

**Beiträge
zur Geologischen Karte der Schweiz**

herausgegeben von der
Schweizerischen Geologischen Kommission
(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)

**Matériaux
pour la Carte Géologique de la Suisse**

publiés par la
Commission Géologique Suisse
(Organe de la Société Helvétique des Sciences Naturelles)

Materiali per la Carta Geologica della Svizzera

pubblicati dalla
Commissione Geologica Svizzera
(Organo della Società Elvetica di Scienze Naturali)

Neue Folge, 133. Lieferung

Des ganzen Werkes 163. Lieferung

Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Mesozoikum und Tertiär des Bielerseegebietes (Kt. Bern)

Mit 35 Textfiguren, 6 Tabellen und 1 Tafel

Von

Ulrich Schär

Bern

MIT SUBVENTION DER STIFTUNG DR. JOACHIM DE GIACOMI DER S. N. G.
UND DER SEVA-REINGEWINNE GEDRUCKT

BERN

In Kommission bei KÜMMERLY & FREY AG, Geographischer Verlag, Bern

1967

Druck Stämpfli & Cie, Bern

Vorwort der Geologischen Kommission

Im Sommer 1966 hat Herr Dr. U. Schär der Geologischen Kommission das Manuskript seiner Dissertation eingereicht mit dem Ersuchen, die Arbeit in die «Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz» aufzunehmen.

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer detaillierten Kartierung im Massstab 1:10000, welche gebietsmässig ganz auf dem Blatt 1145 Bielersee der Landeskarte 1:25000 enthalten ist. Das Hauptgewicht liegt auf der stratigraphischen Beschreibung der oberjurassischen und unterkretazischen Schichtreihe der südlichsten Jurafaltenzüge, ferner der Sedimente der subjurassischen Molasse im Bielerseegebiet, wobei die Twannbach-Formation, die ungefähr dem «Portlandien» der älteren Autoren entspricht, am eingehendsten dargestellt wird. Sedimentpetrographische Untersuchungen bilden dabei einen wesentlichen Bestandteil der Dissertation. Aus finanziellen Gründen konnte als Kartenbeilage nur eine Schwarzweisskizze publiziert werden. Dies bedeutet aber keinen grossen Nachteil, da sich Herr Schär bereiterklärt hat, im Auftrage der Kommission weiterzukartieren, und somit mit der Fertigstellung des geologischen Atlasblattes «Bielersee» in absehbarer Zeit gerechnet werden kann.

Die Geologische Kommission hat in ihrer Sitzung vom 3. Dezember 1966 beschlossen, die Arbeit in die Beitragsserie aufzunehmen. Der Autor wird an die Druckkosten einen Beitrag leisten, wofür ihm die Kommission den besten Dank ausspricht. Die Belegsammlung zur vorliegenden Arbeit ist im Geologischen Institut der Universität Bern deponiert.

Für den Inhalt des Textes und der Illustrationen ist der Autor allein verantwortlich.

Basel, im Dezember 1967.

Für die Schweizerische Geologische Kommission

Der Präsident:

Prof. Dr. L. Vonderschmitt

Vorwort des Verfassers

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Prof. Dr. R. F. Rutsch in den Jahren 1964–1966. An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer sehr herzlich für das rege, unermüdliche Interesse an meiner Arbeit sowie für die vielfältigen Anregungen und lehrreichen Diskussionen danken. Grossen Dank schulde ich ferner dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. W. Nabholz, für das Überlassen der Einrichtungen für die sedimentpetrographischen Untersuchungen.

Den nachstehend aufgeführten Herren danke ich herzlich für ihre Bemühungen:

- Herrn Prof. Dr. M. Reichel, Basel, für die Begutachtung einiger Schliffe mit Neotrocholinen,
- Herrn Prof. Dr. R. Trümpy, Zürich, für den wertvollen Diskussionsbeitrag über Faciesprobleme der Twannbach-Formation,
- Herrn Prof. Dr. E. Niggli und Herrn Prof. Dr. Th. Hügi, Bern, für wertvollen Rat in mineralogisch-petrographischen Fragen,
- Herrn Prof. Dr. F. Allemann für die Bestimmung der Mikrofossilien und für die vielen Anregungen,
- Herrn PD Dr. R. Herb für die zahlreichen anregenden Gespräche,
- Herrn PD Dr. A. Matter, für wertvolle Hilfe bei der Deutung sedimentogener Strukturen,
- Herrn PD Dr. T. Peters für die Beratung in tonmineralogischen Fragen,
- Herrn Dr. T. Labhardt, Bern, für unerlässliche Hilfe bei der Lösung tektonischer Fragen,
- Herrn Dr. U. Gasser für die Einführung in die sedimentpetrographischen Untersuchungsmethoden und für viele anregende Diskussionen,
- Herrn Dr. E. Gasche, Naturhistorisches Museum Basel, und Herrn Dr. A. Stalder, Naturhistorisches Museum Bern, für das Überlassen der Fossilsammlungen.

Wertvolle Anregungen und Diskussionen verdanke ich weiterhin meinen Studienkameraden Dr. Ch. Häfeli, Dr. H. Thalmann, Dr. B. Tröhler, K. Meyer, M. Antenen, W. Flück, H. Schwarz, L. Kajel und M. Frei. Für die gewissenhafte Ausführung photographischer Arbeiten und von Dünnschliffen sei an dieser Stelle den Herren Präparatoren K. Rüdiger, Basel, und A. Sommer, Bern, sowie den Herren Lack und Luginbühl bestens gedankt. Dank für wertvolle Mitarbeit schulde ich auch der Laborantin, Frau Hebeisen.

Grossen Dank schulde ich der Schweizerischen Geologischen Kommission für die Aufnahme der vorliegenden Arbeit in die Serie der «Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz».

Zu besonderem Dank verpflichtet für namhafte Druckkostenbeiträge bin ich der Stiftung Dr. Joachim de Giacomi der S. N. G. (Präsident: Herr Prof. Dr. J. Cadisch) sowie der Polizeidirektion des Kantons Bern (Direktor: Herr Regierungsrat Dr. R. Bauder; Beitrag aus den Reingewinnen der SEVA-Lotterie).

Mein grösster Dank gilt meinen Eltern, die mich tatkräftig unterstützten, sowie meiner lieben Frau und meiner kleinen Tochter Andrea, die mir stets hilfsbereit und aufmunternd zur Seite standen. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<i>Vorwort der Geologischen Kommission</i>	3	1.32. Siderolithische Bildungen	50
<i>Vorwort des Verfassers</i>	4	1.321. Verbreitung im Aufnahmegebiet	50
<i>Verzeichnis der Textfiguren, Tabellen und Tafeln</i>	6	1.322. Sedimentpetrographische Untersuchungen	51
<i>Einleitung</i>	7	1.33. Molasse	53
1. Stratigraphie		1.331. Stratigraphische Übersicht über die subjurassische Molasse im Bielerseegebiet	53
1.1. Malm	10	1.332. Methodisches zu den sedimentpetrographischen Untersuchungen	56
1.11. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet	10	1.333. Molasse der St. Petersinsel	57
1.12. Reuchenette-Formation («Kimmeridgien»)	11	1.333.1. Lithologisches Profil [Pe] (Petersinsel-Schichten)	57
1.121. Lithostratotyp	11	1.333.2. Schwermineralien	59
1.122. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet	12	1.333.3. Leichtmineralien	60
1.123. Verbreitung in der Seekette	13	1.333.4. Granulometrie	60
1.124. Chronostratigraphische Stellung	13	1.333.5. Chronostratigraphische Stellung	60
1.13. Twannbach-Formation («Portlandien»)	14	1.334. Molasse südlich des Bielersees	62
1.131. Vorbemerkungen	14	1.334.1. Bemerkungen zur Probe- nahme	62
1.132. Lithostratotyp	14	1.334.2. Schwermineralien	63
1.133. Verbreitung im Aufnahmegebiet	14	1.334.3. Leichtmineralien	63
1.134. Stratigraphische Detailprofile	14	1.334.4. Granulometrie	63
1.135. Das Faciesproblem in der Dolomitzone	19	1.335. Diskussion der sedimentpetrographischen Untersuchungsergebnisse	66
1.136. Karbonatuntersuchungen im oberen Teil der Twannbach-Formation	24	1.4. Quartär	70
1.137. Gliederungsvorschlag	27	1.41. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet	70
1.138. Chronostratigraphische Stellung	38	1.42. Eiszeitliche Ablagerungen (Pleistocaen, Würm)	71
1.14. Vergleich mit einem Malmprofil von Villers-le-Lac (Dép. Doubs)	38	1.421. Moräne	71
1.2. Kreide	39	1.422. Erratika	72
1.21. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet	39	1.423. Fluvioglaziale Schotter	72
1.22. Goldberg-Formation (Berriasien)	41	1.43. Nacheiszeitliche Ablagerungen (Holocaen)	72
1.221. Lithostratotyp	41	1.431. Felsstürze, Rutschungen, Sackungen	72
1.222. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet	41	1.432. Blockschutt, Gehängeschutt	72
1.223. Goldberg-Formation in der Seekette	42	1.433. Postglaziale Schotter	73
1.224. Chronostratigraphische Stellung	42	1.434. Seekreide	73
1.23. Mergel- und Kalkzone, Marbre bâlard, (?) Marnes d'Arzier, Calcaire roux (Berriasien-Valanginien)	42	1.435. Sumpf, Moor, Torf, anmoorige Gebiete	73
1.231. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet	42	1.436. Verwitterungserscheinungen	73
1.232. Verbreitung in der Seekette	46	2. Tektonik	
1.233. Chronostratigraphische Stellung	46	2.1. Seekette	74
1.24. Mergel, Knollenmergel, Mergel- und Kalkzone, Pierre jaune de Neuchâtel (Hauterivien)	47	2.2. Molasse	75
1.241. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet	47	3. Hydrogeologie	
1.242. Verbreitung in der Seekette	48	3.1. Grundwassergebiete	76
1.243. Chronostratigraphische Stellung	48	3.2. Quellen	76
1.25. Taschenbildungen	48	3.3. Wasserversorgungen	77
1.3. Tertiär	49	Zusammenfassung	77
1.31. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet	49	Literaturverzeichnis	81
		Verzeichnis der benutzten geologischen Karten	88

Verzeichnis der Textfiguren, Tabellen und Tafeln

Textfiguren

	Seite
Fig. 1 Übersichtskarte des Aufnahmegebietes	7
Fig. 2 Arenitischer bis zoogendetritischer Kalk (Grenznerineenbank)	12
Fig. 3 Twannbach-Formation: Profil Neuve Métairie (NM)	15
Fig. 4 Twannbach-Formation: Profil La Neuveville (NE)	17
Fig. 5 Twannbach-Formation: Profil Sur Montay (SM)	19
Fig. 6 Art der Probenahme für die Untersuchung der Bänke NM 17 und NE 22/22a	20
Fig. 7 Dolomituntersuchungen Bank 17, Profil Neuve Métairie	21
Fig. 8 Dolomituntersuchungen Bank 22/22a, Profil La Neuveville	22
Fig. 9 Krypto- bis mikrokristalliner dolomitischer Kalk	25
Fig. 10 Sedimentogene Strukturen (Stromatolithe) in plattigem, dolomitischem Kalk	25
Fig. 11 Sedimentogene Strukturen (Stromatolithe) in plattigem, dolomitischem Kalk; Peel	26
Fig. 12 Situation der Probenahme für die Analysenreihen OT 1–11 (oberer Teil der Twannbach-Formation)	27
Fig. 13 Karbonatuntersuchungen im oberen Teil der Twannbach-Formation	28
Fig. 14 Sammenprofil der Twannbach-Formation	30/31
Fig. 15 Zoogendetritischer Kalk aus den Unteren Twannbachkalke	33
Fig. 16 a), b) Neotrocholinien aus der Twannbach-Formation	33
Fig. 17 Steinbruch La Neuveville	34
Fig. 18 Steinbruch Sur Montay	34
Fig. 19 Makrokristalliner Kalk aus dem obersten Teil der Oberen Twannbachkalke	37
Fig. 20 Koprolithenkalk aus dem oberen «Portlandien» von Villers-le-Lac	37
Fig. 21 «Portlandien»: Profil Steinbruch Combe Geay, E Morteau	38
Fig. 22 Aufschlusskarte Ligerz (NE Dorfabchnitt)	43
Fig. 23 Aufschlusskarte Ligerz (SW Dorfabchnitt)	47
Fig. 24 Schwermineral-Untersuchungen im Siderolithikum und in der Kreide	51
Fig. 25 Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat nach FÜCHTBAUER	56
Fig. 26 Petersinsel-Schichten: Lithologisches Detailprofil St. Petersinsel	58
Fig. 27 Schwermineral-Untersuchungen in der Molasse der St. Petersinsel	59
Fig. 28 Leichtmineral-Untersuchungen in der Molasse der St. Petersinsel	60
Fig. 29 Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der St. Petersinsel	61
Fig. 30 Art der Probenahme für die sedimentpetrographischen Untersuchungen	62
Fig. 31 Schwermineral-Untersuchungen in der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes	64
Fig. 32 Leichtmineral-Untersuchungen in der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes	65
Fig. 33 Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes und einer Huppererde-Probe aus dem Steinbruch Sur Montay	66
Fig. 34 Schichtlagen der Molasse auf der St. Petersinsel	75
Fig. 35 Schematisierte Übersicht über die Verteilung der wichtigsten Schwermineralien in der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes	80

Tabellen

Tab. 1 Übersicht über die im Aufnahmegebiet vorkommenden stratigraphischen Einheiten des Jura- und Kreidesystems	10
Tab. 2 Untersuchungen an Gesteinen der unteren Kreide im Gebiet zwischen Twann und La Neuveville	44
Tab. 3 Übersicht über die stratigraphischen Einheiten der subjurassischen Molasse im Bielerseegebiet	54
Tab. 4 Ergebnisse der Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der St. Petersinsel	61
Tab. 5 Ergebnisse der Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes und einer Huppererde-Probe aus dem Steinbruch Sur Montay	66
Tab. 6 Sedimentpetrographische Untersuchung der Molasse-Sandsteine	68

Tafeln

Taf. I Geologische Karte der Seekette zwischen Twann und La Neuveville (1:25000), mit 4 Profilen	
--	--

Einleitung

Die Seekette von Grenchen bis Twann erfuhr in den Jahren 1958–1964 durch THALMANN und HÄFELI eine systematische Neubearbeitung. THALMANN legte das Schwergewicht auf die Untersuchung der Reuchenette-Formation («Kimmeridgien»), HÄFELI befasste sich in erster Linie mit dem Problem der Jura/Kreide-Grenzschichten.

Die vorliegende Dissertation bildet den Schluss dieser unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. R. F. Rutsch ausgeführten Arbeiten über die Seekette und deren Nachbargebiete. Ausgangspunkt unserer Untersuchungen war die Detailkartierung der Seekette zwischen Twann und La Neuveville und der St. Petersinsel im Mass-

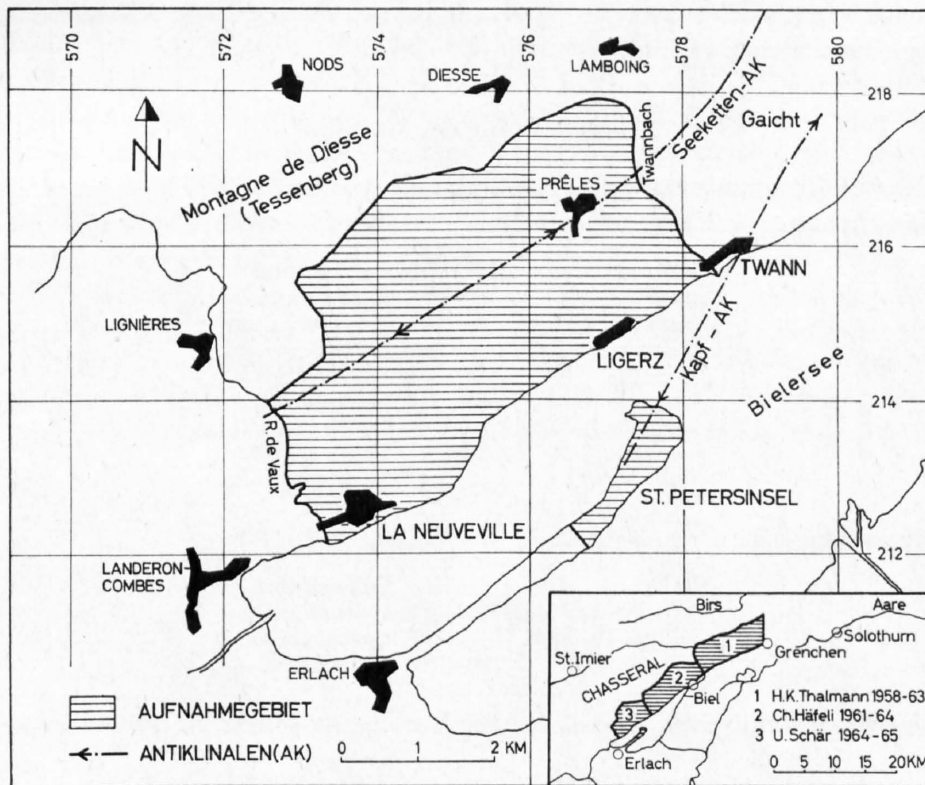


Fig. 1. Übersichtskarte des Aufnahmegebietes.

stab 1:10000. Als topographische Unterlage dienten die Übersichtspläne 1:10000 Nr. 134 (La Neuveville) und Nr. 135 (Twann) des Vermessungsamtes des Kantons Bern. Die verwendeten Flur- und Ortsnamen beziehen sich ausschliesslich auf die Landeskarte 1:25 000.

Das Aufnahmegebiet (Fig. 1) wird im E und N durch den Twannbach, im W durch den Ruisseau de Vaux und die Kantonsgrenze Bern-Neuenburg und im S durch den Bielersee begrenzt.

Problemstellung

Im stratigraphischen Teil ging es zunächst darum, die Untersuchungen von THALMANN (1966) und HÄFELI (1966) über die Twannbach-Formation («Portlandien») weiter auszubauen und diese lithostrati-

graphische Einheit nach Möglichkeit zu gliedern. Dabei wurde das Schwergewicht auf Karbonatuntersuchungen gelegt. Weiterhin wurde dem Faciesproblem in der Twannbach-Dolomitzone besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Schliesslich stellten wir uns die Aufgabe, ein vom «Stampien» bis ins «Helvétien» durchgehendes Profil der subjurassischen Molasse sedimentpetrographisch zu untersuchen. Zum Vergleich liegen eine Reihe neuester Arbeiten ähnlicher Art aus andern Teilen des schweizerischen Molassebeckens vor.

Im tektonischen Teil standen das Problem der Flankenüberschiebung in der Gegend von La Neuveville (Seekette) und die Frage nach der tektonischen Stellung der St. Petersinsel im Vordergrund.

Stratigraphische Terminologie

Wir unterscheiden lithostratigraphische, biostratigraphische, chronostratigraphische und geochronologische Begriffe (INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC TERMINOLOGIE, 1961). Lithostratigraphische Einheiten werden, formal angewendet, als *Formationen* bezeichnet (Reuchenette-Formation usw.). Kommt ihnen bloss informale Bedeutung zu, dann werden für diese Schichtkomplexe die bisher verwendeten, auf lithologische Kennzeichen bezogenen Ausdrücke (Marbre bâtard, Calcaire roux usw.) übernommen. In jedem Fall soll die lithostratigraphische Einheit eine kartierbare Grösse sein. Sie ist, als Formation, durch eine Typuslokalität und ein Typusprofil gekennzeichnet. Diese beiden Bedingungen gelten auch für die Stufe als chronostratigraphische Einheit.

Nomenklatur der Gesteine

Zur lithologischen Charakterisierung der Gesteine gelangen folgende Bezeichnungen zur Anwendung:
Gesteinsbezeichnung nach Karbonatgehalt (PETTIJOHN 1957: 410):

Kalk	100– 95% Karbonatgehalt
mergeliger Kalk	95– 85% Karbonatgehalt
Mergelkalk	85– 75% Karbonatgehalt
kalkiger Mergel	75– 65% Karbonatgehalt
Mergel	65– 35% Karbonatgehalt
toniger Mergel	35– 25% Karbonatgehalt
Mergelton	25– 15% Karbonatgehalt
mergeliger Ton	15– 5% Karbonatgehalt
Ton	5– 0% Karbonatgehalt

Gesteinsbezeichnung nach Dolomitgehalt (PETTIJOHN 1957: 418):

Kalk	0– 10% Dolomitgehalt
dolomitischer Kalk	10– 50% Dolomitgehalt
kalkiger Dolomit	50– 90% Dolomitgehalt
Dolomit	90–100% Dolomitgehalt

Bezeichnung der Schichtungsart in bezug auf die Mächtigkeit (SHELL STANDARD LEGEND 15.05.25–15.05.30):

dickbankig	> 100 cm
bankig	30 –100 cm
dünnbankig	10 – 30 cm
plattig	3 – 10 cm
dünnplattig	1 – 3 cm
blättrig	0,3– 1 cm

Für die *texturelle* Kennzeichnung der Karbonatgesteine benützen wir die Klassifikation von FOLK (1959: 16, 18). Dieser Autor unterscheidet zwischen allochemischen und orthochemischen Karbonatgesteinen. Erstere weisen stets Komponenten auf, welche einen Transportweg irgendwelcher Grössenordnung zurückgelegt haben. Sie liegen in einer makro- oder mikrokristallinen Grundmasse (Sparite, Mikrite). Dabei können die Komponenten verschiedenen Ursprungs sein. Handelt es sich um anorganischen Detritus, erfolgt eine weitere Unterteilung nach der Korngrösse: >2 mm Durchmesser = Kalcirudit, 2,0–0,06 mm = Kalkarenit, <0,06 mm = Kalcilutit. Weiterhin können die Komponenten Ooidform auf-

weisen (Oosparit, Oomikrit) oder zoogenen Ursprungs sein (Biosparit, Biomikrit). Orthochemische Karbonatgesteine sind solche, die keine Komponenten aufweisen, welche einen Transport mitgemacht haben. Derartige Kalke bestehen ausschliesslich aus feinkristallinen Karbonatmineralien (vgl. dazu auch THALMANN 1966).

Die verwendeten Korngrössenbezeichnungen wurden wie folgt abgestuft:

makrokristallin	>0,2 mm
mikrokristallin	0,01–0,2 mm
kryptokristallin	<0,01 mm

Für die Benennung der Molassegesteine benützen wir das Karbonat–Ton–Sand-Diagramm von FÜCHTBAUER (1959: 608; vgl. Fig. 25).

Methodisches

Die *Siebanalysen* werden nach der von MATTER (1964: 411) beschriebenen Methode durchgeführt. Die *Karbonatanalysen* erfolgen mittels komplexometrischer Titration (SCHWARZENBACH 1960). Eine genaue Arbeitsanleitung findet sich in MATTER (1964: 392); vgl. dazu ferner die Arbeiten von MÜLLER (1956 a, b). Die Präparations- und Auszählungsmethodik für *Schwer- und Leichtmineralien* übernehmen wir im Prinzip von DELLA VALLE (1965: 100) und MATTER (1964: 399, 400). Als besonders geeignete Methode für die *Dolomitfärbung* erwies sich das von LÜTHY (1965: 7) beschriebene Verfahren. Für die Dolomitfärbung von Dünnschliffen halten wir uns an die Methodik von HÜGI (1945: 116). Bei der Herstellung von *Peels* kamen zwei Verfahren zur Anwendung, wobei das nachstehend zuerst beschriebene gegenüber dem zweiten gewisse Vorteile bietet. GERMANN (1965: 295) beschreibt, in Anlehnung an die Arbeiten von STERNBERG & BELDING (1942), einen Folienabzug, welcher bei sehr guter Qualität des «Filmes» äusserst zeitsparend ist. Die Herstellungszeit beträgt, wenn das Gestein entsprechend vorbereitet ist, bloss eine Minute. Dabei werden handelsübliche Zellulose-Azetatfolien verwendet, deren Dicke nach unseren Erfahrungen 0,3 mm betragen sollte. Versuche mit Folien geringerer Dicke ergaben unbefriedigende Resultate (Einrollen und Schrumpfen des «Filmes»). Im übrigen sei auf die Arbeitsanleitung in GERMANN (1965: 295) verwiesen. Das zweite Verfahren zur Herstellung von *Peels* wird ausführlich von THALMANN (1966: 11) beschrieben. Dieses liefert wohl vorzügliche Bilder, erfordert aber gegenüber der oben beschriebenen Methode einen erheblich grösseren Zeitaufwand.

1. STRATIGRAPHIE

Tabelle 1: Übersicht über die im Aufnahmegebiet vorkommenden stratigraphischen Einheiten des Jura- und Kreidesystems.

System	Stufe	Lithostratigraphische Einheit		Facies
KREIDE	Hauterivien	Pierre jaune de Neuchâtel Mergel- und Kalkzone Knollenmergel Mergel		marin
	Valanginien	Calcaire roux ? Marnes d'Arzier Marbre bâtard		
		Mergel- und Kalkzone		
	Berriasien	Goldberg-Formation		limnisch-brackisch
JURA	Portlandien	Twannbach-Formation	Obere Twannbachkalke	marin
			Twannbach-Dolomitzone	marin-evaporitisch, supralitoral
			Untere Twannbachkalke	marin
	Kimmeridgien	Reuchenette-Formation		marin

1.1. Malm

1.1.1. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet

Erste Angaben über den geologischen Aufbau der Seekette erhalten wir von THURMANN (1836). Auf einem Profil «Coupe de Porrentruy à Neuveville» stellt er die Seekette als Hebung («soulèvement») 1. Ordnung, aufgebaut aus Gesteinen der «Groupe portlandien» und des «Corallien» dar¹⁾. An dieser Auffassung

¹⁾ THURMANN unterteilt das Jurasystem in eine untere, mittlere und obere Stufe, wobei er die obere, die uns in diesem Zusammenhang einzig interessiert, die sogenannte «étage supérieure» (= «Groupe portlandien»), in «Calcaire portlandien» (oben) und «Marnes kimmeriennes» (unten) gliedert. Später lässt er die englischen Namen fallen, fügt dem Oberjura noch eine bisher mit dem Mitteljura vereinigte Stufe unten an und unterscheidet damit von unten nach oben: «Astartien», «Pérocérien» und «Virgulien». Diese Gliederung entsprach paläontologischen Kriterien.

Die mittlere Stufe wurde in der Folge in «Strombien» umbenannt, THURMANN & ETALLON (1861–1864: 22). Dieses wird von GREPPIN (1870: 106) durch Kimmeridgien ersetzt. Derselbe Autor fügt zwischen das «Virgulien» und das Purbeckien eine

halten THURMANN auf der Geologischen Karte von 1852 und STUDER & ESCHER auf der Geologischen Karte der Schweiz von 1853 fest. GREPPIN & BACHMANN (Geologische Karte der Schweiz 1:100000, Blatt VII Porrentruy–Solothurn, 1868) betrachten die Seekette als Portlandien/Virgulien-Gewölbe, scheiden aber auf der Höhe von Châtillon (NE La Neuveville) eine kleine Fläche «Ptérocérien» aus, in welcher sich eine Fossilfundstelle befindet. Diese Interpretation geht auf eine detaillierte Aufnahme und ein Übersichtsprofil «Coupe de Schaltenrain à St-Imier» von HISELY zurück (in GREPPIN 1870: 121–124 und Profil im Anhang). An Fossilien aus dem «Ptérocérien» beschreibt HISELY u. a. *Nerinea depressa* und *Nerinea Bruntrutana*. *N. depressa* wurde nach der Literatur auch andernorts als Fossil des «Ptérocérien» gedeutet. HISELY hat ferner eine grosse Zahl von Fossilien aus dem «Portlandien» im Raume La Neuveville–Prêles gefunden. Diese wurden zum grossen Teil von GREPPIN (1870: 121–123) bestimmt und publiziert. ROLLIER (1893: 106) bestätigt das «Kimmeridgien»-Vorkommen NE La Neuveville. Er hält somit an HISELYS Interpretation fest, welche wohl ausschliesslich paläontologisch begründet war.

Sehr detailliert befasst sich BAUMBERGER (1894) mit dem östlichen Teil unseres Aufnahmegebietes. Er weicht einer klaren Trennung von «Kimmeridgien» und «Portlandien» in der Twannbachschlucht aus. Dies geht auch aus einem Profil durch die Seekette hervor (BAUMBERGER 1903 b: 2, Fig. 1). BAUMBERGER beobachtet in der Twannbachschlucht zwei Nerineenbänke, ohne diesen entscheidenden Leitwert zuzubilligen. SCHARDT (1904 b: 101) greift das Profil von BAUMBERGER (vgl. oben) auf, trennt nun die beiden Stufen des obersten Malm und postuliert damit ein Auftauchen des «Kimmeridgien» südlich von Prêles. Diese Interpretation findet freilich in der Geologischen Karte der Schweiz (1:100000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn, 1904) von ROLLIER & KISSLING keine Berücksichtigung. Hier wird die gesamte Seekette von Twann bis La Neuveville als «Portlandien»-Gewölbe dargestellt. In der Twannbachschlucht wird erstmals eine Trennung von «Kimmeridgien» und «Portlandien» vorgenommen. In diesem Sinn sind die Verhältnisse auch auf Blatt 2 (Basel–Bern) der Geologischen Generalkarte der Schweiz 1:200000 (1942) dargestellt.

Hinsichtlich der *stratigraphischen Gliederung* der beiden obersten Stufen des Malm übernimmt BAUMBERGER (1894: 31) namentlich für das «Portlandien» die Auffassungen von JACCARD. SCHARDT (1911: 360) stützt sich zur Beschreibung der stratigraphischen Verhältnisse in der Gegend von La Neuveville auf die Untersuchungen von HISELY (in GREPPIN 1870: 121 ff.). RYNIKER (1923), dessen Aufnahmegebiet sich weitgehend mit demjenigen von BAUMBERGER deckt, weist auf die Möglichkeit hin, die von BAUMBERGER in der Twannbachschlucht beobachteten Nerineenbänke könnten, wie dies im Neuenburger Jura möglich sei, als «Kimmeridgien/Portlandien»-Grenzhorizont verwendet werden.

THALMANN (1966) und HÄFELI (1966) haben als erste versucht, die chronostratigraphische Stellung der bisher als «Kimmeridgien» und «Portlandien» benannten Gesteinsverbände im Bielerseegebiet zu ermitteln. Sie schufen zu diesem Zweck zunächst lithostratigraphische Einheiten (Reuchenette-Formation, Twannbach-Formation), deren Fossilinhalt sie mit demjenigen der Typusprofile der Stufen verglichen.

1.12. Reuchenette-Formation («Kimmeridgien»)

1.121. Lithostatotyp

Die Reuchenette-Formation ist eine lithostratigraphische Einheit, welche die Schichtfolge zwischen den Verena-Schichten (unten) und der Dachfläche der Grenznerrineenbank (oben) umfasst (vgl. dazu THALMANN 1966).

Typuslokalität: Reuchenette, Steinbrüche der Ciment Vigier SA
LK-Blatt 1126 Büren a. A. (1:25000)
Koord. der Basis: 585.840/226.240
Koord. der Dachfläche: 585.730/226.470
Mächtigkeit: 158 ± 10 m

Portlandienstufe ein. JACCARD (1869: 181) eliminiert das «Virgulien» und setzt an dessen Stelle das Portlandien. Dieses entspricht indessen nicht vollumfänglich dem ersetzten Begriff, weist er doch, infolge des Auffindens einer nichtmarinen Fauna im obersten Teil der Stufe («Dolomies portlandiennes») diese dem Purbeckien zu. Diese Auffassung wird von ROLLIER (1888 a: 6) nicht geteilt. Er setzt das Portlandien dem früheren «Virgulien» gleich.

1.122. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet

Nach unseren Messungen sind in der Twannbachschlucht die obersten 52 ± 3 m der Reuchenette-Formation aufgeschlossen. Es handelt sich durchwegs um harte Kalke.

Die *Grenznerineenbank* ist in der Schluchtmittle, hinter der sogenannten Pulverstampfe (Koord. 577.850/216.420), zu beobachten. Sie wurde bereits von BAUMBERGER (1894: 43) festgestellt. Er hat sie allerdings noch nicht als Grenzhorizont zwischen «Kimmeridgien» und «Portlandien» aufgefasst. Die 1,2–1,8 m mächtige Bank besteht aus rötlich-braunem, arenitischem bis zoogendetritischem Kalk mit holpriger Oberfläche. Er führt massenhaft bis über 10 cm grosse Nerineen. Daneben beobachteten wir Pelecypodentrümmer, Echinodermenreste und zahlreiche Milioliden und Lituoliden (vgl. dazu Fig. 2).

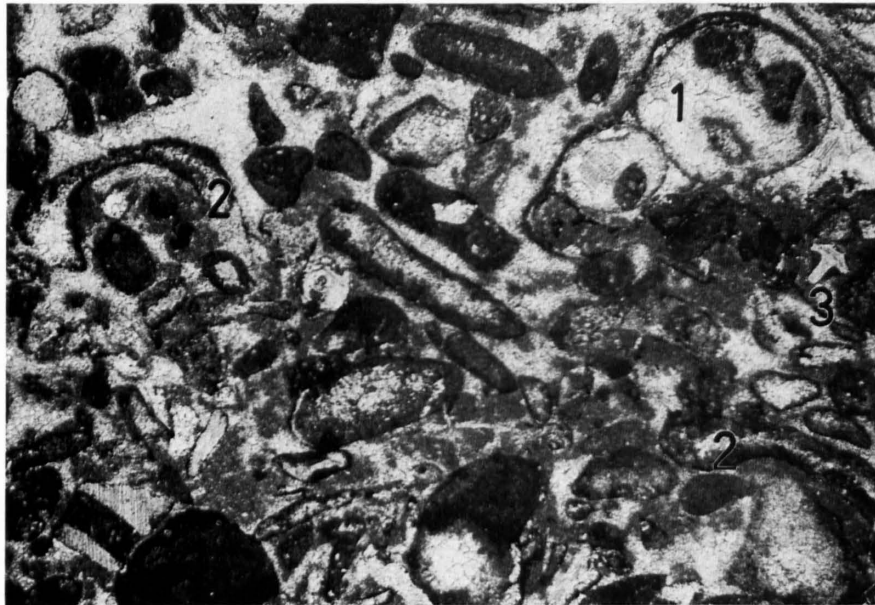


Fig. 2. Arenitischer bis zoogendetritischer Kalk (*Grenznerineenbank*), (Vergrösserung 27mal, Schliff GN), Koord. 577.850/216.420.

- 1 = Gastropodenquerschnitt
- 2 = Pelecypodenreste
- 3 = Echinidenstachel

In den untersuchten Schichten der Reuchenette-Formation konnten eine Anzahl weiterer Nerineenbänke beobachtet werden (etwa 16, 26, 30 und 46 m stratigraphisch tiefer als die *Grenznerineenbank*). Diese sind allerdings hinsichtlich Mächtigkeit und namentlich Häufigkeit und Grösse der Nerineen nicht mit der *Grenznerineenbank* zu vergleichen.

BAUMBERGERS «Bryozoenkalk» (1894: 43), ein Kalk mit massenhaft Hydrozoen der Gattung *Cladocoropsis*, konnte in der Twannbachschlucht nicht aufgefunden werden.

Die Kalke der Reuchenette-Formation können krypto-, mikro- oder makrokristalline Struktur aufweisen. Kreidig-mehlige Gesteine, wie sie aus der Twannbach-Formation bekannt sind (vgl. Abschn. 1.134.), konnten im untersuchten Teil der Reuchenette-Formation keine beobachtet werden.

Wir versuchten, Gesetzmässigkeiten der Bankungsart herauszufinden. Zu diesem Zweck wurden etwa drei Viertel des aufgeschlossenen Gesteinskörpers der Reuchenette-Formation (ein weiteres Viertel war nicht eindeutig in Bänke zu zerlegen, muss aber wohl, da es ausschliesslich massige Kalke umfasst, der Klasse «dickbankig» zugezählt werden) auf die Mächtigkeit der einzelnen Bänke hin untersucht. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt folgendes Bild:

Bänke über	100 cm Mächtigkeit	33%
Bänke von	60–100 cm Mächtigkeit	29%
Bänke von	30– 60 cm Mächtigkeit	32%
Bänke von	10– 30 cm Mächtigkeit	4%
Bänke unter	10 cm Mächtigkeit	2%

Nach der von uns befolgten Nomenklatur (vgl. S. 8) würde dies heissen:

dickbankig	33%
bankig	61%
dünnbankig	4%
plattig	2%

Die Bänke mit einer Mächtigkeit von 30–60 cm liegen eher im unteren Teil des aufgeschlossenen Profils. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch LÜTHI (1954: 15) für die Kimmeridgien-Kalke im Chasseralgebiet.

Typische Unterschiede zwischen den Gesteinen der Reuchenette-Formation und jenen der Twannbach-Formation in lithologischer Beziehung bestehen nur wenige. RYNIKER (1923: 4) glaubt im Auftreten rost-roter Flecken ein Unterscheidungsmerkmal gefunden zu haben: In den Schichten über der Grenznerineenbank sollen diese zahlreich auftreten («Fleckenkalke», vgl. Abschn. 1.137.), unter diesem Leithorizont hat er sie nicht beobachtet. Demgegenüber haben wir solche, sowohl scharf wie unscharf begrenzte, im ganzen oberen Teil der Reuchenette-Formation finden können. Weiterhin dürften in der Reuchenette-Formation keine derart ausgeprägten Partien plattiger Ausbildung zu finden sein wie in der Twannbach-Formation (vgl. dazu Abschn. 1.137.).

1.123. Verbreitung in der Seekette

In den Aufnahmegebieten von THALMANN und HÄFELI (Fig. 1) treten die Gesteine der Reuchenette-Formation auf dem Rücken der Seeketten-Antiklinale zwischen Twannberg und Magglingen und in der Taubenlochschlucht zutage. Die Grenznerineenbank ist, in mehr oder weniger typischer Ausbildung, in der Taubenlochschlucht (Koord. 586.800/222.780) und am Vorberg bei Bözingen (Koord. 586.690/223.370) aufgeschlossen. Die Verena-Schichten beschreibt THALMANN aus Reuchenette (Koord. 585.840/226.240). Ferner untersuchte er diese an deren Typuslokalität in der Verena-Schlucht bei Solothurn (Koord. 607.230/230.425). Er gelangte zum Schluss, dass es sich nicht um einen eigentlichen Oolith, wie bisher angenommen worden war, sondern um einen Kalkarenit mit beträchtlich organischem Detritus handle.

Nach den Untersuchungen von THALMANN sind die Gesteine der Reuchenette-Formation durchwegs als dichte Kalke bis mergelige Kalke ausgebildet. Die Schichtung ist, namentlich im Typusprofil, ausgesprochen dickbankig. Diese Feststellung lässt sich nicht ohne weiteres mit unseren Beobachtungen in der Twannbachschlucht in Einklang bringen. Nach THALMANN beträgt der Gesamtkarbonatanteil der Gesteine der Reuchenette-Formation an der Typuslokalität zwischen 91 und 99%. Der Dolomitgehalt übersteigt in keinem Fall 5%. Dasselbe Bild ergab sich bei den Untersuchungen im Steinbruch Biberstein bei Solothurn (Solothurner Schildkrötenkalke).

Von besonderer Bedeutung war das Auffinden der Cladocoropsis-Kalke («Bryozoenkalke» nach DESOR & GRESSLY 1859) in der Seekette. Bereits BAUMBERGER hatte, wie bereits erwähnt (S. 12), diese Kalke in der Twannbachschlucht in schöner Ausbildung beobachtet. HÄFELI (1966: 574) fand sie bei der Taubenlochbrücke (Koord. 586.530/223.360) etwa 20 m unterhalb der Grenznerineenbank. THALMANN (1966: 46) beschreibt derartige Horizonte von der Taubenlochschlucht (Koord. 586.400/223.900), ferner vom Steinbruch Biberstein bei Solothurn («Untere Bank», vgl. Profil S. 97). *Cladocoropsis mirabilis* FELIX soll nach THALMANN vereinzelt in den meisten Horizonten der Reuchenette-Formation vorkommen.

1.124. Chronostratigraphische Stellung

Eine Korrelation 1. Ordnung mit dem Chronostratotyp in England ist mangels Fossilfunden in der Reuchenette-Formation nicht möglich. Wohl kann vermutet werden, dass auf Grund des Fundes von *Aulocostephanus quenstedti* DURAND in den Solothurner Schildkrötenkalken (THALMANN 1966: 47) die obersten 25 m der Reuchenette-Formation in das Obere Kimmeridgien im Sinne von ARKELL (1956) einzuordnen sind. Somit dürfte auch der untere Teil der Reuchenette-Formation mindestens teilweise Kimmeridgien-Alter aufweisen.

1.13. Twannbach-Formation («Portlandien»)

1.131. Vorbemerkungen

Nach den Untersuchungen von THALMANN und HÄFELI stand fest, dass weder lithologische noch paläontologische Kriterien zur Gliederung der Twannbach-Formation vorhanden sind. Offen dagegen blieb die Frage einer auf geochemischer Grundlage beruhenden Unterteilung. Durch den Nachweis von Dolomitgesteinen und sedimentogenen Strukturen im mittleren Teil der Twannbach-Formation trat auch die Faciesfrage in den Vordergrund. Schliesslich wurden – angeregt durch die Feststellung von HÄFELI (1966: 580, 584), die obersten 10–15 m der Twannbach-Formation (= Teil der «Dolomies portlandiennes» älterer Autoren) seien dolomitarm – nach Voruntersuchungen im Gebiet von La Neuveville an 13 weiteren stratigraphisch einwandfrei gesicherten Stellen Analysenreihen dieses Gesteinskomplexes durchgeführt.

1.132. Lithostratotyp

HÄFELI (1966: 577) definiert die Twannbach-Formation wie folgt: «Die Twannbach-Formation ist eine lithostratigraphische Einheit, welche die Schichten vom Dach der Grenznerineenbank bis zum Dach des Calcaire âpre¹⁾ umfasst.»

Typuslokalität: Twannbachschlucht oberhalb Twann, Bielersee
LK-Blatt 1145 Bielersee (1:25000)
Lage der Grenznerineenbank: Koord. 577.850/216.420
Lage der Breccienbank: Zwischen Tüscherz und Wingreis,
Koord. 580.850/217.780
Mächtigkeit: 102 ± 5 m

1.133. Verbreitung im Aufnahmegebiet

In unserem Aufnahmegebiet bilden die Gesteine der Twannbach-Formation einen grossen Teil der Oberfläche des Seekettengewölbes (vgl. Taf. I). Sie können an der Südflanke zwischen Twann und La Neuveville, auf den Höhen von Prêles, in der Twannbachschlucht, ferner südwestwärts im Gebiet zwischen Le Chânet und La Baume, im Raume Petit Veloux–Les Longs Esserts sowie südwestlich Sur les Mayes und im Tälchen des Ruisseau de Vaux beobachtet werden.

1.134. Stratigraphische Detailprofile

Profil Neuve Métairie [NM] (Twannbach-Formation). Steinbruch auf dem Gewölbescheitel der Seekette, N La Neuveville, LK-Blatt 1145 Bielersee (1:25000), Koord. 573.875/214.625. Stratigraphische Stellung des Profils: Dach (Bank 25 a) etwa 11 m unterhalb der Obergrenze der Twannbach-Formation (vgl. dazu Fig. 14, Profil S 1).

- | | | |
|-------|-----------|--|
| 1. | x + 0,5 m | Graubeiger, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk. Fossilleer ²⁾ . |
| 2.–3. | 1,4 m | Graubeiger, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, mergeliger Kalk, dünnbankig bis plattig, feinlagig bis «Kleinfältelung» im Handstückbereich. |
| 3a. | 0,4 m | Grauer, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, mergelig-dolomitischer Kalk, bankig bis dünnbankig. |
| 4. | 0,4 m | Braungrauer, rostgelb gefleckter, krypto- bis zonenweise mikrokristalliner, mergeliger Kalk, feinlagig. |
| 5. | 0,1 m | Hellbeiger, dolomitischer, mergeliger Kalk bis Mergelkalk. |
| 6. | 0,4 m | Hellbeiger, kreidig-mehlig, krypto- bis schwach mikrokristalliner, kalkiger Dolomit, bankig. |
| 7. | 0,3 m | Graubräunlicher, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, dolomitischer Kalk, bankig bis dünnbankig.
Dendriten auf Schichtflächen. |

¹⁾ Über die Verwendungsmöglichkeit des Begriffs «Calcaire âpre» vgl. Abschn. 1.137.

²⁾ Die Bänke 1–19 sind fossilleer.

- | | | |
|----------|--------|--|
| 8. | 0,35 m | Grauer, sehr schwach rostgelb gefleckter, mikro- bis kryptokristalliner, mergelig-dolomitischer Kalk, dünnbankig bis plattig. |
| 9.-10. | 0,9 m | Grauer, schwach rostgelb gefleckter, mikro- bis (zurücktretend) kryptokristalliner, dolomitischer Kalk, dünnbankig bis plattig.
Dendriten auf den Schichtflächen. |
| 11. | 0,2 m | Grauer, rostgelb gefleckter, mikro- bis kryptokristalliner, mergelig-dolomitischer Kalk, feinlagig.
Dolomitverteilung: Probe 11 = 42,7% Dolomitgehalt, lagig im Kleinbereich. |
| 11a.-12. | 0,65 m | Grauer, schwach rostgelb gefleckter, mikro- bis kryptokristalliner, dolomitischer Kalk bis kalkiger Dolomit, bankig bis plattig. |
| 13. | 0,7 m | Grauer, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, feinlagiger, mergelig-dolomitischer Kalk. |

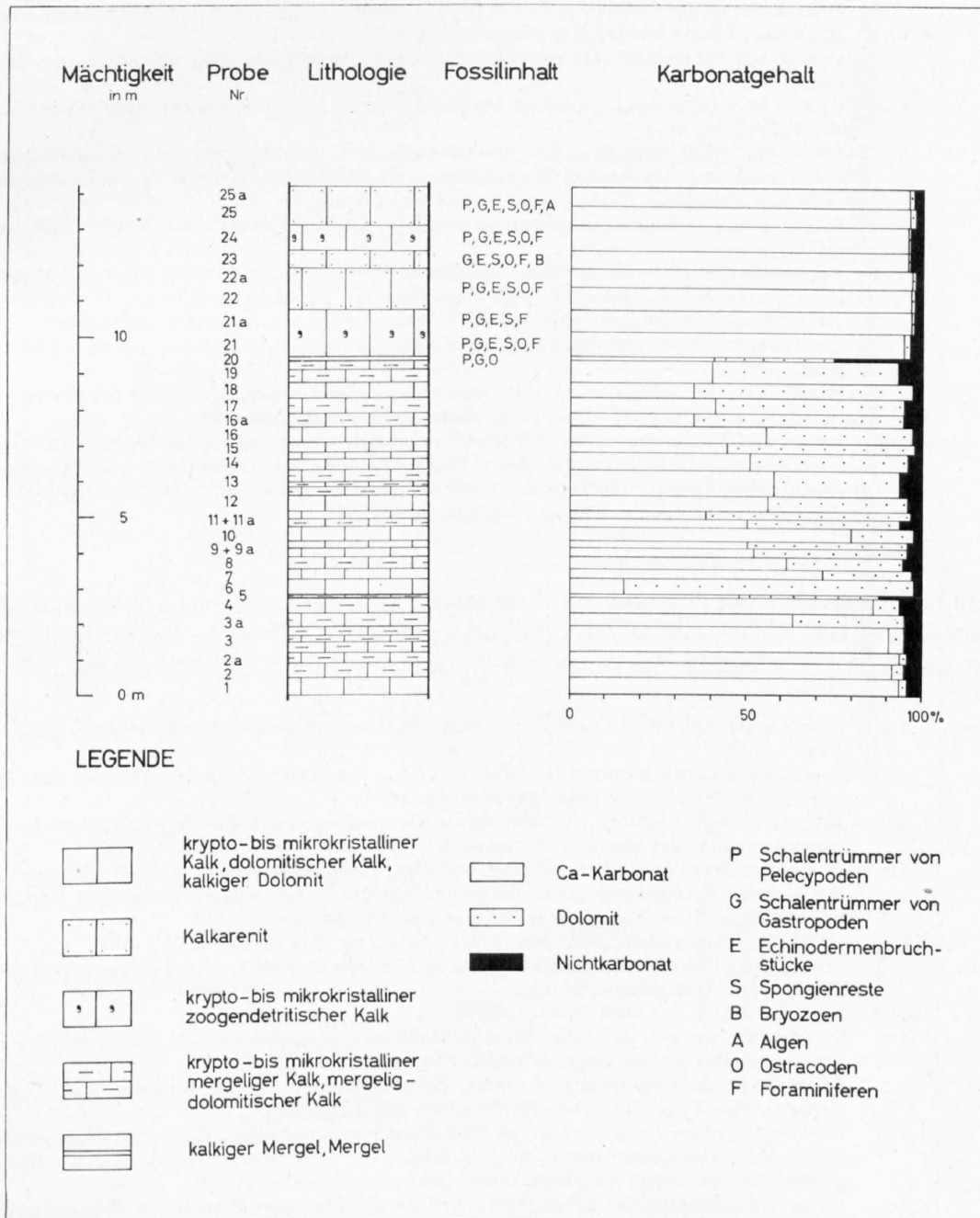


Fig. 3. Twannbach-Formation: Profil Neue Métairie [NM], Koord. 573.875/214.625; vgl. dazu auch Fig. 14 (Profil S 1).

- 14.-16. 1,2 m Beiger, grauer bis braungrauer, schwach rostgelb gefleckter (Bank 14), krypto- bis mikrokristalliner, dolomitischer Kalk bis kalkiger Dolomit, dünnbankig bis plattig. Vereinzelt eckige Komponenten. Dendriten auf den Schichtflächen.
Dolomitverteilung: Probe 14 = 44,2% Dolomitgehalt, lagig, z. T. ausgesprochen schlierig angeordnet.
- 16a.-17. 0,9 m Grauer bis hellgrauer, z. T. rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, mergelig-kalkiger Dolomit, bankig bis dünnbankig.
Dolomitverteilung: Probe 16a = 58,9% Dolomitgehalt, feinverteilt, zuweilen schlierig angeordnet.
18. 0,45 m Graubeiger, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis überwiegend mikrokristalliner, kalkiger Dolomit, bankig bis plattig.
Verteilung des Dolomits: Probe 18 = 61,5% Dolomitgehalt, fein verteilt, z. T. ausgesprochen schlierige Anordnung.
19. 0,6 m Hellgrauer, rostgelb gefleckter, mikro- bis kryptokristalliner, mergelig-kalkiger Dolomit, bankig bis plattig.
Dendriten auf den Schichtflächen.
Dolomitverteilung: Probe 19 = 51,9% Dolomitgehalt, wolkige Anordnung, dolomitfreie Inseln.
20. 0,1 m Hellbeiger, dolomitisch-kalkiger Mergel bis Mergel.
Fossilinhalt: Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, einige unbestimmbare Ostracodenreste.
- 21.-21a. 1,3 m Grauer, schwach rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, zoogendetritischer, dickbankiger Kalk. Vereinzelt Stylolithen.
Fossilinhalt: Unbestimmbare Ostracodenbruchstücke, Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienbruchstücke; *Pseudocyclammia* sp., Textulariden, *Neotrocholina* sp., Milioliden, *Nautiloculina*, *Lenticulina*; *Clypeina* sp.
- 22.-23. 1,65 m Beiger, grauer, braungrauer, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner bis arenitischer Kalk, bankig bis dickbankig.
Fossilinhalt: Bruchstücke von Ostracoden, Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Bryozoenreste (Probe 23), Spongienreste; *Pseudocyclammia* sp., *Trocholina* sp. (kleine Jugendformen), *Neotrocholina* sp., Milioliden, Zwergformen von Lageniden, *Lenticulina*.
24. 0,7 m Braunbeiger, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner bis schwach arenitischer, zoogendetritischer Kalk, bankig.
Fossilinhalt: Schalenfragmente von Ostracoden, Echinodermereste, wenig Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienbruchstücke, häufig Milioliden.
- 25.-25a. 1,0 + x m Grauer bis bräunlichgrauer, arenitischer bis kryptokristalliner, bankig- bis dickbankiger Kalk.
Fossilinhalt: Ostracodenbruchstücke, Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienbruchstücke; *Trocholina* (? *Neotrocholina*) mit stark rekristallisierter Schale, *Trocholina* sp., Milioliden häufig; Kalkalgen (Probe 25a).

Profil La Neuveville [NE] (Twannbach-Formation). Steinbruch nördlich La Neuveville, LK-Blatt 1145 Bielersee (1:25 000), Koord. 573.450/213.225. Stratigraphische Stellung des Profils: Dach (Bank 35) etwa 15 m unterhalb der Obergrenze der Twannbach-Formation (vgl. dazu Fig. 14, Profil S 2).

- 1.-2. x + 1,9 m Graubrauner, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, zonenweise leicht arenitischer, zoogendetritischer Kalk, bankig.
Fossilinhalt: Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienbruchstücke; *Pseudocyclammia* sp.; Kalkalgenreste.
3. 0,05 m Mergelbändchen. Reichlich Pyritwürfelchen. Ostracoden- und Echinodermerbruchstücke, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden.
4. 1,5 m Graubeiger, kryptokristalliner, schwach arenitischer, zoogendetritischer Kalk, dickbankig.
Fossilinhalt: Echinodermereste, Saccocomabruchstück mit schlecht erhaltener Gitterstruktur, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienreste.
5. 1,3 m Graubräunlicher, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, dickbankiger Kalk.
Fossilinhalt: Ostracodenbruchstücke, Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienbruchstücke.
6. 0,05 m Mergelbändchen.
7. 0,5 m Braungrauer, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, z. T. brecciöser, ganz untergeordnet zonenweise oolithischer, stellenweise zoogendetritischer mergeliger Kalk, bankig.
Fossilinhalt: Echinodermerbruchstücke, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Trümmer eines Chaetetiden, Spongienbruchstücke; Milioliden.
8. 1,1 m Graubeiger, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, stark zoogendetritischer, dickbankiger Kalk.
Fossilinhalt: Echinodermereste, wenig Trümmer von Pelecypoden und Gastropoden, häufig Spongienbruchstücke; selten Milioliden, *Lenticulina*.
- 9.-10. 3,0 m Beiger, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, arenitischer, zoogendetritischer, dickbankiger Kalk.
Fossilinhalt: Echinodermereste, Schalenrümpfer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienreste; *Haplophragmium*, *Trocholina* (fraglich *Neotrocholina*), Trocholinen, Milioliden, *Nautiloculina* sp., Lageniden.

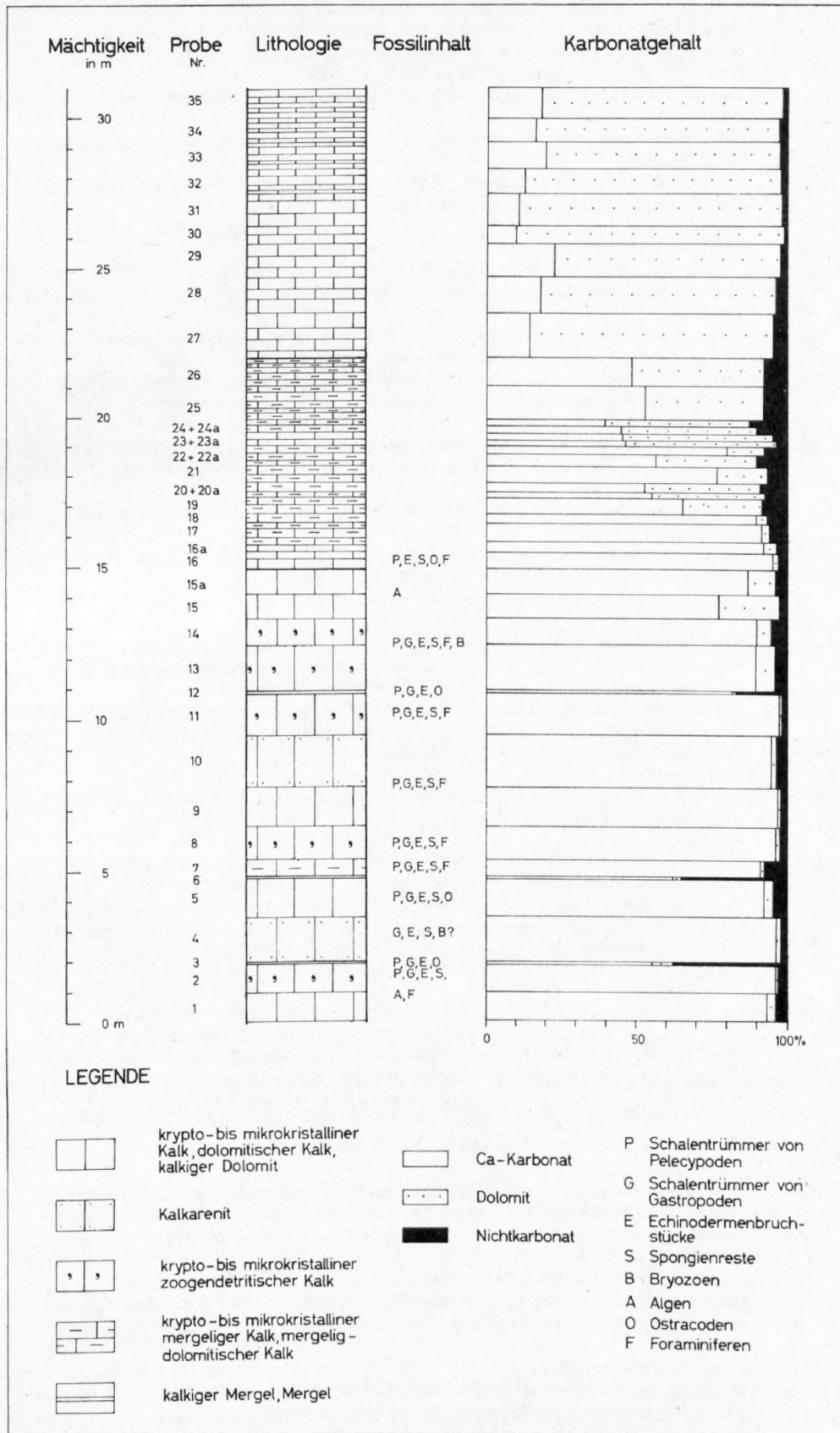


Fig. 4. Twannbach-Formation: Profil La Neuveville [NE], Koord. 573.450/213.225; vgl. dazu auch Fig. 14 (Profil S 2) sowie Fig. 17.

- | | | |
|----------|-------|---|
| 11. | 1,4 m | Hellbeiger, kryptokristalliner bis schwach arenitischer, zoogendetritischer, dickbankiger Kalk.
Fossilinhalt: Echinodermenbruchstücke, Schalenrümmer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienreste; <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina</i> (<i>Neotrocholina</i> ?), vereinzelt Milioliden. |
| 12. | 0,1 m | Hellbraun-gelblicher, kalkiger Mergel bis Mergelkalk.
Fossilinhalt: Ostracodenbruchstücke, Echinodermenreste, Schalenrümmer von Pelecypoden und Gastropoden. |
| 13.-14. | 2,3 m | Graubrauner, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, stark zoogendetritischer Kalk, bankig bis dickbankig.
Fossilinhalt: Echinodermenreste, Schalenrümmer von Pelecypoden und Gastropoden, einige Bryozoenreste, Spongienbruchstücke; <i>Lenticulina</i> . |
| 15.-15a. | 1,6 m | Beiger, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Fossilinhalt: ? Kalkalgenreste. |
| 16.-16a. | 0,9 m | Grauer und graubräunlicher, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, dünnbankiger bis plattiger Kalk. Sedimentogene Strukturen im Handstückbereich, besonders auffällig an angewitterten Flächen.
Fossilinhalt: Ostracodenbruchstücke, Echinodermenreste, Schalenrümmer von Pelecypoden und Gastropoden, Spongienreste; Textulariden, Milioliden. |
| 17.-18. | 0,9 m | Graubräunlicher, rostgelb gefleckter, mikro- bis zonenweise kryptokristalliner, mergeliger, dünnbankiger bis plattiger Kalk. Im Schliff leicht lagige Textur erkennbar.
Fossilileer. |
| 19.-22a. | 2,3 m | Grauer bis graubräunlicher, rostgelb gefleckter, mikro- bis kryptokristalliner, mergelig-dolomitischer dünnbankiger bis plattiger Kalk. Ausgesprochene «Kleinfältelung» im Handstückbereich (vgl. Fig. 10, 11).
Häufig Dendriten auf den Schichtflächen. Dolomit im Handstückbereich undeutlich lagig angeordnet.
Fossilileer. |
| 23.-23a. | 0,4 m | Beiger, krypto- bis mikrokristalliner, kreidig-mehliger dolomitischer Kalk bis kalkiger Dolomit, mit bis faustgrossen Kalkspatgeoden. Dünnbankig bis plattig.
Anordnung des Dolomits: Flächenhaft, wolkig, nicht lagig.
Fossilileer. |
| 24.-26. | 2,5 m | Beiger und braunbeiger (Bänke 24 und 26), beiger bis braunbeiger, rostig gefleckter (Bank 25), überwiegend mikro-, zurücktretend kryptokristalliner, dünnbankiger, mergelig-dolomitischer Kalk. Zonenweise ausgeprägte sedimentogene Strukturen (Bank 26!).
Dolomitverteilung: Probe 24 = 44,1 % Dolomitgehalt, fein verteilt, stellenweise schlierig angeordnet. Probe 26 = 43,4 % Dolomitgehalt, fein verteilt bis schwach lagig angeordnet, ausgesprochen schlierig in den Zonen mit intensiver «Kleinfältelung».
Fossilileer. |
| 27.-31. | 5,5 m | Hellbeiger, krypto- bis mikrokristalliner, kreidig-mehliger, kalkiger Dolomit, dünnbankig, vereinzelt sedimentogene Strukturen (Bank 31).
Fossilileer. |
| 32.-35. | 3,5 m | Hellbeiger, krypto- bis mikrokristalliner, kreidig-mehliger, kalkiger Dolomit, dünnbankig bis plattig, z. T. ausgesprochene feinlagige Schichtung (Bank 34), «ungefältelt».
Verteilung des Dolomits: Probe 32 = 83,9 % Dolomitgehalt, gleichmässig fein verteilt. Probe 34 = 80,9 % Dolomitgehalt, ausgesprochen lagig angeordnet als feine bis feinste Dolomitbändchen, daneben vereinzelt schlierige bis wolkige Ausbildung.
Fossilileer. |

Profil Sur Montay [SM] (Twannbach-Formation). Steinbruch auf dem Gewölbescheitel der Seekette E Prêles, LK-Blatt 1145 Bielersee (1:25 000), Koord. 577.100/217.000. Stratigraphische Stellung des Profils: Dach (Bank 21) etwa 26 m unterhalb der Obergrenze der Twannbach-Formation (vgl. Fig. 14, Profil S 3).

- | | | |
|---------|-------|---|
| 1. | 0,4 m | Graubeiger, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, zonenweise leicht arenitischer, bankiger Kalk.
Fossilinhalt: Vereinzelt Pelecypodentrümmer; Lituoliden; Zwergformen von Algen. |
| 2. | 0,3 m | Graubeiger, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner, bankiger Kalk mit einzelnen kleinen Breccienkomponenten.
Fossilinhalt: Trümmer von Ostracodenschalen. |
| 3.-9. | 2,1 m | Grauer bis dunkelgrauer, rostgelb bis gelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, mergelig-dolomitischer, dünnbankiger bis plattiger Kalk, feinlagig, z. T. mit intensiver «Kleinfältelung».
Fossilileer.
Dolomitverteilung: Probe 3 = 24,7 % Dolomitgehalt, schlierig bis feinlagig angeordnet. Dolomitbändchen wechsellagern mit Kalkbändchen. Probe 5 = 33,1 % Dolomitgehalt, fein verteilt. Probe 8 = 80,5 % Dolomitgehalt, ausgesprochen lagig angeordnet als feine bis feinste Dolomitbändchen, daneben vereinzelt schlierige bis wolkige Ausbildung. |
| 10.-11. | 0,5 m | Graubräunlicher, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, zonenweise schwach arenitischer, massiger, bankiger Kalk.
Fossilileer. |

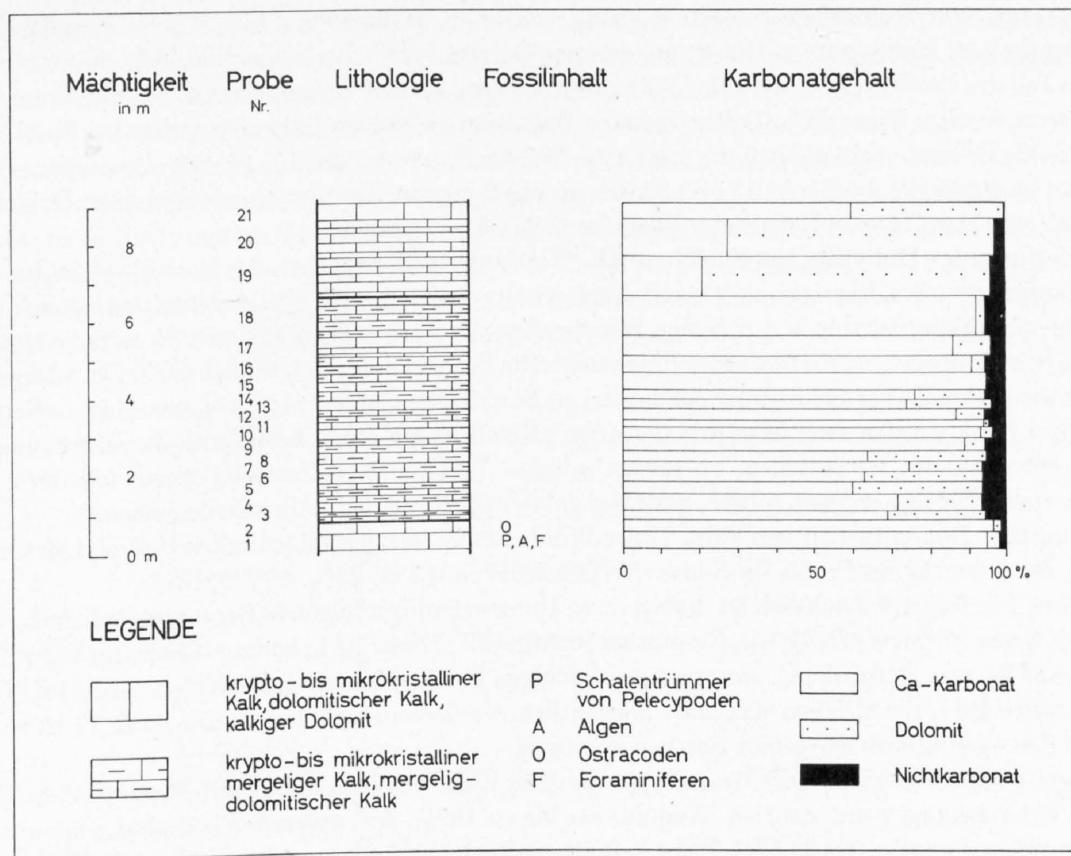


Fig. 5. Twannbach-Formation: Profil Sur Montay [SM], Koord. 577.100/217.000, vgl. dazu auch Fig. 14, Profil S 3 sowie Fig. 18.

- | | | |
|---------|-----------|--|
| 12. | 0,3 m | Graubräunlicher, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, zonenweise schwach arenitischer, dünnbankiger, mergeliger Kalk. Fossilleer. |
| 13. | 0,2 m | Grauer, schwach rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, dolomitischer Kalk, dünnbankig bis plattig, zuweilen Feinbänderung aufweisend. Fossilleer. |
| 14. | 0,3 m | Grauer, krypto- bis mikrokristalliner, dünnbankiger, mergelig-dolomitischer Kalk, z.T. brecciös (Durchmesser der Komponenten zwischen 5 und 10 mm). Fossilleer. |
| 15.-16. | 0,9 m | Grauer, z.T. rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, dünnbankiger bis plattiger, feingebänderter mergeliger Kalk, schwache «Kleinfältelung». Einige unbestimmbare rekristallisierte Fossilreste. |
| 17. | 0,5 m | Graubräunlicher, rostgelb gefleckter, krypto- bis mikrokristalliner, dünnbankiger bis plattiger Kalk. Vereinzelt sedimentogene Strukturen. Einige unbestimmbare, rekristallisierte Fossilreste. |
| 18. | 1,0 m | Grauer, rostgelb gefleckter, kryptokristalliner bis sehr schwach arenitischer, dünnbankiger, mergeliger Kalk. Einige unbestimmbare, rekristallisierte Fossiltrümmer. |
| 19.-20. | 2,0 m | Hellbeiger, mehlig-kreidiger, kryptokristalliner, dünnbankiger, kalkiger Dolomit. Häufiges Auftreten von Kalkspatgeoden. |
| 21. | 0,4 + x m | Grauer bis beiger, mikro- bis makrokristalliner, zonenweise schwach arenitischer, dolomitischer Kalk, bankig bis dünnbankig. |

1.135. Das Faciesproblem in der Dolomitzone

Das Fehlen von Fossilien im mittleren Teil der Twannbach-Formation (vgl. Detailprofile Fig. 3-5) erschwert eine sichere Faciesbestimmung. Dennoch dürfte diese im vorliegenden Fall durch einen Vergleich zweier Beobachtungstatsachen (Dolomitisierung und Auftreten von sedimentogenen Strukturen) angenähert möglich sein.

Auftreten von Dolomitgesteinen. Gesteine, welche mehr als 10% Dolomit des Gesamtkarbonatgehaltes enthalten, konnten im mittleren und oberen Teil des Profils La Neuveville (NE), im unteren und mittleren Teil des Profils Neuve Métairie (NM) und mehr oder weniger im gesamten Profil Sur Montay (SM) nachgewiesen werden. Eigentliche Dolomite (nach Definition = kalkige Dolomite) stellen im Profil NE die Bänke 27–35 (Gesamtmächtigkeit 9 m), im Profil NM die Bänke 6, 11a, 15, 16a–19 (Gesamtmächtigkeit 3,3 m) und im Profil SM die Bänke 19 und 20 (zusammen 2 m) dar. Stratigraphisch liegt diese Dolomitzone mit ihrem Dach etwa 15 m unterhalb der Basis der Goldberg-Formation.

Verteilung des Dolomits im Bankbereich. Wir vermuteten zunächst, der Dolomit sei in den plattigen, feinlaminieren Gesteinen (wo mittlere Dolomitgehalte am häufigsten sind) lagenweise angeordnet. Um diese Frage abzuklären, wurde in den beiden Steinbrüchen La Neuveville und Neuve Métairie je eine Bank mit diesen Schichtungseigenschaften näher untersucht. Die Probenahme erfolgte nach der in Fig. 6 dargelegten Art. Über die senkrecht zur Schichtung geschnittenen Bankflächen legten wir ein engmaschiges «Netz» von Proben. Pro Bank wurden zwei bzw. drei derartige «Netzflächen» durch bestimmte Zwischenräume voneinander getrennt, um festzustellen, ob niveaubedingte Verteilungsgesetzmässigkeiten, falls sich solche innerhalb eines «Netzes» ergeben sollten, auch auf grössere Erstreckung wahrnehmbar seien.

Der mittlere Dolomitgehalt von Bank 17 des Profils Neuve Métairie (Mächtigkeit 0,45 m) beträgt 53%, jener von Bank 22/22a des Profils La Neuveville (Mächtigkeit 0,7 m) 22%.

Wie aus Fig. 7 und 8 ersichtlich ist, haben diese Untersuchungen folgende Ergebnisse geliefert:

Profil Neuve Métairie (Bank 17). Gesamtkarbonatgehalt: Dieser ist in horizontaler Richtung auf kurze wie auch auf längere Erstreckung nur ganz geringfügigen Schwankungen unterworfen. Alle fünf Niveaus zeigen dasselbe Bild. Sie gleichen sich auch hinsichtlich des Gesamtkarbonatanteils. Bank 17 ist somit in bezug auf den Gesamtkarbonatgehalt ziemlich homogen.

Dolomitgehalt: Innerhalb eines Meters in horizontaler Richtung sind die Dolomitgehalte in allen Niveaus grösseren Schwankungen unterworfen (Amplituden bis zu 18%). Auf grössere Erstreckung können diese noch ausgeprägter werden (bis 22,5%). Es ist keine wesentliche Veränderung des mittleren Dolomitgehaltes in vertikaler Richtung ersichtlich.

Profil La Neuveville (Bank 22/22a). Gesamtkarbonatgehalt: Dieser ist in horizontaler Richtung Schwankungen bis zu 4,5% unterworfen. Er kann auf grössere Erstreckung noch wesentlich grössere Amplituden aufweisen (bis 7,1%). In vertikaler Richtung ist deutlich eine Vermergelung des Gesteins festzustellen.

Dolomitgehalt: Die Dolomitgehalte sind in allen Niveaus beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Die grösste ermittelte Amplitude innerhalb eines Meters beträgt 27%. Auf grössere Erstreckung verstärken sich die Schwankungen (Amplituden bis zu 35%). In vertikaler Richtung verändert sich der mittlere Dolomitgehalt nur unwesentlich und nicht in gesetzmässiger Art.

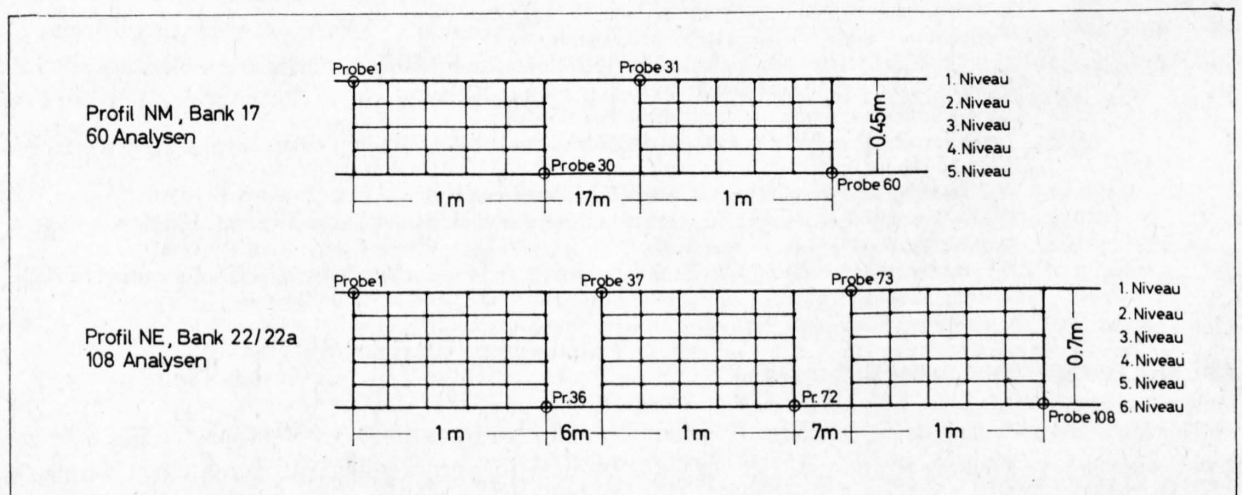


Fig. 6. Art der Probenahme für die Untersuchung der Bänke NM 17 und NE 22/22a.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass die Linien gleichen Dolomitgehalts nicht schichtparallel verlaufen. Damit ist auch erwiesen, dass der Dolomit im Bankbereich nicht, wie wir zunächst vermutet hatten, lagenweise angeordnet ist. Es scheint eher eine wolkenartige Verteilung vorzuliegen.

Gewisse Beziehungen bestehen zwischen Gesamtkarbonatgehalt und Dolomitgehalt: Ist ersterer in seiner Verteilung ausgeglichen, dann ist die Amplitude des letzteren nicht sehr gross. Ist dagegen der Gesamtkarbonatgehalt grösseren Schwankungen unterworfen, können auch die Dolomitamplituden sehr ausgeprägt werden. Nach unseren Ermittlungen ist der mittlere Dolomitgehalt bei konstanter Gesamtkarbonatverteilung höher als wenn diese inhomogen ist. Damit dürfte der Dolomitanteil direkt von der Art der Verteilung des Gesamtkarbonatgehaltes abhängig sein. Dafür spricht auch die Tatsache, dass alle von uns untersuchten kalkigen Dolomite gleichmässige (und hohe) Gesamtkarbonatwerte aufweisen.

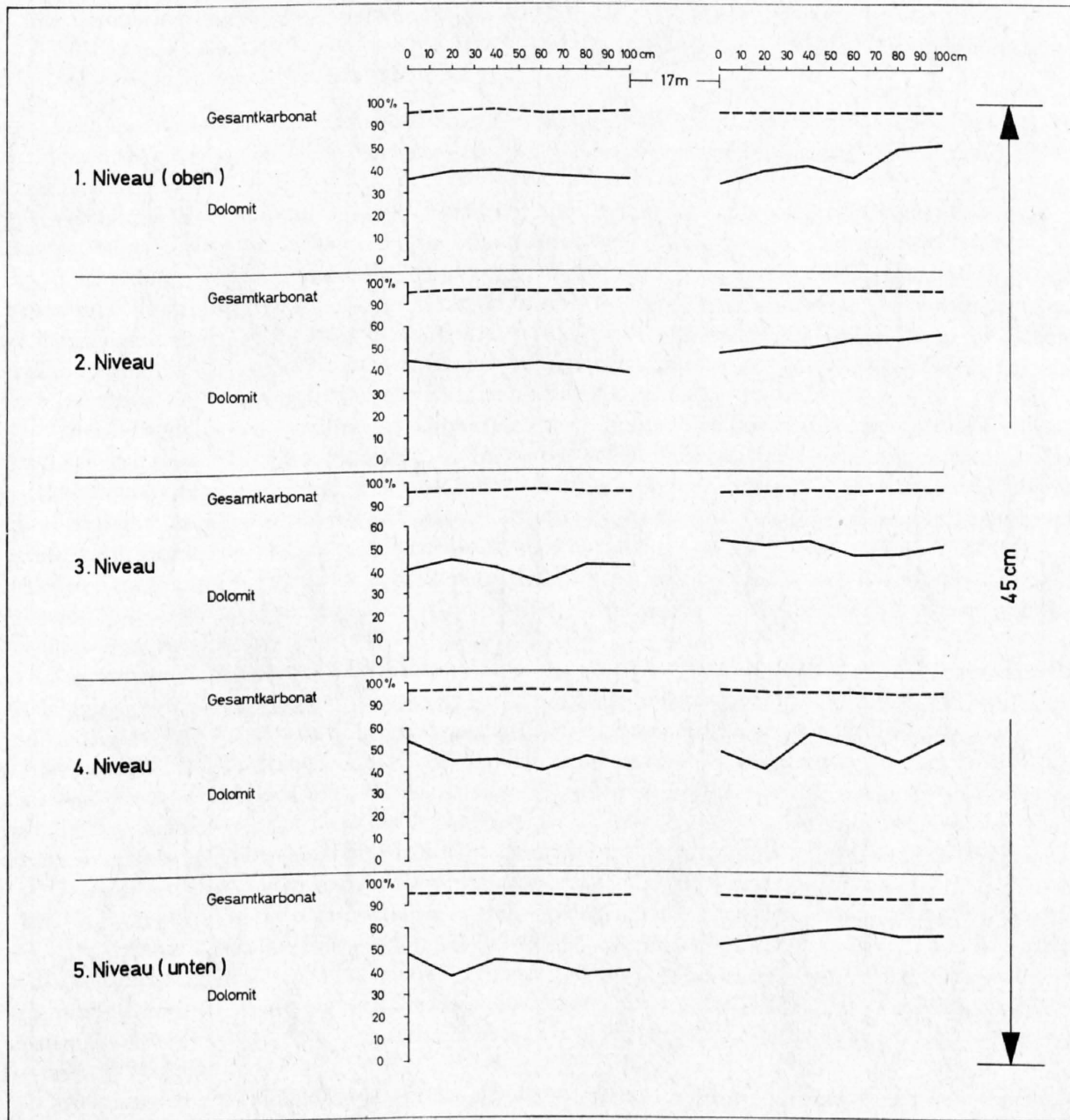


Fig. 7. Dolomituntersuchungen Bank 17, Profil Neuve Métairie.

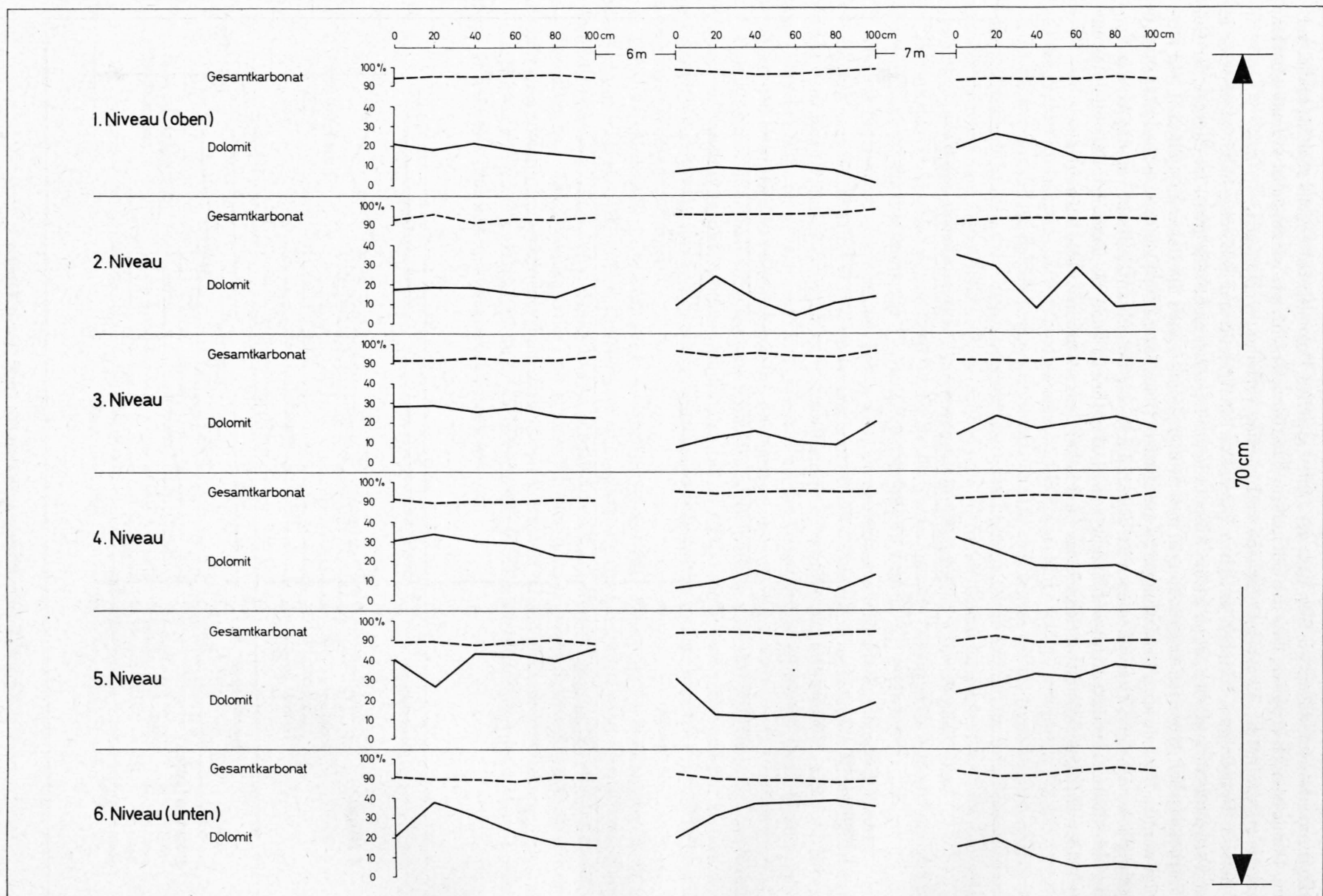


Fig.8. Dolomituntersuchungen Bank 22/22a, Profil La Neuveville.

Einen interessanten Vergleich zu diesen Fragen verdanken wir RUTTE (1965: 104). Danach bestehen im Kelheimer Jura (Weissjura Epsilon-Zeta) im allgemeinen kaum Zusammenhänge zwischen Schichtungseigenschaften und Anordnung des Dolomits. Vereinzelt wurde jedoch lagenweise Verteilung dieses Minerals in plattigen dolomitischen Kalken beobachtet.

Verteilung des Dolomits im Handstückbereich. Aus den beschriebenen Profilen wurden eine Reihe von Handstücken zur Ermittlung der Art der Verteilung des Dolomits in diesem Grössenbereich gefärbt. Dabei konnte folgendes beobachtet werden:

1. In ausgesprochenen Dolomitgesteinen (Proben NE 32, NM 19) ist der Dolomit \pm gleichmässig verteilt. Zuweilen zeigt sich schwach wolkige Ausbildung.
2. In den dolomitischen Kalken mehr oder weniger plattiger Ausbildung überwiegt die schlierige, nesterartige, zuweilen ausgesprochen wolkige Verteilung des Dolomits (Proben NE 24, NM 14, SM 5, 8).
3. In ausgesprochen feinlaminieren dolomitischen Kalken und vereinzelt in kalkigen Dolomiten erscheint die Dolomitisierung schwach bis gelegentlich deutlich lagig vorzuliegen (Proben NE 21, 26, 34, NM 11, SM 3). Zuweilen kann beobachtet werden, dass die feinen Dolomitlagen dem Verlauf der sedimentogenen Strukturen entsprechen (Proben NE 34, SM 3).

Auch im Handstückbereich ist somit keine bestimmte Anordnungstendenz des Dolomits festzustellen, wenn auch ein gewisser Trend nach lagiger Verteilung in ausgesprochen feinlaminieren Gesteinen nicht zu übersehen ist.

Verteilung des Dolomits im Schliffbereich. Alle Dünnschliffe, die von dolomitischen Gesteinen angefertigt wurden, sind gekennzeichnet durch das Auftreten \pm idiomorpher kleiner Karbonatkristalle (vgl. Fig. 9). Eine Reihe von Schliff-Färbungen hat ergeben, dass es sich bei diesen Individuen, welche Durchmesser bis 0,1 mm aufweisen können, um Dolomitkristalle handelt. Diese sind, wenn das Gestein ausgesprochen feinlaminieren ist, oft in Bändchen angeordnet. Bei Proben andersartiger Textur liegen die Dolomitkristalle meist dicht gelagert im ganzen Dünnschliff verteilt oder sind in Nestern angereichert. Vgl. dazu auch LEIGHTON & PENDEXTER 1962: 40; BEALES 1965: 68/69; SCHMIDT 1965: 144, Fig. 19.

Übrige Beobachtungen über das Auftreten von Dolomit. Eine klare Beziehung ergab sich zwischen der Schichtungsart und dem Dolomitgehalt: Im Gegensatz zu dünnbankigen bis plattigen Gesteinen, wo mittlere Dolomitgehalte am häufigsten sind, tritt im bankigen bis dickbankigen Bereich kaum Dolomit auf. Im allgemeinen nimmt der Gesamtkarbonatgehalt mit geringerer Bankmächtigkeit ab, d. h. plattige (im vorliegenden Fall dolomitische) Gesteine neigen zur Vermergelung (vgl. dazu auch SEIBOLD 1951: 284). Die kalkigen Dolomite sind gekennzeichnet durch geringe Härte, hellbeige bis weisse Farbe, kreidig-mehlige Ausbildung und hohes Porenvolumen (extrem hoher Wassergehalt!). Morphologisch drücken sich diese Eigenschaften deutlich aus: Combenbildung.

Zur Entstehungsfrage des Dolomits. Wir fassen unsere Beobachtungen über das Auftreten und die Ausbildung des Dolomits in der Twannbach-Dolomitzone kurz zusammen: Zunehmende Dolomitisierung von stratigraphisch tieferen zu höheren Bereichen, keine horizontal gleichverlaufende Dolomitverteilung (Linien gleichen Dolomitgehalts nicht schichtparallel), sondern eher wolkenartige Anordnung, in der ganzen Zone Ausbildung des Dolomits als mikrokristalline \pm idiomorphe Rhomboederchen in kryptokristalliner Grundmasse, kreidig-mehliges Habitus der kalkigen Dolomite und extrem hohe Porosität derselben, Fossilarmut im ganzen dolomitischen Bereich, erhöhter Sulfat- und Phosphatgehalt (HÄFELI 1966: Fig. 36).

Unter diesen Umständen sind, namentlich im oberen Teil der Twannbach-Dolomitzone (vgl. Abschn. 1.137.) lagunäre bis evaporitische Verhältnisse mit reduzierenden Bedingungen anzunehmen (NIGGLI 1952: 442, 445; CAROZZI 1948: 90; FAIRBRIDGE 1957: 131, 133, Fig. 3; DEFFEYES et al. 1965: 87; FÜCHTBAUER & GOLDSCHMIDT 1965: 35–39). Im unteren Teil dürfte eine Dolomitisierung im Gezeiten-Bereich i. w. S. («supratidal»-Zone) in Frage kommen. Derartige Bildungen sind in jüngster Zeit verschiedentlich beschrieben worden (FAIRBRIDGE 1957: 131, 153–156; SHINN et al. 1965: 112, 123; DEFFEYES et al. 1965: 71, Fig. 18; LAPORTE 1964: 59).

Frühdigenetische, vielleicht auch primäre Dolomitbildung erscheint im vorliegenden Fall wahrscheinlich (vgl. dazu FAIRBRIDGE 1957: 149, 150; SHINN et al. 1965: 123; SHINN 1964; SHINN & GINSBURG 1964: 547; FÜCHTBAUER & GOLDSCHMIDT 1965: 30, 31).

Sedimentogene Strukturen. In der etwa 10 m mächtigen, dünnbankigen bis plattigen Folge dolomitischer bis mergelig-dolomitischer Kalke, die mit ihrer Untergrenze 30–35 m unter der Basis der Goldberg-Formation liegt, sind im ganzen Bielerseegebiet sedimentogene Strukturen zu beobachten (vgl. Fig. 3–5, 17, 18). Dabei handelt es sich im Anschnitt senkrecht zur Schichtung um gewellte, warvenähnliche Lamination im cm-Bereich. Es können flach gewölbte, bis 6 cm lange (Fig. 10), flache, in der Mitte oft schwach eingebuchtete (Fig. 3 in SCHÄR 1966) oder sehr stark gewölbte (Neigungswinkel der «Flanken» gegenüber der Basisfläche bis 60°) Wellensättel auftreten (Fig. 11). Innerhalb dieser Lamination sind keinerlei organische Strukturen erkennbar. Auf den Schichtflächen können polygonartige, bis einige mm breite und ins Gesteinsinnere sich fortsetzende, mit Sediment ausgefüllte Risse (Trockenrisse!) beobachtet werden (z. B. Steinbruch La Neuveville, oberste Abbaubasis, Fig. 17; Vingelz-Tunnel SBB, Nähe Fensterstollen, Dolomitzone).

Diese Beobachtungen führten zur Annahme, derartige Bildungen könnten primär organischen Ursprungs sein und zwar in Form fossiler Algen-Rasen («algal mats»). Analoge Schnittbilder verdanken wir u. a. LOGAN et al. (1964: Pl. 1/B, C; Fig. 2, 3, 5). Dabei könnten wir uns die flächenhafte Verbreitung dieser Organismen etwa in der von ILLING et al. (1965: Fig. 2; Fig. 4/G, H) oder LOGAN et al. (1964: Pl. 1/A) abgebildeten Art vorstellen. Nach diesen Autoren wären diese Bildungen auf die intra- bis supralitorale Zone beschränkt. HOMMERIL & RIOULT (1965: 153) bestätigen diese Auffassung. Sie weisen ferner darauf hin, dass diese Organismen euryhalin sind, d. h. auch hypersalines Milieu ohne weiteres ertragen. Die beiden Autoren rekonstruieren den Ablauf der Sedimentation derartiger Algen-Rasen und kommen zum Schluss, dass das Resultat eine \pm zyklisch entstandene Lamination sei, wobei die Algen als «Stabilisatoren» des Sediments wirken.

Die in der Twannbach-Dolomitzone des Bielerseegebietes auftretenden sedimentogenen Strukturen lassen sich demnach als *Stromatolithe* deuten. Für deren Bildungsmilieu (zeitweilige Trockenlegung) spricht namentlich auch das Auftreten von Trockenrissen auf den Schichtflächen.

Facies der Dolomitzone. Die Dolomitierungserscheinungen und das Auftreten von Stromatoliten zeigen ähnliche Milieu-Typen an (vgl. dazu auch YOUNG 1935, ILLING et al. 1965): Im Verlaufe der Bildungszeit, in der die Gesteine der Dolomitzone (Mittlerer Teil der Twannbach-Formation) entstanden, dürfte eine allmähliche Verlandung verbunden mit stark zunehmender Salinität abgeschlossener Restmeer-Bereiche erfolgt sein.

1.136. Karbonatuntersuchungen im oberen Teil der Twannbach-Formation

Unsere bisherigen Detailuntersuchungen bezogen sich auf die dolomitführenden Gesteine der Twannbach-Formation. Diese liegen mit ihrer Obergrenze 10–15 m unterhalb der Breccienbank (vgl. S. 14, Anm. 1), welche den Übergang zur Goldberg-Formation vermittelt. Da auch der oberste Schichtstoss der Twannbach-Formation (10–15 m mächtig), welcher von älteren Autoren (BAUMBERGER 1894: 38; RYNIKER 1923: 6, 7) als oberstes Portlandien aufgefasst wurde, früher dem Begriff «Dolomies portlandiennes» (vgl. Abschn. 1.137.) untergeordnet wurde, blieb abzuklären, ob in diesem Komplex tatsächlich Dolomit vorhanden sei (vgl. dazu ferner Abschn. 1.131.). Der makroskopische Aspekt dieser auf weite Erstreckung (Bielerseegebiet–Valangin–Villers-le-Lac) (vgl. auch SCHARDT 1910: 1) lithologisch sehr einheitlichen Gesteine sprach gegen einen wesentlichen Dolomitgehalt. Diese Vermutung äusserte bereits FREI (1925: 21).

Wir haben an zahlreichen, stratigraphisch gesicherten Stellen Analysenreihen dieses Gesteins durchgeführt (Fig. 12). Neben den Proben OT 1–11 untersuchten wir noch insgesamt 20 Gesteinsproben aus der Gegend von Villers-le-Lac (Dép. Doubs, Frankreich), der «Typlokalität» der «Dolomies portlandiennes» (vgl. Abschn. 1.137.). Gesamthaft wurden 126 Analysen ausgeführt (Fig. 13).

Die Ergebnisse: Von den 126 analysierten Proben wies keine einzige mehr als 3% Dolomit auf. Im Mittel liegt der Dolomitgehalt bei 1%. Der Gesamtkarbonatgehalt ist durchwegs auffallend hoch. Bei der überwiegenden Zahl der Proben schwankt er zwischen 98 und 99,9%. Wie bereits erwähnt, sind diese Kalke auch lithologisch auf eine grosse Erstreckung sehr einheitlich ausgebildet.

Die einzelnen Analysenreihen lassen sich wie folgt charakterisieren:

- OT 1: Sur les Morels (W Prêles), Koord. 576.340/216.220 und 576.280/216.150; 8 Analysen.
Harter, hellbeiger, kryptokristalliner bis arenitischer, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 97,4 und 99,6%.
Dolomitgehalt zwischen 0 und 1,5%.
- OT 2: Devant la Praye (Tessenberg), Koord. 574.150/215.440 und 574.100/215.420; 9 Analysen.
Harter, hellbeiger, kryptokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 97,8 und 99,4%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,5%.

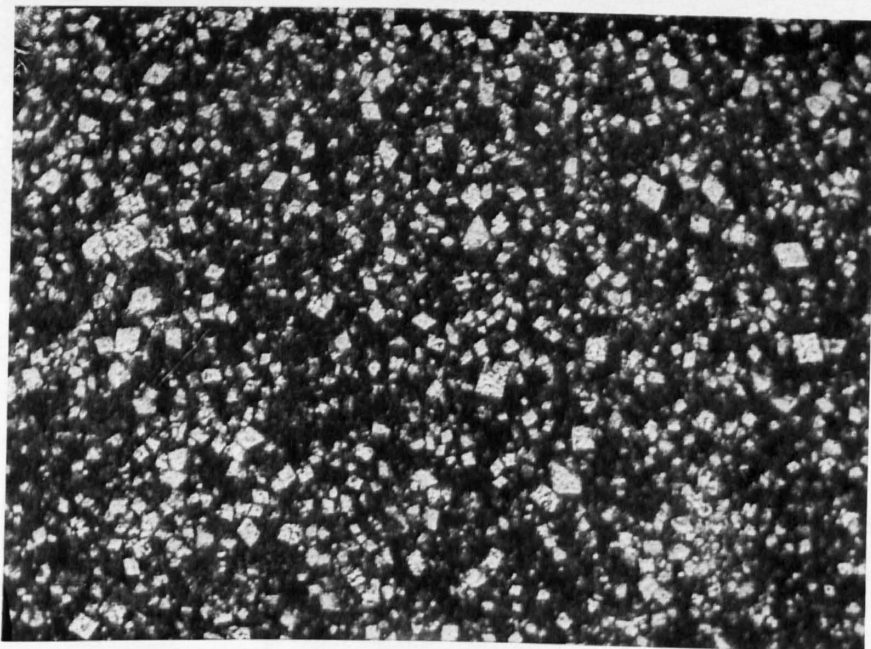


Fig. 9. Krypto- bis mikrokristalliner, dolomitischer Kalk (Profil NM, Bank 16) [Vergrößerung 70mal]. Idiomorphe Rhomboederchen = Dolomitkristalle (nat. Grösse: durchschnittlich 0,1 mm).

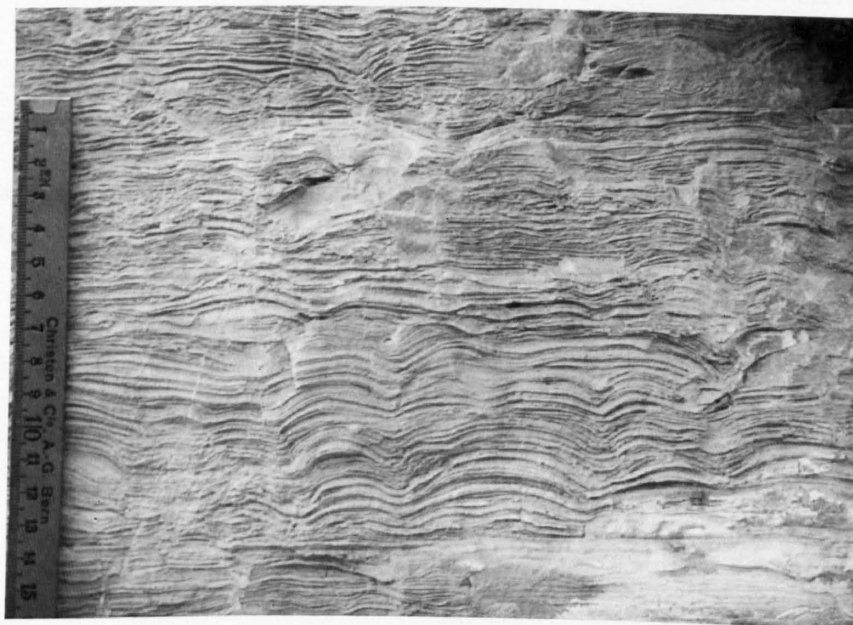


Fig. 10. Sedimentogene Strukturen (Stromatolithe; «algal mats») in plattigem, dolomitischem Kalk (Profil NE, Bank 21). Vgl. dazu auch Fig. 3 in SCHÄR 1966.

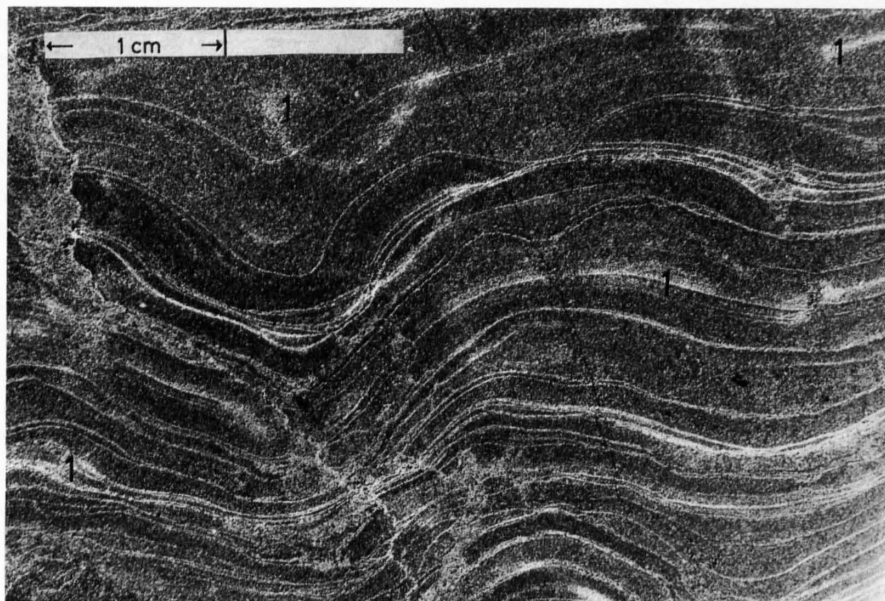


Fig. 11. Sedimentogene Strukturen (Stromatolithe; «algal mats») in plattigem, dolomitischem Kalk: Peel (Profil NE, Bank 21). Kryptokristalline Grundmasse mit mikrokristallinen, gleichmässig verteilten \pm idiomorphen Dolomitrhomboederchen. Weisse Wellenlinien: ? Tonlagen. Helle, unscharf begrenzte, z. T. gebogene, unterbrochene Bändchen (1): rostgelbe Flecken.

- OT 3: La Combe (N La Neuveville), Koord. 572.950/212.920; 10 Analysen.
Harter, hellbeiger bis weisser, mikrokristalliner bis arenitischer, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 97,6 und 99,4%.
Dolomitgehalt zwischen 0,7 und 1,8%.
- OT 4: Festiguët (N Ligerz), Bahneinschnitt, Koord. 576.730/215.260; 10 Analysen.
Harter, hellbeiger bis hellgrauer, kryptokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 96,8 und 98,8%.
Dolomitgehalt zwischen 0,3 und 2,2%.
- OT 5: Brunnmühle bei Twann, Koord. 578.040/215.630; 10 Analysen.
Harter, hellbeiger bis mausgrauer, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 96,2 und 99,6%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 2,9%.
- OT 6: Ausgang Twannbachschlucht (bei der Brücke), Koord. 578.210/215.840; 10 Analysen.
Harter, hellbeiger bis hellgrauer, kryptokristalliner bis arenitischer Kalk. *Favreina* sp.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 95,6 und 99,4%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 2,2%.
- OT 7: Schernelz, hinter Reservoir, Koord. 577.370/215.830; 9 Analysen.
Harter, hellbeiger, mikrokristalliner bis arenitischer, bankiger Kalk. Echinodermentrümmern, vereinzelt *Favreina* sp., Bruchstücke von Algen.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 96,4 und 99,0%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,8%.
- OT 8: Unter der Flue (Tüscherz), Koord. 580.860/217.740; 10 Analysen.
Harter, bräunlichbeiger bis hellbeiger, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 96,8 und 98,6%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,1%.
- OT 9: Alfermée, Koord. 582.150/218.720; 10 Analysen.
Harter, beiger bis mausgrauer, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 97,0 und 98,6%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,8%.
- OT 10: Riedli bei Biel, Koord. 584.150/220.450; 10 Analysen.
Harter, beiger bis braungrauer, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 98,0 und 99,9%.
Dolomitgehalt zwischen 0 und 1,5%.
- OT 11: Valangin, Koord. 559.425/206.900; 10 Analysen.
Harter, grauer bis beiger, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
Gesamtkarbonatgehalt zwischen 97,4 und 98,8%.
Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,8%.

Zusätzlich untersuchten wir noch einige Proben aus den obersten 10 m des «Portlandien» von Villers-le-Lac, einem klassischen «Oberportlandien»-Profil (vgl. JACCARD 1869: 179). Die lithologische Ähnlichkeit dieser Gesteine mit den oben beschriebenen ist augenfällig, ebenso die Ähnlichkeit in bezug auf den Karbonatgehalt:

- VL, K: Villers-le-Lac, unterhalb der Kirche, Koord. 541.500/212.375; 10 Analysen.
 Harter, grauer bis bräunlichgrauer, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
 Gesamtkarbonatgehalt zwischen 95,8 und 96,6%.
 Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 2,2%.
- VL, M: Combe Geay, E Morteau, Koord. 538.250/211.255; 10 Analysen.
 Harter, bräunlichgrauer bis hellbeiger, krypto- bis mikrokristalliner, bankiger Kalk.
 Gesamtkarbonatgehalt zwischen 96,4 und 98,6%.
 Dolomitgehalt zwischen 0,4 und 1,8%.

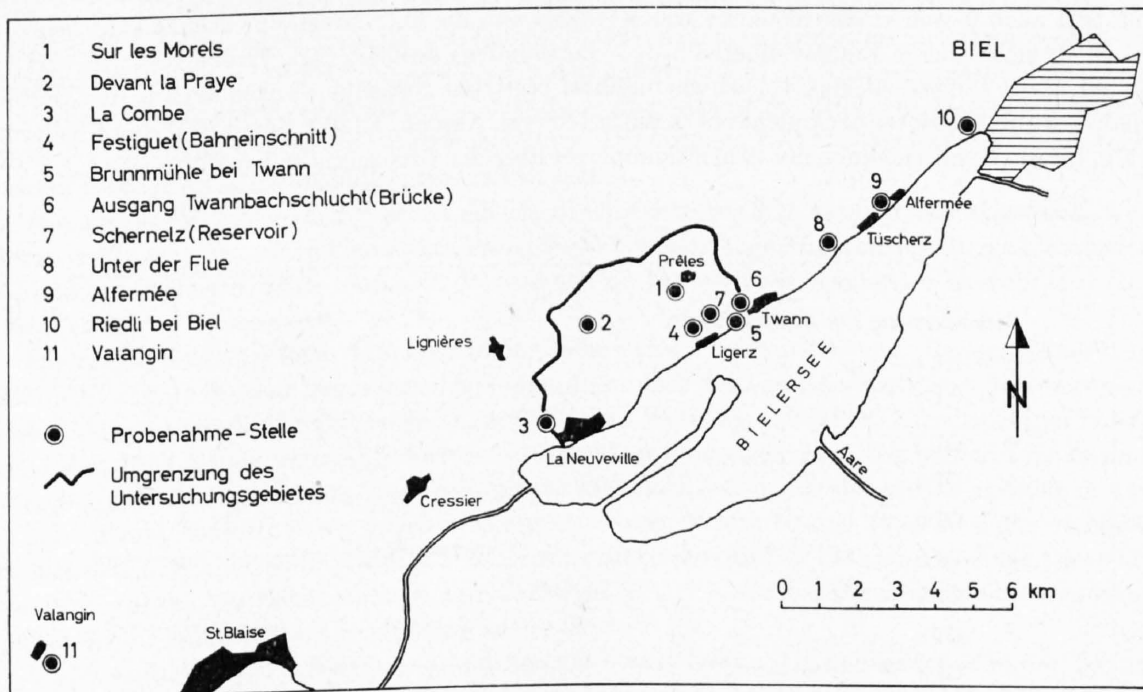


Fig. 12. Situation der Probenahme für die Analysenreihen OT 1–11 (oberer Teil der Twannbach-Formation).

1.137. Gliederungsvorschlag

THALMANN und HÄFELI gelang keine Gliederung der Twannbach-Formation. Nunmehr liegen weitere Untersuchungsergebnisse vor, welche zusammen mit den Resultaten obiger Autoren eine Unterteilung dieser lithostratigraphischen Einheit ermöglichen. Nachdem lithologische und paläontologische Kriterien aus-schieden, war es möglich, eine Gliederung auf geochemischer Grundlage vorzunehmen, einerseits unter Berücksichtigung des Gesamtkarbonatgehaltes und andererseits unter Beachtung des Dolomitanteils. Unser Gliederungsvorschlag lautet (vgl. Fig. 14):

Obere Twannbachkalke
 Twannbach-Dolomitzone
 Untere Twannbachkalke

Da die Twannbach-Formation ungefähr den Schichtstoss umfasst, den BAUMBERGER (1894), AEBER-HARDT (1907), SCHARDT (1911) und RYNIKER (1923) als Portlandien bezeichnet haben, sei zu Beginn eines jeden der drei folgenden Abschnitte auf die Gliederungsversuche dieser Autoren hingewiesen.

Untere Twannbachkalke

«Fleckenkalk» (RYNIKER 1923, FREI 1925, P. A. ZIEGLER 1956)

«Calcaire compacte a dents de poisson» (JACCARD 1869)

Typuslokalität: Grenchenberg (Koord. 594.650/228.000) und Burgfluh oberhalb Twann (Koord. 578.775/216.530)

Typusprofil: Profil T 2, Fig. 14 und Profil H 2, Fig. 14

Lithologie: Kalke und mergelige Kalke

Mächtigkeit: 65–70 m

SCHARDT (1911: 360) schreibt dem «Calcaire à taches jaunes» allgemeinen stratigraphischen Leitwert zu. Diese Kalke sollen die untersten 60 m des etwa 100 m mächtigen «Portlandien» bilden. Die gleiche Auffassung vertritt RYNIKER (1923: 6). Dass diese Fleckenercheinung im Gesteinskomplex oberhalb der Grenznerineenbank auch auf grössere Erstreckung zu beobachten ist, bestätigen FREI (1925: 13), BOURQUIN (1946: 11) und P. A. ZIEGLER (1956: 11). Im Gegensatz dazu sind wir mit HÄFELI (1966: 586) der Auffassung, der «Fleckenkalk» sei in der Seekette nicht als stratigraphischer Leitkomplex verwendbar, denn die Fleckenbildung tritt auch in den «Plattenkalcken» von RYNIKER auf, die über seinen «Fleckenkalcken» liegen und welche er als selbständige Einheit innerhalb des «Portlandien» auffasst (vgl. Profile NM, NE und SM). Ferner haben wir festgestellt, dass scharf wie unscharf begrenzte rostgelbe Flecken auch in den Gesteinen unterhalb der Grenznerineenbank nicht selten auftreten (vgl. Abschn. 1.122.). Somit ist dieses Gliederungskriterium für die Kennzeichnung des Schichtkomplexes über der Grenznerineenbank ungeeignet.

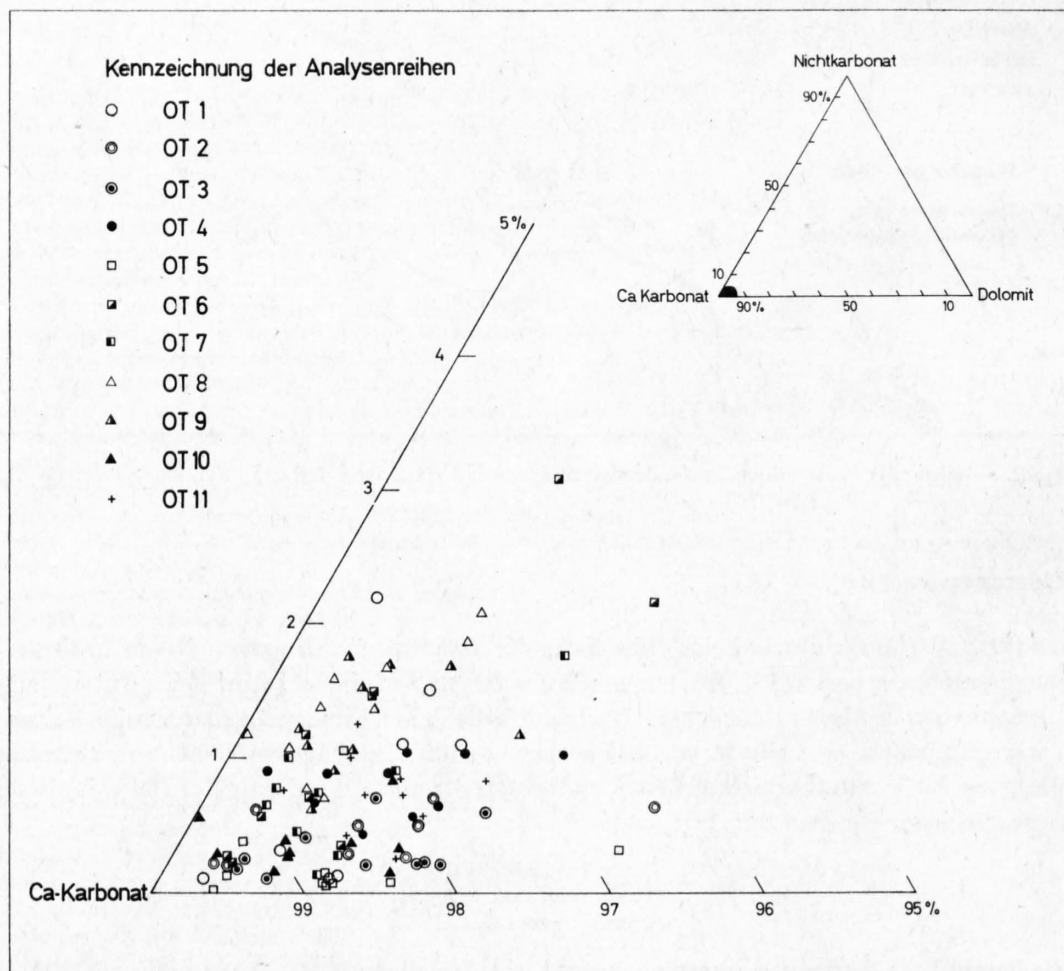


Fig. 13. Karbonatuntersuchungen im oberen Teil der Twannbach-Formation. Lage und Koordinaten der Probenahme-Stellen vgl. S. 25–27.

Wir möchten die untersten 65–70 m der Twannbach-Formation als Untere Twannbachkalke bezeichnen, weil sich dieser Komplex in bezug auf den Gesamtkarbonatgehalt und den Dolomitanteil gegenüber den beiden nächsthöheren Schichtstössen als eine Einheit abhebt.

Der *Gesamtkarbonatgehalt* schwankt generell zwischen 85 und 99%. Die Gesteine sind daher als Kalke und mergelige Kalke zu bezeichnen. Vereinzelte Mergellagen und Mergelkalkbänke sind von so untergeordneter Bedeutung, dass sie für eine allgemeine Charakterisierung der Unteren Twannbach-Formation bedeutungslos sind. Der *Dolomitgehalt* liegt im allgemeinen unter 6%; gewisse Ausnahmen sind möglich (vgl. Fig. 14). In *lithologischer Hinsicht* (Struktur, Textur, Farbe, Härte, Bankungsart) sind in diesem Komplex keine Gesetzmässigkeiten erkennbar. Nach THALMANN (1966: 51) ist in den untersten 30 m dichter, kryptokristalliner Kalk mit vereinzelt kalkarenitischen Nestern der vorherrschende Gesteinstyp. HÄFELI (1966: 582) beschreibt ähnliche Gesteine aus den darüber folgenden 20 m. Vereinzelt treten auch brecciöse Horizonte auf. Vor allem zwischen 55 und 65 m oberhalb der Grenznerineenbank sind zoogendetritische Kalke vorherrschend (vgl. Fig. 15). In den untersten 30 m haben die Gesteine vorwiegend beige bis bräunlichbeige Farbe (THALMANN, S. 52). Dieselben Farben treten in den folgenden 40 m auf, wobei sich oft auch Grautöne einstellen. Hinsichtlich der Bankungsart stellte THALMANN (S. 52) in den untersten 30 m ausgesprochen bankige Schichtung fest. HÄFELI (S. 586) dagegen fand in den untersten 5 m (im Tüscherzwald) dünnbankige Ausbildung des Gesteins vor. Er erwähnt ferner, dass ganze Pakete plattiger Kalke von bis 8 m Mächtigkeit wiederholt bis zur Grenznerineenbank auftreten können. Die obersten 10–15 m der Unteren Twannbachkalke scheinen ausgesprochen dickbankig entwickelt zu sein.

Fossilinhalt: Makrofossilien konnten nur als Bruchstücke aus dem Gestein isoliert werden. Wir übernehmen daher zur allgemeinen Charakterisierung dieser Einheit einige Angaben aus älterer Literatur, soweit die Fundstellen absolut sicher innerhalb des von uns als Untere Twannbachkalke bezeichneten Gesteinskörpers liegen.

HISELY (in GREPPIN 1870: 123) fand in der Nähe von La Neuveville einige Ganoid-Zähne¹⁾. HÄFELI (1966: 581) konnte in einer mergeligen Lage etwa 43 m über der Grenznerineenbank *Macrodentina* (M.) *klingleri* MALZ finden. Dieser Ostracode soll nach OERTLI (in HÄFELI 1966: 587) für das untere Portlandien leitend sein. Eine Anzahl weiterer, jedoch unbestimmbarer Ostracoden fand HÄFELI etwa 50, 56 und 60 m oberhalb der Grenznerineenbank. Der Verfasser konnte solche aus einem Mergelband etwa 56 m über diesem Leithorizont isolieren, ferner in Schliffen aus Gesteinen, welche 60 und 70 m über diesem Niveau liegen, nachweisen. BAUMBERGER (1894: 43) und HISELY (in GREPPIN 1870: 123) fanden einige Meter über der Grenznerineenbank verschiedentlich Seeigel. Zwischen 50 und 70 m über der Grenznerineenbank sind fast in jedem Schliff Echinodermenbruchstücke anzutreffen.

Leider sind, wie bereits THALMANN und HÄFELI betont haben, Ammonitenfunde in der Twannbach-Formation äusserst selten. Aus der Gegend Biel–Solothurn ist eine *Gravesia* sp. bekannt (Fundort: N Bözingen, Koord. 586.890/222.770; vgl. THALMANN S. 56).

Im Bereich der Twannbach-Formation wurde eine grosse Zahl von Gastropoden gefunden. An erster Stelle sind die Nerineen zu nennen, welche für die Grenzziehung Twannbach-Formation/Reuchenette-Formation eine entscheidende Rolle spielen. Innerhalb der Unteren Twannbachkalke treten verschiedentlich Nerineenbänke auf (THALMANN S. 56; HÄFELI S. 586). Der Verfasser fand einen derartigen Kalk etwa 10 m über der Grenznerineenbank (Twannbachschlucht, Koord. 577.710/216.400). Ferner konnten vereinzelt Nerineen in Dünnschliffen nachgewiesen werden (K 22, K 26). Ältere Autoren haben im Gebiet zwischen La Neuveville und Grenchen innerhalb der unteren Twannbach-Formation eine grosse Zahl weiterer Gastropoden aufgesammelt (Genera *Natica*, *Pterocera*, *Melania* usw.) (GREPPIN 1870: 123; ROLLIÉ 1888a: 7; BAUMBERGER 1894: 43). THALMANN (S. 55) und HÄFELI (S. 582) stellten (z. T. in Schliffen) im ganzen Bereich der Unteren Twannbachkalke unbestimmbare Trümmer von Gastropoden fest. Wir haben sie in den obersten 15 m dieses Schichtkomplexes gefunden.

Die Exogyren, welche stratigraphisch ebenfalls eine bedeutende Rolle spielen, wurden von THALMANN (S. 55) näher untersucht. Er kam zum Schluss, dass es sich bei den Individuen, welche in den «Virgula-Mergeln» massenhaft vorkommen, um *Exogyra praevirgula* JOURDY 1924 und nicht, wie bisher angenommen

¹⁾ Vgl. dazu die Anmerkung «Calcaire compacte à dents de poisson» in HÄFELI (1966: 577).

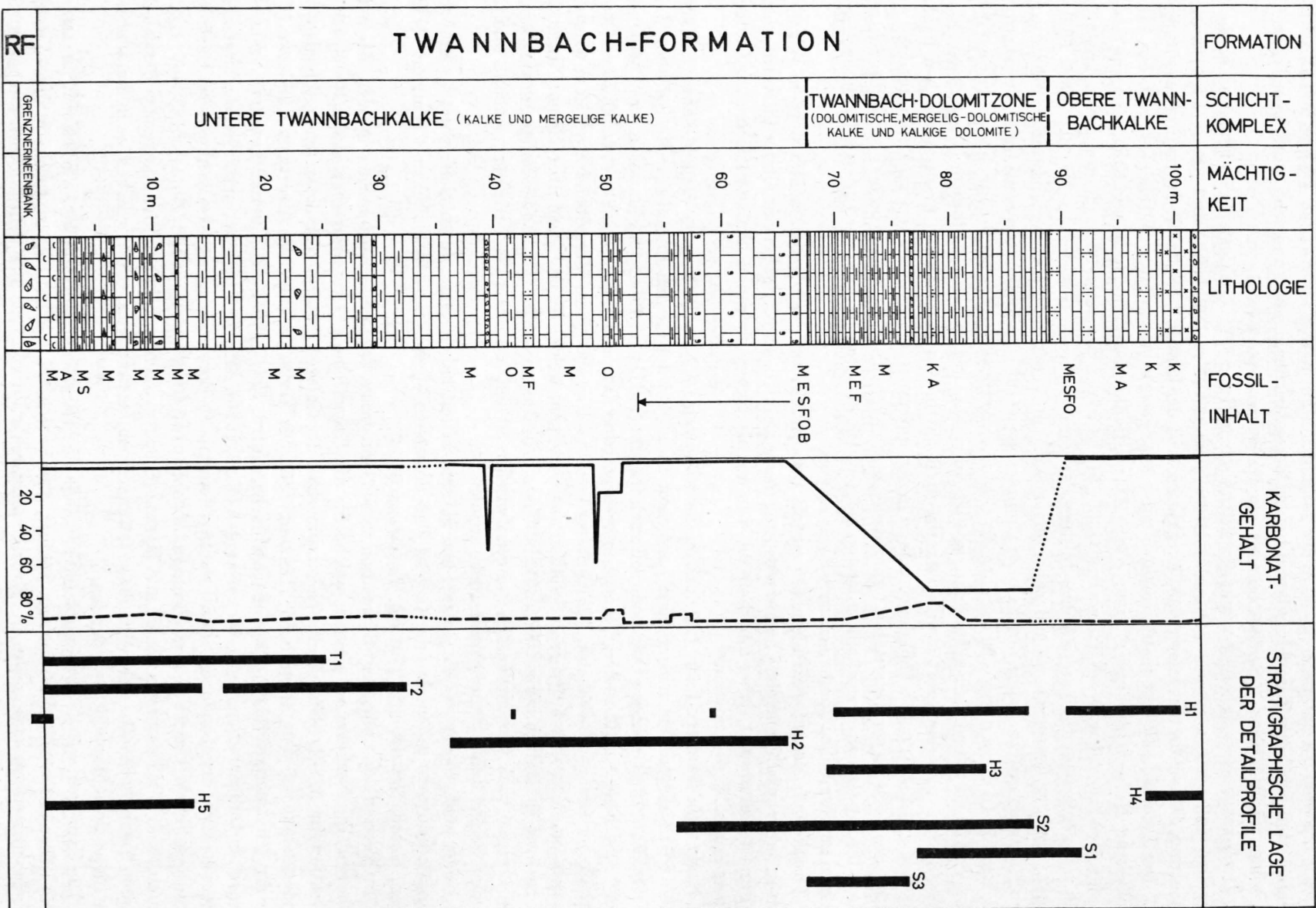


Fig. 14. Sammelprofil der Twanbach-Formation. (Legende vgl. Gegenseite).

LEGENDE ZUM SAMMELPROFIL DER TWANNBACH-FORMATION

Kolonne „FORMATION“: RF Reuchenette - Formation

Kolonne „LITHOLOGIE“:



krypto-bis mikrokristalliner Kalk, dolomitischer Kalk, kalkiger Dolomit



makrokristalliner Kalk



krypto-bis mikrokristalliner, zoogendetritischer Kalk



Kalkarenit



Nerineenkalk



brekziöser Kalk



krypto-bis mikrokristalliner mergeliger Kalk, mergelig-dolomitischer Kalk

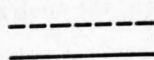


Mergelkalk und Mergel mit *Exogyra praevirgula*

Kolonne „FOSSILINHALT“:

- O Ostracoden
- K Koprolithen
- E Echinodermenbruchstücke
- M Schalenrümmer von Mollusken
- B Bryozoen
- S Spongienreste
- F Foraminiferen
- A Algen

Kolonne „KARBONATGEHALT“:



Gesamtkarbonatgehalt



Dolomitgehalt

Kolonne „STRATIGRAPHISCHE LAGE DER DETAILPROFILE“:

- T1 THALMANN : Profil Reuchenette, Koord. 585.730/ 226.470
- T2 THALMANN : Profil Grenchenberg, Koord. 594.650/228.000
- H1 HÄFELI : Typusprofil Twannbach (Tb), Koord. 578.280/ 215.900 (Dach des Profils)
- H2 HÄFELI : Profil Burgfluh (Bn), neuer Steinbruch, Koord. 578.775/216.530
- H3 HÄFELI : Profil Burgfluh (Bu), alter Steinbruch, Koord. 578.720/216.440
- H4 HÄFELI : Profil Fluhrebe (Fl), Koord. 580.850/ 217.780
- H5 HÄFELI : Profil Tüscherzwald, Koord. 581.740/218.890
- S1 SCHAR : Profil Neue Métairie (NM), Koord. 573.875/ 214.625
- S2 SCHAR : Profil La Neuveville (NE), Koord. 573.450/213.225
- S3 SCHAR : Profil Sur Montay (SM), Koord. 577.100/ 217.000

worden war, um *Exogyra virgula* handelt (det. L. R. Cox, 1964). *Exogyra praevirgula* ist im tiefsten Teil der Unteren Twannbachkalke zu finden. THALMANN (S. 49) beschreibt sie von Reuchenette (Koord. 585.730/226.470), vom Grenchenberg (Koord. 594.650/228.000), ferner von der Montagne de Romont und vom Unteren Bürenberg. HÄFELI (S. 587) konnte die «Virgula-Mergel» in seinem Aufnahmegebiet nicht finden. Er hat jedoch in den untersten 15 m der Twannbach-Formation mehrere millimeterdicke Schalenpflaster mit *Exogyra praevirgula* beobachtet. In unserem Aufnahmegebiet fehlen die eigentlichen «Virgula-Mergel». Ältere Autoren beschreiben aus den Gesteinen der unteren Twannbach-Formation eine grosse Zahl

weiterer Pelecypoden. Es seien aus der Fülle des aufgesammelten Materials die Genera *Pholadomya*, *Cyprina*, *Thracia*, *Trigonia*, *Cardium*, *Pecten* und *Mytilus* erwähnt (GREPPIN 1870: 123; BAUMBERGER 1894: 43). Pelecypoden-Schalentrümmer stellten wir in den Schliften der gesamten Unteren Twannbachkalke fest.

Etwa 60 und 67 m über der Grenznereenbank (Bänke 4 und 14 des Profils NE, Fig. 4) wurden vereinzelte Bryozoenreste gefunden. Spongienreste treten in verschiedenen Horizonten der Unteren Twannbachkalke auf (vgl. Profil NE).

HÄFELI und dem Verfasser gelang der Nachweis zahlreicher Foraminiferen-Gattungen. Es handelt sich um Pseudocyclamminen, Textulariden, Trocholinen, Neotrocholinen¹⁾, Milioliden, Nautiloculinen und Lageniden.

Facies: Die Unteren Twannbachkalke dürften mehrheitlich in normal-marinem Milieu gebildet worden sein. Zeitweise supralitorale Verhältnisse sind indessen nicht auszuschliessen (vereinzelte Dolomitierungserscheinungen).

Twannbach-Dolomitzone

- «Jaluzes» (DESOR 1871) p.p.
- «Calcaires en plaquettes» (JACCARD 1865) p.p.
- «Plattenkalke» (RYNIKER 1923) p.p.
- «Krebsscheerenplatten» (QUENSTEDT 1858) p.p.
- «Dolomies portlandiennes» (SAUTIER 1854) p.p.

Typuslokalität: Steinbruch La Neuveville (Koord. 573.450/213.225)
 Typusprofil: Profil La Neuveville (NE), Bänke 16–35 (vgl. Fig. 14 und 17)
 Lithologie: Dolomitische, mergelig-dolomitische Kalke und kalkige Dolomite
 Mächtigkeit: 20–25 m

An der Basis dieses Schichtkomplexes tritt eine plattige Ausbildung der Gesteine auf, welche auf weite Erstreckung nachweisbar ist (vgl. Detailprofile, Fig. 14, ferner Profil Villers-le-Lac (VL), Fig. 21). Dieser bis 10 m mächtige Schichtstoss ist jedoch keine Einzelercheinung innerhalb der Twannbach-Formation und somit auch nicht als stratigraphischer Leitkomplex verwendbar, wie dies RYNIKER (1923: 6) angenommen hatte. Der Ausdruck «Krebsscheerenplatten», welcher oftmals als Synonym für die «Plattenkalke» verwendet worden ist, hat in der Twannbach-Formation, wie auch im übrigen zentralen Juragebirge (HÄFELI 1966: 577) keine Existenzberechtigung.

Mit der plattigen Ausbildung des Gesteins setzt ein Ansteigen des Dolomitgehalts ein (vgl. Profile NM, NE, SM, ferner Typusprofil Twannbach-Formation (Tb) und Profil Burgfluh (Bu) von HÄFELI; vgl. dazu weiter die Hinweise auf S. 23 der vorliegenden Arbeit). Diese Feststellung gilt offenbar nicht für plattige Gesteine im untern Teil der Twannbach-Formation.

Da die plattigen, dolomitischen Kalke in der Regel in ausgesprochene Dolomite (kalkige Dolomite) überleiten (vgl. Profile NM, NE, SM, ferner Fig. 17 und 18²⁾), besteht kein Grund, erstere von letzteren zu trennen, umso weniger, als sich die nächsthöhere Einheit, die Oberen Twannbachkalke (vgl. Abschn. 1.137.) durch ausgesprochene Dolomitarmut auszeichnet und sich dadurch vom Liegenden deutlich abhebt. Wir fassen daher die dolomitischen Kalke (in plattiger Ausbildung) und die kalkigen Dolomite als einen Schichtkomplex innerhalb der Twannbach-Formation auf und schlagen vor, diesen als Twannbach-Dolomitzone zu bezeichnen.

Gesamtkarbonatgehalt: Dieser ist bei den kalkigen Dolomiten hoch. Demgegenüber neigen die plattigen, dolomitischen Gesteine zu Vermergelung, d.h. zu Abnahme des Gesamtkarbonatgehaltes³⁾. Leider liegen über die mineralogische Zusammensetzung des Nichtkarbonatanteils keine Untersuchungen vor. Zur wei-

¹⁾ Nach REICHEL (1955: 407) im Malm bisher nur aus dem «Kimmeridgien» nachgewiesen (vgl. dazu auch SCHÄR 1966: S. 928).

²⁾ Beim Bau des Eisenbahntunnels von Biel nach Tüschertz (1966) konnten die kalkigen Dolomite ebenfalls nachgewiesen werden (Koord. 582.625/219.375). Probe 1: Dolomit 79,2%, Calcit 11,2%. Probe 2: Dolomit 85,7%, Calcit 5,8%. Probe 3: Dolomit 82,0%, Calcit 8,2%.

³⁾ Nach den Untersuchungen von HÄFELI (1966: 670) steigt im allgemeinen der Phosphat- und Sulfatgehalt mit fallender Karbonatführung. Auf diese Erscheinung hat schon SEIBOLD (1955: 575) hingewiesen.

teren Differenzierung der Faciesfrage wären insbesondere tonmineralogische Analysen wünschenswert (vgl. Abschn. 1.135.).

Über die *Dolomitgehalte* im mittleren Teil der Twannbach-Formation geben die Detailprofile (Fig. 3–5) Auskunft. *Lithologie*: Bei den dolomitischen, mergelig-dolomitischen Kalken handelt es sich um krypto- bis mikrokristalline Gesteine. Typisch ist das Auftreten kleiner \pm idiomorpher Dolomitrhomboederchen in kryptokristalliner Grundmasse (vgl. Fig. 9). Gelegentlich kommen innerhalb der Twannbach-Dolomitzone brecciöse Lagen vor. Nicht selten sind bis faustgrosse Kalkspatgeoden zu beobachten. Im Bereich der dolo-

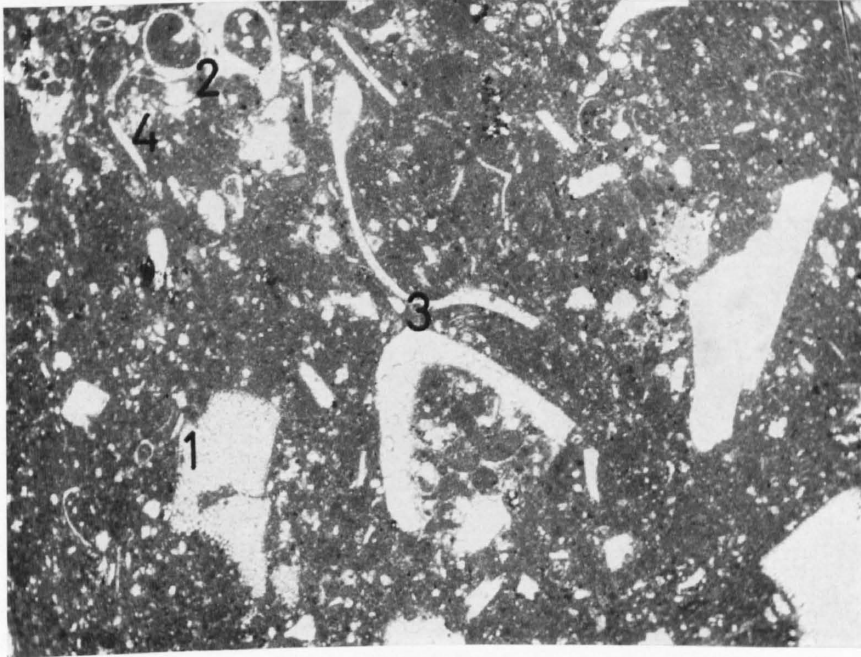


Fig. 15. Zoogendetritischer Kalk aus den Unteren Twannbachkalken (Profil NE, Probe 11, vgl. Fig. 4) (Vergrößerung 27mal). Kryptokristalline bis schwach arenitische Grundmasse, zoogener Detritus: 1 = Echinodermenrest, 2 = Gastropodenquerschnitt, 3 = Pelecypoden- und (?) Brachiopodentrümmer, 4 = Echinidenstachel.



a) *Neotrocholina* sp.
Schiefer Schnitt durch 3 Kammerumgänge und Pfeiler im Zentrum (nat. Grösse: Basaldurchmesser 0,435 mm; Vergrößerung 118mal) [Schliff NM 21].



b) *Neotrocholina* sp.
Korrodierte Schale (nat. Grösse: Basaldurchmesser 0,44 mm; Vergrößerung 110mal) [Schliff NM 21].

Fig. 16. *Neotrocholinen* aus der Twannbach-Formation.

mitischen, mergelig-dolomitischen Kalke sind häufig sedimentogene Strukturen (Stromatolithe, «algal mats», vgl. Abschn. 1.135. und Fig. 9, 10, 11) anzutreffen. Sie treten besonders an angewitterten Gesteinsflächen in Erscheinung. Die kalkigen Dolomite, in der Regel im oberen Teil der Twannbach-Dolomitzone auftretend, sind gekennzeichnet durch kreidig-mehlige, \pm poröse Ausbildung (grosser Wassergehalt).

In der Twannbach-Dolomitzone treten Übergänge der Farben grau, beige und braun in den dolomitischen, mergelig-dolomitischen Kalken, gelblich, weiss, hellbeige und hellgrau in den kalkigen Dolomiten auf. Die rostgelben, scharf wie unscharf begrenzten Flecken kommen auch in den Gesteinen dieses Schichtstosses vor (vgl. dazu Fig. 11). Die Gesteine der Twannbach-Dolomitzone, namentlich im oberen Teil dieser Einheit, sind im Gegensatz zum liegenden und hangenden Schichtkomplex verwitterungsunbeständiger.

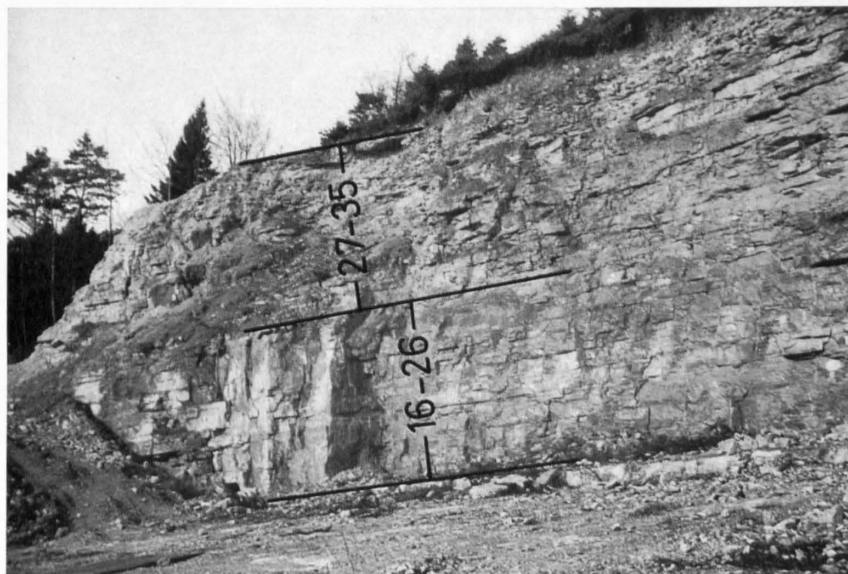


Fig. 17. Steinbruch La Neuveville (Profil NE, Fig. 4), oberste Abbaubasis, SW-Ecke. Schichtstoss 16–35 = Twannbach-Dolomitzone. Untere Partie (16–26): dolomitische, mergelig-dolomitische Kalke; obere Partie (27–35): kalkige Dolomite.



Fig. 18. Steinbruch Sur Montay (Profil SM, Fig. 5), NW-Ecke. Schichtstoss 3–21 = Twannbach-Dolomitzone. Untere Partie (3–18): dolomitische, mergelig-dolomitische Kalke; obere Partie (19–21): kalkige Dolomite.

Fossilinhalt: Fossilien treten in der Twannbach-Dolomitzone praktisch keine auf (vgl. Detailprofile Fig. 3–5).

Facies: In der Twannbach-Dolomitzone dürften marin-evaporitische, supralitorale Einflüsse eine bedeutende Rolle spielen (intensive Dolomitisierung, sedimentogene Strukturen: Stromatolithe «algal mats», laminierte Schichtung, gelegentlich Trockenrisse auf Schichtoberflächen, erhöhter Phosphat- und Sulfatgehalt sowie relativ grosses Porenvolumen der Gesteine). Vgl. dazu Abschn. 1.135.

Obere Twannbachkalke

- «Dolomie celluleuse» (JACCARD 1865) p. p.
- «Calcaire saccharoïde» (RYNIKER 1923) p. p.
- «Dolomie saccharoïde» (JACCARD 1865) p. p.
- «Calcaire âpre» (JACCARD 1869) p. p.
- «Dolomies portlandiennes» (SAUTIER 1854) p. p.

Typuslokalität: Twannbachschlucht (Koord. 578.280/215.900)

Typusprofil: Typusprofil Twannbach-Formation (Tb), Profil H 1 (Fig. 14), Bänke 17–27.

Lithologie: Kalke

Mächtigkeit: 10–15 m

Die Gesteine, welche in der Seekette unmittelbar unter der Süss- bis Brackwasserfacies des «Purbeckien» (heute Goldberg-Formation = Berriasien) liegen, wurden früher als oberstes «Portlandien» eingestuft (BAUMBERGER 1894: 38; RYNIKER 1923: 6/7). Gesamthaft hat man sie als «*Dolomies portlandiennes*» bezeichnet. Einige Hinweise über die Entstehung und heutige Verwendungsmöglichkeit dieses Begriffes und dessen Unterbegriffe («Calcaire âpre», «Calcaire saccharoïde», «Calcaire(s) en (à) plaquettes», «Krebsscheerenplatten») seien unseren Untersuchungsergebnissen vorangestellt.

BAUMBERGER (1894: 38) und RYNIKER (1923: 6) übernehmen die «*Dolomies portlandiennes*» von JACCARD (1869: 174), welcher die Schichten unmittelbar unter den typischen Süss- bis Brackwasserbildungen im Bereich der Jura/Kreidegrenze in der Umgebung von Villers-le-Lac (Dép. Doubs) mit diesem Ausdruck belegt. Sie umfassen von unten nach oben die «Calcaires à plaquettes», die «*Dolomies saccharoïdes*» und den «Dolomie celluleuse». Bei BAUMBERGER und RYNIKER taucht sodann, als oberstes Niveau und als Ersatz für JACCARDS «Dolomie celluleuse» der *Calcaire âpre* auf. Da dieser Ausdruck auch von HÄFELI übernommen wird und er durch die stratigraphische Lage eine zentrale Bedeutung hat, seien auch ihm einige kritische Bemerkungen gewidmet.

Ältere Autoren (MARCOU 1846a; 13; PIDANCET & LORY 1847: 79–82; PARANDIER (in LORY 1857: 243); LORY 1845: 3; SAUTIER 1854: 40; LORY 1857: 242–245; DESOR & GRESSLY 1859: 60; DE LORIOU & JACCARD 1865: 75, 78/79; JACCARD 1869: 179; MAILLARD 1884: 7–14; TUTEIN NOLTHENIUS 1921: 13; FREI 1925: 17–21; CAROZZI 1948: 20; P. A. ZIEGLER 1956: 11–14) stellen für das «obere Portlandien» im zentralen Jura-gebirge eine Zunahme des Dolomitgehalts nach oben fest. SAUTIER (1854: 40) prägte für diese Erscheinung den Begriff «*Dolomies portlandiennes*». Viele Autoren übernahmen den Begriff in dieser Form, einige kennzeichneten die betreffenden Gesteine etwas allgemeiner als Dolomite, dolomitische Kalke usw. Die Bezeichnung von SAUTIER fand somit nicht allgemeine Anerkennung. Dies erklärt sich aus der in der Literatur mehrfach hervorgehobenen Tatsache, dass der Dolomitgehalt und damit die lithologische Gesteinsbeschaffenheit der einzelnen Schichtglieder der «*Dolomies portlandiennes*» in ihrer Abfolge nicht gesetzmässig ist. Sie kann von Ort zu Ort verschieden sein.

BAUMBERGER und RYNIKER nun übertragen JACCARDS lokale, das Gebiet von Villers-le-Lac betreffende Gliederung auf die Verhältnisse im Bielerseegebiet. Unsere Karbonatuntersuchungen in den obersten 15 m der Twannbach-Formation haben gezeigt, dass das unzweckmässig ist. Auch wenn in diesem Schichtkomplex Dolomit hätte nachgewiesen werden können, würde uns eine grundsätzliche Überlegung daran gehindert haben, den Begriff von JACCARD anzuwenden: Eine geologische Untersuchung eines Gebietes, die von lithostratigraphischen Einheiten auszugehen hat, darf nicht mit Bezeichnungen belastet werden, welche durch ihren Wortlaut («*Dolomies portlandiennes*») bereits eine chronostratigraphische Bedeutung implizieren. Der Begriff «*Dolomies portlandiennes*» darf somit nicht zur Kennzeichnung eines bestimmten Schichtkomplexes innerhalb der Twannbach-Formation verwendet werden.

Dasselbe gilt für den «Calcaire âpre». Auch dieser Begriff ist nicht eindeutig definiert. HÄFELI (1966: 585) beschreibt diesen Horizont als 0,5 m mächtige, sedimentäre Breccie. RYNIKER (1923: 7) charakterisiert den «Calcaire âpre» als 5–6 m mächtig werdende, graublaue und gelbliche, schlechtgeschichtete Kalkmasse von holpriger Oberfläche, «oben hart von zuckerkörniger Struktur, unten erdiger und kreidiger werdend». FREI (1925: 17–21) bezeichnet dieses Gestein als 15 m mächtigen, zuckerkörnigen, z. T. grobkörnigen Dolomit. Wir zitieren: «Die Facies des Calcaire âpre ist ausserordentlich konstant und typisch, wenngleich die Korngrösse beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist.» BAUMBERGER (1894: 38) charakterisiert den «Calcaire âpre» als wenig mächtige «Decke» von aschgrauem, ungeschichtetem Kalk, der etwas zuckerkörnige Struktur und holprige Oberfläche aufweist. Die zitierten Autoren fassen diesen Horizont alle als oberstes Niveau des «Portlandien» bzw. der Twannbach-Formation auf. Andere Geologen (JACCARD & DE LORIOI 1865: 74/75 und 127; DESOR 1864: 3; MAILLARD 1884: 11/12) weisen dem «Calcaire âpre» bzw. dem «Dolomie âpre» eine stratigraphisch etwas tiefere Position zu. Damit aber ist die stratigraphische Stellung dieses Schichtgliedes nicht mehr eindeutig.

Ebenso unpräzise ist dessen lithologische Charakterisierung. Die einen Autoren bezeichnen das Gestein als Dolomit, die andern als Kalk. Auch hinsichtlich Mächtigkeit, Farbe, Härte und Struktur bestehen verschiedene Auffassungen.

Es lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, wer den Begriff erstmals verwendet hat. Die Beobachtung, dass im oberen «Portlandien» oftmals Gesteine mit holpriger (âpre!) Oberfläche auftreten, ist schon alt (MARCOU 1846a: 13; SAUTIER 1854: 40, 44; LORY 1857: 243; DESOR & GRESSLY 1859: 7, 47). Als Ursache der holprigen Ausbildung nehmen diese Autoren eine zeitweise Emersion im Oberjura verbunden mit ausgeprägter Wirkung der Atmosphärien an.

Wir schlagen vor, das oberste Niveau der Twannbach-Formation als *Breccienbank* zu bezeichnen (vgl. S. 14). Dieser Ausdruck entspricht den Beobachtungen von HÄFELI (1966: 585). In unserem Untersuchungsgebiet ist diese Bank nirgends zu beobachten, da die Übergangszone Twannbach-Formation/Goldberg-Formation nicht aufgeschlossen ist.

Da sich die Gesteine zwischen der Twannbach-Dolomitzone und der Goldberg-Formation als sehr dolomitarm und reich an Calcium-Karbonat erweisen und sich dadurch eindeutig vom liegenden Schichtkomplex abheben, schlagen wir vor, die obersten 10–15 m der Twannbach-Formation als *Obere Twannbachkalke* zu bezeichnen (vgl. Fig. 14).

Wie aus den *Karbonatuntersuchungen* dieses Schichtkomplexes hervorgeht, beträgt der durchschnittliche Gesamtkarbonatgehalt zwischen 98,0 und 99,9%. Der Dolomitgehalt übersteigt in keinem Fall 3% (vgl. Fig. 13).

Auf die *lithologische* Ausbildung dieser Kalke wurde bereits hingewiesen (S. 24). Es treten krypto- bis mikrokristalline, zuoberst makrokristalline (vgl. Fig. 19) und häufig auch arenitische Kalke auf. Letztere führen oft Koprolithen. Sie können zuweilen als eigentliche Koprolithenkalke bezeichnet werden (Bänke 11–14 des Profils VL, Fig. 21). Auf den Ausdruck «Calcaire saccharoïde», wie er bisher oft und neuerdings wieder von HÄFELI (1966: 585) für die makrokristallinen (?) Kalke im obersten «Portlandien» bzw. in der obersten Twannbach-Formation verwendet worden ist, sollte sowohl aus grundsätzlichen Erwägungen wie auch wegen ungenügender Definition und verschiedenartiger Anwendung verzichtet werden.

Die Farben der Oberen Twannbachkalke variieren zwischen mausgrau, beige und bräunlich. Die Gesteine sind ausnahmslos hart und zuweilen massig, jedoch meist ausgesprochen bankig.

Fossilinhalt: Oberhalb Schernelz (Koord. 577.370/215.830, vgl. Schliff K 62) und im Profil Neuve Môtairie (NM) konnten Foraminiferen, Spongien, Molluskentrümmer, Echinodermereste und Ostracodenfragmente sowie Kalkalgen nachgewiesen werden. Als häufiges «Fossil», das bisweilen gesteinsbildend ist (vgl. Profil VL, Fig. 21), treten im oberen Teil der Oberen Twannbachkalke Koprolithen auf¹⁾. Diese können gelegentlich näher bestimmt werden. Meist handelt es sich um *Favreina salevensis* (PARÉJAS 1948) (BRÖNNIMANN 1955²⁾ (vgl. dazu Fig. 20). HÄFELI (1966: 676) deutet die Anhäufung von Koprolithen in der obersten Twannbach-Formation unter anderem als Hinweis auf lagunäre Sedimentationsverhältnisse.

¹⁾ An dieser Stelle sei Herrn Dr. H. Fischer, Basel, für die wertvollen Hinweise über das Problem der Koprolithen-Benennung bestens gedankt.

²⁾ PARÉJAS (1948: 2f) beschrieb diese Bildungen als *Coprolithus salevensis* (vgl. dazu auch FISCHER & LUTERBACHER 1963: 6). BRÖNNIMANN (1955) ersetzte, um die Regeln der Zoologischen Nomenklatur strikte zu befolgen, den Gattungsnamen *Copro-*

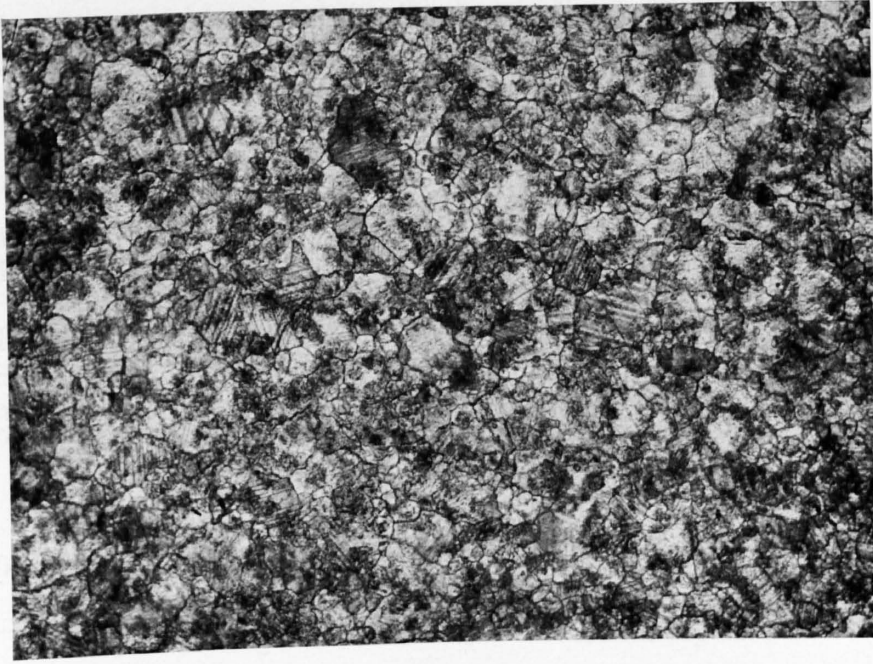


Fig. 19. Makrokristalliner Kalk aus dem obersten Teil der Oberen Twannbachkalke. Fundort: Les Moulins (La Neuveville), Koord. 573.370/212.920 (Schliff K 44, 27mal vergrößert).

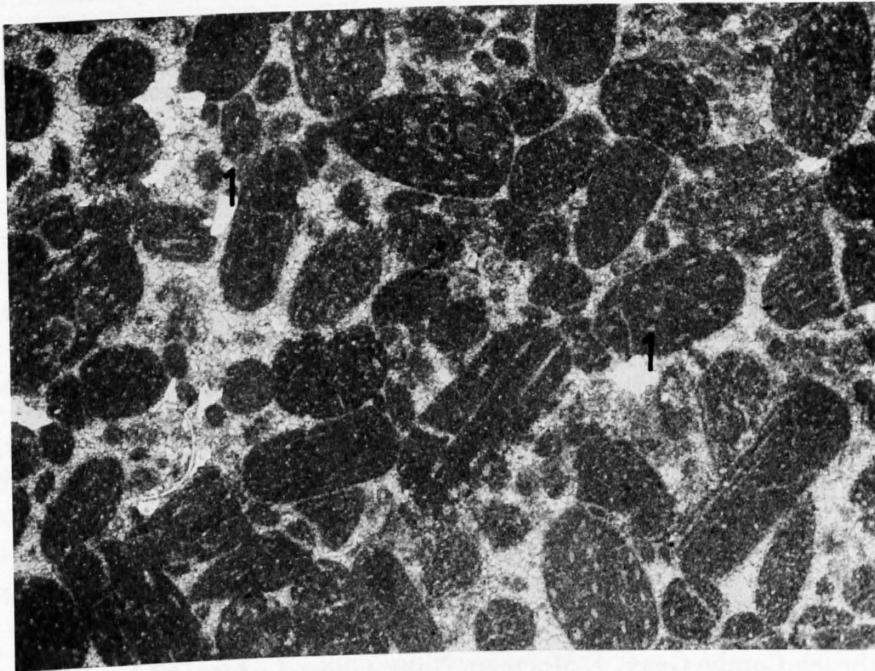


Fig. 20. Kopolithenkalk aus dem oberen «Portlandien» von Villers-le-Lac (Profil VL, Fig. 21, Bank 13; Vergrößerung 27mal). Die Kopolithen liegen in einer mikrokristallinen calcitischen Grundmasse. 1 = Verkieselungserscheinungen (vgl. dazu HÄFEL 1966: Fig. 3).

lithus durch *Favreina* (vgl. auch BRÖNNIMANN & NORTON 1960: 833, ferner GRAMANN 1966: 264). Wenn diese Ersetzung formal auch gerechtfertigt ist (Internationale Regeln für die Zoologische Nomenklatur 1962: Art. 74a), wurde doch die Aufstellung eines Lectotypus unterlassen (RICHTER 1948: 149; Internationale Regeln für die Zoologische Nomenklatur 1962: Art. 74c).

Facies: Lithologische Ausbildung, Chemismus und Fossilinhalt der Oberen Twannbachkalke deuten auf mehrheitlich normalmarines Bildungsmilieu hin. Die Koprolithen-Anhäufungen im oberen Teil dürften den Übergang zum Brack-Süßwasserregime der Goldberg-Formation anzeigen.

1.138. Chronostratigraphische Stellung

Die chronostratigraphische Zuweisung des untern Teils der Twannbach-Formation beruht auf zwei Ammonitenfunden (THALMANN 1966: 56). Danach liegt die Basis der Twannbach-Formation im Grenzbereich Kimmeridgien/Portlandien im Sinne von ARKELL (1956). Da nach OERTLI (in HÄFELI et al. 1965: 74) einige Ostracoden aus den Basis-Schichten der Goldberg-Formation Formen aus limnischen Einschaltungen des Berriasien SE-Frankreichs entsprechen, darf angenommen werden, dass die Goldberg-Formation ein limnisches Äquivalent des Berriasien ist und somit Kreidealter aufweist. Damit dürfte die Grenze Twannbach-Formation/Goldberg-Formation mit der Jura/Kreide-Grenze zusammenfallen.

1.14. Vergleich mit einem Malmprofil von Villers-le-Lac (Dép. Doubs)

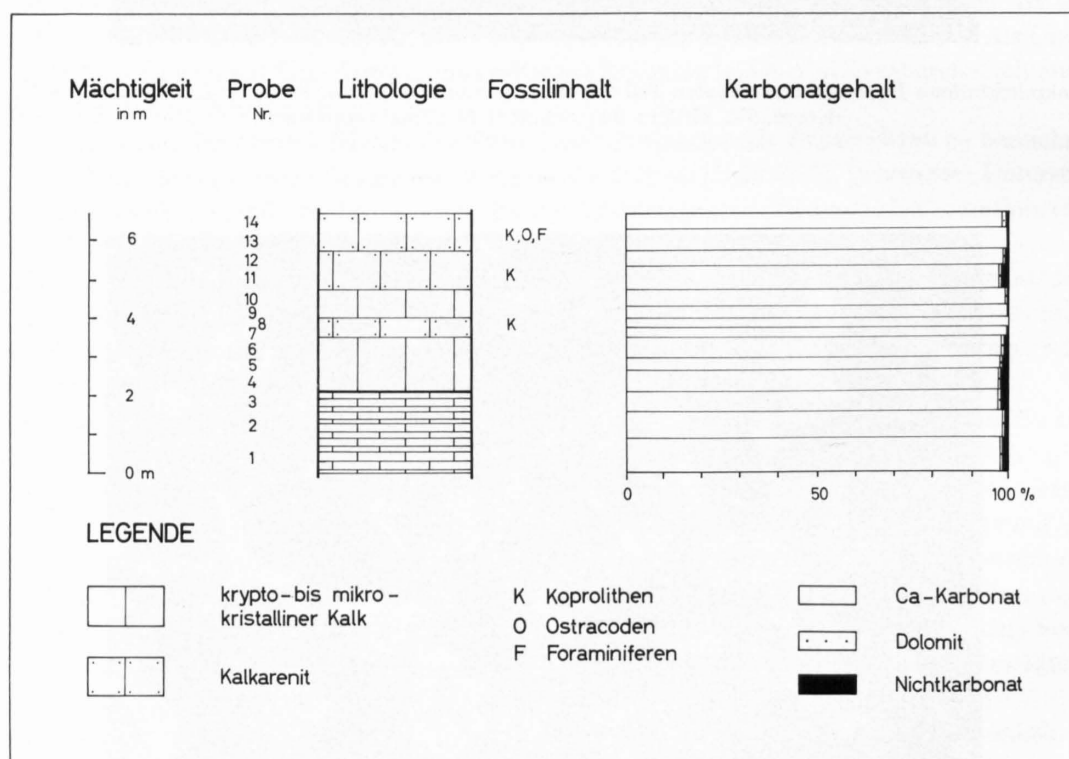


Fig. 21. «Portlandien»: Profil Steinbruch Combe Geay, E Morteau (Koord. 538.250/211.225).

Profil Steinbruch Combe Geay, E Morteau, Nähe Villers-Le Lac [VL] («Portlandien»). Steinbruch an der Hauptstrasse, W Villers-le-Lac, LK-Blatt 1143 (1:25000), Koord. 538.250/211.225. Stratigraphische Stellung des Profils: Dach (Bank 14) 7 ± 2 m unterhalb der «Portlandien/Purbeckengrenze».

- | | | |
|-------|-----------|--|
| 1.-3. | x + 2,1 m | Gelbbeiger bis hellbeiger, krypto- bis mikrokristalliner, dünnbankiger bis plattiger Kalk. Dendriten auf den Schichtflächen. Teilweise leicht gelbrötlich gefleckt. |
| 4.-6. | 1,4 m | Gelbbeiger, beiger, braungrauer, krypto- bis mikrokristalliner, zuweilen arenitischer Kalk, bankig bis dickbankig, schwach brecciös. Vereinzelt <i>Favreina</i> sp. |
| 7.-8. | 0,5 m | Graubeiger bis gelbbeiger, arenitischer Kalk, bankig bis dünnbankig. Vereinzelt Feinschichtung wahrnehmbar. Dendriten auf den Schichtflächen. Vereinzelt <i>Favreina</i> sp. |

9.-10.	0,7 m	Graubeiger bis braungrauer, krypto- bis mikrokristalliner bankiger Kalk.
11.-12.	1,0 m	Hellbeiger bis weissbeiger arenitischer Kalk, bankig bis dickbankig (Koprolithenkalk!). <i>Favreina</i> sp., sehr verbreitet <i>Favreina salevensis</i> (PARÉJAS 1948) BRÖNNIMANN 1955.
13.-14.	1,0 + x m	Hellbeiger bis weisser, arenitischer Kalk, bankig bis dickbankig. Verrieselungserscheinungen. Fossilinhalt: Ostracodenreste, rekristallisierte Milioliden (silifiziert!), <i>Favreina salevensis</i> (vgl. Fig. 20) ¹⁾ .

Das ganze Profil ist, obwohl es innerhalb den «Dolomies portlandiennes» von JACCARD liegt, praktisch dolomitfrei. Das gleiche Ergebnis lieferten die beiden bereits besprochenen Analysenreihen aus der Gegend von Villers-le-Lac (vgl. S. 27). Vermutlich ist daher mindestens ein Teil der Gesteine der «Dolomies portlandiennes» auch an deren «Typlokalität» dolomitfrei.

Wie im Bielerseegebiet scheinen auch in Villers-le-Lac einige Meter unterhalb der Obergrenze des «Portlandien» plattige und dünnplattige Gesteine aufzutreten, welche sedimentogene Strukturen erkennen lassen. Eine augenfällige Ähnlichkeit ergibt sich ferner im Auftreten von Koprolithen im obersten Teil des «Portlandien» von Villers-le-Lac und der Twannbach-Formation im Bielerseegebiet.

1.2. Kreide

1.2.1. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet²⁾

Goldberg-Formation (Berriasien)³⁾. Als erster beobachtet LORV (1849: 2) im Bielerseegebiet die zwischen den oberjurassischen Schichten und dem Néocomien⁴⁾ liegenden Süsswasserablagerungen⁵⁾. Auf der geologischen Karte von THURMANN 1852 wird das «Purbeckien» noch nicht gesondert ausgeschieden. Auf ein Vorkommen W Twann (Brunnmühle) machen STUDER, LANG & GILLIERON (1866: 28) in einem Gutachten aufmerksam. GREPPIN (1867: 97) stellt das Fehlen der gipsführenden Zone längs des Bielersees fest⁶⁾. Auf der Geologischen Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn (1868) von GREPPIN & BACHMANN wird das «Purbeckien» am Bielersee W Ligerz und am Hang oberhalb der Brunnmühle (Twann) als Einheit eingetragen. Ferner ist auf der Montagne de Diesse (Tessenberg), wenige hundert Meter ausserhalb unseres Aufnahmegebietes, in der Gegend der Vieille Roche (E Lignières) ein «Purbeckien»-Vorkommen vermerkt. MAILLARD (1884: 9) beschreibt aus dem «Purbeckien» von Chavannes (SW Ligerz) die Fossilien *Gervillia obtusa* und *Cypris purbeckensis*. ROLLIER (1893: 113) bestätigt die Existenz der Süsswasserablagerungen am Südfuss der Seekette zwischen Twann und La Neuveville. BAUMBERGER (1894) stellt diese Beobachtungen auf seiner Karte dar und nimmt nun auch erstmals längs des Nordschenkels des Seekettengewölbes von Les Moulins (S Lamboing) über Préles westwärts diese Einheit in seine Karte auf. In diesem Sinne sind die Verhältnisse in der Geologischen Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn, 1904, von ROLLIER & KISSLING dargestellt.

RYNIKER (1923) vermag der Kartierung von BAUMBERGER in bezug auf die Verbreitung des «Purbeckien» nichts neues hinzuzufügen. Im Detail beschreibt er ein Vorkommen N Ligerz (im Bachbett W der Burgruine), welches er als tektonisch verschleppt auffasst. Ferner weist er darauf hin, dass das «Purbeckien» vorzugsweise Comben bilde und bezeichnet die Einnulung von Schernelz nach dem Festiguet N Ligerz als Beispiel

¹⁾ Nach einer soeben erschienenen Arbeit [MASSE, J. P. (1966): Sur la présence en Basse-Provence d'un niveau à *Favreina* aff. *salevensis* (PARÉJAS) à la limite Barrémien-Aptien. – C. R. Soc. géol. France, 1966, Fasc. 8: 298–300] kommen ähnliche Formen auch in der mittleren Kreide des Gebietes von Martigues–Marseille–Toulon vor.

²⁾ Die Deutung der stratigraphischen Stellung des «Purbeckien» (Goldberg-Formation) hat im Laufe der Zeit oft gewechselt. Diese Einheit wurde bald dem Jura und bald der Kreide angegliedert (vgl. dazu HÄFELI 1966: 639; DONZÉ 1958: 33; MAILLARD 1884: 2.). Wir behandeln deshalb die Goldberg-Formation in diesem einleitenden Abschnitt gesondert.

³⁾ Die Goldberg-Formation entspricht in ihrem Umfang ungefähr dem «Purbeckien» in den älteren Arbeiten über die Bielerseegegend.

⁴⁾ Das Néocomien (= geochronologischer Begriff, vgl. RUTSCH in HÄFELI et al. 1965: 43) umfasst die Stufen Berriasien, Valanginien und Hauterivien (HÄFELI 1964a: 89; BERTSCHY & RUTSCH 1955).

⁵⁾ PIDANCET (1847: 4) hat das «Purbeckien» erstmals an der Dôle beobachtet.

⁶⁾ DE LORIOU & JACCARD (1865: 70–72) unterteilen das «Purbeckien» von unten nach oben in «Dolomies portlandiennes», «Sous-groupe des marnes à gypse» und «Calcaire d'eau douce».

einer derartigen Form. Eingehende Untersuchungen widmet FISCH (1937, unveröff. Gutachten) der «Purbeckien»-Zone oberhalb Brunnmühle (Twann). BURRI (1956: 617) beschreibt im Rahmen seiner Untersuchungen über die Rhynchonelliden aus der Untern Kreide des Juragebirges das «Purbeckien»-Vorkommen unterhalb des Schützenhauses von Twann. Auch HÄFELI (1966: 661) untersucht diese Schichten, welche er lithologisch gliedert.

Untere Kreide¹⁾. Als erster beschreibt BERTRAND (1754: 349) Kreidefossilien aus der Gegend von Twann. Über das Vorkommen von Kreidesedimenten in unserem Aufnahmegebiet berichtet als erster ausführlich DE MONTMOLLIN (1835: 54). THURMANN übernimmt dessen Beobachtungen in die geologische Karte von 1836. Auf einem Profil «Coupe de Porrentruy à Neuveville» wird der Untergrund von La Neuveville als Néocomien-Komplex²⁾ aufgefasst. GRESSLY (1841: 247) bestätigt die Existenz von Kreidebildungen längs des Bielersees. Gegenüber 1836, wo er das Néocomien rund 2 km NE La Neuveville auskeilen lässt, nimmt nun auch THURMANN (Geologische Karte von 1852) Kreidesedimente längs der ganzen Südflanke der Seekette von La Neuveville bis Biel an. Weiterhin werden diese Gesteine von DESOR (1854: 2) und LORY (1857: 254) erwähnt. DESOR & GRESSLY (1859: 33) stellen fest, dass von Westen nach Osten eine Mächtigkeitsabnahme der Kreideschichten wahrzunehmen sei. STUDER, LANG & GILLIÉRON (1866: 27) betrachten diese Gesteine als Valanginien-Bildungen. Weitere Angaben über die Kreide in unserem Untersuchungsgebiet verdanken wir GREPPIN (1867: 103). Auf der Geologischen Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn (1868) von GREPPIN & BACHMANN sind einerseits längs der Südflanke der Seekette zwischen La Neuveville und Twann und anderseits – erstmals auf einer Karte – längs der Nordflanke zwischen Lignières und Prêles Kreidebildungen eingezeichnet. Diesen Sachverhalt stellt auch JACCARD auf seiner Geologischen Karte des Kantons Neuenburg (1860–1877) dar. Sehr ausführlich berichten DE LORIOI & GILLIÉRON (1869: 114ff.) über die Kreide in unserem Aufnahmegebiet, namentlich über die Gegend von Ligerz. Sie geben eine ausführliche Fossilliste. GREPPIN (1870: 131, 135/136) vervollständigt diese und fügt weitere Beobachtungen über die Kreidesedimente unseres Untersuchungsgebietes hinzu.

ROLLIER (1893: 121) erwähnt die Kreidevorkommen zwischen Lamboing und Prêles sowie jenes bei Les Moulins S Lamboing, welches auch von BAUMBERGER (1894: 30, 1903: 6) ausführlich beschrieben wird. Dieser sammelt daselbst *Terebratula valdensis*, *Natica leviathan*, *Nerinea etallonii* und viele andere Fossilien. Weiterhin beschreibt ROLLIER (1893: 122) das Kreidegewölbe des Schlossbergs N La Neuveville.

Die Untersuchungen von BAUMBERGER (1894) über die Kreide im Ostabschnitt unseres Aufnahmegebietes sind derart sorgfältig und umfassend, dass ihnen später lange Zeit nichts neues hinzugefügt werden konnte. Einige kleinere Arbeiten, welche spezielle Probleme der Kreidebildungen zum Gegenstand haben und unser Untersuchungsgebiet betreffen, verdanken wir BAUMBERGER (1903b) und SCHARDT (1904a und 1904b). Ersterer fand auf der Pâturage dessus E Prêles in einem heute fast vollständig überwachsenen Kreideaufschluss u.a. *Nerineen*, *Pterocera jaccardi*, *Terebratula valdensis*, *Natica valdensis*. Ferner beschreibt er die tektonisch leicht gestörte Schichtfolge der Mergel- und Kalkzone des Valanginien an der Hohen Fluh bei Bipschal (1903a: 20).

Die detaillierten Untersuchungen von BAUMBERGER finden denn auch in der Geologischen Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn, 1904, von ROLLIER & KISSLING ihren Niederschlag. In sechs aufeinanderfolgenden Monographien (1903, 1905, 1906, 1907, 1908, 1910) wird die Fauna der Untern Kreide des Juragebirges durch BAUMBERGER beschrieben.

SCHARDT (1911: 361–363) widmet den Kreidebildungen bei La Neuveville im Zusammenhang mit seinen Darlegungen über die Flankenüberschiebung spezielle Aufmerksamkeit. Dabei erwähnt er ein Vorkommen von Pierre jaune de Neuchâtel am Fusse des Schlossbergs N La Neuveville, das auch heute das einzige in unserem Aufnahmegebiet ist.

SCHUPPLI (1950: Karte) übernimmt in bezug auf die Kreidebildungen in der Seekette die Auffassungen der bereits zitierten Autoren. BARTENSTEIN & BURRI (1954: 441) bearbeiten aus den Kreidegesteinen der Gegend von Twann (Profil Twann–Schützenhaus, Koord. 577.900/215.680) eine Anzahl Mikrofossilien, u.a.

¹⁾ Ohne die nach heutiger Auffassung dazu gehörende Goldberg-Formation.

²⁾ Dieser Begriff wurde von THURMANN eingeführt (vgl. BERTSCHY & RUTSCH 1955: 354).

Protocythere sp., *Darwinula leguminella*, *Darwinula oblonga*. Sie stellen fest, dass im Bielerseegebiet die Grenze «Purbeckien/Berriasien» durch ein Basiskonglomerat gebildet wird, dessen Komponentengrösse von SW nach NE zunimmt (Tab. S. 429). Dieses wird von den genannten Autoren bei Twann-Schützenhaus beobachtet. Das oben erwähnte Profil wird von BURRI (1956: 617) sehr detailliert aufgenommen. Er findet in den Gesteinen des Untern Valanginien¹⁾ dieser Lokalität u.a. Textulariden, Trocholiden, Milioliden und Nautiloculinen, ferner Characeen, Clypeinen sowie einige Ostracodenarten. MAYNC (1958: 1) beschreibt von derselben Lokalität *Feurtillia frequens* MAYNC.

Im Rahmen seiner Untersuchungen über die Jura/Kreidegrenze im Bielerseegebiet überarbeitet HÄFELI (1965: 63) das Profil Twann-Schützenhaus.

1.22. Goldberg-Formation (Berriasien)

1.221. Lithostratotyp

Die Goldberg-Formation ist eine lithostratigraphische Einheit, welche die Schichten zwischen der Breccienbank (unten) (vgl. S. 36) und dem Basiskonglomerat²⁾ (oben) umfasst (HÄFELI 1964b: 35).

Typuslokalität: Goldberg-Steinbruch W Biel, LK-Blatt 1125 Chasseral (1:25000), Koord. 583.825/220.325
Mächtigkeit: 14 ± 1 m

1.222. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet

Die Gesteine der Goldberg-Formation treten in unserem Untersuchungsgebiet nur an zwei Stellen zutage: Am Weg unter dem Schützenhaus von Twann (Koord. 577.900/215.660) und westlich Festiguët (N Ligerz), Koord. 576.620/215.100.

Der erste Aufschluss wurde von BURRI (1956: 617) und HÄFELI (1965: 63) sehr eingehend untersucht. Wir fassen die Beobachtungen dieser Autoren kurz zusammen: Lithologisch handelt es sich um eine etwa 8 m mächtige Folge von bunten, vorwiegend grau getönten Mergeln, Mergelkalken und Kalken, in welchen die in der Goldberg-Formation häufigen Cailloux noirs-Horizonte³⁾ beobachtet werden können. Dolomitische Gesteine treten nur im untern Teil des Profils auf. Ausgesprochen tonige Sedimente konnten nicht nachgewiesen werden. Nachstehend seien aus dieser Lokalität einige wichtige Mikrofossilien zitiert:

- | | |
|----------------|---|
| Ostracoden: | « <i>Cypris</i> » <i>purbeckensis</i> (FORBES 1855) |
| | <i>Fabanella polita polita</i> (MARTIN 1940) |
| | <i>Cypridea dunkeri</i> JONES 1885 |
| | <i>Protocythere emslandensis</i> BART. & BURRI 1955 |
| Foraminiferen: | <i>Feurtillia frequens</i> MAYNC |
| | <i>Valvulina</i> n. sp. |
| Charophyten: | <i>Clavator</i> sp. |
| | <i>Porochara</i> sp. |

Das Vorkommen von Gesteinen der Goldberg-Formation am westlichen Hang des N-S streichenden Tälchens W Festiguët (Koord. 576.620/215.100) fassen wir als Teil eines abgerutschten Schichtpaketes auf. In den grauen Mergeln und Mergelkalken dieser Lokalität konnten vereinzelte Cailloux noirs und Chara-Oogonien gefunden werden. Schliesslich sind die Cailloux noirs führenden Gesteine der Goldberg-Formation in einer Bohrung N des Dorfes Ligerz (vgl. Taf. I, Bohrung B 5) nachgewiesen worden.

¹⁾ Nach BURRI (1956: 603): Unteres Valanginien (= Berriasien auct.).

²⁾ Da das Basiskonglomerat in unserem Untersuchungsgebiet nur bei Twann (Koord. 577.900/215.660) aufgeschlossen ist und nach BARTENSTEIN & BURRI (1954: 429) sowie HÄFELI (1966: 592) W Twann nicht mehr vorkommt, da ferner die Breccienbank zwischen Twann und La Neuveville nirgends beobachtet werden kann (vgl. S. 36), ist die Abgrenzung der Goldberg-Formation in unserem Aufnahmegebiet nur mit Vorbehalt möglich.

³⁾ HÄFELI (in HÄFELI et al. 1965: 67) kam zum Schluss, dass die Schwarzfärbung der durchwegs kalkigen, mm- bis dm-grossen, meist eckigen Gerölle auf submikroskopisch fein verteilten Kohlenstoff zurückzuführen sei.

Die verwitterungsunbeständigen Gesteine dieser lithostratigraphischen Einheit treten morphologisch (als Comben) an der Südflanke der Seekette von Schernelz nach Festiguët und nördlich des Schlossbergs bei La Neuveville, an der Nordflanke von Prêles in SW Richtung bis Pâturage du Haut in Erscheinung.

1.223. Goldberg-Formation in der Seekette

Nach LEFAVRAIS (1962: 37) und HÄFELI (1966: 620) sind die Gesteine der Goldberg-Formation nicht weiter östlich als bis in die Gegend von Biel nachweisbar. Die östlichsten Aufschlüsse liegen N Biel (Koord. 585.520/221.700, 584.830/220.960). Ferner können diese Gesteine im Goldberg-Steinbruch (Koord. siehe Lithostatotyp), NE Tüscherz (Koord. 581.750/218.350), Unter der Fluh (Koord. 580.850/217.780) sowie im Rusel-Steinbruch (Koord. 582.620/219.320) beobachtet werden.

Lithologisch handelt es sich um eine Wechsellagerung von bunten, graugetönten Mergeln, Mergelkalken und Kalken. Gipseinlagerungen fehlen. Im untern Teil der Goldberg-Formation kommt autigener, meist bipyramidaler Quarz vor. Dolomitische Gesteine treten nur an der Basis dieser lithostratigraphischen Einheit auf (HÄFELI 1964b: 35).

Fossilinhalt: Ausser den bereits auf S. 41 zitierten Mikrofossilien konnten von OERTLI und GRAMBAST (in HÄFELI et al. 1965: 63, 66; HÄFELI 1966: 643) u.a. folgende Arten bestimmt werden:

- Ostracoden: *Cypridea granulosa* (SOWERBY 1836)
Bisulcocypis forbesii (JONES 1885)
Orthonotacythere rimosa MARTIN 1940
Charophyten: *Porochara maxima* DONZÉ
Latochara sp.

1.224. Chronostratigraphische Stellung

Bereits BARTENSTEIN & BURRI (1954: 437) haben gezeigt, dass die Goldberg-Formation (als Teil des «Schweizerischen Purbeckien») in England mit dem unteren und einem Teil des mittleren Purbeckien, in NW-Deutschland mit dem Serpulit und den Mündel Mergeln korreliert werden kann. Auf eine weitere wichtige Korrelation haben wir bereits auf S. 36 hingewiesen. Somit dürfte feststehen, dass die Goldberg-Formation Berriasien-Alter hat.

1.23. Mergel- und Kalkzone, Marbre bâtard, (?) Marnes d'Arzier, Calcaire roux (Berriasien-Valanginien)¹⁾

1.231. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet

In unserem Untersuchungsgebiet sind die Schichten der Mergel- und Kalkzone (unten), des Marbre bâtard, der Marnes d'Arzier und des Calcaire roux (oben) längs der Nord- und Südflanke des Seekettengewölbes verschiedenenorts, meist als einzelne Relikte, aufgeschlossen (vgl. Taf. I): an der Südflanke zusammenhängend zwischen Brunnmühle (Twann) und Chavannes (SW Ligerz) und weiterhin, reliktsch, zwischen Chavannes und Poudeille (NE La Neuveville). Ferner besteht der Schlossberg (Le Château) bei La Neuveville aus diesen Gesteinen. An der Nordflanke sind die Kreiderelikte bei Le Moulin S Lamboing, bei Prêles sowie bei Bas de la Praye zu nennen. Schliesslich sei noch ein interessantes Kreidevorkommen wenige hundert Meter ausserhalb unseres Aufnahmegebietes, jenes von Vieille Roche (Koord. 572.750/214.750) erwähnt (vgl. dazu auch BAUMBERGER 1903b: 3 und SCHARDT 1904b: 103).

¹⁾ Die Bryozoenmergel (= Couches de Villers ? und/oder Astieriaschicht ?, vgl. HÄFELI 1964b: 36), welche nach Definition den Abschluss des Ob. Valanginien bilden, sind in unserem Aufnahmegebiet nicht aufgeschlossen. BAUMBERGER (1903a: 13) hat sie in der Gegend von Twann beobachtet (vgl. auch BURRI 1956: 605 ff.).

HÄFELI (1966) hat die Untersuchung der Sedimente der Unteren Kreide im Bielerseegebiet in den Mittelpunkt seiner Arbeit gestellt. Deshalb haben wir auf eine detaillierte Bearbeitung dieser Schichten verzichtet. Dieser Autor (1964b: 35) nimmt für die *Mergel- und Kalkzone* und den *Marbre bâlard* eine Gesamtmächtigkeit von 40 ± 5 m an. Er benennt BAUMBERGERS (1894: 25) «Zone der oolithischen Kalke und Mergel» in Mergel- und Kalkzone um, da die Schichten über dem Basiskonglomerat sowohl kryptokristalline, arenitische als auch oolithische Gesteine enthalten. Die Grenze zwischen den beiden informalen lithostratigraphischen Einheiten Mergel- und Kalkzone und Marbre bâlard zieht HÄFELI über der obersten Mergellage der Mergel- und Kalkzone. Diese ist jedoch nicht niveaubeständig.

Der gelblich bis weisse, meist arenitisch ausgebildete Marbre bâlard (vgl. dazu Typusprofil Valanginien in HÄFELI et al. 1965: 54) lässt sich nicht unterteilen. Lokal können auch in unserem Aufnahmegebiet Aufarbeitungshorizonte (Knollenhorizonte) beobachtet werden, so bei Bipschal (Koord. 577.620/215.260). Nicht selten treten auf den Schichtflächen des Marbre bâlard Bohrmuschellöcher auf (Koord. 577.150/214.980 oder Koord. 576.690/215.020).

Tab. 2 (S. 44) vermittelt eine Anzahl von Untersuchungsergebnissen von Proben aus dem oberen Teil der Mergel- und Kalkzone sowie dem Marbre bâlard. Deren genaue stratigraphische Einstufung war indessen nicht möglich.

Die *Marnes d'Arzier* sind in unserem Aufnahmegebiet nirgends aufgeschlossen. BURRI (1956: 605) stellt fest, dass ihre Mächtigkeit grossen Schwankungen unterworfen sei: an der Typuslokalität (Steinbruch «Violette» bei Arzier) beträgt sie 4 m, an der Typuslokalität des Valanginien in Valangin (HÄFELI et al. 1965: 51) bloss 0,2 m. BAUMBERGER (1903: 12,15), welcher dieses Niveau bei Landeron und Twann beobachtet hatte, gibt für erstere Lokalität einen Mächtigkeitswert von 1,7–1,8 m, für letztere 0,3–0,5 m an. In der Bohrung B 3 bei Ligerz (vgl. Taf. I) wurden die Marnes d'Arzier vermutlich durchstossen (Mächtigkeit 0,1 m; HÄFELI, mündl. Mitteilung).

Der *Calcaire roux*, welcher sich in eine spätige (unten) und eine limonitische (oben) Facies aufgliedern lässt, ist nur in Ligerz (in spätiger Ausbildung) aufgeschlossen. Da die Aufschlussverhältnisse hier ungünstig sind (die meisten der wenig zahlreichen Aufschlüsse befinden sich in Kellergewölben), geben wir eine kleine Aufschlusskarte wieder (Fig. 22). Die Mächtigkeit des Calcaire roux beträgt etwa 4–6 m.

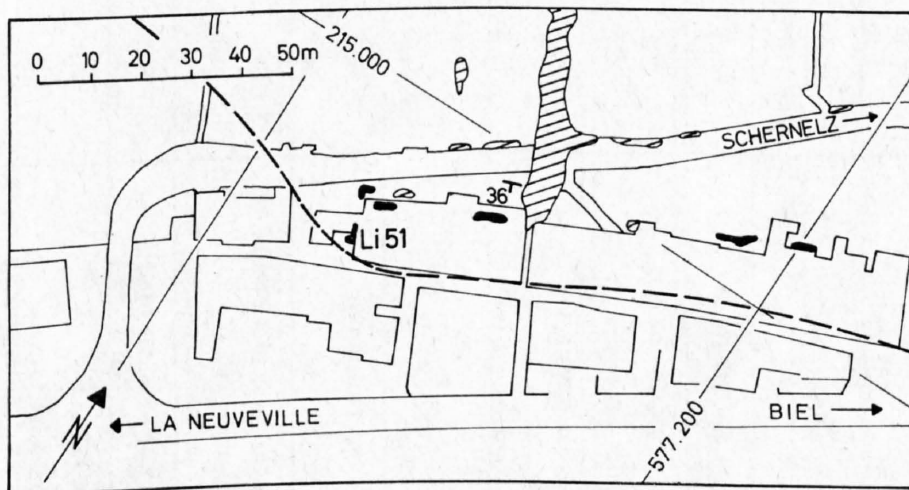


Fig. 22. Aufschlusskarte Ligerz (NE Dorfabschnitt).

Schwarze Flecken: Calcaire roux aufgeschlossen
 Schräg schraffiert: Marbre bâlard aufgeschlossen
 Gestrichelte Linie: Grenze Valanginien/Hauterivien vermutet
 Li 51: Untersuchte Probe (vgl. Text S. 46)

Tabelle 2: Untersuchungen an Gesteinen der unteren Kreide im Gebiet zwischen Twann und La Neuveville

Probe-Nr., Lokalität, Koordinaten	Karbonatgehalt in %		Fossilinhalt
	Calcit	Dolomit	
K 64 Prêles, Koord. 576.660/216.730	98,8	0,7	Gastropodentrümmer, Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina alpina</i> (LEUPOLD)*, Dasycladaceen
K 11 Pâturage du Haut, 576.140/216.290	98,6	0	Ostracodenbruchstücke, <i>Nautiloculina</i> sp.
K 19 Pâturage du Haut, 576.190/216.250	96,4	1,1	Makrofossilreste, <i>Trochammina</i> sp., <i>Trocholina</i> sp., <i>Neotrocholina</i> sp., <i>Nautiloculina</i> sp., <i>Acicularia</i> sp., Dasycladaceen, <i>Clypeina</i> sp.
K 23 Devant la Praye, 574.070/215.500	98,8	0	Gastropodentrümmer, Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina</i> sp.
K 47 Bas de la Praye, 573.470/215.210	99,2	0	Ostracodenbruchstücke, <i>Pseudocyclammina lituus</i> (YOKOYAMA)*, Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> (LEUPOLD)*, <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> MOHLER*, <i>Nodosaria</i> sp., <i>Clypeina</i> sp.
K 46 Bas de la Praye, 573.170/215.050	99,6	0	Lituoliden, ? <i>Feurtillia</i> , Ophthalmididen, <i>Trocholina elongata</i> *, Dasycladaceen
K 40 Schlossberg, La Neuveville, 573.040/212.880	98,2	0,7	Ostracodenbruchstücke, Gastropodentrümmer, Lituoliden, Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> *, Dasycladaceen
K 41 Schlossberg, La Neuveville, 573.040/212.840	99,2	0,4	<i>Neotrocholina</i> sp.
K 50 Rondans, 574.090/213.120	98,2	0,7	Gastropodentrümmer, <i>Pseudocyclammina</i> sp., Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina elongata</i> *, Kalkalgen
K 6 Poudeille, 575.080/213.760	98,0	0,7	Ostracodenbruchstücke, <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Nautiloculina</i> sp., Kalkalgen
K 5 Chenaillette, 575.240/213.920	97,2	0,7	Bruchstücke von Makrofossilien, Lituoliden, ? <i>Feurtillia</i> , <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> *
K 51 Côte de la Poudeille, 575.340/214.060	98,6	0	<i>Ammobaculites</i> sp., <i>Pseudocyclammina lituus</i> *, Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> *, Dasycladaceen

K 52 Côte de la Poudeille, 575.410/214.110	97,2	1,1	Pelecypoden- und Gastropodentrümmer, Ophthalmididen, <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> *, Dasycladaceen
K 53 Les Frieses, 575.600/214.250	97,2	1,5	wie K 52
K 55 Sur les Frieses, 575.840/214.500	99,4	0	Gastropodentrümmer, <i>Pseudocyclammina</i> sp., <i>Pseudocyclammina lituus</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> *, Kalkalgen
K 3 Boome (NE Ligerz), 577.380/215.130	97,8	0	Ostracodenbruchstücke, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Neotrocholina</i> sp.
K 57 Schernelz, 577.570/215.860	97,6	1,8	Gastropodentrümmer, <i>Ammobaculites</i> sp., <i>Pseudocyclammina lituus</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Nautiloculina</i> sp., Kalkalgenreste
K 58 Schernelz. 577.490/215.870	98,2	0	Textulariden, Ophthalmididen, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Neotrocholina</i> sp., <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> *, Dasycladaceen, <i>Acicularia</i> sp.
K 59 Schernelz, 577.440/215.830	99,0	0,4	Gastropodentrümmer, <i>Ammobaculites</i> sp., <i>Pseudocyclammina lituus</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Nautiloculina</i> sp., Kalkalgenreste
K 60 Schernelz, 577.420/215.760	99,0	0	Pelecypoden- und Gastropodentrümmer, Ophthalmididen, <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Nautiloculina</i> sp.
K 63 Oselière, 577.710/216.020	97,4	1,8	Gastropodentrümmer, <i>Ammobaculites</i> sp., <i>Trocholina alpina</i> *, <i>Trocholina elongata</i> *, ? <i>Neotrocholina</i> , Lageniden, Dasycladaceen
K 2 Brunnmühle, 578.110/215.650	97,8	0,4	Gastropodenbruchstücke, <i>Trocholina</i> sp., <i>Trocholina elongata</i> *, <i>Neotrocholina</i> , <i>Nautiloculina</i> sp., <i>Nautiloculina</i> aff. <i>oolithica</i> *, Lageniden, Kalkalgenreste
K 1 Brunnmühle, 578.140/215.670	96,0	1,5	Gastropodenreste, <i>Trocholina elongata</i> *, Dasycladaceen

Anmerkungen:

Die mit * bezeichneten Foraminiferen treten auch im Typusprofil des Valangini in Valangin auf (vgl. dazu HÄFELI et al. 1965: 54).
Milioliden wurden ausser in den Schliffen K 23, 47 und 55 überall festgestellt.
Valvuliniden oder Verneuiliiniden treten ausser in K 11, 6 und 60 in allen Schliffen auf.
Echinodermenbruchstücke konnten ausser in K 64, 46, 40, 52, 3, 57, 59 und 2 in allen Schliffen nachgewiesen werden.

Dünnschliff-Beschreibung (Schliff Li 51, vgl. Fig. 22):

Kalkarenit bis Biomikrit

Grundmasse: vorherrschend kryptokristallines, zurücktretend mikrokristallines Calcitgewebe

Komponenten: arenitische bis zuweilen oolithische Komponenten, letztere mit organischem Kern. Arenitische «Einsprenglinge» meist ausgesprochen *länglich* (Länge bis 1 mm, Querschnitt 0,1–0,3 mm).

Organischer Detritus: sehr verbreitet Echinodermenbruchstücke, Trümmer von Mollusken, Textulariden.

Karbonatanalyse: Calcit: 86,6%, Dolomit: 0

1.232. Verbreitung in der Seekette

Die Verbreitung der Kreidesedimente reicht im NE bis in die Gegend von Biel. Das östlichste Vorkommen beschreibt THALMANN (1966: 57) aus Frinvillier (Koord. 586.450/224.150). Er hält dieses Gestein teilweise für Marbre bâard.

Von der Taubenloch- bis zur Twannbachschlucht sind die Gesteine dieser Schichten, als grössere oder kleinere Erosionsrelikte, in Biel (Beaumont, Pasquart, Riedli), an der Südflanke der Seekettenantiklinale weiterhin von Vingelz bis Alfermée und von Tüscherz bis Twann, ferner im Chrostälchen aufgeschlossen. An der Nordflanke treten sie am Fusse des Jorat zutage. HÄFELI (1966) hat diesen Schichtkomplex in vier Detailprofilen näher untersucht (Profil Pasquart: Mergel- und Kalkzone, Profile Riedli, Rusel und Fluhrebe: Mergel- und Kalkzone sowie Marbre bâard). Er gibt ausführliche Mikrofossilisten.

1.233. Chronostratigraphische Stellung

Definitionsgemäss (RUTSCH in HÄFELI et al. 1965: 44) wird die Unterfläche des Konglomerathorizontes an der Basis der Mergel- und Kalkzone als *Untergrenze* des Valanginien bezeichnet. Mit dieser Annahme geraten wir jedoch in Konflikt mit dem Berriasien-Typusprofil in SE-Frankreich (vgl. dazu HÄFELI 1964: 88, 1966). Dessen Obergrenze liegt höher als die Basis des Typusprofils in Valangin. Nach OERTLI (in HÄFELI et al. 1965: 74) muss das obere Berriasien in dessen Typregion als chronostratigraphisches Äquivalent des Unteren Valanginien in Valangin aufgefasst werden. Eine derartige Überschneidung der Chronostratotypen ist auch bei der Hauterivien/Barrémien-Grenze nicht ausgeschlossen. Die *Obergrenze* des Valanginien wird durch die Dachfläche der Astieria-Schicht¹⁾ gebildet (RUTSCH in HÄFELI et al. 1965: 44). Diese ist im Typusprofil aufgeschlossen. Nach OERTLI (in HÄFELI et al. 1965: 70) stellt sich zwischen diesem Niveau und der Basis der hangenden Mergelzone des Hauterivien ein scharfer Faunenwechsel ein.

Es darf angenommen werden, dass die in unserem Untersuchungsgebiet beobachteten informellen lithostratigraphischen Einheiten, welche im vorliegenden Abschnitt besprochen wurden, dem Valanginien zuzuordnen sind. Gewisse Unsicherheiten in bezug auf die chronostratigraphische Einordnung der Basiseinheit (Mergel- und Kalkzone) sind jedoch nicht zu übersehen.

Zu völlig anderen Ergebnissen gelangten SORNAY & GUILLAUME (1964: 4303). Diese Autoren glauben auf Grund einiger Ammoniten-Neubestimmungen einen Teil des Marbre bâard und sicher den Calcaire roux der Bielerseegegend dem Hauterivien zuweisen zu können. RUTSCH (in HÄFELI et al. 1965: 46) hat diese Auffassung widerlegt. Neuerdings haben BUSNARDO & GUILLAUME (1965: 129) die These von SORNAY & GUILLAUME wiederholt. Entweder muss auch hier eine Verwechslung des Untersuchungsmaterials vorliegen oder die Fossilien stammen aus «Hauterivientaschen». Jedenfalls geben die Verfasser zu, dass die Fundorte nicht genau bekannt sind. Wir zitieren: «Ainsi comme pour *A. twannensis*, l'origine exacte de l'échantillon reste imprécise».

Marbre bâard und Calcaire roux sind im Typusprofil des Valanginien in Valangin dieser Einheit inbegriffen. Nach obigen Autoren müssten der Marbre bâard und der Calcaire roux von Valangin und der Bielerseegegend somit heterochrone Bildungen sein. Diese Möglichkeit ist nach den Ergebnissen neuester mikropaläontologischer Untersuchungen jedoch nicht vorhanden.

¹⁾ Vgl. dazu S. 42, Anm. 1.

1.24. Mergel, Knollenmergel, Mergel- und Kalkzone, Pierre jaune de Neuchâtel (Hauterivien)

1.241. Verbreitung und Ausbildung im Aufnahmegebiet

In unserem Aufnahmegebiet sind diese Gesteine nur an zwei Stellen aufgeschlossen: In Ligerz (vgl. Fig. 23) und am Fusse des Schlossbergs bei La Neuveville.

In Ligerz sind die reichlich Brachiopoden führenden *Mergel* (Basis des Schichtstosses) bei A und B (Fig. 23) aufgeschlossen. Es handelt sich um dunkelgraue bis bläuliche Mergel, deren Farbe durch feinverteilten Pyrit bedingt sein dürfte. Oxydiert dieser, dann bekommt das Gestein eine gelbe bis rötlichgelbe Farbe.

Die *Knollenmergel* können bei C beobachtet werden. Ihr Glaukonitgehalt ist beträchtlich. Dieser liegt oft in Nestern vor. Die Knollenmergel haben eine intensiv gelbe Farbe. An Fossilien konnten daselbst einige Steinkerne von Pholadomyen, irregulären Seeigeln, Brachiopoden, ferner Nautiliden gefunden werden.

Die *Mergel- und Kalkzone*, deren Gesteine ebenfalls sattgelbe bis rötlichgelbe Farben aufweisen, sind bei D aufgeschlossen. Es handelt sich um alternierende Mergellagen und Kalkbänke. Der nachstehend beschriebene Dünnschliff stammt von einem Handstück einer derartigen Bank.

Dünnschliff-Beschreibung (Schliff Li 68, Fig. 23):

Biomikrit bis feinsandiger, schwach glaukonitischer Kalk

Grundmasse: kryptokristallines Calcitgewebe

Komponenten: 1. Anorganischer Detritus: mehr oder weniger gleichmässig verteilte Quarzkomponenten, Korndurchmesser 0,1–0,2 mm, Glaukonitkörner seltener
2. Organischer Detritus: Ostracodenreste, kleine Echinodermenbruchstücke, Echinidenstacheln, Bruchstücke von Mollusken, Textulariden, Valvuliniden oder Verneuuliniden, *Lenticulina* sp.

Diese drei Einheiten dürften in unserem Untersuchungsgebiet zusammen eine Mächtigkeit von ungefähr 15 m aufweisen.

Die *Pierre jaune de Neuchâtel* ist einzig am Fusse des Schlossbergs bei La Neuveville (Koord. 573.050/212.710) aufgeschlossen. Es handelt sich um gelbbraune harte Sandkalke. Makroskopisch kann dieses Ge-

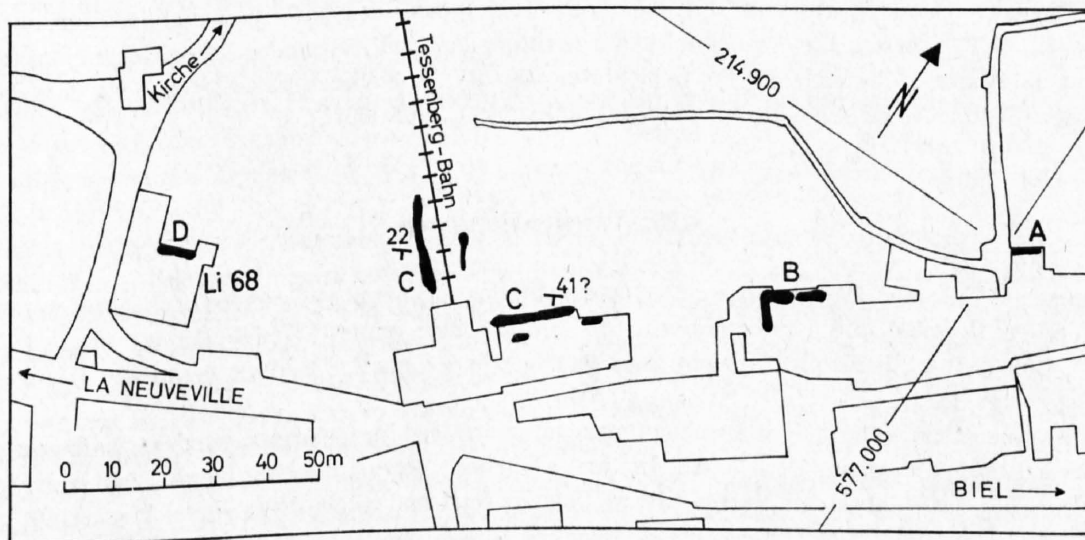


Fig. 23. Aufschlusskarte Ligerz (SW Dorfabschnitt).

Schwarze Flecken: Mergel, Knollenmergel, Mergel- und Kalkzone aufgeschlossen
A–D: Kennzeichnung der Aufschlüsse (vgl. Text)
Li 68: Untersuchte Probe (vgl. oben)

stein leicht mit dem Calcaire roux verwechselt werden. Der Dünnschliff jedoch gestattet eine eindeutige Unterscheidung (vgl. Schliff Li 51 und Schliff K 42).

Dünnschliff-Beschreibung (Schliff K 42):

Glaukonitischer, zoogendritischer Sandkalk

Grundmasse: kryptokristallines Calcitgewebe

Komponenten: 1. Anorganischer Detritus: gerundete, bis 0,4 mm grosse Quarzkörnchen, schätzungsweise 10%. Gerundete Glaukonitkörner, Durchmesser bis 0,5 mm, schätzungsweise 5%.
2. Organischer Detritus: Ostracodenfragmente, sehr zahlreiche Echinodermenbruchstücke, Echinidenstacheln, kleine Fragmente von Mollusken, Bryozoenreste, Zwergformen von Textulariden, Milioliden, Lageniden, *Lenticulina* sp.

Karbonatanalyse: Calcit: 77,8%, Dolomit: 2,2%

Die Mächtigkeit der Pierre jaune dürfte bei La Neuveville mindestens 15 m betragen (vgl. dazu Profil Le Landeron, in HÄFELI et al. 1965: 60).

1.242. Verbreitung in der Seekette

Diese Schichten können im klassischen Profil von Le Landeron (Koord. 571.480/212.320, vgl. dazu BURRI 1956: 620; DE LORIOI & GILLIÉRON 1869) studiert werden. HÄFELI (in HÄFELI et al. 1965: 60) hat dieses Profil überarbeitet und dabei Proben gesammelt, welche OERTLI und MAYNC auf deren Mikrofossilinhalt hin untersuchten. Von der Twannbach- bis zur Taubenlochschlucht sind vorwiegend die unteren Schichten der Kreide noch vereinzelt anzutreffen. Die östlichsten Aufschlüsse liegen in der Gegend von Vingelz (Koord. 583.400/220.070). Weitere Relikte befinden sich im Gebiet der Roggeten (Koord. 580.550/217.510), SW Wingreis (Koord. 580.500/217.500) und in Twann (Koord. 578.950/216.090).

1.243. Chronostratigraphische Stellung

Die chronostratigraphische Grenze Valanginien/Hauterivien ist, wie bereits dargelegt wurde (S. 46), im Typusprofil des Valanginien bei Valangin aufgeschlossen und durch einen scharfen Faunenwechsel gekennzeichnet (RUTSCH in HÄFELI et al. 1965: 46). Die Obergrenze des Hauterivien kann in der Gegend des Stratotyps (Hauterive, Koord. 564.500/207.100) nicht festgelegt werden. Dadurch besteht die bereits erwähnte Möglichkeit einer Überschneidung der Chronostratotypen des Hauterivien und des Barrémien.

Da sich die in unserem Untersuchungsgebiet vorliegenden, mit informellen lithostratigraphischen Bezeichnungen belegten Schichtglieder mit dem Chronostratotyp korrelieren lassen, steht fest, dass diese als Hauterivien-Sedimente zu bezeichnen sind (vgl. HÄFELI et al. 1965: 69 ff.).

1.25. Taschenbildungen

In unserem Untersuchungsgebiet konnten an drei Stellen sogenannte «Taschen» beobachtet werden und zwar zwischen Bipschal und Ligerz (Koord. 577.500/215.210, ferner 577.440/215.160 sowie 577.400/215.130). Eine weitere, jedoch heute nicht mehr beobachtbare derartige Bildung beschreibt BAUMBERGER (1903b: 3) von Prêles (vgl. dazu auch SCHARDT 1904b: 91).

Da HÄFELI (1966: 609) diesen Erscheinungen im zentralen Jura Gebirge besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, können wir uns kurz fassen. Die drei «Taschen» liegen innerhalb (konkordant!) des Marbre bâtard. Die Füllmasse besteht aus Marbre bâtard, Calcaire roux und gelben Mergeln des Hauterivien, wobei diese Gesteine keine bestimmte Lagerungsart erkennen lassen. Die Grenze zwischen Füllmasse und «Taschen»-Rand ist scharf. Über die Form der «Taschen» lässt sich wenig Verlässliches aussagen, da sie nicht als dreidimensionale Gebilde beobachtet werden können. HÄFELI (1966: 613) deutet diese Erscheinungen als unterirdische Verkarstungsphänomene während einer Festlandsperiode zwischen Hauterivien und Pliocaen. Die Auffüllung der Hohlräume soll nach der Erosion der Molasse, jedoch vor den Eiszeiten erfolgt sein.

1.3. Tertiär

1.31. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet

Die ersten Beobachtungen über die Molasse in unserem Untersuchungsgebiet stammen von Graf RAZOUMOWSKY (1789: 181). Er beschreibt den geologischen Aufbau der St. Petersinsel. DE MONTMOLLIN (1835: 54) erwähnt die Molassegesteine aus der Gegend von La Neuveville. Er vermutet, sie seien hier vom «Calcaire jaune» (Hauterivien) unterlagert. Weitere Hinweise über den geologischen Aufbau der St. Petersinsel finden sich bei STUDER (1853: 373). STUDER, LANG & GILLIÉRON (1866: 25) erwähnen das heute nicht mehr aufgeschlossene Molassevorkommen am Nordufer des Bielersees zwischen La Neuveville und Chavannes. Weitere Angaben über diese wichtige Lokalität verdanken wir HISELY (in GREPPIN 1870: 247). Erstmals auf einer geologischen Karte ist dieses Molassevorkommen sowie jenes der St. Petersinsel auf Blatt VII, Solothurn–Porrentruy, der Geologischen Karte der Schweiz (1:100 000) von GREPPIN & BACHMANN (1868) eingetragen. Beide Vorkommen werden dem «Delémontien ou Molasse d'eau douce inférieure» zugewiesen. Die kleine Insel («Kanincheninsel») wird als Quartär kartiert. Später (1870) fasst GREPPIN die Gesteine der St. Petersinsel als Bildungen der Oberen Meeresmolasse auf. Vereinzelte Molassevorkommen längs des Nordufers des Bielersees werden auch von ROLLIER (1893: 157) erwähnt. In einer späteren Publikation (1894: 30) hält dieser Autor die Sedimente der St. Petersinsel für «molasse lausannienne» (= «Helvétien»). BAUMBERGER (1894: 12) fasst das von HISELY entdeckte sowie das W Chavannes gelegene Molassevorkommen als «Molasse alsacienne» = «Molasse d'Aarwangen» auf. Er nimmt an, diese Ablagerungen seien direkt dem Hauterivien aufgelagert, schliesst aber das Vorhandensein reliktschen Cénomaniens zwischen Molasse und Hauterivien nicht aus.

Auf der Geologischen Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, Solothurn–Porrentruy, von ROLLIER & KISSLING (1904) wird die bei La Neuveville zutage tretende Molasse der oligocaenen «Molasse alsacienne», das Vorkommen der St. Petersinsel der miocaenen «Molasse lausannienne» zugewiesen.

Nähere Angaben über den geologischen Bau der St. Petersinsel verdanken wir ARN. HEIM (in HEIM & HARTMANN 1919: 45). Dieser Autor glaubt, gestützt auf die Untersuchungen von Morgenthaler, die Insel gehöre tektonisch zum Südschenkel der Mörigen–Jens-Antiklinale und bilde damit die direkte östliche Fortsetzung der Molasse von Täuffelen. In diesem Sinn sind die Verhältnisse auf seiner tektonischen Kartenskizze (Taf. VII) dargestellt.

RYNIKER (1923: 15) stützt sich zur Beschreibung der in der Seekette anstehenden Molassegesteine auf die Angaben früherer Autoren (HISELY, GREPPIN, ROLLIER, BAUMBERGER). Dagegen beschreibt er erstmals Molasseeinlagerungen in «Portlandien»-Kalken (Steinbruch «Sur Moulet» [= heute Sur Montay], E Prêles und Steinbruch «Sur les Meyes», N La Neuveville). Leider können diese Spaltenfüllungen heute nicht mehr beobachtet werden.

RUTSCH (1934: 91) entdeckte auf der Ostseite der St. Petersinsel eine Fossilfundstelle. Diese lieferte ausser zahlreichen Schalenrümern von Land- und Süsswassermollusken eine Reihe von Wirbeltierresten. Die Säugerreste ermöglichten eine Einstufung dieser Sedimente ins Mittelstampien¹⁾. RUTSCH hat damit zeigen können, dass die Molasseablagerungen der St. Petersinsel wesentlich älter sind, als frühere Autoren (GREPPIN, ROLLIER, ARN. HEIM) angenommen hatten. Die Altersbestimmung von RUTSCH für die Molasseablagerungen der St. Petersinsel wird in der Folge von ANTENEN (1936), AMBÜHL (1936b), SCHMID (1931) LIECHTI (1946), SCHUPPLI (1950) und JORDI (1955) übernommen.

AMBÜHL (1936b, unveröff. Expertenbericht) glaubt auf Grund detaillierter Untersuchungen, dass die St. Petersinsel nicht, wie ARN. HEIM (vgl. oben) postuliert hatte, als Teil der Mörigen-Antiklinale aufzu-

¹⁾ Die Mollusken-Stratigraphie unterscheidet innerhalb des Stampien zwei Einheiten: Oberstampien (Chattien) und Unterstampien (Rupélien). Die Säugetier-Paläontologie dagegen vermag im schweizerischen Stampien drei Säuger-Successionen zu unterscheiden und gliedert dieses entsprechend in Unter-, Mittel- und Oberstampien. Mittel- und Oberstampien der Säugetier-Paläontologie entsprechen dem Oberstampien (Chattien) der Mollusken-Stratigraphie (vgl. dazu auch BERTSCHY 1958: 237; JORDI 1955: 29 und RUTSCH 1962: 16).

fassen sei, sondern der Gottstatt-Antiklinale angehöre, welche mehr oder weniger parallel zur Seekette verlaufe (vgl. Profil IX in AMBÜHL 1936b).

Erste lithostratigraphische Detailuntersuchungen der Molasse der St. Petersinsel verdanken wir SCHMID (1931, unveröff.). Dieser leider zu früh verstorbene Autor stellt in einem lithologischen Profil die Gesteinsserie E des Landungssteiges auf der NW-Seite der Insel als Sandstein-Mergel-Wechselagerung dar. Erstmals beobachtet er daselbst einen Chara-Oogonien führenden, bituminösen Süsswasserkalk. Die Ergebnisse der Untersuchungen von SCHMID werden von LIECHTI (1946, unveröff. Bericht an das Eidg. Wasserwirtschaftsamt) übernommen.

In einem Überblick über die Molassebildungen des bernischen Seelandes streift W. STAUB (1938) einzelne Probleme, die diese Sedimente in unserem Untersuchungsgebiet betreffen. Unter anderem weist er die kleine Insel («Kaninchen-Insel») dem Aquitanien zu. Diese Auffassung wird auch von SCHUPPLI (1950: 4) geteilt. Letzterer stellt die zahlreichen Einzeluntersuchungen in einen grösseren Rahmen. *Stratigraphisch* weist er den von SCHMID (1931) untersuchten Sandstein-Mergelkomplex der St. Petersinsel in den oberen Teil des «Chattien», wobei er auch die besondere Bedeutung der Süsswasserkalke unterstreicht (vgl. dazu Taf. III in SCHUPPLI 1950). Die Molassevorkommen am Südfuss der Seekette stellt er im Sinne von BAUMBERGER (siehe oben) ins untere «Chattien» («Blättermolasse»). Im Gegensatz zu den Auffassungen von ARN. HEIM und AMBÜHL glaubt SCHUPPLI (1950: 16, ferner Querprofil 3, Taf. IV), das «Chattien» der St. Petersinsel sei als Molassemantel der SW abtauchenden Kapf-Antiklinale aufzufassen. Er hält es für unwahrscheinlich, dass zwischen der St. Petersinsel und der Grossholz-Hagneck-Synklinale eine die Mörigen- und Gampelen-Antiklinale verbindende Antiklinalachse und eine sie NW begleitende Synklinale durchziehen. Aus geometrischen Überlegungen (vgl. Querprofil 3, Taf. IV) kann nach diesem Autor die Grenze «Chattien/Aquitaniens» nicht weit über dem von RUTSCH beschriebenen, als mittelstampisch datierten Fossilhorizont liegen. Dies zwingt ihn zur Annahme, dass das obere Stampien nur eine geringe Mächtigkeit aufweise.

HÄFELI (1966: 600) hat in der Molasse, welche bei Sondierbohrungen zwischen Twann und Ligerz angetroffen wurde, keine Fossilien finden können. Der stratigraphischen Position entsprechend vermutet er jedoch, es könnte sich um reliktsches «Chattien» handeln. Molassegesteine wurden auch in den Bohrungen B 1 und B 2 (vgl. Taf. I) in La Neuveville angetroffen. Leider fehlen darüber nähere Untersuchungen, doch dürfte es sich auch hier um die die siderolithischen Bildungen überlagernden ältesten Molassesedimente handeln.

1.32. Siderolithische Bildungen

1.321. Verbreitung im Aufnahmegebiet

Die Verwitterungsprodukte der voroligocaenen, tropisch-humiden Festlandsperiode können etwas verallgemeinert in drei Erscheinungsformen gegliedert werden: Bolustone, Bohnerz und Huppererde (vgl. dazu JORDI 1955: 23; HOFMANN 1958: 988 und 1960: 31; HAUBER 1960a: 657; FISCHER 1965: 24; THALMANN 1966: 58).

In unserem Untersuchungsgebiet sind diese Bildungen nur an wenigen Stellen aufgeschlossen: An der Strasse von La Neuveville nach Lignières (Koord. 573.385/213.370) als durch Eisenoxyde imprägnierte dolomitische Kalke der Twannbach-Dolomitzone und spaltenfüllendem, mit Huppererde vermischem Boluston; an der Strasse von La Neuveville nach Prêles (Koord. 574.850/214.160) ebenfalls als durch Eisenoxyde imprägnierte dolomitische Kalke derselben lithostratigraphischen Einheit. Ein weiteres Vorkommen (vgl. dazu auch BAUMBERGER 1894: 51 und Karte im Anhang; RYNIKER 1923: 17) befindet sich im Steinbruch Sur Montay, Koord. 577.100/217.000 (vgl. Fig. 5 und 18). Dieses Gestein wurde sedimentpetrographisch untersucht (vgl. Abschn. 1.322.).

Weitere Stellen mit siderolithischen Spuren in unserem Untersuchungsgebiet, welche heute überwachsen sind, erwähnt BAUMBERGER (1894: 51) von der Brunnmühle (Twann), von der Twannbachschlucht und von einer nicht näher bestimmten Lokalität an der Strasse von Schernelz nach Lamboing (hier als Spaltenfüllung im «Kimmeridgien»).

1.322. Sedimentpetrographische Untersuchungen

Die Spaltenfüllung aus dem in der Twannbach-Dolomitzone liegenden Steinbruch Sur Montay (vgl. Fig. 14) durfte trotz typischem Huppererde-Aspekt nicht zum vornherein als siderolithische Bildung betrachtet werden, weil RYNIKER (1923: 15) an der gleichen Stelle auch Molasseeinschlüsse beobachtet hatte. Selbst nach der Feststellung, dass es sich beim fraglichen Material nicht um Molassesedimente handelte, bestand nicht völlige Sicherheit, ob dieses siderolithischen Ursprungs sei. Wie nachstehend gezeigt werden wird, können diese Zweifel durch den Vergleich des vorliegenden Mineralgehaltes mit der bekannten, für Siderolithikum typischen Schwer- und Leichtmineralvergesellschaftung beseitigt werden (vgl. dazu auch RUTSCH & VON MOOS 1942: 144).

Schwerminerale. Einige Hinweise über die Präparations- und Auszählungsmethodik der Schwerminerale finden sich in Abschn. 1.332. Wie Fig. 24 zeigt, wurden ausser der Probe S 1 des Steinbruchs Sur Montay zwei weitere Proben siderolithischen Materials aus der Westschweiz [Chamblon, Steinbrüche Décoppet und Uttins II¹⁾, vgl. JORDI 1955: Taf. I und II] sowie eine Probe aus dem «Vraconnien» (Kreide) von La Vraconne (vgl. RENZ & LUTERBACHER 1965: 91, Probe GG 244) vergleichsweise untersucht.

Die drei Proben des Siderolithikums zeigen übereinstimmend eine Zirkon-Turmalin-Rutil-Kombination. S 1 (Sur Montay) enthält zusätzlich 2% Granat und 1% Epidot. V 9 und V 10 (Chamblon) sind gekennzeichnet durch einen nicht unbeträchtlichen Staurolith-Anteil (bis 14%). Dieses Mineral zeigt typische Kämmechen-Verwitterung (vgl. dazu von Moos 1936: 321 und die von ihm zitierten Autoren). Der Gehalt an Erz und Limonit ist bei den Proben V 9 und V 10 beträchtlich. Interessant ist die Feststellung, dass sich die Schwermineral-Vergesellschaftung der Kreide-Probe (V 11) nicht von derjenigen der siderolithischen Proben unterscheidet.

Zum Vergleich liegen eine Reihe Schwermineral-Analysen siderolithischer Ablagerungen anderer Autoren vor. Bereits BAUMBERGER (1923: 88) hat auf einen erhöhten Titangehalt dieser Sedimente aufmerksam gemacht. Er führt ihn auf das häufige Vorkommen von Mineralien der TiO₂-Gruppe zurück. Eine gleiche oder ähnliche Schwermineral-Vergesellschaftung wie diejenige unserer Proben fanden von Moos (1935: 224 und

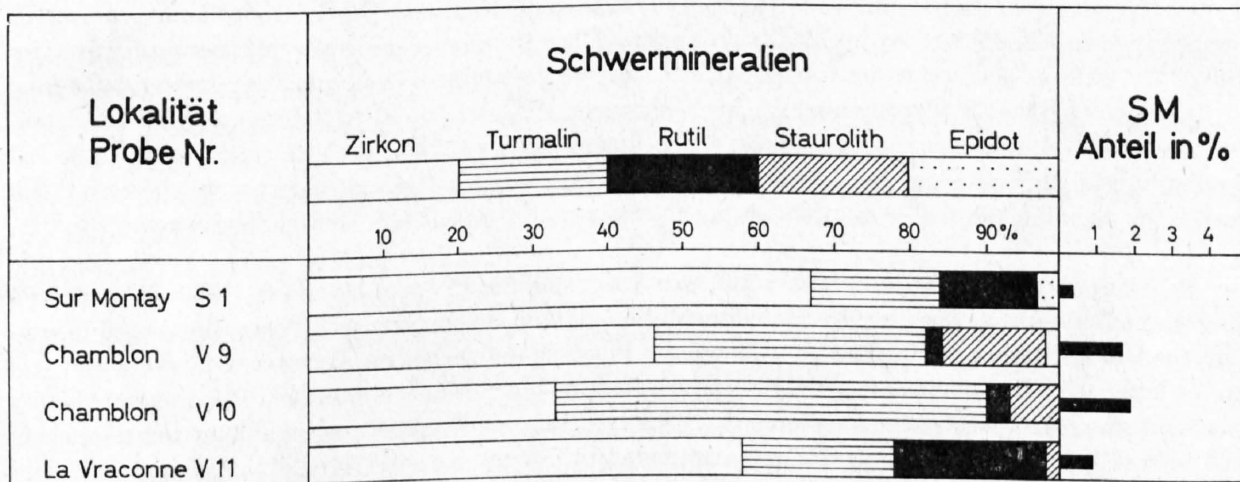


Fig. 24. Schwermineral-Untersuchungen im Siderolithikum und in der Kreide (leeres Feldchen rechts in V 9: übrige Schwerminerale).

- Probe S 1: Steinbruch Sur Montay (Nähe Twannbachschlucht)
 Probe V 9: Quarzsand aus dem Steinbruch Décoppet (Chamblon) (aus Belegsammlung H. A. JORDI)
 Probe V 10: Quarzsand aus dem Steinbruch Uttins II (Chamblon) (aus Belegsammlung H. A. JORDI)
 Probe V 11: «Vraconnien» (Kreide) von La Vraconne (Probe GG 244, vgl. RENZ & LUTERBACHER 1965: 91)
 (Probe von Dr. R. Herb)

¹⁾ Die Proben wurden der Belegsammlung H. A. JORDI entnommen (dep. im Geol. Inst. d. Universität Bern).

1936: 324), HOFMANN (1958: 985), EPPRECHT (1963: 331/332), STUMM (1964: 162) und THALMANN (1966: 62) in siderolithischen Ablagerungen.

Völlig davon abweichend ist die Schwermineral-Kombination einer jungpliocänen Einlagerung in «Kimmeridgien»-Kalken auf der Montagne du Droit (RUTSCH & VON MOOS 1942: 147). Dieses Gestein weist eine eindeutige Epidot-Vormacht auf (69%), mit den Nebengemengteilen Granat, Staurolith, Rutil und Hornblende. Diese Vergesellschaftung gleicht auffällig derjenigen von Molassegesteinen höherer stratigraphischer Stellung (vgl. Abschn. 1.334.2.).

Angeichts der guten Übereinstimmung des Schwermineral-Gehaltes der Spaltenfüllung im Steinbruch Sur Montay mit demjenigen der siderolithischen Bildungen am Chamblon sowie den in der Literatur zitierten Spektren des Siderolithikums, weisen wir das Vorkommen in unserem Aufnahmegebiet altersmässig der voroligocänen Festlandsperiode zu.

Die *Herkunft* des Schwermineral-Bestandes der siderolithischen Bildungen ist nicht so ungewiss, wie THALMANN (1966: 62) vermutet hat. Da es sich bei diesen Ablagerungen zweifellos um Rückstandssedimente aus chemischer Verwitterung der liegenden Kreide- und Malmgesteine handelt (vgl. dazu von Moos 1936: 325; Hofmann 1958: 981, 988), dürften keine weiträumigen Transporte dieses Materials stattgefunden haben. In den siderolithischen Ablagerungen müssen demzufolge verwitterungsstabile und umlagerungsunempfindliche Mineralien des Substratums vorliegen. Probe V 11 («Vraconnien») (vgl. Fig. 24) bestätigt diese Vermutung. Zum gleichen Ergebnis gelangte STUMM (1964: 162). Schon von Moos (1936: 325) konnte zeigen, dass die sandigen Kreidesedimente des westlichen Jura gebirges eine den siderolithischen Bildungen ähnliche Schwermineral-Vergesellschaftung aufweisen. Eine auf breiter Grundlage durchzuführende Schwermineral-Analyse der Kreide- und Malm sedimente dürfte erweisen, ob die bisherigen Vermutungen hinsichtlich des Mineralbestandes des Siderolithikums richtig sind.

Leichtmineralien. Die Präparations- und Auszählungsmethodik für Leichtmineralien wird in Abschnitt 1.332. behandelt. Die Untersuchung der Leichtmineral-Fraktion 0,1–0,15 mm hat für das Siderolith-Vorkommen im Steinbruch Sur Montay (Probe S 1) ein Dominieren von Quarz (89%) ergeben. Der Rest entfällt auf Glimmer und nicht identifizierbares Material. Die Karbonatanalyse ergab einen Gesamtkarbonatgehalt von 17,5%, wovon 16,4% auf Calcit und 1,1% auf Dolomit entfallen.

Das Kennzeichen lateritischer Verwitterung, aus welcher die Bildungen des Siderolithikums grossenteils hervorgegangen sein dürften, ist im Idealfall u. a. eine völlige Entkarbonatisierung des Gesteins (HOFMANN 1958: 982). Es fragt sich, woher der Karbonatgehalt unseres Vorkommens stammt. Nach unserer Auffassung dürfte eine sekundäre Einschwemmung von karbonatreichem Material aus dem Nebengestein für diesen Anteil verantwortlich sein (die mit siderolithischem Sediment gefüllte Spalte liegt im plattig-mergeligen Teil der Twannbach-Dolomitzone; vgl. Abschn. 1.137.). Tonmineralogische Untersuchungen, welche vermutlich zusätzliche Anhaltspunkte über die Entstehung des Spaltenmaterials liefern würden, liegen keine vor.

Es gelang BERSIER & BADOUX (1937: 233), VON BRAUN (1953: 158) und HOFMANN (1960: 31) innerhalb des Zeitabschnittes vom Ende der Kreidesedimentation bis zum Beginn der eigentlichen Molassesedimentation eine humid-tropische und eine arid-wüstenhafte Phase zu unterscheiden. BERSIER & BADOUX und von BRAUN leiteten die Existenz einer ariden Epoche aus den Ergebnissen morphoskopischer Quarzkornanalysen an siderolithischen Rückstandssedimenten ab. HOFMANN (1960: 28 ff.) weist (neben andern Indizien) ebenfalls auf die Bedeutung dieser Untersuchungsmethode zum Nachweis von Wüstenbildungen hin.

Wir haben in Anlehnung an die Arbeiten von CAILLEUX (1942, 1952, 1959) und von BRAUN (1953) an verschiedenen Sandfraktionen der Proben unseres Aufnahmegebietes und des Chamblon derartige Untersuchungen durchgeführt.

In der Leichtmineral-Fraktion 0,1–0,15 mm der Probe S 1 (Sur Montay) sind von 200 gezählten Quarzkörnern deren 146 schwach kantengerundet (Typ «emoussés luisants» nach CAILLEUX 1959: 67 oder «subangular» nach WILLIAMS et al. 1954: 282), 45 eckig (Typ «anguleux» oder «non usés» nach CAILLEUX oder «angular» nach WILLIAMS) und 9 gerundet (Typ «ronds mats» nach CAILLEUX oder «subrounded» nach WILLIAMS). In den übrigen drei untersuchten Fraktionen dieser Probe (0,15–0,3 mm, 0,3–0,4 mm und 0,4 bis 1,0 mm) wird die Rundung der Quarzkörner immer ausgeprägter. Die Körner des Größenbereiches

0,4–1,0 mm (nach von BRAUN 1953: 156 die signifikanteste Fraktion) dürfen grösstenteils als gerundet bezeichnet werden. Ihnen fehlt jedoch, wie den Körnern aller übrigen Fraktionen dieser Probe, das matte Aussehen. Sie haben einen auffälligen Glasglanz. Im Gegensatz dazu sind die Quarzkörner aller Fraktionen der Proben V 9 und V 10 (Chamblon) gelblich matt. Weiterhin weisen sie bereits in der feinen Fraktion (0,1 bis 0,15 mm) eine z. T. fast ideale Rundung auf. Dies steht in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von BERSIER & BADOUX an den siderolithischen Sanden im Gebiet des Mormont.

Bevor jedoch die Rundung der Quarzkörner mit einer äolischen Entstehung während des Siderolithikums erklärt werden darf (vgl. von BRAUN 1953: 157), bliebe abzuklären, zu welchem Zeitpunkt sie entstanden ist. Es erscheint durchaus möglich, dass das detritische Material (Quarz, Schwermineralien), das heute in siderolithischen Bildungen vorliegt, bereits in deren Substrat (Kreide- und Malm-sedimente) gerundet wurde oder bereits gerundet war. Ein Vergleich des Detritus des Siderolithikums und dessen Muttergesteins dürfte diese Frage entscheiden.

Granulometrie. Die Siebkurve des Materials der Spaltenfüllung im Steinbruch Sur Montay (Probe S 1) unterscheidet sich deutlich von den Kurven der untersuchten Molassegesteine (vgl. Fig. 33, gestrichelte Linie)¹⁾. Die Sortierung ist sehr schlecht. Die mittlere Korngrösse beträgt 0,284 mm, der Verteilungskoeffizient ist 2,06. Die Analyse ergab einen Schlämstoff-Anteil von 17,4%.

Die Ergebnisse der sedimentpetrographischen Untersuchung lassen keinen Zweifel an der siderolithischen Herkunft der Spaltenfüllung im Steinbruch Sur Montay.

1.33. Molasse

1.331. Stratigraphische Übersicht über die subjurassische Molasse im Bielerseegebiet

Wingreis-Schichten (“Stampien”)

Molasse alsacienne (ROLLIER 1892/93: 6) p.p.
Blättermolasse (BAUMBERGER 1915: 117) p.p.
Aarwanger-Molasse (SCHWAB 1960: 17) p.p.

Typuslokalität: Wingreis (NE Twann), Koord. 580.030/216.830 (vgl. dazu Profil in HÄFELI 1966: 600).

Untergrenze: Dachfläche des Siderolithikums (nicht aufgeschlossen).

Obergrenze: Basisfläche des dunklen, Säuger führenden Mergelhorizontes auf der St. Petersinsel (Koord. 577.815/213.640). Vgl. dazu RUTSCH 1934: 91 und SCHÄR 1967: 46; Taf. I.

Lithologie: Glimmersandsteine (oft mit Blattabdrücken und Holzeinschlüssen), Knauersandsteine, bunte Mergel und Silt-Tone.

Altersfrage: Vgl. Abschnitt 1.333.5.

Petersinsel-Schichten (“Stampien” bis ? “Aquitaniern”)

Molasse alsacienne (ROLLIER 1892/93: 6) p.p.
Blättermolasse (BAUMBERGER 1915: 117) p.p.
Aarwanger Molasse (SCHWAB 1960: 17) p.p.

Typuslokalität: St. Petersinsel (vgl. Fig. 26 sowie SCHÄR 1967: Fig. 1 und 3).

Untergrenze: Basisfläche des dunklen, Säuger führenden Mergelhorizontes auf der St. Petersinsel (Koord. siehe oben).

Obergrenze: Basisfläche der Süsswasserkalkbank im Zinshölzli-Graben (E Mörigen), Koord. 583.550/214.975 (vgl. dazu SCHUPPLI 1950: 5).

Lithologie: Sandsteine, bunte Mergel und Silt-Tone, bituminöse Süsswasserkalke.

Altersfrage: Vgl. Abschn. 1.333.5.

¹⁾ Die Siebkurven einiger Huppererde-Proben aus Lengnau weisen einen analogen Verlauf wie die Siebkurve unserer Spaltenfüllung auf (vgl. THALMANN 1966: 64).

Tabelle 3: Übersicht über die stratigraphischen Einheiten der subjurassischen Molasse im Bielerseegebiet.

Stufe	Lithostratigraphische Einheit		Mächtigkeit	Facies	Typuslokalität	Leit-fossilien	Vorkommen
Helvétien	? OSM Obere Meeresmolasse	Jensberg-Schichten	± 200 m	fluvioterrestrisch bis limnisch-brackisch marin	Jensberg (b. Biel) Dach d. Muschelsandsteins Koord. 587.400/217.335 Ob. Teil = Rebhubel-Schichten, Koord. vgl. Tab. 6, Probe 148	M O	Rebhubel, Jensberg, Bruggwald, Kräjenberg
Burdigalien		Chnebelburg-Schichten	± 150 m	marin	Chnebelburg (Jensberg) Koord. 587.015/217.155 (= Konglomeratbank)	F S	Jensberg, Kräjenberg, Jolimont, Brüttelen
Aquitaniien	Untere Süswassermolasse	Zinshölzli-Schichten	± 700 m	fluvioterrestrisch bis limnisch	Zinshölzli-Graben (E Mörigen) Basis Süswasserkalk Koord. 583.550/214.975		Jolimont, Brüttelen Hagneck-Kanaldurchstich Lüscherz-Vinelz Gerolfingen–Epsach–Jens Wolfgraben (E Mörigen) Zinshölzli-Graben
Stampien		Petersinsel-Schichten	± 200 m	limnisch bis fluvioterrestrisch	St. Petersinsel Basis Mergelhorizont Koord. 577.815/213.640	S S	St. Petersinsel
		Wingreis-Schichten	± 250 m		Wingreis (NE Twann) Koord. 580.030/216.830		Jura-Südfuss, linkes Ufer des Bielersees (z. B. Wingreis, La Neuveville)

Abkürzungen: S = Säuger, F = Fischzähne, O = Ostracoden, M = Mollusken; OSM = Obere Süswassermolasse

Zinshölzli-Schichten ("Aquitanien")

Aquitanien (GERBER 1913: 462) p.p.
Aquitanien (BAUMBERGER 1915: 117)
Aquitanien (BURRI 1951: 43) p.p.
Aquitanien (SCHWAB 1960: 19)

Typuslokalität: Zinshölzli-Graben (E Mörigen). Vgl. Profil in SCHUPPLI (1950: 5).

Untergrenze: Basisfläche der Süßwasserkalkbank im Zinshölzli-Graben (Koord. vgl. oben).

Obergrenze: Basisfläche der Konglomeratbank am Jensberg (Koord. 587.015/217.155). Vgl. dazu BURRI 1951: 43.

Lithologie: Bunte Tone und Mergel, Sandsteine und Knauersandsteine.

Altersfrage: Über das Alter der Basis-Schichten vgl. Abschn. 1.333.5.

Wir nehmen an, dass sich der «Untere Muschelsandstein» von Brüttelen (SCHMID 1937: Karte), die «Muschelnagelfluh» am Kräjenberg (SCHWAB 1960: 27), die «Konglomeratbank» am Jensberg (BURRI 1951: 43) und der «Untere Muschelsandstein» am Jolimont (SCHMID 1937) lithostratigraphisch und zeitlich entsprechen¹⁾. Die Basisfläche dieses Horizontes bildet nach Definition die Obergrenze der Zinshölzli-Schichten.

Aus dem «Muschelsandstein» von Brüttelen sind seit TH. STUDER (1895) burdigale Säugetierreste²⁾ bekannt. Im unmittelbar Liegenden des Basishorizontes der Chnebelburg-Schichten konnten bis heute keine Leitfossilien gefunden werden. Es steht somit nicht fest, ob die Grenze Zinshölzli-Schichten/Chnebelburg-Schichten der Zeitgrenze Aquitanien/Burdigalien entspricht.

Die Zinshölzli-Schichten dürften jedoch mindestens teilweise aquitanes Alter aufweisen.

Chnebelburg-Schichten ("Burdigalien")

Burdigalien (GERBER 1913: 453)
Burdigalien (BAUMBERGER 1915: 118)
Burdigalien (BURRI 1951: 43)
Burdigalien (SCHWAB 1960: 27)

Typuslokalität: Chnebelburg (Jensberg) (vgl. BURRI 1951: 43).

Untergrenze: Basisfläche der Konglomeratbank (Jensberg), Koord. siehe oben.

Obergrenze: Dach des Muschelsandsteins (Chnebelburg, Koord. 587.400/217.335).

Lithologie: Konglomerate, graue und gelbliche Sandsteine und Sande, Muschelsandstein.

Altersfrage: Nach BURRI (1951: 37) ist das Alter des Muschelsandsteins (Dachhorizont der Chnebelburg-Schichten) durch ein burdigales Leitfossil (*Sphyrna prisca* AGASSIZ) bestimmt. Andere Datierungen fehlen, so dass über die chronostratigraphische Stellung dieses Horizontes keine absolute Sicherheit besteht. Vermutlich repräsentieren die Chnebelburg-Schichten in ihrem ganzen Umfang Burdigalien.

Jensberg-Schichten ("Helvétien")

Vindobonien, Tortonien (GERBER 1913: 462)
Vindobonien (BAUMBERGER 1915: 121)
Helvétien (BURRI 1951: 43)
Helvétien (SCHWAB 1960: 41)

Typuslokalität: Nordflanke des Jensbergs und Rebhubel (Koord. 588.700/218.460). Vgl. BURRI 1951: 40.

Untergrenze: Dach des Muschelsandsteins, Chnebelburg (Koord. siehe oben).

Obergrenze: Erosionsfläche, nicht durch einen bestimmten Horizont gekennzeichnet.

Lithologie: Gelbliche und graue Sandsteine und Sande, blaue Tonmergel, bräunliche Sandsteine.

Altersfrage: Aus dem Basiskomplex der Jensberg-Schichten fehlen Fossilien (BURRI 1951: 39, MARTIN 1958: 326).

¹⁾ Vgl. dazu auch die Ausführungen von RAMSEYER (1952: 196).

²⁾ Vgl. auch STEHLIN (1914).

Durch MARTIN (1958: 326) wurde aus dem mittleren Teil der Jensberg-Schichten eine Mikrofauna bekannt, die Anklänge an diejenige der «Neunhofer Mergel» in der bayrisch-österreichischen Molasse aufweist. Über das Alter dieser Gesteine ist jedoch nichts Sicheres bekannt, da keine Korrelation I. Ordnung mit dem Chronostratotyp des Helvétien (Imihubel) vorliegt.

Eine reiche Fauna ist aus dem oberen Teil der Jensberg-Schichten («Rebhubel-Schichten») bekannt geworden (SCHWAB 1960: 44 und die von ihm zitierten Autoren). Sie repräsentiert nach DOLLFUS (in BURRI 1951: 41 und SCHWAB 1960: 46) oberes Helvétien. Allerdings liegt auch hier keine Korrelation I. Ordnung vor.

Ein Teil der Jensberg-Schichten dürfte dem Helvétien zuzuordnen sein. Wo die Zeitgrenze Burdigalien/Helvétien im Gesteinskomplex über dem Muschelsandstein zu ziehen ist, bleibt unbekannt.

1.332. Methodisches zu den sedimentpetrographischen Untersuchungen

Schwermineralien. Zur Schonung des Apatits (HOFMANN 1957: 289) wurden die Proben mit 10%iger Essigsäure entkarbonatisiert. Als Einbettungsmittel diente Aroclor Nr. 4465 mit $n = 1,66$ (Herstellerfirma: Monsanto Company, St. Louis, Missouri, USA). Untersucht wurden die Körner der Fraktion 0,4–0,06 mm (vgl. dazu HOFMANN 1957: 290, Fig. 1; MATTER 1964: 403, Fig. 9; DELLA VALLE 1965: 101, Fig. 4; ferner VON MOOS 1935: 129). Die Abtrennung der Schwermineralien von den Leichtmineralien erfolgte mit Bromoform (Dichte 2,89). Pro Probe wurden 100 nichtopake Körner ausgezählt. Den Granat schieden wir gesondert aus (vgl. Fig. 27 und 31, vgl. dazu ferner GASSER 1966). Glimmer, Chlorit und Glaukonit wurden bei der Zählung der Schwermineralien nicht berücksichtigt (DELLA VALLE 1965: 102).

In Tab. 6 (Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse, vgl. S. 68) wurden die Amphibole (grüne, braune, farblose und blaue Hornblenden) getrennt, in den Figuren zusammengefasst dargestellt. Im Gegensatz zu DELLA VALLE (1965: 102) unterscheiden wir nicht zwischen zersetztem und unzersetztem Epidot, da ein Entscheid, welcher Gruppe ein fragliches Mineral zuzordnen ist, meist schwierig ist.

Leichtmineralien. In Anlehnung an FÜCHTBAUER (1964: 163) und MATTER (1964: 400) wurden die Leichtmineralien der Fraktion 0,1–0,15 mm untersucht. Als Einbettungsmittel diente eine Mischung von Zedernholzöl und Benzoesäure-benzylester ($n = 1,54$) (vgl. dazu GASSER 1966). Es wurden jeweils 100 Körner ausgezählt. Der Glimmer wurde gesondert ausgeschieden und auf die Summe der Leichtmineralien Quarz-Feldspat-Gesteinsbruchstücke (FÜCHTBAUER 1959: 610; MATTER 1964: 401) umgerechnet.

In Tab. 6 (vgl. S. 68) unterscheiden wir zwischen verzwilligten und unverzwilligten Feldspäten. In den graphischen Darstellungen werden diese zusammengefasst. In derselben Art behandeln wir die undulösen

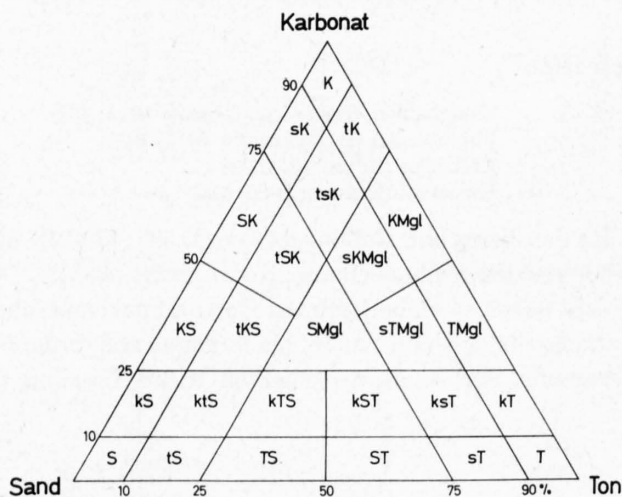


Fig. 25. Grunddiagramm Sand-Ton-Karbonat nach FÜCHTBAUER (1959: 608).

und nichtundulösen Quarze (FÜCHTBAUER 1964: 248). Der Karbonatanteil wurde mittels komplexometrischer Titration bestimmt (vgl. S. 9).

Granulometrie. Die Siebanalysen wurden nach der von MATTER (1964: 411) beschriebenen Methode durchgeführt. Wir benutzten jedoch die Rotap-Maschine ¹⁾. Der Sortierungsgrad wird durch den Verteilungskoeffizienten von Trask $s_0 = \sqrt{Q_3/Q_1}$ charakterisiert (Q_3 = Quartilsmass bei 25%, Q_1 = Quartilsmass bei 75%). Vgl. dazu FÜCHTBAUER 1959: 607. Die Bestimmung der Körnigkeit der Gesteine erfolgte nach der Skala von DUNBAR & RODGERS (1957: 161). Vgl. dazu auch die Vorschläge von KÖSTER 1964: 10.

1.333. Molasse der St. Petersinsel

1.333.1. Lithologisches Profil [Pe] (Petersinsel-Schichten). Aufgeschlossen längs des NW-Ufers der Insel (Koord. 577.080/213.040 bis 576.920/212.700), LK-Blatt 1145 (1:25000, Bielersee). Mittleres Streichen der Schichten: N 28 E (= \pm senkrecht zur Uferlinie). Mittleres Fallen: 7–9°.

Stratigraphische Stellung des Profils: *Basis* (= Schicht 1) etwa 65 m über der Untergrenze der Petersinsel-Schichten (vgl. Abschn. 1.331.). *Obergrenze* (= Schicht 34) etwa 80 m unter der Basis der Zinshölzli-Schichten.

- | | | |
|-----|-----------|--|
| 1. | x + 3,0 m | Graugrünlicher, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: ∞). |
| 2. | 1,0 m | Bunte (gelbliche, hellgraue, violette, rötliche) gefleckte Sandmergel (Calcit/Dolomit: 8,5). |
| 3. | 1,0 m | Bräunlichgrauer, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 6,5). |
| 4. | 0,7 m | Brauner bis graubrauner und gelblicher sandiger Silt-Ton (Calcit/Dolomit: 0,2). |
| 5. | 1,0 m | Bräunlichgrauer, sehr feinkörniger Kalksandstein bis toniger Sandkalk (Calcit/Dolomit: 5,8). |
| 6. | 2,0 m | Bunter (grauer, gelblicher) sandiger Silt-Ton (Calcit/Dolomit: 0,33). |
| 7. | 0,5 m | Hellgrauer bis bräunlicher, sehr feinkörniger, glimmerreicher Sandkalk bis toniger Sandkalk (Calcit/Dolomit: ∞). |
| 8. | 7,0 m | Bunte (braunschwarze, violette, gelbe, graue) Sandmergel bis sandige Tonmergel (Calcit/Dolomit: 6,9). |
| 9. | 1,5 m | Hellbrauner, hellgrau gefleckter, feinkörniger Kalksandstein bis toniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 11,3). |
| 10. | 1,2 m | Gelbbraune, hellgraue, schwarzgraue und violette bis rötliche, geflammte Sandmergel bis sandige Tonmergel (Calcit/Dolomit: 2,8). |
| 11. | 0,8 m | Bräunlichgrauer, sehr feinkörniger Kalksandstein bis toniger Sandkalk (Calcit/Dolomit: 5,0). |
| 12. | 1,9 m | Bunte (gelbbraune, rötliche, dunkelgraue) Sandmergel bis kalkige Sandtone mit Linsen von Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 0,7). |
| 13. | 1,7 m | Graugrünlicher, mittelkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 4,8). |
| 14. | 5,1 m | Bunter (schwarzgrauer, brauner, gelber, violetter) kalkiger bis sandiger Silt-Ton (Calcit/Dolomit: 0,1). |
| 15. | 2,1 m | Bräunlicher, graugrünlicher, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 3,4). |
| 16. | 3,3 m | Bunter (hellbeiger, gelber, grauer, dunkelgrauer, violetter) z.T. geflammter sandig-kalkiger Silt-Ton (Calcit/Dolomit: 1,9). |
| 17. | 1,0 m | Bräunlichgrauer, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 7,1). |
| 18. | 2,8 m | Hellgrauer bis gelblicher Sandmergel bis sandiger Tonmergel (Calcit/Dolomit: 5,8). |
| 19. | 0,9 m | Graubräunlicher, gelb gefleckter, sehr feinkörniger, glimmerreicher Kalksandstein bis toniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 10,4). |
| 20. | 1,5 m | Bunte (braunschwarze, gelbbraune, graue, violette) sandige Kalkmergel (Calcit/Dolomit: 7,4). |
| 21. | 0,8 m | Bräunlichgrauer, sehr feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 10,8). |
| 22. | 1,0 m | Gelbbraune bis graue Sandmergel bis sandige Tonmergel (Calcit/Dolomit: 3,1). |
| 23. | 0,4 m | Graubräunlicher, sehr feinkörniger Kalksandstein bis toniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 13,2). |
| 24. | 2,1 m | Graue, bräunlich-gelbliche Sandmergel bis sandige Tonmergel (Calcit/Dolomit: 7,7). |
| 25. | 1,5 m | Graubräunlicher, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 10,3). |
| 26. | 5,0 m | Hellbeiger bis braungelb gefleckter Sandmergel bis sandiger Tonmergel (Calcit/Dolomit: 7,5). |
| 27. | 0,3 m | Grauer bis leicht bräunlicher, sehr feinkörniger, glimmerführender Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 10,9). |
| 28. | 3,0 m | Bunter (schwarzgrauer, braungelber, grauer, rötlicher) geflammter Sandmergel bis kalkiger Sandton (Calcit/Dolomit: 4,2). |
| 29. | 1,0 m | Graubrauner, dichter, bituminöser, mergeliger <i>Süsswasserkalk</i> (Calcit: 88,0%, Dolomit: 4,8%. Calcit/Dolomit: 18,3).
Fossilinhalt: Chara-Oogonien. |
| 30. | 0,9 m | Hellgraue bis gelblichbraune, schiefrige Sandmergel (Calcit/Dolomit: 4,0). |

¹⁾ Die nach dieser Methode durchgeführten Siebanalysen tragen in Tab. 6 die Kennziffer «SA». Der Medianwert der übrigen Sandsteine wurde mit Hilfe der Mikrolupe «Mikroz» mit eingebauter Korngrössenskala ermittelt (nach G. MÜLLER). Eine genaue nomenklatorische Einstufung der Gesteine in das KTS-Dreieck von FÜCHTBAUER (vgl. Fig. 25) wird dadurch allerdings unmöglich, denn das Verhältnis Sandfraktion/Tonfraktion ist nur durch eine Siebanalyse genau zu ermitteln.

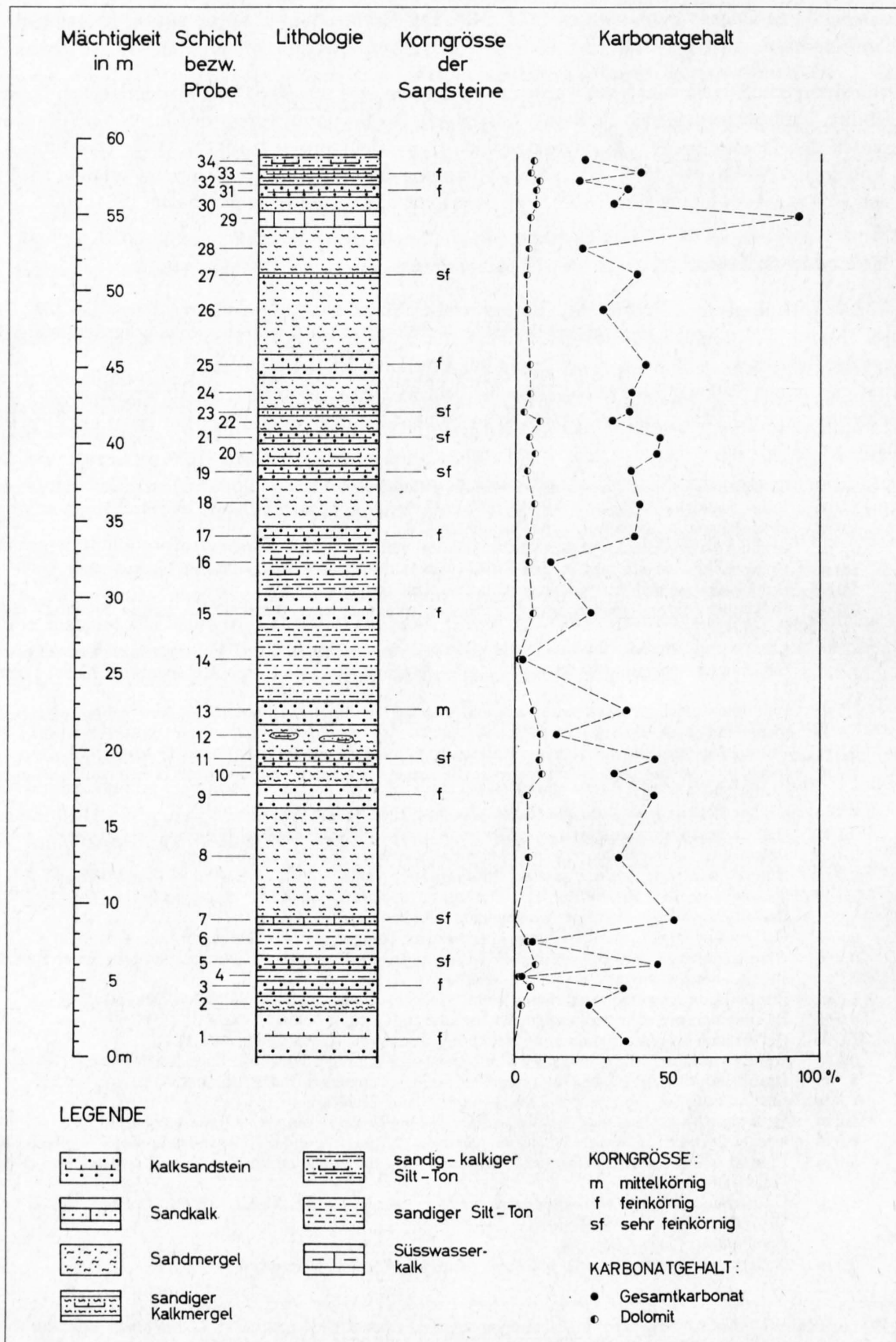


Fig. 26. Petersinsel-Schichten: Lithologisches Detailprofil St. Petersinsel, aufgenommen auf der Seeabrazionsfläche am NW Ufer der Insel [Koord. 577.080/213.040 (unten) und 576.920/212.700 (oben)].

31. 0,8 m Hellgrauer, feinkörniger Kalksandstein mit kleinen, cm-grossen, braunen Mergelknauern (Calcit/Dolomit: 4,7).
 32. 0,5 m Hellbeiger bis hellgrauer, sandig-kalkiger Silt-Ton (Calcit/Dolomit: 1,6).
 33. 0,5 m Hellgrauer, feinkörniger Kalksandstein (Calcit/Dolomit: 7,5).
 34. 1 + x m Gelbbeiger, sandig-kalkiger Silt-Ton bis Sandmergel (Calcit/Dolomit: 2,7).

Wie aus Fig. 26 ersichtlich ist, sind die *Sandsteine* in der Regel feinkörnig und enthalten einen beträchtlichen Karbonatanteil (vgl. auch Fig. 28 und 29). Die dominierenden Mineralien sind Quarz und Feldspat. Gelegentlich treten grössere Anteile von Glimmer hinzu. Nach FÜCHTBAUER (1959: 610) müssten diese Gesteine aufgrund ihres Mineralgehaltes als feldspathaltige Sandsteine bis Arkosen bezeichnet werden. Die *Silt-Tone* fallen durch bunte Farben sowie durch sehr niedrigen Karbonatgehalt auf (vgl. dazu SCHÄR 1967: 44, Tab. 2, ferner SCHWAB 1960: 19). Der *Süsswasserkalk* unseres Detailprofils (Schicht 29 in Fig. 26) war bis jetzt unbekannt. Er befindet sich 360 m SW des Landungssteiges am NW-Ufer der Insel (vgl. SCHÄR 1967: 44). Durch SCHMID (1931) wurde ein ähnliches Gestein von einer Lokalität NE des Landungssteiges bekannt. Nach unseren Messungen ist dieser bituminöse Süsswasserkalk (Mächtigkeit 0,2 m, Karbonatgehalt: Calcit = 94,8%, Dolomit = 4,0%) 220 m NE des Landungssteiges am Seeufer aufgeschlossen. Der von AMBÜHL (1936b, Beilage Siegfriedblatt Nr. 135, Twann) beobachtete Süsswasserkalk auf der NE-Seite der Insel dagegen blieb unauffindbar.

Süsswasserkalke im Grenzbereich «Chattien»/«Aquitani» sind in der Zone zwischen Neuenburg und Solothurn sehr selten (W. STAUB 1938: 21; SCHUPPLI 1950: 6; SCHWAB 1960: 24). Ausgeprägter treten derartige Gesteine in den westlich und östlich angrenzenden Gebieten der subjurassischen Molasse (Aarwangen–Wynau, Yverdon–Mormont) in Erscheinung (ERNI & KELTERBORN 1948: 11; SCHUPPLI 1950: 6; JORDI 1955: 39; BERTSCHY 1958: 239).

1.333.2. Schwermineralien. Die Sandsteine der Petersinsel-Schichten (vgl. Fig. 27 und Tab. 6) zeigen eine Epidot-Apatit-Granat-Vergesellschaftung, wobei der *Epidot* mehr oder weniger dominiert (50–86 %). Er ist fast ausnahmslos stark zersetzt. Der *Apatit*-Gehalt schwankt zwischen 11 und 40%. Der *Granat*-

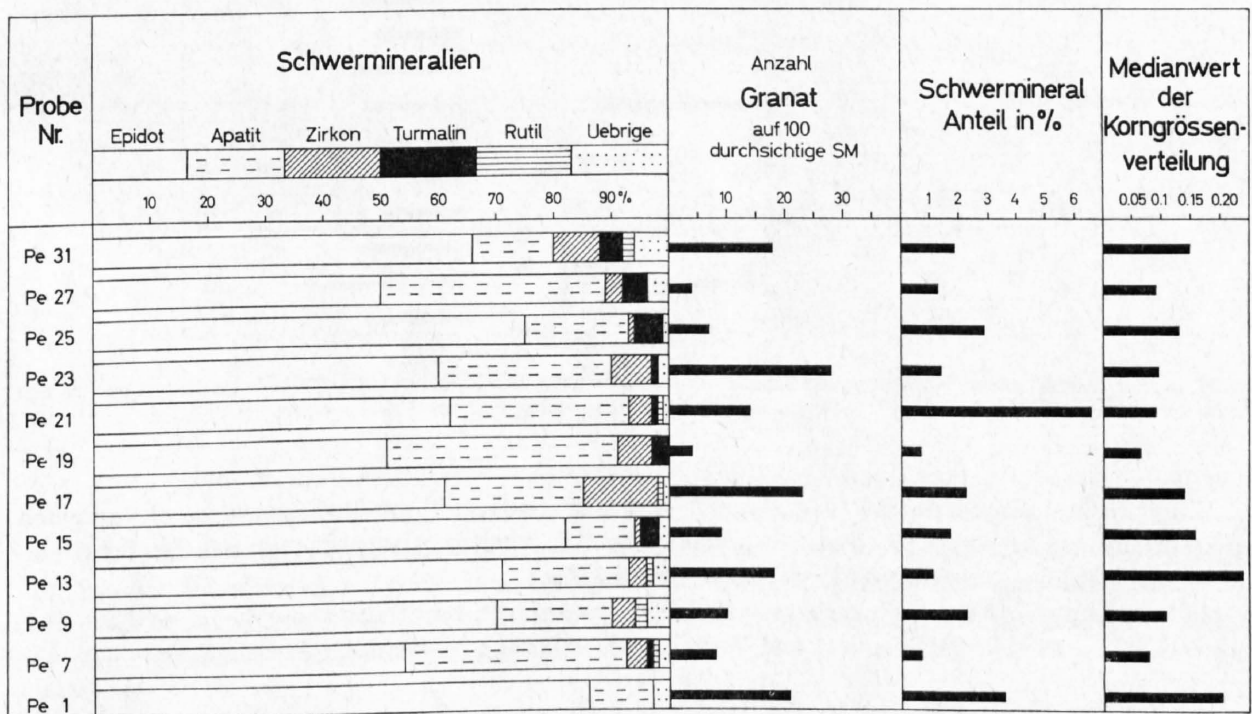


Fig. 27. Schwermineral-Untersuchungen in der Molasse der St. Petersinsel. Die Probennummern Pe 1 bis Pe 31 entsprechen den Probe- bzw. Schichtnummern in Fig. 26.

Anteil ist sehr unterschiedlich (4–28%). *Zirkon* (0–13%) und *Turmalin* (0–5%) spielen die Rolle von Nebengemengteilen.

Akzessorisch treten Rutil, Staurolith, Disthen, Titanit, Baryt und vereinzelt grüne Hornblende auf.

Der Schwermineral-Gehalt der untersuchten Proben variiert zwischen 0,7 und 6,6%. Innerhalb des Detailprofils St. Petersinsel (die Proben liegen stratigraphisch durchschnittlich 5 m auseinander) ist in vertikaler Richtung in bezug auf die Schwermineral-Verteilung keine Tendenz festzustellen. Zwischen Medianwert und Schwermineralanteil zeigen sich keine Gesetzmässigkeiten (vgl. dazu DELLA VALLE 1965: 102; HOFMANN 1957: 290; MATTER 1964: 403).

1.333.3. Leichtmineralien. Die quantitative Leichtmineral-Analyse der Sandsteine des Profils St. Petersinsel (vgl. Fig. 28 und Tab. 6) hat ein Vorherrschen von Quarz (53–68%, wovon 3–12% undulös auslöschend), Feldspat (24–36%, wovon 1–5% verzwillingt) und Karbonat (24,5–52,4 Gew.-%, davon 0–6,3% Dolomit) ergeben. Glimmer (in der Regel Muskowit, ganz vereinzelt etwas Biotit) tritt in unterschiedlichen Mengen auf. Gelegentlich konnte Glaukonit nachgewiesen werden. Die Gesteinsbruchstücke (Quarz-Feldspataggregate mit Glimmeranteil, gelegentlich Hornstein- und Chalcedonkörner) sind mengenmässig eher unbedeutend (5–11%).

Im Detailprofil St. Petersinsel ist hinsichtlich des Leichtmineral-Gehaltes keine vertikale Tendenz festzustellen.

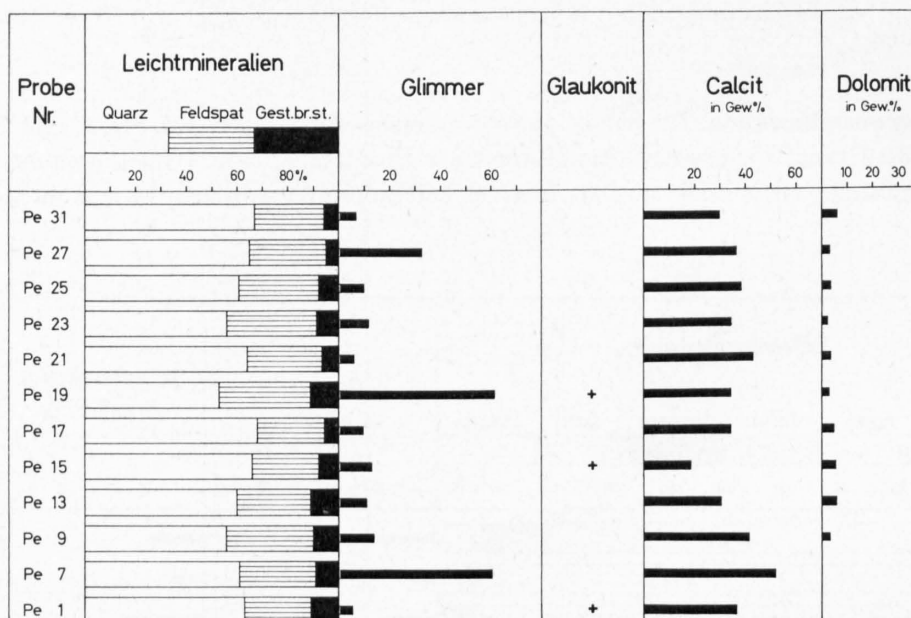


Fig. 28. Leichtmineral-Untersuchungen in der Molasse der St. Petersinsel. Die Probennummern Pe 1 bis Pe 31 entsprechen den Probe- bzw. Schichtnummern in Fig. 26.

1.333.4. Granulometrie. Wie Fig. 29 und Tab. 4 zeigen, schwankt der Medianwert der untersuchten Sandsteine der St. Petersinsel zwischen 0,11 und 0,24 mm. Die Sortierung ist gut bis sehr gut. Der Schlammstoff-Anteil (Fraktion unterhalb 0,02 mm) beträgt 9,5–13,0%.

In bezug auf die Korngrössenverteilung ist in den Sandsteinen der St. Petersinsel keine vertikale Tendenz ersichtlich. Zwischen Medianwert und Verteilungskoeffizient bestehen keine Beziehungen.

1.333.5. Chronostratigraphische Stellung. Da keine neuen Fossilfunde vorliegen, übernehmen wir für die Datierung der Molassesedimente der St. Petersinsel (oberster Teil der Wingreis-Schichten und Petersinsel-Schichten) Angaben von RUTSCH (1934: 95), SCHUPPLI (1950: 5) und SCHWAB (1960: 18).

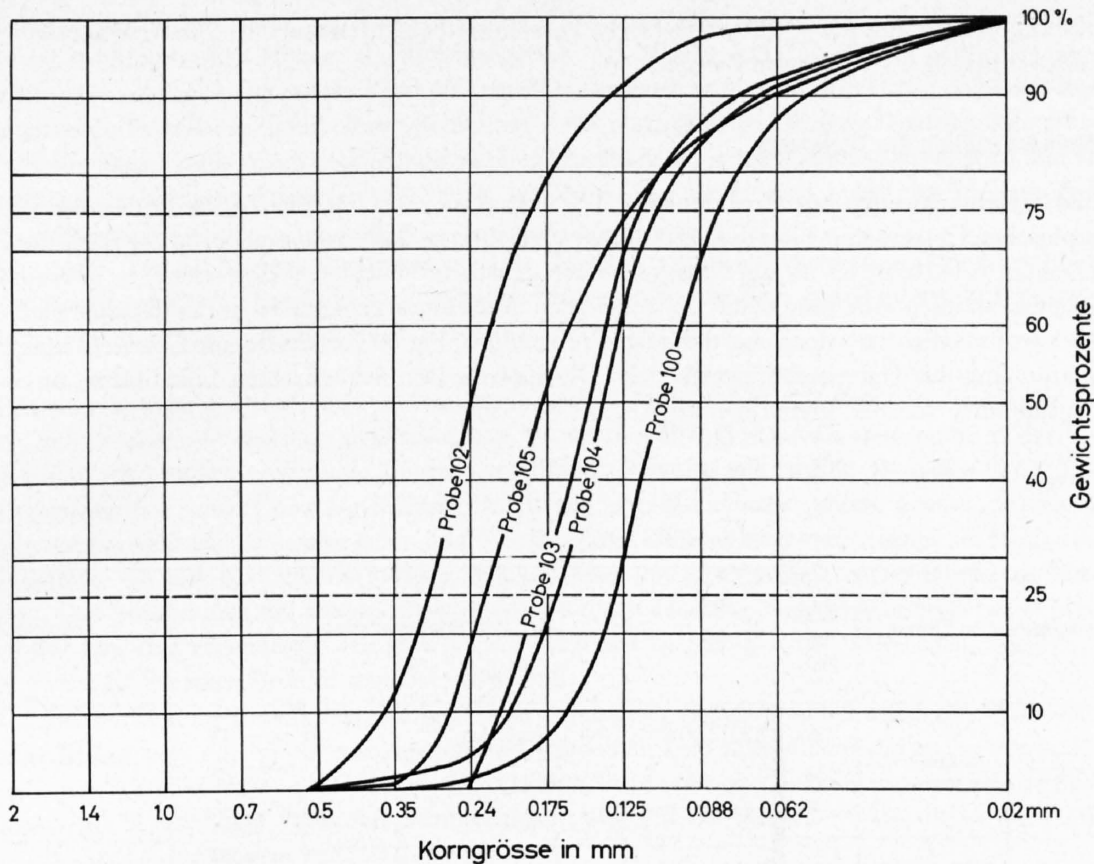


Fig. 29. Korngrössen-Untersuchungen an Sandsteinen der St. Petersinsel. Die Kurven stellen die Siebanalysen dar.

Tabelle 4: Ergebnisse der Korngrössen-Untersuchungen an Sandsteinen der St. Petersinsel (Koord. der Proben vgl. Tab. 6). Kennzeichnung der Sortierung nach FÜCHTBAUER (1959: 607).

Probe Nr.	Mittlere Korngrösse	Quartil-Mass 25 %	Quartil-Mass 75 %	Verteilungs-koeffizient Q_3/Q_1	Sortierung	Schlammstoff-Anteil in %
105	0,181	0,227	0,121	1,36	gut	9,5
104	0,140	0,170	0,103	1,28	gut	10,0
103	0,150	0,181	0,117	1,24	sehr gut	13,0
102	0,240	0,317	0,181	1,32	gut	11,4
100	0,110	0,130	0,080	1,27	gut	12,7

Das von uns als Basishorizont der Petersinsel-Schichten bezeichnete schwarzgraue Mergelband (Koord. 577.815/213.640) konnte durch RUTSCH dem untern Teil des Mittelstampien (in säugetierpaläontologischem Sinn, vgl. Anm. 1, S. 49) zugeordnet werden¹⁾. Die Säugetierreste eines unmittelbar unter dem als Basis der Zinshölzli-Schichten bezeichneten Süsswasser-Mergelkalkes (Zinshölzli-Graben, E Mörigen, Koord. 583.550/214.975) gelegenen, 0,2 m mächtigen mergeligen Silthorizontes gestatten, diese Ablagerungen dem oberen Stampien bis unteren Aquitanien zuzuweisen²⁾.

¹⁾ Altersgleich dürften z. B. die « Grès de Susevaz » und die « Grès de Mathod » aus der subjurassischen Molasse der Gegend von Yverdon sein (vgl. dazu S. 67, Anm. 3).

²⁾ Die Grenze Stampien/Aquitaniens konnte z. B. auch bei Boudry (NE) paläontologisch festgelegt werden (vgl. SCHUPPLI 1950: 3).

Am stampischen Alter der ± 200 m mächtigen Petersinsel-Schichten und der ± 250 m mächtigen Wingreis-Schichten bestehen somit kaum Zweifel.

1.334. Molasse südlich des Bielersees

1.334.1 Bemerkungen zur Probenahme. Wir hatten zunächst die Absicht, die Proben zur sedimentpetrographischen Untersuchung aus dem 1200–1300 m mächtigen Gesteinskomplex von der Basis der Petersinsel-Schichten (Chattien) bis an die Obergrenze der Jensberg-Schichten («Hévetien») in gleichmässigen Mächtigkeitsabständen aufzusammeln. Die schlechten Aufschlussverhältnisse in der Molasse südlich des Bielersees verunmöglichten jedoch eine derartige Probenahme. Fig. 30 vermittelt eine Übersicht über die Art der Aufsammlung des Untersuchungsmaterials. Die Koordinaten der einzelnen Lokalitäten, an welchen Proben entnommen wurden, finden sich in Tab. 6.

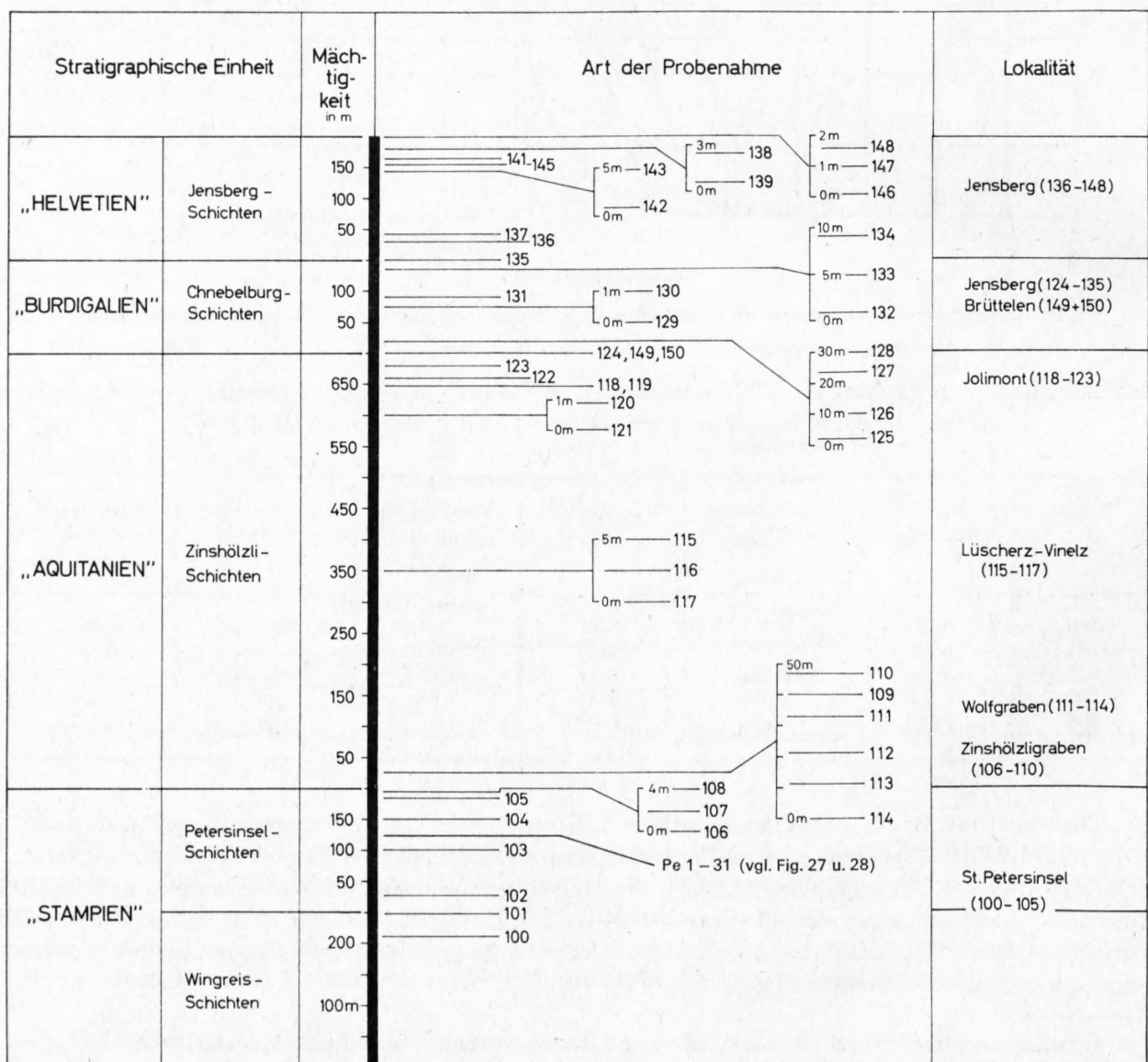


Fig. 30. Art der Probenahme für die sedimentpetrographischen Untersuchungen.

1.334.2. Schwermineralien. Die Sandsteine eines vom «Stampien» bis ins «Helvétien» reichenden Profils der subjurassischen Molasse im Bielerseegebiet (vgl. Fig. 31 und Tab. 6) sind gekennzeichnet durch eine mehr oder weniger ausgeprägte *Epidot*-Vormacht. Generell ist dieses Mineral von der Basis des Profils bis ins unterste Drittel der Chnebelburg-Schichten meist stark zersetzt. In den Jensberg-Schichten ist der *Epidot* in der Regel völlig frisch. Sein Anteil variiert innerhalb des ganzen Profils zwischen 35 und 93%. Die durchschnittlich höchsten *Epidot*-Werte treten im oberen Teil der Unteren Süßwassermolasse und in der Oberen Meeresmolasse auf.

Im unteren Teil der Unteren Süßwassermolasse (Basis der Zinshölzli-Schichten, Petersinsel-Schichten) tritt der *Apatit* auf Kosten des *Epidots* ausgeprägter in Erscheinung. Sein Anteil schwankt hier zwischen 10 und 41% (vgl. dazu auch Detailprofil St. Petersinsel, Fig. 27).

Bedeutende *Granat*-Anteile sind in den Jensberg-Schichten und an der Basis der Zinshölzli-Schichten sowie in den Petersinsel-Schichten zu verzeichnen. Werte über 50% sind jedoch sehr selten. In der Verteilung des *Zirkon* (0–8%) ist keine vertikale Tendenz erkennbar. Dasselbe gilt für den *Turmalin* (0–7%).

Demgegenüber scheint das regelmässige Auftreten von *Hornblende* (grüne, braune, farblose) an bestimmte stratigraphische Einheiten gebunden zu sein. Dieses Mineral setzt knapp unter der Basis der Oberen Meeresmolasse ein und tritt innerhalb dieser Einheit konstant und in nicht unbeträchtlichen Mengen auf (5–25%). Das Vorkommen der *blauen Hornblende* ist auf die Jensberg-Schichten («Helvétien») beschränkt. Sie kommt hier fast regelmässig vor (1–2%). Als Akzessorien treten Rutil, Staurolith, Disthen, Titanit, Baryt, Pyroxen, Monazit, Brookit und Chloritoid auf.

Der Schwermineral-Gehalt der untersuchten Proben variiert zwischen 0,2 und 6,6%. Zwischen diesem und dem Medianwert der Sandsteine scheint im allgemeinen kein Zusammenhang zu bestehen. Eine Ausnahme liegt in den Petersinsel-Schichten und im unteren Teil der Zinshölzli-Schichten vor. Hier zeichnen sich die Sandsteine in der Regel durch ihre Feinkörnigkeit aus. Ihr Schwermineral-Gehalt ist durchschnittlich gering.

1.334.3. Leichtmineralien. Die quantitative Leichtmineral-Analyse der Sandsteine der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes (vgl. Fig. 32 und Tab. 6) hat ein Vorherrschen von Quarz (45–83%, wovon 1–32% undulös auslöschend), Feldspat (13–48%, wovon 0–6% verzwillingt) und Karbonat (1,8 bis 58,1 Gew.-%, davon 0–11% Dolomit) ergeben. Glimmer (in der Regel Muskowit, vereinzelt etwas Biotit) tritt mit wenigen Ausnahmen kaum in Erscheinung.

Sowohl in der Oberen Meeresmolasse als auch in der Unteren Süßwassermolasse kommt in geringen Mengen Glaukonit vor. Sein Auftreten lässt keinerlei vertikale Tendenzen erkennen. Die Gesteinsbruchstücke sind mengenmässig unbedeutend.

Ausser einem leicht erhöhten Feldspatgehalt im Übergangsbereich «Aquitaniens»/«Burdigaliens» sind in bezug auf die Verteilung der Leichtmineralien im vorliegenden Profil keine bedeutenden vertikalen Tendenzen wahrnehmbar.

1.334.4. Granulometrie. Wie aus Fig. 33 und Tab. 6 ersichtlich ist, variiert der Medianwert der untersuchten Sandsteine zwischen 0,120 und 0,284 mm. Die Sortierung der Huppererde aus dem Steinbruch Sur Montay (Koord. siehe S. 19) unterscheidet sich deutlich von derjenigen der Molassegesteine (vgl. dazu auch die Huppererde-Siebkurven in THALMANN 1966: Fig. 8). Der Schlammstoff-Anteil (Fraktion unterhalb 0,02 mm) beträgt in den Molasse-Proben 5,0–18,5%.

Wie aus Fig. 33 hervorgeht, scheinen die Sandsteine der Petersinsel-Schichten und des unteren Teils der Zinshölzli-Schichten etwas feinkörniger zu sein als diejenigen der höheren stratigraphischen Einheiten. Hinsichtlich der Sortierung lassen sich in vertikaler Richtung keine Gesetzmässigkeiten erkennen. Zwischen Medianwert und Verteilungskoeffizient bestehen keine Beziehungen.

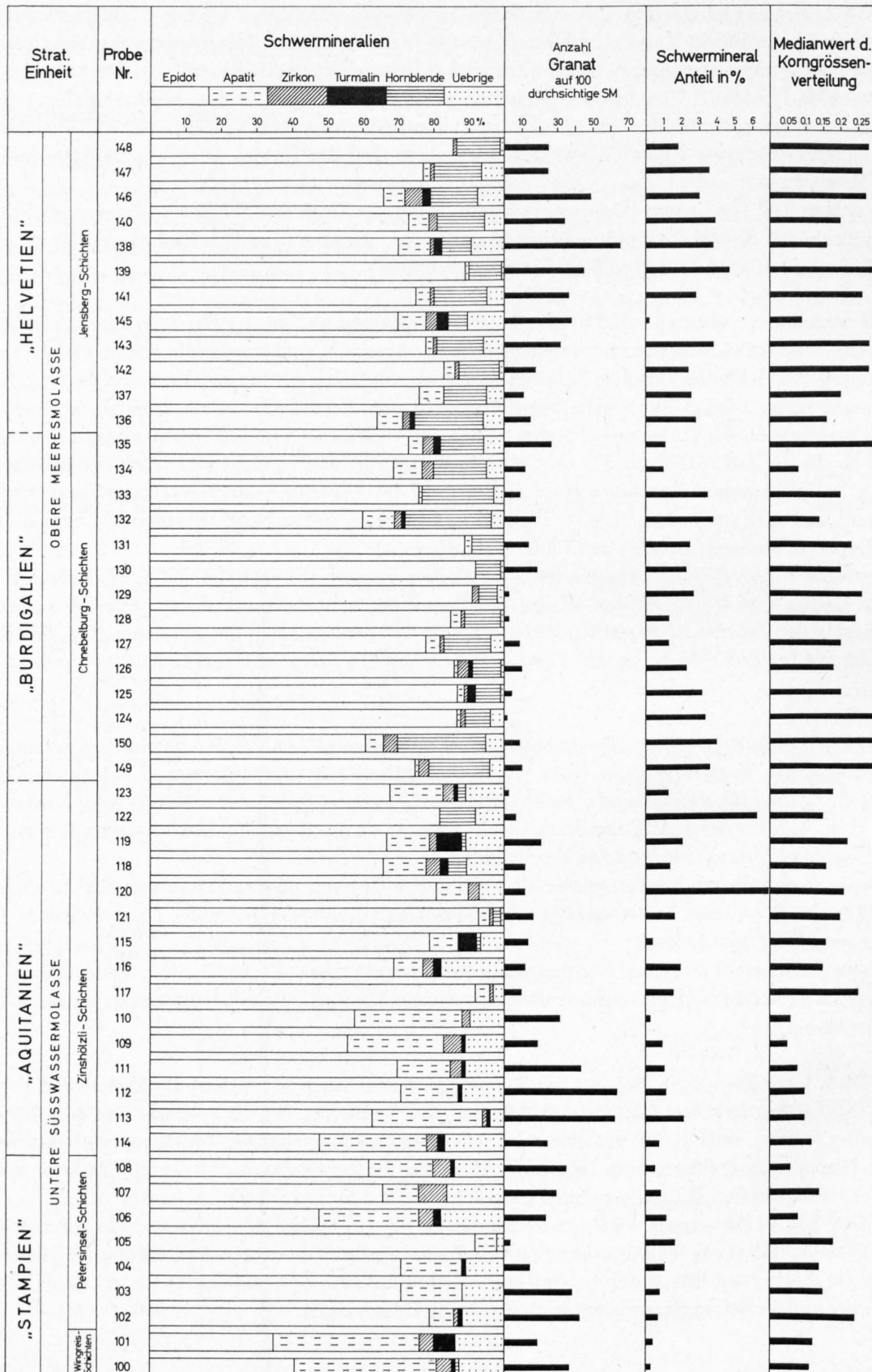


Fig. 31. Schwermineral-Untersuchungen in der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes.

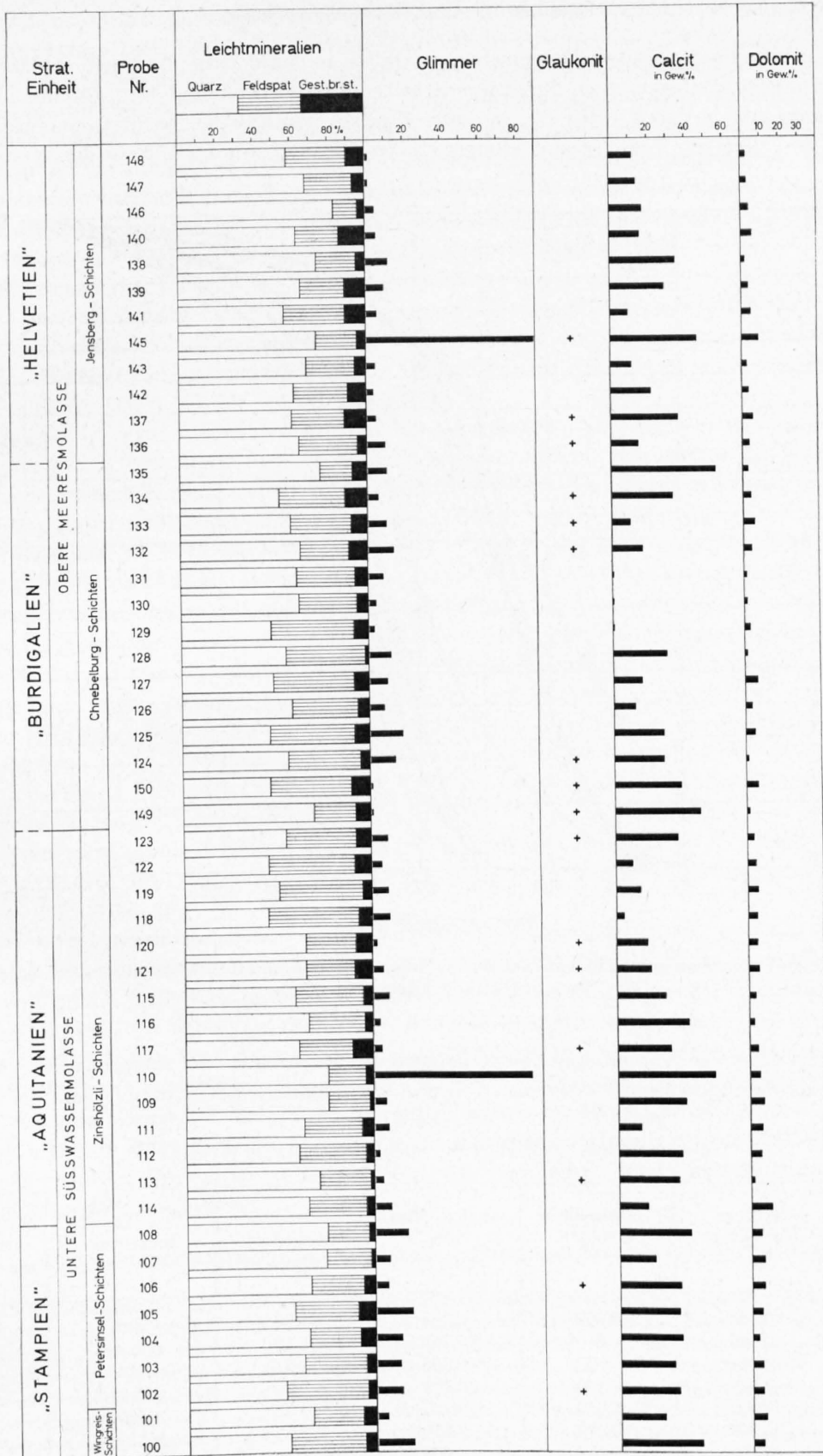


Fig. 32. Leichtmineral-Untersuchungen in der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes.

1.335. Diskussion der sedimentpetrographischen Untersuchungsergebnisse

Die sedimentpetrographischen Untersuchungen sollten in erster Linie die Frage abklären, inwieweit sich stratigraphische Einheiten auch durch ihre Schwer- und Leichtmineral-Assoziationen unterscheiden lassen (vgl. dazu DELLA VALLE 1965: 92). In dieser Hinsicht ermutigende Resultate publizierten MICHEL & CAILLON (1957: 995) aus Savoyen und VERNET (1958a, 1964a, b) aus der Molasse der Westschweiz. Ein

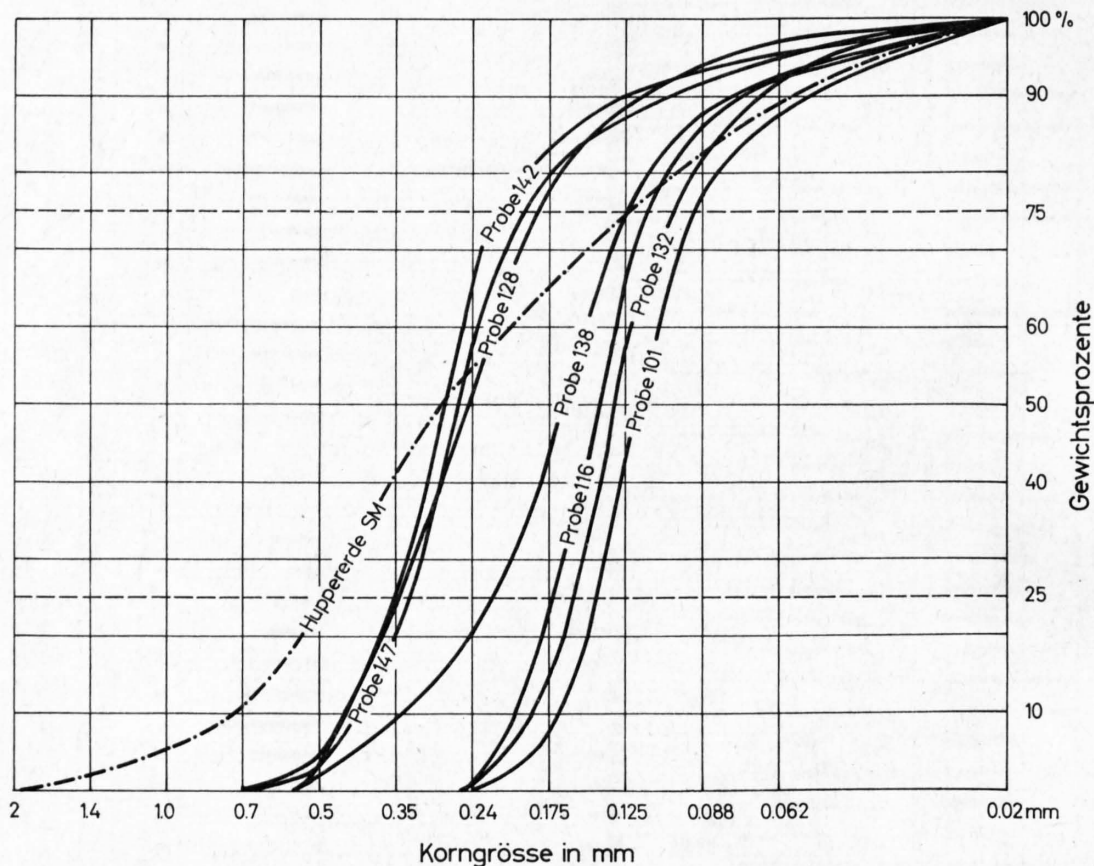


Fig. 33. Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes und einer Huppererde-Probe aus dem Steinbruch Sur Montay.

Tabelle 5: Ergebnisse der Korngrößen-Untersuchungen an Sandsteinen der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes und an einer Huppererde-Probe aus dem Steinbruch Sur Montay (Koord. der Proben vgl. Tab. 6).

Kennzeichnung der Sortierung nach FÜCHTBAUER (1959: 607).

Probe-Nr.	Mittlere Korngrösse	Quartil-Mass 25 %	Quartil-Mass 75 %	Verteilungs-koeffizient Q_3/Q_1	Sortierung	Schlammstoff-Anteil in %
147	0,260	0,350	0,188	1,36	gut	10,2
138	0,165	0,214	0,160	1,16	sehr gut	9,0
142	0,284	0,350	0,204	1,31	gut	8,0
132	0,135	0,160	0,101	1,26	sehr gut	6,4
128	0,240	0,350	0,182	1,38	gut	5,0
116	0,145	0,173	0,110	1,26	sehr gut	11,2
101	0,120	0,130	0,088	1,14	sehr gut	18,5
S 1	0,284	0,500	0,118	2,06	sehr schlecht	17,4

nicht zu übersehender stratigraphischer Leitwert der Schwerminerale wird auch von GASSER (1966) hervor-
gehoben. FÜCHTBAUER (1958, 1964) und HOFMANN (1957, 1965 in BÜCHI et al.) interpretieren die Veränderung
der Schwermineral-Vergesellschaftung eher als Folge von schüttungsmechanischen Einflüssen.

Neuere Untersuchungen¹⁾ haben gezeigt, dass in der schweizerischen und in der westlich und östlich
anschliessenden Molasse innerhalb des Oligocaens eine auffällige Änderung der Schwermineral-Vergesell-
schaftung auftritt: Im untern Teil der Untern Süsswassermolasse herrscht generell eine Granat-Zirkon-
Apatit-Kombination vor. Im Verlauf dieser Einheit tritt der Epidot in den Vordergrund und dominiert das
Schwermineral-Spektrum bis in die stratigraphisch höchsten Teile der miocaenen Molasse (FÜCHTBAUER
1954, 1958, 1964; HOFMANN 1957, 1965 in BÜCHI et al.; VERNET 1958a, b, 1964a; BERSIER & VERNET 1964;
TCHIMICHKIAN et al. 1958; VATAN et al. 1957; MATTER 1964; GASSER 1966).

Unsere Untersuchungsergebnisse (vgl. Fig. 31) stehen mit diesem Befund in guter Übereinstimmung:
Innerhalb der Zinshölzli-Schichten («Aquitaniens») vollzieht sich der Wechsel von einer Epidot-Apatit-
Granat-Zirkon-Kombination zu einer ausgeprägten Epidotvormacht. Der Epidot scheint erst im «Stampien»
(Wingreis-Schichten) klar in den Hintergrund zu treten.

Ob es möglich ist, einzelne Mineralarten zu stratigraphischen Korrelationen zu verwenden, wie dies
namentlich VERNET (1964a: 9) mit dem Glaukophan in der subjurassischen Molasse der Westschweiz ver-
sucht hat, bleibt solange fraglich, bis es gelingt, gleichartige Beobachtungen an möglichst vielen paläonto-
logisch eindeutig datierten Molasseprofilen anzustellen. VERNET weist dem Glaukophan die Rolle eines Leit-
minerals im Stampien zu. Lokal ist dies unzweifelhaft richtig²⁾. Aus der Glaukophanführung der älteren
Molasse der Westschweiz (VERNET 1958a, 1964a, b, c, d; VATAN et al. 1957; LEMCKE 1959)³⁾ und dem Vor-
kommen dieses Minerals in analoger stratigraphischer Stellung bei Aarwangen leitet FÜCHTBAUER (1964:
201, 230 und Fig. 14a, b) für das Stampien (Chattien) eine von SW nach NE verlaufende Schüttung ab. Diese
soll gekennzeichnet sein durch das Vorkommen der «Glaukophan-Schichten». Wenn diese Annahme stimmt,
dann müsste auch in den zwischen dem Genferseegebiet und Aarwangen nur spärlich aufgeschlossenen
stampischen Molassesedimenten Glaukophan auftreten. Dies ist nun z.B. in der dem Mittelstampien zu-
gewiesenen Molasse der St. Petersinsel nicht der Fall (Proben 100–105, ferner Pe 1–31). Auch im Stampien
der Bohrung Savigny 1 fehlt nach LEMCKE (1963: 9/10) der Glaukophan. Dieser Autor nimmt an, dass die
stampischen Bildungen der Bohrung Chapelle 1 (Glaukophan führend) und der Bohrung Savigny 1 verschie-
denen Schüttungen innerhalb desselben Zeitabschnittes angehören. Nach diesen Beobachtungen erscheint
die von FÜCHTBAUER (1964: Fig. 14a, b) postulierte stampische W–E-Schüttung eher problematisch (vgl.
dazu SCHÄR 1967: 37/38, 45).

Die Rolle eines eigentlichen stratigraphischen Leitminerals kann der Glaukophan nicht spielen, denn er
tritt ausser im Stampien der Westschweiz auch in andern stratigraphischen Einheiten im Molassetrog auf.
Der Verfasser fand ihn in allgemeiner, regelmässiger Verbreitung im «Helvétien» der subjurassischen Molasse
des Bielerseegebietes (vgl. Tab. 6). In der Oberen Meeresmolasse wiesen ihn ferner u.a. von Moos (1935:
188); HOFMANN (1961: 509, 1961: 14 in BÜCHI et al.; 1965: 95, 97 in BÜCHI et al.) und DELLA VALLE (1965:
Tab. 2) nach. HOFMANN (1965: 97 in BÜCHI et al.) bezeichnet den Glaukophan als Leitmineral der Napf-
schüttung. Auch im oberen Teil der Untern Süsswassermolasse ist blaue Hornblende vereinzelt gefunden
worden (vgl. z.B. von Moos 1935: 188). Im deutschen Molassetrog hat sie ANDRÉE (1937, in FÜCHTBAUER
1964: 260) in grösseren Mengen in der Oberen Meeresmolasse und in der Oberen Süsswassermolasse der
Gegend von München nachgewiesen.

¹⁾ Eine ausführliche Zusammenstellung älterer sedimentpetrographischer Literatur aus der Molasse findet sich in MATTER
(1964: 397 ff.).

²⁾ Die Untersuchungen von VERNET beschränken sich auf die Molasse der Westschweiz. Es scheint, als ob die blaue Horn-
blende nur für die ältere subjurassische Molasse dieser Region einen gewissen Leitwert habe. VERNET (1964c: 31) gibt an, dieses
Mineral fehle in der subalpinen westschweizerischen Molasse. Dieselbe Feststellung machte GASSER für die zentralschweizeri-
schen subalpinen Stampien-Ablagerungen (mündliche Mitteilung) (vgl. dazu auch FÜCHTBAUER 1964: 260).

³⁾ VERNET stützte sich bei seinen Untersuchungen u. a. auf die stratigraphische Gliederung des Stampien von JORDI (1955).
Wir prüften an einigen Proben (V 5–8 unserer Belegsammlung) aus der Belegsammlung dieses Autors (dep. im Geol. Inst. d.
Univ. Bern) sowie aus der Belegsammlung von BERTSCHY (1958, Handstücke Nr. 96 und 113 (= V 2 + 3 unserer Belegsammlung))
die Ergebnisse von VERNET nach. Das Vorkommen von Glaukophan im Stampien (Grès de Susevaz, Grès de Mathod, vgl.
JORDI 1955: Tab. I) des Gebietes von Yverdon hat sich bestätigt. Im Übergangsbereich Oberstampien/Aquitaniens konnte in
Übereinstimmung mit VERNET (1964a: 10) keine blaue Hornblende mehr gefunden werden.

Tabelle 6: *Sedimentpetrographische Untersuchung der Molasse-Sandsteine.*

Zusammenstellung der Resultate.

Probe-Nr.	Koordinaten	Total gezählte SM	Epidot	Apatit	Zirkon	Rutil	Titanit	Staurolith	Disthen	grüne Hbl.	braune Hbl.	farblose Hbl.	blaue Hbl.	Turnalin	Sonstige	Granat	Anteil SM in %	Quarz	Quarz undulös	Feldspat unverzw.	Feldspat verzw.	Gesteinsbruchstücke	Glimmer	Glaukonit	Total gezählte LM	Medianwert in mm	Calcit in Gew.-%	Dolomit in Gew.-%	Calcit/Dolomit
Jensberg-Schichten («Helvétien»)																													
148	588.615/218.365	125	83	0	1	1	0	0	1	5	3	2	2	0	1Ch, 1B	25	1,8	48	10	26	6	10	2		102	0,28	12,8	2,8	4,5
147	588.615/218.365	125	77	2	1	1	3	0	1	6	4	1	2	0	2Ch	25	3,6	53	15	22	3	7	2		102	0,26 SA	13,8	2,9	4,7
146	588.615/218.365	149	66	6	5	2	3	1	1	8	2	1	2	2	1B	49	3,0	61	22	12	1	4	5		105	0,27	17,2	4,0	4,3
140	588.200/218.190	134	73	6	2	2	0	2	0	7	1	3	2	0	1Ch, 1B	34	3,9	56	7	21	2	14	6		106	0,20	15,8	5,5	2,9
138	588.250/218.280	166	70	9	1	3	0	3	3	3	1	2	2	2	1P	66	3,8	56	18	18	3	5	12		112	0,17 SA	34,6	2,2	15,7
139	588.270/218.320	145	89	1	0	0	1	0	0	5	3	1	0	0		45	4,7	55	10	23	0	12	10		110	0,29	28,6	3,3	8,6
141	589.040/218.310	136	75	4	1	1	1	1	0	8	2	4	1	0	1Ch, 1B	36	2,8	49	7	28	5	11	6		106	0,26	8,8	4,8	1,8
145	589.170/218.180	138	70	8	3	2	4	1	3	3	0	1	0	3	1B	38	0,2	70	3	20	2	5	125 +	225	0,08	46,4	8,5	5,4	
143	589.050/218.010	132	78	2	1	0	2	0	3	5	5	1	2	0	1B	32	3,8	50	18	23	3	6	5		105	0,28	11,6	2,9	4,0
142	589.045/218.010	118	83	3	1	1	1	0	0	7	2	0	2	0		18	2,4	54	7	27	2	10	4		104	0,28 SA	21,6	3,3	6,5
137	586.910/217.800	111	76	7	0	0	1	0	1	8	2	2	0	0	2B, 1P	11	2,6	55	5	25	3	12	5 +	105	0,20	36,0	5,5	6,5	
136	587.150/217.740	115	64	7	2	0	3	0	1	11	6	2	0	1	2B, 1Ch	15	2,8	55	9	31	0	5	10 +	110	0,16	14,4	3,3	4,3	
Chnebelburg-Schichten («Burdigalien»)																													
135	587.400/217.335	127	73	4	3	2	1	1	0	6	4	2	0	2	1B, 1P	27	1,1	70	5	14	3	8	11		111	0,30	55,2	2,9	19,0
134	587.430/217.330	112	69	8	3	0	2	1	1	7	5	3	0	0	1B	12	1,0	45	8	31	4	11	6 +	106	0,08	32,4	4,0	8,1	
133	587.410/217.315	109	76	1	0	0	2	0	0	8	9	3	0	0	1B	9	3,5	53	6	28	4	9	10 +	110	0,20	9,6	5,9	1,6	
132	587.360/217.290	118	60	9	2	0	1	1	2	12	10	2	0	1		18	3,8	55	9	20	6	10	14 +	114	0,14 SA	16,2	4,4	3,7	
131	587.300/217.260	114	89	2	0	0	0	0	0	5	3	1	0	0		14	2,5	52	10	28	3	7	8		108	0,23	0,2	1,6	0,1
130	587.190/217.225	119	92	0	0	0	0	0	0	5	1	1	0	0	1B	19	2,3	55	8	31	0	6	4		104	0,20	0,2	1,8	0,1
129	587.190/217.225	103	91	0	2	0	0	1	0	4	1	0	0	0	1B	3	2,7	43	5	43	1	8	3		103	0,26	0,4	2,9	0,1
128	587.140/217.195	103	85	3	1	0	0	0	0	9	1	0	0	0	1P	3	1,3	55	1	40	2	2	12		112	0,24 SA	28,4	1,5	18,9
127	587.100/217.180	109	78	4	1	0	3	0	0	8	4	1	0	0	1B	9	1,3	46	3	38	5	8	10		110	0,20	15,2	6,6	2,4
126	587.060/217.170	110	85	1	3	0	1	0	0	4	3	2	0	1		10	2,3	50	9	35	0	6	8		108	0,18	11,4	3,3	3,5
125	587.020/217.155	104	87	2	1	0	0	1	0	3	4	0	0	2		4	3,2	44	3	43	2	8	18		118	0,20	26,8	4,8	5,5
124	587.015/217.155	102	87	1	1	0	2	0	0	7	0	0	0	0	2B	2	3,4	52	5	35	3	5	14 +	114	0,40	26,4	1,5	1,7	
150	576.800/207.025	109	61	5	4	1	1	1	1	17	6	2	0	0	1B	9	4,0	15	32	40	3	10	2 +	102	0,50	35,2	6,3	5,5	
149	576.750/206.990	110	75	1	3	0	4	0	0	8	7	2	0	0		10	3,6	54	16	21	1	8	2 +	102	0,50	45,4	1,6	28,3	

Zinshölzli-Schichten («Aquitaniien»)

123	572.840/210.150	103	68	15	3	0	4	1	0	2	0	0	0	1	5B, 1P	3	1,3	51	4	32	5	8	9	+	109	0,18	32,8	3,7	8,8
122	572.840/210.190	107	82	0	0	0	4	0	2	8	0	2	0	0	1B, 1P	7	6,3	43	3	44	1	9	6		106	0,15	9,4	4,0	2,3
119	572.870/209.130	121	67	12	2	0	7	0	1	1	0	0	0	7	3B	21	2,1	46	5	43	1	5	9		109	0,22	13,2	5,5	2,4
118	572.870/209.130	112	66	12	4	1	5	0	1	5	0	0	0	2	3B, 1M	12	1,4	44	1	46	2	7	10		110	0,16	4,4	4,8	0,9
120	571.260/209.320	112	81	9	3	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1P	12	7,0	59	6	25	2	8	3	+	103	0,21 SA	17,0	5,1	3,3
121	571.260/209.320	117	93	3	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0		17	1,7	60	5	25	1	9	6	+	106	0,20	18,4	5,5	3,3
115	576.920/209.950	114	79	8	0	1	3	0	0	1	0	0	0	5	3B	14	0,4	56	3	34	2	5	9		109	0,16	26,2	3,6	7,3
116	576.730/209.880	112	69	8	3	0	8	1	1	0	0	0	0	2	8B	12	2,0	60	6	29	1	4	4		104	0,15 SA	38,3	2,9	1,3
117	575.825/209.550	110	92	4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1B	10	1,6	52	9	26	3	11	5	+	105	0,25	28,4	4,8	5,9
110	583.550/214.900	132	58	30	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5B	32	0,3	71	5	14	6	4	85		185	0,06	51,8	5,2	9,9
109	583.420/215.020	119	56	27	5	1	4	0	1	0	0	0	0	1	4B, 1M	19	1,0	69	7	21	1	2	7		107	0,05	36,4	7,4	4,9
111	583.950/215.510	144	70	15	3	1	7	0	1	0	0	0	0	1	2B	44	1,1	61	2	29	2	6	8		108	0,08	12,4	6,6	1,8
112	583.980/215.750	164	71	16	0	0	7	2	1	0	0	0	0	1	1B, 1Br	64	1,2	58	2	35	1	4	3		103	0,10	34,0	5,5	6,1
113	584.030/215.810	163	63	31	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1		63	2,2	63	8	24	3	2	5	+	105	0,10	32,0	1,8	17,7
114	584.140/216.050	125	48	30	3	1	9	4	1	0	0	0	0	2	2B	25	0,3	59	6	30	1	4	9		109	0,12	15,2	11,0	1,4

Petersinsel-Schichten («Stampien»)

108	583.350/215.090	136	62	18	5	4	4	1	0	0	0	0	0	1	5B	36	0,6	71	4	21	1	3	18		118	0,06	38,0	5,5	6,9
107	583.270/215.120	130	66	10	8	3	4	3	1	0	0	0	0	0	5B	30	0,9	70	4	23	1	2	8		108	0,14	18,8	7,0	2,7
106	583.215/215.180	124	48	28	4	1	7	1	4	0	0	0	0	2	5B	24	1,2	63	3	26	2	6	7	+	107	0,08	32,4	6,6	4,9
105	576.760/212.370	104	92	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0		4	1,7	55	2	29	5	9	20		120	0,18 SA	31,4	5,5	5,7
104	576.930/212.720	115	71	17	0	1	4	0	1	0	0	0	0	1	4B, 1P	15	1,1	61	4	23	3	9	14		114	0,14 SA	33,2	3,3	10,0
Pe 31	576.920/212.700	118	66	14	8	2	2	2	1	1	0	0	0	4		18	1,9	54	13	25	2	6	7		107	0,15	30,0	6,3	4,7
Pe 27	576.930/212.740	104	50	39	3	0	2	1	1	0	0	0	0	4		4	1,3	59	6	24	6	5	33		133	0,09	36,2	3,3	10,9
Pe 25	576.960/212.760	107	75	18	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5		7	2,8	50	11	27	4	8	10		110	0,13	38,4	3,7	10,3
Pe 23	576.970/212.780	128	60	30	7	0	0	1	1	0	0	0	0	1		28	1,4	50	6	32	4	8	13		113	0,10	34,4	2,6	13,2
Pe 21	576.970/212.790	114	62	31	4	1	0	0	0	1	0	0	0	1		14	6,6	56	8	27	2	7	6		106	0,09	43,2	4,0	10,8
Pe 19	576.980/212.810	104	51	40	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3		4	0,7	41	12	32	4	11	61	+	161	0,07	34,6	3,3	10,4
Pe 17	576.970/212.850	123	61	24	13	1	0	0	1	0	0	0	0	0		23	2,3	56	12	23	3	6	10		110	0,14	34,4	4,8	7,1
Pe 15	576.980/212.860	109	82	12	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3		9	1,7	56	10	21	5	8	13	+	113	0,15	19,0	5,5	3,4
Pe 13	577.010/212.920	118	71	22	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0		18	1,1	50	10	29	0	11	11		111	0,24	30,6	6,3	4,8
Pe 9	577.080/212.940	110	70	20	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0		10	2,3	49	7	30	4	10	14		114	0,12	42,0	3,7	11,3
Pe 7	577.070/213.000	108	54	38	4	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1B	8	0,7	51	10	28	2	9	61		161	0,08	52,4	0	∞
Pe 1	577.080/213.040	121	86	11	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0		21	3,5	54	9	20	6	11	6	+	106	0,20	36,8	0	∞
103	577.140/213.190	139	71	17	0	0	4	5	2	0	0	0	0	0	1B	39	0,8	61	1	27	6	5	13		113	0,15 SA	28,4	5,2	5,4
102	577.240/213.410	143	79	7	1	0	2	3	5	0	0	0	0	1	2B	43	0,7	48	4	40	3	5	14	+	114	0,24 SA	31,0	5,5	5,6

Wingreis-Schichten («Stampien»)

101	577.815/213.640	119	35	41	4	2	5	4	0	0	0	0	0	6	3B	19	0,4	57	9	27	0	7	6		106	0,12 SA	23,4	7,0	3,3
100	577.915/213.700	137	41	40	4	0	6	2	0	1	0	0	0	1	5B	37	0,3	50	4	36	4	6	20		120	0,11 SA	42,8	4,8	8,9

Abkürzungen:

SA = Siebanalysen, Ch = Chloritoid, B = Baryt, P = Pyroxen, M = Monazit, Br = Brookit, LM = Leichtmineralien, SM = Schwermineralien.

+ Glaukonit vorhanden, aber nicht gezählt.

Das Auftreten von grüner, brauner und farbloser Hornblende vor allem in den Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse im Bielerseegebiet hat nicht überrascht. Bereits VON MOOS (1935: 188) hat festgestellt, dass sie am regelmässigsten im Burdigalien¹⁾, aber auch in der stratigraphisch nächst höheren Einheit anzutreffen ist (vgl. dazu FÜCHTBAUER 1964: 260ff.). Nach VON MOOS ist das Oligocaen arm an Hornblende. Unsere Untersuchungsergebnisse stehen mit diesem Befund in Übereinstimmung. Die eben zitierten Beobachtungen hinsichtlich des Auftretens der drei Hornblende-Varietäten werden durch HOFMANN (1957: Tab. 3), SCHWAB (1960: Tab. 1), MATTER (1964: Tab. 14) und DELLA VALLE (1965: Tab. 2) bestätigt.

FÜCHTBAUER (1964: 209) vermutet, rotbraune Biotite und olivgrüne Turmaline könnten als Facies-indikatoren für nicht-fluviatile Sedimente in Frage kommen. Leider können wir zu dieser Frage nicht Stellung nehmen, da in unseren Proben die sehr selten auftretenden Biotite zu stark verwittert sind und die Turmalinfarben keine genügende Differenzierung zulassen.

Die Frage nach der *Herkunft* der Schwermineralien in den Sandsteinen der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes ist schwer zu beantworten. Anreicherungs- und Ausmerzungsprozesse (VON MOOS 1935: 215; VAN ANDEL 1959) verwischen das Bild der ursprünglichen Liefergebiete. Zudem können, wie wir bereits in Abschn. 1.322. gezeigt haben, Mineralien aus sekundärer oder älterer Lagerstätte vorliegen. Angesichts dieser Schwierigkeiten verzichten wir auf den Versuch einer Beheimatung des Schwermineral-Bestandes (vgl. dazu auch PETTIJOHN 1957: 674; FÜCHTBAUER 1964: 262 und GASSER 1966).

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Ergebnisse der Schwermineral-Analyse die im Bielerseegebiet ausgeschiedenen lithostratigraphischen Einheiten nicht erkennen lassen (vgl. dazu auch DELLA VALLE 1965: 173). Sie geben auch keinen Hinweis auf die Möglichkeit eines regionalen stratigraphischen Leitwertes einzelner Mineralarten. Nach den heutigen Kenntnissen dürfte innerhalb der Molasseabfolge nur die erwähnte Änderung der *Schwermineral-Assoziation* in der Unteren Süsswassermolasse von einiger stratigraphischer Bedeutung sein.

Der von SCHWAB (1960: 59) angeführte deutliche Unterschied zwischen dem Feldspatgehalt der Sandsteine des «Aquitaniens» und des «Burdigaliens» der subjurassischen Molasse des Bielerseegebietes (im «Aquitaniens» ist er höher, im «Burdigaliens» tiefer) (vgl. dazu auch FÜCHTBAUER 1954; HOFMANN 1957; MATTER 1964; GASSER 1966) kann nach unseren Untersuchungen nicht auf den ersten Blick erkannt werden. Der relativ geringe Feldspatgehalt in den Proben der Zinshölzli-Schichten («Aquitaniens») ist nicht primärer Art, sondern lässt sich mit einem Korngrösseneffekt erklären: Mit der Abnahme des Medianwertes nimmt in der Unteren Süsswassermolasse (oberer Teil) auch der Feldspatgehalt ab (vgl. Fig. 31 = Medianwerte, Fig. 32 = Feldspatgehalt). Dieser Effekt ist z. B. bei MATTER (1964: Tab. 14) noch kaum erkennbar. Er scheint sich mit der Entfernung vom Schüttungszentrum zu verstärken.

Glaukonit kommt in der Molasse des Bielerseegebietes sowohl in der Unteren Süsswassermolasse als auch in der Oberen Meeresmolasse vor. Ähnliche Beobachtungen aus der ost- und westschweizerischen Molasse verdanken wir HABICHT (1945: 134), HOFMANN (1955b: 5/6), JORDI (1955: 36) und BERTSCHY (1958: 245). Zum Glaukonitproblem vgl. ferner die Hinweise in RUTSCH & HÜGI (1956: 37 und Tab. I) sowie RUTSCH (1962: 17). Die Frage nach der Ursache des Vorkommens dieses umlagerungsempfindlichen Minerals in fluvioterrestrischen Bildungen ist heute noch nicht genügend abgeklärt (vgl. HOFMANN 1957: 304).

1.4. Quartär

1.41. Bisherige Untersuchungen im Aufnahmegebiet

L. VON BUCH (1811: 166, 167) versucht in seiner Abhandlung «Über die Ursachen der Verbreitung grosser Alpengeschiebe» das Vorhandensein kristalliner Blöcke auf den Jurahöhen zu erklären. Dabei erwähnt er auch einige Erratiker aus unserem Aufnahmegebiet. STUDER (1825: 222) hat die Zone der Montblanc-Granite

¹⁾ Unsere Untersuchungsergebnisse der Proben Nrn. 149 und 150 (Tab. 6) aus Brüttelen haben durch die soeben erschienene Arbeit von DUPLAIX et al. (1965: 145) eine Bestätigung erfahren.

im Bielerseegebiet in einer Höhe von 700 m ü. M. vorgefunden. Weiterhin befasst sich AGASSIZ (1838: 417 u. 1841: 252/253) mit der Anhäufung von Gletschermaterial in der Gegend von La Neuveville und im übrigen Bielerseegebiet. STUDER, LANG & GILLIÉRON (1866: 25) beschreiben in einem geotechnischen Gutachten die «diluvialen und modernen Ablagerungen» längs des linken Ufers des Bielersees.

Auf der Geologischen Karte der Schweiz 1:100000, Blatt VII (Porrentruy–Solothurn) von GREPPIN & BACHMANN (1868) wird das Gebiet am Südfuss der Seekette von La Neuveville nordostwärts sowie die kleine Ebene von Le Chânet (auf dem Seerücken N La Neuveville) als «erratisches Quartär» bezeichnet. Die posttertiären Ablagerungen auf dem Tessenberg (M. de Diesse) werden als «geschichtetes Quartär» und «Torf» ausgeschieden. Weitere Angaben über die Findlinge unseres Untersuchungsgebietes verdanken wir BACHMANN (1870: 36 und 1884: 558, 561–563). Auffallend viele erratische Blöcke (Euphotide, Eklogite, Syenite, Chloritgneise) beschreibt er von der St. Petersinsel¹⁾. ROLLIER (1893: 121, 158, 170) erwähnt die Quartärablagerungen in der Tessenberg-Synklinale, die er für wenig mächtig hält und unter welchen er noch Molasse-sedimente vermutet (vgl. dazu Übersichtsprofil in ROLLIER 1894c: Pl. III).

Weitere Einzelheiten über die quartären Bildungen unseres Untersuchungsgebietes verdanken wir BAUMBERGER (1894: 7–11). Nach diesem Autor sind auf dem Tessenberg die alpinen Moränengesteine stark mit jurassischem Material vermischt²⁾. Ferner beschreibt er eine Anzahl Erratiker aus der Twannbachschlucht.

Das Hochmoor auf dem Tessenberg ist auch in der zweiten Auflage der Geologischen Karte der Schweiz 1:100000, Blatt VII (1904) von ROLLIER & KISSLING vermerkt. Ferner sind auf dieser Karte erstmals in der Ebene von La Neuveville (zwischen La Neuveville und Poudeille) fluvioglaziale Bildungen ausgeschieden. Auch FRÜH & SCHRÖTER (1904: 253) erwähnen das mit Gletscherschutt abgedichtete Moorgebiet in der Tessenberg-Synklinale. Ausserdem sind in dieser Karte noch zwei weitere kleine, heute nicht mehr erkennbare Moore eingezeichnet.

AEBERHARDT (1907: 4) verdanken wir einige Angaben über den Verlauf eiszeitlicher Moränenwälle an den Flanken der Seekette. SCHARDT (1910: 1 und 1911: 355) vermittelt Einzelheiten über den Bergsturz bei La Neuveville aus dem Jahre 1909. Unser Aufnahmegebiet liegt nach der Karte von FREI (1912: Taf. V) ausschliesslich im Bereich der letzten Vergletscherung (Würm). Dieser Auffassung schliesst sich auch RYNIKER (1923: 21) an. ANTENEN (1936: 113), dem wir zahlreiche Arbeiten über die Quartärgeologie des Bielerseegebietes verdanken, verweist u. a. auf den Reichtum an Erratikern auf der St. Petersinsel.

FISCH (1937, unveröff. Gutachten, und 1938: XI) klärt die Ursachen der Rutschung oberhalb Brunnmühle (Twann) von 1937 ab. In einem ebenfalls unveröffentlichten Bericht behandelt LIECHTI (1946) die Quartärbildungen im Bielerseegebiet. Nach SCHMALZ & BAUMGARTNER (1955: 101) steht in unserem Untersuchungsgebiet von den zahlreichen Erratikern (vgl. Taf. I) leider nur der «Pierre du Genevret» oberhalb La Neuveville (Koord. 573.777/213.274) unter Naturschutz. Die Karte der Würmvergletscherung in der Schweiz von JÄCKLI (1962: Taf. I) bringt für unser Aufnahmegebiet keine neuen Gesichtspunkte. Es gelten die eiszeitlichen Gletschergrenzen, wie sie FREI (1912) dargestellt hat.

Im Rahmen der geologischen Untersuchungen zum Bau der Nationalstrasse N 5 (Bielerseestrasse) haben RUTSCH (1965, unveröff.) und HÄFELI (1965, unveröff.) umfangreiche geologische und geotechnische Untersuchungen durchgeführt, welche auch die Quartärbildungen unseres Aufnahmegebietes betreffen.

1.42. Eiszeitliche Ablagerungen (Pleistocaen, Würm)

1.421. Moräne

Auf dem Plateau von Tessenberg, auf dem Seekettengewölbe von der Twannbachschlucht bis zum Tälchen des Ruisseau de Vaux und an dessen Südfuss im Gebiet von La Neuveville bis Chavannes liegen glaziale Ablagerungen, deren Mächtigkeit schwer abzuschätzen ist. Nach JÄCKLI (1962: Taf. I) sind sie ausschliesslich der Würm-Eiszeit zuzuordnen.

¹⁾ Eine ganze Anzahl dieser Blöcke befindet sich heute im Garten des Geologischen Institutes in Bern.

²⁾ Vgl. dazu auch die Untersuchungen von HÄFELI (1966: 604).

Die Moränenaufschlüsse sind spärlich. Auf dem Tessenberg sind solche zur Zeit nur in einer Baugrube N Prêles und in einer durch eine Rutschung verursachten Abrissnische am Hang W Le Moulin (Lamboing) zu beobachten. Die auf älteren geologischen Karten (Geologische Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VII, 1904 und Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000, Blatt 2, 1942) eingezeichneten, N Prêles parallel SW–NE verlaufenden Wallmoränen sind weder im Gelände noch im stereoskopischen Luftbild¹⁾ zu erkennen.

In der Ebene von La Neuveville bis Chavannes ist die Grundmoräne verschiedenenorts durch Bauarbeiten aufgeschlossen worden.

1.422. Erratika

In unserem Aufnahmegebiet sind zahlreiche erratische Blöcke oder Blockgruppen zu beobachten. Es handelt sich fast ausschliesslich um kristalline Gesteine (Montblanc-Granite, Grüngesteine aller Art), ferner um Vallorcine-Konglomerate. Anhäufungen von bis mannshohen Blöcken sind im Gebiet NW La Neuveville (Le Châble, Koord. 572.900/213.100–400), in der Gegend von Châtillon (Koord. 574.350/213.900) und oberhalb Twann-Brunnmühle (Oselière, Koord. 577.700/215.950) zu beobachten. Ferner liegen derartige Gesteine dichtgelagert entlang des NW-Ufers der St. Petersinsel.

1.423. Flugvioglaziale Schotter

Fluvioglaziale Schotter sind in unserem Untersuchungsgebiet nirgends nachzuweisen. Wohl ist in der Ebene von La Neuveville E Maupras dicht an der Strasse Biel–Neuenburg (Koord. 575.150/213.300–400) auf älteren Karten (vgl. Abschn. 1.421.) ein derartiges Vorkommen vermerkt. Die heutigen Aufschlussverhältnisse lassen jedoch keine Stellungnahme zu dieser Interpretation zu. Deshalb wurde diese fragliche Zone auf der Karte nicht gesondert ausgeschieden.

1.43. Nacheiszeitliche Ablagerungen (Holocaen)

1.431. Felsstürze, Rutschungen, Sackungen

Am 11. Februar 1909 ereignete sich N La Neuveville (Koord. 573.650/213.100) ein Felssturz (SCHARDT 1911: 355). Auf der mit 40–60° einfallenden Südflanke der Seeketten-Antiklinale lösten sich schätzungsweise 800 m³ Gesteinsmaterial der oberen Twannbach-Formation.

Eine Rutschung grösseren Ausmasses ist aus der Gegend der Brunnmühle (Twann) bekannt (vgl. dazu FISCH 1937, unveröff. Gutachten, sowie 1938: XI). Die Rutschmasse bewegte sich auf den hier als Gleithorizont wirkenden Mergeln der Goldberg-Formation.

Häufig treten am Fuss der in der Südflanke der Seekette liegenden Steilzone der Twannbach-Formation (vgl. Taf. I) als ganzes versackte Schichtpakete der Mergel- und Kalkzone und des Marbre bâtard (Valangien) auf. Auch hier dürften als Gleithorizont die unmittelbar liegenden Mergel der Goldberg-Formation in Frage kommen. Derartige Sackungsmassen finden sich im Wald oberhalb Chavannes («Chautaine»), im Gebiet N Ligerz (Burgruine, Koord. 576.750/215.150) und N Bipschal (Oselière, Koord. 577.800/215.900 und 577.750/215.750). Weiterhin dürfte auch am Hang W Le Moulin (Lamboing) eine Sackungszone vorliegen²⁾. Kleinere Sackungen treten ferner auf der NW- und NE-Seite der St. Petersinsel auf.

1.432. Blockschutt, Gehängeschutt

Block- und Gehängeschuttmassen sind in unserem Aufnahmegebiet weit verbreitet. In grösserer flächenhafter Ausdehnung sind sie an der Südflanke der Seekette von La Neuveville bis Ligerz anzutreffen.

¹⁾ Aufnahmen der Eidg. Landestopographie (Nr. 1374, 1376, 1378, 1380 der Fluglinie 392 vom 11. August 1958).

²⁾ Irrtümlicherweise wurde auf Taf. I in der Legende die Sackungssignatur nicht aufgeführt.

Block- und Gehängeschuttfelder liegen auch am Fusse der einzelnen Felsbänder, welche die Twannbachschlucht durchziehen.

1.433. Postglaziale Schotter

Sondierbohrungen haben gezeigt (vgl. Taf. I), dass sowohl der Ruisseau de Vaux bei La Neuveville als auch der Twannbach bei Twann Bachschuttkegel gebildet haben, die sich durch mächtige Schottermassen auszeichnen (vgl. dazu Gutachten RUTSCH 1965 und R. HAEFELI 1965). Andere postglaziale Schotterbildungen sind in unserem Untersuchungsgebiet nicht bekannt.

1.434. Seekreide

Seekreide wurde am linken Ufer des Bielersees u. a. von La Neuveville bis Twann verschiedentlich erhoben (vgl. Taf. I). Ferner konnte dieses Lockergestein in einer Baugrube N der Bohrungen B 1 und B 2 an der Strasse La Neuveville-Biel bei Koord. 574.350/212.760 nachgewiesen werden.

1.435. Sumpf, Moor, Torf, anmoorige Gebiete

Ausser dem bereits in Abschn. 1.41. erwähnten ausgedehnten Moorgebiet auf dem Tessenberg sind derartige Bildungen in der Seekette heute kaum mehr anzutreffen. Kleinere Sumpfgebiete befinden sich auf der St. Petersinsel.

1.436. Verwitterungserscheinungen

Die der Verwitterung ausgesetzten Schichten der Twannbach-Formation sind oft verkarstet. Die Karrenspalten verlaufen in der Regel parallel zueinander und können, je nach der Lage der Schichtflächen, Tiefen bis 1 m aufweisen. Derartige Karrenfelder finden sich in unserem Aufnahmegebiet u. a. NW La Neuveville (Orphelinat, Koord. 573.150/213.300), SW Prêles (Côte, Finage du Louvin, Koord. 575.450/214.800) und in Luwäng NW Chavannes (Koord. 576.200/215.070).

Karsthöhlen als Zeugen unterirdischer Entwässerungssysteme finden sich in der Twannbachschlucht (auf der rechten Seite ausgangs der Schlucht, gegenüber dem Hohlloch) sowie auf der E-Seite des Steinbruchs La Neuveville (Koord. 573.450/213.240).

2. TEKTONIK

2.1. Seekette

Der Abschnitt des Seerückens von La Neuveville bis Twann bildet einen Teil der der mächtigen Chaumont–Chasseral–Weissensteinkette vorgelagerten Antiklinale, welche sich von der Gegend von St-Blaise bis nach Grenchen erstreckt. Sie bildet orographisch ein den Bielersee im Durchschnitt um 500 m überragendes SW–NE verlaufendes Gewölbe.

Die Seeketten-Antiklinale stellt von der Twannbachschlucht bis zum Ruisseau de Vaux (La Neuveville) eine asymmetrische Falte dar. Sie ist durch einen flachen Gewölbescheitel (vgl. die Lagerungsverhältnisse in den Steinbrüchen Sur Montay und Neuve Métairie, Fig. 3 und 5), eine breite flache, am Ufer des Bielersees in eine Steilzone mit sehr engem Faltungsradius übergehende Südflanke und eine schmale, relativ steil einfallende Nordflanke gekennzeichnet (vgl. Taf. I). Die Faltenachse streicht ohne nennenswerte Verbiegung in Richtung N 60 E. Die Gewölbekulmination, welche mit der topographischen zusammenfällt, liegt in unserem Aufnahmegebiet auf etwa 925 m ü. M. (Koord. 574.890/215.280). Das durchschnittliche Axialgefälle beträgt in SW Richtung 3–4°, in NE Richtung 2–3°.

In der Südflanke der Seeketten-Antiklinale sind mehrere tektonische Komplikationen zu erkennen. Von Schernelz bis Festiguët (N Ligerz) verläuft eine ausgeprägte Knickzone¹⁾ (vgl. Taf. I, Profile 3 und 4). Die Schichten der Twannbach-Formation fallen auf dieser Strecke mit 50–70° nach SW ein und biegen mit einem sehr engen Faltenradius in wesentlich flachere Lagerung um. Diese vermutlich bruchlose, knickartige Umbiegung ist auch in der Twannbachschlucht bei Koord. 577.860/216.270 zu beobachten.

In der Gegend von La Neuveville ist an der Südflanke der Seekette eine Flankenüberschiebung zu erkennen (vgl. Taf. I, Profil 1), auf die SCHARDT (1911: 358) erstmals aufmerksam gemacht hat. Sie kann am Schlossberg (Le Château, Koord. 573.030/212.860) und in einem Steinbruch NE davon (Koord. 573.570/213.180) am besten studiert werden. Ein zwingendes Argument für die Existenz dieser tektonischen Komplikation ergibt sich aus der Verdoppelung der Mächtigkeit der Kreidesedimente am Schlossberg und der Gesteine der Twannbach-Formation E davon. Die Überschiebungsfläche dürfte somit von SW nach NE in stratigraphisch immer tiefere Schichten einschneiden.

RYNIKER (Karte 1:25 000, unveröff.) nahm eine Fortsetzung der Flankenüberschiebung in NE Richtung an (Châtillon–Le Chânet–Pâturage du Haut). Es liegen jedoch keine Anhaltspunkte vor, die eine derartige Interpretation als gesichert erscheinen lassen würden. Wohl anerkennen wir, dass S Le Chânet die Lagerung des Gesteins gestört ist (vgl. Taf. I) und dass SW von Prêles (im Gebiet von La Seigneule) eine Art Blattverschiebung (vgl. Taf. I) vorliegt. Diese beiden Störungen dürften jedoch kaum mit der Flankenüberschiebung in Zusammenhang gebracht werden. Auch in Richtung Twannbachschlucht (SCHARDT 1911: 363) sind nach unseren detaillierten Messungen an der Südflanke der Seekette von La Neuveville bis Twann keine Anzeichen einer Verlängerung dieser Komplikation wahrzunehmen. Klar erkennbar ist sie nur im Raume von La Neuveville.

Örtliche Umbiegungen (verbunden mit nur unbedeutenden Bruchbildungen) mit teils sehr engen Faltenradien kommen in der Reuchenette- und Twannbach-Formation verschiedentlich vor, u. a. bei Koord. 577.300/217.160 und 577.740/216.450.

Lokale, quer zur Hauptantiklinalachse verlaufende Kulminationen und Depressionen sind auch in unserem Aufnahmegebiet (vgl. dazu HÄFELI 1966: 607) anzutreffen. Eine derartige Aufwölbung befindet sich N Brunnmühle bei Twann (Auftauchen der Oberen Twannbachkalke). In der Depression von Ligerz sind die Kreide-Schichten (Berriasien-, Valanginien- und Hauterivien-Sedimente) erhalten geblieben. Häufig treten kleinere Brüche ohne nennenswerte Verstellungen auf, so u. a. in der Twannbachschlucht, N Twann-

¹⁾ RYNIKER (1923: 28) bezeichnet sie als «Flexur». Dieser Ausdruck dürfte für eine derartige Erscheinung unzutreffend sein.

Schützenhaus (durch FISCH 1937 mit geoelektrischen Methoden ermittelt) sowie im Steinbruch Neue Métairie (vgl. Taf. I).

2.2. Molasse

Wie bereits in Abschn. 1.31. dargelegt wurde, bestehen hinsichtlich der tektonischen Stellung der St. Petersinsel unterschiedliche Auffassungen.

Den günstigen Aufschlussverhältnissen entsprechend (Niederwasser!) war es möglich, auf der NW- und NE-Seite der St. Petersinsel insgesamt 116 Streich- und Fallmessungen durchzuführen. Die Ergebnisse sind in Fig. 34 zusammengestellt. Wie ersichtlich, kann die Molasse der St. Petersinsel der flachen Scheitelregion

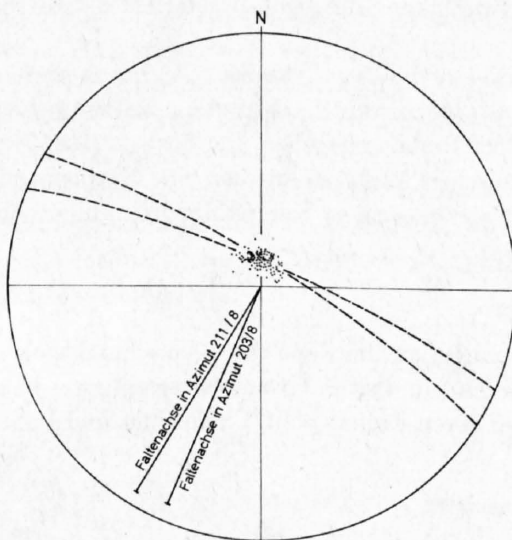


Fig. 34. Schichtlagen der Molasse auf der St. Petersinsel. Projektion der Schichtpole auf dem SCHMIDT'schen Netz, mit den beiden möglichen Grosskreisen um die Faltenachsen.

einer Antiklinale zugeordnet werden, deren Faltenachse in Richtung N 33 E bei einem Axialgefälle von 8° verläuft. Diese Richtung steht in guter Übereinstimmung mit derjenigen der bei Twann abtauchenden Kapf-Antiklinale (HÄFELI 1966: 608). Vgl. dazu Fig. 1. Wir glauben daher, die Molasse der St. Petersinsel sei tektonisch als Fortsetzung der Kapf-Antiklinale aufzufassen, wie dies bereits SCHUPPLI (1950: 16) vermutet hatte.

Eine umfassende Untersuchung der tektonischen Verhältnisse der seeländischen Molasse in der vom Verfasser auf der St. Petersinsel durchgeführten Art dürfte zweifellos etwas mehr Klarheit in die bisher noch recht unsichere Interpretation der Lagerungsverhältnisse dieser Sedimente im Bielerseegebiet bringen.

3. HYDROGEOLOGIE

3.1. Grundwassergebiete

Grundwassergebiet von La Neuveville

Das Grundwassergebiet von La Neuveville dürfte an die Zone des vom Ruisseau de Vaux angehäuften Bachschuttkegels (vgl. Taf. I) gebunden sein. Die auf der unveröffentlichten Grundwasserkarte des Kantons Bern (1:25 000) eingezeichnete Begrenzung des Grundwasserfeldes der Gegend von La Neuveville erscheint daher problematisch.

Die Wasserversorgung La Neuveville (vgl. Abschn. 3.3.) hat in diesem Grundwasserfeld einen Filterbrunnen errichtet. Nach RUTSCH (1965, unveröff.) beträgt die Entnahmemenge im Durchschnitt 1800 l/min. Die Maximalleistung wird mit 3500 l/min. angegeben. Der höchste Grundwasserspiegel liegt etwa 2 m unter der Terrainoberfläche. Die chemischen Analysen ergaben eine Karbonathärte des Grundwassers von 35,8° (französische Härtegrade) bei relativ niedrigem Sauerstoffgehalt und erhöhtem Eisengehalt.

Grundwassergebiet von Twann

Dieses Grundwassergebiet dürfte an die Zone des Bachschuttkegels des Twannbachs gebunden sein (vgl. Taf. I). Auf dessen E-Seite sind in diesem Grundwasserfeld zwei Fassungen angelegt (RUTSCH 1965, unveröff.). Nähere Angaben über deren Ergiebigkeit, Chemismus und Bakteriologie fehlen.

Grundwassergebiet auf dem Tessenberg

Auf dem Tessenberg bestehen ausserhalb unseres Aufnahmegebietes verschiedene Grundwasserfassungen, u. a. bei Nods und in Lamboing (vgl. Abschn. 3.3.). Nähere Angaben dazu liegen nicht vor.

3.2. Quellen

Gefasste Quellen

Die bedeutendste gefasste Quellengruppe in unserem Untersuchungsgebiet ist diejenige von Brunnmühle-Twann¹⁾. BAUMBERGER (1915: 139 und 140, Fig. 5) hat diese Wasseraustritte als Stauquellen bezeichnet. Die beiden grössten Quellen schütten zwischen 900 und 5000 l/min. (RUTSCH 1965, unveröff.).

Im Rutschungsgebiet oberhalb Brunnmühle (vgl. Abschn. 1.431.) traten verschiedene Quellen zutage, die heute z. T. abgeleitet sind. Die Moulin-Quelle in La Neuveville (Koord. 573.540/212.900) diente früher zur Versorgung der Stadt. Eine Wasserfärbung vor mehreren Jahren soll den Nachweis erbracht haben, dass es sich bei der betreffenden Quelle um den natürlichen Austritt des Wassers der Versickerungsstelle bei «Vieille Roche» (E Lignièrès) handelt (freundl. mündl. Mitt. von Kantonschemiker Dr. E. Baumgartner). BAUMBERGER (1915: 139) hat diese Quelle, entsprechend derjenigen bei Brunnmühle, als Stauquelle bezeichnet.

Weitere gefasste Quellen von untergeordneter Bedeutung befinden sich in Ligerz, Chavannes, Poudeille (NE La Neuveville) sowie in La Praye (im Volksmund als «Schwefelquelle» bezeichnet) und S Le Moulin (bei Lamboing). Vgl. dazu Taf. I. Nähere Untersuchungen über diese Wasseraustritte liegen nicht vor.

¹⁾ Eine Anzahl weiterer Quellen in diesem Gebiet sind ungefasst.

Ungefasste Quellen

Ungefasste Quellen und temporäre Wasseraustritte befinden sich u.a. bei der Brunnmühle, bei Ligerz und in der Nähe von La Neuveville (vgl. Taf. I).

3.3. Wasserversorgungen

Die Wasserversorgung *La Neuveville* bezieht ihr Wasser grösstenteils aus dem Grundwasserfeld von La Neuveville (vgl. Abschn. 3.1.). An dieses Netz ist auch das Dorf Chavannes angeschlossen. *Twann-Ligerz* wird mit Wasser der Brunnmühlequellen versorgt. Dieses wird mittels einer modernen Entkeimungsanlage aufbereitet. An die Wasserversorgung Ligerz sind alle Gebäude am Seeufer zwischen Ligerz und Twann angeschlossen. Das Wasser von *Schernelz* stammt von Quellen, die in der Nähe von Lamboing liegen (vgl. dazu Karte 1:25 000 von HAEFELI). *Prêles* bezieht sein Wasser von der Grundwasserfassung in Lamboing. Eine gleiche Anlage bei Nods (Koord. 573.050/217.310) beliefert u.a. das Erziehungsheim auf dem Tessenberg (Châtillon), den Weiler La Praye sowie die Höfe Neuve Métairie, Bas de la Praye und die beiden in deren Nähe liegenden Landwirtschaftsbetriebe.

In unserem Untersuchungsgebiet ist einzig die Häusergruppe bei *Champ Fahy* (Orphelinat) N La Neuveville an kein Wasserversorgungsnetz angeschlossen. Der Land- und Gastwirtschaftsbetrieb auf der *St. Petersinsel* wird von einer auf der NW-Seite der Insel gelegenen Seewasserpumpstelle versorgt. Das Seewasser wird auf der Höhe bei Koord. 577.355/213.310 filtriert.

* * *

Zusammenfassung

1. Stratigraphie des Oberen Malms

Ausgangspunkt für die Malm-Stratigraphie bildete die Aufstellung formaler lithostratigraphischer Einheiten. Die *Reuchenette-Formation* entspricht ungefähr dem bisherigen «Kimmeridgien», die *Twannbach-Formation* dem «Portlandien». Die *Reuchenette-Formation* umfasst die Gesteinsabfolge zwischen dem Dach der Verena-Schichten (unten) und dem Dach der Grenznerineenbank (oben). Der Basis-Leithorizont ist in unserem Aufnahmegebiet nicht aufgeschlossen. Die Grenznerineenbank ist nur in der Twannbachschlucht zu beobachten.

Von dieser lithostratigraphischen Einheit sind in der Twannbachschlucht die obersten 52 ± 3 m aufgeschlossen. Es handelt sich um Kalke mariner Facies. Chronostratigraphisch dürften diese Gesteine mindestens teilweise dem Kimmeridgien zuzuordnen sein.

Die *Twannbach-Formation* umfasst die Schichten zwischen dem Dach der Grenznerineenbank (unten) und dem Dach der Breccienbank (oben). Es ist mittels Karbonatuntersuchungen gelungen, diese lithostratigraphische Einheit in nachstehender Art zu gliedern:

Obere Twannbachkalke	10–15 m
Twannbach-Dolomitzone	20–25 m
Untere Twannbachkalke	65–70 m

Bei den Unteren Twannbachkalken handelt es sich um eine Schichtfolge von Kalken und mergeligen Kalken mariner Facies. Erstmals in einem Schichtkomplex zwischen der Grenznerineenbank und der Basis der Goldberg-Formation («Purbeckien») gelang der Nachweis von *Neotrocholinen*.

Die Twannbach-Dolomitzone umfasst eine Abfolge von dolomitischen, mergelig-dolomitischen Kalken und kalkigen Dolomiten. Typisch sind sedimentogene Strukturen (Stromatolithe, «algal mats»). Die Gesteine sind praktisch fossilifer. Hinsichtlich der Anordnung des Dolomits konnte folgendes beobachtet werden: Im Schliiffbereich ist das konstante Auftreten kleiner idiomorpher Dolomitthomboederchen in einer meist kryptokristallinen Grundmasse bemerkenswert. Im Handstückbereich ist eine gewisse Tendenz nach lagiger Anordnung des Dolomits in ausgesprochen feingeschichteten Gesteinen erkennbar. Im Bankbereich verlaufen die Linien gleichen Dolomitgehalts nie schichtparallel. Detailuntersuchungen ergaben eine wolkenartige Verteilung des Dolomits. Weiterhin konnten folgende Beziehungen ermittelt werden: Bei gleichmässiger Gesamtkarbonatverteilung schwanken die Dolomitwerte weniger, als wenn erstere inhomogen ist. Der Dolomitanteil ist direkt von der Homogenität der Gesamtkarbonatverteilung abhängig. Mit grösserer Bankmächtigkeit nimmt der Gesamtkarbonatgehalt zu und der Dolomit ab. Lithologisch sind die kalkigen Dolomite durch kreidig-mehlige, meist poröse Ausbildung gekennzeichnet. Sie sind ausgesprochen verwitterungsempfindlich (Combenbildung!). Faciell dürften in dieser Untereinheit marin-evaporitische, supralitorale Einflüsse eine bedeutende Rolle spielen.

Bei den Oberen Twannbachkalken handelt es sich um eine Abfolge von \pm reinen Kalken. Sie weisen extrem hohe Gesamtkarbonatwerte auf und sind praktisch dolomitfrei. Lithologisch bilden diese Gesteine im Bielerseegebiet und im Neuenburger Jura eine klar erkennbare Einheit. Fossilinhalt und Chemismus der Oberen Twannbachkalke deuten auf mehrheitlich normalmarine Facies hin. Die Koprolithen-Anhäufungen im oberen Teil dürften den Übergang zum Brack/Süsswasserregime in der Goldberg-Formation anzeigen.

Altersmässig dürfte die Twannbach-Formation mindestens teilweise dem Portlandien im Sinne von ARKELL zuzuordnen sein. Die Grenze Twannbach-Formation/Goldberg-Formation fällt mit der Jura/Kreidegrenze zusammen.

2. Stratigraphie der Kreide

Die *Goldberg-Formation* umfasst die Schichten zwischen dem Dach der Breccienbank (unten) und der Unterfläche des Basiskonglomerates (oben). Es handelt sich um eine Wechsellagerung von bunten, vorwiegend aber grauen Mergeln, Mergelkalken und Kalken. Dolomit kommt nur im untern Teil vor. Gipseinlagerungen fehlen. In den Basisschichten tritt autigener bipyramidaler Quarz auf. In der Goldberg-Formation treten ferner häufig Cailloux noirs führende Horizonte auf. Altersmässig ist die limnisch-brackische Goldberg-Formation dem Berriasien zuzuordnen.

Die mit informalen lithostratigraphischen Begriffen belegten Einheiten über der Goldberg-Formation, *Mergel- und Kalkzone* (unten) und *Marbre bâlard* (oben), umfassen die Gesteinsabfolge zwischen der Unterfläche des Basiskonglomerates und der Dachfläche des Marbre bâlard. Die Grenze zwischen diesen beiden Einheiten wird über dem obersten Mergelband der Mergel- und Kalkzone gezogen. Sie ist nicht niveaubeständig. Lithologisch handelt es sich bei diesen Schichtkomplexen um fossilreiche, dolomitfreie Mergel und Kalke.

Die stratigraphisch nächsthöheren Einheiten, *Marnes d'Arzier* (unten) (zur Zeit nicht aufgeschlossen) und *Calcaire roux*, umfassen die Schichten zwischen der Dachfläche des Marbre bâlard und der Basis der Bryozoenmergel. Der in unserem Aufnahmegebiet nur in Ligerz aufgeschlossene Calcaire roux ist als Biomikrit ausgebildet. Die ganze Abfolge von der Mergel- und Kalkzone bis zum Calcaire roux ist marin und kann altersmässig dem Valanginien zugeordnet werden.

Im Bielerseegebiet folgen über dem Calcaire roux die informalen lithostratigraphischen Einheiten *Mergel* (unten), *Knollenmergel*, *Mergel- und Kalkzone* und *Pierre jaune de Neuchâtel* (oben). Es handelt sich um eine Abfolge von Mergeln, glaukonitischen Knollenmergeln und glaukonitreichen Sandkalken. Die untern drei Einheiten sind in Ligerz, die Pierre jaune am Fusse des Schlossbergs bei La Neuveville aufgeschlossen.

Altersmässig ist diese marine Serie dem Hauterivien zuzuweisen.

3. Tertiär

Siderolithische Bildungen sind in unserem Aufnahmegebiet selten aufgeschlossen. Die sedimentpetrographische Untersuchung hat ergeben, dass diese Sedimente in bezug auf Schwer- und Leichtmineral-Gehalt sowie Korngrößenverteilung eindeutig von jüngeren Verwitterungsprodukten und namentlich von Molassegesteinen zu unterscheiden sind. Sie sind gekennzeichnet durch die Schwermineral-Assoziation Zirkon-Turmalin-Rutil. Auch Staurolith kann als Hauptgemengteilmittel auftreten. Ferner spielen zuweilen Erz und Limonit eine bedeutende Rolle. Bei den Leichtmineralien herrscht Quarz vor. Karbonat fehlt oder ist nur ganz untergeordnet vorhanden. Die Herkunft dieser Mineralien ist aus dem Substrat der siderolithischen Bildungen (Kreide und Malm) am wahrscheinlichsten. In unserem Aufnahmegebiet gelang es nicht, mittels morphoskopischer Quarzkornanalyse eine humid-tropische und eine arid-wüstenhafte Phase innerhalb der Periode vom Ende der Kreidesedimentation bis zum Beginn der Molassebildung zu erkennen. Die vergleichsweise aus der Westschweiz untersuchten siderolithischen Proben lassen jedoch eine derartige Möglichkeit offen. Die siderolithischen Bildungen sind durch eine sehr schlechte Kornsortierung gekennzeichnet.

Ausgangspunkt für die *Molasse-Stratigraphie* bildete die Aufstellung informaler lithostratigraphischer Einheiten.

Die *Wingreis-Schichten* umfassen die Abfolge von der Obergrenze des Siderolithikums bis zur Basisfläche des säugerführenden Mergelhorizontes auf der St. Petersinsel. Die Gesamtmächtigkeit dieser limnisch-fluvioterrestrischen Serie beträgt etwa 250 m. Altersmässig ist sie mehrheitlich dem Stampien zuzuordnen.

Die *Petersinsel-Schichten* umfassen die Gesteinsserie zwischen der Basisfläche des oben zitierten Mergelbandes auf der St. Petersinsel und der Basisfläche des Süsswasserkalkes im Zinshölzli-Graben. Es handelt sich um eine etwa 200 m mächtige Wechsellagerung von Sandsteinen, Mergeln und Tonen. Weiterhin treten bituminöse Süsswasserkalke auf. Der Süsswasserkalk SW des Landungssteiges auf der St. Petersinsel war bisher unbekannt. Diese limnische bis fluvioterrestrische Abfolge dürfte mehrheitlich dem Stampien zuzuordnen sein.

Die *Zinshölzli-Schichten* umfassen die Abfolge von der Basisfläche des Süsswasserkalkes im Zinshölzli-Graben bis zur Basisfläche der Konglomeratbank am Jensberg. Es handelt sich um eine Wechsellagerung von Sandsteinen, Mergeln und Tonen fluvioterrestrischer bis limnischer Facies. Die Mächtigkeit beträgt etwa 700 m. Altersmässig dürften diese Gesteine mehrheitlich dem Aquitanien zuzuordnen sein.

Die *Chnebelburg-Schichten* umfassen die Gesteinsserie von der Basisfläche der Konglomeratbank am Jensberg bis zum Dach des Muschelsandsteins am Jensberg. Zwischen diesen Grenzhorizonten liegen Sandsteine und Sande. Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 150 m. Altersmässig dürften diese marinen Sedimente einem Teil des Burdigalien entsprechen.

Die *Jensberg-Schichten* umfassen die Gesteinsserie zwischen der Dachfläche des Muschelsandsteins am Jensberg und den stratigraphisch jüngsten Schichten der «Rebhubel-Schichten». Es handelt sich um Sandsteine und Sande mit einer zwischengelagerten Abfolge blauer Tonmergel. Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 200 m. Im untern Teil vertreten diese Sedimente marine, im oberen Teil brackisch-limnisch-fluvioterrestrische Facies. Chronostratigraphisch dürften sie dem Helvétien zuzuordnen sein.

Die *sedimentpetrographischen Untersuchungen* an Sandsteinen dieser fünf lithostratigraphischen Einheiten haben folgende Ergebnisse gezeitigt:

a) *Schwermineralien*: Innerhalb der Zinshölzli-Schichten («Aquitanien») vollzieht sich ein Wechsel von einer Epidot-Apatit-Granat-Vergesellschaftung zu einer eindeutigen Epidotvormacht. Epidot ist in den Wingreis-, Petersinsel- und Zinshölzli-Schichten in der Regel stark zersetzt, in den Chnebelburg- und Jensberg-Schichten dagegen meist frisch. Ungefähr an der Grenze Zinshölzli-Schichten/Chnebelburg-Schichten setzt die Hornblende (grüne, braune, farblose) mit nicht unbeträchtlichen Anteilen ein und kommt konstant bis an die Obergrenze der Jensberg-Schichten vor. Blaue Hornblende bleibt auf die Jensberg-Schichten beschränkt. Durch das Fehlen des Glaukophans in den Wingreis- und Petersinsel-Schichten erscheint die von FÜCHTBAUER (1964) postulierte W-E verlaufende Schüttung zur Zeit des Stampien problematisch. Dem Glaukophan dürfte nach unserem Dafürhalten keine regionalstratigraphische Bedeutung zukommen. Die

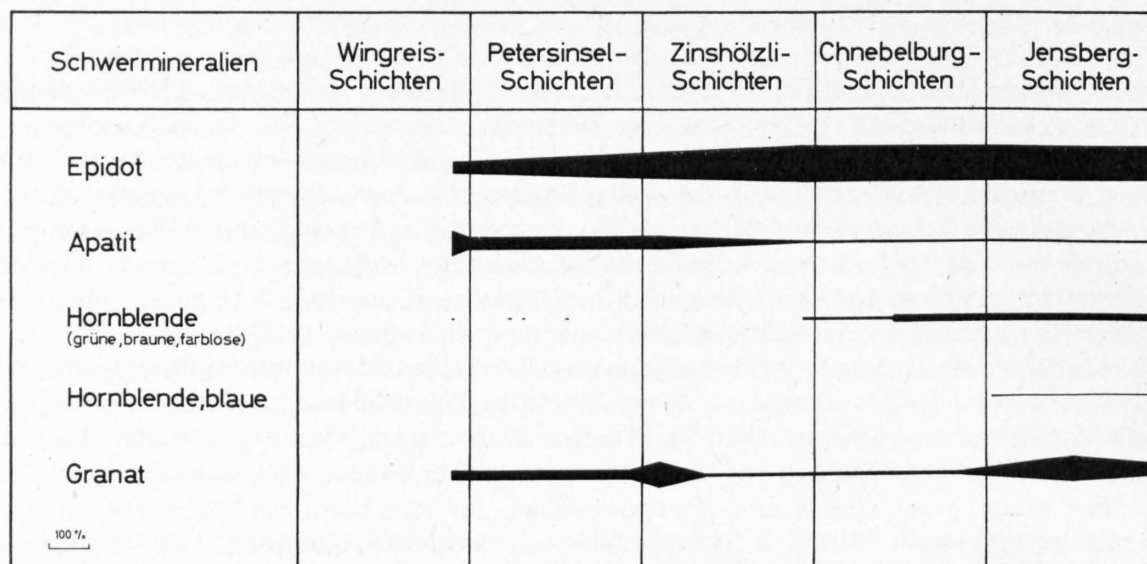


Fig. 35. Schematisierte Übersicht über die Verteilung der wichtigsten Schwerminerale in der subjurassischen Molasse des Bielerseesgebietes.

Ergebnisse der Schwermineral-Analyse lassen die lithostratigraphische Gliederung nicht erkennen. Die Untersuchungen geben auch keinen Hinweis auf die Möglichkeit eines regionalen stratigraphischen Leitwertes einzelner Mineralarten.

b) Leichtminerale: In der Verteilung der Leichtminerale ist innerhalb der fünf lithostratigraphischen Einheiten in vertikaler Richtung keine eigentliche Tendenz zu erkennen. Die Sandsteine sind im allgemeinen karbonatreich (geringer Dolomitgehalt). Quarz herrscht vor, Feldspat tritt in Mengen von 13–48% auf, wobei der Anteil verzwillingter Individuen gering ist. Der verhältnismässig niedrige Feldspatgehalt im oberen Teil der Unteren Süsswassermolasse steht mit den Untersuchungsergebnissen anderer Autoren, welche diese Einheit in anderen Teilen des Molassebeckens bearbeitet haben, nur scheinbar im Widerspruch. Er ist nach unseren Feststellungen auf einen Korngrösseneffekt zurückzuführen: Mit der Abnahme des Medianwertes geht der Feldspatgehalt zurück. Dieser Effekt ist in seiner Wirkung umgekehrt proportional zur Entfernung vom Schüttungszentrum.

c) Granulometrie: Im allgemeinen sind die Sandsteine in den stratigraphisch tiefer liegenden Einheiten feinkörniger als in den höher liegenden.

4. Tektonik

Seekette. Der Abschnitt der Seekette zwischen Twannbachschlucht und Ruisseau de Vaux bildet eine asymmetrische Falte mit flachem Gewölbescheitel, flachem, breitem Südschenkel mit südlicher Steilzone und schmalem, relativ steilem Nordschenkel. Die Faltenachse verläuft ohne nennenswerte Verbiegung in Richtung N 60 E.

An der Südflanke treten zwei grössere tektonische Komplikationen auf: Eine SW–NE verlaufende Knickzone («Flexur» nach RYNIKER 1923) und eine Flankenüberschiebung bei La Neuveville. Letztere ist lokal begrenzt und nicht, wie SCHARDT (1911) angenommen hatte, bis in die Twannbachschlucht zu verfolgen.

Molasse. Umfangreiche Messungen haben ergeben, dass die Molasse der St. Petersinsel dem flachen Gewölbescheitel der nach SW fortsetzenden Kapf-Antiklinale zuzuordnen ist.

Literaturverzeichnis

Eclogae	= Eclogae geologicae Helvetiae
PEK	= Petroleum-Expertenkommission der Eidg. Zentralstelle für Arbeitsbeschaffung
SMPM	= Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen
Bull. AAPG	= Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists
Bull. VSP	= Bulletin der Vereinigung schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure

- AEBERHARDT, B. (1907): *Les Gorges de la Suze*. – Beil. Jber. Gymnasium Biel 1906/1907. Bienne: 3–35.
- AGASSIZ, L. (1838): *Excursion dans le Jura de la société géologique de France; environs de Bienne*. – Bull. Soc. géol. France, t. 9: 417.
- (1841): *Untersuchungen über die Gletscher*. – Solothurn.
- AMBÜHL, E. (1935): *Geologische Untersuchungen im Berner Seeland*. – Ber. PEK. Unveröff.
- (1936a): *Nachtrag zu: Geologische Untersuchungen im Berner Seeland*. – Ber. PEK. Unveröff.
- (1936b): *Geologie des Bielerbeckens und der St. Petersinsel*. – Ber. PEK. Unveröff.
- American Commission on Stratigraphic Nomenclature (1961): *Code of stratigraphic nomenclature*. – Bull. AAPG 45/5: 645–665.
- ANDEL, T. VAN (1959): *Reflections on the interpretation of heavy mineral analyses*. – J. sed. Petrol. 29/2: 153–163.
- ANTENEN, F. (1903): *Beitrag zur Kenntnis der Alluvialbildungen am unteren Ende des Bielersees*. – Eclogae 8/4: 445–450.
- (1914): *Beitrag zur Quartärforschung des Seelandes*. – Eclogae 13: 184–232.
- (1930): *Die Alluvionen des Seelandes*. – Mitt. natf. Ges. Bern 1930: 55–76.
- (1936): *Geologie des Seelandes*. – Biel.
- ARKELL, W. J. (1946): *Standard of the European Jurassic*. – Bull. geol. Soc. Amer. 57/1: 1–34.
- (1956): *Jurassic Geology of the World*. – London.
- AUBERT, D. (1943): *Monographie géologique de la Vallée de Joux (Jura vaudois)*. – Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 78.
- BACHMANN, I. (1870): *Die erhaltenen Fündlinge im Kanton Bern*. – Bern.
- (1884): *Verzeichniss der im Kanton Bern erhaltenen Fündlinge*. – Jb. Schweizer Alpenclub 19: 551–566.
- BARON, G. (1960): *Sur la synthèse de la dolomite. Application au phénomène de dolomitisation*. – Rev. Inst. franç. Pétrole 15/1: 3–68.
- BARTENSTEIN, H. (1959): *Die Jura/Kreide-Grenze in Europa. Ein Überblick des derzeitigen Forschungsstandes*. – Eclogae 52/1: 15–18.
- BARTENSTEIN, H. & BURRI, F. (1954): *Die Jura-Kreide-Grenzschichten im schweizerischen Faltenjura und ihre Stellung im mitteleuropäischen Rahmen*. – Eclogae 47/2: 426–443.
- BAUMBERGER, E. (1894): *Über die geologischen Verhältnisse am linken Ufer des Bielersees*. – Mitt. natf. Ges. Bern 1894: 150–202.
- (1896): *Über die Entstehung der Hauteriviaschen*. – Mitt. natf. Ges. Bern 1896: IX/X.
- (1901): *Über Facies und Transgressionen der untern Kreide am Nordrande der mediterrano-helvetischen Bucht im westlichen Jura*. – Wiss. Beil. Ber. Töchtereschule Basel 1900/1901: 1–44.
- (1903a): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. I. Teil (Stratigraphische Einleitung). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 30: 1–60.
- (1903b): *Beiträge zur Kenntnis der Kreidebildungen auf dem Tessenberg und im Jorat (Bernerjura)*. – Mitt. natf. Ges. Bern 1904: 6–16.
- (1905a): *Die Hauteriviasedimente im westschweizerischen Jura*. – Abh. schweiz. paläont. Ges. 32: 1–23.
- (1905b): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. II. Teil (Die Ammonitiden der untern Kreide im westschweizerischen Jura). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 32: 24–79.
- (1906): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. III. Teil (Die Ammonitiden der untern Kreide im westschweizerischen Jura). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 33: 1–29.
- (1907): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. IV. Teil (Die Ammonitiden der untern Kreide im westschweizerischen Jura). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 34: 1–48.
- (1908): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. V. Teil (Die Ammonitiden der untern Kreide im westschweizerischen Jura). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 35: 1–40.
- (1910): *Fauna der untern Kreide im westschweizerischen Jura*. VI. Teil (Die Ammonitiden der untern Kreide im westschweizerischen Jura). – Abh. schweiz. paläont. Ges. 36: 1–57.
- (1915): *Beiträge zur Geologie der Umgebung von Biel und Grenchen*. – Verh. natf. Ges. Basel 26: 109–142.

- BAUMBERGER, E. (1923): *Die Eisen- und Manganerze der Schweiz*. I. Teil (Bohnerz). — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 13/1.
- (1927): *Die stampischen Bildungen der Nordwestschweiz und ihrer Nachbargebiete mit besonderer Berücksichtigung der Molluskenfaunen*. — Eclogae 20/4: 533–578.
- BEALES, F. W. (1965): *Diagenesis in pelleted limestones*. In «Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium». — Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ. 13: 49–70.
- BERSIER, A. & BADOUX, H. (1937): *Une formation éolienne subdésertique dans le Sidérolithique du Mormont (Vaud)*. — Eclogae 30/2: 231–234.
- BERSIER, A. & VERNET, J. P. (1964): *Etudes sédimentologiques dans la Chandelar*. — Bull. Lab. Géol., Minéral., etc. Univ. Lausanne 150: 1–11. (Extr. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 314, vol. 68).
- BERTRAND, E. (1754): *Essai sur les usages des montagnes*. — Zürich.
- BERTSCHY, R. (1958): *Geologie der Kreide und Molasse in der Umgebung von Grandson (Kt. Waadt)*. — Eclogae 51/2: 217–263.
- BERTSCHY, R. & RUTSCH, R. F. (1955): *Der Typus des Neocomien*. — Eclogae 48/2: 353–360.
- BOURQUIN, PH. (1946): *Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz*, 1:25000, Blätter 114–117. — Bern.
- BRAUN, E. VON (1953): *Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau*. — Eclogae 46/2: 143–170.
- BRÖNNIMANN, P. (1955): *Microfossils incertae sedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba*. — Micro-paleontology 1/1: 28–51.
- BRÖNNIMANN, P. & NORTON, P. (1960): *On the classification of fossil fecal pellets and description of new forms from Cuba, Guatemala and Libya*. — Eclogae 53/2: 832–841.
- BUCH, L. VON (1811): *Über die Ursachen der Verbreitung grosser Alpengeschiebe*. — Abh. k. Akad. Wiss. Berlin 1815: 161–186.
- BÜCHI, U. P. (1961): *Geologische Ergebnisse der Bohrung Küssnacht I*. — Bull. VSP 28/74: 7–16.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): *Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz*. — Eclogae 58/1: 87–108.
- BURRI, F. (1951): *Geologie des Jensberges*. — Mitt. natf. Ges. Bern NF. 8: 29–54.
- (1956): *Die Rhynchonelliden der Unteren Kreide (Valanginien-Barrémien) im westschweizerischen Jura*. — Eclogae 49/2: 599–701.
- BUSNARDO, R. & GUILLAUME, S. (1965): *Sur quelques ammonites néocomiennes du Jura suisse*. — Trav. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon n. s. 12: 129–136.
- CAILLEUX, A. (1942): *Les actions éoliennes périglaciaires en Europe*. — Mém. Soc. géol. France 46: 5–176.
- (1952): *Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie*. — Geol. Rdsch. 40: 11–19.
- (1959): *Initiation à l'étude des sables et des galets*, t. I. — Paris.
- (1964): *Petrographische Eigenschaften der Gerölle und Sandkörner als Klimazeugen*. — Geol. Rdsch. 54/1: 5–15.
- CAROZZI, A. (1948): *Etude stratigraphique et micrographique du Purbeckien du Jura Suisse*. — Genève.
- Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962*. — Luxembourg 1964. (Publ. Inst. Grand-Ducal, Sect. Sc. nat. phys. math.).
- Colloque sur le Crétacé inférieur* (Lyon, septembre 1963). — Mém. Bureau Rech. géol. et min. 34, 1965.
- DEFFEYES, K. S., LUCIA, F. J. & WEYL, P. K. (1965): *Dolomitization of recent and plio-pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles*. In «Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium». — Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ. 13: 71–88.
- DESOR, E. (1854): *Quelques mots sur l'étage inférieur du groupe Néocomien (étage Valanginien)*. — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 3: 1–11.
- (1864): *Tableau des Formations géologiques du Canton de Neuchâtel*. — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 6.
- (1871): *Einige Worte über die verschiedenen Grundformen der Höhlen des Jura*. — Schweiz. natf. Ges. (Frauenfeld) 1871: 1–15.
- DESOR, E. & GRESSLY, A. (1859): *Etudes géologiques sur le Jura neuchâtelais*. — Neuchâtel.
- DÉVERIN, L. (1920): *Analyse minéralogique de quelques sédiments arénacés*. — Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 53/198: 1–21.
- DONZÉ, P. (1958): *Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et les pourtours de la «fosse vocontienne»*. — Lyon.
- DUNBAR, C. O. & RODGERS, J. (1957): *Principles of Stratigraphy*. — New York (Wiley).
- DUPLAIX, S., GUILLAUME, S. & LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1965): *Le Tertiaire de la Bresse, stratigraphie et minéralogie, comparaison avec les régions voisines*. — Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., vol. VII/2: 135–148.

- EPPRECHT, W. et al. (1963): *Die Bohnerz-Funde in den Tiefbohrungen von Limberg (Küsnacht, Kt. Zürich) und Egli-sau II.* — SMPM 43: 313–343.
- ERNI, A. & KELTERBORN, P. (1948): *Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz*, II. Teil (6. Abschnitt: *Ölgeologische Untersuchungen im Molassegebiet südlich Wangen a.d. Aare–Aarburg*). — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 26/2.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1957): *The dolomite question*. In «Regional Aspects of Carbonate Deposition: A Symposium with Discussions». — Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ. 5: 125–178.
- FISCH, W. (1937): *Bericht über die geoelektrische, geologische und hydrologische Untersuchung der Rutschung bei Ligerz.* — Unveröff.
- (1937): *Die geologischen Verhältnisse des Rutsches bei Ligerz.* — Mitt. natf. Ges. Bern 1938: XI/XII.
- FISCHER, H. (1965): *Geologie des Gebietes zwischen Blauen und Pfirter Jura.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 122.
- FISCHER, H. & LUTERBACHER, H. (1963): *Das Mesozoikum der Bohrungen Courtion 1 und Altishofen 1.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 115.
- FOLK, R. L. (1959): *Practical petrographic classification of limestones.* — Bull. AAPG 43/1: 1–38.
- FREI, E. (1925): *Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger-Jura.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 55/III.
- FREI, R. (1912): *Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 41: 41–59.
- FRÜH, J. & SCHRÖTER, C. (1904): *Die Moore der Schweiz.* — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 3.
- FÜCHTBAUER, H. (1954): *Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse.* — Heidelb. Beitr. Mineral. Petrogr. 4: 26–53.
- (1958): *Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandmolasse.* — Eclogae 51/3: 928–941.
- (1959): *Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine.* — Erdöl und Kohle 12: 605–613.
- (1964): *Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen.* — Eclogae 57/1: 157–298.
- FÜCHTBAUER, H. & GOLDSCHMIDT, H. (1965). *Beziehungen zwischen Calciumgehalt und Bildungsbedingungen der Dolomite.* — Geol. Rdsch. 55/1: 29–40.
- GASSER, U. (1966): *Sedimentologische Untersuchungen in der äusseren Zone der subalpinen Molasse des Entlebuch (Kt. Luzern).* — Eclogae 59/2: 723–772.
- GENGE, E. (1958): *Ein Beitrag zur Stratigraphie der südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten–Seehorn (Bern Oberland).* — Eclogae 51/1: 151–211.
- GERBER, E. (1913): *Jensberg und Brüttelen, zwei Ausgangspunkte für die Molasse-Stratigraphie des bernischen Mittel-landes.* — Eclogae 12: 451–476.
- GERMANN, K. (1965): *Die Technik des Folienabzuges und ihre Ergänzung durch Anfärbemethoden.* — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 121/3: 293–306.
- GINSBURG, R. N. (1960): *Ancient analogues of recent stromatolites.* — Int. geol. Congr., Rep. 21. Sess. Norden 22, Copenhagen 1960: 26–35.
- GRAMANN, F. (1966): *Längseriefte Sediment-Stäbchen aus dem nordwestdeutschen Kimmeridge und ihre Deutung als Kotpillen mariner Invertebraten.* — Paläont. Z. 40/3, 4: 262–268.
- GREPPIN, J. B. (1867): *Essai géologique sur le Jura suisse.* — Delémont.
- (1870): *Description géologique du Jura Bernois et de quelques districts adjacents.* — Beitr. geol. Karte Schweiz 8.
- GRESSLY, A. (1841): *Observations géologiques sur le Jura soleurois.* — N. Denkschr. allg. schweiz. Ges. Natw. 5: 245–349.
- HABICHT, K. (1945): *Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 83.
- HÄFELI, CH. (1964a): *Colloque Français de Stratigraphie 1963: Le crétacé inférieur en France et dans les régions voisines.* — Bull. VSP 30/79: 88/89.
- (1964b): *Zur Jura/Kreide-Grenze im Bielerseegebiet (Kt. Bern).* — Bull. VSP 31/80: 33–38.
- (1966): *Die Jura/Kreide-Grenzschiechten im Bielerseegebiet (Kt. Bern).* — Eclogae 59/2: 565–695.
- HÄFELI, CH., MAYNC, W., OERTLI, H. J. & RUTSCH, R. F. (1965): *Die Typus-Profile des Valanginien und Hauterivien.* — Bull. VSP 31/81: 41–75.
- HÄFELI, R. (1965): *Geotechnische Untersuchungen 1962–1965.* Expertenbericht Nationalstrasse N 5 (Bielersee-strasse). — Unveröff.
- HAUBER, L. (1960a): *Über das Tertiär im nordschweizerischen Tafeljura.* — Eclogae 53/2: 656–668.
- (1960b): *Geologie des Tafel- und Faltenjura zwischen Reigoldswil und Eptingen.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 112.
- HEIM, ARN. & HARTMANN, A. (1919): *Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz.* — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 6.
- HOFMANN, F. (1955a): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz.* — Eclogae 48/1: 99–124.
- (1955b): *Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Vulkanismus im schweizerischen Molassebecken.* — Bull. VSP 22/62: 5–18.

- HOFMANN, F. (1957): *Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz*. – *Eclogae* 50/2: 289–322.
- (1958): *Zusammenhänge zwischen Entstehungsbedingungen und Beschaffenheit toniger Sedimente mit gleichartigem Ausgangsmaterial an einem Beispiel aus dem Tertiär des Kantons Schaffhausen (Schweiz)*. – *Eclogae* 51/3: 980–989.
- (1960): *Sedimente einer ariden Klimaperiode zwischen Siderolithikum und Molasse in Lohn, Kanton Schaffhausen, und am Rheinfall*. – *Eclogae* 53/1: 27–32.
- HOFMANN, F. & GYGI, R. (1961): *Ein Vorkommen von Oberer Mariner Molasse am Kestenberg (Kt. Aargau)*. – *Eclogae* 54/2: 506–510.
- HOMMERIL, P. & RIOULT, M. (1965): *Etude de la fixation des sédiments meubles par deux algues marines: Rhodothamniella floridula* (DILLWYN) J. FELDM. et *Microcoleus chthonoplastes* THUR. – *Marine Geol.* 3: 131–155.
- HÜGI, TH. (1945): *Gesteinsbildend wichtige Karbonate und deren Nachweis mittels Färbmethoden*. – *SMPM* 25: 114–140.
- JACCARD, A. (1869): *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz* 6.
- (1877): *Note explicative de la carte géologique du Canton de Neuchâtel*. – Neuchâtel.
- (1883): *Note sur le gypse purbeckien du Locle*. – *Bull. Soc. Sc. nat. Neuch.* 13: 242/243.
- (1884): *Le Purbeckien du Jura*. – *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 18: 504.
- (1890): *Le tunnel du Locle et le Régional Brenets-Locle*. – *Rameau de Sapin*, Févr. 1890: 3/4.
- (1893): *Deuxième supplément à la description géologique du Jura neuchâtelois, vaudois, des districts adjacents du Jura français et de la Plaine Suisse*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz* 7.
- JÄCKLI, H. (1962): *Die Vergletscherung der Schweiz im Würmmaximum*. – *Eclogae* 55/2: 285–294.
- JENNY, W. (1924): *Geologische Untersuchungen im Gebiete des Chasseral*. – Bern.
- ILLING, L. V., WELLS, A. J. & TAYLOR, J. C. M. (1965): *Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf*. In «*Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium*». – *Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ.* 13: 89–111.
- International Subcommission of Stratigraphic Terminology* (1961). – *Int. geol. Congr. Copenhagen 1960, Rep.* 21. Sess. Norden 25: 1–38.
- Internationale Regeln für die Zoologische Nomenklatur*. – Frankfurt am Main 1962 (herausg. Senck. natf. Ges.).
- JOHNSON, J. H. (1961): *Limestone-building algae and algal limestones*. – Colorado.
- JORDI, H. A. (1955): *Geologie der Umgebung von Yverdon (Jurafuss und mittelländische Molasse)*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz NF.* 99.
- KLEIBER, K. (1937): *Geologische Untersuchungen im Gebiet der Hohen Rone*. – *Eclogae* 30/2: 419–430.
- KÖSTER, E. (1964): *Granulometrische und morphometrische Messmethoden an Mineralkörnern, Steinen und sonstigen Stoffen*. – Stuttgart.
- LAPORTE, L. F. (1964): *Supratidal dolomitic horizons within the Manlius formation (Devonian) of New York*. – *Geol. Soc. Amer., Convent. Miami, Guidebook Field Trip* 2: 59–66.
- LEIGHTON, M. W. & PENDexter, C. (1962): *Carbonate rock types*. In «*Classification of carbonate rocks—a symposium*». – *Publ. AAPG*: 33–61.
- LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1962): *Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds*. – *Mém. Bureau Rech. géol. min.* 16.
- LEMCKE, K. (1959): *Das Profil der Bohrung Chapelle 1*. – *Bull. VSP* 26/70: 25–29.
- (1963): *Die Ergebnisse der Bohrung Savigny I bei Lausanne*. – *Bull. VSP* 30/78: 4–11.
- Lexique stratigraphique international* (1961): Vol. I, Europe, Fasc. 7a (*Jura et Fossé du Rhin*). – Paris.
- LIECHTI, W. (1946): *Die Geologie im Gebiet der Jurarandseen*. – *Ber. an das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft*. Unveröff.
- LINCK, G. (1937): *Bildung des Dolomits und Dolomitisierung*. – *Chemie d. Erde* 11: 278–286.
- LINDEN, W. J. M. VAN DER (1963): *Sedimentary structures and facies interpretation of some Molasse deposits (Sense-Schwarzwasser area, Canton Bern, Switzerland)*. – *Geol. Ultr. Med. geol. Inst. Rijksuniv. Utrecht* 12: 7–42.
- LOGAN, B. W., REZAK, R. & GINSBURG, R. N. (1964): *Classification and environmental significance of algal stromatolites*. – *J. Geology* 72/1, January 1964: 68–83.
- LORIOU, P. DE & GILLIÉRON, V. (1869): *Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage urgonien inférieur du Landeron*. – *N. Denkschr. schweiz. natf. Ges.* 23: 1–122.
- LORIOU, P. DE & JACCARD, A. (1865): *Etude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura et en particulier de Villers-le-Lac*. – *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 18: 63–128.
- LORY, CH. (1849): *Observation sur une couche à fossils d'eau douce située dans le Jura entre le terrain jurassique et le terrain néocomien*. – *Arch. Sc. phys. nat. Genève* 13: 157–159.
- (1857): *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura*. – *Mém. Soc. Emul. Doubs* 3/2: 235–290.
- LÜTHI, E. (1954): *Geologische Untersuchungen im Gebiete zwischen Tessenberg und St. Immortal (Berner Jura)*. – Burgdorf.

- LÜTHY, H. J. (1965): *Geologie der gotthardmassivischen Sedimentbedeckung und der penninischen Bündnerschiefer im Blinnental, Rappental und Binnental (Oberwallis)*. – Bern-Bümpliz.
- MÄDLER, K. (1955): *Zur Taxonomie der tertiären Charophyten*. – Geol. Jb. Hannover 70: 265–328.
- MAILLARD, G. (1884): *Etude sur l'étage purbeckien dans le Jura*. – Zürich.
- MARCOU, J. (1846a): *Réponse à une note de M. Ernest Royer, sur la non-existence des groupes portlandien et kimmérien dans les monts-Jura*. – Bull. Soc. géol. France 2/4: 1–14 (121–135).
- (1846b): *Recherches géologiques sur le Jura salinois (Résumé de la seconde partie)*. – Bull. Soc. géol. France 2/4: 15–20 (136–141).
- (1858): *Sur le néocomien dans le Jura*. – Arch. Sc. phys. nat. Genève 1859: 1–66.
- MARTIN, G. P. R. (1958): *Eine Foraminiferen-Fauna aus dem Helvétien des Jenseitigen südlich Biel (Kt. Bern)*. – Eclogae 51/2: 307–329.
- MATTER, A. (1964): *Sedimentologische Untersuchungen im östlichen Napfgebiet*. – Eclogae 57/2: 315–428.
- MAYNC, W. (1958): *Feurtillia frequens*, n. gen. n. sp., a new genus of lituolid foraminifera. – Contr. Cushman Found. foram. Res. 9/1: 1–3.
- MICHEL, P. & CAILLON, G. (1957): *Quelques résultats des sondages exécutés en Savoie par la Régie Autonome des Pétroles*. – Bull. Soc. géol. France 6/7: 995–1008.
- MONTMOLLIN, A. DE (1835): *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*. – Mém. Soc. Sc. nat. Neuch. 1: 49–65.
- MOOS, A. VON (1935): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassegesteinen*. – SMPM 15/2: 169–265.
- (1936): *Zur Petrographie der Quarzsande und mageren Huppererde der Bohnerzformation im schweizerischen Jura-gebirge*. – SMPM 16: 318–327.
- MORNOD, L. (1945): *Molasse subalpine et bord alpin de la région de Bulle (Basse-Gruyère)*. – Eclogae 38/2: 441–452.
- (1949): *Géologie de la région de Bulle (Basse-Gruyère), Molasse et bord alpin*. – Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 91.
- MÜLLER, G. (1956a): *Die Schnellbestimmung des $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ -Anteils in karbonatischen, tonarmen Gesteinen mit dem Dinatriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure (AeDTE) – ein wichtiges Hilfsmittel für die Geologie*. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh.: 330–344.
- (1956b): *Die Schnellbestimmung des $\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$ -Anteils in karbonatischen, tonreichen Gesteinen mit dem Dinatriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure (AeDTE)*. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh.: 385–393.
- NABHOLZ, W. K. (1951): *Beziehungen zwischen Facies und Zeit*. – Eclogae 44/1: 131–158.
- (1956): *Untersuchungen über Faltung und Klüftung im nordschweizerischen Jura*. – Eclogae 49/2: 373–406.
- NIGGLI, P. & E. (1952): *Gesteine und Minerallagerstätten*, Bd. II. – Basel.
- NOLTHENIUS, TUTEIN A. B. (1921): *Etude géologique des environs de Vallorbe*. – Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 48/I.
- OERTLI, H. J. (1951): *Geologie des Dotzigenberges bei Büren an der Aare (Kt. Bern)*. – Eclogae 43/2: 145–159.
- (1956): *Ostracoden aus der oligocänen und miocänen Molasse der Schweiz*. – Schweiz. paläont. Abh. 74: 1–119.
- (1963): *Fossile Ostracoden als Milieuindikatoren*. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 10: 53–67.
- PARÉJAS, E. (1935): *L'organisme B de E. Joukowsky et J. Favre*. – C. R. Séances Soc. Phys. Hist. nat. Genève 52/3: 221–224.
- (1948): *Sur quelques coprolithes de Crustacés*. – Arch. Sc. Genève 1/3: 512–520.
- PETER, A. (1921): *Die Juragewässerkorrektion*. Bericht über die Vorgeschichte, Durchführung, Wirkung und Neuordnung 1921. – Unveröff.
- PETTJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks*. – New York.
- PIDANCET, J. & LORY, CH. (1847): *Note géologique sur la Dôle*. – Mém. Soc. Emul. Doubs 3/1: 79–82.
- (1847): *Mémoire sur les relations du terrain néocomien avec le terrain jurassique dans les environs de St. Croix (Jura vaudois) et dans le Val-de-Travers*. – Mém. Soc. Emul. Doubs 3/1: 83–88.
- PRASHNOWSKY, A. A. (1963): *Verteilung von organischen Substanzen in Sedimenten*. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 10: 295–307.
- QUENSTEDT, F. A. (1858): *Der Jura*. – Tübingen.
- RAMSEYER, R. (1952): *Geologie des Wistenlacherberges (Mont Vully) und der Umgebung von Murten (Kt. Freiburg)*. – Eclogae 45/2: 165–217.
- RAZOUUMOWSKY, G. (1789): *Histoire naturelle du Jorat et de ses environs*, t. 2. – Lausanne.
- REICHEL, M. (1955): *Sur une Trocholine du Valanginien d'Arzier*. – Eclogae 48/2: 396–408.
- REMANE, A. (1963): *Biologische Kriterien zur Unterscheidung von Süß- und Salzwassersedimenten*. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 10: 9–35.
- RENZ, H. H. (1937a): *Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein*. – Eclogae 30/1: 87–214.
- (1937b): *Zur Geologie der östlichen St. Gallisch-appenzellischen Molasse*. – Jb. St. Gall. natw. Ges. 69: 1–128.

- RENZ, O. (1931): *Über das Vorkommen von Cladocoropsiskalken im Schweizer Jura.* — Abh. schweiz. paläont. Ges. 51: 1–4.
- RENZ, O. & LUTERBACHER, H. (1965): *Die Mittlere Kreide von La Vraconne bei Ste-Croix (Kt. Waadt).* — Bull. VSP 31/81: 76–101.
- RENZ, O., LUTERBACHER, H.P. & SCHNEIDER, A. (1963): *Stratigraphisch-paläontologische Untersuchungen im Albien und Cénomaniens des Neuenburger Jura.* — Eclogae 56/2: 1079–1116.
- RICHTER, R. (1948): *Einführung in die Zoologische Nomenklatur.* — Frankfurt am Main.
- RICKE, W. (1963): *Geochemie des Schwefels und ihre Anwendung auf Faciesprobleme.* — Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 10: 271–279.
- ROLLIER, L. (1888a): *Etude stratigraphique sur le Jura bernois. Les facies du malm jurassien.* — Eclogae 1: 3–88.
- (1888b): *Excursion de la Société géologique suisse au Weissenstein et dans le Jura bernois.* — Eclogae 1: 263–290.
- (1892): *Etude stratigraphique sur les terrains tertiaires du Jura bernois (Partie septentrionale).* — Arch. Sc. phys. nat. 30/8: 1–26.
- (1893): *Structure et histoire géologiques de la partie du Jura central.* — Beitr. geol. Karte Schweiz 8/I.
- (1894): *Excursion géologique dans le Jura bernois.* — Livret-Guide géol. Jura et Alpes Suisse III: 19–30.
- (1898): *Deuxième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 8.
- (1910): *Troisième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII.* — Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 25.
- RUTSCH, R.F. (1934): *Stampische Fossilien von der St. Petersinsel (Kt. Bern).* — Verh. natf. Ges. Basel 45: 89–97.
- (1936): *Ein Fall von Einregelung bei Mollusken aus dem Vindobonien des bernischen Seelandes.* — Eclogae 29/2: 599–607.
- (1946): *Neue Auffassungen über die Entstehung der Molasse-Sedimente.* — Eclogae 38/2: 407–411.
- (1951): *Das Typusprofil des Aquitanien.* — Eclogae 44/2: 352–355.
- (1958): *Das Typusprofil des Helvétien.* — Eclogae 51/1: 107–118.
- (1961): *Zur Palaeogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz, I. Teil.* — Bull. VSP 28/74: 27–32.
- (1962): *Zur Palaeogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz, II. Teil.* — Bull. VSP 28/75: 13–24.
- (1965): *Nationalstrasse N 5: Geologischer Bericht.* — Unveröff.
- RUTSCH, R.F. & MOOS, A. VON (1942): *Ein Quarzsandvorkommen auf der Montagne du Droit bei Sonceboz (Berner Jura).* — Eclogae 35/2: 114–149.
- RUTSCH, R.F. & HÜGI, TH. (1956): *Bemerkungen zur Arbeit von Fr. Hofmann: Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Vulkanismus im schweizerischen Molassebecken.* — Bull. VSP 22/63: 33–40.
- RUTSCH, R.F., DROOGER, C.W. & OERTLI, H. J. (1958): *Neue Helvétien-Faunen aus der Molasse zwischen Aare und Emme (Kt. Bern).* — Mitt. natf. Ges. Bern NF. 16: 1–36.
- RUTTE, E. (1965): *Beziehungen zwischen Dolomitisierung und Facies im Kelheimer Jura.* — Z. dtsh. geol. Ges. 115/1: 100–108.
- RYNIKER, K. (1923): *Geologie der Seekette zwischen Biel und Ligerz, unter besonderer Berücksichtigung der anormalen Lagerstätten in der untern Kreide (sog. Hauterivientaschen).* — Eclogae 18/1: 1–76.
- SALFELD, H. (1913): *Die Gliederung des Oberen Jura in NW-Europa von den Schichten mit Perisphinctes Martelli OPEL an aufwärts auf Grund von Ammoniten.* — N. Jb. Mineral., Beil.-Bd. 37: 125.
- SAUTIER, A. (1854): *Notice sur les dépôts néocomiens et waeldiens, et sur les dolomies portlandiennes dans les hautes vallées du Jura aux environs des Rousses.* — Mém. Soc. Emul. Doubs 2/7 (1855): 25–44.
- SCHÄR, U. (1966): *Gliederung und Facies der Twannbach-Formation («Portlandien») im Bielerseegebiet.* — Eclogae 59/2: 925–931.
- (1967): *Beitrag zur Geologie der St. Petersinsel (Bielersee, Kt. Bern).* — Mitt. natf. Ges. Bern NF. 24: 37–48.
- SCHARDT, H. (1904a): *Sur divers gisements anormaux du Crétacique dans le Jura.* — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 32: 81–98.
- (1904b): *Observations géologiques sur la Montagne de Diesse et le vallon du Jorat.* — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 32: 99–106.
- (1910): *Eine Flankenüberschiebung bei Neuenstadt am Bielersee.* — Eclogae 11: 288–290.
- (1911): *Découverte d'un chevauchement sur le flanc de la chaîne du lac près de la Neuveville.* — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 37: 358–363.
- SCHINDEWOLF, O.H. (1960): *Stratigraphische Methodik und Terminologie.* — Geol. Rdsch. 49/1: 1–35.

- SCHMALZ, M.K. & BAUMGARTNER, R. (1955): *Blocs erratiques dans le Jura bernois*. — Rev. Jurassienne 1955: 96–107.
- SCHMID, K. (1931): *Erläuterungen zu einer geologischen Karte des Gebietes am oberen Ende des Bielersees*. — Unveröff. (Dep. im Naturhist. Museum Bern, Nr. 121).
- SCHMIDT, V. (1965): *Facies, diagenesis, and related reservoir properties in the Gigas Beds (Upper Jurassic), Northwestern Germany*. In «Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium». — Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ. 13: 124–168.
- SCHUPPLI, H.M. (1950): *Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, III. Teil. (8. Abschnitt: Ölgeologische Untersuchungen im Schweizer Mittelland zwischen Solothurn und Moudon)*. — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 26/3.
- SCHWAB, R.F. (1960): *Geologische Untersuchungen in der Molasse der Umgebung von Biel (Kt. Bern)*. — Winterthur.
- SCHWARZENBACH, G. (1960): *Die komplexometrische Titration*. — Stuttgart.
- SEIBOLD, E. (1952): *Chemische Untersuchungen zur Kalk-Mergel-Sedimentation*. — Geol. Rdsch. 40: 284.
- (1955): *Zum Phosphat-, Eisen- und Kalkgehalt einiger Horizonte des süddeutschen Jura*. — Geol. Jb. 70: 577–610.
- SEILACHER, A. (1963): *Lebensspuren und Salinitätsverhältnisse*. — Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 10: 81–95.
- Shell-Standard-Legend (1958): *Standard Legend. Exploration and Production*. — The Hague.
- SHINN, E.A. (1964): *Recent dolomite, Sugarloaf Key*. — Geol. Soc. Amer., Convent. Miami, Guidebook Field Trip 1: 62–67.
- SHINN, E.A. & GINSBURG, R.N. (1964): *Formation of recent dolomite in Florida and the Bahamas*. — Bull. AAPG 48: 547.
- SHINN, E.A., GINSBURG, R.N. & LLOYD, R.M. (1965): *Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas*. In «Dolomitization and limestone diagenesis: A Symposium». — Soc. econ. Paleont. Mineral., spec. Publ. 13: 112–123.
- SORNAY, J. & GUILLAUME, S. (1964): *Sur le «Valanginien» jurassien*. — C.R. Acad. Sc. Paris 259: 4303–4305.
- STAUB, W. (1938): *Die Molasse im Berner Seeland und ihre Durchtalung*. — Mitt. natf. Ges. Bern 1938: 16–32.
- (1941): *Aufbau und Oberflächengestaltung des Berner Seelandes und seiner Nachbargebiete*. — Die Alpen 10: 1–7.
- STEHLIN, H.G. (1914): *Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung*. — Verh. natf. Ges. Basel 25: 179–202.
- STERNBERG, R.M. & BELDING, H.F. (1942): *Dry-peel technique*. — J. Paleont. 16: 135/136.
- STUDER, B. (1825): *Beyträge zu einer Monographie der Molasse*. — Bern.
- (1853): *Geologie der Schweiz, Bd. 2*. — Bern.
- (1872): *Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebung*. — Bern.
- STUDER, B., LANG, F. & GILLIÉRON, V. (1866): *Geologisches Gutachten über die Frage, ob aus der Senkung des Wasserspiegels der Jura-Seen Erdrutschungen entstehen könnten*. — Bern.
- STUDER, TH. (1895): *Die Säugetierreste aus den marinen Molasseablagerungen von Brüttelen*. — Abh. schweiz. paläont. Ges. 12: 1–47.
- STUMM, F. (1964): *Das Tertiär des Basler Tafeljura, mit besonderer Berücksichtigung der miocaenen Ablagerungen*. — Verh. natf. Ges. Basel 75/2: 153–217.
- TANNER, H. (1944): *Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli*. — Mitt. thurg. natf. Ges. 33: 1–108.
- TCHIMICHKIAN, G., REULET, J. & VATAN, A. (1958): *Etude pétrographique des matériaux mollassiques de quelques sondages profonds de Bresse*. — Eclogae 51/3: 1093–1114.
- THALMANN, H.K. (1966): *Zur Stratigraphie des oberen Malm im südlichen Berner- und Solothurnerjura*. — Mitt. natf. Ges. Solothurn 22: 1–126.
- THURMANN, J. (1832): *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*. — Mém. Soc. Hist. nat. Strassbourg.
- (1836): *Essai sur les soulèvements jurassiques. Second cahier*. — Porrentruy.
- (1852): *Esquisses orographiques de la chaîne du Jura*. — Porrentruy.
- THURMANN, J. & ETALLON, A. (1861–1864): *Lethea bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura bernois et en particulier les environs de Porrentruy*. — N. Denkschr. schweiz. natf. Ges. 18–20.
- TRIBOLET, M. DE (1895): *Notice sur la vie et les travaux d'Auguste Jaccard*. — Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 23: 1–35.
- VALLE, G. DELLA (1965): *Geologische Untersuchungen in der miocaenen Molasse des Blasenfluhgebietes (Emmental, Kt. Bern)*. — Mitt. natf. Ges. Bern NF. 22: 86–176.
- VATAN, A., ROUGE, P.E. & BOYER, F. (1957): *Etudes sédimentologiques et pétrographiques dans le tertiaire subalpin et jurassien de Savoie et des régions limitrophes*. — Rev. Inst. franç. Pétrole 12/4: 468–480.
- VERNET, J.P. (1958a): *Les minéraux lourds d'une série chattienne de la molasse du Plateau suisse*. — Bull. Lab. Géol., Minéral., etc. Univ. Lausanne 125: 1–9.
- (1958b): *Etudes sédimentologiques et pétrographiques des Formations Tertiaires et Quaternaires de la partie occidentale du Plateau suisse*. — Eclogae 51/3: 1115–1152.
- (1964a): *Pétrographie sédimentaire dans la molasse de la région d'Yverdon*. — Bull. Lab. Géol., Minéral., etc. Univ. Lausanne 149: 1–12.

- (1964b): *Pétrographie sédimentaire du sondage de Peissy*. – Arch. Sc. Genève 17/1: 92–99.
- (1964c): *Pétrographie sédimentaire des formations molassiques de la région de Bulle à Vevey*. – Bull. VSP 31/80: 25–32.
- VERNET, J.P. (1964d): *Études sédimentologiques dans la molasse des préalpes valaisannes*. – Arch. Sc. Genève 17/3: 346–354.
- VERNET, J.P. & LOMBARD, A. (1964): *Pétrographie sédimentaire dans le massif des Voirons*. – Arch. Sc. Genève 17/1: 86–91.
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. & GILBERT, CH.M. (1954): *Petrography*. – San Francisco (Freeman).
- YOUNG, R.B. (1935): *A comparison of certain stromatolitic rocks in the Dolomite series of South Africa with marine algal sediments in the Bahamas*. – Geol. Soc. South Africa, Trans. 37: 153–162.
- ZIEGLER, B. (1965): *Boreale Einflüsse im Oberjura Westeuropas*. – Geol. Rdsch. 54/1: 250–261.
- ZIEGLER, P.A. (1956): *Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary (Berner Jura)*. – Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 102.

Verzeichnis der benutzten geologischen Karten

- AMBÜHL, E. (1936): *Geologische Originalaufnahme Blatt 135 (Twann)*. – Beil. z. Ber. 1936b PEK (Unveröff.).
- BAUMBERGER, E. (1894): *Geologische Karte der Umgebung von Twann*. – Mitt. natf. Ges. Bern 1894 (Kümmerly & Frey).
- BURRI, F. (1951): *Geologische Kartenskizze des Jensberges S Biel*. – Mitt. natf. Ges. Bern, NF. 8.
- FREI, R. (1912): *Karte der diluvialen Gletscher der Schweizeralpen, 1:100000. Spezialkarte Nr. 74*. – Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 41.
- GREPPIN, J.B. & BACHMANN, J. (1868): *Carte géologique du Jura bernois, VII Porrentruy–Solothurn, 1:100000*. – Neuchâtel (Furrer).
- HÄFELI, CH. (1964): *Geologische Karte der Seekette zwischen Biel und Twann, 1:10000*. – Unveröff.
- (1966): *Geologische Karte der Seekette zwischen Biel und Twann, 1:25000*. – Eclogae 59/2: Taf. II.
- JACCARD, A. (1860–1877): *Carte géologique du Canton de Neuchâtel*. – Bull. Soc. Sc. nat. Neuch. 11/2. Neuchâtel (Furrer).
- JÄCKLI, H. (1962): *Karte der letzten Vergletscherung (Würmeiszeit) der Schweiz, 1:1000000*. – Eclogae 55/2 (Kümmerly & Frey).
- Kantonales Amt für Wassernutzung und Abwasserreinigung: *Grundwasserkarte des Kantons Bern*. – Unveröff.
- KISSLING, E. & BALTZER, A. (1889): *Geologische Karte des Kantons Bern, 1:200000*. – Bern (Schmid, Francke).
- ROLLIER, L. & KISSLING, E. (1904): *Carte Géologique de la Suisse, Feuille VII, Porrentruy–Solothurn, 1:100000*. – Winterthur (Schlumpf).
- RUTSCH, R.F. (1966): *Geologische Karte des Grundwassergebietes zwischen Kallnach und Büren a. A. 1:25000*. – Aerni-Leuch.
- RYNIKER, K. (1923): *Geologische Kartenskizze der Seekette zwischen Biel und Ligerz, 1:25000*. – Eclogae 18. Zürich (Orell Füssli).
- *Originalkarte der Seekette, 1:25000*. – Unveröff. (dep. Geol. Kommission Basel, Nr. 82).
- SCHMID, K. (1937): *Geologische Kartenskizze der Molasse im Bielerseegebiet*. – Unveröff. (dep. im Geol. Inst. Bern).
- SCHUPPLI, H. (1950): *Geologische Übersichtskarte des Schweizerischen Mittellandes zwischen Solothurn und Moudon, 1:100000*. – Bern (Kümmerly & Frey). Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Ser. 26/3.
- SCHWAB, R.F. (1960): *Geologische Kartenskizze des Kräjenberges und Büttenberges (E Biel, Kt. Bern)*. – Winterthur (Keller).
- Schweizerische Geologische Kommission (1942): *Geologische Generalkarte der Schweiz, 1:200000, Blatt 2: Basel–Bern*. – Bern (Kümmerly & Frey).
- (1944): *Geologische Generalkarte der Schweiz, 1:200000, Blatt 1: Neuchâtel*. – Bern (Kümmerly & Frey).
- STUDER, B. & ESCHER, A. (1853): *Carte géologique de la Suisse*. – Winterthur (Wurster).
- THURMANN, J. (1836): *Carte orographique et géologique du Jura bernois*. – Paris (Michel).
- (1852): *Esquisse orographique de la chaîne du Jura*. – Porrentruy.

GEOLOGISCHE KARTE
DES WESTLICHEN BIELERSEEGBIETES

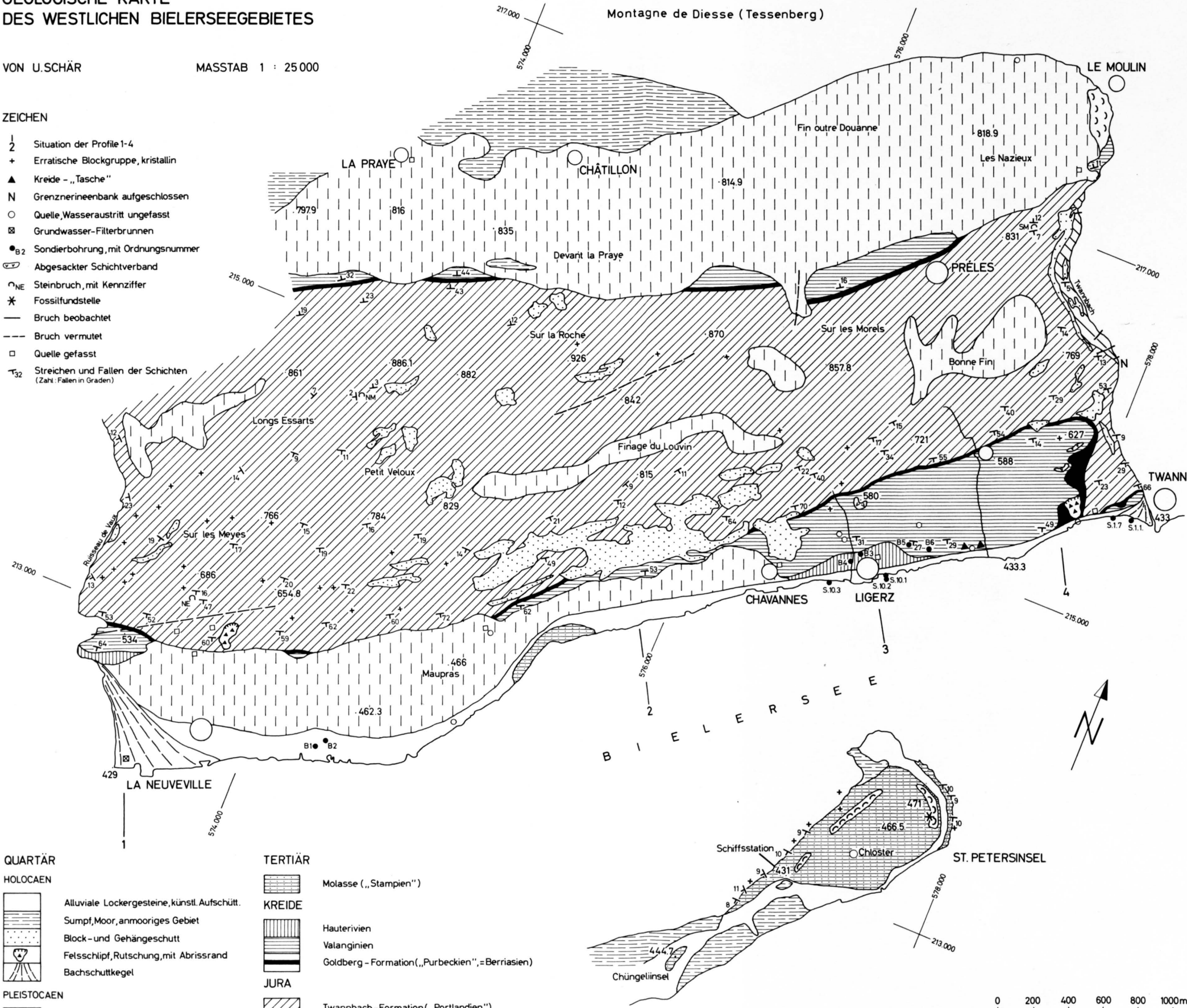
VON U. SCHÄR MASSTAB 1 : 25 000

ZEICHEN

- 2 Situation der Profile 1-4
- + Erratische Blockgruppe, kristallin
- ▲ Kreide - „Tasche“
- N Grenznierineenbank aufgeschlossen
- Quelle, Wasseraustritt ungefasst
- ⊠ Grundwasser-Filterbrunnen
- B2 Sondierbohrung, mit Ordnungsnummer
- ▭ Abgesackter Schichtverband
- NE Steinbruch, mit Kennziffer
- * Fossilfundstelle
- Bruch beobachtet
- - - Bruch vermutet
- Quelle gefasst
- T32 Streichen und Fallen der Schichten
(Zahl: Fallen in Grad)

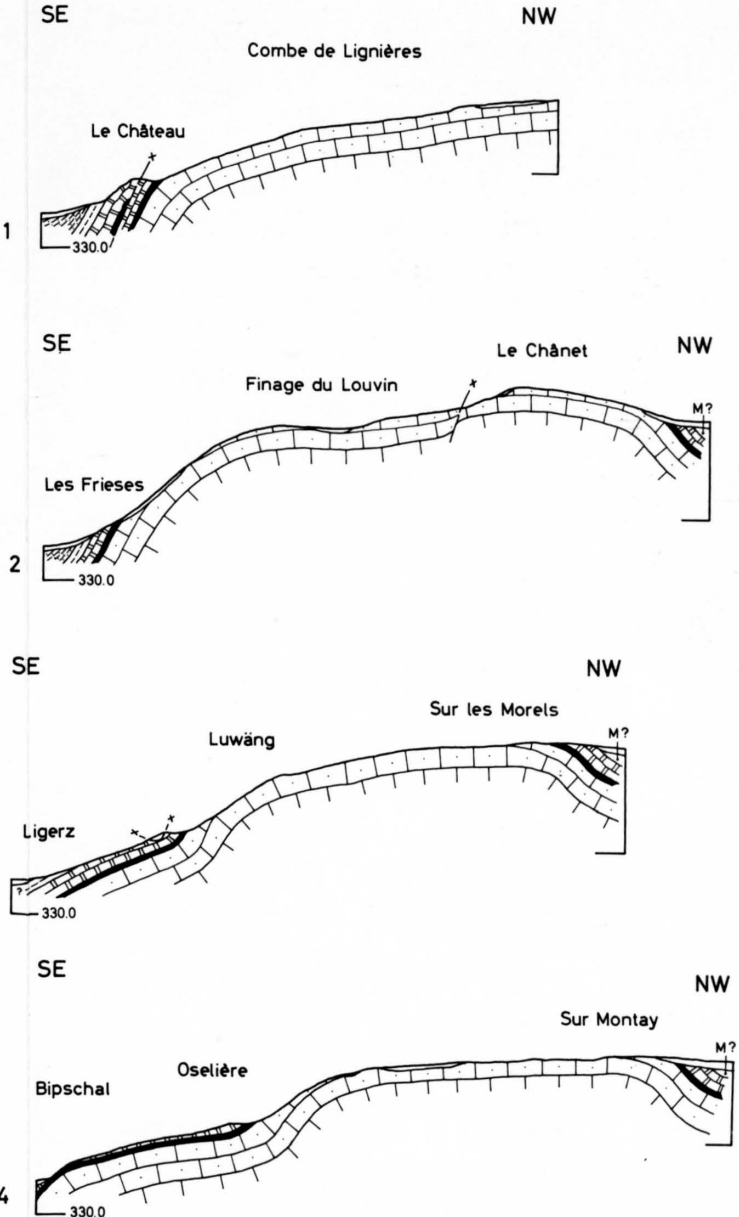
- QUARTÄR
- HOLOCAEN
- Alluviale Lockergesteine, künstl. Aufschütt.
 - Sumpf, Moor, anmooriges Gebiet
 - Block- und Gehängeschutt
 - Felsschliff, Rutschung, mit Abrissrand
 - Bachschuttkegel
- PLEISTOCAEN
- Würmeiszeitliche Moräne (Rhönegletscher)

- TERTIÄR
- KREIDE
- Molasse („Stampien“)
 - Hauterivien
 - Valanginien
 - Goldberg-Formation („Purbeckien“, = Berriasien)
- JURA
- Twannbach-Formation („Portlandien“)
 - Reuchenette-Formation („Kimmeridgien“)



GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DIE SEEKETTE ZWISCHEN
TWANN UND LA NEUVEVILLE

MASSTAB 1 : 25 000



- Tektonische Störung
- Versacktes Schichtpaket
- Quartär
- Molasse (M)
- Hauterivien
- Valanginien
- Goldberg-Formation
- Twannbach-Formation
- Reuchenette-Formation