- und Basler Jura für kurze Zeit eine Verbindung zwischen der Beckenzone im Elsass und dem alpinen Meer hergestellt gewesen (vgl. SAUER, 1953; DREYFUSS, 1954; SCHIRARDIN, 1954).

Das Mittel- und Ober-Callovian ist charakterisiert durch die Bildung eisenoolithischer Gesteine, sowohl im Untersuchungsgebiet, als auch in den angrenzenden Zonen. Ihr erhöhter Gehalt an Schwemmmholz, im zentralen Jura weniger deutlich als am Fuss der Vogesen und im Aargauer Jura (Herznach), weist darauf hin, dass eine ausgeprägte Tendenz zur Emersion bestand. Es entstanden wohl da und dort kurzlebige, kleine Inseln. Ob dies auch für das schweizerische Mittelland Gültigkeit hatte, kann nicht entschieden werden.

### VIII. Zur Petrographie einzelner Gesteinstypen

(Figuren 13–16)

Bei der Durchsicht der umfangreichen, das Juragebirge betreffenden Literatur zeigt es sich, dass petrographische Probleme im allgemeinen nur erwähnt, nicht aber näher untersucht wurden. Wie DE QUERVAN & WINTERHALTER (1930) bemerken, sind die Juragesteine sowohl chemisch-analytisch, als auch petrographisch noch sehr wenig bekannt.

Ich möchte in diesem Kapitel auf drei Gesteinarten eintreten, die in meinem Untersuchungsgebiet besonders typisch entwickelt sind:

- A. Die Dalle nacrée.
- B. Die Silexbildungen.
- C. Die eisenoolithischen Gesteine.

#### A. DIE DALLE NACRÉE

Der Name «Dalle nacrée» wurde von J. THURMANN (1832) erstmals verwendet und hat sich in der Folge in der Literatur eingebürgert.

Die Dalle nacrée ist ein Calcarenit von beiger, grauer bis graublauer Farbe. Das Gestein wittert gelbbraun, graubraun oder braunrot an. Die Verwitterungsflächen sind übersät von auswitterndem kalkigem oder kieseligem organischem Detritus.

Das Gestein ist dünngebankt und unregelmässig kreuzgeschichtet.

Soviel festgestellt wurde, ist die Zementierung im frischen Gestein ziemlich vollständig.

Schon makroskopisch können drei Dalle nacrée-Typen unterschieden werden:

1. Grobe Calcarenites: Der Durchmesser der Komponenten beträgt mehr als 1 mm.

2. Feine Calcarenites: Die Komponenten sind kleiner als 1 mm.

3. Oolithische bis onkoidische Calcarenites: Sie enthalten wenig organische Komponenten verschiedener Grösse.

### 1. Grobe Calcarenites

60% aller Dalle nacrée-Gesteine müssen dieser Gruppe zugeordnet werden. Die Schichtmächtigkeit liegt stets zwischen 5 und 15 cm. Die braunroten Verwitterungsflächen sind von grobem organischem Detritus übersät. Der Durchmesser der Komponenten beträgt meistens 2–4 mm, doch wurden auch Crinoiden- und Bivalventrümmer von 6–9 mm Länge beobachtet. Ein Teil des Detritus ist verkieselt.

Die chemische Zusammensetzung ist ausserordentlich konstant. Es wurden volumetrisch 20 Kalkanalysen durchgeführt. Der Kalkgehalt beträgt im Mittel 95%, der Gehalt an Magnesium-carbonat 1,5 %. Herr Professor Dr. J. JAKOB hat in zuvorkommender Weise eine Gesamtanalyse durchgeführt, die folgende Zusammensetzung ergab (Profil 22, Nr. 9, p. 107):

	SiO <sub>2</sub>	0,42%	Übertrag	56,48%
	TiO <sub>2</sub>	0,00%	Na <sub>2</sub> O	0,30%
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,92%	K <sub>2</sub> O	0,07%
FeO +	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,11%	+ H <sub>2</sub> O	0,54%
	MnO	0,04%	- H <sub>2</sub> O	0,03%
	MgO	1,19%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00%
	CaO	52,80%	CO <sub>2</sub>	42,72%
	Total	56,48%	Total	100,14%

Die Analyse einer Probe kieseliger, grobspätiger Dalle nacrée ergab folgende Werte (Profil 48, Nr. 114; p. 114):

	CaCO <sub>3</sub>	82,8%
	MgCO <sub>3</sub>	2,0%
	SiO <sub>2</sub>	14,1%
	Rest (FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Ton)	1,1%
	Total	100,0%

Die heterogene Zusammensetzung des Gesteines kommt jedoch erst im Dünn-schliff zur Geltung. Die Grundmasse ist fein- bis grobkristallin kalzitisch, wobei die letztere meistens klar, die feinkristalline Grundmasse dagegen grau bis gelblich pigmentiert ist.

Der organische Detritus ist aus den Trümmern folgender Organismen zusammengesetzt: Crinoiden (40–65%), Echiniden, Bivalven (20–25%), Brachiopoden (0 bis

5%), Bryozoen (2–10%), Gasteropoden (0–3 %), Spongien, Milioliden und Cristellarien. Crinoiden, Bryozoen und Milioliden sind meistens mehr oder weniger vererzt (durch Pyrit und/oder Limonit). Die Spongiennadeln werden leicht übersehen. Meistens ist nur der erweiterte tonig-limonitische Achsenkanal sichtbar. Die Dalle nacrée ist also keine Echinodermenbreccie im engsten Sinne, sondern ein organogener Trümmerkalk verschiedenster Zusammensetzung.

Die anorganischen Komponenten bestehen aus Ooiden, Onkoiden, Limonit, Pyrit, detritischem Quarz, authigenem Quarz, Chalzedon und Quarzin.

Die Ooide besitzen als Kern entweder feines Schalenmaterial oder ein onkoidisches Mikrogeröll. Quarzkerne wurden keine beobachtet. Die Schale ist stets grau oder gelblich und einfach. Sehr selten wurden mehrere konzentrische Ringe beobachtet. Der Durchmesser der Ooide beträgt im Durchschnitt 0,6 mm.

Die Onkoide sind stets dunkel gefärbt. Es sind richtunglos struierte kleine Kügelchen, die entweder allein oder mit Schalensplittern und anderen Onkoiden vereint, als Mikrogerölle im Gestein liegen. Ein Teil dieser runden bis ovalen Onkoide, die in organogenen Kalken stets vorkommen, ist sicher koprogener Herkunft (faecal pellets).

Limonitisch-toniges Material ist in der Dalle nacrée häufig. Kleine Limonitkörnchen liegen überall in der Grundmasse verteilt. Bei der Umkristallisation vererzter Crinoidentrümmer wird das Material entmischt und an den Rändern in kleinen Nestern oder Schlieren angereichert. In relativ frischem Gestein können an den Rändern von Schalentrümmern vereinzelt kleine Pyritkristallchen beobachtet werden, ein Hinweis, dass der Calcarenit primär ziemlich pyritreich war.

Detritisches Quarz wurde in jedem Dünnschliff festgestellt. Der mittlere Durchmesser der schlecht gerundeten Körner beträgt 0,04 mm. Ein Teil des organischen Detritus ist verkieselt. Das Verkieselungsmaterial besteht aus Quarzin, in der Grundmasse dagegen aus Chalzedon. Authiger Quarz wurde an den Rändern von Quarzin- oder Chalzedonsphärolithen festgestellt.

## 2. Feinspätige Calcarenite

Prozentual treten diese Calcarenite gegenüber der grobspäten Dalle nacrée stark zurück. Sie umfassen einen Drittels des gesamten Schicht-Komplexes und verteilen sich regellos zwischen die Dalle nacrée. Einige Male wurden 10–15 cm mächtige Schichten beobachtet, in denen die obere Hälfte feinspätig, die untere Hälfte grobspätig war. Es handelt sich um eine Art «Graded bedding», verursacht durch das Aufwirbeln des Sedimentes in stark bewegtem Wasser und darauf folgende «sortierte» Neusedimentierung.

Im günstigsten Fall können schon im anstehenden Gestein fein- und grobspätige Schichten voneinander unterschieden werden. Jene sind gegenüber der groben Dalle nacrée wie folgt charakterisiert:

- Die Bankung ist kräftiger und regelmässiger. Die Schichtmächtigkeit beträgt 10–30 cm.
- Meistens sind die Verwitterungsfarben etwas heller.
- Die Verwitterungsflächen sind fein und sandig anzufühlen.
- Das Gestein ist bedeutend zäher und oft auch kieseliger.

Ergebnisse einer Analyse (Profil 48, Nr. 150; p. 116):

Rest ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ usw.)	
Ca $\text{CO}_3$	96,5 %
Mg $\text{CO}_3$	1,3 %
$\text{SiO}_2$	1,3 %
Rest ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ usw.)	1,1 %
Total	100,2 %

Die grössten Unterschiede treten allerdings erst im Dünnschliff hervor. Die Grundmasse ist meistens grobkristallin, doch treten stellenweise noch gelblich pigmentierte feinkristalline Partien auf. An feinen Reliktstrukturen von Crinoiden konnte ich erkennen, dass ausser der Grundmasse auch ein Teil des organischen Detritus diagenetisch umkristallisiert ist und nicht mehr von ihr getrennt werden kann. Auf eine diagenetische Umwandlung deuten auch gewisse Anhäufungen von Limonitkörnchen hin, sowie Limonitschlieren, die bei der Diagenese vererzten organischen Materials durch Entmischung entstanden sind. Damit ist ein Teil des organogenen Detritus der Beobachtung entzogen. Aber trotzdem scheint der Anfall von Bivalven- und Echinodermenträmmern auch primär geringer gewesen zu sein.

In diesem Sediment dominieren onkoidische und in zweiter Linie oolithische Komponenten. Der Durchmesser der Onkoide beträgt meistens 0,5 mm, in Extremfällen 1 mm. Ihre Farbe ist grauschwarz in frischem Gestein bis braungrau in der Verwitterungszone. Die Form ist rund, oval oder spindelförmig. 50 % dieser Onkoide enthalten Milioliden und Cristallarien, deren Kammern ebenfalls von grauschwarzem Material erfüllt sind. Die Schalen sind teilweise vererzt. Daneben treten auch kleinere, vollkommen richtungslose Onkoide auf, die koprogener Herkunft sein dürften. A. SCHWARZ (1932) beschreibt Proben aus dem Wattenmeer Norddeutschlands, die von Koprolithen durchsetzt sind. Der Autor vermutet, dass es sich um Gasteropoden- und Crustaceenkoprolithe handeln könnte. Die Kugelchen sind z. B. im Wattenmeer oft in kleine Senken verschwemmt und angereichert.

Bei den Ooiden ist es schwierig zu entscheiden, welches einfach geschalte Ooide sind und welches Onkoide sind, deren Zentrum ausgebleicht bzw. entmischt ist. Als sichere Ooide dürfen wohl nur jene Körner betrachtet werden, deren Kerne aus einem organischen Trümmerchen bestehen und die eine deutlich konzentrische Schalung aufweisen (vgl. W. WETZEL, 1937).

Verkieselungen fehlen in den einen Proben, in anderen sind sie wiederum häufig zu beobachten.

Nur selten tritt detritischer Quarz auf. Die schlecht gerundeten Körnchen erreichen Durchmesser von 0,05 mm.

Pyrit wurde in Onkoiden und als Füllung von Milioliden beobachtet. Die feinen Kriställchen sind im Zusammenhang mit der Zersetzung organischen Materials entstanden.

Der Kalkgehalt beträgt im Mittel (10 An.) 95 %, der Dolomitgehalt 1,6 %.

### 3. Oolithische-onkoidische Calcarenite oder Kalke

Der Übergang zu den Gruppen 1 und 2 ist gleitend, da ja beide oben beschriebenen Gruppen Ooide bzw. Onkoide enthalten. Von der ersten Gruppe unterscheidet sich dieser Typ durch das häufige Auftreten von Ooiden und das Zurücktreten des organischen Detritus, von der zweiten durch das vermehrte Erscheinen von Ooiden und durch den Gehalt an sehr groben Bivalventrümmern.

Die Entwicklung dieser Calcarenite fällt in das Gebiet nördlich des Doubs.

Die Zusammensetzung des organischen Detritus ist die gleiche wie in Gruppe 1. Die Ooide sind bis 0,8 mm gross, gut geschalt und enthalten einen organischen oder onkoidischen Kern. Limonit liegt meistens an den Rändern entmischt organischer Trümmer. Im frischen Gestein wurden kleine Pyritkristallchen beobachtet. Detritischer Quarz ist fein verteilt. Die Körner sind höchstens 0,05 mm gross.

Im Tal des Dessoubre (Profil 47) treten an Stelle der Calcarenite fast reine Oolithe. Äußerlich, in Anwitterung und Bankung unterscheidet sich das Gestein in keiner Weise von einem oolithischen Calcarenit des Typs 3.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein folgende Zusammensetzung:

	Schliff 1	Schliff 2
Grundmasse . . . . .	29%	21%
Ooide . . . . .	65%	75%
Org. Komp. . . . .	6%	4%

Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch und farblos. Nur an den Rändern von Limonitkörnern ist sie leicht gelblich gefärbt. Die Ooide sind dicht gepackt. Sie sind diagenetisch verändert worden. Die konzentrische Schalung ist noch erhalten, doch treten auch feine Radialfasern auf. Bei der Diagenese sind die Ooide des Schliffes 1 entmischt worden, wobei sich das limonitische Material zu Körnchen gesammelt hat. Die Grundmasse des Schliffes 2 dagegen ist feinkristallin, die Ooide sind nicht entmischt. Sie sind dunkelgrau gefärbt, in der Verwitterungszone werden sie bräunlich. Der Gedanke, dass es sich hier um eine Vorphase zur Eisenooibildung handelt ist nicht von der Hand zu weisen. Es ist ja schon mehrmals darauf hingewiesen worden, dass der Übergang von den calcarenitischen zu den eisenooolithischen Anceps-Schichten gleitend ist (vgl. CAYEUX, 1935).

### 4. Die Entstehung des Dalle nacrée

Die Entwicklung der Dalle nacrée ist an folgende Punkte gebunden:

- a) Es handelt sich um eine flachmeerische Ablagerung. Die Kreuzschichtung, gewellte Schichtflächen (verwischte Rippelmarks) und die Ooide weisen in dieser Richtung. Nach TERMIER (1952) sind die Bewegungen des Wassers durch Wind, Gezeiten usw. bis in etwa 200 m Tiefe spürbar.
- b) Die Ablagerung erfolgte in einem warmen Meer, denn die Bildung von Kalkooiden ist an folgende Bedingungen geknüpft:

Starke Erwärmung des Wassers.

Übersättigung an gelöstem Kalk ( $\text{CO}_2$ -Defizit).

Starke Bewegung des Wassers.

Geringe Tiefe. (Vgl. L. CAYEUX, 1935).

- c) Die Salinität des Wassers war konstant. Ein Teil der im Sediment eingebetteten Organismen (Crinoiden, Brachiopoden) sind stenohalin und pöciolosmotisch. Das heisst, dass der innere Druck der Organismen ungefähr gleich dem osmotischen Druck des Meerwassers ist und keine Schwankungen verträgt. Das bedeutet, dass das Sediment im freien Meer abgelagert wurde und nicht von Fluss- oder Brackwasser beeinflusst wurde.
- d) Detritischer Quarz ist selten und tritt nur in feiner Fraktion auf. Auch diese Tatsache weist auf festlandferne Ablagerung der Calcarenite hin.
- Zusammenfassend stellen wir fest, dass die Dalle nacrée in einem warmen und flachen Meer abgelagert wurde. Durch Wellenbewegung, lokale kräftige Strömungen (eventuell auch durch Aasfresser) wurde das organische Material aufgearbeitet, zerkleinert, über kurze Strecken verfrachtet und mehr oder weniger gut sortiert. Eine direkte Beeinflussung durch ein benachbartes Festland fand hier nicht statt.

## B. DIE SILEXBILDUNGEN

Die Silexbildungen in der Dalle nacrée wurden schon von J. THURMANN (1832) beschrieben, doch sind sie auch in neuerer Zeit nie näher untersucht worden.

Kleinere Verkieselungen können, wie schon erwähnt, im gesamten Dalle nacrée-Raum beobachtet werden. Sie beschränken sich auf vereinzelte Bivalven- und Echinodermenrümmer.

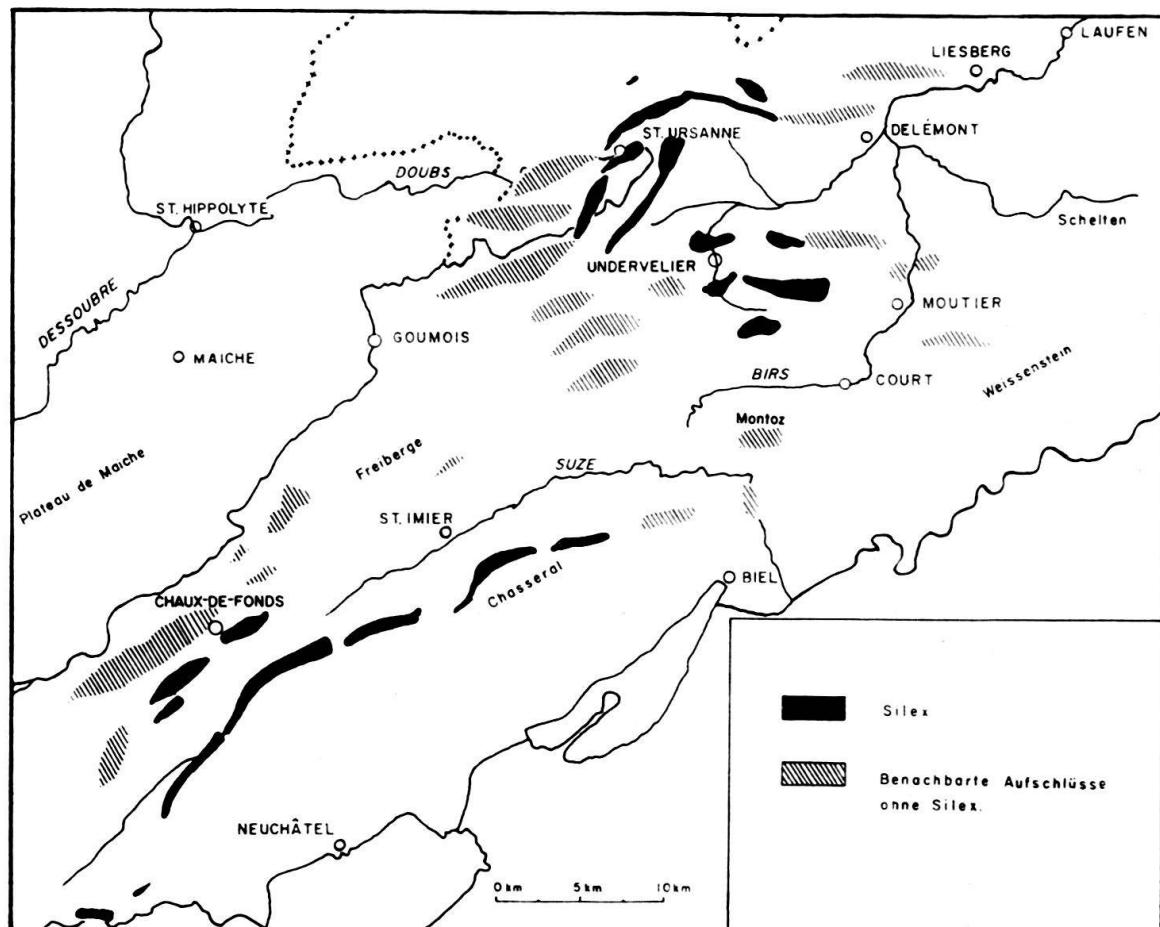


Fig. 13. Verbreitung der Silexbildungen im Callovian des zentralen Schweizer Jura

Eigentliche Silexbildungen aber sind an eine ganz bestimmte Zone gebunden, deren Verlauf auf Figur 13 dargestellt ist. Ich habe diese Zone auch über den N-Rand meines Untersuchungsgebietes hinaus verfolgt und stellte fest, dass sie erst wieder am Vogesenfuss, bei Belfort, erscheint. Sie biegt also kurz nach der Mont Terri-Antiklinale nach NNW ab, da sie im Raume von Pfirt und Dürlinsdorf nicht mehr festgestellt wurde.

Schon makroskopisch können die Silexbildungen in folgende 4 Hauptgruppen eingeteilt werden:

1. Grob- bis feinspätige Dalle nacrée mit vereinzelten, kleinen Verkieselungen.
2. Grobspätiger lumachellöser Calcarenit mit kalzitischer Grundmasse und fast vollständiger Verkieselung allen organischen Detritus.
3. Silexlinsen im Innern einer Schicht.
- a) Kalkige Varietät.
- b) Dichte Varietät.
4. Silexbildungen auf den Schichtflächen.
- a) Ungeschichtete Varietät.
- b) Geschichtete Varietät.

1. Die erste Gruppe wurde schon bei der Beschreibung der Dalle nacrée erwähnt. Sie ist nicht an eine bestimmte Zone gebunden, sondern ist in der gesamten Dalle nacrée verbreitet. Auf den Verwitterungsflächen der Calcarenite sind die Verkieselungen als kleine graue Knötchen oder in Form von verkieselten Organismentrümmern leicht erkennbar. Im Anschliff zeigen sie sich als bläuliche Flecken. Hauptsächlich wurden organische Komponenten durch Quarzin verkieselt. Wo die Grundmasse verkieselt wurde, dominiert der Chalzedon. Die Sphärolithe sind an der einen Stelle längs einer umkristallisierten Spongiennadel linear angeordnet, am anderen Ort sind sie in Nestern angereichert, wobei die Faserenden der Sphärolithe sich berühren. An solchen Stellen kommt es zur Bildung von authigenem Quarz, der also stets von einem Kranz teilweise umkristallisierter Chalzedon- oder Quarzinsphärolithe umgeben ist.

2. Calcarenite mit vollständig verkieseltem organischem Detritus wurden nur am Mont Perreux (Profil 22, Nr. 19) festgestellt. Aus dem braunrot anwitternden Gestein wittert ein dichtes Netzwerk verkieselter, schmutzig grauer Schalenrümmer aus. Nach der Behandlung mit kochender Salzsäure bleibt eine weisse, poröse und sehr leichte Silexmasse zurück. Auf der Oberfläche der verkieselten Trümmer sind die Sphärolithe als winzige Knötchen zu erkennen.

Die Grundmasse ist grobkristallin kalzitisch, stellenweise leicht gelblich verfärbt. Verkieselungen der Grundmasse sind selten und beschränken sich auf einzelne Chalzedonsphärolithe. Das Karbonat dagegen ist weitgehend durch Quarzin ersetzt. Die Verkieselung erfolgte von aussen nach innen. Im Zentrum einiger verkieselter Bivalventräummer liegen noch längliche Kalzitlinsen, die durch die Verkieselung eingeschlossen und konserviert wurden.

### 3. Silexlinsen im Innern einer Schicht

a) Die kalzitreichen Silexlinsen sind auf die in Figur 13 dargestellte Zone beschränkt, haben aber innerhalb dieser Zone die grösste Entwicklungsbreite. Auf der Anwitterungsfläche treten sie selten hervor, da sie auch braunrot gefärbt sind wie das umliegende Gestein. Nur auf frischer Bruchfläche sind sie gut erkennbar. Ihre Farbe ist hellgrau, die Form nierig, kugelig bis plattig. Die Linse ist öfters von einem 1–2 cm breiten Hof limonitischen, bei der Bildung des Silex verdrängten Materials umgeben. Die calcarenitische Struktur ist noch erhalten geblieben und tritt in Figur 14 deutlich hervor.

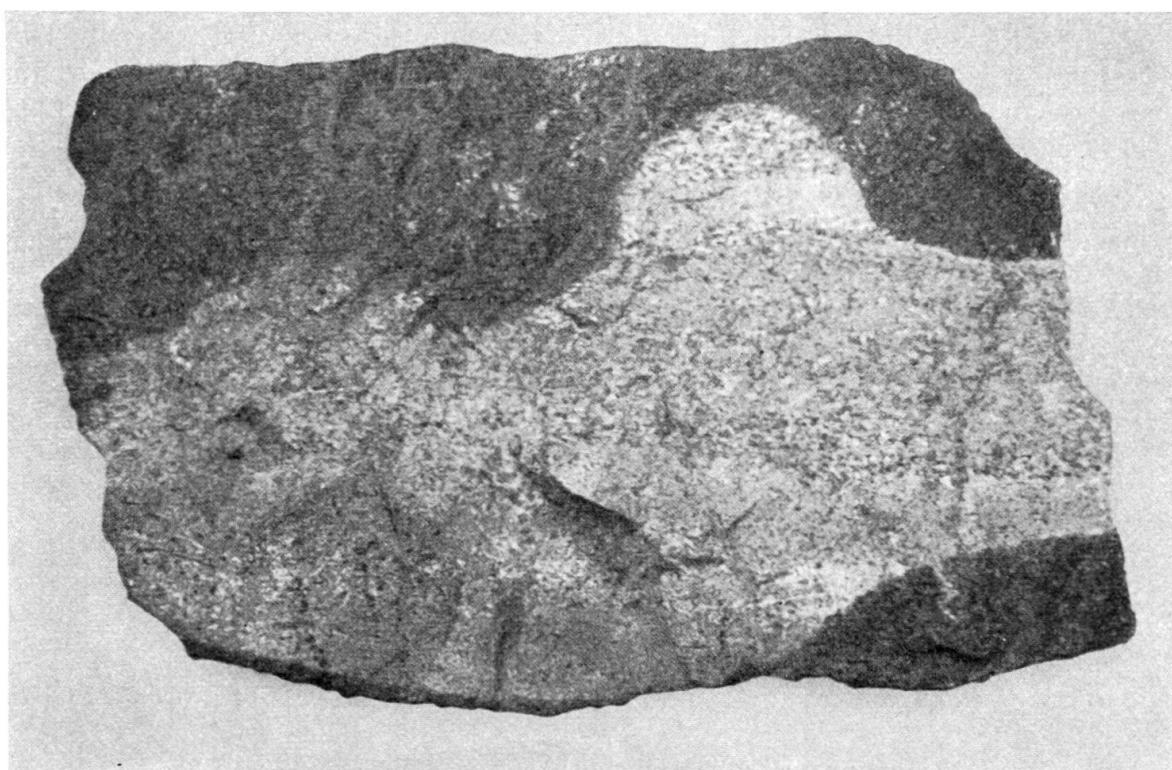


Fig. 14. Unvollständig verkieselter Silex von Gruppe 3a)

Der Quarzgehalt des Gesteins beträgt 50–60%. Die Chalédon- bzw. Quarzinsphärolithe sind nicht dicht gepackt. Sowohl die Grundmasse als auch der organische Detritus sind nur teilweise verkieselt. Spongiennadeln sind häufig; sie sind gekennzeichnet durch ihren limonitisch-tonig pigmentierten Achsenkanal und durch die lineare Anordnung einzelner Sphärolith-Gruppen. Die primäre, calcarenitische Struktur ist also erhalten geblieben. Man erhält den Eindruck, dass es sich um einen «unfertigen» Silex handelt.

b) Die dichten Silex im Innern einer Schicht sind selten. Sie sind ei- bis faustgross und lösen sich leicht aus dem sie umgebenden Calcarenit. Sie wittern grauweiss an. Der Bruch ist muschelig. Das dichte Gestein ist weiss bis bläulich gefärbt. Im Dünnschliff zeigt sich eine dichte Masse von kurzfaserigen Chalzedon- und Quarzinsphärolithen im Sinne der «Structure sphérolithique» (L. CAYEUX, 1929).

Die primär calcarenitische Struktur des Gesteins ist nicht mehr sichtbar. Nur die lineare Anordnung einzelner Sphärolithgruppen deutet auf Spongiennadeln hin. Die Primärstruktur konnte nur im Zentrum eines einzigen Silex beobachtet werden. Dieser Kern von 1 cm Durchmesser ist zwar ebenfalls vollständig verkieselt, doch blieben Echinodermen- und Ooidstrukturen erhalten. Im gleichen Silex wurden vereinzelte Dolomitkriställchen (kleine Rhomboeder) festgestellt. Die Grenze zwischen dem Kern und dem Silex sphérolithique ist durch eine Zone langfaserigen Chalzedons gekennzeichnet.

#### 4. Silexbildungen auf den Schichtflächen

a) Die ungeschichtete Varietät tritt weitaus am häufigsten auf. Die Ausdehnung der Linsen ist fladenförmig bis bankig; sie kann 2–3 m erreichen, die Dicke 30 cm. Zwei Analysen ergaben folgende Werte (Furcil, Profil 48, Nr. 144; p. 115):

1.	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	14,7%
	$\text{SiO}_2$	84,4%
	Rest ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Ton)	0,9%
		—————
	Total	100,0%
<hr/>		
2.	$\text{CaCO}_3$	24,0%
	$\text{MgCO}_3$	2,1%
	$\text{SiO}_2$	72,3%
	Rest ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Ton)	1,6%
		—————
	Total	100,0%

Im Dünnschliff gleicht diese Varietät dem Typ 3a). Sie ist nur stärker verkieselt.

b) Der geschichtete Silex liegt in Linsen oder Platten auf den Schichtflächen der Dalle nacrée. Sie wirken schmutzig grau an. Der Bruch ist muschelig bis splitterig. Schon makroskopisch ist die feine Schichtung sehr gut erkennbar (vgl. Figur 15). Im Dünnschliff erkennt man, dass die hellen Schichtchen sehr dicht verkieselt sind. Vereinzelt liegen Limonitkörnchen zwischen den Sphärolithen; noch seltener sind Kalzitrelikte oder Dolomitrhomboeder. Je mehr man sich der dunklen Schicht nähert, desto häufiger erscheinen Kalzitreste, verwischte Ooid-, Onkoid- oder Crinoidenstrukturen; besonders zahlreich aber treten Spongiennadeln auf.

Das Silexproblem hat schon so manche Erklärungen gefunden, dass man annehmen sollte, es sei vollständig gelöst. Wahrscheinlich sind aber die Meinungen noch jetzt genau so geteilt wie vor 50 Jahren.

Ich möchte an dieser Stelle auf einige dieser Theorien eintreten.

J. KÜNEL (1939) nimmt an, dass die Kieselsäure vulkanischen Ursprungs ist. Kieselthermen ergießen ihre Wässer ins Meer. Diese werden dort fächerförmig ausgetragen. Andere Quellen liefern ihr Material in den Bereich von Strömungen von

welchen es als Thermalwasserfahnen mitgeführt wird. Mit zunehmender Mischung mit dem Meerwasser beginnt die Ausflockung und Koagulation. Ein Teil der Kieselsäure wird durch Organismen aufgenommen. Diese haben an der Silexbildung keinen Anteil, sondern werden, da sie in solchen Zonen leben, auch manchmal im Silex eingeschlossen.

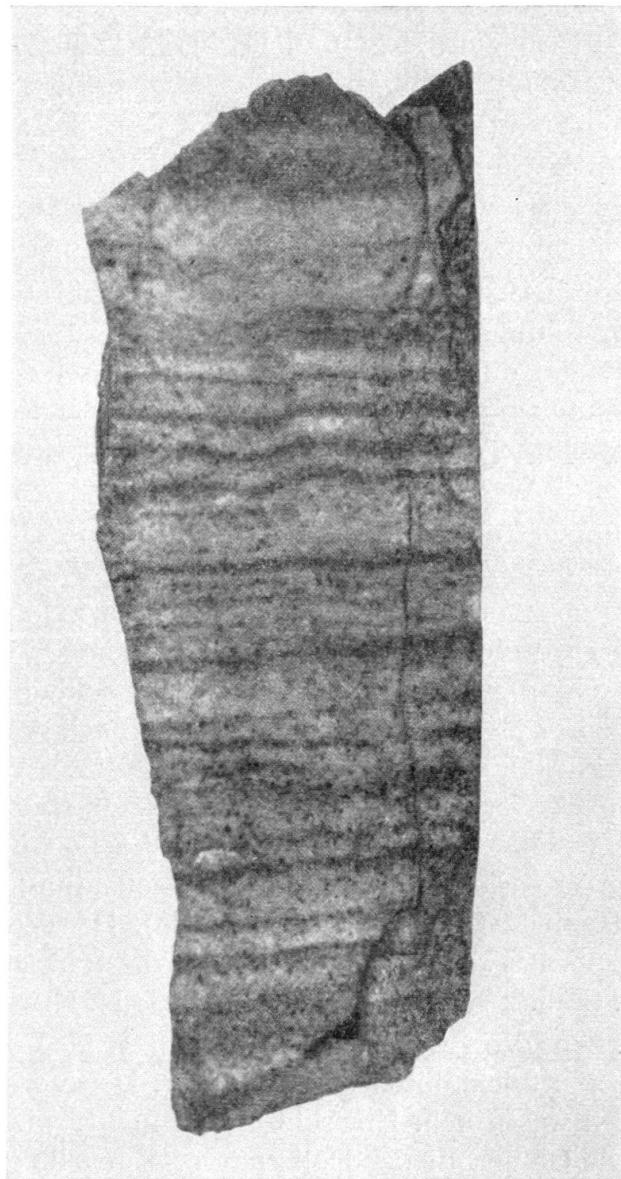


Fig. 15. Geschichteter Silex von Typ 4b).

Dieser Theorie stehen die Meinungen zahlreicher anderer Autoren entgegen (W. WETZEL, 1937; W. BARTH, 1939; P. NIGGLI, 1952; H. ILLIES, 1954; usw.). Sie nehmen an, dass die Kieselsäure von den Flüssen ins Meer transportiert wird und zwar ionogen oder als Sol. Im Meer flockt die Kieselsäure aus und wird von Organismen verarbeitet oder es bilden sich Gelklumpen.

Schon L. CAYEUX (1929) hat auf diese Möglichkeiten aufmerksam gemacht und bemerkt richtig, dass die Herkunft des  $\text{SiO}_2$  ganz verschieden sein kann und dass es keine allgemeine Regel gibt.

Was die Silexbildungen in der Dalle nacrée anbetrifft, nehme ich an, dass die Herkunft nicht vulkanisch sein kann. Im Gestein finden sich keine Mineralien vulkanischen Ursprungs noch Tuffe, deren halmyrolytische Zersetzung Kieselsäure liefern könnte (A. GOLDSTEIN & T. HENDRICH, 1953). Nicht nur aus der Dalle nacrée, sondern auch aus der weiteren Umgebung des Untersuchungsbereites, sind keine vulkanischen Typen bekannt. Die Kieselsäure ist auf dem normalen Weg über die Flüsse zum Meer und in diesen Raum gelangt, wo sie zum Aufbau von Spongien-Kolonien dem Meerwasser entnommen wurde.

Ebenso umstritten ist die Frage nach der Bildungszeit des Silex. WROOST (1936) und K. GRIPP (1954) nehmen an, dass der Silex spätdiagenetisch gebildet wurde. Durch tropisch-terrestrische Verwitterung wird die Kieselsäure mobilisiert und in tiefere Schichten verfrachtet.

W. WETZEL (1937 und 1939) und H. ILLIES (1954) vertreten die syngenetische bis frühdiagenetische Bildungstheorie. Organische Zersetzungprodukte werden im noch weichen Sediment durch die zirkulierenden Wässer gelöst. Die dabei entstehenden  $p^h$ -Schwankungen befördern oder hemmen die Lösung mineralischer Stoffe. Die beiden erwähnten Autoren weisen auf die Wichtigkeit von Permeabilität bzw. Porosität und  $p^h$ -Wert hin.

Für die in den Gruppen 1 und 2 beschriebenen Calcarenite sind diese zwei Punkte sicher von integrierender Bedeutung. Der Vorgang wird von mehreren Autoren beschrieben und geht, zusammengefasst wie folgt vor sich: Normalerweise ist Wasser mit dem  $p^h$ -Wert 7 sowohl mit  $\text{SiO}_2$  als auch mit  $\text{CaCO}_3$ -Ionen gesättigt. Bei der Ablagerung eines zoogenen Sedimentes beginnt im Schlamm sofort der Abbau organischer Produkte. Der  $p^h$ -Wert steigt oder fällt je nach dem Anfall alkalischer oder saurer Zersetzungprodukte. Da die Löslichkeitskurven von  $\text{SiO}_2$  und  $\text{CaCO}_3$  in Abhängigkeit vom  $p^h$ -Wert einander entgegengesetzt sind, beginnt in diesem Zeitpunkt an der einen Stelle (in saurem Milieu) die Ausflockung von Kieselsäure, an der anderen Stelle (in basischem Milieu) die Ausscheidung von  $\text{CaCO}_3$  und die Auflösung von kieseligem Material (Spongiennadeln). Der Vorgang geht solange weiter als noch organisches Material zersetzt wird, d. h. solange der  $p^h$ -Wert schwankt (vgl. C. W. CORRENS, in BARTH et al., 1939; N. NEWELL, 1953).

Der eben beschriebene Vorgang erklärt den Typ 1, also die in der gesamten Dalle nacrée verbreiteten Silexknötchen und Nester. Der Vorgang ist sicher auch für die Typen 2 und 3 wesentlich. Er erklärt aber nicht, wieso diese 2 Gruppen und auch Typ 4 an die Grenzzone der Dalle nacrée-Schwelle gebunden sind. Hier tritt noch ein weiterer Faktor hinzu, nämlich der Einfluss des Sedimentationsraumes der Callovian-Tone.

Die Silexbildungen sind ungefähr an die oben beschriebene Schwellenzone gebunden (Figur 13; p. 159). Trotzdem ist nicht anzunehmen, dass sie ihre Entstehung der direkten Beeinflussung durch periodisch von E gegen W vordringendes Meerwasser verdanken; zur Zeit ihrer Genese war ja die Dalle nacrée-Fazies schon weit über die Schwelle hinaus nach E vorgestossen.

Möglicherweise hat aber die Schüttung calcarenitischen Materials auf die Callovian-Tone eine Komprimierung derselben bewirkt. Ein Teil der dadurch mobilierten, kieselsäurereichen Bodenwässer ist lateral in die noch poröse Dalle nacrée

abgewandert und aufgestiegen. Den austretenden Lösungen wurde durch Organismen die Kieselsäure entzogen. Die primäre Anreicherung und Fixierung der Kieselsäure ist den Spongiens zu verdanken, denen sich in diesem Raum besonders günstige Entwicklungsmöglichkeiten boten. Abgestorbene Spongiens wurden im stark bewegten Meer rasch zertrümmert und mit viel organischer Substanz eingesedimentiert. Durch den Abbau organischen Materials wurden die auf p. 164 beschriebenen chemischen Reaktionen ausgelöst. Es ist daher anzunehmen, dass die Bildung des Silex in der Dalle nacrée frühdiagenetisch erfolgte.

Zum Schluss der Besprechung des Silexproblems möchte ich noch einige Bemerkungen zu den Modifikationen von Quarz beifügen.

H. LEITMEIER (1908) berücksichtigte bei seiner Besprechung der Quarzmodifikationen nur die Bezeichnungen Quarz, Chalzedon und Opal. Er fand es nicht nötig, diese Modifikationen noch weiter zu unterteilen. Das mag ein Grund sein, warum in der neueren deutschen Literatur stets Chalzedon genannt wird. In der französischen Literatur dagegen hat schon LACROIX (1901–1909) zahlreiche Modifikationen unterschieden (z. B. Quarz; Chalzedon, –; Quarzin, +).

Ich habe aus 70 Dünnschliffen die verschiedenen in der Dalle nacrée auftretenden Modifikationen ausgezählt. Dabei ergaben sich folgende Werte:

- 35 Schlitte enthalten nur Quarzin
- 20 Schlitte enthalten nur Chalzedon
- 15 Schlitte enthalten Chalzedon und Quarzin
- 5 Schlitte enthalten Chalzedon und Quarzin + auth. Quarz
- 1 Schlitte enthält Chalzedon und Quarzin + Opal.

Der Quarzin dominiert in den Calcareiten. Mit zunehmender Verkieselung tritt an seine Stelle der in Calcareiten seltene Chalzedon.

Verkieselter, organischer Detritus besteht meistens aus Quarzin, verkieselte Grundmasse dagegen aus Chalzedon.

Langfaserige Chalzedon- und Quarzinsphärolithe sind unstabil und werden in kurzfaselige umkristallisiert; Chalzedon zu Chalzedon; Quarzin zu Quarzin; Quarzin zu Chalzedon und umgekehrt.

Der authogene Quarz liegt stets im Zentrum von Sphärolithnestern. Sowohl Chalzedon als auch Quarzin können an der Bildung des Quarzes beteiligt sein. Auffallend ist auch, dass Quarzin hauptsächlich an organischen Detritus gebunden ist, während Chalzedonsphärolithe mehr auf die Grundmasse beschränkt sind. Möglicherweise hat die Quarzinbildung eingesetzt bevor die Grundmasse auskristallisiert war.

#### C. DIE EISENOOLITHE DES MITTEL- UND OBERCALLOVIAN

Über der Erosionsfläche im Dach der Dalle nacrée liegen im ganzen Untersuchungsgebiet eisenoolithische Gesteine, die zum grössten Teil den Anceps-Athleta-Schichten angehören, in geringerem Masse dem Unter- und Ober-Oxfordian.

Die Mächtigkeit der Serie ist starken Schwankungen unterworfen (zwischen 15 cm und 1,2 m), die primär durch die reduzierte Sedimentation, sekundär durch mehrere, wahrscheinlich submarine Erosionsphasen bedingt sind.

Die Zusammensetzung des Sedimentes ist äusserst heterogen. Eisenoolithische Mergel wechsellagern mit schlecht gebankten Kalken, Knauerlagen und Mergelkalken, wobei die Abfolge von Aufschluss zu Aufschluss variiert.

Die Ooidkörner liegen wolzig im Gestein oder sind in Nestern angereichert. In gut geschichteten Mergeln ist die Verteilung regelmässiger als in Knauern oder knolligen Kalkschichten.

Die Verwitterungsfarben sind braungelb, braun, braunrot bis weinrot. Im frischen Bruch ist das Gestein grau bis braun gefärbt.

Da die Schichten im Untersuchungsgebiet tiefgründig verwittert sind, wurden die Proben den kalkigen Partien entnommen, die noch am wenigsten zersetzt sind.

Die eisenoolithischen Gesteine im Mittel- und Ober-Callovian des Untersuchungsgebietes werden in 2 Gruppen gegliedert:

1. Übergangsgesteine.
2. Eisenoolithische Gesteine s. s.

### 1. Übergangsgesteine

Es wurde schon erwähnt, dass der Übergang von den calcarenitischen Gesteinen der Dalle nacrée zu den Eisenolithen gleitend war. Die Erosionsphase im oberen Mittel-Callovian hat diese Übergangsgesteine aufgearbeitet. Nur in Rondchâtel (Profil 18) wurden geringe Reste dieses Typs festgestellt.

Der Dünnenschliff zeigt eine feinkristalline, grau bis bleich pigmentierte Grundmasse. Der organische Detritus setzt sich zur Hauptsache aus vererzten Crinoiden- und Bivalventrämmern zusammen. Etwas weniger häufig sind Bryozoen-, Brachiopoden- und Gasteropodentrümmer, sowie Ostracaden. Vereinzelte Spongiennadeln sind weitgehend umkristallisiert. In der Grundmasse sind zahlreiche Limonitkörnchen eingestreut; stark angereichert sind sie an den Rändern umkristallisierter und entmischter Crinoidentrümmer. An einigen Stellen ist die Grundmasse durch Limonit braun gefärbt. Detritischer Quarz ist selten. Der Durchmesser der Körnchen liegt um 0,02 mm. Graubraun gefärbte Mikrogerölle, zusammengesetzt aus onkoidischen Geröllen und feinem Schalengrus sind selten, vervollständigen aber das Bild eines in stark bewegtem Milieu abgelagerten Sedimentes.

In dieser calcarenitischen Masse liegen die Eisenooide. Im Schliff erkennt man, dass die Ooide diagenetisch stark verändert sind. Der Kern ist hell und besteht aus vererzten Crinoidentrümmer. Die diagenetische Umwandlung bewirkt eine weitgehende Verwischung der Strukturen. Im Extremfall wird der Kern durch einen oder mehrere Ankeritkristalle gebildet. Die Schale hat ihre Primärstruktur ebenfalls verloren. In den meisten Fällen besteht sie aus mehreren Ankerit-Sideritkristallen. Die einzelnen Kristalle sind von einem feinen Limonithäutchen umgeben. Sie sind charakterisiert durch ihre gelbliche Farbe, durch ihre hohe Doppelbrechung und dadurch, dass keine Zwillingsbildung auftreten. In einigen Ooiden dagegen ist die konzentrische Schalung sehr gut sichtbar. Die einzelnen Schichtchen sind durch dunkle, limonitische Zonen oder Limonithäutchen voneinander getrennt. In der Umgebung der Ooide wurde eine Anreicherung von Limonit in Form kleiner Körnchen oder Verfärbung der Grundmasse festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass die Ooide entmischt wurde.

Das gemeinsame Auftreten vererzter Crinoidentrümmer und die Tatsache, dass der Kern der Ooide aus dem gleichen Material und nie aus Quarz oder Onkoiden besteht, deutet auf einen Zusammenhang zwischen diesen beiden Komponenten hin. Über die primäre Zusammensetzung des Ooides wird damit noch nichts ausgesagt. In den Glarner Alpen beschreibt J. OBERHOLZER (1933) calcarenitische Eisenoolithe in der grauen Echinodermenbreccie des oberen Bajocian und weist auf den Übergang zu reinen Calcareiten hin. L. DEVERIN (1938, 1945, 1948) beobachtete in grobcalcarenitischen Partien des Blegioolites stark zersetzte Ooide von der Art, wie sie oben beschrieben wurden. Daneben treten alle Übergänge zu wohl ausgebildeten Chamositooiden auf. Es darf daher angenommen werden, dass auch die Eisenooide der Dalle nacrée primär aus Chamosit bestanden haben.

Von der Beobachtung ausgehend, dass alle Kerne aus vererztem organischem Detritus bestehen und dass die Kerne im allgemeinen weniger vererzt und heller sind als die umgebende Schale, nimmt L. DEVERIN an, dass die Ooide durch Imprägnation entstanden sind. Crinoidentrümmer, die im Milieu génératuer abgelagert wurden, wurden im Schlamm vererzt und überkrustet. Beim Aufwirbeln des Kernes wurde dieser Vorgang unterbrochen, setzte aber bei der erneuten Sedimentierung wieder ein und es entstand eine neue Schale. Dieser Vorgang wiederholte sich. Dabei werden die äusseren Schalen mehrmals imprägniert und daher dunkler gefärbt. Diese Theorie wurde von L. DEVERIN an Hand von zahlreichen Beispielen aus anderen alpinen Lagern untermauert. Ich glaube, dass sie auch für die in Rondchâtel gefundenen calcarenitischen Eisenoolithe Gültigkeit hat, besonders auch darum, weil sie sich deutlich von den normalen jurassischen Ooiden unterscheiden.

## 2. Die Eisenoolithe des Ober-Callovian

Das Gestein dieser Gruppe kann wie folgt charakterisiert werden:

- a. Die Grundmasse ist, soweit es sich um kalkige Typen handelt, feinkristallin und grau pigmentiert.
- b. Der organische Detritus ist sehr fein zerrieben. Grober Detritus ist selten.
- c. Detritischer Quarz wurde in jeder Probe festgestellt. Der Durchmesser der Körner beträgt höchstens 0,5 mm, ist also grösser als in der Dalle nacrée.
- d. Die Ooide sind dunkelbraun und diagenetisch verändert. Die Kerne sind oft zusammengesetzt, dunkel und enthalten Quarz.

Schon diese oberflächliche Beschreibung der wesentlichen Merkmale zeigt die bedeutenden Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, die aber besonders gut im Aufbau der Ooide zum Ausdruck kommen.

Die Ooide sind braunrot bis schwarz gefärbt. Die Schalung ist fein und an den helleren und dunkleren Schichtchen, die einander ablösen, gut erkennbar. Ausgefiederte Ränder deuten bei fast allen Ooiden die beginnende Auslösung des Hämatits an. Ein deutliches Zeichen für Entmischung sind die an den Rändern angelagerten Pyritkristalle, die oft in den Ooid hineinragen. Bei der Zersetzung organischen Materials wird unter anderem  $H_2S$  gebildet, welches das von  $CO_2$  gelöste Eisen sofort wieder ausfällt.

Der Kern besteht entweder aus einem einfachen, ungeschalten, dunkelbraunen Körper, oder aber er besteht aus mehreren Komponenten. Einen Kern, der aus einem einzigen Quarzkorn gebildet ist, konnte ich nicht feststellen, doch gibt es Kerne in denen mehrere Splitterchen eingebettet sind, oder die von Quarzsplitterchen umgeben sind. F. FEHLMANN (1937) beschreibt Ooide mit Quarzkern aus den Herznacher Erzen, ebenso L. DEVERIN (1948). In den Sanden der deutschen Bucht wurden rezente Ooide mit Quarzkern festgestellt (O. PRATJE, 1930).

In den untersuchten Schliffen sind Polyooide (A. KUMM, 1925) sehr häufig. Zwar können in den seltensten Fällen die einzelnen Bildungszyklen rekonstruiert werden. In einem besonders grossen Korn wurden folgende Zyklen festgestellt (vgl. Figur 16).

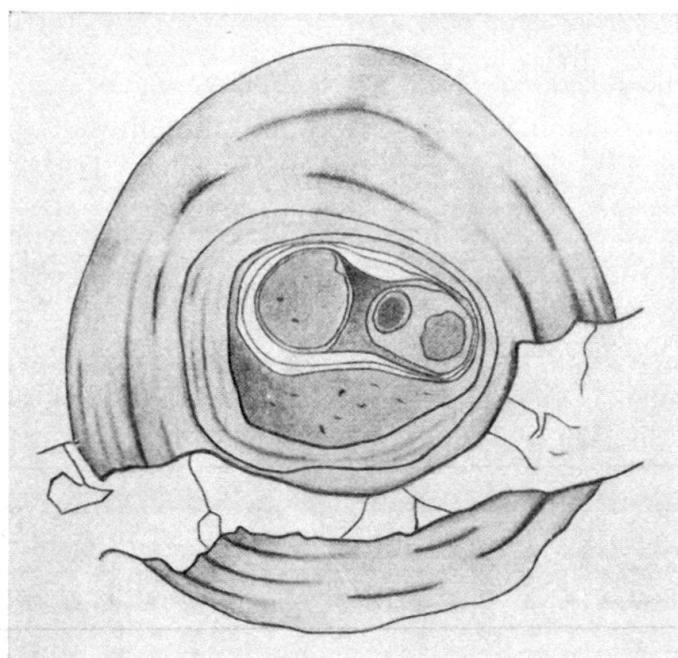


Fig. 16. Ooid mit mehreren Bildungszyklen  $\times 50$

- Der älteste Teil des Ooids besteht aus einem onkoidischen Korn, das seinerseits zwei Kerne enthält (I). Es stellt also schon einen ersten Zyklus dar.
- Der zweite Zyklus beginnt mit der Aufarbeitung des Sedimentes in dem das Doppelkorn eingebettet war. Es blieb durch einen Sedimentrest mit einem anderen Korn in Verbindung und bildete den Kern eines länglichen Ooiden (II).
- In einem dritten Zyklus wurde das Sediment erneut aufgearbeitet. Ein Teil des Muttergesteinsteins und der längliche Ooid wurden zum Kern des vorliegenden Ooidkernes (III).

Die Bildung der Ooide erfolgte in stark bewegtem Wasser. Die Anlagerung erfolgte wahrscheinlich auf Grund von Potentialdifferenzen. Nach F. BEHREND & G. BERG (1927) ist silikatreiches Material sowie Quarz negativ geladen, während oxydisches-hydroxydisches Eisen positiv geladen ist. Der Abschluss der Schalung erfolgt erst, wenn das Korn zu schwer wird, oder, in einen anderen Raum verfrachtet, endgültig einsedimentiert wird.

Das im Untersuchungsgebiet aufgesammelte Material ist diagenetisch stark verändert. Dies verunmöglicht eine Diskussion der noch immer umstrittenen Frage nach der Entstehung der Brauneisenooide.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- ÄBERHARDT, B. (1907): *Les Gorges de la Suze*. Beil. Jb. Gymn. Biel, Jg. 1906/1907.
- ALDINGER, H. & FRANK, M. (1944): *Vorkommen und Entstehung der südwestdeutschen, jurassischen Eisenerze*. N. Jb. Min. Geol. Pal. Abt. B. 88.
- ALLING, H. L. (1947): *Diagenesis of the Clinton Hematite Ores of New York*. Bull. geol. Soc. Am. 58.
- ANDREE, K. (1911): *Die Diagenese der Sedimente*. Geol. Rdsch. 2.
- (1915): *Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung*. Geol. Rdsch. 6.
  - (1916): *Über Sedimentbildung am Meeresboden*. Geol. Rdsch. 7.
- ARBENZ, P. (1919): *Probleme der Sedimentation und ihre Beziehung zur Gebirgsbildung*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich, 64.
- ARKELL, W. J. (1933): *The Jurassic System in Great Britain*. Oxford.
- (1946): *Standard of the European Jurassic*. Bull. geol. Soc. Am. 57.
  - (1956): *Jurassic Geology of the World*. London.
- AUBERT, D. (1943): *Monographie géologique de la Vallée de Joux*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 78.
- BARTH, T. F. W., CORRENS, C. W. & ESKOLA, P. (1939): *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin.
- BEHREND, F. & BERG, G. (1927): *Chemische Geologie*. Stuttgart.
- BERG, G. (1925): *Die Entstehung der sedimentären Eisenerze*. Geol. Rdsch. 15.
- BIRKHÄUSER, M. (1925): *Geologie des Kettenjura der Umgebung von Undervelier*. Verh. naturf. Ges. Basel, 36.
- BIRZER, F. (1939): *Verwitterung und Landschaftsentwicklung in der südlichen Frankenalb*. Z. deutsch. geol. Ges. 91.
- BITTERLI, P. (1945): *Geologie der Blauen- und Landskronkette südlich von Basel*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 81.
- BONTE, A. (1945a): *Les horizons du Callovien dans les environs de Besançon*. C. R. S. Soc. géol. France.
- (1945b): *A propos de la limite du Bathonien et du Callovien*. C. R. S. Soc. géol. France.
  - (1947): *Sur le Callovien des environs de Besançon*. Mém. Soc. d'hist. natur. Doubs, 51.
- BRINKMANN, K. (1927): *Der ostpreussisch-litauische Dogger und Unteroxford*. Mitt. geol. pal. Inst. u. Bernsteinsamml. Königsberg/Pr. [NF] 70.
- BUSER, H. (1952): *Beiträge zur Geologie von Blatt Bözen im schweizerischen Tafeljura*. Zürich.
- BUXTORF, H., KÜNZLI, E. & ROLLIER, L. (1908): *Geologische Beschreibung des Weissensteintunnels*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 21.
- CADISCH, J. & NIGGLI, E. (1953): *Geologie der Schweizeralpen*. Bern.
- CALLOMON, J. H. (1955): *The ammonite succession in the Lower Oxford Clay and Kellaways Beds at Kidlington, Oxfordshire, and the zones of the Callovian stage*. Phil. Transact. Roy. Soc. London, [Ser. B] 239.
- CAROZZI, A. (1953): *Pétrographie des roches sédimentaires*. Lausanne.
- CAYEUX, L. (1911): *Les minéraux de fer oolithiques primaires de France*. Rev. de Métallurgie 8.
- (1918): *Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires*. Paris.
  - (1935): *Les roches sédimentaires de France*. 1 et 2, Paris.
- CELLIERS, J. B. (1907): *Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Eptingen, Baselland*. Freiburg i. Br.
- CHOFFAT, P. (1878): *Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et méridional, suivie d'un supplément aux couches à Ammonites acanthicus dans le Jura occidental*. Mém. Soc. émul. Doubs, 3.
- CLERC, CH. (1888): *Le Jura*. Paris.
- CORRENS, C. W. (1925): *Über Verkieselungen von Sedimentgesteinen*. N. Jb. Min. Geol. Pal. Beilbd. 52, Abt. A.

- CORROY, G. (1932): *Le Callovien de la bordure orientale du Bassin de Paris.* Mém. Carte géol. France.
- DEECKE, W. (1913): *Faziesstudien über europäische Sedimente.* Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 20.
- (1916): *Über Meerestransgressionen und daran sich anknüpfende Fragen.* Zschr. deutsch. geol. Ges. 68.
  - (1923): *Die Fossilisation.* Berlin.
- DELHAES, W. & GERTH, H. (1912): *Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoltswil und Oensingen.* Geol. pal. Abh. [NF] 11.
- DESOR, E. & GRESSLY, A. (1859): *Essai géologique sur le Jura neuchâtelois.* Mém. Soc. Sci. nat. Neuchâtel.
- DEVERIN, L. (1938): *Origine des oolithes chamositiques dans les minerais de fer de la Suisse.* Verh. schweiz. naturf. Ges. Chur.
- (1940): *Les mineraux de fer oolithiques du Dogger des Alpes Suisses.* Schweiz. min.-petr. Mitt. 20.
  - (1945): *Etude pétrographique des mineraux de fer oolithiques des Alpes Suisses.* Beitr. Geol. Schweiz [Geotechn. Ser.] 13.
  - (1948): *Les oolithes ferrugineux des Alpes et du Jura.* Schweiz. min.-petr. Mitt. 28.
- DORN, C. (1916): *Beiträge zur Stratigraphie der Grenzschichten vom Braunen zum Weissen Jura am W-Rand der «Fränkischen Schweiz».* Sitz.-Ber. phys. med. Soz. Erlangen, 48.
- DORN, P. (1939): *Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen im mittleren und oberen Dogger der Frankenalb.* N. Jb. Min. Geol. Pal. Beilbd. 82, Abt. B.
- DREYFUSS, M. & TINTANT, H. (1946): *Age de l'oolithe ferrugineuse de la région de Pontarlier.* Extr. C. R. S. Soc. géol. France.
- DREYFUSS, M. (1955): *Influence de la subsidence sur la sédimentation.* Geol. Rdsch. 43.
- DUBOIS, A. (1902): *Les Gorges de l'Areuse et le Creux du Van.* Neuchâtel.
- ELBER, R. (1920): *Geologie der Raimeux- und Velleratkette im Gebiete der Durchbruchtäler von Birs und Gabiaire (Berner Jura).* Verh. naturf. Ges. Basel, 32.
- EPPEL, P. (1947): *Geologische Beschreibung der Umgebung von Sonceboz im Berner Jura.* Mitt. naturf. Ges. Bern [NF] 4.
- ERNI, A. (1934): *Zur Stratigraphie des Callovien und Oxfordien im Weissensteingebiet (Kt. Solothurn).* Mitt. naturf. Ges. Solothurn.
- (1941): *Demonstration eines wohlerhaltenen Oxycerites sp. aus den Variansschichten bei Arlesheim.* Verh. schweiz. naturf. Ges. Basel.
- FAVRE, J. (1911): *Description géologique des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds.* Zürich.
- FEHLMANN, H. & DE QUERVAIN, F. (1952): *Eisenerz und Manganerzeugung in der Schweiz.* Beitr. Geol. Schweiz [Geotechn. Ser.] 13.
- FICHTER, H. J. (1934): *Geologie der Bauen-Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 69.
-  FORKERT, E. (1933): *Geologische Beschreibung des Kartengebietes Tramelan im Berner Jura.* Eclogae geol. Helv. 26, 1.
- FRANK, M. (1939): *Fazies und Bildung des Braunen Jura ε im Bereich der Schwäbischen Alb.* N. Jb. Min. Geol. Pal. Beilbd. 82, Abt. B.
- GAUB, F. (1910): *Die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb.* Geol. pal. Abh. 9.
- GIGNOUX, M. (1950): *Géologie stratigraphique.* 4. Aufl. Paris.
- GILLETTE, S. (1937): *Synchronisme des dépôts jurassiques en Alsace et dans les régions voisines.* Bull. Serv. Carte géol. d'Als.-Lorr. 4.
- GIRARDOT, A. (1912): *Les premières études de géologie en Franche Comté.* Besançon.
-  GLAUSER, A. (1936): *Geologische Beschreibung des Kartengebietes von Blatt Montfaucon im Berner Jura.* Verh. naturf. Ges. Basel, 47.
- GOLDSTEIN, A. JR., & HENDRICH, TH. (1953): *Siliceous sediments of Ouachita Fazies in Oklahoma.* Bull. geol. Soc. Am. 64.
- GREIF, O. (1914): *Stratigraphisch-faunistische Untersuchungsergebnisse über die Callovien-Tone des Staffelberges in Oberfranken.* Göttingen.
- GREPPIN, J. B. (1867): *Essai géologique sur le Jura Suisse.* Delémont.
- (1870): *Description géologique du Jura bernois et quelques districts adjacents.* Mat. Carte géol. Suisse, 8.

- GREPPIN, E. (1894): *Etudes sur les Mollusques des couches coralligènes d'Oberbuchsiten.* Abh. schweiz. pal. Ges. 20.
- GRESSLY, A. (1841): *Observations géologiques sur le Jura soleurois.* Denkschr. schweiz. Ges. ges. Naturw. 2.
- GRIPP, K. (1954): *Kritik und Beitrag zur Frage der Entstehung der Kreidefeuersteine.* Geol. Rdsch. 42
- HEIM, ALBERT (1919): *Geologie der Schweiz.* 1. Leipzig.
- HEIM, ARNOLD (1909): *Zones lithologiques et zones paléontologiques du Crétacique moyen.* Bull. Soc. géol. France, 8.
- (1916): *Monographie der Churfürsten-Mattstock-Gruppe.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 20, 1910–1916.
  - (1924): *Über submarine Denudation und chemische Sedimente.* Geol. Rdsch. 15.
  - (1946): *Problemas de erosión submarina y sedimentación del presente y del pasado.* Riv. Mus. la Plata, 4.
- HOFFMANN, K. (1924): *Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Lias und Dogger.* Erdöl und Technik in NW-Deutschland. Amt. Bodenf. Hannover–Celle.
- HUMMEL, K. (1924): *Zur Frage der Entstehung von Eisenoolithen und Roteisensteinen.* Zentralbl. Min. Geol. Pal.
- JACCARD, A. (1869): *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois.* Mat. Carte géol. Suisse, 6.
- (1870): *Supplément à la description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois.* Mat. Carte géol. Suisse, 7.
- JEANNET, A. (1924): *Présence de l'xfordien réduit dans l'anticinale de la Tourne (Jura neuchâtelois).* Eclogae geol. Helv. 18, 4.
- (1928): *Sur la nature du contact supérieur de la Dalle nacrée au Nord de La Chaux-de-Fonds.* Eclogae geol. Helv. 21, 2.
  - (1948): *Sur l'âge de l'Oolith ferrugineux dans le Jura neuchâtelois et les régions voisines.* Bull. Soc. géol. France, 18.
  - (1951): *Stratigraphie und Paläontologie des oolithischen Eisenerzlagers von Herznach und seiner Umgebung.* Beitr. Geol. Schweiz [Geotechn. Ser.] 13.
- JEANNET, A., & JUNOT, CH. D. (1925): *Sur les terrains qui forment la limite du Dogger et du Malm dans le Jura neuchâtelois.* Bull. Soc. neuchât. Sci. nat. 50.
- JENNY, W. (1924): *Geologische Untersuchungen im Gebiete des Chasseral.* Zürich.
- ILLIES, H. (1949): *Die Schrägschichtung in fluviatilen und litoralen Sedimenten.* Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 19.
- (1954): *Zur Entstehung der Kreidefeuersteine.* Geol. Rdsch. 42.
- JOUKOWSKY, E. & FAVRE, J. (1913): *Géologie et Paléontologie du Salève (Haute Savoie).* Genève.
- KABELAC, F. (1954): *Beitrag zur Kenntnis und Entstehung des unteren Weissjura am Ostrand des südlichen Oberrheingrabens.* Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 45.
- KELLER, W. T. (1922): *Geologische Beschreibung des Kettenjuras zwischen Delsbergerbecken und Oberrheinische Tiefebene.* Eclogae geol. Helv. 17, 1.
- KEMMERLING, G. L. (1911): *Geologische Beschreibung der Ketten von Vellerat und Moutier.* Freiburg i. Br.
- KILIAN, W. & DEECKE, W. (1883): *Notes géologiques sur le Jura du Doubs.* Mém. Soc. émul. Montbéliard, 3.
- KLÜPFEL, W. (1916): *Über die Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura.* Geol. Rundschau, 7.
- KÜNEL, J. (1939): *Sedimentäre Kieselgesteine, Hornsteine und das Feuersteinproblem.* Zschr. deutsch. geol. Ges. 91.
- KUENEN, PH. H. (1950): *Marine Geology.* New York.
- KUHN, O. (1935): *Kurze Übersicht über Stratigraphie und Fauna des fränkischen Callovium.* Zbl. Min. Geol. Pal. Abt. B.
- (1953): *Paläogeographie des deutschen Jura.* Jena.
- KUMM, A. (1924): *Über secundäre Mineralbildungen im Brauneisenoolith des unteren Lias von Harzburg.* Zbl. Min. Geol. Pal. 18.
- (1925): *Über einen Oolith im mittleren Keuper und über die Oolithbildung überhaupt.* Jb. niederdeutsch. geol. Ver. Hannover, 8.
- LACROIX, A. (1909): *Mineralogie de la France.* Paris 1901–1909.
- LAUBSCHER, H. (1948): *Geologie des Siegfriedblattes St-Ursanne.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 92

- LEITMEIER, H. (1908): *Beiträge zur Kenntnis des Verhältnisses zwischen Quarz, Chalzedon und Opal.* Zbl. Min. Geol. Pal.
- LEMAITRE, H. (1954): «*Les grès du Planet*», niveau silicifié du Bathonien du Bessin (Calvados). Bull. Soc. géol. France, 13.
- LIEB, F. (1945): *Die Brachiopoden des mittleren Doggers des schweizerischen Jura und ihre stratigraphische Bedeutung.* Tätber. naturf. Ges. Baselland, 15.
- LINCK, G. (1903): *Die Bildung der Oolithen und Rogensteine.* N. Jb. Min. Geol. Pal. Beilbd. 16.
- LINIGER, H. (1925): *Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 55.
- LOMBARD, A. (1956): *Géologie sédimentaire des séries marines.* Paris.
- LÜTHI, E. (1954): *Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Tessenberg und St. Immortal.* Zürich.
- MARCOU, M. J. (1848): *Recherches géologiques sur le Jura salinois.* Mém. Soc. géol. France, 3.
- (1860): *Lettres sur les roches du Jura.* Paris.
- MAUBEUGE, P. L. (1953): *Observations géologiques dans l'est du Bassin de Paris.* Nancy.
- (1955): *Sur l'âge de l'oolithe ferrugineux du Callovo-Oxfordien de Chaumont (Haute-Marne).* Bull. Soc. belge géol. etc. 64.
- MILLIOUD, M. (1951): *Le Callovien et l'Oxfordien dans la région de Baulmes (Jura vaudois).* Bull. Lab. géol. Lausanne, 102.
- MODEL, R. (1935): *Zur Stratigraphie und Faunistik des schwäbischen Calloviums mit besonderer Berücksichtigung von Franken.* Zbl. Min. Geol. Pal. Abt. B.
- MODEL, R. & KUHN, O. (1935): *Weitere Beiträge zur Kenntnis des fränkischen Calloviums.* Zbl. Min. Geol. Pal. Abt. B.
- MÖSCH, C. (1867): *Der Aargauer Jura und die nördlichen Teile des Kantons Zürich.* Beitr. geol. Karte Schweiz, 4.
- MOHLER, W. (1938): *Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation.* Abh. schweiz. pal. Ges. 60.
- MÜHLBERG, F. (1892): *Exkursion der oberrheinischen geologischen Gesellschaft vom 22. bis 24. April 1892 im Jura zwischen Aarau und Olten.* Eclogae geol. Helv. 3.
- MÜHLBERG, M. (1900): *Die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge.* Eclogae geol. Helv. 6.
- MÜHLETHALER, C. (1932): *Etude géologique de la région des Verrières.* Neuchâtel.
- NABHOLZ, W. & SCHNEIDER, H. (1955): *Compte rendu de l'excursion de la Société géologique suisse dans le Jura.* Eclogae geol. Helv. 48, 2.
- NEWELL, N. D., RIGBY, J. K., et al. (1953): *The Permian reef complex of the Guadalupe Mountain region, Texas and New Mexico.* San Francisco.
- NIGGLI, P. (1952): *Gesteine und Minerallagerstätten.* 1. Basel.
- NOLTHENIUS, T. (1921): *Etudes géologiques des environs de Vallorbe (Vaud).* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 48.
- ÖRTEL, W. (1913): *Stratigraphie und Tektonik der Gegend von St-Brais und Saulcy im Schweizer Jura.* N. Jb. Min. Geol. Pal. Beilb. 36.
- PAREJAS, E. (1948): *Sur quelques coprolithes de Crustacés.* Arch. Sci. phys. nat. Genève, 1.
- PETITCLERC, P. (1906): *Le Callovien de Baume-les-Dames.* Vesoul.
- PETTIJOHN, F. J. (1949): *Sedimentary rocks.* New York.
- PIROUTET, M. (1918): *Sur le Callovien des environs de Salins (Jura).* Bull. Soc. géol. France, 18.
- PRATJE, O. (1930): *Rezente marine Eisenooide aus der Nordsee.* Zbl. Min. Geol. Pal. Abt. B.
- QUIRING, H. (1943): *Oolithentstehung.* Zschr. deutsch. geol. Ges. 95.
- RICKENBACH, E. (1925): *Description géologique du Val du Travers entre Fleurier et Travers.* Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 1.
- RITTENER, Th. (1902): *Etude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Ste-Croix et Baulmes.* Mat. Carte géol. Suisse [NS] 13.
- ROLLET, Cap. & CAILLET, H. (1907): *Coup d'œil sur le détail des couches du Callovien inférieur de Bavillers (Belfort).* Bull. Soc. agr. etc. Dép. Haute-Saône.

- ROLLIER, L. (1888): *Excursion de la Société géologique Suisse au Weissenstein et dans le Jura bernois*. Eclogae geol. Helv. 1.
- (1893): *Structure et histoire géologique de la partie du Jura central compris entre le Doubs, le Val de Délémont, le Lac de Neuchâtel et le Weissenstein*. Beitr. geol. Karte Schweiz, 8.
  - (1894): *Excursion géologique dans le Jura bernois*. Extr. du Livret-Guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse.
  - (1897): *Deuxième supplément à la description de la partie de la feuille VII de la carte géologique de la Suisse 1:100 000*. Beitr. geol. Katre Schweiz [NF] 13.
  - (1904): *Sur les limites de l'étage Callovien dans le Jura Suisse*. 6. Congr. ass. Franc-Comtois, Vesoul.
  - (1910): *Troisième supplément à la description de la partie jurassienne de la feuille VII de la carte géologique de la Suisse 1:100 000*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 21 und 25.
  - (1911): *Les Faciès du Dogger ou Oolithique*. Zürich.
  - (1917): *Résumé stratigraphique des terrains secondaires du Jura*. Mém. Soc. pal. Suisse, 42.
- ROMAN, F. (1924): *Etudes sur le Callovien de la vallée du Rhône*. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 6.
- (1928): *Etudes sur le Callovien de la vallée du Rhône*. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 13.
- ROTHPLETZ, W. (1933): *Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura*. Verh. naturf. Ges. Basel, 43.
- RUTTEN, M. G. (1951): *Les Ammonites pyriteuses*. C. R. S. Soc. géol. France.
- (1953): *Sur la genèse des dépôts à Ammonites pyriteuses*. C. R. S. Soc. géol. France.
- SCHARDT, H. (1890): *Etude géologique sur la première chaîne du Jura (Reculet-Vuache)*. Lausanne.
- (1905): *Der Parallelismus der Stufen des Doggers im zentralen und im südlichen Juragebirge*. Eclogae geol. Helv. 7.
  - (1911): *Mélanges géologiques*, 1–8. Bull. Soc. neuchâteloise. Sci. nat. (1899–1911).
- SCHARDT, H. & DUBOIS, A. (1903): *Description géologique de la région des Gorges de l'Areuse*. Eclogae geol. Helv. 7.
- SCHIRARDIN, J. (1954): *Note sur le Callovien de l'Alsace*. Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr. 7.
- SCHLAICH, E. (1934): *Geologische Beschreibung der Gegend von Court im Berner Jura unter besonderer Berücksichtigung der Molassebildungen*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 26.
- SCHMASSMANN, H. J. (1944): *Stratigraphie des mittleren Doggers der Nordschweiz*. Naturf. Ges. Baselland, 14.
- SCHMIDT, C., BUXTORF, A. & PREISWERK, H. (1904): *Führer zu der Exkursion der deutschen geologischen Gesellschaft*. Basel.
- SCHMIDTILL, E. (1935): *Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Eisenerze im Doggersandstein der Frankenalb*. Zschr. deutsch. geol. Ges. 87.
- SCHNEEGANS, D. & GILLETTE, S. (1933): *Stratigraphie des terrains jurassiques dans la région de Ferrette*. Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr. 2.
- SCHÜRER, W. (1929): *Geologische Aufnahme des Jura- und Molassegebietes zwischen Dotzingen und Tavannes*. Zürich.
- SCHWARZ, A. (1932): *Der tierische Einfluss auf die Meeressedimente*. Senckenbergiana, 14.
- SCHWARZBACH, M. (1950): *Klima der Vorzeit*. Stuttgart.
- STÄHELIN, P. (1924): *Geologie der Juraketten von Welschenrohr*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 55.
- SUTER, H. (1920): *Geologische Untersuchungen im Gebiete von Convers-Vue des Alpes*. Zürich.
- (1936): *Geologische Beschreibung der Kartengebiete Les Bois und St-Imier*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 72.
- TERCIER, J. (1939): *Dépôts marins actuels et séries géologiques*. Eclogae geol. Helv. 32, 1.
- TERMIER, H. & G. (1952): *Histoire géologique de la Biosphère*. Paris.
- THEOBALD, N. & MAUBEUGE, P. (1949): *Paléogéographie du Jurassique inférieur*. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 39.
- THURMANN, J. (1832): *Essai sur les soulèvements jurassiques inférieur*. Mém. Soc. Hist. nat. Strasbourg.
- TOBLER, A. (1899): *Der Jura im Südosten der oberrheinischen Tiefebene*. Verh. naturf. Ges. Basel, 11.
- TRÜMPY, R. (1949): *Der Lias der Glarner Alpen*. Denkschr. schweiz. naturf. Ges. 79, 1.
- TRÜMPY, R. & BERSIER, A. (1954): *Les éléments des conglomérats oligocènes du Mont-Pèlerin*. Eclogae geol. Helv. 47, 1.

- TUTEIN, N. A. B. (1921): *Etudes géologiques des environs de Vallorbe (Ct. de Vaud)*. Mat. Carte géol. Suisse [NS] 48.
- VOGEL, H. (1934): *Geologie des Graity und des Grenchenberges*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 26.
- WAIBEL, A. (1925): *Geologie der Umgebung von Erschwil*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 55.
- WETZEL, W. (1937): *Die koprogenen Beimengungen mariner Sedimente und ihre diagenetische und lithogenetische Bedeutung*. N. Jb. Min. Pal. Beilbd. 78, Abt. B.
- (1937): *Die Entstehungsgeschichte verschiedener Arten von Kreidefeuersteinen*. Zschr. deutsch. geol. Ges. 89.
- WIEDENMAYER, C. (1923): *Geologie der Juraketten zwischen Balsthal und Wangen*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 48.
- ZIEGLER, P. (1956): *Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary (Berner Jura)*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 102.

### Geologische Karten

- BOURQUIN, Ph., SUTER, H., FALLOT, P. (1946): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 15, Blätter *Biaufond-Les Bois-La Ferrière-St-Imier*.
- KELLER, W. T. & LINIGER, H. (1930): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 1, Blätter *Movelier-Soyhières-Delémont-Courrendlin*.
- KOCH, R., LEHNER, E., MÜHLBERG, M., WAIBEL, A. (1936): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 3, Blätter *Laufen-Bretzwil-Erschwil-Mümliswil*.
- ROLLIER, L. (1900): *Carte tectonique des environs de Moutier (Jura bernois)* 1:25 000. Comm. géol. Suisse, 23.
- (1900): *Carte tectonique des environs de Bellelay (Jura bernois)* 1:25 000. Comm. géol. Suisse, 23.
- (1904): *Carte tectonique d'Envelier et du Weissenstein* 1:25 000. Comm. géol. Suisse, 32.
- (1907): *Carte géologique de la région du tunnel du Weissenstein* 1:25 000. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 21, Spezkl. 47.
- ROLLIER, L. & FAVRE, J. (1910): *Carte géologique des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds* 1:25 000. Comm. géol. Suisse, 59.
- ROLLIER, L. & KISSLING, E. (1904): Blatt VII der geologischen Karte der Schweiz, 2. Aufl., 1:100 000. Geol. Komm.
- SCHARDT, H. & DUBOIS, A. (1901): *Carte des Gorges de l'Areuse*. Eclogae geol. Helv. 7.
- Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000
- (1944): Blatt 1: *Neuchâtel*.
- (1942): Blatt 2: *Basel-Bern*.
- Carte géologique détaillée de la France 1:80 000, Feuille 114, *Montbéliard*, 2. Aufl.
- Carte géologique détaillée de la France 1:80 000, Feuille 127, *Ornans*, 2. Aufl.
- Carte géologique de la France 1:50 000, Feuille XXXVII-22, *Ferrette*. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.

### Topographische Karten

- 1:1 000 000 Topographischer Atlas der Schweiz, *Biel*, 1946.
- 1: 100 000 Topographischer Atlas der Schweiz, *Colombier*, 1949.
- 1: 100 000 Topographischer Atlas der Schweiz, *Porrentruy*, 1951.
- 1: 25 000 Landeskarte der Schweiz:
- 1066, *Rodersdorf*; 1067, *Arlesheim*; 1084, *Damvant*; 1087, *Passwang*; 1104, *Saignelégier*; 1105, *Bellelay*; 1106, *Moutier*; 1125, *Chasseral*; 1126, *Büren a. A.*; 1144, *Val de Ruz*.

## RESUME DES PRINCIPAUX RESULTATS

Ce travail se base sur des études dans le Jura central suisse. Le problème consiste en une subdivision lithologique et stratigraphique du Callovien. Le terrain de recherche s'étend sur tout le pays compris entre le Weissenstein et le Val de Travers. Sa limite nord longe le cours de la Dessoubre et du Doubs (au N, voire au NW du plateau de Maiche en France).

Dans le Jura central, le Callovien, épais de 30 à 60 m, est constitué d'une succession d'argiles nérithiques, de marnes, de calcarénites et d'oolithes ferrugineuses. Le manque de fossiles dans beaucoup de couches rendait jusqu'à présent difficile les corrélations certaines entre les différents groupes de faciès.

Le Callovien fut divisé comme suit:

1. Les calcaires à Macrocephalites et le calcaire roux sableux supérieur.
2. Les argiles calloviennes et la majeure partie de la Dalle nacrée.
3. Le banc à lumachelles et la Dalle nacrée supérieure.
4. Les niveaux à oolithes ferrugineuses du Callovien moyen et supérieur.

Dans l'E du terrain d'étude, les calcaires à Macrocephalites (zone à *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH. sp.) ne mesurent que 1,8 à 3,5 m d'épaisseur. Les assises, par endroit (Liesberg, Kleinlützel, Weissenstein) très fossilifères, sont composées de calcaires marneux, plaquetés à noduleux, limonitiques, de calcarénites avec de fines couches de marne argileuse intercalaires. Les couches à *Rhynchonella varians* du substratum passent à cet ensemble par une augmentation continue en sédiments calcaires. Sur une ligne Bourrignon–Weissenstein les calcaires à *Macrocephalus* passent latéralement au calcaire roux sableux supérieur. Celui-ci est composé de calcarénites brun-rouge, rugueux à lumachelles, en alternance avec des marnes calcaires, riches en limonite et des marno-calcaires. La série ne contient que peu de fossiles déterminables.

Une étude détaillée permet de déterminer que les deux types de faciès ont été déposés en milieu nérithique chaud. Le sommet de la série présente (sauf dans la région à l'W de La Chaux-de-Fonds) des traces d'une forte érosion sous-marine, terminant un cyclothème comprenant les marnes à *Rhynchonella varians* et les calcaires à *Macrocephalites macrocephalus* à l'E, voir tout le calcaire roux sableux à l'W. Déjà à la limite Bathonien-Callovien, le bassin de sédimentation montre une nette différentiation selon la profondeur en une zone déprimée à l'E et en une région de seuil à l'W, qui est relayée dans le Jura vaudois contigu par la dépression des marnes de Fureil.

Les argiles calloviennes et la majeure partie de la Dalle nacrée (zone à *Proplanulites koenighi* ?) représentent 80 à 90% des sédiments calloviens. Toute la série, mais aussi les différents groupes de faciès présentent de fortes oscillations d'épaisseur. Il faut en chercher les causes dans la structure paléogéographique du domaine de sédimentation. Les argiles calloviennes sont grasses, noir-bleutées, et contiennent au toit des concrétions calcaires. La série présente une faune peu abondante de Macrocephalites et de bivalves: *Macrocephalites (Indocephalites) sphaericus* *Macrocephalites (Pleurocephalites) tumidus*, en partie pyritisées. Les argiles ont été déposées dans une mer boueuse, peu profonde et probablement assez froide. La Dalle nacrée est constituée d'un calcaire à débris organiques de composition très hétéro-

gène. La stratification entrecroisée irrégulière et une faune riche, à peu d'exceptions près entièrement broyée, en font un sédiment de mer peu profonde. Les lentilles de silex, caractéristiques d'une zone très limitée sont intéressantes (voir fig. 13; p. 159). Leur formation a eu lieu vraisemblablement peu après la sédimentation.

En se basant sur les conditions de sédimentation des argiles calloviennes et de la Dalle nacrée, on a essayé de diviser paléogéographiquement tout le pays. Les résultats sont exposés p. 143.

Avec le banc à lumachelles débute un ralentissement général de la sédimentation qui se caractérise par la formation de niveaux de condensation. Une tendance à l'émergence et la formation de niveaux à oolithes ferrugineuses est aussi incontestable. Le banc à lumachelles (Callovien moyen inférieur) correspond au sommet de la Dalle nacrée de l'W, qui en un endroit comprend des oolithes ferrugineuses. La surface d'érosion au toit de la Dalle nacrée représente une phase d'érosion du Callovien moyen. Les oolithes ferrugineuses déjà formées furent remaniées jusqu'au reste mentionné.

Les marnes et les calcaires à oolithes ferrugineuses du Callovien moyen et supérieur (zones à *Reineckeia anceps* et à *Peltoceras athleta*) ont peut-être été à l'origine un peu plus épais, mais ont été remaniés par plusieurs phases érosives (1. au Callovien moyen, 2. entre le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur, 3. à l'Oxfordien supérieur (zone à *Cardioceras cordatum* p. p.) et n'ont plus que 1,2 m d'épaisseur, au maximum. Le Callovien moyen et supérieur manque dans la chaîne bordière du Jura (Chasseral-Mont d'Amin-La Tourne-anticlinaux à l'W et au S de La Chaux-de-Fonds). Là l'Oxfordien supérieur argileux et à oolithes ferrugineuses repose transgressivement sur la Dalle nacrée. Les oolithes sont des sédiments néritiques et ont été remaniées plusieurs fois comme le prouve leur étude (voir p. 165). Au-dessus de la surface remaniée des oolithes à *Peltoceras athleta* reposent en transgression les argiles oxfordiennes grasses qui contiennent à la base, par endroit, des débris de Belemnites, des galets et des oolithes ferrugineuses.